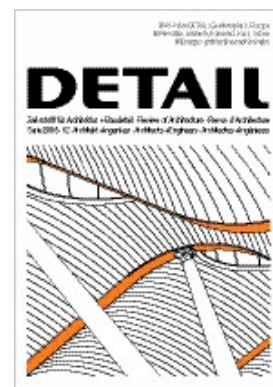


DETAIL – Rivista di architettura

2005 □ Architetti ed ingegneri

Testo in italianoTraduzione:
Architetto Rossella Letizia Mombelli
E-Mail: arch.mombelli@libero.it

Potete trovare un'anteprima con immagine di tutti progetti cliccando su:

<http://www.detail.de/Archiv/De/HoleHeft/165/ErgebnisHeft>**Pagina 1396
Ingegneri ed architetti**

Jörg Schlaich

La produzione e il calcolo di strutture in acciaio con geometria e requisiti statici conformi ad un progetto inizia con l'avvento della Rivoluzione Industriale. Il costruttore edile "tuttofare", fino ad allora attivo nell'attività edilizia, viene sostituito dalle figure professionali dell'architetto e dell'ingegnere. La perizia stilata da Giovanni Poleni nel 1748 per la Cupola di S. Pietro a Roma è il primo intervento di un progettista di strutture in un'opera d'ingegneria civile. Poleni era considerato "solo" un ingegnere civile, di conseguenza aveva analizzato unicamente quello che esisteva già: era come lo scienziato che scopre solo quello che è già presente in natura. L'ingegnere che si applica nella progettazione, al contrario, supportato dalle conoscenze e dalla fantasia, escogita per ogni costruzione qualcosa di completamente nuovo. L'esemplare realizzazione della Galleria delle Macchine progettata per l'Esposizione Mondiale di Parigi è frutto di un progetto innovativo di Victor Contamin: la struttura del padiglione, con una luce di 115 metri, è dotato di appoggi incernierati che sconvolgono completamente le conoscenze costruttive note fino a quel momento. Gli appoggi a cerniera creano infatti un assottigliamento della sezione proporzionale dove maggiore è la concentrazione dei carichi, in corrispondenza di quel appoggio a terra, che seguendo l'esempio fornito dalla natura, dovrebbe avere una struttura maggiormente allargata!

Il rapporto fra architetto e ingegnere è compromesso sin dall'inizio. L'architetto decora eleganti ed esili stazioni costruite dagli ingegneri, progetta sfarzose facciate kitsch e poderosi torrioni. L'ingegnere, dal canto suo, utilizza le più recenti nozioni costruttive come mezzo di potere e invece di sviluppare le proprie conoscenze e di elaborare la soluzione migliore per un progetto sviluppato in collaborazione con l'architetto, limita la sua professionalità al puro calcolo strutturale. Nel corso della prima metà del secolo scorso, con l'avvento del calcestruzzo, i ruoli si capovolgono a favore dell'architetto. La materia fluida del

calcestruzzo consente la progettazione di forme che fino a quel momento, secondo i calcoli dell'ingegnere, apparivano impossibili da realizzare. Per l'ingegnere il fatto che chiunque possa immaginare di realizzare per una casa d'abitazione con un solaio in calcestruzzo gettato in opera invece che con un solaio in legno, costituisce un enorme progresso. Nel calcolo strutturale, la trave segue la regola delle leve per cui il piano diventa un'equazione differenziale di quarto grado, molto più semplice della complessa formulazione matematica di un guscio curvo.

Nel 1976 "Spazio, tempo e architettura" di Siegfried Giedion dà il benvenuto al calcestruzzo come il materiale che libera l'architettura dalle catene. Svincolatosi dalle redini dell'ingegnere, l'architetto può progettare forme plastiche in cui le forze fluiscono liberamente; fatto che trova corrispondenza nel pensiero democratico senza confini del XX secolo. Attualmente, l'architettura è all'avanguardia, e spesso chiede all'ingegnere molto di più di quello che può dare. Gli architetti si servono del "loro" calcestruzzo meglio degli ingegneri. Dopo un breve periodo onirico, contrassegnato dai meravigliosi gusci in calcestruzzo fluttuanti di Heinz Isler e dai ponti di Robert Maillart, Christian Menn, Javier Manterola e Alfred Pauser, gli ingegneri demordono. Diventano i "leccapiedi" degli architetti e calcolano ogni cosa senza rendersi conto che, in realtà, l'architetto cerca in lui un partner. Forma e struttura prendono in questo modo, due vie differenti, anche se sono parte della medesima cosa, come l'acqua e la brocca, come la musica e il tempo, la danza e il ritmo.

Attualmente, l'architetto è responsabile del progetto e della forma, l'ingegnere della statica e della struttura. La differenza tra le due figure professionali è determinata dalla complessità dei parametri progettuali sociali multifunzionali e da quelli unifunzionali tecnici, anche se formalmente ne sono responsabili sia l'architetto che l'ingegnere. Come l'ingegnere non ha imparato a progettare integralmente una casa unifamiliare, mancano all'architetto le cognizioni per realizzare un ponte. Nell'attuale complessità delle conoscenze si

potrebbe arrivare ad un'effettiva collaborazione solo se entrambe le parti si ascoltassero e si lasciassero stimolare reciprocamente. Le strutture "High Tech" che sfruttano i progressi della tecnologia dei materiali e delle tecniche di finitura devono essere grate ad un trend che evidenzia nella forma i flussi di forze. Il risultato sottolinea la leggerezza e la trasparenza – le forze di compressione fluiscono nei tubolari, la trazione nelle aste o nei tiranti. Questa impostazione offre a noi ingegneri la possibilità di dare un notevole contributo alla progettazione architettonica. Non ci accorgiamo o non vogliamo accorgerci se superiamo i limiti o se ci lasciamo sedurre dall'architetto a superarli, nel portare a spasso le forze attraverso terminali a forchetta, raccordi e tenditori a vite per lo più in acciaio inox. Negli ultimi anni, il teorema dell'High-Tech, fondamentalmente giustificato con l'argomento della leggerezza e dell'efficienza, è stato arricchito dall'ecotrend. Oggi è possibile rivestire l'architettura con involucri in vetro che consentono la realizzazione di spazi permeati dal sole, di corti interne e atri. Si parla di "edifici a risparmio energetico" con "tecnologie intelligenti" dimenticando che, contemporaneamente, si contribuisce ad incrementare il fabbisogno energetico per la produzione e la gestione dei mezzi tecnologici necessari allo sfruttamento passivo o attivo dell'energia solare. I responsabili di questo eccesso, dettato dalla moda, sono sia gli architetti che gli ingegneri, cimentandosi entrambi in una massimizzazione delle superfici vetrate, indipendentemente dalla localizzazione e dall'esposizione, con sistemi di protezione solare e antiabbagliamento e che progettano le facciate a doppia pelle anche dove non è necessario. Riflettiamo sul fatto che questa architettura di impronta High-Tech esiste solo nei paesi "ricchi", in Europa e in Arabia, ma non in paesi come l'India e l'Etiopia. Viene introdotta nei settori dove il fattore economico è meno importante dell'aspetto rappresentativo, cioè in banche, assicurazioni, aeroporti, fiere, ecc. ma non nell'edilizia universitaria e in quella residenziale, sporadicamente nel settore professionale e solo occasionalmente nell'industria. Per questo motivo, insieme alla domanda se questa architettura sia veramen-

te ecologica è doveroso chiedersi se non sia forse anche asociale. Cerchiamo di essere più coscienti delle nostre responsabilità sociali e di riflettere su un concetto ecologico integrato. Cerchiamo di imparare ad essere più moderati e rispettosi.

Insieme alla collaborazione creativa con gli architetti nella realizzazione di "edifici intelligenti", gli ingegneri da soli potrebbero offrire un'importante contributo alla cultura architettonica generale. La progettazione e la realizzazione di coperture per capannoni e stadi di ampie luci con tensostrutture e membrane, le esili cupole in vetro per cortili e piscine, le torri panoramiche e per le comunicazioni, insieme con la più frequente progettazione di ponti, dighe, idrovie, hanno reso l'ingegnere il responsabile della tecnologia infrastrutturale, rendendolo cosciente dell'impegno culturale ad esso connesso. L'ingegnere è consapevole del fatto che l'unica controproposta adeguata alla "natura" costruita è la cultura, che l'infrastruttura senza la cultura rimane tecnocrazia, e che il suo contributo crea elementi di civilizzazione. L'ingegnere sa anche che deve applicarsi maggiormente nel settore della costruzione dei ponti e in particolare in quello dei ponti ferroviari.

Fino a poco tempo fa, agli ingegneri si ponevano ancora dolorosi limiti nel calcolo strutturale e nelle tecniche di realizzazione. L'avvento dei mezzi informatici, utilizzati dal rilievo ai calcoli dinamici, le realizzazioni con CNC, il montaggio GPS, la robotica, hanno completamente cambiato le cose. E' meraviglioso pensare che con l'ausilio degli strumenti High-Tech possiamo sfruttare metodi semplificati di calcolo. Oggi, si può raggiungere una complessità di forme completamente nuova. Il computer non è intelligente, ma è flessibile. E' paragonabile ad una sega a controllo numerico che può tagliare aste della medesima dimensione oppure in un'infinità di dimensioni diverse. Ad esempio, nella costruzione di una cupola reticolare, la fresa CNC può ritagliare gli snodi di connessione anche più complicati, indipendentemente dal fatto che siano tutti uguali o tutti diversi. A questo punto, parti dell'opera di tutta una vita di icone dell'architettura come Konrad Wachsmann, Buckminster Fuller, Max Mengerlinghausen e Frei Otto appaiono obsolete. Tutti si sono soffermati fino alla noia sulla sistematizzazione delle strutture reticolari tridimensionali. A questo punto sorge una domanda: l'assoluta libertà offerta dalla moderna tecnologia conduce al caos formale? Quando in futuro, con il computer, sarà possibile l'utilizzo di qualsiasi tecnologia strutturale e compositiva, saremo tentati di lasciarci sopraffare dall'artificiale? Un concetto, questo, molto sgradevole agli ingegneri, in particolare quando il progetto non si svolge dall'interno verso l'esterno ma in senso contrario, cioè quando si crea un oggetto-scultura di forte emozionalità cui in ultima istanza è assegnata una destinazione d'uso. Dall'altro lato, non può essere vero che proprio noi ingegneri ci schieriamo contro

il progresso. Rimane viva, però, la speranza che nella progettazione, ingegneri ed architetti possano trasmettere quello che noi stessi continuiamo a sperimentare "nella vita": cioè che l'autodisciplina e un campo d'azione liberale riescano a promuovere la responsabilità e la creatività in misura maggiore rispetto al rifiuto degli influssi esterni. Dobbiamo anche combattere contro quel nostro stupido modo di pensare per cui "quello si fa così".

Pagina 1430 **Ponte sull'orrido di Traversina**

In Svizzera da generazioni, la costruzione di ponti regala capolavori che non meravigliano solo per l'eleganza costruttiva ma anche per l'intensità scultorea e formale. Mentre i ponti in calcestruzzo di Robert Maillart sono diventati luoghi di pellegrinaggio per architetti ed ingegneri, Christian Menn garantisce la continuità di un'ambiziosa tradizione di costruttori di ponti che solo da pochi anni è stata ripresa in maniera individuale e complessa da Jürg Conzett. Conzett non si vincola ad un materiale o ad una tipologia costruttiva ma si dedica volentieri alla sperimentazione cercando quello che potrebbe essere formalmente e strutturalmente ottimizzato con i materiali da costruzione locali. Proprio la storia della costruzione è il suo cavallo di battaglia; imparare e riconoscere quello che gli antenati hanno fatto, appartiene al suo mestiere. Dato che le esperienze tramandate dalla storia regalano la comprensione della pluralità, Jürg Conzett costruisce una struttura in legno ad appoggio inferiore per un viadotto, una trave reticolare tridimensionale per un ponte pedonale, e poi ancora un ponte a sollevamento verticale e un ponte in pietra. Nella Val Traversina, una valle secondaria della Via Mala, si trova la sua più recente realizzazione: si tratta di un ponte sospeso con piano a gradini di legno. In corrispondenza del lato orientale della valle, a destra del Reno, un vecchio sentiero conduce da Zillis attraverso Reischen, Sant Albin e Carschenna verso nord in direzione Thusis. Dal 1999 un ponte sospeso a nastro di 40 metri di luce progettato da Conzett, Bronzini e Gartmann attraversa il Reno. Rimanendo sul sentiero indicato si arriva velocemente nel punto in cui l'orrido si trova di fronte alla località di Rondelle. Il ponte, in corrispondenza dell'approdo, raggiunge la quota di 50 metri dove, nel 1996, il percorso, in seguito alla richiesta di escursionisti, è stato integrato dal primo ponte divenuto poi un'attrazione: una struttura in legno nata dalla matita di Jürg Conzett. Il ponte è stato distrutto il 16 marzo 1999 dalla caduta di massi. Successivamente, l'interessamento dell'associazione "Kulturraum Viamala" ha consentito il finanziamento e la realizzazione di un ponte di entità di certo non inferiore al primo. A causa del pericolo della caduta di massi, il ponte è stato collocato 70 metri più in là rispetto alla posizione originaria. (*Ursula Baus, giornalista*)

Il ponte è una scala sospesa a pendenza variabile che si estende su una luce di 56 metri e supera una differenza di altezza di 22 metri. La struttura portante è composta da una tensostruttura precompressa con doppio tirante a distanza di 1,9 metri. Le due funi principali trasmettono le forze verticali ed orizzontali alle fondamenta tramite i pilastri in calcestruzzo armato e tramite i contrafforti. Le funi della struttura reticolare romboidale sono fissate in corrispondenza della fune principale con morsetti di fissaggio e sono connesse con i terminali a forchetta delle travi trasversali in acciaio del piano di percorrenza pedonale dove sono state montate parallelamente 10 travi in lamellare che costituiscono l'intradosso della trave reticolare sottoposta a compressione. La loro rigidità consente di distribuire i carichi unitari e di formare insieme alle travi trasversali e alle aste diagonali una controventatura stabile. La posizione esterna al piano di calpestio impedisce la vista perpendicolare verso il basso nella gola profonda 70 metri incrementando la sensazione di sicurezza dell'escursionista. Sulle due travi interne è fissato un profilo a pedata in legno lamellare di larice avvitato singolarmente. In corrispondenza di ogni trave trasversale sono invece fissati i supporti del parapetto in barre d'acciaio saldate in corrispondenza degli interassi dove sono collocate le tavole del parapetto costrette a seguire la curva descritta dal piano di percorrenza. I materiali usati (larice, pino e acciaio galvanizzato) possiedono requisiti di elevata durata. Il grado superiore di resistenza alle intemperie da parte della struttura si deve ad un'ampia limitazione di superfici orizzontali e alla minimizzazione dei punti di contatto tra elementi che se sussistono sono ben aerati.

Sezione, scala 1:600

Sezioni, scala 1:20

Particolare costruttivo B; scala 1:10

- 1 Fune a spirale zincatura galvanizzata ø 36 mm
- 2 Fune a spirale zincata Ø 10 mm
- 3 Trave HEA120 mm
- 4 Trave in lamellare di larice 220 x 140 mm
- 5 Listello in lamellare di larice 80 mm
- 6 Pedata in pino silvestre 60-100 x 50 mm
- 7 Corrimano in pino silvestre 30 x 80 mm
- 8 Tavola parapetto in pino silvestre 30 x 80 mm
- 9 Montante parapetto in lamiera d'acciaio zincata saldata
- 10 Controvento in asta d'acciaio Ø 12/16 mm
- 11 Tenditore a vite a forchetta in acciaio zincato a spruzzo
- 12 Bloccaggio fune zincato
- 13 Raccordo a forchetta zincato a spruzzo
- 14 Piastre livellanti in acciaio zincato 50 mm
- 15 Piastra di testa in acciaio zincato 10 mm

Pagina 1434 **Casa d'abitazione a Zurigo**

L'impatto radicale e minimale della forma e dei materiali nella casa unifamiliare realizzata in un quartiere in espansione di ville è chiaramente rappresentativo delle intenzioni di progetto: lo spazio è concetto architettonico. Per gli architetti, gli obiettivi principali risiedevano nella realizzazione di un concetto di interno continuo ed aperto oltre che nella defi-

nizione di un'intensa relazione con il verde dello spazio esterno. La realizzazione costruttiva è avvenuta tramite una complessa composizione tridimensionale di solai piani precompressi, setti ad appoggio puntiforme e piastre balcone in oggetto che hanno sondato le possibilità tecniche e materiche del calcestruzzo precompresso: lame di muratura massicce svincolate da qualsiasi allineamento articolano lo spazio aperto delle unità abitative rendendo leggibile le relazioni visive all'interno dell'appartamento e verso l'esterno. I setti sono lasciati in calcestruzzo a vista grezzo, la superficie monolitica a pavimento in terrazzo continua in modo coerente sull'elemento balcone nello spazio esterno. La collaborazione degli elementi portanti che attraversano i cinque piani garantisce la statica al punto che l'accattivante contrasto di solidità e pesantezza del calcestruzzo tematizza la materializzazione dell'involucro dell'edificio attraverso una pelle vetrata quasi trasparente e libera da pilastri.

Lo sviluppo della progettazione esecutiva della palazzina plurifamiliare ha visto un'intensa collaborazione tra architetto e ingegnere. Nel progetto architettonico dell'edificio ha avuto un ruolo fondamentale la struttura portante. L'ingegnere ha reso possibile tradurre il concetto architettonico in esecutivo integrando nella realtà mezzi tecnici oggi disponibili come miscele per il calcestruzzo di nuova generazione, tecnologie recenti di casseforme, precompressione. La collaborazione tra ingegnere ed architetto ha permesso di realizzare l'architettura ottimizzando il dimensionamento delle pareti, la progettazione dell'oggetto libero dei solai e la realizzazione della pianta dell'interrato con un garage sotterraneo senza pilastri. Moderne tecniche di precompressione hanno consentito la realizzazione libera dei perimetri dei solai; in modo simile alla costruzione dei ponti anche le opere in acciaio e in calcestruzzo precompresso sono state realizzate con estrema cura. La collaborazione dell'ingegnere non si è limitata ai calcoli statici ma è stata estesa alla realizzazione della pavimentazione in terrazzo e alle scale.

Piante, sezione, planimetrie precompressione, scala 1:500

Solaio sopra piano primo/solaio sopra piano secondo/solaio sopra attico

Pianta piano primo; pianta piano secondo; attico

- 1 Ingresso
- 2 Hall d'ingresso
- 3 Cantine
- 4 Impianti
- 5 Ventilazione
- 6 Scala
- 7 Ascensore
- 8 Appartamento
- 9 Terrazzo

Sezione verticale della facciata sud, sezione orizzontale cornice, scala 1:20

- 1 Lucernario con apertura a motore; vetrata isolante in telaio legno-alluminio, $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$, vetro di sicurezza 8 + intercapedine 12 + stratificato di sicurezza 12
- 2 Pannello in alluminio isolato
- 3 Ghiaia 16/32 50-90 mm; guaina impermeabilizzante a doppio strato 2 mm; pannello in PU 160 mm; barriera al vapore 1,5 mm; c.a. 210-250 mm

- 4 Connessione d'irrigidimento coibentata 80 mm
- 5 Muro esterno in c.a. 400 mm con anima isolante 120 mm
- 6 Vetrata isolante in telaio metallo-legno, $U=1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$; vetro float 12 + intercapedine 16 + stratificato di sicurezza 14
- 7 Canale di raccolta delle acque in acciaio colorato nero L1 50/130/117/2 mm
- 8 Lastre in terrazzo levigato 100-120 mm; fuga perimetrale in silicone 10 mm, strato di separazione PE 1 mm; materassino fonoassorbente 10 mm; guaina impermeabilizzante bituminosa 1 mm; c.a. 310-340 mm
- 9 Parapetto in vetro di sicurezza 10+10 mm, in profilo d'acciaio D 90/80/100/8 mm
- 10 Lamiera con fenditura guida 20 mm
- 11 Lamiera con aperture di ventilazione Ø 30 mm, diffusore a pavimento aria di ventilazione
- 12 Terrazzo 30 mm, massetto in calcestruzzo con riscaldamento a pavimento 90 mm; strato di separazione in PE 1 mm; isolante in lana minerale 40 mm; c.a. 300 mm

Pagina 1438 Fabbrica a Niederstetten

La nuova fabbrica di un produttore di maschiatrici di precisione si insedia come uno scrigno d'argento nel collinoso paesaggio ai margini di Niederstetten. L'architetto inserisce un motivo per articolare l'area d'intervento: ispirandosi ai filari in pietra che i produttori di vino costruiscono per proteggere dal vento i vigneti, crea sculture di erba dove si innesta la fabbrica con i tre capannoni della produzione, leggibili come cubi sfalsati. Nel volume in oggetto al piano primo si trovano gli spazi dell'amministrazione con vista panoramica sulla vallata. Il sottostante passaggio vetrato funge da asse di connessione proseguendo senza interruzione nella hall in modo tale che i collaboratori da ogni postazione possano godere della vista sul paesaggio. La struttura portante della hall riposa su quattro nuclei in calcestruzzo armato. Un sistema additivo di travi principali, correnti in legno e funi tiranti crea una struttura trasparente. Tutti gli impianti sono stati installati a vista fra le travi; i lucernari garantiscono un'illuminazione naturale uniforme. La realizzazione del manufatto di logica continuità, coerente con i materiali e minimale nei dettagli conferisce all'architettura un'immagine elegante. La climatizzazione è stata ridotta al minimo sfruttando le sinergie e minimizzando la portata tecnica.

La collaborazione tra architetto ed ingegnere è iniziata già durante la fase preliminare di progettazione quando, durante diverse riunioni, sono stati elaborati contemporaneamente la posizione del fabbricato, il progetto, gli esecutivi, il predimensionamento e i particolari costruttivi. All'unisono con la struttura dell'edificio sono stati fissati l'orientamento del fabbricato, la disposizione degli assi portanti e i punti di carico. I materiali sono stati determinati sia in base alle destinazioni d'uso sia in base ad avvedute integrazioni statiche. I tre capannoni della produzione sono il cuore del nuovo fabbricato industriale. Dovevano essere trasparenti, senza pilastri e godere di un'illuminazione uniforme priva di abbagliamento. Slanciate travi in lamellare composte di tre traversi attraversano sull'intera larghez-

za il padiglione di 28 metri e trasmettono tramite i pilastri il carico ai nuclei realizzati con pareti in calcestruzzo gettato in opera e solai in pannelli prefabbricati. L'asta superiore in compressione e quella in trazione della trave sono fissate lateralmente con tenaglie in acciaio avvitate al corrente principale mediano. Sia l'area amministrativa che quella tecnica sono state costruite in tecnologia a piastre di legno con esili pilastri in acciaio. L'irrigidimento orizzontale avviene primariamente attraverso piastre di copertura e piastre solai. I setti murari in calcestruzzo dei quattro volumi massicci garantiscono la stabilità verticale dell'edificio.

Sezioni, piante, scala 1:1000

Planimetria, scala 1:6000

- 1 Commissione interna e medico aziendale
- 2 Impianti
- 3 Spedizione
- 4 Collaudo finale
- 5 Riunione
- 6 Lavorazione finale
- 7 Lounge
- 8 Processo hard
- 9 Deposito olio da rettifica
- 10 Laboratorio prova di durezza
- 11 Radiazioni
- 12 Reparto trattamenti termici
- 13 Processo soft
- 14 Deposito sali
- 15 Formazione
- 16 Spogliatoio
- 17 Open space
- 18 Direzione
- 19 Vuoto
- 20 Impianti

Sezione verticale, scala 1:20

- 1 Guaina impermeabilizzante in PVC; isolante termico di fibre minerali 100 mm; barriera al vapore in pellicola di PE; lamiera grecata in acciaio parzialmente traforata 45/150 mm; cuneo perimetro copertura max 160/120 mm
- 2 Corrente superiore ed inferiore in lamellare 120/120 mm
- 3 Profilo in acciaio L1 65+65 mm
- 4 Traverso in lamellare 120/1280 mm fissato con piatto d'acciaio 325/700 mm
- 5 Trave di bordo in lamellare 140/160 mm
- 6 Lastra in OSB antiabbagliamento 15 mm
- 7 Elemento quadrato in legno 30/50 mm
- 8 Fune tirante Ø 20 mm
- 9 Pilastro in lamellare 120/160 mm
- 10 Lastra di cartongesso 12,5 mm; barriera al vapore, pellicola in PE; isolante termico in lana minerale 100 mm; montanti e correnti in elementi squadrati di legno 60/120 mm; lastra in OSB 18 mm; membrana; lama di fissaggio in piatto d'acciaio 150/120 mm; substruttura in profili d'alluminio T 120/80 mm, L doppio 60/60 mm; lamelle in lamiera d'alluminio, cucite 3 mm
- 11 Lamelle di ventilazione in alluminio
- 12 Guaina impermeabilizzante in PVC per copertura; isolante termico in fibre minerali 100 mm; barriera al vapore bituminosa; solaio in c.a. nervato 300 mm

- 1 Lamelle in lamiera d'alluminio, cucite 3 mm; substruttura in profilo d'acciaio L 55/55 mm
- 2 Impermeabilizzazione di copertura in PVC, isolante in pendenza; lana minerale 80-160, barriera al vapore; pannello in OSB 25 mm; strato di travi 80/160 mm; profilo in acciaio HEA 240 mm con riempimento in legno 60/120 mm ed elemento d'appoggio in legno 68/80 mm, correnti in legno 30/60 mm, pannello antifuoco in cartongesso 12,5 mm; guida di scorrimento in alluminio 60/60 mm; pannello di isolamento acustico in fibre minerali 20 mm; pannello di cartongesso rivestito con pellicola 12;5 mm

- 3 Trave di bordo in lamellare 100/200 mm, 100/400 mm
- 4 Vetrata fissa con vetro isolante per il controllo solare: stratificato 4+4 mm+ intercapedine 22 mm+ vetro di sicurezza 6 mm, U=1,1 W/m²K
- 5 Linoleum 3 mm, massetto radiante 77 mm, strato di separazione, materassino fonoassorbente in lana minerale 40 mm, guaina supplementare bituminosa 5 mm, lastra in OSB 30 mm, strato di travi 220/80 mm; profilo in acciaio HEA 300mm con anima in legno 60/120 mm e elementi in legno d'appoggio 100/46 mm, barriera al vapore pellicola PE, isolante termico in lana minerale 140 mm, lastra di cartongesso 25 mm; lastra OSB 13 mm
- 6 Pilastro in tubo d'acciaio □ 200/80 mm
- 7 Porta con vetrata isolante in vetro di sicurezza 6 mm+ intercapedine 16 mm+ stratificato 4+4, U=1,3 W/m²K
- 8 Calcestruzzo addizionato di fibre di acciaio con riscaldamento a pavimento 200 mm, materassino di protezione, doppio strato di pellicola PE, isolante perimetrale stabile a compressione 100 mm
- 9 Traverso in lamellare 160/1250 mm; lamellare 160/1090 mm
- 10 Fune tirante in acciaio Ø 20 mm
- 11 Corrente superiore ed inferiore in lamellare 120/120 mm
- 12 Traverso in lamellare 120/1280 mm
- 13 Elemento in acciaio Ø 65/65 mm

Pagina 1444 Callcenter a Galway

L'edificio per uffici di una azienda di software destinato ad accogliere 360 collaboratori si trova in un'area industriale esterna alla città sulle coste orientali dell'Irlanda. Il concetto architettonico è stato formulato prima di definire in maniera esatta la localizzazione, considerando come criteri progettuali le esigenze d'uso e la posizione geo-climatica. Le condizioni climatiche e di vento favorevoli con inverni caldi ed estati fresche, associate ad un'efficiente regolazione del microclima ha consentito la rinuncia ad un sistema di climatizzazione artificiale. Nella stecca larga 13 metri si distribuiscono gli spazi di lavoro con orientamento est-ovest estesi sull'intera profondità del volume. L'edificio si compone di due stecche in posizione sfalsata, connesse da elementi sospesi di collegamento e da un corpo centrale di unione con un atrio a vetri non riscaldato. L'impianto open space degli uffici consente un'aerazione trasversale naturale degli spazi, dalla facciata all'atrio. Sottili elementi verticali di facciata posizionati tra le finestre, corpi scaldanti e recuperatori di calore sviluppati appositamente per il progetto provvedono alla ventilazione e al preriscaldamento dell'aria introdotta, per un migliore ricambio, a livello del soffitto. L'atrio è aerato per convezione tramite ante apribili controllate centralmente collocate nella parte alta e in quella bassa della facciata. In presenza di vento, l'aria viene estratta nella zona dell'atrio con un ricambio continuo nel corridoio dell'ala amministrativa. In assenza di vento, l'atrio costituisce una riserva d'aria aggiuntiva rispetto al flusso generato dalle aperture. Il soffitto in calcestruzzo non rivestito degli uffici funge da massa termica per compensare le punte estive di temperatura ed accumulare durante la notte il calore reso disponibile durante il giorno. Le estese vetrate disposte lungo gli uffici

consentono un'ampia illuminazione naturale supportata anche da corpi illuminanti regolati con sensori di illuminazione diurna. Lungo la facciata esterna rare lamelle verticali in legno proteggono dall'abbagliamento e dalle radiazioni solari senza pregiudicare le relazioni visive con l'esterno e l'illuminazione. Nell'atrio, l'ombreggiamento della facciata interna avviene tramite le alte e snelle travi in multistrato della struttura di copertura; in particolare, quando il sole si posiziona basso sull'orizzonte la struttura a spina di pesce consente un ottimale grado di protezione. Il disegno dell'impianto delle travi dedotto dalla pianta ha avuto come conseguenza un accorciamento della lunghezza degli elementi. Le travi primarie e le travi della vetrata disposte trasversalmente costituiscono un sistema stabile. La struttura di copertura prosegue senza soluzione di continuità sulla facciata: le sottili travi si piegano verso il basso convertendosi in pilastri di facciata, mentre altri elementi ruotati di 90° si trasformano in correnti orizzontali. I materiali, in prevalenza calcestruzzo, legno e vetro, scelti secondo un criterio ecologico, sono stati utilizzati senza essere sottoposti a trattamento per garantire un veloce svolgimento dei lavori e per valorizzare le qualità sensoriali ed estetiche dei materiali.

La geometria della struttura portante e la disposizione planimetrica dei volumi a stecca è il risultato di uno scambio di opinioni durato diverse settimane svoltosi tra architetto, progettista delle strutture e ingegnere termotecnico. Le riunioni decisive non sono state condotte simultaneamente con regolari meeting e teleconferenze, bensì in tempi e luoghi diversi e in tre lingue differenti. L'architetto ha assunto il ruolo di gestione della comunicazione tra i progettisti e ha permesso che si creassero diverse linee di pensiero. La disposizione incrociata delle travi in multistrato nella campitura centrale oltre ad essere vantaggiosa per la tecnica costruttiva, ha condotto contemporaneamente ad un'ottimale sistema di ombreggiamento della facciata dell'atrio, mentre la disposizione sfalsata delle due stecche, ha contribuito a minimizzare il numero delle necessarie scale di sicurezza. Nello sviluppo di questa struttura di logica originale e complessa tutti gli attori del progetto sono stati coinvolti in eguale misura.

Piante, sezioni, scala 1:750

- 1 Mensa
 - 2 Atrio
 - 3 Ingresso
 - 4 Ufficio
 - 5 Area pausa
- 1 Copertura: ghiaietto 50 mm; isolante termico rivestito da pellicola 75 mm; impermeabilizzazione in asfalto 25 mm; massetto in pendenza armato 75 mm; isolamento termico ad elevata densità; barriera al vapore, solaio in calcestruzzo gettato in opera con piano d'intradosso prefabbricato
 - 2 Elemento parapetto in calcestruzzo armato prefabbricato
 - 3 Lamelle di protezione solare in iroko 70 x 22 mm
 - 4 Pannello sandwich termoisolato 25 mm
 - 5 Elementi di facciata in compensato impiallacciato isolato 18 + 25 + 18 mm
 - 6 Anta di ventilazione in compensato impiallacciato

- 7 Listello di fissaggio in alluminio per lamelle di legno
- 8 Elemento di facciata in compensato impiallacciato 18 + 25 mm
- 9 Radiatore
- 10 Pannello sandwich in alluminio con isolante termico 75 mm, rivestimento posteriore in vetro di sicurezza 6 mm smerigliato
- 11 Vetro stratificato 6 + 10 mm, rivestimento esterno basso emissivo
- 12 Trave della vetrata in tubo d'acciaio □ 80/80/6 mm
- 13 Trave principale 850/69 mm
- 14 Piastra di ancoraggio in acciaio □ 10 mm
- 15 Piatto d'acciaio □ 10 mm
- 16 Fune di sicurezza in acciaio Ø 8 mm
- 17 Lamiera di chiusura del colmo 5 mm
- 18 Tubo in acciaio □ 160/160/8 mm
- 19 Elemento di connessione in lamiera d'acciaio saldata
- 20 Anta di ventilazione

- 1 Vetro stratificato 6 + 10 mm con rivestimento basso emissivo esterno
- 2 Trave della vetrata in tubo d'acciaio □ 80/80/6 mm
- 3 Trave principale 850/69 mm
- 4 Piatto d'acciaio □ 10 mm
- 5 Bullone in acciaio Ø 60 mm
- 6 Piastra di ancoraggio in acciaio □ 10 mm
- 7 Traverso 850/69 mm
- 8 Pilastro di facciata 1150/69 mm
- 9 Piastra di ancoraggio in acciaio □ 10 mm su letto di malta autolivellante
- 10 Pavimentazione
- 11 Fissaggio a punti
- 12 Traverso in profilo d'acciaio □ 320/200/8 mm

Pagina 1449 Stazione Lehrter a Berlino

28 maggio 2006: dopo undici anni di lavori è stata inaugurata la più grande stazione per collegamenti ferroviari a lunga e breve distanza e per traffico regionale. Si prevede che fino al 2010 frequenteranno la stazione 30 milioni di passeggeri, circa 240.000 ogni giorno. La stazione Lehrter diventa, così, la stazione centrale di Berlino dove si intersecano la nuova linea di collegamento nord-sud dell'ICE Copenhagen-Roma, che attraversa il fiume Sprea in una galleria posta 15 metri sotto il suo letto, e il tratto est-ovest della Mosca-Parigi che corre a 10 metri dal piano stradale. Insieme ai due binari della metropolitana leggera allineati sui quattro ponti di nuova realizzazione, le quattro linee di binari ferroviari seguono il tracciato della ferrovia fino ad ora in uso. A questi si aggiungono ulteriori tratti di metropolitana leggera e una metropolitana urbana di connessione nord-sud.

Il progetto ruota intorno alla particolarità dell'incrocio ferroviario -in parte sotterraneo- e della nuova tipologia di edificio a vista nello spazio urbano, con ampi padiglioni in vetro dotati di un sistema di ventilazione incrociata che consente parallelamente l'ingresso di luce naturale fino ai binari sotterranei. La realizzazione degli intradossi dei due solai di copertura dei piani inferiori a crociera ha conferito agli spazi un'elevata qualità. Il tratto est-ovest, ridotto in lunghezza rispetto al progetto originale per volere del committente (321 mt invece di 430 mt) è coperto da una cupola in vetro di esile struttura. A fine lavori, intersecherà due lame di edificio di 46 metri d'altezza che definiscono le banchine sotter-

ranee della stazione nello spazio urbano. Compresi tra i due volumi ad arco che contano complessivamente 70.000 mq di uffici si trova l'atrio della stazione largo 45 metri e lungo 159. Sovrapposto ad un ampio vuoto e a tre livelli di negozi e ristoranti, l'atrio assolve anche la funzione di centro affari per il futuro quartiere urbano che graviterà intorno alla stazione. Il padiglione nord-sud è ricoperto da una struttura a botte. L'intersezione delle linee ferroviarie a lunga distanza è messo in rilievo dal taglio delle due hall in vetro che si innestano creando una pianta quadrata che richiama il concetto di "cattedrale della mobilità".

In più occasioni il nostro studio ha realizzato delle strutture a guscio reticolare irrigidite con funi e tensostrutture. Nella stazione Lehrter abbiamo disegnato la struttura a guscio reticolare con l'ausilio di una cosiddetta superficie di traslazione estesa attraverso la quale, nonostante la geometria e la luce continuamente variabili, abbiamo realizzato tutte le lastre piane e le aste di dimensione differenziate. L'evoluzione rispetto ai classici padiglioni delle stazioni a botte, come quella di Lipsia, risiede in tre punti fondamentali: le sei banchine sono coperte da un'unica struttura, il sistema di stabilizzazione è a funi con arco ribassato (al posto delle alte volte concepite per i treni a vapore), tra due archi, disposti a distanza di 13 metri, invece dell'usuale sistema di supporto, è stata introdotto un guscio reticolare trasparente. Abbiamo partecipato al progetto sin dalle prime fasi del concorso a dimostrazione del fatto che attraverso una buona collaborazione tra architetto ed ingegnere funzione, struttura e forma sono un'unica cosa. Se un architetto dovesse progettare una stazione di questo tipo senza coinvolgere

nel progetto l'ingegnere interessato, potrebbe riproporre solo quello che già conosce, limitando l'azione dell'ingegnere all'ambito del calcolo strutturale. Così, senza lo stimolo dato dall'architetto, l'ingegnere arriverebbe a soluzioni di qualità isolata, con il rischio di ferire o di trascurare il contesto urbano. Il concetto urbanistico delle due strutture ad arco ribassato al di sopra delle quali si congiungono le due hall di vetro è stato la premessa per l'integrazione delle coperture piane delle banchine. Il sistema e i calcoli di assemblaggio della copertura in vetro e le due facciate nord-sud non ancora costruite sono un nostro contributo. Abbiamo volentieri riproposto la facciata supportata da un reticolo minimalista di funi sviluppata nel 1994 per il Kempinsky Hotel di Monaco di Baviera. Inoltre, insieme agli architetti abbiamo sviluppato una variante a doppia pelle con lame in vetro che si prospettava più impegnativa ma anche formalmente più interessante.

Processo di montaggio

Le strutture ad arco ribassato di 87 metri di luce e la copertura nord-sud dovevano essere montate mentre la stazione era in funzione. Per il montaggio sopra le banchine, erano a disposizione solo tre giornate di sospensione del traffico ferroviario, da venerdì alla prima mattinata di lunedì. L'operazione era stata pianificata da anni con le ferrovie in quanto l'intervento avrebbe coinvolto 2500 linee ferroviarie provenienti da tutta Europa. La trave aperta all'estradosso di ogni mezza volta (1250 tonnellate di peso) è stata posizionata perpendicolarmente e quindi ruotata a due metri d'altezza di 9° sulla verticale per permettere il montaggio dei trefoli in acciaio atti all'abbassamento. Un ulteriore sollevamento intorno al giunto a cerniera fino a

15° ha permesso di raggiungere un equilibrio neutro stabile al carico del vento. Alla pendenza di 37°, le connessioni a vite sono state saldate e la metà del ponte è stata rilasciata tramite i trefoli di sospensione sull'orizzontale. Lungo il ponte sono stati disposti provvisoriamente delle corsie per gru al fine di consentire lo scorrimento delle campiture preassemblate della copertura nord-sud e del quadrato di 45 metri di luce in diversi tratti orizzontali. In ultima istanza le travi di bordo della copertura a botte sono state disposte sulle mensole della struttura ad arco ribassato esterna e sospese sopra le banchine.

Planimetria generale, scala 1:10.000

- 1 Copertura vetrata (tratto est-ovest)
- 2 Volume a ponte
- 3 Atrio della stazione
- 4 Edificio a basamento
- 5 Quartiere urbano di nuova espansione
- 6 Cancelleria federale

Piante, sezioni, scala 1:2000

- 1 Ingresso nord, bus e tram
- 2 Ingresso uffici nel fabbricato a ponte
- 3 informazioni
- 4 Negozi
- 5 Vuoto fino al primo piano interrato
- 6 Ascensore panoramico
- 7 Vuoto fino al secondo piano interrato
- 8 Consegne
- 9 Gastronomia
- 10 Atrio stazione
- 11 Ingresso est
- 12 Ingresso sud, taxi
- 13 Consegne
- 14 Uffici
- 15 Livello +1 (Centro viaggiatori Ferrovie tedesche)
- 16 Banchina metropolitana extra-urbana
- 17 Banchina ferrovia a lunga percorrenza
- 18 "Faro" Ferrovie tedesche
- 19 Copertura, basamento

Sezione hall banchine est-ovest, scala 1:50

- 1 Anta di ventilazione
- 2 Guida impianto scorrimento

Nuovo!



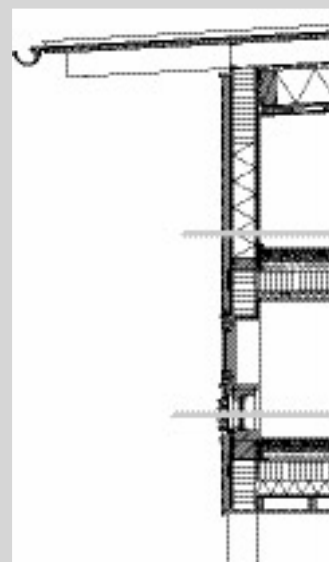
"Alta densità abitativa"
a cura di Christian Schittich,
176 pagine con
numerosi disegni e foto, 2005
Formato 23x29,7 cm
ISBN 978-3-7643-7529-4
Traduzione: George Frazzica

Alta densità abitativa – La sfida dell'edilizia residenziale – i dettagli della flessibilità tipologica

Di fronte alla prospettiva di una moltiplicazione continua degli stili di vita, la ricerca di flessibilità e adattabilità planimetrica sta diventando una delle priorità dell'architettura residenziale. L'edilizia residenziale ad alta densità abitativa, con la crescita della domanda di spazi all'interno dei centri urbani, rappresenta oggi più che mai una sfida importante e complessa per architetti e pianificatori.

65,- €

+ spese postali e di
imballaggio



- 3 Vetrata isolante per il controllo solare in stratificato di vetro temprato (supertrasparente 10-8 mm, variabile in base ai calcoli strutturali)
- 4 Lato sud: stratificato con celle fotovoltaiche in resina 3 mm
- 5 Disco, alluminio Ø 140 mm, elemento in silicone per vetrata a spessore variabile
- 6 Asta longitudinale a T 175/60/30 mm
- 7 Guscio in tensostruttura di funi d'acciaio doppie Ø 12 mm
- 8 Fissaggio per guida elettrica, barra in acciaio 12/50 mm
- 9 Fune in profilo d'acciaio I 450 ad altezza variabile
- 10 Aste diagonali accoppiate Ø 22 mm
- 11 Asta diagonale mediana Ø 30 mm
- 12 Fune in acciaio inferiore Ø 44 mm
- 13 Asta di compressione in tubo d'acciaio Ø 101 mm con lamiera d'irrigidimento
- 14 Serraggio in fusione d'acciaio per fune
- 15 Snodo in fusione d'acciaio
- 16 Asta di compressione Ø 114 con lamiera d'irrigidimento
- 17 Fune d'acciaio inferiore Ø 58 mm
- 18 Asta di compressione Ø 127 mm con lamiera d'irrigidimento
- 19 Tubo in alluminio frangineve Ø 50 mm
- 20 Profilo reflusso acqua piovana in tubo di alluminio
- 21 Anta
- 22 Trave di bordo in tubo d'acciaio \square 450/450/50 mm con lesene saldate per accentuare gli spigoli
- 23 Cuscinetto a rulli; elemento in acciaio fuso
- 24 Ponte in calcestruzzo armato
- 25 Guida di scorrimento per impianto di pulizia esterno

Particolari costruttivi copertura est-ovest, scala 1:10

- A,F Snodi funi traverse
 B,G Snodi inferiori
 C Guscio con trave di bordo inferiore, appoggi su ponte
 D,E Snodi campitura centrale
 H,L Crociera copertura est-ovest e nord-sud
- I Montaggio copertura nord-sud con processo a ciclo di scorrimento
 - L Crociera sospesa alla corsia del braccio di montaggio
- 1 Vetro stratificato a controllo solare composto da stratificato in vetro supertrasparente 6-10 + celle fotovoltaiche in resina colata 2 mm + stratificato 8-10 mm
 - 2 Disco estruso in alluminio Ø 140 mm, guarnizione in EPDM
 - 3 Profilo in silicone, spessore variabile con spessore vetro, con caviodotto per fotovoltaico
 - 4 Bussola filettata M16
 - 5 Asta longitudinale in profilo d'acciaio T 175/60/30 mm passante
 - 6 Serraggio fune in acciaio Ø 100 mm
 - 7 Guscio in tensostruttura, funi d'acciaio Ø 12 mm
 - 8 Connessione a stella, lamiera d'acciaio 12 mm
 - 9 Asta ad arco in profilo d'acciaio T 145/60/30 mm
 - 10 Guida di alimentazione elettrica, piatto d'acciaio 50/20 mm
 - 11 Fune, profilo in acciaio I 450 mm, altezza variabile
 - 12 Tenditore a vite per asta diagonale, funi d'acciaio Ø 30 mm
 - 13 Funi di acciaio doppio Ø 22 mm
 - 14 Asta di compressione, tubo in acciaio Ø 101 mm
 - 15 Fune d'acciaio inferiore Ø 44 mm
 - 16 Snodo in fusione di acciaio
 - 17 Serraggio fune in fusione di acciaio

Pagina 1456

Terminal aeroporto di Madrid

L'ampliamento dell'aeroporto di Madrid-Barajas che prevede due nuove piste di atterraggio e di decollo, un nuovo terminal e un secondo edificio satellite nell'area aeroportuale eleva la capacità della struttura a

35 milioni di passeggeri/anno facendone il ganglio principale dei collegamenti aerei europei, in particolare verso il Sud-America. Il progetto selezionato con un concorso include, accanto al terminal e all'edificio satellite, anche parcheggi, sistema automatico per la spedizione dei bagagli, impianto di trasporto meccanizzato per i passeggeri dal terminal principale agli edifici satelliti e stazioni di metropolitana urbana e ferroviaria. Il complesso conta una superficie utile superiore a un milione di metri quadrati. Nella realizzazione dell'impianto, si è pensato di optare per una struttura composta di moduli di grande scala ripetuti all'interno di una maglia costruttiva di 18x9 metri. L'impianto lineare è caratterizzato da un susseguirsi di sottili elementi di copertura ondulati portati dai pilastri ramificati centrali che coprono il terminal principale e gli edifici satellite. Ampi lucernari disposti con un ritmo regolare sulla copertura consentono l'illuminazione naturale dell'area partenze al piano primo. Il soffitto del piano primo è scomposto in fasce parallele da pozzi di luce che delimitano aree di arrivo, check-in, controllo passaporti e sicurezza, boarding e partenze. Di conseguenza, è stato possibile semplificare l'orientamento all'interno dell'edificio, fornire luce naturale anche ai piani inferiori e realizzare aree a tutta altezza che articolano lo spazio in maniera spettacolare. L'edificio è orientato sull'asse nord-sud e la copertura, che ne è l'elemento caratterizzante, proietta un'ombra sulla facciata a vetri. Gli elementi di protezione solare supplementari sospesi, in corrispondenza del lato lungo dell'edificio, all'oggetto della copertura, contribuiscono al dissolvimento della facciata. L'intradosso del tetto in lamiera d'alluminio è rivestito con listelli di bambù.

La struttura di copertura dell'aeroporto è un esempio di collaborazione integrata tra architetti ed ingegneri. In considerazione dell'estensione dell'impianto che superava un chilometro di lunghezza, è stata proposta una struttura modulare che accentua la linearità dell'impianto in maniera elegante. Il profilo delle ali segue l'andamento delle sollecitazioni di copertura presentando in determinate aree di massimo carico una sezione maggiorata. Le travi principali disposte ad un interasse di 9 metri sono composte da travi curve di 1500 mm di altezza nella parte centrale di ogni hall, che si riduce a 1100 mm sopra i pozzi di luce e a 750 mm sopra i pilastri esterni. Tra l'orditura principale delle travi si dispongono le travi secondarie disposte ad una distanza approssimativa di 3,5 metri e che sostengono i supporti verticali e il manto di copertura. La realizzazione in componenti del telaio in acciaio è stata scelta per semplificare la produzione e la costruzione e riflette il modulo formale dell'edificio. I pilastri conici a forma di V, accoppiati a distanza di 18 metri lungo l'asse longitudinale di ogni edificio costituiscono il sostegno principale della copertura. Le connessioni allo zoccolo in calcestruzzo armato, realizzate con perni resistenti a flessione, con-

sente ai pilastri di assolvere anche ad una funzione di irrigidimento orizzontale. Il bordo esterno della copertura è portato da pilastri in profilati ovali inclinati, disposti ad un interasse di 18 metri con terminale ad Y. L'impianto lineare del costruito esige una struttura portante priva di elementi verticali degni di nota. Una successione di travi funicolari tese fra la trave principale di copertura e la piastra del pavimento sono gli unici elementi verticali. Ogni trave funicolare è stata pretensionata con un carico di 45 tonnellate per impedire che le aste in acciaio inox esercitino pressione sulla facciata in corrispondenza di carichi orizzontali particolari. La vetrata è sostenuta dai traversi di 9 metri di lunghezza disposti fra le travi funicolari.

Planimetria generale
 scala 1:200

- 1 Tunnel d'ingresso
- 2 Punto informazioni
- 3 Biglietterie
- 4 Servizi/guardaroba
- 5 Stazione di polizia

Pianta, sezione, scala 1:200

Assonometria, particolare costruttivo, scala 1:20

- 1 Lamiera in alluminio 0,9 mm
- 2 Canale di raccolta in lamiera d'alluminio 3 mm
- 3 Profilo in acciaio 520/260 mm
- 4 Trave principale in acciaio saldata; flangia 500/30 mm, anima 690-1440/15 mm
- 5 Profilo in acciaio L1 100 mm
- 6 Tubo in acciaio \square 60/4 mm
- 7 Trave secondaria in profilo d'acciaio IPE 500
- 8 Tubo d'acciaio \square 60/40/2 mm
- 9 Profilo a cappello in acciaio zincato 12/20/20/1 mm
- 10 Listelli in bambù 100/5 mm
- 11 Elementi di rivestimento della copertura in lamiera d'alluminio, fissaggio a clip 65/400/0,9 mm; lana minerale 175 mm; pannello in particelle di legno 16 mm; barriera al vapore; profilo a cappello in acciaio zincato 1,5 mm, alternato a lana minerale 30 mm; lamiera grecata in alluminio traforata, riempimento in lana minerale 35/200/1,2 mm
- 12 Lamiera di alluminio piegata 1,4 mm
- 13 Vetrata isolante a controllo solare, vetro di sicurezza 12 + intercapedine 12 + stratificato 12 mm
- 14 Profilo in acciaio IPE 200
- 15 Tubo in acciaio Ø200/8 mm

Sezione, scala 1:100

Sezione particolareggiata, scala 1:20

- 1 Trave principale in profilo d'acciaio, flangia 500/30 mm
- 2 Profilo in acciaio inox
- 3 Connettore di fissaggio in lamiera d'acciaio 45 mm
- 4 Terminale a forchetta in acciaio inox
- 5 Fune in acciaio inox Ø 38 mm
- 6 Profilo in alluminio anodizzato
- 7 Fune in acciaio inox Ø 33 mm
- 8 Vetrata isolante a controllo solare, vetro di sicurezza 12 + intercapedine 12 + stratificato 12 mm
- 9 Manicotto per incrocio in acciaio inox lucidato
- 10 Disco in lamiera d'acciaio inox
- 11 Asta di compressione in fusione d'acciaio inox lucidato
- 12 Riempimento in schiuma poliuretanic
- 13 Profilo in acciaio in tubo di acciaio Ø 76 mm + barra d'acciaio
- 14 Profilo in EPDM
- 15 Bullone in acciaio inox Ø 80 mm
- 16 Elemento di copertura in alluminio anodizzato naturale
- 17 Copertura canale di ricambio aria in alluminio anodizzato naturale
- 18 Pavimento in pietra naturale 30 mm