



## SICUREZZA SAFETY

Le attuali tendenze nella progettazione di edifici sostenibili si concentrano sulla massimizzazione delle superfici vetrate per aumentare l'illuminazione naturale, migliorare il comfort degli occupanti e ridurre il consumo energetico e le emissioni di CO<sub>2</sub>. Questi involucri, sempre più spesso, devono anche garantire la resistenza e la sicurezza a fronte di eventi calamitosi naturali e terroristici. Per rispondere a questa duplice esigenza, Permasteelisa Group si è concentrata sullo sviluppo di una tecnologia costruttiva denominata 'Testudo' capace di offrire sicurezza, con un rapporto ottimale tra costi e benefici, senza compromettere la libertà architettonica. Di fronte al pericolo di esplosioni, le facciate devono essere migliorate, ovvero progettate come sistema bilanciato, il che significa che la facciata si deve comportare come un insieme integrato piuttosto che come una serie di singoli componenti, fornendo di conseguenza non solo un design più sostenibile – anche da un punto di vista economico – ma anche più sicuro. La tecnologia 'Testudo' implica la ricerca e lo sviluppo di un software di progettazione proprietario che modella efficacemente le facciate ed è calibrato sulla base di test di esplosione condotti su modelli a scala naturale, ma anche la creazione di un sistema per involucri brevettato e di componenti dissipanti.

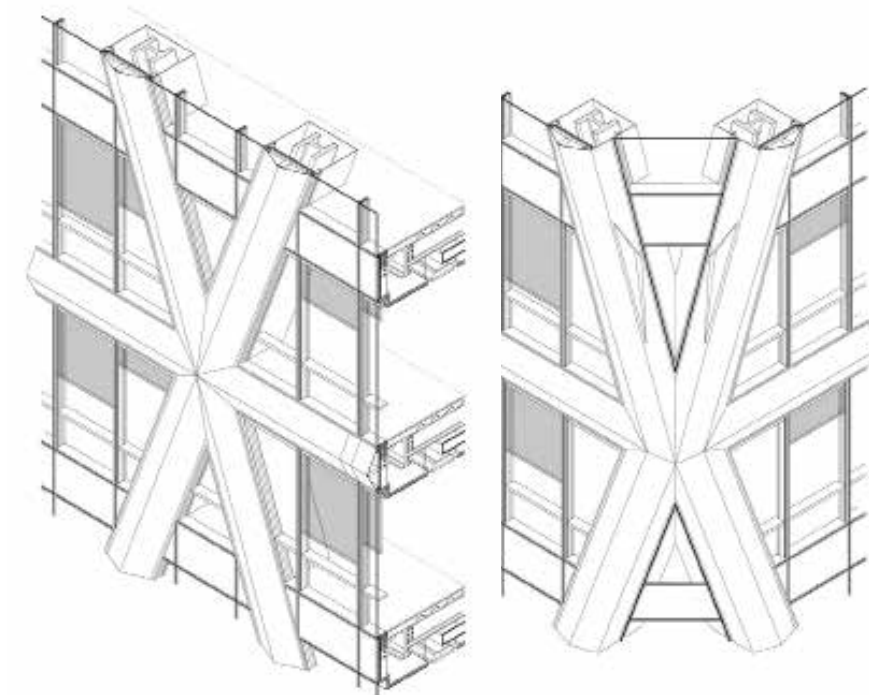
The current design trends in sustainable buildings are concentrated on maximising glazed surfaces to increase natural light, improving comfort, and reducing energy demand and CO<sub>2</sub> emissions. Increasingly often, their envelopes must guarantee also resistance and safety against calamitous natural events and terrorist attacks. In response to these opposite requirements, Permasteelisa Group has concentrated on the development of a technology called Testudo, that provide cost effective security without compromising architectural freedom. To withstand an explosion, a facade needs to have an enhanced structure designed as a balanced system rather than made tougher. This means that it reacts as an integrated whole rather than as a series of individual components, resulting in a more sustainable, economical and safer design. Testudo technology involves the research and development of proprietary design software that models facades efficaciously. The software is programmed on the basis of test explosions conducted on full-scale models. Other branches of Testudo are the creation of a patented facade system and the design of dissipative components.



Foster + Partners  
with Adamson Associates Architects  
**HEARST TOWER / NEW YORK CITY**

L'involucro a cellule prefabbricate, progettato per resistere alle onde d'urto di esplosioni, asseconda l'andamento diagonale della struttura portante, unico nello skyline di Manhattan

An envelope of prefabricated cells, designed to resist the shock waves of explosions, follows the diagonal slants of a structural diagrid, becoming a distinctive part of the Manhattan skyline



Pagina a fronte: la torre emerge dal basamento Art Déco preesistente e si caratterizza per la struttura a diagrid, espressa esternamente con un rivestimento in acciaio inossidabile. Sopra: assonometria del sistema d'involucro. Le cellule prefabbricate seguono la geometria diagonale della struttura a diagrid

■ Opposite page: the tower, whose diagrid is clad on the outside in stainless steel, rises from a pre-existing art deco block. Above: axonometric view of the envelope system. The prefabricated cells follow the diagonal geometry of the diagrid

Con il progetto per la Hearst Tower, Foster + Partners ha avuto l'occasione di riflettere sul tema del rapporto fra edifici storici e architettura contemporanea, in una linea evolutiva che inizia con le Sackler Galleries e prosegue, tra l'altro, con il British Museum a Londra. La nuova torre per la media company Hearst si innalza per 47 piani innestandosi su un podio costituito da un edificio Art Deco esistente, le cui facciate originali costituiscono l'involucro per lo spazioso atrio comune. La connessione fra la fabbrica esistente e la struttura della torre è risolta con una copertura

vetrata e una fascia di curtain wall verticale che lasciano filtrare abbondante luce naturale. La struttura portante a diagrid usa il 20% in meno di acciaio rispetto a una tradizionale soluzione intelaiata, e la geometria rientrante sugli angoli – oltre a conferire alla torre un profilo unico nel panorama di New York – lascia penetrare la luce in profondità. L'involucro vetrato a cellule modulari è stato specificamente progettato per resistere alle onde d'urto derivanti da eventuali esplosioni nelle vicinanze, secondo due approcci progettuali paralleli. In primo luogo, ogni partitura triangolare

Progetto architettonico/Architecture **Foster + Partners with Adamson Associates Architects**  
Progetto strutture/Structure **Cantor Seinuk Group**  
Progetto impianti/Systems **Flack & Kurtz**  
Consulenti alla progettazione/Consultants **Turner Construction (quantity surveyor); George Sexton and Associates (lighting engineer); Higgins and Quasbarthm, VDA, Cerami, Ira Beer Associates, Steven Winter Associates, Tishman Speyer Properties, Turner Construction**

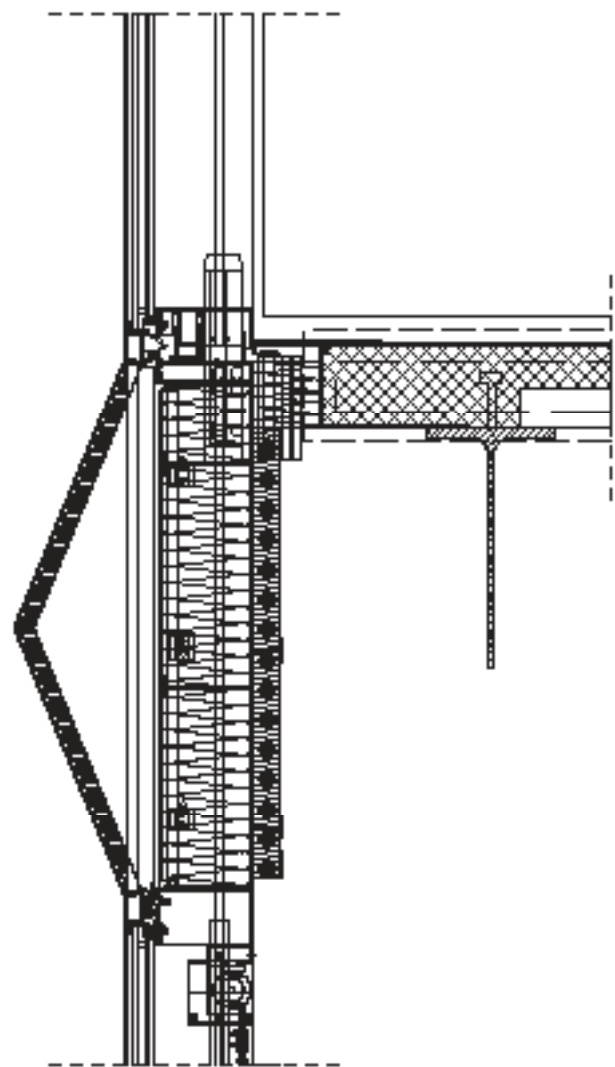
è connessa in modo indipendente alla struttura portante, per mezzo di ancoraggi altamente resistenti alla trazione: in caso di esplosione, i telai di facciata agiscono come tiranti deformabili che dissipano l'energia dell'onda d'urto. In secondo luogo, i vetri isolanti (8 mm basso-emissivo all'esterno, multistrato 6-6-4 mm all'interno) sono vincolati al telaio con un incastro perimetrale specificamente progettato. Grazie, tra l'altro, all'efficienza energetica della facciata, la Hearst Tower è stato il primo grattacielo di New York a ottenere la certificazione LEED® Gold. ©



“Il nostro lavoro è sempre stato guidato dalla convinzione che la qualità dell’ambiente circostante influisce direttamente sulla qualità delle nostre vite, sia che si tratti del posto di lavoro, della nostra abitazione o dello spazio pubblico. A quest’idea si aggiungono il riconoscimento che l’architettura è generata dai bisogni delle persone – sia materiali sia spirituali – e l’attenzione per il contesto fisico, la cultura e il clima di un luogo. I nostri gruppi di ricerca sull’architettura, la tecnologia e gli aspetti ambientali condividono le loro competenze sin dall’inizio del progetto. Crediamo, infatti, che i nostri collaboratori possano imparare gli uni dagli altri e unire le proprie conoscenze per mettere a punto soluzioni progettuali pienamente integrate”.

“Our work has always been guided by a belief that the quality of our surroundings has a direct influence on the quality of our lives, whether that is in the workplace, at home or in the public realm. Allied to that is an acknowledgement that architecture is generated by the needs of people – both material and spiritual – and a concern for the physical context and the culture and climate of place. Our architectural, engineering, and environmental research groups apply their combined expertise to a project from its inception. In doing so, we believe that they can learn from one another and combine their knowledge to devise fully integrated design solutions.”

Norman Foster



• The design of the Hearst Tower gave Foster + Partners yet another occasion to study how historical buildings relate to contemporary ones. This evolutionary line began in London with its project for the Sackler Galleries and continued with the British Museum, among others.

The 47-storey headquarters of the media conglomerate Hearst rises from an existing 6-storey art deco block, whose original facades form the shell of the spacious lobby. The connection between the existing building and the tower’s structure is a glazed roof and a glazed skirt of vertical curtain wall, resulting in an abundance of natural light

**Sopra: sezione verticale di un nodo tipico in corrispondenza della struttura portante. L’involucro isolante, a tenuta all’acqua e all’aria, protegge il telaio strutturale, mentre un carter esterno in acciaio inox ne riprende l’andamento diagonale. Sopra, a destra: l’involucro dell’edificio è costituito da un sistema di cellule prefabbricate trasparenti, con parti spandrel isolate in corrispondenza della retrostante struttura portante**

■ Above left: vertical and horizontal section of a typical joint where the envelope meets the load-bearing structure. The insulated, airtight and watertight envelope protects the structural frame, while an external cover in stainless steel follows the diagonal elements. Above right: a system of prefabricated transparent cells makes up the building’s envelope, with insulated spandrels positioned in front of the load-bearing structure

inside. The load-bearing structure is a diagrid, a solution that uses 20 per cent less steel than a conventionally framed structure. With the corners cut back between the diagonals, it creates a unique, faceted silhouette that allows light to penetrate deep into the building. The glazed envelope of modular cells was specifically designed to resist the shock waves of explosions that might occur in the surrounding area. The dampening solution follows two parallel designs. First, each triangular panel is independently connected to the diagrid by anchors that are highly resistant

to traction. In the event of an explosion, the frames of the facade act like deformable tie-rods, dissipating the energy of the shock waves. Second, the insulated glazing (8 millimetres low-emission on the outside; laminated 6-6-4 millimetres on the inside) is connected to the frame with a perimetral lock-in joint that was specially designed. The energy efficiency of the facade is one of the features that made the Hearst Tower the first office building in Manhattan to receive a gold rating under the US Green Building Council’s Leadership in Energy and Environmental Design (LEED®) programme. ©



## Progetto CMR - Massimo Roj Architects TORRI GARIBALDI / MILAN

Il nuovo involucro applicato a due torri degli anni Ottanta ne ridefinisce completamente i valori estetici e le prestazioni energetiche, ponendo nuove sfide strutturali e di sicurezza al fuoco

The recladding of two towers from the 1980s changed their aesthetic parameters, improved their energy performance and gave rise to structural and fire-safety-related challenges

Il recladding integrale delle torri sovrastanti la Stazione Porta Garibaldi di Milano ha permesso di ridefinirne completamente l'immagine e di aggiornarne le prestazioni in termini energetici, strutturali e di sicurezza al fuoco.

Rispetto al precedente curtain wall, il nuovo involucro vetrato si caratterizza come un efficiente filtro in grado di modulare le sollecitazioni climatiche esterne e di ridurre il carico di lavoro per gli impianti di climatizzazione, basati interamente su pompe di calore geotermiche, secondo un virtuoso approccio che sistematizza il rapporto fra elementi edilizi e impiantistici.

Ognuna delle 1.260 cellule di involucro a doppia pelle, di 1.200 x 3.170 mm, si compone di un vetrocamera isolante interno e di un pannello esterno di vetro stratificato extrachiaro. La cavità risultante intrappola la radiazione solare in inverno ( $U_{media} = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), mentre in estate il calore in eccesso viene espulso grazie a un sistema di feritoie e di ventilatori. A causa della limitata altezza dei moduli, infatti, il tiraggio naturale per effetto camino non sarebbe stato efficiente per evitare il surriscaldamento dell'intercapedine.

Le schermature solari, in lamelle di alluminio impacchettabili, sono alloggiare nella stessa cavità, al riparo dalle intemperie. La sicurezza al fuoco – tema progettuale sempre importante per le facciate continue, in particolare in presenza di intercapedini ventilate con effetto camino – è risolta con elementi tagliafuoco integrati alle cellule d'involucro, collocati in orizzontale ogni due piani. Una inclinazione di 2° del pannello vetrato esterno dona alla facciata l'aspetto di una concrezione di pietre preziose che riflettono il cielo di Milano in modo sempre cangiante. ©

• Two skyscrapers rising over the Porta Garibaldi train station in Milan were recladded in order to renew their image and update their energy performance, structural quality and protection from fire. Compared to the former curtain wall, the new glazed envelope is an efficient filter that mitigates external weather conditions and reduces reliance on air conditioning, which is now entirely from geothermal pumps.

The advantageous approach was based on the systematisation of the relations between building components and utility systems. Each of the 1,260 cells (1,200 x 3,170 millimetres each) that make up the double skin of the envelope is composed of insulated double glazing plus an external panel of extra-clear laminated glass. The resulting cavity traps the sun's rays inside in winter ( $U_{average} = 1.5 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). In summer, excess heat is expelled through a system of openings and fans. Due to the limited height of the modules, the natural buoyancy of warm air (stack effect) would not have been efficient enough to avoid overheating of the cavity.

The sunscreens are retractable aluminium Venetian blinds housed in the same cavity, protected from the weather. Fire protection is always an important design issue when dealing with curtain facades, particularly so when the cavities are ventilated by a stack effect.

Here, a firebreak element is integrated in the cells of the envelope, positioned horizontally every two storeys. A two-degree inclination of the external glazed panels makes the facade shimmer like a precious stone reflecting the sky over Milan in ever-different ways. ©

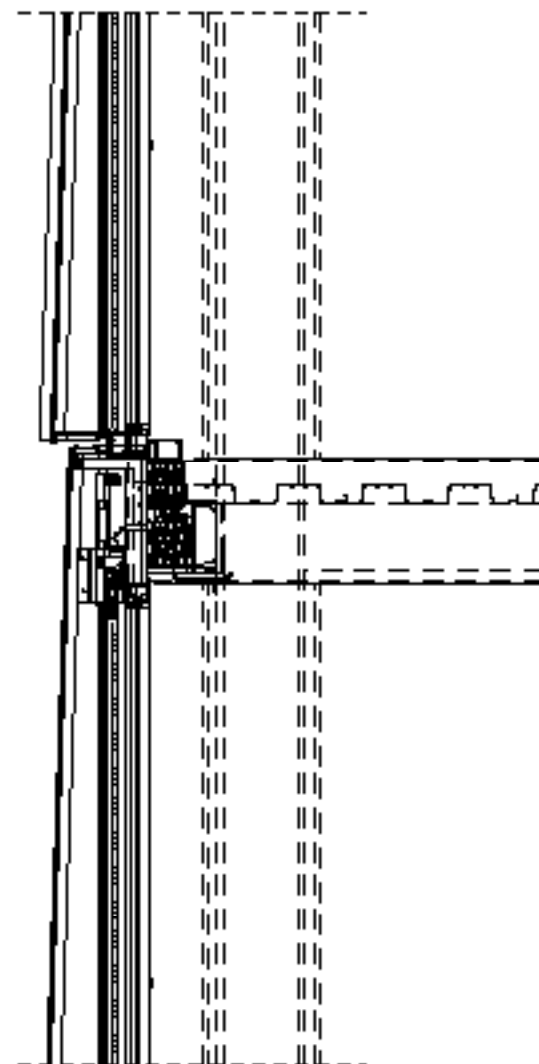
Progetto architettonico/Architecture  
**Progetto CMR - Massimo Roj Architects**

Progetto strutture/Structure  
**Studio Tecnico Giorgio Romaro**

Progetto impianti/Systems  
**TekSer**

Consulenti alla progettazione/Consultants

**P. Setti, S. Mistretta, P. Antonacci, S. Sassi (fire engineering); Sinergo Project (envelope design and management); Studio de Miranda Associati (structural commissioning); Sigma SA (services commissioning); Studio idrogeotecnico E. Ghezzi (geothermal wells)**



In apertura: le due torri sorgono sopra la stazione ferroviaria Porta Garibaldi, ridefinendo l'immagine dell'intera zona. A sinistra: montaggio delle cellule prefabbricate d'involucro sui supporti saldati alla struttura portante esistente, opportunamente rinforzata.

Sopra: sezione verticale dei moduli d'involucro tipo. La lastra di vetro esterna è fissata al telaio in alluminio con silicone strutturale e assicurata con un ritegno metallico a metà della sua altezza. La pelle interna isolante è apribile per la manutenzione della cavità e la pulizia dei vetri.

Pagina a fronte: vista dal basso dell'involucro in fase di assemblaggio. Si possono notare le inclinazioni delle lastre di vetro esterne e le squadrette di supporto delle cellule prefabbricate

Opening page: the two towers rise up over the Porta Garibaldi train station, influencing the image of the entire area. Left: attaching the prefabricated cells of the envelope to brackets welded onto the existing load-bearing structure, which was first reinforced.

Above: vertical section of a typical module of the envelope. The external pane of glass is attached to an aluminium frame with structural silicone sealant and blocked by a metal brace halfway up. The insulated inner skin is openable for the maintenance of the cavity and the cleaning of the windows.

Opposite page: the assembly phase of the envelope, seen from below. The external panes of glass are inclined, and the prefabricated cells are equipped with support brackets







Photo Chuck Choi Architectural Photography

Pagina a fronte: i primi dieci livelli dell'edificio sono rivestiti con pannelli in acciaio inossidabile costituiti da barre a sezione triangolare. A destra: all'angolo di Greenwich Street, i pannelli sono configurati a formare un "7" che identifica inequivocabilmente la torre

■ Opposite page: the first ten stories of the building are clad in stainless-steel panels made up of triangular-section bars. Right: on the corner of Greenwich Street the panels form a number seven, indicating the tower's address

SOM - Skidmore,  
Owings & Merrill  
with James Carpenter  
Design Associates

## 7 WORLD TRADE CENTER NEW YORK CITY

Una vetrata sospesa resistente agli scoppi accoglie i visitatori in un edificio che, grazie all'intervento artistico di James Carpenter, cattura la mutevole luce di New York

Visitors are welcomed by suspended blast-resistant glazing that captures and reflects the light of New York thanks to an artistic contribution from James Carpenter

La torre di 7 World Trade Center è stata la prima a essere ricostruita dopo gli attentati dell'11 settembre 2001. Il progetto doveva contemperare molteplici fattori: l'intenzione architettonica di realizzare un prisma cristallino come segnale di rinascita dell'area; la sicurezza alle esplosioni; l'integrazione di un massiccio volume tecnico a livello stradale; e infine un aspetto pubblico adeguato al ruolo di cerniera urbanistica fra TriBeCa e il Financial District. I primi 38 m dell'edificio ospitano, in un guscio di calcestruzzo armato, dei trasformatori elettrici vitali per l'intera Lower Manhattan. Questo podio cieco è rivestito da due strati di pannelli in acciaio inossidabile, separati da uno spazio di 18 cm per consentire la ventilazione dei macchinari. Costituiti da barre a sezione triangolare con orientazioni variabili, questi pannelli riflettono in

modo variabile la luce del giorno, mentre di notte sono retroilluminati da led bianchi e blu che reagiscono al passaggio delle persone. L'atrio d'ingresso è separato dalla strada per mezzo di un curtain wall di vetro stratificato e temperato, supportato e controventato da una maglia di cavi metallici che conferiscono alla facciata una elevata resistenza agli scoppi. I restanti 42 piani della torre sono interamente rivestiti da un sistema a cellule prefabbricate in cui il vetro isolante extra-chiaro, incollato a sormonto sui telai in alluminio, è sovrapposto al pannello spandrel marcapiano, a sua volta arretrato rispetto al filo di facciata. La particolare sezione di questi pannelli opachi, in acciaio inossidabile, cattura i colori del cielo sul piano orizzontale e li riflette su quello verticale, conferendo all'edificio una vibrazione luminosa sempre cangiante. ©



Photo Chuck Choi Architectural Photography

In basso: il modulo di facciata è composto dal vetro isolante, che ricopre parzialmente il pannello spandrel in acciaio inox; la sezione di quest'ultimo è concepita per riflettere la luce del cielo dalla zona orizzontale a quella verticale. Pagina a fronte: la torre, rivestita in vetro isolante extra-chiaro, riflette la luce del cielo di New York

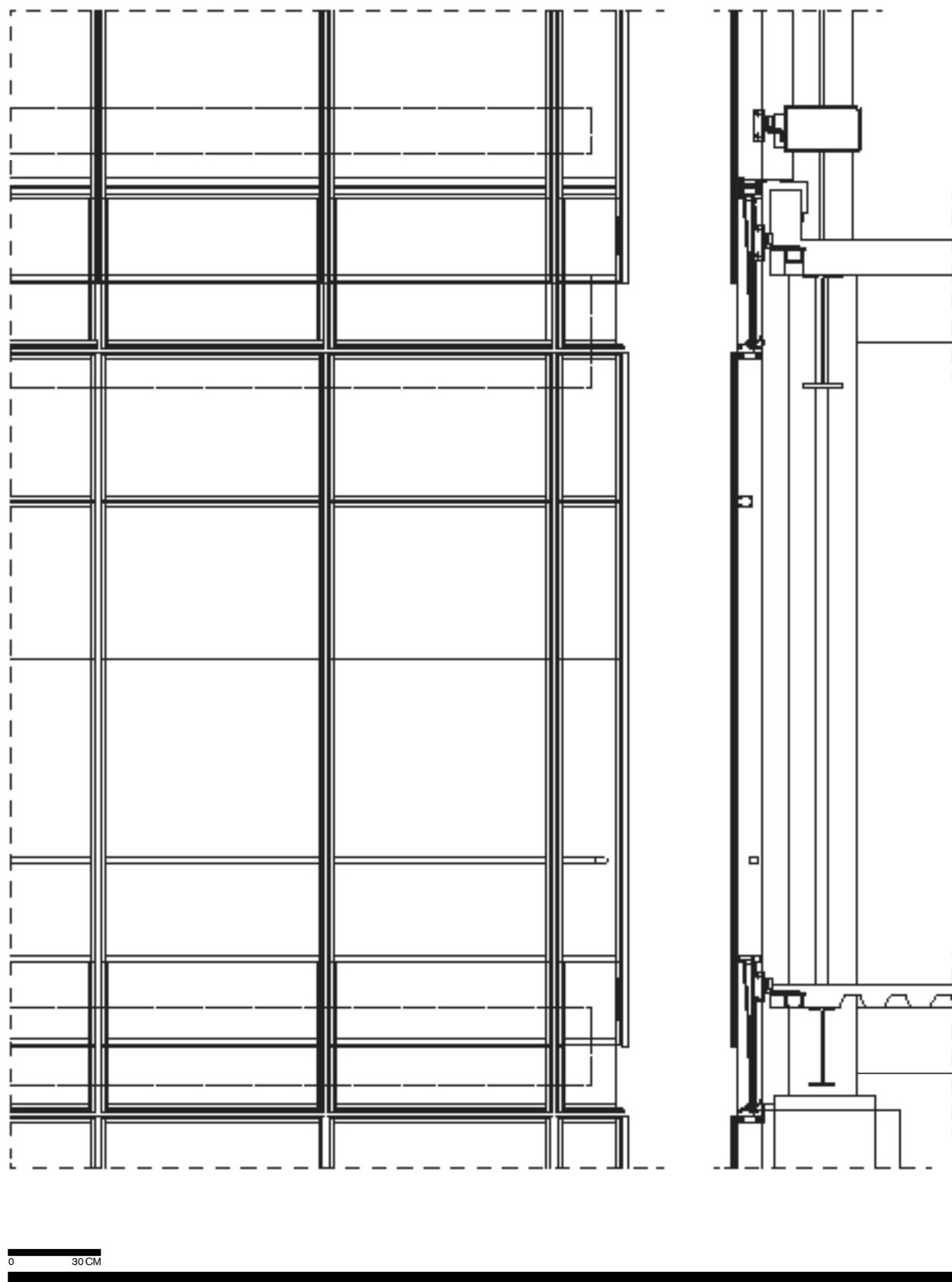
Below: the facade modules are made up of insulated glass that partially covers the stainless-steel spandrel panel, whose section was conceived to reflect the light of the sky from its horizontal part to its vertical part. Opposite page: clad in extra-clear insulated glass, the tower reflects the light of the sky over New York

Progetto architettonico/Architecture  
SOM - Skidmore, Owings and Merrill  
with James Carpenter Design  
Associates

Progetto strutture/Structure  
Cantor Seinuk Group

Consulenti alla progettazione/Consultants  
Mueser Rutledge Consulting Engineers  
(geotechnical engineering)

• The tower at 7 World Trade Center was the first destroyed building to be reconstructed after the 11 September attacks in 2001. The design was required to reconcile multiple factors: the architectural aim to create a crystalline prism as a sign of the area's rebirth; protection from explosions; the integration of a massive electrical plant at street level; and finally, a public presence that was suited to the role of being an urban hinge reconnecting TriBeCa to the Financial District. The lower 38 metres (ten floors) of the building house an electrical substation that provides power to much of Lower Manhattan. The electrical transformers are protected by a shell of reinforced concrete. This blind podium of the tower is clad with two layers of stainless-steel louvres separated by an 18-centimetre cavity to provide ventilation for the machinery. The louvres of this curtain wall are made of triangular-section cables orientated vertically and welded in a specified pattern and angle rotation. During the day, the outer layer of triangular cables reflects light according to their orientation. At night, they are backlit by white and blue LED lighting programmed to respond to passing pedestrians. The entrance foyer is separated from the street by a curtain wall of laminated and tempered glass that is held and braced by a grid of metal cables, making the facade highly blast-resistant. The remaining 42 storeys of the tower are clad with prefabricated cells whose extra-clear insulated glass is glued overlapping the aluminium frames and hung in front of a string course of stainless-steel spandrels that lie retracted from the outer line of the facade. The pressed texture of the stainless-steel spandrels captures the colours of the sky on the horizontal plane and reflects it on the vertical one, making the building's vibrancy and luminosity shift continually. ©



#### **si ringraziano/with thanks to**

Uno speciale ringraziamento è rivolto a tutti gli studi di progettazione le cui architetture vengono presentate in questa pubblicazione, per la documentazione concessa e l'attenzione riservata agli autori dell'opera. Si ringrazia inoltre Permasteelisa Group per aver consentito la riproduzione di parte dei dettagli costruttivi sviluppati in fase di ingegnerizzazione delle medesime architetture.

- We give special thanks to the architecture offices whose projects are featured in this publication for the documentation they made available and the assistance they gave to the authors of the articles. We also thank Permasteelisa Group for allowing us to reproduce construction details developed in the engineering phase of the published buildings.

#### **autori/contributors**

##### **Donatella Bollani**

Dal 2015 è vicedirettore di *Domus*.

Esperta di comunicazione nei settori dell'architettura e del design, ha lavorato per molti anni nel campo dell'editoria professionale e diretto testate cartacee e web, realizzando prodotti e servizi editoriali, corsi ed eventi.

- Bollani has been the deputy editor of *Domus* since 2015. She is a communications expert in the fields of architecture and design, and has lengthy experience in business-to-business publications, printed and online magazines, editorial services and products, courses and events.

##### **Gabriele Masera**

Professore Associato presso il Politecnico di Milano (Dipartimento ABC), dove opera nel campo delle tecnologie costruttive innovative per edifici sostenibili e ad alta efficienza energetica. Coordinatore del Corso di Laurea Magistrale in Building and Architectural Engineering, Scuola di Architettura, Urbanistica e Ingegneria delle Costruzioni.

- Associate Professor at Politecnico di Milano (ABC Department) in the field of innovative construction technologies for sustainability and nearly zero-energy buildings. Head of the Master programme in Building and Architectural Engineering, School of Architecture, Built Environment and Construction Engineering.

##### **Tiziana Poli**

Professore associato presso il Politecnico di Milano (Dipartimento ABC). Si occupa di involucri edilizi ad alte prestazioni e di innovazione; in particolar modo di prestazioni energetiche e di caratterizzazione delle proprietà ottico-radiative delle schermature solari. Coordinatore del Corso di Laurea in Ingegneria e Tecniche per l'Edilizia e l'Architettura, Scuola di Architettura, Urbanistica e Ingegneria delle costruzioni, Politecnico di Milano.

- Associate Professor at Politecnico di Milano (ABC Department). Her research and teaching activities concern the design of energy-efficient building envelopes; the optical and heat gain-related properties of their materials; and innovative components. Head of the Bachelor programme in Building Engineering and Technology for Architecture, School of Architecture, Built Environment and Construction Engineering

