

L'involucro come impianto di energia rinnovabile: Gioia 22

Ing. Sara Pedicone, Faces Engineering



La scheggia di vetro, con i suoi 120 metri di altezza, si distingue, nel dinamico quartiere di porta nuova, per la sua geometria complessa, risultato dell'impegno progettuale e del coordinamento tra discipline, e per le elevate prestazioni energetiche, di isolamento termico, di controllo solare e di produzione di energia.

IL QUARTIERE: PORTA NUOVA

Lo sviluppo edilizio di Milano, con particolare riferimento agli anni post *Expo*, colloca il capoluogo lombardo tra le città europee più avanzate, in termini di crescita urbana e di sviluppo verticale degli edifici, rivoluzionando il concetto tradizionale di abitare, lavorare e vivere gli spazi. Parallelamente Milano si configura come una città che valorizza la propria storia, esibendo una cattedrale gotica di eccezionale rilievo, piazze, basiliche, palazzi, cortili, quartieri che ne raccontano il florido passato, da cui deriva una straordinaria coniugazione tra passato e futuro ed un dialogo positivo tra tradizione e innovazione, di cui le esigenze vitali dell'uomo sono protagoniste. Infatti, la città risulta essere un polo di attrazione per studenti, lavoratori, famiglie, turisti.



Figura 1 – Vista dello skyline milanese che ha recentemente "ridefinito" la città

Un focus sull'iconico quartiere Porta Nuova, porta il lettore ad approfondire il tema dello sviluppo dello skyline meneghino all'interno di un contesto storico e lo proietta in un ambiente dinamico, funzionale, vivace, composto da edifici per uffici e commerciali, spazi culturali, aree attrezzate, spazi verdi, parchi, piste ciclabili e spazi pedonali.

A partire dal 2005, l'antico scalo ferroviario cambia veste sotto la gestione di COIMA come asset e property manager e attrae investimenti ed organizzazioni nazionali ed internazionali con spazi locati a società come Accenture, Amazon, Axa, BNP Paribas, Google, HSBC, Nike, Samsung, Unicredit, Unipol, ecc.

Con un'estensione che sfiora i 300.000 mq, *Porta Nuova district* si afferma tra i progetti di riqualificazione più grandi d'Europa e annovera il premio MIPIM Awards 2018 in qualità di "Best Urban Regeneration Project". Perseguendo l'obiettivo di ottenere le certificazioni di sostenibilità LEED e WELL for Community, Coima investe nello sviluppo dell'area, con una visione olistica che si concretizza nell'utilizzo di materiali e tecniche costruttive sostenibili, nel limitare l'impatto ambientale e nel promuovere l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, dando priorità al benessere degli *users* e, in generale, della *community*, aspetti di cui la pandemia di COVID-19 attualmente in corso, rimarca l'importanza.

Il Centro direzionale di Milano vanta diversi interventi di rigenerazione urbana, tra cui piazza Gae Aulenti, progettata dallo studio di architettura *PCPA* e gli edifici che la circondano, di cui la celebre Torre Unicredit; palazzo della Regione Lombardia, firmata *Pei Cobb Freed & partners*; torre Diamante e Corso Como Place, firmati *PLP*; torre Solaria, progettata da *Arquitectonica Studio*; il Bosco Verticale, di *Boeri Studio*; Torre Galfa, progetto di ristrutturazione di *M. Kanah*; Torre Unipol, firmata *MCA*; Gioia 22, progettata da *PCPA*.



Figura 2 – Il quartiere "Porta Nuova" con gli edifici Torre Galfa e Gioia 22

GIOIA 22

"L'originale forma della torre rappresenta il risultato della confluenza di due tessuti urbani e al tempo stesso la risposta all'esigenza di ottimizzazione della luce e dell'energia solare. La combinazione di questi due fattori ha determinato la singolarità di una forma dinamica in grado di esprimere in modo autentico la sua particolare collocazione nel panorama urbano milanese" afferma Gregg Jones, *Principal Architect* dello studio di architettura *PCPA* in riferimento alla torre Gioia 22.

La *scheggia di vetro* si erge, con i suoi 120 metri di altezza, su via Melchiorre Gioia, al posto del palazzo INPS, in disuso dal 2012, e diventerà sede milanese di Intesa Sanpaolo. Il volume della torre si espande dal basso verso l'alto e sembra ruotare su se stesso.

Il progetto è stato sviluppato da COIMA e progettato da *PCPA* (architettura), *MPartner* (architettura e gestione del progetto), *Ariatta* (ingegneria dei sistemi MEP), *MSC Associati* (ingegneria delle strutture), *Faces Engineering* (ingegneria delle facciate), *Gae* (strategia antincendio), *J&A* (quantity surveyor), *LAND* (landscape),

L'edificio, recentemente completato, si integra perfettamente nel nuovo quartiere direzionale ed apre le porte all'edilizia sostenibile, rispondendo agli standard *Nearly Zero Energy Consumption Building*.

La *curtain wall* funzionale, combinata all'utilizzo dell'acqua di falda che alimenta i sistemi di riscaldamento e raffrescamento e al *free cooling* per il raffrescamento diretto, fa sì che il fabbisogno energetico dell'edificio sia coperto per il 65% da fonti di energia rinnovabile. Tale traguardo ha permesso di andare oltre i requisiti

prestazionali minimi di legge e di poter accedere a bonus energetici, quali lo scomputo dei muri perimetrali, oltre che di ridurre le emissioni di anidride carbonica.

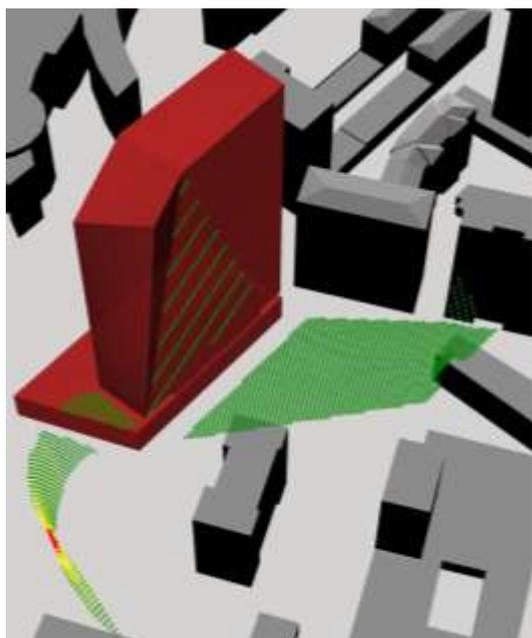
L'immobile è qualificato per ottenere le certificazioni LEED Gold Core & Shell e WELL grazie all'adozione di soluzioni architettoniche, tecnologiche e di gestione capaci di massimizzare il benessere, la salute e la sicurezza degli occupanti.

In particolare, il LEED è un programma di certificazione volontario, il cui protocollo si orienta alla sostenibilità, al risparmio energetico ed idrico, alla riduzione delle emissioni di CO₂, ai materiali, risorse, sito, ecc.

La certificazione WELL si basa sul benessere *indoor* con focus sulla qualità dell'aria, dell'acqua e dei materiali, l'illuminazione naturale, il nutrimento, l'attività fisica, il benessere psicologico, il confort acustico ed il benessere della comunità e delle famiglie.

Gioia 22 è, inoltre, realizzato con l'utilizzo di materiali certificati Cradle to Cradle (c2c), un approccio alla progettazione che consiste nell'adattare alla natura i modelli dell'industria, ovvero convertire i processi produttivi assimilando i materiali usati ad elementi naturali, che devono quindi rigenerarsi.

La progettazione integrata ha richiesto l'utilizzo di software in grado di ottimizzare il coordinamento, le eventuali interferenze tra discipline e la gestione delle informazioni (*Building Information Modeling*), softwares di modellazione tridimensionale e parametrica per lo studio delle captazioni e riflessioni dei raggi luminosi, per lo studio degli apporti solari e degli ombreggiamenti prodotti dall'edificio stesso e dal contesto, per lo sfruttamento della luce diurna (*daylighting*) e per la modellazione della superficie dell'involucro.



Interessante lo studio parametrico, da parte di Faces Engineering, del comportamento dei raggi luminosi riflessi dall'involucro della torre che ha portato ad individuare convergenze spiacevoli e concentrazione dei raggi in punti a livello stradale: l'idea preliminare di creare una facciata esposta a sud a doppia curvatura è stata abbandonata per evitare, appunto, fenomeni di discomfort visivo.

Figura 3 – Studio parametrico delle superfici, delle riflessioni solari e della convergenza dei raggi luminosi

Durante la fase di progettazione che contemplava la facciata "twisted", Faces Engineering ha portato avanti un'analisi computazionale della superficie, che ha restituito i parametri dimensionali e la curvatura di ogni singolo pannello di tamponamento costituente la facciata. Questo studio aveva lo scopo di valutare gli effetti di una potenziale curvatura a freddo degli elementi in triplo vetro.

Inoltre, la geometria peculiare dell'edificio ed il contesto in cui si colloca, hanno influito sulla scelta di studiare l'andamento dell'aria in Galleria del Vento, attraverso un impianto per la misurazione della velocità, pressioni e sollecitazioni eoliche sul corpo oggetto di studio, con particolare riferimento al *pedestrian comfort* e ai carichi agenti sulle facciate. Il *wind tunnel test* è stato effettuato in camera di prova su un modello in scala 1:300 dell'edificio *high-rise* e del suo contesto; sensori di rilevamento delle pressioni positive e negative sono stati sapientemente disposti in corrispondenza di punti strategici del modello.

Per quanto concerne il cladding, il test ha permesso di rilevare i carichi di picco del vento, differenziati per zone (massima pressione del vento rilevata: -3,75 KPa sul fronte nord, tra i piani L03 e L06) e di pre-dimensionare i telai e gli elementi di tamponamento dell'involucro in maniera distinta.



Con 25 piani fuori terra e 4 piani interrati, per una superficie lorda totale che sfiora i 70.000 mq, Gioia 22 si distingue per l'approccio progettuale innovativo, tecnologico e sostenibile.

Gli uffici, di altezza netta tra pavimento e controsoffitto pari a 3 metri, sono progettati per garantire la massima flessibilità: le possibili soluzioni planimetriche possono accogliere varie tipologie di spazi individuali e comuni, tra cui sale riunioni e aree break; i controsoffitti, realizzati con pannelli modulari in cartongesso, ospitano travi fredde e corpi illuminanti a LED di tipo incassato.

Il podio è costituito da involucri vetriati ed in pietra naturale. La sua copertura costituisce una terrazza esclusiva accessibile dal terzo piano.

La lobby d'ingresso si presenta come un volume di 12 metri di altezza completamente trasparente, i cui interni sono rivestiti con materiali di pregio.

I piani interrati sono destinati a parcheggi, locali tecnici, archivi e magazzini.

Figura 4 – “La scheggia”, costruzione in fase di completamento

LE FACCIATE DI GIOIA 22

La geometria complessa dell'edificio è il risultato dell'impegno progettuale e del coordinamento continuo tra ingegneria delle strutture ed ingegneria dell'involucro.

L'involucro della torre è altamente efficiente in termini di prestazioni energetiche, di isolamento termico, di controllo solare e di produzione di energia: si configura, infatti, come una facciata continua costituita da telai in alluminio ad interruzione termica, vetri isolanti, frangisole in lamiera microforata sapientemente disposti e sistemi di fotovoltaici architettonicamente integrati (BIPV).

Si descrivono di seguito i principali sistemi di facciata (e le relative prestazioni) sviluppati durante le fasi di progettazione preliminare, definitiva ed esecutiva, da Faces Engineering srl.

Facciate della torre

L'intelaiatura metallica è stata progettata ad-hoc, al fine di accomodare le diverse geometrie dell'involucro: i fronti sud, est ed ovest, infatti, presentano tre diverse inclinazioni, mentre le restanti facciate sono verticali. Il progetto *custom* del sistema è stato accuratamente studiato per funzionare su tutte le esposizioni e su tutte le tipologie di moduli di facciata (moduli rettangolari, moduli trapezoidali, moduli di interfaccia tra facciate con diversa inclinazione, ecc).

Il sistema di facciata continua è stato concepito come un involucro a cellule (*unitised system*): si tratta di moduli indipendenti, completi di telai e pannelli di tamponamento, pre-assemblati in laboratorio ed interconnessi in opera; la loro altezza coincide con l'altezza di interpiano (4100 mm), mentre la larghezza

tipica è pari a 1500 mm. Le cellule autoportanti sono in grado di resistere ai carichi di progetto (peso proprio, vento, sisma, spinta antropica) e di trasmetterli in sicurezza alla struttura principale tramite staffe in acciaio asolate ancorate ai solai mediante canali metallici annegati nel getto. Le staffe di collegamento facciata-solaio sono state progettate per poter accomodare le tolleranze e gli errori di posa dei getti.

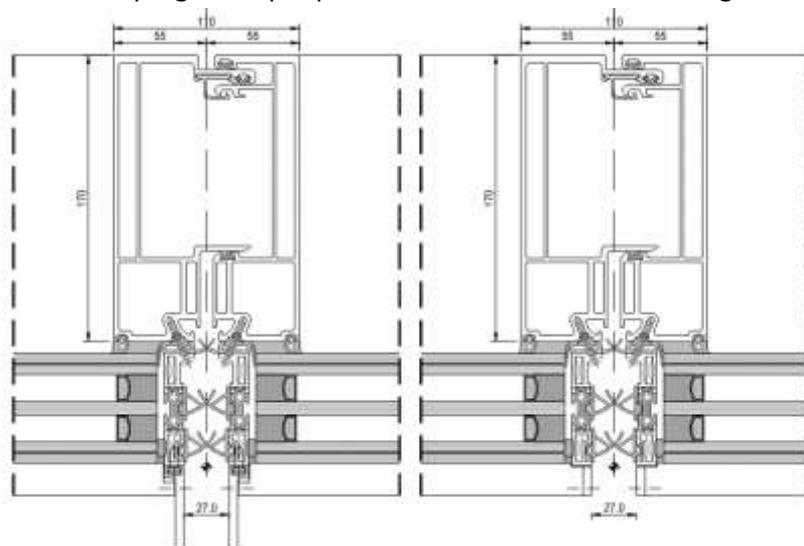


Figura 5 – Sezione orizzontale dei nodi tipologici delle facciate a cellule, (progetto di Faces Engineering)

Il sistema modulare, per il caso di progetto, coniuga la più alta qualità di fabbricazione (si pensi, ad esempio, che l'assemblaggio dei componenti avviene in officine specializzate dove ambiente, umidità e temperatura sono controllati) con l'alta trasportabilità e con la rapidità di posa in opera: quest'ultima si traduce in un'installazione in sequenza delle cellule che vengono "appese" ai solai tramite staffe di collegamento, già predisposte. Le cellule vengono *stockate* al piano e montate dall'interno dell'edificio tramite l'utilizzo della gru di cantiere.

I tamponamenti della cellula sono costituiti da un triplo vetro a tutta altezza, che sfrutta gli apporti positivi della luce naturale, e da un pannello marcapiano opaco rivestito con vetro singolo che incapsula celle fotovoltaiche.

Il vetro a doppia camera ha larghezza pari a 1500 mm ed altezza di 3000 mm (coincidente con la distanza tra il livello del pavimento galleggiante e il livello del controsoffitto) è composto da lastra esterna stratificata (6 mm vetro chiaro + 6 mm vetro chiaro + 4*0,38 mm intercalare PVB), intercapedine Argon (90%) di 16 mm, lastra intermedia (6 mm vetro chiaro), intercapedine Argon (90%) di 16 mm e lastra interna stratificata (6 mm vetro chiaro + 6 mm vetro chiaro + 2*0,38 mm intercalare PVB),

Il vetro esterno ed il vetro intermedio sono soggetti a trattamento termico di indurimento, ai fini di garantire le adeguate prestazioni di resistenza meccanica e di resistenza allo shock termico e di escludere le rotture spontanee e di limitare le distorsioni ottiche tipiche dei vetri temprati.

Le lastre interna ed esterna sono vetri di sicurezza, secondo la UNI 7697:2015, con un adeguato comportamento post-rottura.

Sul lato interno della lastra esterna del vetro è applicato un rivestimento magnetronico (*off-line coating*) che consiste nel deposito di ossidi metallici sulla superficie vetrata e che conferisce al vetro le caratteristiche di protezione solare ed estetiche desiderate. La lastra interna è un vetro basso emissivo, risultante dal deposito di argento e altri strati protettivi sulla superficie esterna del vetro tramite un processo di lavorazione che permette di limitare le perdite di calore.

In sintesi, il triplo vetro ha uno spessore complessivo di circa 64 mm, una trasmittanza termica *U-value* (UNI EN ISO 6946:2018), definita come il flusso di calore che attraversa una superficie unitaria sottoposta a differenza di temperatura pari ad 1° C, paragonabile ad un tamponamento in lana di roccia dello stesso

spessore (circa $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$) e un fattore solare *g-value* (UNI EN 410:2011), definito dal rapporto tra l'energia termica globalmente trasmessa dalla lastra e quella incidente sulla stessa, pari a 21,5%.

I distanziatori a bordo caldo (*warm edge*), riempiti con sali disidratanti, assorbono l'umidità contenuta nell'intercapedine al momento della sigillatura del vetro isolante e l'eventuale umidità che nel tempo potrebbe infiltrarsi attraverso il sigillante. Il materiale plastico della canalina migliora, rispetto ai profili metallici, le dispersioni ai bordi delle lastre ed i ponti termici che inevitabilmente si generano tra queste ed i telai.

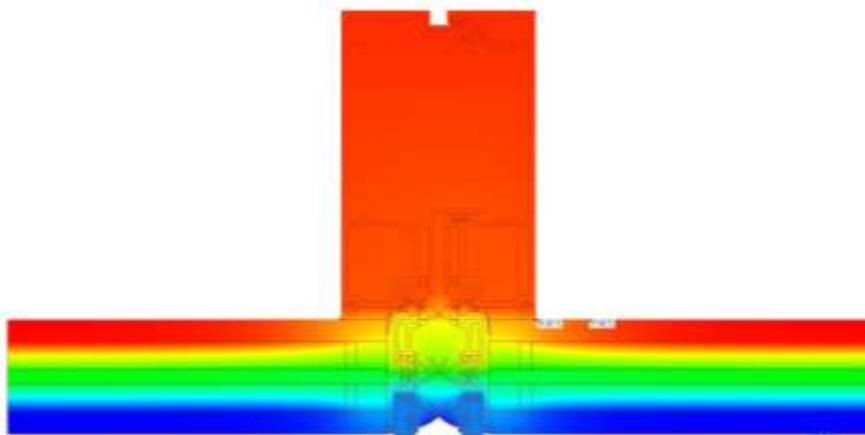


Figura 6 – *Analisi delle temperature del montante tipologico delle facciate (progetto di Faces Engineering)*

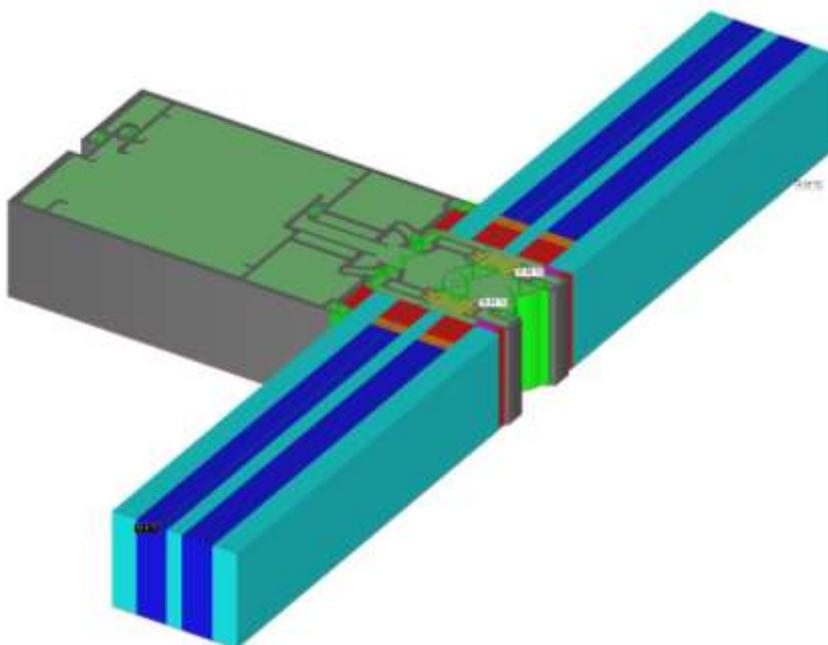


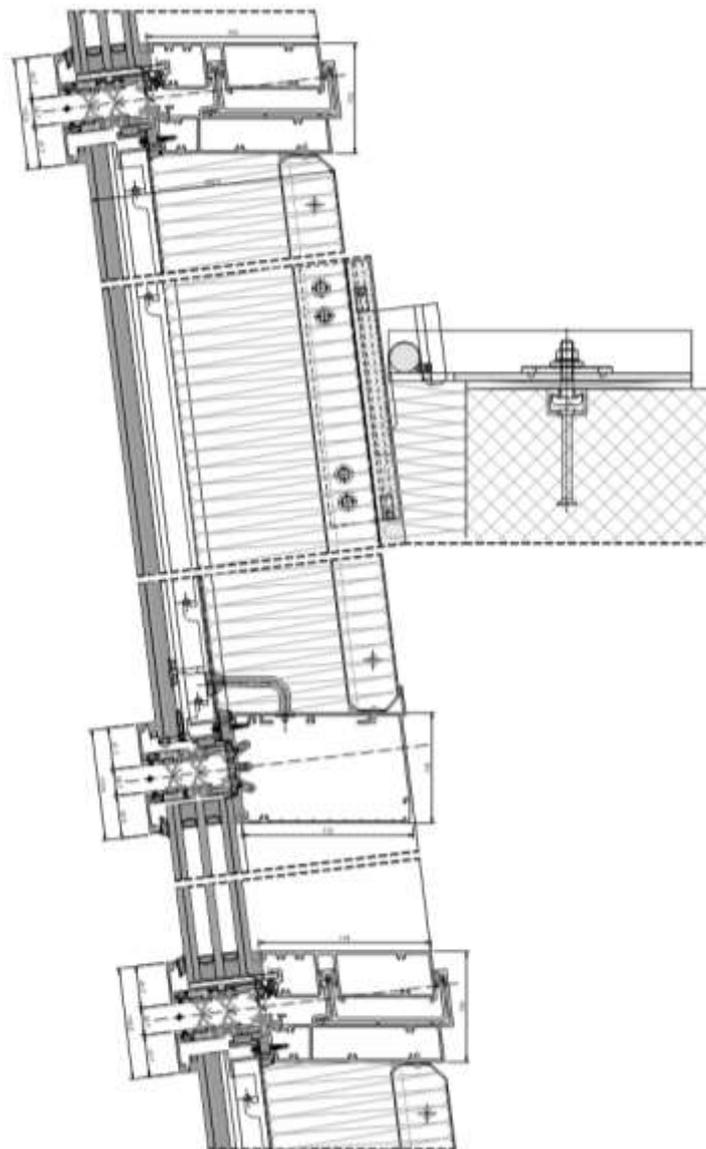
Figura 7 – *Analisi del rischio di condensa superficiale con evidenza dell'isoterma che indica la temperatura di rugiada (progetto di Faces Engineering)*

I fotovoltaici integrati (BIPV) coprono una superficie di quasi 6000 m^2 e sono collocati in corrispondenza delle facciate più esposte alla luce (est, sud, ovest, sud-est e nord-est). I moduli fotovoltaici sono composti da celle monocristalline ($156\text{mm} \times 156 \text{ mm}$) di colore nero. Diodi di blocco permettono di isolare ogni stringa dalle altre in caso di ombreggiamenti o guasti. Ottimizzatori di potenza collegati a ciascun modulo fotovoltaico aumentano la produzione di energia elettrica, inseguendo costantemente il punto di massima potenza (MPPT) di ogni singolo modulo, monitorano le prestazioni di ciascun modulo, facilitando così le operazioni di manutenzione degli stessi, e riducono automaticamente la tensione continua dei moduli a livelli di sicurezza

(< 100 V) ad ogni arresto dell'inverter o della rete o quando i sensori termici per ogni modulo rilevano un aumento di temperatura (soglia 95° C), a garantire elevati standards di sicurezza.

Le numerose tipologie di moduli fotovoltaici rettangolari e trapezoidali, dovute alle complesse geometrie delle facciate, sono riconducibili a 7 tipi, con potenza di picco variabile compresa tra 200 e 805 Wp. È il fronte sud-est a produrre maggiore energia elettrica da fonte rinnovabile, con 555 KWp.

Congiuntamente agli impianti fotovoltaici previsti sulla copertura dell'edificio e sulla copertura del podio, la potenza di picco dell'impianto è di circa 1000 KWp.



Uno studio approfondito dei pannelli marcapiano è stato condotto al fine di limitare le temperature (dovute all'assorbimento solare da parte delle celle fotovoltaiche), tramite la progettazione di asole di ventilazione nei telai customizzati e di facilitare le operazioni di ispezione dei cavi elettrici e di manutenzione in quota: il sistema pre-assemblato composto da vetro (che incapsula le celle monocristalline) e telaio, può essere posato e rimosso tramite un sistema di aggancio "a baionetta", evitando, così, operazioni di incollaggio strutturale in opera e di rimozione di numerosi componenti (vetro, telaio, guarnizioni, sigillanti, ecc.), garantendo velocità e sicurezza delle operazioni. Durante lo svolgimento delle attività manutentive, la rimozione del rivestimento vetrato non comporta criticità di tenuta agli agenti atmosferici, in quanto il pannello isolante rimane contenuto all'interno di lamiere metalliche opportunamente fissate e sigillate ai telai. I cavi elettrici sono nascosti all'interno dei telai, quindi non visibili dall'esterno.

Figura 8 – Sezione verticale dei nodi tipologici delle facciate a cellule con marcapiano fotovoltaico, (progetto di Faces Engineering)

I moduli di facciata sono costituiti da semi-montanti e da traversi *stack-joint* ad innesto meccanico. Questi garantiscono l'accoppiamento tra moduli e la corretta tenuta all'acqua e permeabilità all'aria.

I giunti tra cellule sono stati opportunamente dimensionati al fine di accomodare le dilatazioni termiche dei materiali, le tolleranze di fabbricazione e posa dei moduli e i movimenti e le flessioni della struttura primaria. I giunti dei semi-montanti, inoltre, ospitano le staffe in acciaio inox di supporto dei dispositivi di controllo solare.

Le prestazioni acustiche dei vetri sono tali da limitare la trasmissione sonora diretta, garantendo un idoneo isolamento dal rumore esterno e adeguati livelli di privacy tra uffici adiacenti, secondo i requisiti acustici passivi previsti dal DPCM 5/12/97.

Il pannello marcapiano è composto da materiale coibente (circa 180 mm di lana di roccia) incapsulato tra due lamiere metalliche e da un rivestimento esterno ventilato in vetro (posto di fronte a circa 50 mm di intercapedine d'aria). Il vetro, di larghezza pari a 1500 mm ed altezza di 1100 mm, è composto da due lastre da 6 mm di vetro extrachiaro stratificate con 0,76 mm di interstrato EVA (materiale con buona resistenza all'umidità e alle alte temperature, a differenza del polivinilbutirale). La trasparenza del vetro low-iron (vetro a basso contenuto ferroso) incrementa la captazione solare delle celle fotovoltaiche.

I pannelli di tamponamento della cellula (*Triple Glazed Unit e glazed spandrel panel*) sono incollati ai telai mediante sigillatura strutturale lungo i lati verticali e ritenuti da listelli fermavetro lungo i lati orizzontali.

Tre tipi di frangisole con lamiera microforata, variabili in profondità, sono disposti lungo l'altezza della cellula; congiuntamente a tende a rullo in tessuto filtrante termoriflettente con alluminizzazione sul lato esterno, schermano la radiazione solare, riducendo potenziali fenomeni di abbagliamento e assicurando, quindi, il confort degli occupanti.



Figura 9 – Posa della cellula d'angolo trapezoidale



Il 23^{esimo} piano della torre ospita uno spazio esclusivo a doppia altezza: la facciata continua è ritenuta da una carpenteria metallica con ingombri delle sezioni ridotti, in modo da massimizzare la visibilità verso l'esterno e l'ingresso della luce.

Figura 10 – Piani alti esclusivi a doppia altezza

Facciate della vela

La copertura dell'edificio ospita gli extracorsa ascensori, apparecchiature impiantistiche, pannelli fotovoltaici standard e la BMU (*Building Maintenance Unit*) destinata al sollevamento di materiale (per la manutenzione straordinaria della facciata) e della navicella (per la manutenzione ordinaria della stessa); questa scorre lungo tutto il perimetro della copertura, su un binario metallico fissato ad una struttura portante in acciaio.



Figura 11 –Carpenteria metallica di supporto alle facciate della vela (a sinistra) e copertura tecnica (a destra)

Per evitare che la copertura “tecnica” fosse visibile dall'esterno, l'involucro della torre si eleva, in successione alle facciate degli uffici sottostanti, a formare una vela di altezza variabile (punto di altezza minima: 2 metri; punto di altezza massima: 13 metri).

Le cellule in sommità della vela hanno forma trapezoidale, a seguirne l'inclinazione.

Le aree della vela con altezza maggiore (fronti ovest e nord-ovest), presentano una contro-parete in pannelli fotovoltaici, di tipo tradizionale, ancorati alla stessa carpenteria metallica di supporto della facciata continua

Facciate del core

Anche le facciate che rivestono i nuclei strutturali (*core*) dell'edificio sono *custom*: si tratta di moduli costituiti da pannelli di tamponamento vetrati e da telai pre-assemblati in officina. La loro posa in opera avviene tramite staffe di collegamento in acciaio precedentemente fissate al nucleo in c.a. Queste consentono di assorbire le tolleranze e gli errori di posa del getto.

Anche l'isolamento termico a cappotto (140 mm) viene predisposto sul lato esterno del nucleo prima della posa dell'involucro. Quest'ultimo non viene posto a contatto con il *layer* coibente, ma a chiusura di un'intercapedine ventilata interposta tra il rivestimento stesso ed il cappotto termico, configurandosi come, appunto, un rivestimento ventilato.

La stratigrafia così composta garantisce un'elevata prestazione di isolamento termico della parete, ben al di sotto dei limiti di legge.

I nuclei strutturali della torre sono due: l'*high-rise core*, rivestito con pannelli di tamponamento vetrati che integrano celle fotovoltaiche (BIPV) ed il *low-rise core*.

I moduli prefabbricati che rivestono l'*high-rise core* sono stati progettati, analogamente ai pannelli marcapiano delle cellule tipologiche, al fine di limitare le temperature in corrispondenza del vetro e di facilitare le operazioni di ispezione e manutenzione in quota dei cavi e pannelli fotovoltaici (anche in questo caso dotati di ottimizzatori di potenza).



La facciata che riveste i nuclei strutturali e l'adiacente facciata tipologica a cellule, pur essendo sistemi sostanzialmente diversi, si interfacciano in maniera invisibile dall'esterno, garantendo una visione continua e fluida, senza interruzioni.

Figura 12 –Facciate continue in corrispondenza dei nuclei strutturali

Facciate del podio

Il podio dell'edificio presenta un'altezza complessiva di circa 12 metri ed ospita la lobby d'ingresso e negozi. L'involucro è costituito prevalentemente da superfici vetrate di dimensioni significative, a favorire permeabilità visiva, ingresso della luce e sensazione di leggerezza.

Notevoli gli angoli acuti ed ottusi del corpo basso dell'edificio, caratterizzati da elementi vetrate, 3 metri di larghezza * 2,4 metri di altezza, che si incontrano a formare spigoli vetro-vetro, non interrotti da telai.

La facciata a montanti e traversi (*stick-system*), stabilisce un dialogo interessante con l'adiacente rivestimento in pietra naturale.

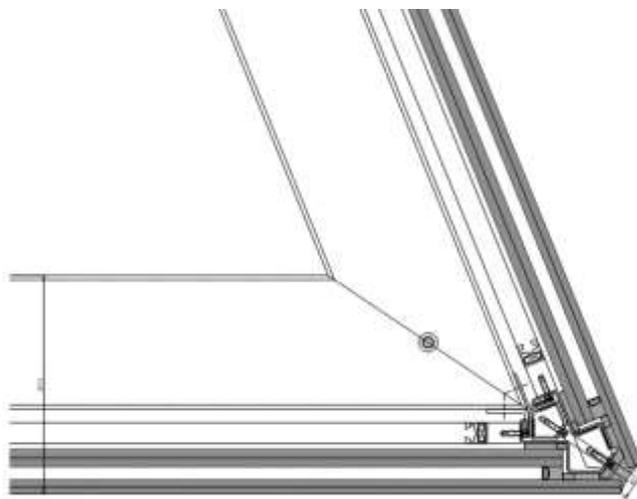


Figura 13 –Facciate del podio con angoli acuti vetro-vetro

Una fascia continua in metallo, posta a coronamento del podio, interrompe la continuità visiva tra facciate sottostanti e quelle della torre. La terrazza esclusiva, a copertura del podio, si apre alla città, con l'ampia superficie e l'angolo acuto che si estende verso Porta Nuova.

Parapetti vetrati, con funzione anticaduta, sono stati progettati ad-hoc per garantire la sicurezza degli occupanti.

Facciate della lobby

La lobby d'ingresso si configura come un volume totalmente trasparente di 12 metri di altezza. Le facciate *custom* sono caratterizzate da vetri, di ampie dimensioni, non intelaiati, ma ritenuti da elementi ferma-vetro puntuali in acciaio inox vincolati a piatti orizzontali di soli 6,5 cm di spessore, i quali sono fissati alle colonne strutturali in acciaio disposte a passo di 6 metri e "pendinati" in mezzera al soffitto.

I vetri-camera sono composti da lastra esterna stratificata (10 mm vetro chiaro + 10 mm vetro chiaro + 1,52 mm intercalare SGP), intercapedine Argon (90%) di 16 mm e lastra interna stratificata (10 mm vetro chiaro + 10 mm vetro chiaro + 1,52 mm SGP): ne risulta un vetro, di 6 cm di spessore, con elevate caratteristiche di resistenza meccanica e di rigidità, conferite non solo dagli spessori delle lastre ma anche dall'utilizzo dell'interstrato ionoplastico. Questo garantisce proprietà di trasparenza, adeguato comportamento post-rottura e alle alte temperature. Essendo, inoltre, i bordi dei vetri esposti, caratterizzati, cioè, da sigillature perimetrali all'interno e da guarnizioni all'esterno, l'intercalare non igroscopico, riduce il rischio di delaminazione degli stessi, che influenzerebbe negativamente l'estetica della facciata nel suo complesso.

Tutte le lastre che compongono la vetrata isolante sono soggette a trattamento termico di indurimento.

Sul lato interno della lastra esterna del vetro è applicato un rivestimento magnetronico ad alta selettività che conferisce al vetro le caratteristiche di protezione solare, estetiche e di isolamento termico.

I ferma-vetro puntuali sono stati progettati in modo tale da poter rimuovere e sostituire la singola lastra di vetro, in caso di rottura accidentale della stessa, senza necessità di rimuovere anche le lastre adiacenti o di adottare misure di sostegno provvisoriale per queste ultime.

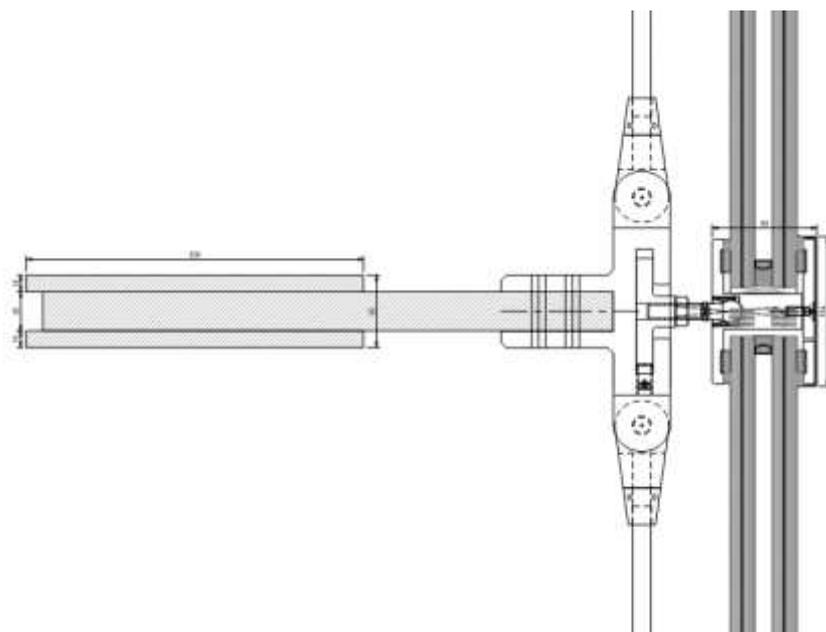


Figura 14 –Sezione verticale del nodo tipologico delle facciate della lobby

La percezione dall'esterno del parallelepipedo vetrato che viene fuori dal perimetro del podio, è quella di un volume isolato, definito, che permette *to see through*. All'interno, appena oltrepassata la *revolving door* ci si ritrova in uno spazio maestoso, ampio, alto, elegante, dove finiture in marmo si confrontano con la trasparenza dell'involucro.

Marchatura CE

La marcatura CE è obbligatoria per le facciate continue. Essa è una patente che conferma che il prodotto da costruzione abbia determinate prestazioni e requisiti, in relazione alla norma tecnica europea armonizzata pertinente.

In fase costruttiva, test eseguiti in laboratorio su campioni rappresentativi, tra cui prova di permeabilità all'aria (UNI EN 12153), di tenuta all'acqua sotto pressione statica (UNI EN 12155), di resistenza al carico del vento (UNI EN 12179), di resistenza all'urto (UNI EN 12600), hanno confermato i requisiti presunti in fase progettuale. Prove aggiuntive sono state eseguite in opera per valutare la corretta posa delle facciate.

Conclusioni

Fa sempre un certo effetto vedere realizzato e costruito quanto fino a poco prima esisteva solo sulla carta, come progetto. Ora che la torre si erge dominante su via Melchiorre Gioia e la si intravede da diversi punti della città, consci di esser stati parte della realizzazione di un edificio a consumo energetico "quasi zero" e con valore di mercato di mezzo miliardo di euro, si ha una piacevole sensazione di gratificazione.

Di notevole importanza anche i nuovi interventi, alcuni in fase di progetto, altri già in fase di realizzazione, che valorizzeranno ulteriormente Porta Nuova: il già citato "Nido Verticale" progettato da MCA, Gioia 20 (progetto architettonico ACPV), Pirelli 35 (progetto architettonico Shnoetta e Park Associati), Pirelli 39 (progetto architettonico Scofidio+Renfro e Boeri), e altri ancora che apporteranno un contributo innovativo e d'avanguardia allo sviluppo dell'intera città.

Ringraziamenti

Si ringrazia tutto il gruppo di progettazione di Faces Engineering per l'impegno individuale e soprattutto per il lavoro di squadra, con particolare riferimento a:

Alberto Ferrari, Pietro Baccarelli, Alessandro Pacioselli, Nicoletta Bacchin, Paolo Franco, Paolo Colombo