



Una nuova sede per SKY Italia

Record di velocità per la realizzazione del centro direzionale e di produzione televisiva della nuova sede di Sky Italia a Milano, Santa Giulia. Specifiche scelte progettuali e accurate analisi strutturali per i tre

Antonio Migliacci, Danilo Campagna, Andrea Sangalli
(MSC Associati, Milano)
Gianluigi Fregosi, Riccardo Castagna
(Gamma Engineering, Lecco)

edifici collegati fra loro da una piastra comune e da un ponte multipiano sospeso sulla viabilità stradale.

L'intero complesso edilizio è composto da tre edifici (1 Tecnologico attrezzato per la produzione televisiva, 2 e 3 Uffici, uno dei quali ancora in costruzione) collegati tra loro da una piastra comune con due piani interrati destinati a parcheggio, magazzino e locali impianti. L'edificio 1 è connesso tramite un corpo di collegamento all'edificio 2; gli edifici 2 e 3 sono a loro volta collegati tra loro mediante un ponte multipiano sospeso sulla viabilità stradale, sostenuto da travi reticolari in carpenteria metallica, costituenti le due facciate strutturali sull'altezza di tre piani. L'edificio 1 della nuova sede SKY di Santa Giulia, dedicato alla produzione televisiva, ha richiesto specifiche analisi strutturali, nonché particolari scelte progettuali, per la necessità di conferire allo stesso notevole rigidità sotto le azioni orizzontali, al fine di garantire l'allineamento dei segnali di trasmissione ai satelliti attraverso le antenne poste sulla copertura. I solai degli edifici sono stati realizzati in elementi prefabbricati in c.a. precompresso a fili aderenti, mentre i pilastri sono prefabbricati (Rck=50MPa). Le strutture sono state messe in opera secondo precise sequenze di montaggio che hanno permesso la realizzazione delle strutture in tempi più stretti rispetto alle tradizionali strutture in c.a. Il modulo costruttivo è basato su una maglia tipica di 8,40x8,40m, che si adatta alle diverse situazioni; localmente si sono realizzate campate di circa 18,00m (edificio 1) e di 16,80m (edificio 2). Le strutture (vani scala e vani ascensori), aventi funzione controventante degli edifici sotto l'azione dei carichi orizzontali, sono state realizzate in opera (Rck=37MPa) e connesse in seconda fase alla struttura prefabbricata mediante sistemi di ripresa e di continuità che garantiscono il monolitismo. La presenza dell'acqua di falda e la particolare natura dei terreni hanno richiesto una fondazione a platea su colonne di jet-grouting, adottando il metodo costruttivo "vasca bianca" a garanzia della impermeabilità.

Vediamo tutti i dettagli dell'intervento.

LE OPERE FONDAZIONALI

Le opere fondazionali degli edifici, nonché le relative strutture complementari, sono costituite da una platea su colonne

Strutture prefabbricate edifici n. 1 e n. 2

di jet-grouting. Tale scelta è conseguenza della particolare natura dei terreni e della presenza dell'acqua di falda. Le opere di consolidamento del terreno sono state effettuate mediante la tecnologia jet-grouting, monofluido e bifluido, tramite l'iniezione nel terreno di miscele cementizie ad alta pressione.

La peculiarità di questa tecnica consiste nella capacità, durante l'iniezione, di disgregare il terreno, miscelandolo contemporaneamente con un fluido cementizio fino a formare una colonna di materiale che ha caratteristiche geomeccaniche superiori rispetto a quelle del terreno originario, con sezione circolare e asse corrispondente al foro di perforazione. Sono state realizzate colonne, sia compenstrate che tangenti tra loro, aventi diametro massimo pari a 190 cm in corrispondenza dei maggiori carichi verticali e altezza massima pari a 11.15 m in corrispondenza dei vani scala.

La tensione ammissibile del terreno naturale è stata assunta pari a 1,5 daN/cm², mentre in corrispondenza delle colonne di terreno trattato la tensione ammissibile è stata assunta pari a 10 daN/cm².

Al fine di verificare la bontà di realizzazione di tali opere di consolidamento è stata svolta una campagna di indagini costituita da verifica della densità della miscela cementizia (1.53 kg/l); prelievi della miscela cementizia per verifica della resistenza a compressione, carotaggi per controllo della resistenza a rottura per compressione a espansione laterale libera (> 50 daN/cm²), prove ecometriche e prova di carico in sito su colonna singola.

Lo spessore della platea di fondazione varia da 80 a 120 cm (con esclusione della "zona ponte" illustrata nel seguito); i maggiori carichi caratteristici verticali sui pilastri sono prossimi a 14.580 kN (1.458 t) laddove lo spessore fondazionale è

Referenze progettuali

Committente: Milano Santa Giulia S.p.A., con la direzione tecnica dell'ing. Silvio Bernabè.

Progetto Architettonico: Arch Byron Harford, Byron Harford & Associates - East Sydney

Direzione Lavori Generale: Ing. Giuseppe Baudille, ATI Intertecno S.p.A. - TEI S.p.A.

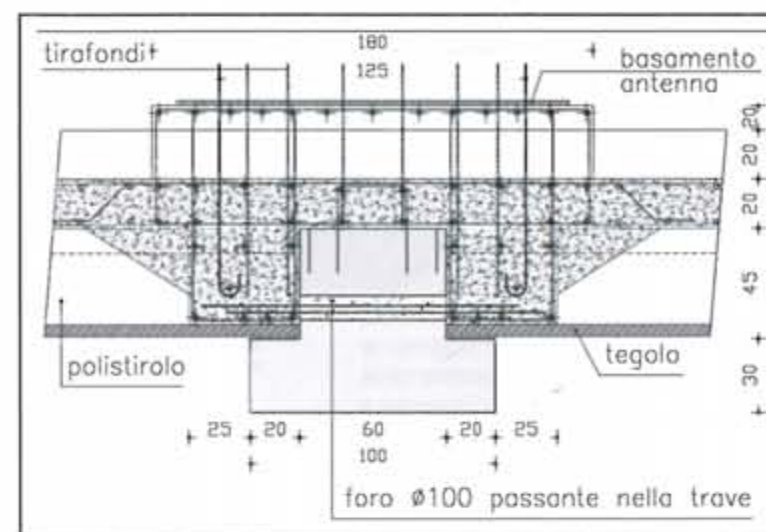
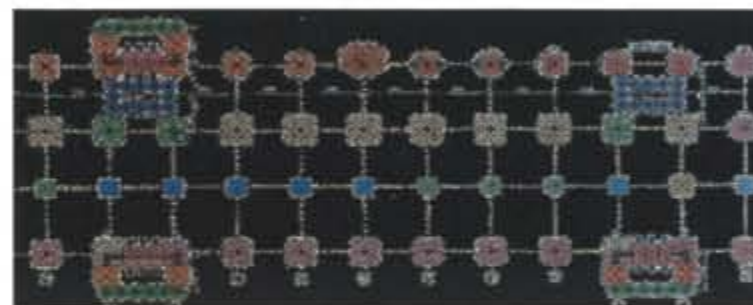
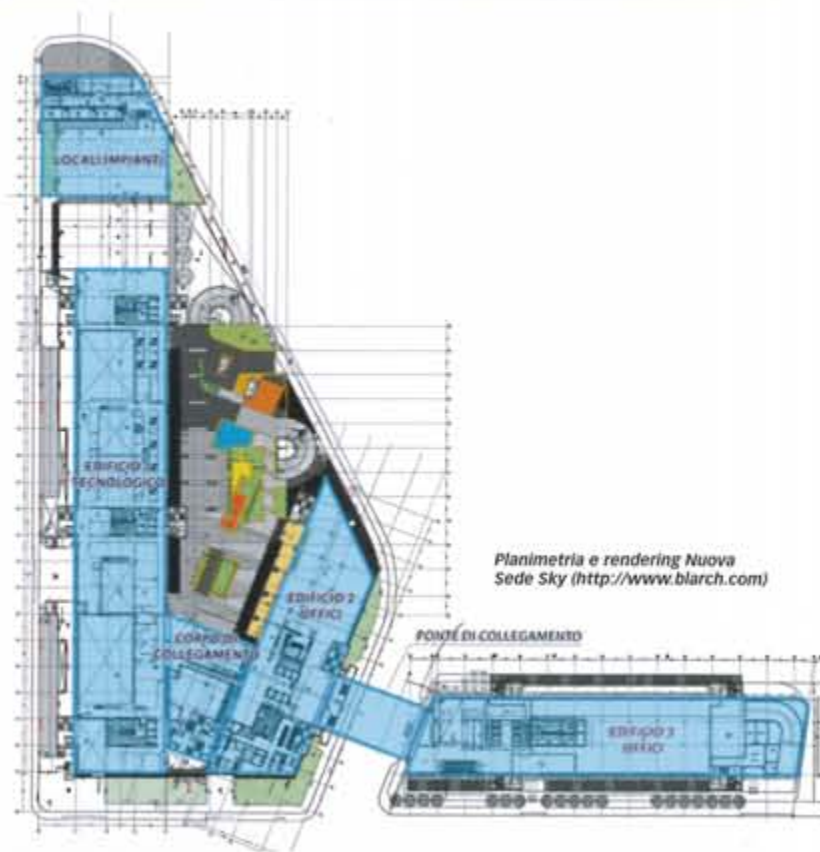
Progetto Strutture in opera: Ing. Danilo Campagna, MSC Associati S.r.l. - Milano

Progetto Strutture opere prefabbricate: Ing. Gianluigi Fregosi, Gamma Engineering S.r.l. - Lecco

Covisore al Progetto Strutturale: Prof. Ing. Antonio Migliacci, MSC Associati S.r.l. - Milano

Direzione Lavori opere strutturali: Ing. Danilo Campagna, MSC Associati S.r.l. - Milano

Impresa Appaltatrice: Colombo Costruzioni S.p.A - Lecco



previsto pari a 120 cm. Lo studio delle fondazioni è stato condotto idealizzando il comportamento del terreno di tipo elastico alla "Winkler" differenziando la rigidità tra le zone non trattate ($k_{winkler} = 0,7$ daN/cm³) e quelle consolidate mediante jet-grouting ($k_{winkler} < 4,5$ daN/cm³). Le analisi statiche delle opere fondazionali sono state condotte mediante il metodo degli elementi finiti realizzando diverse modellazioni di insieme e di dettaglio.

La platea è stata resa impermeabile mediante il sistema di impermeabilizzazione denominato "vasca bianca", che si basa sulla realizzazione di una struttura in c.a. impermeabile e sull'impermeabilizzazione di fessure, giunti e attraversamenti. Tale metodologia prevede la fessurazione programmata del calcestruzzo ottenuta utilizzando elementi di prefessurazione posati tra le maglie di armatura. Le fessurazioni e i punti critici vengono successivamente impermeabilizzati con iniezioni di resina acrilica.

Di seguito le caratteristiche principali della platea:

- **Calcestruzzo** - Il conglomerato cementizio presenta il seguente mix-design: classe C25/30; rapporto acqua/cemento < 0,55; contenuto di cloruri 0,20; classe di consistenza S4;

di diametro massimo dell'aggregato 30 mm; classe di esposizione XC2; cemento tipo CEM IV/A 32.5R (dosaggio 360kg/m³); superfluidificanti di tipo Acrilico o Policarbossilico con dosaggi compresi tra lo 0,9% e l'1,1% sul peso del cemento. Oltre al controllo della composizione del calcestruzzo presso l'impianto di confezionamento, sono stati svolti in cantiere controlli sul calcestruzzo fresco, tra i quali: rapporto acqua/cemento; densità; aria occlusa; acqua efficace; consistenza. Sono stati eseguiti da Laboratorio Ufficiale, e in contraddittorio con la Direzione Lavori Opere strutturali, controlli a piè d'opera per la valutazione delle caratteristiche del cls fresco.

- **Prescrizioni progettuali** - In fase di progettazione la platea è stata suddivisa in lotti costruttivi, delimitati dagli elementi di prefessurazione, aventi forma prevalentemente quadrangolare con superficie non superiore ai 400 m². Inoltre, relativamente alle armature, sono state previste particolari disposizioni, quali: sovrapposizione minima 6ϕ ; nessuna sovrapposizione in corrispondenza degli elementi di prefessurazione; ricoprimento 50mm.

LA DEFORMABILITÀ DEGLI EDIFICI

Gli edifici sono realizzati mediante l'utilizzo di telai spaziali costituiti da pilastri, travi e solai prefabbricati solidarizzati da una soletta collaborante realizzata in opera in calcestruzzo armato. Le azioni orizzontali, relative alla sola azione del vento, sono trasferite, tramite i solai considerati rigidi nel loro piano, dai telai spaziali ai nuclei di controvento costituiti dall'insieme dei vani scala e dei vani ascensore, per cui la totalità delle azioni orizzontali viene assorbita dalle pareti in c.a. di questi ultimi.

L'edificio 1 ha richiesto specifiche analisi strutturali, nonché particolari scelte progettuali, per la necessità di conferire allo stesso notevole rigidità (rotazione massima delle antenne: 0,01°sessagesimali) sotto le azioni orizzontali (velocità di riferimento del vento: 110km/h), al fine di garantire l'allineamento dei segnali di trasmissione ai satelliti, attraverso le antenne poste sulla copertura. Il limite deformativo è stato richiesto relativamente alle seguenti condizioni di vento:

- pressione da normativa (D.M. 16.01.1996);

- pressione SKY (sollecitazioni sulla struttura calcolate applicando il D.M. 16.01.1996 utilizzando una velocità di riferimento del vento pari a 110 km/h).

Le pressioni dovute al vento sono state calcolate con riferimento a: Zona 1; classe di rugosità C; categoria di esposizione III; coefficiente topografico pari all'unità; pressioni applicate, a favore di sicurezza, dallo spiccato fondazionale.

I campi di spostamento e rotazione, conseguenti all'applicazione delle pressioni del vento sui pannelli di facciata dell'edificio, sono stati dedotti analizzando due modelli strutturali distinti:

- il primo modello, analizzato da MSC Associati S.r.l. è di tipo generalizzato ed è stato utilizzato per valutare il campo di spostamenti orizzontali dei solai ai vari piani dai quali si sono dedotte le rotazioni orizzontali degli impalcati (rotazioni con asse normale ai solai dell'edificio);
- il secondo modello, analizzato da "GAMMA ENGINEERING" è quello relativo all'ultimo solaio dell'edificio dove sono installati gli apparati di trasmissione. Da questo modello si sono dedotte le rotazioni alla base delle antenne (rotazioni con asse complanare al piano dei solai) per effetto dell'applicazione delle pressioni del vento sulle parabole di trasmissione.

Dall'analisi dei risultati ottenuti si deduce che la pressione massima del vento (sopravento+sottovento) richiesta da

Spostamenti e rotazioni dedotti analizzando due modelli strutturali

SKY risulta essere pari a 221,16 daN/m², mentre la pressione massima fornita dalla normativa risulta essere pari a 148,00 daN/m², tale per cui risulta un incremento delle forze orizzontali pari al 49.4% rispetto a quanto richiesto dalla sopraccitata normativa. Per valutare il campo di spostamenti orizzontali dei solai ai vari piani dai quali si sono dedotte le rotazioni orizzontali degli impalcati si è costruito un modello strutturale. Gli elementi strutturali portanti sono stati modellati con i seguenti elementi elastici: elementi lineari di tipo beam per modellare travi e pilastri; elementi piani di tipo



Antenne di emissione segnale.

shell per modellare pareti e piastre. La struttura è stata vincolata rigidamente al piano fondazionale in quanto il sistema di fondazione di tipo indiretto (platea su jet-grouting) ha una deformabilità trascurabile al fine della valutazione del campo di spostamenti orizzontali degli impalcati. Il getto integrativo armato previsto sui solai prefabbricati che costituiscono i vari orizzontamenti è stato considerato sufficiente per ipotizzare rigido il comportamento membranale dei solai. Dal punto di vista flessionale i solai sono stati ipotizzati unidirezionali con verso pari a quello di orditura dei solai.

Per interpretare le reali condizioni di vincolo strutturale sono stati introdotti vincoli di tipo cerniera nelle connessioni travipilastro. Il collegamento tra la struttura prefabbricata e quelle di controvento (vani scale e ascensori) è stato modellato con opportuni elementi elastici che ne interpretano la reale connessione cinematica. I carichi di tipo permanente e accidentale sono stati implementati come di superficie se agenti sui solai e di tipo lineare se agenti sulle travi (es. pannelli di facciata). Il vento è stato considerato come carico orizzontale lineare applicato sulle travi perimetrali dell'edificio. I risultati ottenuti dalle analisi numeriche, relativi al solaio di copertura a supporto delle antenne di emissione, sono i seguenti:

- rotazione massima solaio: $0,00387^\circ < 0,01^\circ$
- spostamento massimo solaio: $D_x = 0,980 \text{ cm } (-1/4.000\text{altezza}) < (1/1.000\text{altezza})$

Le antenne principali di trasmissione segnale ai satelliti sono posizionate al livello 7 fuori terra (q.ta +39.55 dal piano fondazioni), sono vincolate alla struttura di solaio mediante tirafondi annegati nel getto e sono localizzate in corrispondenza delle travi principali.

La struttura è realizzata con travi principali prefabbricate in c.a.p. di sezione a T rovescio, poste a interasse 8,40 m e lunghezza 9,60 m, e sono fissate ai pilastri con un vincolo orizzontale a cerniera. Gli elementi solaio sono prefabbricati in c.a.p. con sezione ad U (intradosso piano), lateralmente il solaio è confinato con travi prefabbricate di sezione rettangolare. Opportuni fori predisposti nelle travi e nel solaio hanno permesso la posa di armatura per il basamento delle antenne e il posizionamento dei tirafondi. Un getto di completamento in calcestruzzo di spessore 20 cm, con conglomeramento delle armature di ripresa sporgenti dalle travi e dagli elementi di solaio, garantisce all'impalcato la rigidità necessaria e la capacità portante per le azioni trasmesse dalle antenne.

L'analisi statica della porzione di struttura e la ricerca delle deformazioni è stata condotta utilizzando lo schema

Vista pilastri e muri vani scala.



Elementi prefabbricati			
	Travi	Tegoli	Pilastri
edificio 1	762	1159	187
edificio 2	797	1201	225
edificio 3	897	906	145
TOTALI	2256	3266	557

Specifiche analisi strutturali per limiti deformativi richiesti da SKY

di un graticcio di travi collegate da un getto strutturale. I risultati ottenuti dalle analisi numeriche, relativi al solo solaio di copertura a supporto delle antenne di emissione, sono i seguenti:

- rotazione max solaio ϕ_y : $0,0079^\circ < 0,01^\circ$
- rotazione max solaio ϕ_x : $0,0056^\circ < 0,01^\circ$

I casi analizzati, sulla base delle scelte strutturali fatte, hanno evidenziato il rispetto dei limiti deformativi richiesti da SKY.

LE OPERE PREFABBRICATE

- **Edificio 1 - tecnologico:** pianta rettangolare, con dimensioni 180,5 x 28,2m esterno pilastri (circa 36.000 mq di solai); composto da: solaio interrato, piano terra e 7 solai fuori terra. Altezza totale 39.20 m (antenne). La maglia al piano terra (studio) è 9,5-8.40 x 8.40, ai piani superiori maglia regolare 17.95 x 8.40 m.
- **Edificio 2 - uffici:** pianta trapezoidale, con dimensioni 103 x 26 m esterno pilastri (circa 22.000 mq di solai), composto da solaio interrato, piano terra e 9 solai fuori terra. Altezza totale 47.30 m La maglia è regolare 9.90- 8.40 x 8.40 m
- **Edificio 1B:** edificio di collegamento tra edificio 1 e 2 (circa 4.400 mq di solai), composto da solaio interrato, piano terra e 6 solai fuori terra. Altezza totale 34.45 m
- **Edificio 3:** pianta trapezoidale, con dimensioni 124 x 25 m esterno pilastri (circa 25.700 mq di solai), composto da solaio interrato, piano terra e 8 solai fuori terra. Altezza totale 44.75 m. La maglia è regolare 9.40- 7.40 x 8.40 m.

Esclusi i blocchi scala, la struttura è realizzata con elementi prefabbricati: pilastri, tegoli binervati, solai alveolari, travi e elementi di compensazione. Gli elementi di solaio sono prevalentemente tegoli pre-compressi, a cavi aderenti, con sezione a doppio T di altezza 45 e 60 cm e con ali inferiori allargate; la sezione garantisce una rigidità superiore ai tegoli TT ed è capace di dare una buona resistenza al fuoco (R120-180) senza significativi aggravii di peso della sezione.

In zone particolari per garantire un'altezza utile maggiore sono state posizionate lastre di solaio di tipo alveolare. Le travi sono prefabbricate precomprese a cavi aderenti di sezione a T rovescia ed a L con altezze differenti in funzione del solaio. Nel piano, ogni 3 tegoli di larghezza 250 m, è stato inserito un elemento speciale di larghezza 90 cm per completare regolarmente la maglia di 8.40 m; l'elemento ha caratteristiche di rigidità superiore all'elemento di solaio ed è stato posizionato in corrispondenza dei pilastri per realizzare un telaio in direzione trasversale. Il solaio composto da travi e tegoli è stato completato con getto strutturale realizzato in opera, previo inserimento di adeguata armatura.

Al piano terra la presenza di locali per la produzione di filmati-trasmissioni (studio) e la corrispondente presenza di pareti realizzate in opera di dimensione notevole (due piani) con caratteristiche particolari a garantire isolamenti acustici, ha comportato l'inserimento di un numero di travi porta pareti nella direzione del solaio così da assicurare la corretta capacità portante anche in presenza di carichi concentrati e lineari. Al livello 6 per esigenze architettoniche è stata "girata" la maglia strutturale (trave nella direzione lunga, solaio nella direzione corta) e per esigenze strutturali di montaggio le travi sono state realizzate accoppiando due profili prefabbricati ad L di altezza 130 cm, completati in opera con l'inserimento di armature e getti in calcestruzzo.

I pilastri sono stati realizzati in stabilimento in casseri approntati appositamente per il progetto SKY, con sezioni differenti in c.a. ($R_{ck} = 50 \text{ MPa}$), per esigenze di trasporto, montaggio e di sforno in stabilimento, il peso è stato contenuto in 40t; il pilastro è quindi stato realizzato in due pezzi solidarizzati durante la fase di montaggio.

Il pilastro centrale, di sezione alla base 90x90 cm e di sezione variabile con l'altezza, è un pezzo da circa 20 m, è stato giuntato con un elemento di sezione variabile con il piano e di altezza 20-25 m. La caratteristica più rilevante è che questi pilastri non sono stati bloccati alla fondazione mediante un bicchiere per l'alloggiamento, perché avrebbe richiesto uno scavo maggiore di circa 140 cm, con problemi per la presenza dell'acqua di falda, ma è stato adottato un sistema di fissaggio meccanico.

Il sistema è composto da tirafondi



annegati nella fondazione e da inserti di collegamento annegati nel pilastro; per garantire il posizionamento corretto i tirafondi non sono stati posizionati direttamente prima del getto di fondazione ed è stato ideato un cestello di tubi corrugati di diametro 100 mm, posizionato sul fondo della platea in fase di assemblaggio dell'armatura e prima del getto della stessa.

Eseguito il getto, l'impresa ha provveduto alla verifica del tracciamento e alla messa in opera dei tirafondi con l'aiuto di dime che garantivano la posizione in orizzontale e in verticale. I pilastri sono stati realizzati posizionando alla base un

Inserti di collegamento nella platea

numero differente di inserti speciali, per bloccare lo stesso pilastro alla fondazione mediante i tirafondi annegati.

Gli inserti che costituiscono il nodo principale sono formati da una scarpa in acciaio di opportune dimensioni saldata a un'armatura propria che si sovrappone all'armatura del pilastro per evitare problemi di distacco.

Operazione di posizionamento pilastri:

- il pilastro arriva in cantiere;
- la squadra di montaggio provvede alla messa in quota dei sostegni di base;
- il pilastro viene alzato e con particolari dispositivi viene inserito con attenzione nei tirafondi;
- dopo opportune verifiche la squadra provvede al serraggio di tutti i tirafondi;
- l'impresa provvede a sigillare con malte ad alta resistenza nonché espansive lo spazio tra la base del pilastro e la fondazione.

L'utilizzo di dime anche nel posizionamento degli inserti all'interno del pilastro ha evitato ogni problema legato al corretto posizionamento dei tirafondi. Per il fatto che i pilastri sono stati realizzati con $R_{ck} = 50 \text{ MPa}$ e le fondazioni con un $R_{ck} = 35 \text{ MPa}$ si è realizzato un collare

alla base del pilastro con malte cementizie ad alta resistenza per trasmettere il carico su una superficie di distribuzione maggiore. Dopo aver montato un certo numero di pilastri, il montaggio prosegue con il posizionamento delle travi e dei tegoli, proseguendo in altezza per campata. I controventi principali sono i nuclei dei vani scala; ogni piano è vincolato al vano scala gettato in opera attraverso opportuni fissaggi.

Ogni piano è reso rigido e collegato mediante un'opportuna armatura inserita nel piano prima del getto strutturale (i pilastri laterali presentano fori nei quali sono state inserite opportune armature), mentre sono state realizzate catene per il collegamento fra i pilastri. Nella fase di montaggio, quando il vano scala è scollegato dalla parte prefabbricata e il getto non è ancora realizzato, sono stati inseriti opportuni controventi di piano e di parete utilizzando funi in acciaio.

LA CONNESSIONE DELLE STRUTTURE

Le strutture verticali - vani scala e vani ascensori - sono state realizzate in opera ($R_{ck} = 37 \text{ MPa}$) e connesse in seconda fase alla struttura prefabbricata. Gli elementi di collegamento sono stati progettati al

Esecuzione strutture verticali in opera





fine di trasferire ai nuclei di controvento le azioni orizzontali agenti sulla struttura prefabbricata. La connessione, in seconda fase, tra le due strutture è avvenuta mediante differenti sistemi di ripresa e di continuità.

IL PONTE MULTIPIANO

L'edificio 2 è connesso all'edificio 3 mediante un ponte multipiano. Tale struttura è costituita da una volumetria che verrà adibita a corpo di collegamento (passerella) tra quattro piani dell'edificio 2 e dell'edificio 3.

La volumetria sarà edificata a ponte al di sopra della strada comunale di prossima costruzione; pertanto dovrà scavalcare la luce netta prevista tra i due edifici pari a circa 30 m. La larghezza della stessa volumetria è prevista pari a 2 interassi strutturali (8.40x2), l'altezza corrisponde a quella di tre piani di calpestio (13,5 m).

Per quanto riguarda la tipologia delle opere strutturali, considerata la luce del ponte (30,15 m), e considerata la notevole luce del solaio (16,8 m), ai fini di contenere il peso delle opere strutturali e lo spessore degli impalcati, si è prevista una struttura in carpenteria metallica secondo gli schemi strutturali seguenti:

- struttura portante principale, costituita da due travature di tipo reticolare poste in facciata sulla luce di 30,15 m a formare una struttura resistente alta quanto l'intera facciata e cioè pari a 3 piani. Sono previsti: montanti verticali costituiti da profili a doppio T a parete

piena, composti da lamiere saldate, al passo corrispondente a quello delle travi secondarie; correnti superiori ed inferiori, sempre costituiti da profili saldati a doppio T a parete piena. Le riquadrature così ottenute in facciata (larghezza 9,25 m - 11,65 m - 9,25 m) sono poi attraversate da aste diagonali in profili tubolari a sezione ellittica (composta da due tubi semiellittici);

- struttura secondaria, costituita da travi a doppio T a parete piena, composte da lamiere saldate e ordite trasversalmente sulla luce di 16,80 m;
- struttura terziaria, costituita da travi laminate a doppio T, ordite parallelamente alle travi principali di facciata, portanti il solaio costituito da lamiera grecata con getto di completamento.

La struttura portante verticale è costituita da 4 pilastri in profili metallici che

I tempi di realizzazione

Degne di nota risultano le tempistiche di realizzazione delle opere relative agli edifici 1 e 2, in quanto l'edificio 3 è ancora in fase di costruzione. Le operazioni di getto della platea di fondazione dell'edificio 1 hanno avuto inizio in data 22 marzo 2006. Realizzati i primi riquadri fondazionali, si è subito proceduto con la realizzazione delle strutture di controvento, mentre era in fase di completamento la platea di fondazione dell'ed. 2. Per le opere fondazionali sono stati impiegati complessivamente circa 15.700 mc di cls. I primi pilastri prefabbricati dell'edificio 1 sono stati innalzati in data 14 maggio 2006; a seguire sono stati posizionati i pilastri dell'edificio 2. Il 20 aprile 2007 venivano concluse le ultime operazioni di getto delle solette collaboranti degli impalcati dell'edificio 2.



Pilastri prefabbricati

trovano appoggio su altrettanti pilastri in opera in c.a. ($R_{ck}=45$ MPa) connessi alla platea di fondazione che presenta, solo in corrispondenza di tali strutture verticali, uno spessore pari a 150 cm. In aderenza a ogni pilastro in c.a. è posizionato un pilastro prefabbricato atto a sostenere le strutture dell'edificio. Ogni coppia di pilastri risulta collegata mediante sia barre laminate a caldo per post tensione sia barre FeB44k con manicotti filettati. Inoltre le due coppie di pilastri in aderenza all'edificio 2 sono altresì similmente collegate alle pareti dei vani scala mediante barre laminate a caldo per post tensione. Come si è

già detto, lo schema statico del ponte consiste in due travi reticolari principali, collegate tra loro da quattro serie di quattro travi secondarie, opportunamente forate per permettere il passaggio degli impianti; ogni serie di travi secondarie forma, con i montanti delle travi reticolari, telai incastrati ai nodi trasversalmente alle travi principali, posti a distanza 9,25 m - 11,65 m - 9,25 m. I telai sono collegati dalle travi terziarie che reggono i solai. Le travi terziarie, poste a interasse costante di 2,5 m, sono incernierate alle estremità.

Per quanto concerne la resistenza dell'impianto strutturale alle azioni orizzontali, nel caso specifico la sola azione del vento, questa viene trasferita alle strutture in c.a. dai solai dei livelli 2 e 5 che funzionano a trave (lastra) infinitamente rigida nel loro piano. I solai dei livelli 3 e 4 sono interrotti nella campata centrale da 11,65 m e funzionano a trave-lastra solo nelle campate esterne. Quindi nel settore centrale le vetrate di facciata trasferiscono, a questi livelli, i carichi di vento ai diagonaloni della trave reticolare principale che hanno sezione ellittica (composta da due tubi semiellittici) con inerzia maggiore trasversalmente ai carichi.

Relazione tratta dagli Atti del XVII Congresso C.T.E. - Collegio dei Tecnici della Industrializzazione Edilizia (Roma, 5-6-7-8 novembre 2008)