

CENT'ANNI DI PREFABBRICAZIONE IN CALCESTRUZZO

GIANDOMENICO TONIOLO

SOMMARIO

Dopo un cenno storico sugli albori dei primi decenni del secolo ventesimo, la presente nota ripercorre la grande evoluzione della prefabbricazione in calcestruzzo in Italia dal dopoguerra ai giorni nostri, evoluzione vista da un operatore che ne ha vissuto le esperienze svolgendovi una qualche funzione di servizio. Dai giorni del fervore pionieristico nei quali si "inventavano" impianti e tecnologie, attraverso il progressivo ampliamento tipologico dei prodotti, con successi e qualche insuccesso, si arriva alle grandi affermazioni ottenute nel mercato con un salto di qualità che pone ora l'industria italiana all'avanguardia nel mondo.

Premessa

La testimonianza qui riportata inizia per ragioni anagrafiche dagli anni della grande ripresa economica del dopoguerra. Anche se su scala molto ridotta, alcune aziende italiane già operavano nel settore dei prefabbricati in

calcestruzzo negli anni venti e trenta. In precedenza aveva avuto inizio la produzione dei *blocchi* in calcestruzzo per le opere in muratura, blocchi ai quali associamo il primo dei nomi "storici" qui ricordati, quello delle blocchiere *Rosa e Cometta*.

Negli anni venti ha origine un prefabbricato con destinazione particolare, il *palo* centrifugato, prodotto con tecnologia tedesca dalla *Scac*. Dapprima destinato alle linee elettriche, il palo in calcestruzzo troverà la sua fortuna, rispetto ai sostegni metallici, nel regime di autarchia conseguente alle "Sanzioni" ed alle modeste possibilità dell'industria siderurgica nazionale. Destinato poi anche alle fondazioni, il palo si dimostrerà come uno dei prodotti "immortali". Negli anni trenta parte anche la produzione di *tubi* per acquedotti e fognature, tubi che otterranno un'affermazione pressoché universale ed ai quali associamo il nome storico di *Vianini*.

Il primo sviluppo delle costruzioni in cemento armato in Italia, al seguito dei brevetti Hennebique, era esclusivamente volto alle strutture gettate in opera. Negli anni trenta inizia la produzione di *travetti* prefabbricati per solai. Fra tutti ricordiamo il travetto *Varese*, detto "la putrella in cemento", che ha avuto la sua prima fortuna nel rifacimento dei vecchi solai in legno. Anch'esso è stato favorito dal regime di autarchia nazionale rispetto alle "vere" putrelle in acciaio.

Come in questa breve premessa, che ci ha portato alla vigilia della seconda guerra mondiale, anche nel seguito la testimonianza non pretenderà di essere completa ed onnicomprensiva, limitandosi ad evidenziare alcuni fatti ritenuti rappresentativi per scandire i successivi passi del percorso evolutivo della prefabbricazione in calcestruzzo.



Fig. 1 Foto storica: produzione di "Travi Varese"



Fig. 2 Copertura con volte a shed in laterocemento

1. I pionieri

Grande spirito di inventiva ed intraprendenza nelle prime pionieristiche iniziative tra l'artigianale e l'industriale.

La decisa politica del primo dopoguerra, volta alla ricostruzione del patrimonio edilizio distrutto dagli eventi bellici, ha fornito la grande occasione. Gli esempi citati in premessa si riferivano ad un'industria nazionale di prefabbricati di modestissime dimensioni, sia in termini assoluti, che in rapporto al settore delle costruzioni in calcestruzzo realizzate in opera. La grande occasione richiama molti nuovi operatori che prestano il loro ingegno per costruire tanto e presto.

Il primo settore a svilupparsi è quello della componentistica per *solai*, che ben si presta alla razionalizzazione dei processi esecutivi senza richiedere grandi attrezzature. Ogni piccola impresa può facilmente movimentare travetti e pannelli, risparmiando su casseri e lavorazioni e completando i lavori con facili getti integrativi in opera.

La componentistica per solai di quegli anni ha più

laterizio che calcestruzzo e si misura più in metri quadri di impalcati che in tonnellate di cemento. Si ricorda il nome storico dei *pannelli SAP*, che appunto si posavano Senza Armatura Provvisoria. Si ricorda ancora il travetto in laterocemento a T rovescia che si produceva in cortile con cazzuola e piccola betoniera.

Ma a questo settore appartengono anche notevoli opere come le coperture di edifici industriali di grande luce. In attesa delle travi prefabbricate in cemento armato o precompresso, che di lì a qualche anno avrebbero fornito nuove soluzioni strutturali, le *volte* in laterocemento con catene metalliche si imponevano per la loro leggerezza ed economia. Anche con soluzioni di notevole pregio formale, come le volte a shed o le cupole iperboloidiche.

Grande improvvisazione, modesti impianti produttivi, forte dose d'ingegno ed elevata preparazione dei giovani ingegneri appena sfornati dalle rinате Università hanno caratterizzato quegli anni pionieristici. Con poco consumo di cemento.



Fig. 3 Copertura di edificio industriale con travi in cap e pannelli nervati

2. L'edificio industriale

Sviluppo della struttura prefabbricata in calcestruzzo che conquista la quasi totalità del mercato delle costruzioni industriali.

Fin dagli anni cinquanta, la vitalità dei giovani ingegneri portava le aggiornate teorie del cemento armato normale e precompresso apprese all'Università nel campo delle pratiche applicazioni. Nel settore delle strutture prefabbricate l'attività progettuale risultava ancor più affascinante, dovendosi impegnare anche nella scelta delle tecnologie e nella concezione degli impianti di produzione. Si progettava la trave in precompresso a fili aderenti, assieme al sistema modulare delle casseforme componibili, previa la progettazione della pista di precompressione con i relativi ancoraggi terminali. L'offerta si estendeva ai pannelli di solaio e via via a tutti gli altri elementi costruttivi, pilastri, plinti e pannelli di tamponamento, fino a fornire l'intero sistema prefabbricato montato in opera.

Nei primi tempi, con la mentalità del risparmio di materiali proprio di un'economia ancora modesta, si erano provate anche soluzioni leggere, con archi o travi reticolari. Hanno avuto fortuna per qualche tempo queste soluzioni, fino a quando i parametri di costo hanno spostato decisamente il peso più sulla manodopera che sul volume di calcestruzzo.

Il potenziamento delle tecnologie portava intanto alla produzione di calcestruzzi di elevata resistenza con notevole affidabilità di prestazioni. Contemporaneamente la maturità progettuale consentiva di coprire luci sempre maggiori, un tempo riservate solo alla struttura metallica. E finalmente una maggiore attenzione agli aspetti formali consentiva di offrire soluzioni architettoniche di un certo pregio. A queste qualità tecniche si aggiungeva un prezzo contenuto, conseguente sia alla razionalizzazione dei processi pro-

duttivi, sia ad una concorrenza talvolta "spietata", per cui un metro quadro di struttura finita si rivelava meno costoso di un metro quadro di moquette da pavimento.

Negli anni novanta, comprendendo la tipologia delle grandi coperture citata nel seguito, la soluzione in struttura prefabbricata di calcestruzzo ha coperto circa l'85% dell'edilizia industriale. La sua fortuna pare destinata a durare, grazie alle capacità degli imprenditori di aggiornarsi continuamente, sia nella direzione dei nuovi materiali, sia in quella del disegno architettonico degli elementi.

Tra la vastissima tipologia dei prodotti, ne cito solo due che, per la grande diffusione avuta, rappresentano in modo più significativo le fortune del prefabbricato in calcestruzzo: il *tegolo a pi-greca* e la trave a *doppia pendenza*. Quest'ultima, per luci maggiori, veniva anche realizzata in due conci assemblati a piè d'opera e precompressa tramite la postensione di cavi. La loro diffusione può misurarsi in molti milioni di metri cubi.



Fig. 5 Posa di "teggolo a pi-greca"

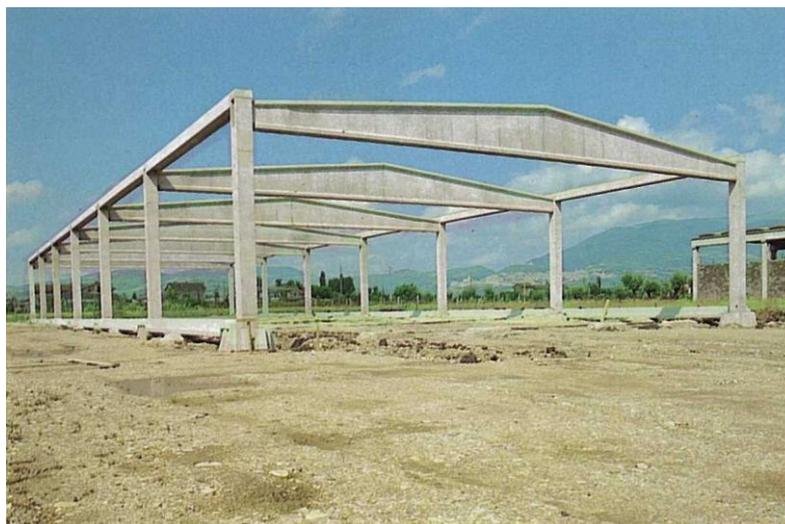


Fig. 4 Scheletro di struttura prefabbricata con travi a doppia pendenza

3. Le travi da ponte

Serrata competizione tra l'acciaio ed il calcestruzzo per la conquista del vasto mercato dei ponti e sovrappassi autostradali.

La costruzione dell'Autostrada del Sole, iniziata negli anni cinquanta, rappresentò per l'Italia di allora una appassionante sfida. Completata con costi incredibilmente contenuti, quest'opera collegò Milano a Roma, proseguendo ancora fino alla punta dello Stivale. Il nuovo flusso dei traffici portò un potente impulso allo sviluppo economico del nostro Paese, sviluppo che consentì poi i grandi finanziamenti per il completamento della vasta rete autostradale. Per anni si costruirono ponti e sovrappassi a centinaia.

Nell'ambito delle ricorrenti luci medio-corte, l'originaria soluzione in cemento armato realizzata in opera venne via via sostituita con altre di più efficace esecuzione. Così si iniziò ad incontrare sulle autostrade i sovrappassi con le travi dipinte di blu, caratteristiche degli impalcati misti acciaio-calcestruzzo. Ma ben presto entrò in lizza la trave da ponte in precompresso con la pretesa di soppiantare quella metallica sulle stesse luci. Fu una competizione con alterne fortune, condizionate dall'andamento dei prezzi delle materie prime, finché l'acciaio andò alle stelle e la trave in cemento armato precompresso restò padrona del campo.

Dagli schemi costruttivi elementari degli anni 70, il disegno dei ponti si affinò via via fino a raggiungere soluzioni di buon pregio formale, basate su elementi prefabbricati più evoluti come quelli scatolari. Ancora oggi gli elementi prefabbricati in c.a.p. coprono la massima parte delle luci medio-corte, per quel che è rimasto dell'attività costruttiva di opere stradali. Resta infine rilevante, nella costruzione della linea ferroviaria ad alta velocità Roma-

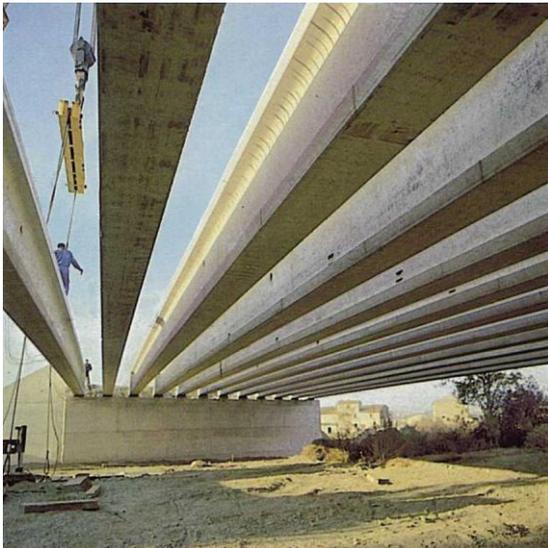


Fig. 6 Posa di travi da ponte in c.a.p. per sovrappasso autostradale

Napoli, il grande ruolo avuto dalla prefabbricazione con i suoi prodotti più evoluti per le alte prestazioni di resistenza e

durabilità.

Sulle luci maggiori si hanno ancora soluzioni di impalcati basate sull'utilizzo di elementi prefabbricati, come la costruzione a conci o il varo di grandi travi. Queste però riguardano una prefabbricazione a piè d'opera che coinvolge le imprese da costruzione e non gli stabilimenti industriali, per specifici cantieri e non per una produzione corrente.



Fig. 7 Posa di travi da ponte per la linea ferroviaria ad alta velocità Roma-Napoli

4. I grandi pannelli

Vengono dalla Francia i brevetti dei grandi pannelli per la costruzione di edilizia residenziale prefabbricata.

Negli anni sessanta arrivava in Italia l'eco del grande

sviluppo dell'edilizia residenziale realizzata oltralpe con sistemi interamente prefabbricati fatti di grandi pannelli. L'idea di una "fabbrica di case" che fornisse, con produzione di massa su larga scala, l'edilizia economica popolare fu colta con interesse dagli imprenditori che la realizzarono nel modo più immediato possibile: importando il know-how dall'estero. Così dalle "sette sorelle", come furono chiamate le ditte titolari dei brevetti, derivò un'attività tanto intensa quanto breve. La potenzialità del mercato nazionale era stata sovrastimata, così come la convenienza sulla costruzione tradizionale. Nell'arco di un decennio quei grandi pannelli furono abbandonati e la Circolare 6090, emessa nel 69 per dare il supporto normativo alla loro progettazione, accantonata. Restano nelle nostre città i quartieri così costruiti, ai quali si è rinfacciata nel seguito un'architettura non proprio brillante.

Dall'esperienza costruttiva dei grandi pannelli derivò una originale soluzione italiana che sopravvisse per qualche tempo, destinata ad edifici residenziali di minori dimensioni, soluzione basata sull'assemblaggio di *cellule tridimensionali*. Un notevole numero di brevetti fu posto nel mercato, corrispondenti a tutti i modi possibili di ritagliare l'edificio in unità trasportabili. Alcuni sistemi offrivano efficaci soluzioni, con cellule autostabili, assenza di giunti verticali, facile e sicura realizzazione di quelli orizzontali, notevole flessibilità di composizione. Altri sistemi erano dedotti da un formale taglio a fette che moltiplicava i problemi di ricomposizione dell'edificio. In genere si tendeva a sostituire, anche per i muri esterni, il sandwich ad isolamento intermedio proprio dei grandi pannelli con un'unica parete piena: il calcestruzzo di argilla espansa avrebbe dovuto comunque fornire la necessaria coibenza termica.

5. La cultura tecnica

Nascono le associazioni culturali che diffondono le conoscenze tecniche e scientifiche dando un forte impulso alla crescita della prefabbricazione.

Dopo due decenni di notevole sviluppo e di intensa attività produttiva, si sentiva un forte bisogno di consolidamento culturale e di confronto tra i diversi criteri progettuali e produttivi scelti fino allora in modo autonomo ed isolato. Necessitava un "foro" dove incontrarsi, scambiare esperienze, far circolare idee, ma anche recepire le innovazioni della ricerca scientifica in campo nazionale ed internazionale. La risposta a tali bisogni è arrivata in modo spontaneo dalla nascita delle associazioni culturali, che sono andate ad affiancare quella di categoria, coinvolgendo un maggior numero di competenze.



Fig. 8 Frontespizio di quaderno CTE

Nel 1974 si è costituito dunque il CTE - Collegio dei Tecnici dell'Industrializzazione Edilizia, che raggruppa le cinque categorie dei tecnici di stabilimento, dei professionisti esterni, dei docenti universitari, delle industrie di prefabbricazione e delle industrie ausiliarie. Fin dal suo primo congresso di Siena del 1976, questo Collegio ha ottenuto un grande successo di pubblico, successo che si è nel seguito ripetuto in un'intensa attività di convegni, corsi e visite tecniche. Si sono via via approfonditi i temi dell'impiantistica industriale per la produzione dei prefabbricati, della tecnologia dei calcestruzzi, del calcolo strutturale con l'aggiornamento sui nuovi Eurocodici, della progettazione architettonica integrata con la componentistica prefabbricata, della gestione elettronica dell'attività progettuale interna, della sicurezza nella produzione e nel montaggio dei prefabbricati, del controllo di qualità, della resistenza al fuoco, ...

Si può dire che l'impatto di questa attività culturale è stato importantissimo ed ha portato gli operatori del settore ad una piena maturità grazie alla quale si è potuta affrontare da protagonisti la sfida europea, sia per l'innovazione tecnologica, sia per il confronto nell'ambito dei lavori di armonizzazione delle normative tecniche dei prodotti da costruzione. Il connubio con il mondo della ricerca scientifica universitaria ha dato inoltre all'industria dei prefabbricati una maggiore autorevolezza ovunque si trattasse di affermare, con i prodotti d'avanguardia, le più inedite innovazioni.

6. Salto di qualità

La bandiera del controllo e della certificazione rafforza l'immagine del prodotto: prefabbricare vuol dire qualità.

In ambito ASSOBETON - Associazione Nazionale Industrie Manufatti Cementizi, all'inizio degli anni 80 è emersa l'esigenza di "dare ordine al mercato", cercando di valorizzare il prodotto di fronte ad una committenza non sempre in grado di coglierne i contenuti di qualità. Oltre a garantire una giusta misura della concorrenza, occorre anche premunirsi contro una certa offerta di prodotti fatti al risparmio che tanto nuoceva all'immagine del prefabbricato. Da qui nasce la storia di ICMQ - Istituto Certificazione e Marchio Qualità per prodotti e servizi per le costruzioni.

La cultura della qualità nel settore delle costruzioni edili e civili in generale era totalmente estranea alla mentalità degli operatori di quegli anni iniziali. Si dovette pertanto "andare a scuola" presso altri settori industriali per apprendere l'ABC del *Sistema qualità* e tradurlo ai fini dei controlli di produzione in stabilimento dei prefabbricati. Vennero così tracciate le linee guida per l'organizzazione aziendale nonché gli schemi delle attività ispettive dell'Ente certificatore, il tutto sulla base delle norme internazionali ISO 9000. L'iniziativa, originata da Assobeton, fino dall'inizio della sua fase operativa si sviluppò in forma autonoma sotto la guida paritetica di un gruppo di Associazioni di categoria e di Enti ed Aziende statali in modo da garantirne la terzietà.

L'avviamento delle attività di ICMQ fu propiziato dalla sicura fede di un gruppo di produttori, che si sono sottoposti agli oneri del Marchio, prima ancora che ne fosse chiara l'efficacia commerciale e legale. Grande incertezza vi era circa "la resa" di quei costi, che si stimavano tra il 3 ed il 5% di quelli globali di produzione. Ma l'esito dei primi anni di applicazione sperimentale del sistema qualità ha mostrato un sorprendente risultato: quello puramente tecnico di perfezionamento e potenziamento della produzione stessa, per la prima volta sottoposta ad una rigorosa analisi valutativa. Lo sviluppo successivo delle attività di ICMQ è stato forte e continuo: oggi un centinaio di aziende operano stabilmente nel sistema qualità sottoponendosi alle procedure ispettive del Marchio. Sotto il quale si producono oggi quei risultati tecnici che hanno consentito all'Industria dei prefabbricati il grande salto di qualità.

7. Evoluzione tipologica

Una sempre più vasta gamma di prodotti prefabbricati in calcestruzzo circola nel mercato con le più diverse destinazioni.

Di pari passo con lo sviluppo tecnologico della produzione è proceduto lo sviluppo delle tipologie, sia nel senso dell'aggiornamento di vecchi prodotti, sia nel senso di nuovi prodotti con destinazioni non tradizionali.

La componentistica per solai vede la diffusione di due tipi che si sono imposti per la razionalizzazione dei processi costruttivi; la lastra *predalle* ed il pannello *alveolare*. La

prima corrisponde ad una prefabbricazione minima del solaio, che comunque consente grande economia con la sua funzione di cassero strutturale già finito, e richiede processi produttivi elementari; la seconda corrisponde ad una prefabbricazione massima del solaio ed a processi produttivi più complessi. Come avviene in diversi altri paesi europei, questi due tipi oggi coprono la massima parte dei solai degli edifici civili.



Fig. 9 Trasporto di pannelli alveolari per solaio

Per quanto riguarda la struttura prefabbricata in calcestruzzo, si citano i sistemi per edifici *pluripiano* con destinazione per lo più commerciale e di servizio. Notevoli realizzazioni sono state fatte con ottimi risultati, anche se quella prefabbricata non è né l'unica soluzione né la prevalente. I citati sistemi si basano su di una gamma di componenti compatibili, che vanno dal plinto a pozzetto, al pilastro monolitico di grande altezza, alla trave-piastra in spessore, agli elementi nervati di solaio, ai pannelli di tamponamento perimetrale.

Tra i prodotti prefabbricati non strutturali, la *traversina* in cemento armato precompresso merita un posto d'onore, essendo ora la regina incontrastata dell'armamento ferroviario. Questo successo deriva dalle elevate prestazioni raggiunte e dalla grande durabilità, doti ottenute grazie ad una tecnologia produttiva altamente industrializzata. Per le opere stradali grande diffusione ha avuto anche la *barriera* di sicurezza che, prodotta su vasta scala con elementare tecnologia, fa luccicare di gioia gli occhi dei fortunati produttori che mai si erano sognati di vendere tanti "facili" metricubi di calcestruzzo.

Poco appariscenti per il comune lettore, le costruzioni per la *zootecnia* rappresentano un consistente mercato, dove la prefabbricazione trova da sempre preminente favore. Grande diffusione ha il classico telaio a doppia falda, assieme alla relativa componentistica di pannelli per copertura e tamponamento. Ma diversi altri prodotti in calcestruzzo per la zootecnia e l'agricoltura in generale hanno larga diffusione, come silos, serbatoi, elementi per recinzioni, ...

Si citano ancora le *cabine elettriche*, la cui produzione si è evoluta al seguito dei nuovi capitolati tecnici dell'Enel, fino a fornire in monoblocco completamente allestito anche della parte elettromeccanica.

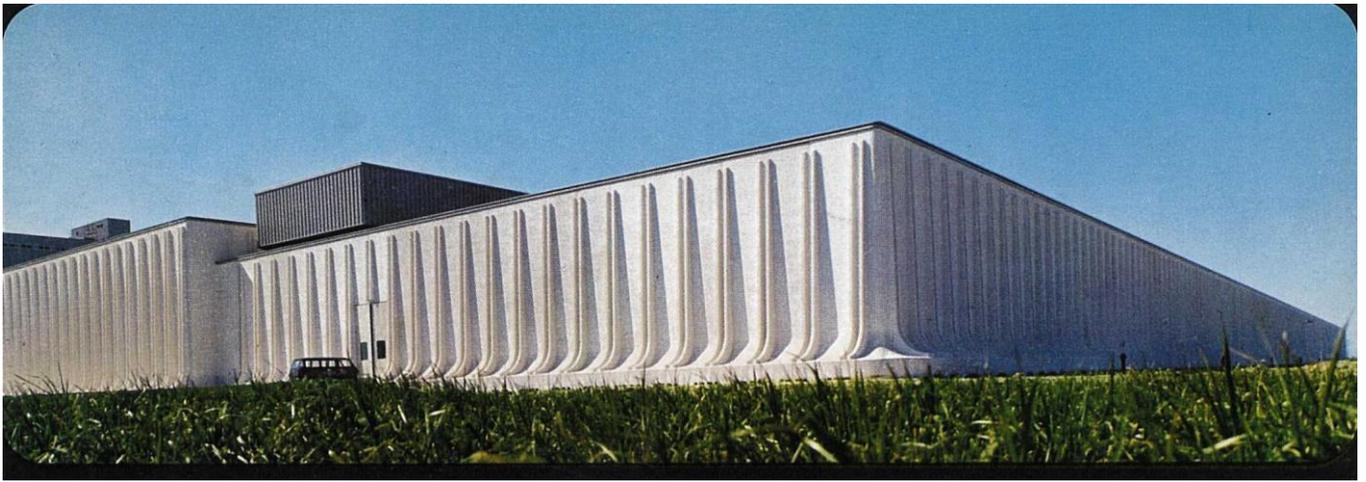


Fig. 10 Pareti perimetrali dello stabilimento Barilla realizzate con pannelli prefabbricati su apposito disegno architettonico

Infine va ricordata la notevole evoluzione dei *blocchi* in calcestruzzo, sia quelli per murature con alto pregio estetico del faccia-a-vista, sia gli “autobloccanti” dei quali oggi si contano 16 milioni di metriquadri di pavimentazioni.

8. Pannelli di tamponamento

Dai primi grezzi pannelli "per scatole" ai raffinati elementi di qualificazione architettonica degli edifici.

Il pannello di tamponamento in calcestruzzo ha ora un notevole mercato, essendo destinato non solo alle costruzioni prefabbricate, come gli edifici industriali monopiano e quelli

pluripiano, ma anche alla chiusura perimetrale delle strutture realizzate in opera. Se una volta era un elemento "scontato" cui si dedicava poca attenzione, ora è diventato quasi il simbolo che qualifica l'immagine aziendale. All'ingresso di ogni stabilimento che si rispetti vi è in mostra il campionario delle superfici: lavate, bocciardate, levigate, martellate, ..., dei più svariati colori. Il cliente che fa visita può esaminarle, prima di consultare il volumetto aziendale che inizia con la rassegna fotografica delle principali realizzazioni, dove emerge immediatamente l'aspetto architettonico delineato dalle pareti. Sapientemente composte tramite la combinazione delle pannellature opache e vetrate, queste evidenziano un'immagine di alta qualità che supporta il pregio architettonico dell'edificio.



Fig. 11 Parete a pannelli prefabbricati in graniglia colorata faccia-a-vista



Fig. 12 Pannelli prefabbricati del Centro direzionale Schiavi a Piacenza

Questa qualificazione dei pannelli di tamponamento si è fortemente potenziata nell'ultimo decennio. Vi è qualche illustre esempio precedente, come quello della fabbrica Barilla di Parma. Ma si tratta di episodi singoli e di produzioni temporanee fatte per uno specifico cantiere. Ora la produzione di pannelli di pregio rientra negli "standards" ordinari delle aziende e mostra ricorrenti realizzazioni di particolare valore, dove l'integrazione fra "design" e tecnologia raggiunge grandi livelli. Il prefabbricatore ha compreso che ora "il bello" paga e si è premurato di riformarsi il gusto architettonico.

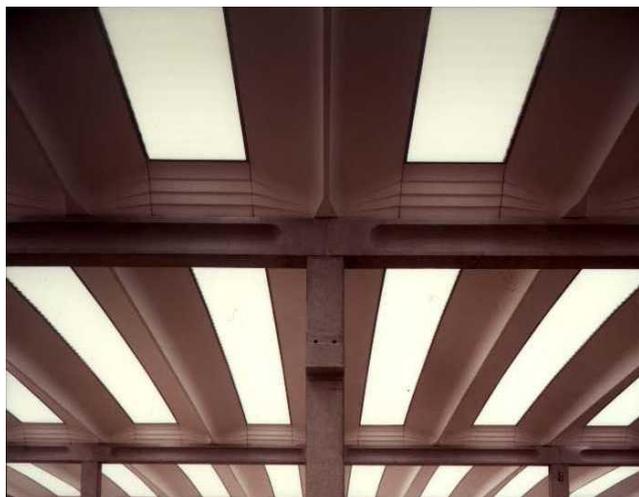


Fig. 13 Copertura di grande luce con voltine alari

9. Le grandi coperture

Gli elementi per coperture di grande luce arruolano il "design" e diventano il prodotto di punta della prefabbricazione italiana.

Vi è stato un famoso antesignano, il *siberkul*, voltina iperboloidica di piccolo spessore, scesa dalla Germania a posarsi, grazie ai concessionari locali, su molte coperture industriali del nostro paese. Era precompresso con il geniale sistema dei trefoli incrociati posti sulle direttrici della superficie iperboloidica rigata. Ebbe una certa fortuna fino dagli anni sessanta anche per luci superiori alle medie in uso all'epoca.

Tra gli anni sessanta e settanta vi è stata la notevole diffusione di un altro tipo di prodotto: l'*elemento a Y*, specie di trave di piccoli spessori che, posta distanziata da quelle contigue, andava a formare la copertura assieme alle interposte lastre ondulate. Era una soluzione economica perché, qualcuno insinuava, si dava poca copertura con tanto interspazio.

Alla fine degli anni 80 invece, il successo riservato al nuovo prodotto immesso nel mercato italiano derivava da altre qualità. Le *voltine di piccolo spessore*, con ali larghe 2,5 m per luci fino a 25 m, sono elementi costosi, con grande contenuto di analisi strutturale, di tecnologia produttiva e di progettazione compositiva. La committenza si era nel frattempo evoluta verso una maggiore sensibilità ai pregi formali e li pagava volentieri.



Fig. 14 Stabilimento Campagnolo a Vicenza, in costruzione, con travi a Ω e voltine a shed di copertura

Confesso che, personalmente coinvolto in quegli anni nella consulenza progettuale di siffatti elementi, non nuttivo grande fiducia nel loro successo, abituato com'ero e dover combattere con il risparmio del mezzo centimetro di calcestruzzo. Ma i risultati mi hanno dato torto. I nuovi elementi di pregio per coperture, o i "volatili" come qualcuno li chiama visti i nomi commerciali spesso ispirati al volo, hanno avuto un'enorme diffusione nel mercato italiano. Oggi se ne producono da 30 a 40 mila unità all'anno, per 2 o 2,5 milioni di metriquadri coperti. Presentato al recente congresso di Venezia del BIBM - Bureau International du Béton Manufacturé, questo prodotto è parso quello più evoluto dell'industria internazionale dei prefabbricati.

10. Il primato europeo

Oneri ed onori dell'industria italiana che, in base al consumo di cemento, risulta fra i maggiori contribuenti del BIBM.

L'industria italiana della prefabbricazione produce oggi qualcosa come 12 milioni di mc di calcestruzzo manifatturato all'anno, che corrisponde quasi al 14% del consumo nazionale di cemento. In Europa, in termini assoluti, siamo ai primissimi posti, mentre, in termini relativi sul totale dell'industria delle costruzioni, siamo nettamente i primi. Fatta eccezione della Spagna, che sta vivendo il suo "miracolo economico" simile a quello italiano del primo dopoguerra, in nessun paese la prefabbricazione ha una così rilevante incidenza sul totale delle opere in calcestruzzo. Ma il primato europeo vantato dalla nostra industria non è solo basato sul consumo di cemento: è supportato soprattutto dalla maturità culturale degli operatori e da una capacità di pronta innovazione che ci pone all'avanguardia nel progresso nelle costruzioni rispetto a qualsiasi paese del mondo.

Cito solo alcuni aspetti di questa capacità innovativa. Il perfezionamento della tecnologia dei calcestruzzi ha portato molti stabilimenti a produrre correntemente la classe C60/75, anche se nei calcoli strutturali non può essere pienamente utilizzata visto il limite dei 55 N/mm^2 (cubici) imposto dall'attuale normativa nazionale. Questa sistematica alta resistenza, assieme al sistema dei controlli di produzione che garantisce il rispetto dei copriferri minimi, porta ad una superiore durabilità dei prodotti prefabbricati in calcestruzzo.

La ricerca sui nuovi materiali condotta da diverse aziende vede già attive produzioni sperimentali "di frontiera", come quella dei calcestruzzi delle superiori resistenze della classe C85/100 ottenuta con opportune aggiunte (per es. microsilice), quella dei calcestruzzi rinforzati con fibre d'acciaio per eminenti impieghi strutturali, quella dei calcestruzzi con microfibre per resistenze prossime all'acciaio, quella ancora delle malte con fibre di vetro per pannelli-forma strutturali. Cito infine, per le tecnologie di produzione, la ricerca sulla maturazione a microonde dei getti che porta a cicli operativi di 6 o 8 ore.

Grazie all'attenzione riservatela dalla competente Commissione CNR nei suoi ultimi anni di intensa attività, la prefabbricazione dispone ora di una versione aggiornata delle "sue" Istruzioni, versione licenziata nel dicembre 1998. Si tratta di un documento d'avanguardia, che recepisce i più aggiornati criteri della progettazione strutturale applicata alle diverse tipologie di prodotti, affiancandoli ai corrispondenti requisiti dei controlli per le produzioni di serie, necessari per la conforme esecuzione delle strutture. *Le Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo - CNR 10025/98* aprono grandi spazi allo sviluppo del settore, fornendo il supporto normativo (volontario) per la prefabbricazione d'avanguardia degli anni 2000.



Fig. 15 Prova di carico su prototipo di grande elemento per copertura eseguita ai fini della messa a punto del progetto strutturale

Ma il CNR ha elaborato anche un altro importante documento, quello di supporto per l'aggiornamento delle Norme tecniche ministeriali del *DM 3/12/87*. Ci auguriamo che questo documento, tanto coerente con le attese di rigore innovativo del nostro Paese, venga recepito dal competente Comitato del Ministero dei LL.PP., con la salvaguardia della sua autonomia rispetto alle altre norme tecniche, autonomia che è essenziale per l'identità stessa della struttura prefabbricata.

- CEN: prEN 13369 Common rules for precast concrete products, 1999

11. Bibliografia

- M. LAVIZZARI ed altri: L'evoluzione del settore (strutture, tubi, blocchi, calcestruzzo cellulare, fibrocemento, traverse, pali, cabine, inserti), in *Beton* n. 5, 1998
- G. TONIOLO: Criteri generali per la progettazione delle voltine per coperture di grande luce, atti 11° congresso CTE, 1996
- C. BONFANTI, E. DASSORI, C. FAILLA, G. TONIOLO: Italian technology of precast concrete roof elements, atti 16° congresso BIBM, 1999
- G. TONIOLO: Application of analytical models to the seismic analysis of r.c. columns designed with Eurocode 8 rules, atti 3° congresso Wroclav (Polonia), 1999
- G. TONIOLO: Discussion on design criteria of Eurocode 8 for precast concrete structures under earthquake conditions, atti 16° congresso BIBM, 1999
- G. TONIOLO: The core system of European standards for precast concrete products, atti 16° congresso BIBM, 1999
- CNR 10025: Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo, 1998