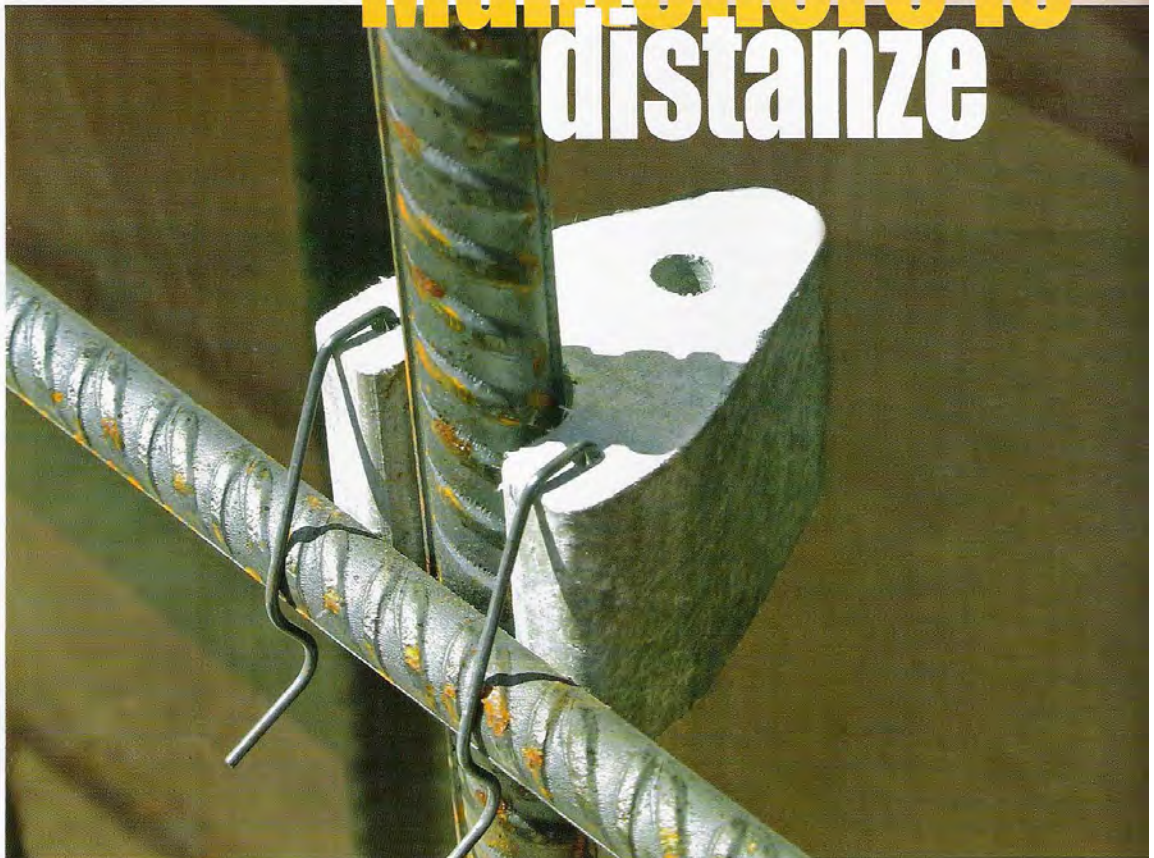


Impresa & Cantiere

CALCESTRUZZO GETTO

Mantenere le distanze



Giacomo Cusmano

La realizzazione di strutture in calcestruzzo armato non può prescindere da considerazioni sulla durata nel tempo delle opere costruite. Fondamentale, in cantiere, appare il rispetto del copriferro minimo di progetto imposto dal progettista delle strutture. L'impiego di distanziatori prefabbricati semplifica il lavoro dei carpentieri. Ma bisogna saper scegliere il giusto prodotto.

Il calcestruzzo armato, come è noto, è sicuramente il componente strutturale più impiegato nelle costruzioni italiane moderne già da diverse decine di anni. Proprio per questo, allo stato attuale esistono numerosi casi di studio di successo da un lato, ma altresì di insuccesso costruttivo dall'altra, in cui cioè le strutture suddette hanno mostrato situazioni di collasso causa repentino degrado di uno dei due componenti di base: il calcestruzzo o, alternativamente, l'acciaio (presente sotto forma di barre). Da un punto di vista scientifico i problemi di degrado delle strutture in c.a. sono ben noti e ben inquadrati e, a fianco di una solida teoria, sono stati sviluppati altrettanti prodotti commerciali atti a riqualificare le opere esistenti.

bisognose di ripristino, garantendo comunque una buona durabilità anche a opere già presentanti evidenti degradi.

Uno sguardo alla teoria

Perché le costruzioni in calcestruzzo armato non hanno una durata centenaria? Le risposte possono essere tante, ma tutte centrate sul fatto che una struttura non è mai collocata in un ambiente asettico, bensì interagisce con le condizioni al contorno del luogo, non sempre positive verso i materiali di base con cui sono realizzate le costruzioni a causa di sbalzi frequenti di temperatura, piogge acide, inquinanti atmosferici o altro. Vi sono numerosissimi casi di degrado, ma una sintesi dei principali problemi può essere così stilata:

- corrosione delle armature metalliche;
- reazioni alcali - silice coinvolgenti gli inerti;
- attacco solfatico della matrice cementizia;
- formazione di ghiaccio riguardante la matrice cementizia e gli inerti;

dilavamento della superficie del calcestruzzo da parte di acque acide; microfessurazione indotta da variazioni igrotermiche e da sollecitazioni statiche di servizio.

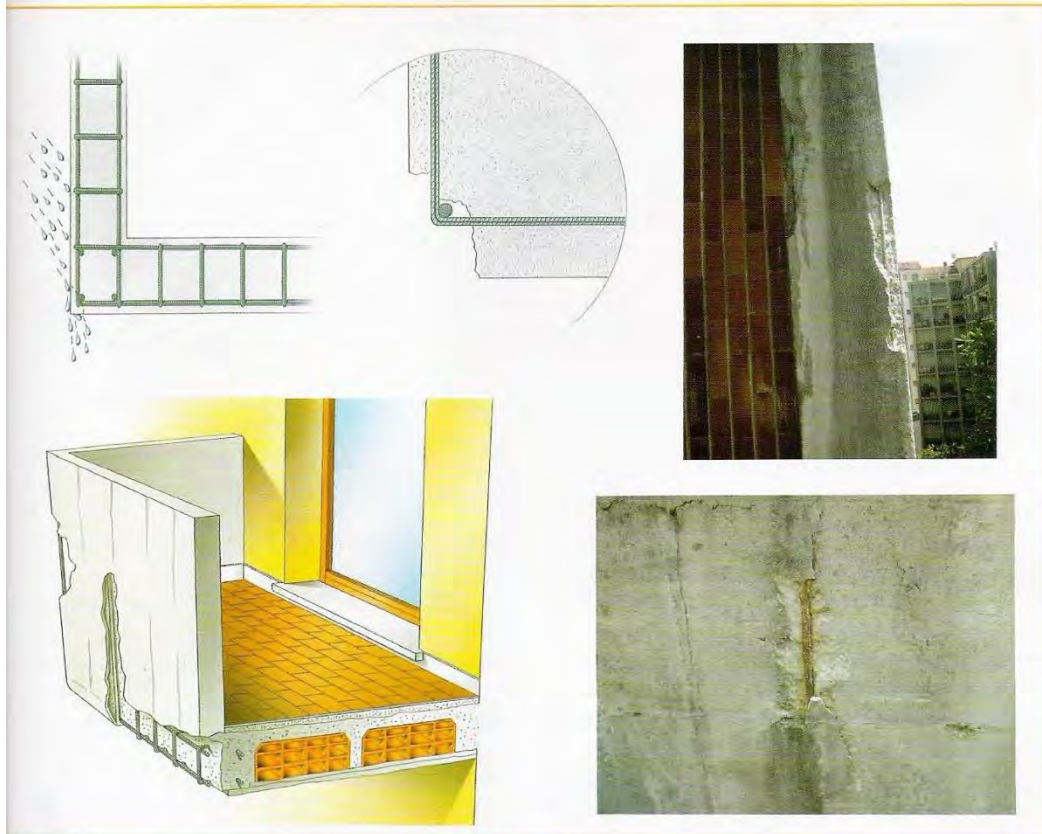
A questi problemi di ordinaria vita di un struttura si possono aggiungere degradi dovuti a:

- dissesti legati ad un pessimo comportamento sotto l'azione dinamica di un sisma;
- eventi bellici, esplosioni di tubazioni gas in generale;
- danni da incendi.

Allorché avviene un degrado vi è usualmente un distacco della parte superficiale del calcestruzzo con conseguente (più o meno immediata o diretta) esposizione delle barre di armatura all'ambiente umido e corrosivo; a ciò consegue il manifestarsi di ulteriori gravi problemi di perdita di resistenza meccanica nei confronti di sollecitazioni esterne.

I componenti metallici che principalmente subiscono un attacco sono le staffe perimetrali, la cui funzione, oltre a essere quel-

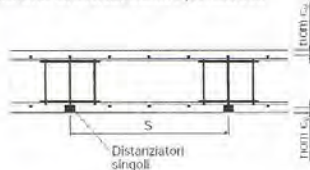
In apertura: distanziatore con molle in acciaio.



Il problema tecnico: con un inadeguato copriferro le barre d'armatura più superficiali vengono aggredite facilmente. La formazione di ruggine avviene con aumento di volume che spacca il copriferro degradando la struttura.

Distanze da rispettare tra i distanziatori per non incorrere in un'eccessiva inflessione delle barre

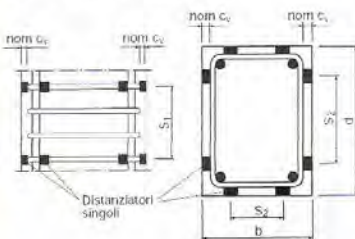
Elemento strutturale: soletta e prefabbricati



Distanza posa per distanziatori singoli

diam. ferro	quantitativi	
	max. S	pezzi m ²
fino 14 mm	50 cm	4
oltre 14 mm	70 cm	2

Elemento strutturale: travi e pilastri

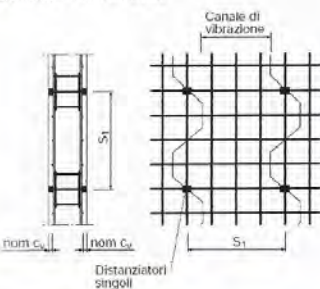


Distanza posa per distanziatori singoli

max. S ₁ direzione longitudinale		
Ø ferro longitudinale	pilastri	travi
fino 10 mm	50 cm	25 cm
12 fino 20 mm	100 cm	50 cm
oltre 20 mm	125 cm	75 cm

max. S ₂ direzione trasversale		
b oppure d	pilastri	travi
fino 100 cm	2 pezzi	2 pezzi
oltre 100 cm	min. 3 pezzi	min. 3 pezzi
max. S ₂	75 cm	50 cm

Elemento strutturale: Pareti



Distanza posa per distanziatori singoli

diam. ferro	quantità	
	max. S ₁	pezzi/m ² parete ¹⁾
fino 8 mm	70 cm	4
oltre 10 mm	100 cm	2

¹⁾ e da ogni parete

(Fonte Frank Italy)

di aumento improvviso della sollecitazione meccanica superiore. Secondariamente a tale degrado, a subire l'ossidazione sono i ferri principali longitudinali inferiori, la cui funzione di componente resistente a trazione è insostituibile nelle travi in caso di azioni flettenti (cioè è ancor più palese in caso di schema di trave semplicemente appoggiata).

L'importanza del copriferro

Alla luce della trattazione teorica di riferimento, qui riassunta semplicemente e senza pretese di insegnamento, è evidente che fondamentali ai fini di una lunga durabilità dell'opera sono le operazioni di cantiere che permettono di ottenere un prodotto finito di qualità. Dalla teoria bisogna saper passare alla pratica con strumenti e metodi di lavoro semplici e alla portata anche degli operatori meno esperti. Un ruolo fondamentale verso tale obiettivo lo riveste sicuramente il tipo di calcestruzzo adottato, perché come è noto non tutti i calcestruzzi sono uguali, e additivi o diversi componenti di base possono permettere di ottenere un prodotto più o meno prestante in funzione delle sollecitazioni ambientali.

Fondamentale, per una buona durata della costruzione finale, è quindi la

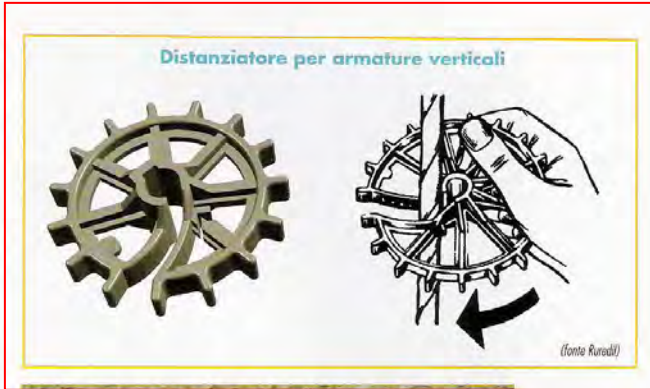
scelta dello specifico prodotto di base con cui ottenere l'impasto e del relativo rapporto acqua - cemento, così come da non trascurare è il ruolo rivestito da una corretta vibrazione dell'impasto durante il getto. Ciò, però, non basta. È evidente che, a seconda dell'ambiente sollecitante, lo strato di rivestimento delle armature non può essere lo stesso, perché anche il calcestruzzo è un materiale che "respira" e quindi, di conseguenza, minore è lo spessore del copriferro della trave e minore sarà la durata sotto l'azione di azioni ambientali esterne molto sollecitanti. In tal senso il progettista, sulla base del prodotto impiegato e dell'ambiente sollecitante per l'appunto, è solito prescrivere nelle proprie tavole esecutive di carpenteria

la di resistere al taglio nelle travi piuttosto che limitare fenomeni di svergolamento delle barre verticali nei pilastri, risulta quella di comportarsi come elementi di contenimento in caso di sollecitazione da terremoto. Il confinamento del calcestruzzo interno è infatti fondamentale per aumentare la resistenza a compressione della struttura, così come non va dimenticato l'aspetto di ottenere il più possibile una costruzione duttile.

Il degrado delle staffe comporta un lento, ma importante aumento del comportamento fragile delle sezioni, con conseguente rischio di collasso senza opportuno preavviso nel caso

scelta dello specifico prodotto di base con cui ottenere l'impasto e del relativo rapporto acqua - cemento, così come da non trascurare è il ruolo rivestito da una corretta vibrazione dell'impasto durante il getto. Ciò, però, non basta. È evidente che, a seconda dell'ambiente sollecitante, lo strato di rivestimento delle armature non può essere lo stesso, perché anche il calcestruzzo è un materiale che "respira" e quindi, di conseguenza, minore è lo spessore del copriferro della trave e minore sarà la durata sotto l'azione di azioni ambientali esterne molto sollecitanti. In tal senso il progettista, sulla base del prodotto impiegato e dell'ambiente sollecitante per l'appunto, è solito prescrivere nelle proprie tavole esecutive di carpenteria

Tipologie di degrado	
Alterazioni superficiali	
Effetto sull'opera	Cause
Perdita dell'omogeneità del colore	Assorbimento di sostanze estranee dell'atmosfera: polvere e inquinanti vari Deposito di sali in superficie Flusso in superficie di sostanze estranee
Fessurazioni più o meno estese	Fessurazioni di assestamento e ritiro in fase plastica Fessure da carbonatazione Fessure da movimento termico Fessure da ritiro igromagnetico
Scheggiature, scrostamenti o sfaldamenti della superficie	Azioni gelo-disgelo, con eventuale aggiunta di sali disgelanti Azione espansiva a seguito di ossidazione dell'armatura metallica
Alterazioni profonde	
Effetto sull'opera	Cause
Fessurazioni strutturali	Errori di progetto Errori di esecuzione Eccesso di carichi Cedimento supporti Fenomeni imprevisti come urti, esplosioni, ecc.
Disgregazione per espansione solfatica	Reazione alcalina dell'aggregato Shock termico Dilavamento da acque pure
Aggravamento fenomeni superficiali	Mancato intervento tempestivo Errori interventi di ripristino



ri le armature durante il getto, oppure gestendo il concetto di copri-ferro con pezzi di legno o di polistirolo. A fronte di numerosi insuccessi si sono imposti sul mercato prodotti più evoluti specifici per tale funzione, che, come si è visto, è fondamentale per una buona durata delle strutture.

Distanziatori: quali prestazioni?

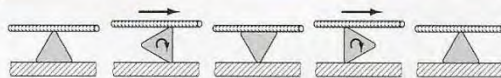
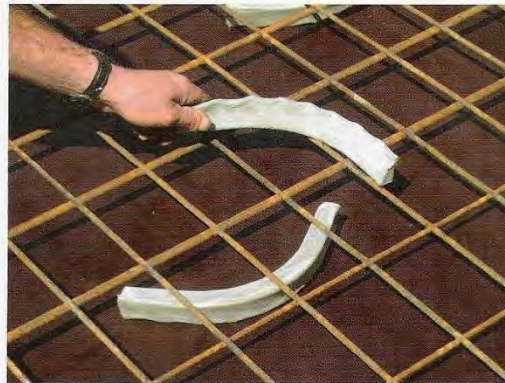
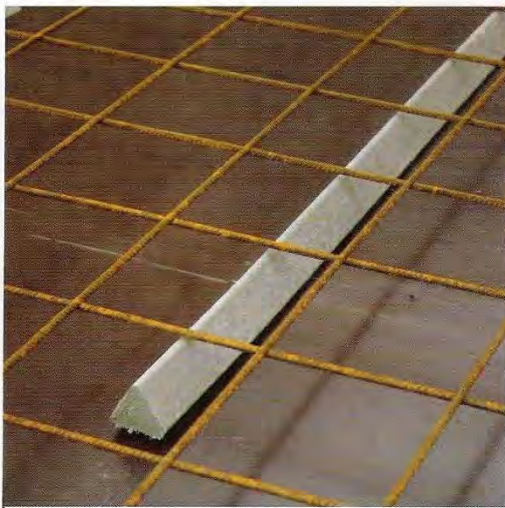
La presenza di elementi di sollevamento dal cassero delle armature non deve a sua volta diventare punto di singolarità della trave per lo sviluppo di fenomeni sgradevoli. Si segnalano pertanto i seguenti requisiti di volta in volta da considerare nel confronto tra un prodotto aziendale e un altro:

- * assenza di microfessurazioni post getto (ovvero linee di discontinuità da ritiro tra distanziatore e nuovo calcestruzzo;



Impresa & Cantiere

Nella foto a sinistra, distanziatori triangolari per grandi superfici e a destra distanziatori curvati per grandi superfici (Fonte: Frank Italy).



- alta resistenza a carichi di compressione;
- bassa e trascurabile deformabilità in caso di azioni calde e fredde;
- posizionamento stabile sia durante il getto che in presenza di azioni vibratorie causate da camminamento di operatori di cantiere sulle armature;
- impermeabilità;
- non deteriorabilità nel tempo (assenza di repentini fenomeni corrosivi);
- impronta estetica dei distanziatori rispetto alla superficie totale.

Nelle foto a destra: distanziatore per barre verticali di differente diametro (Fonte Rureddi)

Un prodotto per ogni funzione

Se concettualmente il problema è uno (assicurare sempre e ovunque la corretta distanza tra le barre d'armatura e il cassero) numerose sono le alternative tecnologiche con cui si può intervenire in fase di cantiere. Nella scelta del distanziatore più corretto bisogna di volta in volta compiere considerazioni in merito a:

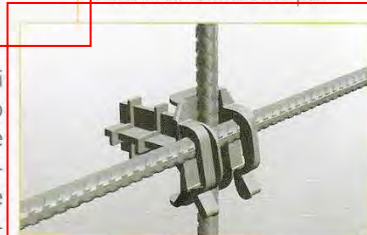
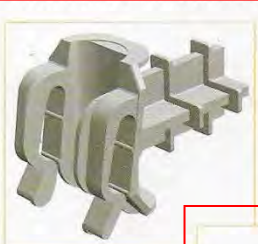
- finitura estetica della trave: occorre ragionare sulla necessità, espressa da molti progettisti, di lasciare l'elemento strutturale a vista, ovvero senza intonaco di rifinitura. In tal caso è sicuramente più opportuno puntare verso prodotti distanziatori con base in calcestruzzo fibrorinforzato, lasciando a elementi in pvc un altro impiego; tali prodotti, infatti, permettono di ricreare un'uniformità visi-

va d'insieme senza l'effetto di bolli dall'estetica non sempre piacevole;

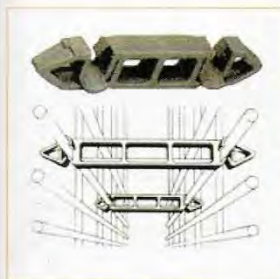
- tipologia di fissaggio, verticale o orizzontale: la protezione delle barre non deve essere un pensiero del progettista solo per ciò che attiene la parte inferiore delle travi o delle strutture in generale, bensì deve interessare anche i fianchi laterali delle strutture. In tal senso, tenere in posizione una barra o più barre in verticale durante il getto del calcestruzzo piuttosto che in orizzontale richiede attività di posa differenti; tutte operazioni che prodotti specifici distanziatori possono facilitare;

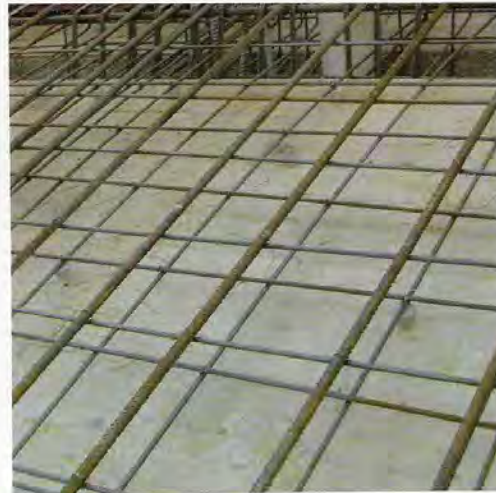
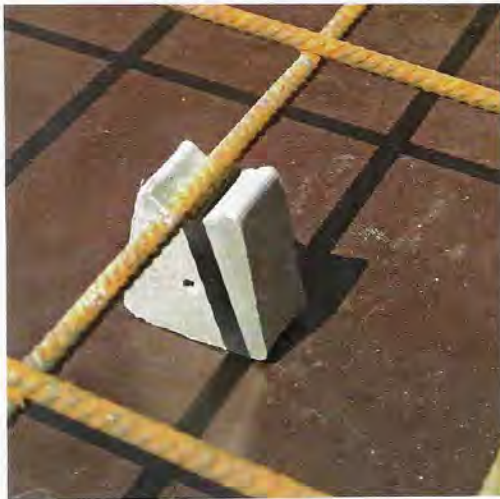
• presenza di piastre d'armature pesanti: via via che le strutture si allungano in campate e dimensioni di fatto si tende a far impiego di barre grosse sempre più pesanti. Altresì il loro numero può diventare rilevante, ragion per cui pochi distanziatori puntuali possono fornire precisione in alcuni punti, ma di fatto consentono un naturale imbarco d'insieme sotto l'azione del peso proprio o, nei casi peggiori, la deformazione plastica a flessione delle barre sotto l'azione del peso di un operatore che cammina sull'insieme delle barre (prima del getto). Non va poi dimenticato che il camminare sulle armature posate può causare un accidentale ribaltamento o inclinazione verso il cassero del distanziatore pun-

tuale. In presenza di piastre di armature o armature diffuse e numerose di travi, condizione sicuramente più agevole e perfor-



Distanziatore doppio per gobbie di armature verticali (Fonte Aneltec)





A sinistra: distanziatore in fibrocemento semplice, a lato distanziatori con base in calcestruzzo fibrorinforzato. (fonte: Frank Italy)

mante è l'impiego di distanziatori ad "anello" o "curvilinei" da disporre in maniera omogenea sul piano uniforme orizzontale di casseri. Tali prodotti, possedendo una base di appoggio più ampia, assicurano di fatto una maggiore pedonabilità del sistema. Ovviamente, per strutture da lasciare a vista o anche laddove l'ambiente è molto aggressivo, anche in questo caso sono da preferire componenti che creano l'appoggio sul cassero mediante "punta conica" (bassa superficie a contatto con il cassero, alta superficie a contatto con le armature), cosicché il nuovo calcestruzzo del getto di fatto ingloba quasi totalmente le barre, sposandosi in un unico legame con ogni distanziatore singolo. La linea di possibile differente ritiro è praticamente ridotta in tal modo ai minimi termini;

• presenza di doppie reti parallele: come è noto, per il rispetto dei vincoli di normativa, nelle pareti continue in calcestruzzo armato è d'obbligo predisporre almeno due reti di armatura parallele (una su un fianco e l'altra su quello opposto, a formare un sandwich del calcestruzzo centrale). Altri tali armature devono essere collegate tra di loro con almeno sei "spille" al metro a formare dei ganci che, in caso di forti azioni di compressione, impediscono l'espansione laterale dei materiali. Per ciò che attiene le pareti continue l'attenzione delle imprese edili può essere spostata non su distanziatori singoli, bensì su distanziatori plastici doppi che, collegando in un'unica operazione entrambe le reti, assicurano pulizia operativa in cantiere e semplicità di lavoro nella formazione delle gabbie d'armatura;



• presenza di differenti barre incrociate: l'unione tra barre di differente diametro tradizionalmente è sempre svolta con classico fil di ferro da carpenteria, ma va evidenziato al lettore che in commercio vi sono distanziatori che, con inserimento a clip, realizzano contemporaneamente la funzione di assicurare l'equidistanza tra casseri laterali e armature e una valida unione tra barre incrociate stesse;

• sollevamento delle gabbie: in cantiere può capitare la necessità di spostare leggermente le armature per errori di posa, piuttosto che causare un provvisorio sollevamento flessionale delle barre durante il camminamento sull'insieme di armature da parte dei medesimi operatori. Tali operazioni (all'apparenza innocue) non devono vanificare il lavoro di giustapposizione delle barre con i distanziatori. In commercio sono dunque prevalentemente da preferire distanziatori in PVC che a clip si uniscono tenacemente alle barre e/o distanziatori in calcestruzzo fibrorinforzato dotati di filo di collegamento da piegare sulle barre a formare un legame stabile e sicuro anche in caso di azione sollevante le barre. A fronte dell'ampio panorama di tecnologie e soluzioni tecniche alternative attuabili emerge chiaramente come ad un unico problema all'apparenza semplice (mantenere una distanza costante tra casseri e ferri) corrispondano in realtà numerosissime vie di approccio risolutive, che possono notevolmente semplificare il lavoro operativo di cantiere dell'impresa edile. Viceversa le squadre di carpenteria dovrebbero capire che soluzioni alternative inventate in cantiere, seppur di minore apparente costo, di fatto portano a minore qualità e paradossalmente aumentano i tempi di lavoro causa attività artigianali del sistema. Al giorno d'oggi si può pretendere maggiore accuratezza. ■

A lato: distanziatori a croce per barre singole. (Fonte Aneltec)