

SCC per le strutture della nuova università Bocconi

Salvatore Tavano, Addiment Italia srl

Progetto

Nel corso del mese di gennaio 2005 sono cominciati i lavori del secondo blocco del piano edilizio "Bocconi 2000" dell'Università Bocconi di Milano. Il cantiere è situato in Via Bligny e la struttura, progettata dagli architetti Yvonne Farrell e Shelley McNamara, titolari del Grafton Studio di Dublino, prevede la costruzione di un edificio multifunzionale esteso su una superficie di 45.000 mq, con 883 tra uffici, laboratori, centri di ricerca e servizi di varia natura, per un totale di 1.000 posti di lavoro.



Fig. 1 - Panoramica del cantiere in via Bligny.

L'Aula Magna, progettata per ospitare 1.000 posti a sedere divisibili in due sale, costituirà il cuore del complesso, strutturandosi sino al sottosuolo; è previsto inoltre un parcheggio sotterraneo da 190 posti auto, oltre a tre sale conferenze e una sala riunioni.

Nel complesso l'edificio prevede tre piani interrati e più corpi da 4 - 5 piani affioranti; la complessità della realizzazione è quindi non solo architettonica ma anche strutturale, collocandosi l'opera in pieno centro storico di Milano a pochi metri dalla falda acquifera (attualmente a - 12 m).

La durata del progetto è di tre anni, dal 2005 al 2007; i costi realizzativi sono dell'ordine di 60 milioni di euro.

Dati dell'intervento

Committente: Università Commerciale Luigi Bocconi – Milano

Progetto architettonico: Arch. Shelley McNamara, Arch. Yvonne Farrell – Grafton Studio Dublino

Direzione lavori: Ing. Marco Ferrario – Milano

Progettazione e direzione lavori opere strutturali in calcestruzzo SCC: Ing. Emilio Pereira – Milano

Impresa appaltatrice dei lavori: GDM Costruzioni S.p.A.

Realizzazione

Per i getti di alcune parti delle strutture in costruzione è stato richiesto dalla Direzione Lavori dell'Università Bocconi un calcestruzzo autocompattante (SCC) con determinati requisiti tecnici, tra cui:

- Slump-flow dopo 2 ore: 70 – 80 cm,
- V-funnel massimo dopo 2 ore: 8 secondi,
- Faccia a vista di ottima qualità.

Per tale calcestruzzo sono stati sperimentati due additivi superfluidificanti Addiment – **COMPACTCRETE 39/T100** e **COMPACTCRETE 39/T75** - che hanno consentito un approccio concreto al soddisfacimento dei requisiti posti dal capitolato molto severo (tabella 1). In particolare Addiment **COMPACTCRETE 39/T75** è quello che si è mostrato più promettente.

Componente	Tipo	Dosaggio Additivo (l/m ³)
Cemento	42.5 II A-L	
Filler	Calcare	
Aggregati 1	Sabbia	
Aggregati 2	Ghiaia	
COMPACTCRETE 39/T100	Superfluidificante di nuova generazione	4,9
COMPACTCRETE 39/T75	Superfluidificante di nuova generazione	6,5
a/c	0,51	
a/p in volume	0,88	

Tabella 1 – Componenti e caratteristiche della miscela

L'esecuzione dei primi getti è avvenuta alla fine del mese di giugno 2005, quando le temperature esterne erano già di circa 35°C. In queste condizioni il primo prodotto proposto - ovvero **COMPACTCRETE 39/T100**, un superfluidificante di nuova generazione a base polycarbossilica adatto a calcestruzzi preconfezionati a lungo mantenimento di lavorabilità - ha dato un buon risultato fino ad un'ora, con successiva caduta dei valori prima della scadenza della seconda ora (tabella 2).

M.V. = 2.368 kg/m ³			
Tempo (min)	Slump-flow (cm)	V funnel (s)	T cls (°C)
t=0'	83	6,6	25,6
t=30'	77		26,7
t=60'	73		26,5
t=90'	64 *		26,2

Tabella 2 - Risultati di prove in laboratorio con **COMPACTCRETE 39/T100**

* *Slump-flow noon rispondente alle specifiche di progetto*

Per risolvere questo problema si è cominciata una fase di prove con un nuovo prodotto: un secondo additivo superfluidificante di nuova generazione a base polycarbossilica con caratteristiche di mantenimento ancora più spinte ancorché la sua diversa efficacia richiedesse dosaggi di additivo più elevati (**COMPACTCRETE 39/T75**). Le prove di laboratorio eseguite con quest'ultimo additivo hanno dato risultati molto positivi (tabella 3), quindi si è provveduto ad eseguire, con la stessa ricetta, prove in autobetoniera confezionando 4 m³ di calcestruzzo tenuto in costante movimento a bassi giri (tabella 4).

M.V. = 2.356 kg/m ³			
Tempo (min)	Slump-flow (cm)	V funnel (s)	T cls (°C)
t=0'	80	6,7	31,6
t=10'	81		30,9
t=20'	81		30,3
t=30'	80		29,7
t=60'	76		28,8
t=90'	75		28,2
t=120'	76	7,8	27,6

Tabella 3 – Risultati di prove in laboratorio con **COMPACTCRETE 39/T75**

M.V. (t=0') = 2.361 kg/m ³					
M.V. (t=120') = 2.369 kg/m ³					
Tempo (min)	Slump-flow (cm)	V funnel (s)		T ambiente (°C)	T cls (°C)
0'	80	4,2	4,6 (t = +5')	33,0	34,0
30'	81	4,5		33,0	33,4
60'	80	4,5		33,3	34,1
90'	76	7,3 anomalo		34,2	34,5
120'	75	5,2	7,2 (t = +5')	34,0	35,5

Tabella 4 – Risultati di prove in autobetoniera con **COMPACTCRETE 39/T75** e in costante movimento a bassi giri

Nel grafico che segue è rappresentato il comportamento del calcestruzzo in relazione all'additivo usato: è possibile osservare il netto miglioramento ottenuto sul mantenimento di lavorabilità nonostante le elevate temperature ambientali.

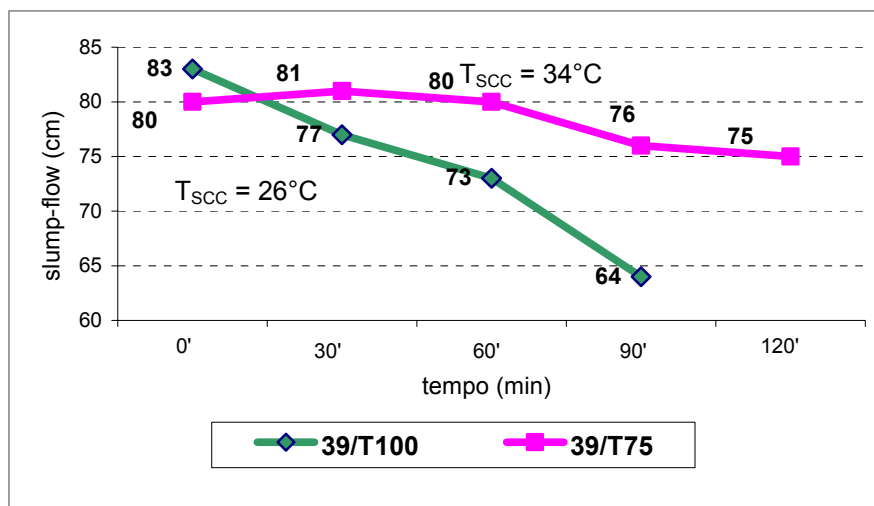


Fig. 2 – Comportamento del calcestruzzo in relazione all'additivo usato

Con l'impasto realizzato con **COMPACTCRETE 39/T75** sono stati confezionati in laboratorio dei cilindri in calcestruzzo.

Attraverso questi cilindri si sono evidenziate delle bolle d'aria sul faccia a vista, che pur essendo di buon livello non era ancora accettabile dalla Direzione Lavori (Figura 3). Per risolvere questo problema è stata proposta una modifica del sistema antischiUMA contenuto nel superfluidificante, in modo da migliorarne ulteriormente la performance per quanto riguarda il faccia a vista.

Con l'additivo così modificato – **COMPACTCRETE 39/T75 SCC** - sono state eseguite prove di getto sia in laboratorio, realizzando dei cilindri come in precedenza, sia direttamente in cantiere. Dalla Figura 3 risulta evidente il miglioramento sul faccia a vista riscontrato in laboratorio.



Fig. 3 - Confronto tra i cilindri prodotti in laboratorio centrale Unical con **COMPACTCRETE 39/T75** e **39/T75 SCC**: dettagli del faccia a vista.

Visti, quindi, gli ottimi risultati ottenuti in laboratorio si sono confezionati 8 m³ di calcestruzzo per le prove in cantiere; i parametri misurati sono riportati in Tabella 5.

Resistenze meccaniche a compressione:

- a 18 ore: 21 N/mm²
- a 3 giorni: 30.8 N/mm²

Il calcestruzzo autocompattante ottenuto con questo additivo ha permesso, nonostante le elevate temperature, la realizzazione di differenti elementi, tra cui pilastri da 30 m³ e solette.

		Slump flow (cm)	V funnel (s)	J ring (cm)	T ambiente (°C)
Betoniera 1	t=0'	80			32,0
	t=60'	79	4,7	75	
Betoniera 2	t=0'	80			
	t=60'	78	5,2	78	
Betoniera 3	t=0'	80			
	t=60'	80	4,9	79	
Betoniera 4	t=0'	80			
	t=60'	76	6,9	74	
Betoniera 5	t=0'	80			
	t=60'	79	6,8	78	

Tabella 5 – Risultati di prove in cantiere con **COMPACTCRETE 39/T75 SCC**



Fig. 4, 5, 6 - slump-flow, j-ring, V-funnel test.

Le foto scattate in cantiere danno un'idea della qualità del faccia a vista. Per quanto riguarda i getti delle solette (Figure 9, 10) è possibile osservare come la qualità del calcestruzzo raggiunta ottemperi ai requisiti di lavorabilità richiesti, senza incorrere in problemi di segregazione o di bleeding.



Fig. 7 - Dettaglio del pilastro.



Fig. 8 - Dettaglio del faccia a vista



Fig. 9, 10 - Dettagli della soletta.



Risultati

Tre obiettivi importanti sono stati raggiunti attraverso l'uso dell'SCC:

- la riduzione al minimo della manodopera,
- l'eliminazione delle operazioni di staggiatura e vibrazione,
- l'eliminazione del rumore da vibrazione in cantiere.

Inoltre un quarto risultato, non presente in altri SCC, riguarda il mantenimento della lavorabilità a due ore con temperature ambiente maggiori di 30°C, senza compromettere le resistenze iniziali.

Attraverso la raccolta sistematica di dati tecnici relativi alle gettate in opera è possibile dimostrare la piena affidabilità del prodotto in uso nella costruzione della nuova università Bocconi: le prove in cantiere e la misura delle resistenze raggiunte a 7 e a 28 giorni testimoniano un mantenimento dei requisiti prestazionali del calcestruzzo nel tempo.

Nella Tabella 6 vengono esposti i valori medi dei risultati raccolti nel corso di tre mesi di getto.

Gli scarti quadratici medi relativi alle resistenze meccaniche sono risultati nella norma e i valori di slump-flow compresi tra 75 e 80 cm.

	Rck (N/mm ²)	CONS	C. ESP.	D MAX (mm)	SLUMP FLOW* (cm)	MASSA VOLUMICA 7 GG (kg/m ³)	MASSA VOLUMICA 28 GG (kg/m ³)	RESIST. 7 GG (N/mm ²)	RESIST. 28 GG (N/mm ²)
Valori medi	35	SCC	XC1	≤25	77	2.360	2.366	41,4	47,4

Tab. 6 Valori medi dei risultati raccolti nel corso di tre mesi di getto

*Misurato in cantiere

Conclusioni

La realizzazione, ancora in corso, dei manufatti prodotti con il calcestruzzo SCC e destinati alla nuova Università Bocconi, dimostra come il livello della tecnologia oggi raggiunto consenta di operare con maggior sicurezza e con elevata costanza delle caratteristiche richieste dal capitolato.

Come è noto, il calcestruzzo SCC si è sviluppato sia all'estero che in Italia dapprima nel settore del calcestruzzo prefabbricato laddove, per ragioni legate a differenti tipologie impiantistiche e differenti tempi di trasporto, è più facile tenere i vari parametri sotto controllo. Tuttavia, come dimostra l'esempio applicativo riportato nel presente articolo, pensiamo che anche per il calcestruzzo SCC preconfezionato si apriranno ulteriori possibilità di sviluppo oltre i livelli già ora raggiunti.

ADDIMENT ITALIA S.r.l.

Additivi per calcestruzzo
Prodotti chimici per l'edilizia

Direzione e Stabilimento
Via Roma, 65
24030 Medolago – BG –
tel. 035 4948558
fax 035 4948149
www.addimentitalia.it
info-vendite@addimentitalia.it