

# L'automazione e l'informatica applicata al trasporto del calcestruzzo

di Elvio Suozzi

## Premessa

Il livello raggiunto dai sistemi di automazione del settore della produzione e fornitura del calcestruzzo consente al confezionatore di raggiungere livelli di costanza e ripetibilità delle caratteristiche del prodotto, al punto di carico dell'autobetoniera, un tempo insperati e di avvicinarsi sempre di più ai valori prestazionali previsti in laboratorio dal tecnologo.

Le possibilità di automatizzazione, al momento disponibili per il produttore di calcestruzzo, permettono di gestire:

- la progettazione delle ricette
- le fasi della produzione
- l'organizzazione del trasporto.

## La progettazione delle ricette

Esistono programmi in grado di supportare le attività di laboratorio di progettazione delle ricette e controllo delle prestazioni. Un software completo richiede di essere in grado di:

- proporzionare gli aggregati secondo una o più curve granulometriche di riferimento standard (Fuller, Bolomey, cubica, Faury) o sperimentali;

- elaborare le composizioni delle ricette sulla base delle prove di laboratorio e dei limiti prestazionali richiesti (resistenza, rapporto acqua/cemento,...);
- definire un formulario di ricette a prestazione tenendo conto dello scarto quadratico medio della produzione e delle consistenze reali.

Una uscita dei dati compatibile con il sistema di controllo automatico dei dosaggi permette un più semplice ed efficace aggiornamento della produzione. Alcuni sistemi permettono un interfacciamento bidirezionale con il sistema di automazione della centrale di produzione, trasferendo a questa in tempo reale le ricette elaborate e prelevando dall'archivio storico i dati "reali" di ogni singolo carico, utili alla verifica e ritaratura del sistema.

Sono stati realizzati anche dei programmi in grado di supportare l'azienda nel controllo delle prestazioni e quindi dell'aggiornamento delle ricette: l'analisi può essere effettuata in questo caso su carte di controllo costruite elaborando i dati con alcune tecniche statistiche (media mobile, cu.summ, ecc.).

## La gestione delle fasi della produzione

I primi sistemi avevano lo scopo di regolare, in automatico, le operazioni di dosaggio dei componenti per evitare la "variabile uomo" nella predisposizione degli impasti. In questi anni le automazioni si sono evolute, soprattutto in tre direzioni:

- riduzione dei tempi di carico;
- diminuzione della variabilità della produzione;
- miglioramento dell'interfacciabilità con altri sistemi (fatturazione, controllo ricette,...).

Alcuni software permettono per esempio di programmare non solo i dosaggi ma anche le sequenze di carico, specialmente per alcune ricette che per la loro composizione sono a rischio di carente omogeneizzazione (formazione di palle).

Anche i dispositivi di rilevazione del grado di



umidità negli aggregati, essenziali per la determinazione e il controllo del rapporto acqua/cemento, si sono evoluti: da semplici elementi resistivi si sono studiate nuove forme di rilevazione (capacità elettrica, assorbimento delle microonde) e i trasduttori sono stati arricchiti da "parti pensanti"; alla semplice correlazione valore letto - umidità è stato aggiunto un sistema di analisi informatica dei dati, con la possibilità quindi di effettuare controlli che tengono conto di più fattori e quindi più precisi.

Per consentire un controllo più completo della produzione e introdurre elementi utili, se non necessari, alla contabilità industriale sono state inserite nuove funzioni, per esempio la registrazione delle pesate, la gestione dell'archivio Clienti, la segnalazione dei fuori tolleranza e la registrazione delle azioni effettuate, l'implementazione di procedure e registrazioni utili ai fini del Sistema Qualità.

Per consentire la massima efficienza operativa sono state studiate architetture dotate di interfacce video-grafiche "user friendly" che non richiedono specifiche competenze informatiche all'addetto di centrale.

### La gestione del trasporto

È noto che le caratteristiche di un calcestruzzo conforme al punto di carico possono venire compromesse durante la fase di trasporto e consegna. È pertanto esigenza sempre più sentita la estensione del controllo del ciclo produttivo anche a questa delicata e importante fase.

Le prime esperienze fatte nel passato hanno portato a risultati poco entusiasmanti e comunque onerosi, per la mancanza di tecnologia adeguata per effettuare questi controlli a distanza.

La diffusione di nuovi sistemi di comunicazione e lo sviluppo di nuovi sistemi hardware ha permesso lo sviluppo in questi ultimi mesi di nuovi programmi che permettono un interscambio in tempo reale delle informazioni tra centrale e autobetoniera e quindi ha dato la via allo studio di nuovi sistemi di rilevazione di informazioni utili al controllo del servizio del trasporto e consegna del calcestruzzo.

Recentemente si stanno installando presso alcuni produttori dei sistemi in grado di:

- controllare le prestazioni del calcestruzzo durante la fase di carico, trasporto e consegna;
- ottimizzare l'utilizzo dei mezzi di trasporto;
- registrare i dati utili ai fini del completamento del documento di trasporto e della fatturazione;
- registrare alcuni valori utili ai fini di una elaborazione statistica per rilevare il grado di efficienza del servizio.

Per il controllo del prodotto caricato è indispensabile rilevare una o più variabili che possano essere correlate in modo ripetibile al parametro "lavorabilità" del calcestruzzo fresco. Tra le variabili più importanti da tenere sotto controllo c'è il rapporto acqua/cemento, finora ricavato attraverso una correlazione dei valori ricavati sul manometro che misura la pressione del circuito idraulico preposto per governare la rotazione del tamburo.

Sono attualmente in fase avanzata di sperimentazione nuovi dispositivi, installati direttamente nel tamburo, per migliorare questa valutazione. Nel frattempo, per rendere più affidabile il valore rilevato dal manometro, che da solo risulta scarsamente significativo, questo viene analizzato tenendo conto di altri parametri:

- velocità e senso di rotazione del tamburo;
- tipologia del calcestruzzo e quantità caricata;
- temperatura ambiente e condizioni climatiche;
- autobetoniera e stato di usura;
- durata del trasporto.

Dalla elaborazione di queste informazioni, effettuata in automatico con l'ausilio di particolari algoritmi, si ottengono valori più precisi e ripetibili della consistenza con la possibilità per il produttore di potere garantire, con più efficacia, il rapporto acqua/cemento e la lavorabilità alla consegna.

Il confronto inoltre con i dati previsti dalle ricette permette un reale controllo delle prestazioni dei costituenti e quindi di avviare azioni preventive quali ad esempio, la modifica del dosaggio di alcuni costituenti o la rielaborazione della curva granulometrica. Il sistema permette inoltre di rilevare e registrare le



Rilevatore dello slump in autobetoniera

eventuali aggiunte di acqua effettuate durante il trasporto e la consegna. La possibilità di documentare tutta la fase di carico, trasporto e consegna rappresentano una importante garanzia di conformità del prodotto fornito.

Importante innovazione, frutto di recenti sperimentazioni, è l'utilizzo di tecnologie di trasmissione dati tra automezzo e sistema centrale che impiegano dispositivi all'infrarosso e/o messaggi SMS della rete cellulare, eliminando di fatto l'impiego di cavi elettrici e tubi idraulici e assicurano, in tempo reale, un controllo attivo del mezzo anche nelle fasi di trasporto e consegna.

Per potere rilevare e gestire queste informazioni, oltre al sistema centrale, sulle autobetoniere di norma viene installato:

- 1 sensore di pressione
- 2 sensori magnetici per la rilevazione del senso e velocità di rotazione del tamburo
- segnalatore luminoso indicante il raggiungimento della velocità e/o la fine omogeneizzazione

**Informazioni da autobetoniera a centrale**

- Numero identificativo del mezzo
- Condizione di macchina in posizione e autorizzazione al carico
- Pressione del manometro e rilevazione della consistenza (in futuro tramite sensore interno)
- Senso di rotazione e velocità del tamburo
- Quantità di acqua immessa prima della fase di carico (lavaggio)
- Quantità di acqua immessa successivamente al carico
- Memorizzazione del valore del manometro a inizio scarico
- Dati di identificazione del DDT
- Data e ora di arrivo al punto di consegna
- Data e ora inizio scarico
- Data e ora fine scarico
- Quantità gasolio utilizzato

**Informazioni da centrale a autobetoniera**

- Durata di omogeneizzazione (deve essere trascorsa in modo continuativo per potere autorizzare lo scarico, viene azzerata a ogni interruzione)
- Velocità del tamburo MINIMA per autorizzare il carico
- Quantità di acqua erogabile MASSIMA
- Dati di identificazione del DDT



- 1 diffusore all'infrarosso
- 1 dispositivo a microprocessore
- 1 lanciaimpulsi per conteggio acqua
- interfaccia per rilevamento satellitare della posizione
- sistema di comunicazione tramite messaggi SMS

Per ottenere maggiori prestazioni:

- sonda di rilevamento temperatura del calcestruzzo
- lanciaimpulsi per conteggio utilizzo gasolio
- stampante di etichette relative alle informazioni da allegare alla bolla

Dall'elenco sopra indicato si evidenzia la possibilità di potere rilevare in tempo reale la posizione dei mezzi, con la possibilità quindi per l'operatore di organizzare e gestire con maggiore efficacia il programma delle consegne e la fatturazione dei tempi di sosta presso il cantiere.

Il sistema base descritto opera "on line" quando l'automezzo è in posizione di carico. Le ulteriori informazioni vengono registrate e trasmesse al sistema al ritorno in centrale, oppure in tempi prestabiliti o su specifica richiesta della centrale.

Il sistema è inoltre in grado di registrare, oltre alla posizione, anche il tracciato del percorso, le fermate effettuate, la velocità del mezzo.

L'apparecchiatura si compone di un sistema a microprocessori dotato di un sofisticato ricevitore GPS, di un telefono cellulare GSM veicolare, di una interfaccia di gestione delle informazioni.

I dati di uscita presso la centrale possono essere visualizzati anche su interfacce grafiche con cartografie personalizzate in funzione della zona di consegna. Inoltre è possibile evidenziare i percorsi da effettuare, individuare quelli ottimali e prevenire la durata del trasporto. Questi dati possono essere stampati ad uso del conducente.

**Conclusioni**

Il controllo globale del processo produttivo del calcestruzzo - materie prime, progettazione ricette, produzione, controllo prestazioni, trasporto, consegna - è oggi realtà.

Le soluzioni studiate dalle aziende specializzate e in fase di sviluppo ci permetteranno di organizzare il nostro sistema all'insegna della riduzione dei costi e ottimizzazione dei servizi al Cliente. Possiamo quindi concludere con uno slogan **"ATTENZIONE, IL FUTURO E' ADESSO"**.

*Il sistema GPS e di trasmissione dati via telefono cellulare con messaggi SMS*