

# Controllo integrato dell'attività di fabbrica

## Dalla progettazione alla definizione dei costi

Fabrizio Di Crosta, Sergio Pio Angelillis

L'esigenza di rispondere a specifiche della norma ISO/TS 16949, a richieste di informazioni da parte dei clienti, alla necessità di avere un controllo e consecutivamente poter effettuare una analisi del sistema fabbrica ha determinato la nascita di un processo di informatizzazione della produzione e attività interconnesse. L'introduzione graduale di un SGP (Sistema Gestione Produzione) ha comportato un cambiamento delle procedure per la progettazione dei cicli di produzione e controllo, delle procedure di rilevazione dati da parte degli operatori di fabbrica, rendendo la gestione della produzione e delle attività di supporto (gestione strumenti, manutenzione, costificazione) più efficace ed efficiente, in un'ottica di miglioramento continuo della qualità e dei processi produttivi.



### Keyword

MES, Iso/TS 16949, Iso 9001:2000, sistemi informativi, Web, indicatori, OEE, KPI, process capability, produzione, manutenzione, qualità, taratura, carte di controllo.

R. Biemme Tech è un'azienda nata recentemente dall'omonimo gruppo industriale. Produce particolari meccanici utilizzando la tecnologia delle polveri metalliche che trova sempre maggiori applicazioni negli impieghi dell'industria meccanica. L'attività svolta è condotta e sviluppata da personale specializzato dotato di pluriennale esperienza tecnico-commerciale nella metallurgia delle polveri. Sia per le richieste di clienti importanti del settore automotive, sia per qualificarsi sul mercato dei componenti meccanici di precisione, l'azienda nel 2006 ha deciso di implementare un Sistema di Gestione per la Qualità e di perseguirne la certificazione secondo la norma ISO/TS 16949, che integra la ISO 9001:2000 con requisiti aggiuntivi e specifici per il settore automotive.

### Descrizione del progetto

#### Le Origini del progetto

Il primo passo del progetto, avvenuto tra la fine del 2006 e l'inizio del 2007, è stata la progettazione del sistema documentale (manuale, procedure, modulistica ecc.), demandata ad un consulente esterno specializzato, da cui è però emersa la necessità/opportunità di informatizzare la gestione della produzione e

dei controlli qualità per rispondere ai requisiti della norma e per soddisfare le esigenze di efficacia ed efficienza richieste dal management e dai clienti.

Dall'analisi di mercato effettuata è derivata la scelta di realizzare un prodotto specifico per le esigenze dell'azienda, sviluppato ad hoc dal partner individuato (OPT Solutions), adottando una piattaforma tecnologica moderna che permettesse di ottenere la massima efficienza nell'utilizzo dello strumento informatico, consentendo l'operatività anche da remoto e la generazione di indicatori in tempo reale. L'applicativo doveva inizialmente gestire in modo completo il processo di produzione e controllo dei particolari meccanici prodotti dall'azienda, secondo le procedure stabilite ad inizio 2007, conformi ai requisiti della norma ISO/TS 16949. Dunque il software SGP doveva consentire il caricamento dell'ordine cliente, la definizione del ciclo di produzione e controllo, la pianificazione della produzione, la registrazione dell'avanzamento della produzione e dei controlli ed infine la chiusura e consuntivazione della commessa.

L'impostazione definita in fase di progettazione dell'applicativo è stata orientata allo sviluppo in futuro di ulteriori funzionalità e quindi prevedeva la gestione delle risorse (macchine, strumenti, operatori), dei reparti, dei centri di costo ecc.



Figura 1 - Genesi del progetto

F. Di Crosta, R. Biemme-Tech, Bellocchi di Fano (PU); S.P. Angelillis, OPT Solutions, Sulmona (AQ) c/o Incubatore Sviluppo Italia Abruzzo

*Planning triennale del progetto*

Il progetto come è stato affermato è nato nel 2007 con una pianificazione triennale caratterizzata dalle seguenti macro fasi operative:



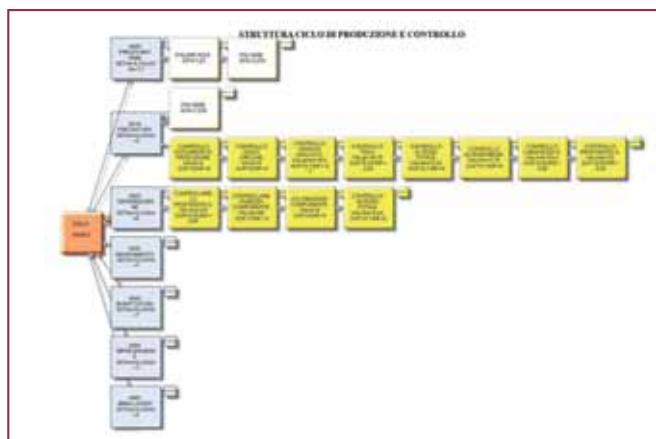
**Figura 2 - Planning**

*L'avvio dell'applicativo*

Il software per la gestione della produzione è stato avviato a maggio 2007 iniziando il caricamento dei dati di base (centri di costo, reparti, risorse ecc.) e dei cicli degli articoli prodotti.

In particolare i requisiti stabiliti dalla norma ISO/TS 16949 al settore automotive ha imposto all'organizzazione di definire i cicli di produzione secondo le caratteristiche del piano di controllo descritte nella norma, dunque il ciclo di produzione e controllo di un articolo R.Biemme Tech contiene le seguenti informazioni:

- dati identificativi: numero del ciclo di produzione e controllo, data di emissione e indice di revisione, nome ed informazioni del cliente, dati identificativi dello stabilimento.
- dati generali relativi al prodotto: codice articolo, codice del disegno ed indice di modifica, tipo di produzione (prototipo, preserie o produzione).
- sequenza delle fasi di lavoro e, per ognuna di esse: numero della fase; descrizione/denominazione della fase del processo; macchina/attrezzatura da utilizzare; specifiche di esecuzione delle operazioni; specifiche dei controlli da eseguire (caratteristiche da controllare, metodo di controllo, piani di campionamento, tolleranze, strumento di controllo); eventuali parametri del processo da tenere sotto controllo e relativi valori di riferimento; tempi standard previsti; responsabile della lavorazione.
- istruzioni di lavoro di riferimento per la fase.



**Figura 3 - Struttura grafica ciclo di produzione e controllo**

- il piano di reazione e le azioni correttive da mettere in atto quando i processi diventano instabili o statisticamente non capaci oppure al verificarsi di problemi legati alla conformità del prodotto.

*Il nuovo processo operativo*

Il sistema, all'inserimento di un ordine cliente, consente il lancio dell'ordine di lavoro in produzione a partire dal ciclo di produzione e controllo di riferimento (creato ex novo in caso di prodotto nuovo). Ad ogni codice articolo possono essere associati, tramite SGP, alcuni documenti legati ad esso, quali i disegni del particolare e le istruzioni di setup di macchina specifiche per l'articolo.

La documentazione necessaria per la realizzazione del prodotto, stampata e messa disposizione degli operatori di produzione, comprende dunque: *ordine di lavoro* (che include il Ciclo di produzione e controllo); *scheda registrazione controlli*; *disegno del particolare*; *istruzioni di attrezzamento macchina* (in formato testo o grafico).

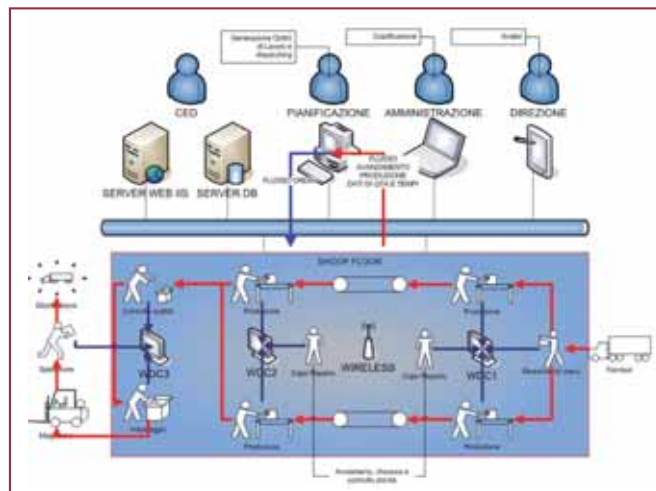
Mentre per le istruzioni generiche di lavorazione e di controllo l'operatore farà riferimento ai documenti del sistema di gestione per la qualità.

La registrazione delle attività di produzione (completamento fase di lavoro e consuntivazione dati relativi ai controlli qualità) inizialmente avveniva a cura dell'operatore su modulo cartaceo, riportando poi i dati sul sistema informatico per le statistiche ed il calcolo degli indicatori.

Nel 2008 si è quindi proceduto a sviluppare il modulo per la gestione delle manutenzioni delle macchine e delle attrezzature di produzione e per la gestione della taratura degli strumenti, oltre alla raccolta dati automatica tramite input dei dati mediante terminali touch-screen, la schedulazione automatica delle commesse di produzione, il calcolo dei costi di produzione.

Di conseguenza gli indicatori calcolabili dall'applicativo e le tipologie di report generabili si sono ampliati ed il controllo della produzione è divenuto ancora più efficace.

Nel frattempo l'azienda ha conseguito la certificazione ISO 9001:2000, passo intermedio per il raggiungimento della certificazione ISO/TS 16949 prevista a fine autunno 2008.



**Figura 4 - Flusso di lavoro**

*Le nuove esigenze e l'evoluzione del progetto*

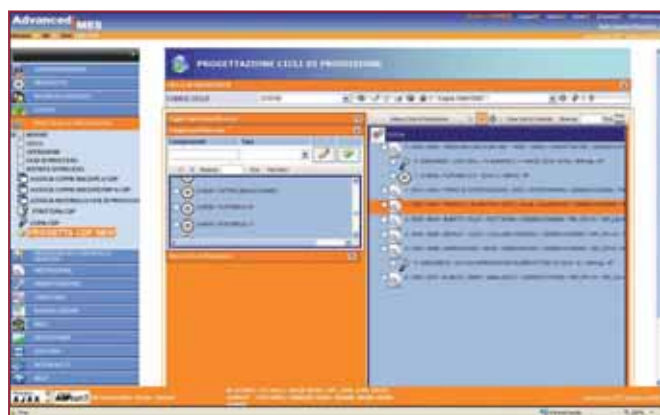
Dopo l'impiego a pieno regime di SGP per la gestione della produzione si è però deciso di ampliare le funzionalità per coprire altre aree/processi e per automatizzare la raccolta dati, al fine di ridurre al minimo i tempi dedicati alla consuntivazione delle attività svolte. Infatti i requisiti della norma e del cliente richiedono alcune elaborazioni statistiche ed indicatori per tenere sotto controllo l'andamento della produzione e della qualità dei prodotti, tra cui: Indici di capacità di processo ( $C_p$  e  $C_{pk}$ ); Indici di difettosità dei prodotti realizzati; Scarti di produzione; Ritardi di consegna previsti e consuntivati; Impiego delle risorse produttive; Costi di produzione.

Tutti i dati raccolti sono poi necessari per la preparazione del cosiddetto PPAP, il cui dossier – contenente fra l'altro l'analisi FMEA di processo – deve essere trasmesso o mantenuto a disposizione del cliente.

**Operatività della produzione con SGP**

*Processo di produzione*

Il processo produttivo è supportato dall'SGP - oltre alla generazione del ciclo di produzione e controllo e dei relativi allegati - anche per la rilevazione dei tempi di produzione, mediante l'apertura/chiusura delle varie fasi di lavoro, a cura dell'operatore, tramite terminali touch-screen appositamente predisposti (si veda § 3.5). Conseguentemente tutti i tempi di produzione sono disponibili nel sistema informatico, fornendo così indicatori utili per il monitoraggio del processo produttivo, per il calcolo dei costi consuntivi e per l'aggiornamento delle previsioni di consegna.



**Figura 5 - Progettazione ciclo di produzione**

*Processo di gestione della qualità: adeguamento alla normativa ISO/TS 16949*

I dati relativi alle attività di pianificazione della qualità – piani di controllo, gestione disegni, istruzioni – vengono in parte gestiti da SGP ed in parte attraverso documenti su supporto cartaceo o elettronico, alcuni di essi (ad esempio disegni) in formato PDF vengono gestiti da SGP.

I dati relativi ai controlli e collaudi in produzione sono in corso di passaggio da una gestione manuale (registrazioni su modulo

cartaceo stampato dal sistema informatico) ad una completamente automatica, dove l'operatore inserisce i dati rilevati direttamente nel sistema con l'ausilio di terminali touch-screen appositamente predisposti. La successiva elaborazione dei dati sui controlli ai fini statistici (indici di capacità di processo, calcolo indicatori di qualità) può quindi essere agevolmente gestita dall'applicativo al fine di fornire i dati necessari alla funzione Qualità e alla Direzione per il riesame della direzione e la pianificazione del miglioramento.

Il ciclo di produzione e controllo, una volta definito, può essere aggiornato a fronte di modifiche al ciclo produttivo o di controllo per vari motivi (cambio macchina, modifiche al disegno, modifica allo stampo ecc.), in tal caso l'aggiornamento deve comportare il tracciamento delle modifiche sul Ciclo di produzione e controllo e sulle relative stampe gestite dal sistema informatico.

La pianificazione dei controlli e dei collaudi del prodotto viene effettuata sempre sul Ciclo di produzione e controllo, dove, per ogni fase di lavorazione, devono essere definiti: le *caratteristiche* da controllare (dimensioni, durezza ecc.); le *tolleranze*; il *piano di campionamento* (frequenza di controllo, dimensione del campione, criteri di accettazione ecc.); il *metodo di controllo* ovvero la descrizione del controllo/collaudato da effettuare, facendo eventualmente riferimento ad istruzioni operative, se necessario; gli *strumenti di controllo*; il *responsabile* dell'esecuzione del controllo.



**Figura 6 - Maschera registrazione misure di controllo con controllo real-time range di tolleranza**

*Produzione*

La produzione è, come detto, assistita dal software per quanto riguarda il ciclo di produzione e controllo che comprende le fasi di lavoro e – per ogni fase di lavoro – il ciclo di controllo per quella fase, ovvero l'elenco dei controlli da effettuare sul prodotto in lavorazione prima di iniziare la produzione, dopo il corretto setup della macchina (gestione del Benestare Avvio alla Produzione, o BAP) e durante la produzione vera e propria.

*Pianificazione*

La programmazione della produzione vede come risorsa critica alcune macchine/fasi di lavoro da cui il processo di realizzazione di componenti sinterizzati non può prescindere. Il sistema deve poi essere flessibile a soddisfare le continue richieste della clien-





tela che potrebbero richiedere di anticipare o posticipare la consegna di un lotto di produzione; in taluni casi l'azienda deve produrre un certo numero di articoli a scorta.

La possibilità di visualizzare il programma di produzione anche in formato grafico (diagramma di Gantt) e poter spostare le relative attività con il mouse, costituisce un grande vantaggio nella programmazione delle attività produttive.

Nelle postazioni di produzione è poi possibile visualizzare il carico macchina con l'esatta sequenza delle lavorazioni pianificate dall'Ufficio Tecnico di Produzione.

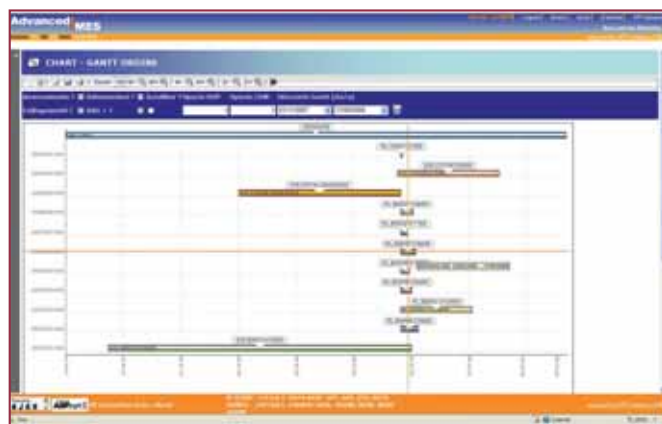


Figura 7 - Maschera registrazione misure di controllo

*Avanzamento produzione - registrazione attività*

L'avanzamento della produzione, registrato in tempo reale dagli operatori di produzione sui terminali di produzione, permette un monitoraggio in tempo reale dell'andamento produttivo e, conseguentemente, consente di rispondere tempestivamente al cliente sulla consegna prevista del prodotto a fronte delle sue richieste.

In futuro lo sviluppo prevede la possibilità, per i clienti importanti, di consultare l'avanzamento della produzione dei propri prodotti direttamente tramite internet sulle pagine web dell'applicativo.



Figura 8 - Maschera registrazione attività di produzione

*Monitor attività - Gantt Operatore*

Il controllo ed il tracking delle attività eseguite dagli operatori può essere effettuato sia consultando delle viste dirette sui dati originati dalle transazioni di fabbrica, sia attraverso dei monitor

che si basano su un supporto grafico, come può essere un diagramma temporale di Gantt.

È quindi possibile verificare il tempo operativo e il tempo di presenza per ogni singolo operatore dato un certo intervallo temporale, analizzare la distribuzione del tempo operativo in funzione del tipo di attività eseguite in modo da poter effettuare gli opportuni calcoli di efficienza (indice di utilizzo, indice di esercizio, indice di operatività diretta ecc.).

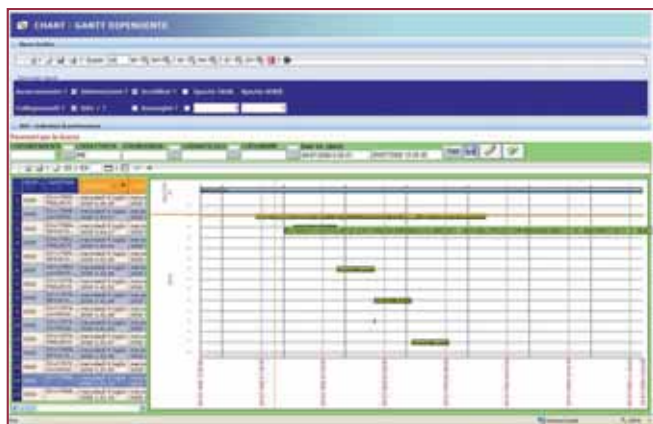


Figura 9 - Gantt Operatore

**Analisi delle altre funzionalità del software**

*Studio di Process Capability*

L'analisi di capability di macchina è applicabile in tutti i casi in cui si voglia verificare che una certa macchina sia in grado di fornire prodotti ad un livello di tolleranza compatibile con quella nominale di progetto.

Come richiesto dal cliente e dalla norma di riferimento, per lotti e fasi di lavoro determinate, R.Biemme - Tech effettua un controllo statistico di processo basato sulla rilevazione di alcune misure sul prodotto e conseguente calcolo di indici di capacità del processo. Inizialmente ciò avveniva riportando i dati delle misure raccolte in produzione ed annotati su un modulo di registrazione, in un apposito foglio Excel che calcolava automatica-

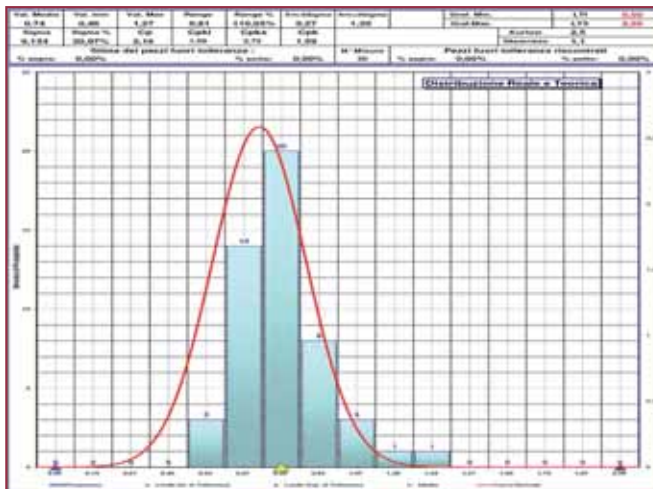


Figura 10 - Studio di process capability

mente indici di capacità di processo e visualizzava i relativi grafici. Ora è in corso l'implementazione di tali statistiche direttamente su SGP che possiede già i dati raccolti in produzione e li va ad inserire automaticamente nel tool per il calcolo degli indici e la rappresentazione dei grafici.

Il calcolo in tempo reale degli indici di capability (anziché a produzione terminata) permetterà di intervenire tempestivamente in caso di processi segnalati come "fuori controllo" dai relativi indici Cp/Cpk.

#### Analisi dei costi

Il calcolo del costo del prodotto comporta di considerare molteplici fattori, da gestire secondo metodi consolidati, ma da applicare con cognizione di causa.

In generale il costo del prodotto comprende una componente diretta (costo del materiale, costo di trasformazione generato dal costo orario delle macchine e degli addetti di produzione) ed una componente indiretta (costi generali del reparto produttivo, costi di struttura ecc.).

Il calcolo corretto del costo diretto dipende fortemente dal grado di precisione della consuntivazione dei tempi di produzione (suddivisi in tempi di attrezzaggio e tempi di produzione veri e propri) e dalla definizione dei costi orari del personale e degli impianti produttivi, quest'ultimi considerando un tasso di ammortamento "reale" ed un impiego della risorsa il più possibile vicino alla realtà.

In particolare sono state realizzate le procedure per la costificazione a preventivo di un articolo e per la costificazione a consuntivo di un ordine di produzione:

#### Preventivo Articolo

Dato il *Codice Articolo* e la *Quantità da produrre* si ottiene il costo totale come somma delle seguenti parti: *Costo Totale* = somma Costo Risorsa (setup e produzione) + somma Costo Operatore (setup, produzione, qualità e magazzino) + somma Costo Materiale + somma Costo Attrezzatura + somma Costo Fisso Fase di Lavoro + somma Costo Fisso Fase di Controllo.

#### Consuntivo Ordine

Dato il *Codice Ordine* si ottiene il costo totale come somma delle seguenti parti: *Costo Totale* = somma Costo Risorsa (setup, produzione, manutenzione, indiretta) + somma Costo Operatore

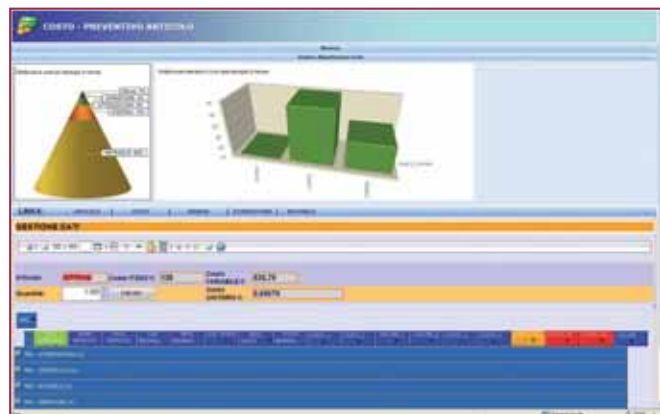


Figura 11 - Preventivo Articolo con analisi distribuzione costi

(setup, produzione, qualità, manutenzione, indiretta, taratura) + somma Costo Materiale + somma Costo Attrezzatura + somma Costo Qualità + somma Costo Fisso Fase di Lavoro + somma Costo Fisso Fase di Controllo.

#### Analisi efficienza ed efficacia dell'impianto

Sono stati predisposti una serie di indicatori al fine di effettuare un'analisi continua e integrata del grado di efficienza ed efficacia dell'impianto produttivo misurata in funzione di tempi e quantità prodotte.

Prima fra tutti una serie di indicatori per il monitoring dell'OEE su base mensile a livello aziendale e di risorsa (Overall Equipment Effectiveness o "Efficienza generale dell'Impianto"):

$$OEE = \text{Tasso di Disponibilità} \times \text{Tasso di Efficienza} \times \text{Tasso di Qualità}$$

Altri indicatori: analisi produttività su base mensile e giornaliera a livello globale, risorsa, articolo e cliente; analisi stato commesse, ordini e fasi di lavoro; analisi ritardo e stato di avanzamento ordini di lavoro; analisi saturazione e capacità delle risorse; analisi per la verifica del processo di qualità; analisi efficienza ed efficacia operatori.



Figura 12 - Analisi saturazione e capacità risorsa

#### Modulo Manutenzione macchine e stampi e Taratura strumenti

Da pochi mesi è stato introdotto nell'applicativo un nuovo modulo per la gestione delle risorse tecniche quali strumenti di misura, macchine, attrezzature e stampi. Il modulo software permette di gestire: i dati degli strumenti di misura e delle relative scadenze di taratura o verifica della precisione dell'apparecchiatura; la manutenzione programmata o a guasto delle macchine di produzione.

#### Riferimenti

[1] F. Di Crosta, *Indicatori di performance aziendali*, Franco Angeli, 2005.

Si ringrazia la R. Biemme Tech, in particolare Massimiliano Rovinelli per la disponibilità, il supporto tecnico ed economico per la nascita e messa in opera del progetto.