

LA LOGISTICA DI PRODUZIONE DEL GRUPPO DANIELI

La PIANIFICAZIONE diventa LEAN

■ Salvatore Russo

Un leader italiano nella produzione di impianti siderurgici, con una complessa pianificazione della produzione su più siti, affronta il problema di come ottimizzare macchine e sistemi adottando procedure rivoluzionarie. Ecco come si arriva a conquistare un'eccellenza (anche) logistica

Un problema che accomuna le aziende manifatturiere è programmare la produzione rispettando vincoli e obiettivi basilari, quali ad es.: la limitata capacità produttiva, la saturazione degli impianti, l'ottimizzazione dei costi e il rispetto dei tempi di consegna. Tra i molti metodi utilizzati spicca una soluzione innovativa recentemente adottata dal Gruppo Danieli. Questo metodo ha un ulteriore pregio: è adottabile anche da aziende di piccole o medie dimensioni poiché non richiede grandi investimenti né cambiamenti organizzativi.

Per mantenere la propria leadership, Danieli punta su qualità del prodotto e *customer satisfaction*, ma anche su prodotti innovativi ed efficienza investendo 140 milioni di € ogni anno, negli ultimi otto anni. Uno dei vantaggi competitivi di Danieli è che, negli impianti progettati e forniti chiavi in mano, la quasi totalità dei macchinari (forni, laminatoi, ecc.) è realizzata nei propri stabilimenti. Peculiarità, questa, positiva per immagine, competitività e profittabilità, ma che accresce e complica il compito di Danieli: poiché oltre a pianificare allestimento e consegna dello stabilimento, deve anche farsi carico della manifattura dei macchinari. Per semplificare e rendere

più efficiente la programmazione, il Gruppo ha adottato nuove metodologie di pianificazione e schedulazione della produzione basate su motori di ottimizzazione matematica.

Lo scenario

Dopo una valutazione generale di ogni nuova commessa, Danieli ne affida l'esecuzione a uno o più dei suoi stabilimenti, distribuendo i carichi di lavoro in base alle politiche aziendali, alla saturazione delle fabbriche e alle peculiarità degli impianti da realizzare. Lo stabilimento incaricato ne programma, poi, la realizzazione in base alle risorse disponibili e compatibilmente con le altre commesse, operando così la Pianificazione a Capacità Finita su un arco di tempo mediamente di due anni (dall'ingegnerizzazione alla consegna chiavi in mano). Sulla base di questo piano, lo stabilimento procede alla Schedulazione Fine (cioè un Piano di Produzione dettagliato, con un orizzonte temporale più prossimo e limitato) ricercando la sequenza ottima delle singole lavorazioni, quella cioè in grado di minimizzare i tempi di setup, i ritardi di consegna o altri parametri rilevanti per l'azienda. Migliore la pianificazione, più efficiente sarà

l'organizzazione della produzione con i relativi riflessi economici.

Il problema, la soluzione

La Schedulazione Fine di uno stabilimento Danieli copre 45 giorni e richiede la pianificazione di circa 10.000 operazioni, che portano ad avere un modello (il termine "modello" sarà chiarito più avanti) con oltre 90.000 vincoli e 32.000 variabili.

L'entità di questi quattro elementi è già di per sé sufficiente a rappresentare l'impegno necessario per la programmazione che sarebbe riduttivo classificare come estremamente complessa. Schedulazione molto articolata, quindi, difficile da automatizzare per le composite variabili e per i numerosi fattori esterni (non standardizzabili) da considerare.

Il nuovo strumento di schedulazione, introdotto in sostituzione di un altro che non era in grado di gestire le complessità dell'azienda, doveva dunque apportare concreti miglioramenti senza eludere nessuna delle più basilari implicazioni (da affrontare e/o risolvere) così sinteticamente classificabili:

- **Dimensioni:** tralasciando le rilevanti dimensioni fisiche (volumetriche e di peso) dei beni prodotti - non di poco conto e tali da accrescere la difficoltà di

ogni trattamento - l'area adibita alla lavorazione dei materiali (*workshop*) è estremamente ampia. Ogni stabilimento Danieli conta da 50 a 100 macchine, molte delle quali sono centri di lavoro FMS (*Flexible manufacturing system*), tutte da gestire in contemporanea.

- **Coordinamento:** i macchinari lavorano 24/7, sotto la supervisione/gestione di tecnici altamente specializzati. La produzione infatti, poiché su commessa, non è mai di serie e, quasi sempre, ogni componente è un pezzo unico. Ogni macchina operatrice richiede, quindi, specifiche com-

petenze relative a quella singola lavorazione. Vanno perciò gestite non solo le disponibilità delle macchine, ma anche i turni degli addetti in base alle competenze professionali. La programmazione deve determinare anche la quantità di materiale (materie prime, grezzi o semilavorati) da predisporre per la lavorazione, onde evitare eccedenze di scorte o, peggio, arresti delle macchine (per carenza di materiali).

Rientra nel coordinamento anche la gestione *lean* delle dotazioni, cioè la ripartizione degli utensili (quantitativa e cronologica) tra le macchine onde evitare fermi improduttivi. Il piano va esteso anche alle attrezzature e/o reparti destinati alle lavorazioni accessorie (trattamenti termici, vasche di raffreddamento, verniciatura, ecc.) organizzandone le attività e i trasferimenti dei materiali (prevalentemente con carri-ponte).

- **Ottimizzazione dei tempi:** in una programmazione così articolata, la ricerca della soluzione ottimale richiede grande dispendio di energie (tempi uomo o computer) per i calcoli necessari a confrontare le numerose combinazioni. Inevitabile l'alternativa tra ricerca della soluzione "ottimale" o accettazione di soluzioni "euristiche". Le ultime (spesso ottenute attraverso tecniche di programmazione software di tipo tradizionale) comportano inevitabili disfunzioni nella Schedulazione Fine, generando disservizi

o sprechi, per la cui prevenzione (con adeguamenti manuali) le aziende dedicano numerose ore di lavoro di personale altamente qualificato.

Ottimizzazione dei costi: l'ottimizzazione dei tempi di lavorazione, il coordinamento tra reparti/funzioni e l'abolizione dei tempi morti sono tra gli elementi essenziali del contenimento dei costi di produzione e, quindi, rientrano negli obiettivi primari della Schedulazione Fine.

Arco temporale mobile: la Schedulazione Fine si rivolge ad un ristretto arco di tempo, sufficiente però a organizzare con congruo preavviso le singole unità operative. Oltre a coprire costantemente lo stesso intervallo (ad es. 60 gg) il piano deve essere anche mobile cioè slittare in avanti giorno dopo giorno. Ad es. il programma adottato l'1/11/15 termina al 31/12/15, quello del 2/11/15 comprende l'1/1/16 e la programmazione del 3/11/15 si estende fino al 2/1/16. L'Azienda trae così un doppio vantaggio: non dover attendere l'esaurimento del piano (in attuazione in quel momento), e potersi già organizzare per le attività del (successivo e nuovo) ultimo giorno del programma.

- **Flessibilità:** fattore, questo, molto importante per Danieli, che negli ultimi due anni ha inserito nuove linee di prodotto e dove ogni macchinario fornito è spesso un unicum. In presenza di commesse flessibili e officine flessibili, dove la configurazione delle aree di lavoro è molto variabile e composita, la pianificazione deve potersi adeguare alle nuove circostanze (materiale urgente o nuovo ordine di ricambi, scarti, rilavorazioni, rottura di un utensile, ecc.), variando il programma in tempo reale.
- **Ottica globale:** la programmazione deve essere globale: coordinare tutto lo stabilimento, evitando l'organizzazione a blocchi (dove ogni reparto è un "compartimento stagno", indipendente dagli altri), con relativi scollamenti e asincronie.
- **IPC (Inter-Process Communi-**

cation): la schedulazione deve relazionarsi in modo bidirezionale con l'ERP (il gestionale aziendale) e altri software interconnessi, senza pericolosi doppi inserimenti dati e rendendone accessibili i risultati (tempi, costi di produzione, ecc.) a tutti i reparti aziendali.

- **Priorità aziendali:** ogni commessa ha più elementi distintivi quali: il contenimento dei costi, i tempi di consegna, la saturazione degli impianti o l'urgenza dell'ordinativo. L'azienda attribuisce a ognuno un coefficiente di priorità/importanza, caratterizzando così quella commessa. Queste variabili sono il fulcro dell'attività di programmazione. Operando in presenza di più commesse contemporanee, le priorità dell'una possono influenzare quelle dell'altra. Per rendere quindi più omogenea l'attività aziendale, ogni fase di lavorazione di una commessa deve prendere in considerazione anche i fattori prioritari degli altri ordinativi. E viceversa. Ne consegue che alle fasi operative identiche e contemporanee (ad es. provvista di un particolare materiale o medesimo processo) va attribuito il livello di importanza più elevato (proprio di una sola delle commesse in lavorazione), senza trascurare, nel contempo, i limiti invalicabili della capacità produttiva aziendale. In concreto, ad es., l'urgenza per la fornitura di un pezzo di ricambio accelera tutte le operazioni, ancorché attinenti ad altri ordini in lavorazione.

La nuova procedura di Schedulazione Fine

Il cuore del sistema

I software di schedulazione più diffusi si basano su tecniche euristiche che - pur fornendo in molti casi una buona soluzione in tempi ragionevoli - sono adatti alla risoluzione di problemi semplici: i già citati centri di lavoro FMS sono al contrario risorse produttive estremamente complesse. Inoltre sono procedure spesso costruite "ad hoc" per risolvere i problemi di una specifica macchina o processo produttivo.

La soluzione adottata da Danieli utilizza un motore di ottimizzazione di **IBM** ILOG, CP Optimizer, basato sulla "programmazione a vincoli": si tratta di un tipo di programmazione non lineare che permette di formalizzare in un **modello matematico** una complessa situazione reale, comprensiva di tutte le relazioni tra gli elementi che si trovano al suo interno (macchine, attrezzature, utensili, uomini). Questi legami logici sono espressi sotto forma di **vincoli**, i quali restringono il domino delle variabili coinvolte e, di conseguenza, i valori che le stesse possono assumere.

Risolvere un problema di programmazione a vincoli significa trovare una **soluzione "ammissibile"**, vale a dire un'assegnazione di valori alle variabili (quindi la collocazione temporale delle operazioni da schedulare) tale per cui siano rispettati tutti i vincoli. Se al modello viene aggiunta una funzione obiettivo, il problema diventa un problema di ottimizzazione: la **funzione obiettivo** contiene tutti i parametri e le grandezze tipiche dei problemi di schedulazione (ritardo, tempi di setup, saturazione, costo, ...).

I vantaggi di una soluzione software basata su **modellazione** e funzione obiettivo sono principalmente tre:

1. qualità del risultato, in quanto si arriva alla soluzione ottima (o sub-ottima), quindi la migliore possibile, sulla base della funzione obiettivo prescelta;
2. possibilità di risolvere problemi complessi. Con il modello si può descrivere, attraverso un macro-linguaggio ILOG, un qualunque processo produttivo; il motore di ottimizzazione, utilizzando tecniche proprie della ricerca operativa, ricerca la soluzione;
3. coerenza della soluzione. La schedulazione è simultanea per tutte le risorse produttive.

La procedura operativa

MBM Italia S.r.l. è la *software house* che da molti anni assiste Danieli nello sviluppo dei sistemi informatici e che ha reso concreto questo nuovo progetto realizzando un software APS (*Advanced planning and scheduling system*) di quarta generazione, basato su piattaforma

Java, capace di processare milioni di eventi produttivi in pochi secondi. La metodologia adottata ottimizza l'interazione uomo-computer come tempistica e impiego delle risorse. Il software è integrato con l'ERP e genera un piano di lavoro globale (su tutto l'orizzonte di pianificazione e per tutti i siti produttivi), che è soggetto ad ottimizzazione (schedulazione fine) su un orizzonte temporale parametrico (45 gg nel caso Danieli). L'irrinunciabile intervento umano (attuabile, via web, da qualsiasi sede del Gruppo e con qualsiasi *device*) è limitato all'analisi critica dell'elaborato per individuare eventuali situazioni da ritardare manualmente e al successivo inserimento delle variabili non automatizzabili (ad es.: rottura di un utensile, ritardo di un fornitore, carenza di personale).

Recepiti questi ultimi input, il sistema redige il piano di lavoro definitivo. L'intervento manuale dei pianificatori è così contenuto e riquilibrato, grazie all'eliminazione delle operazioni di incastro e ricomposizione del *puzzle* (tipiche di una programmazione a blocchi o per singola macchina, soprattutto se elaborata da più operatori). A tutto vantaggio dell'attività di supervisione.

Anche il server è sollevato da eccessivi carichi di lavoro, senza penalizzare le normali operazioni di routine, grazie a un'elaborazione "a stadi". Le ore con minori impegni (week-end e festività) sono dedicate alla parte più gravosa, quella per la ricerca e selezione della soluzione ottimale, sfruttando così risorse di calcolo altrimenti non utilizzate. Poiché la ricerca della soluzione "ottima" richiederebbe un ulteriore dispendio di energie, sproporzionato ai benefici che se ne trarrebbero, si preferisce interrompere l'elaborazione al raggiungimento di una soddisfacente soluzione "sub-ottima" (comunque molto vicina all'ottimo).

Partendo dunque da questa base, che fornisce già un piano operativo, le ore dei giorni lavorativi (ricorrendo a quelle notturne per i calcoli più gravosi) vengono utilizzate dall'elaboratore solo per le modifiche conseguenti ai nuovi input

forniti dagli schedulatori (priorità, criticità, ecc.), con ridatazione interattiva di tutto il reticolo delle operazioni schedulate ed evidenza in tempo reale di accavallamenti o incongruità che ne derivino, con indicazione dell'elemento che le ha generate. Informazioni, queste, che consentono ai pianificatori immediati interventi correttivi. Ne deriva un ulteriore rilevante beneficio: la possibilità d'intervento simultaneo di più addetti che, operando sulla medesima banca dati, sono costantemente allineati tra loro, in modo da prevenire pericolosi accavallamenti per una medesima risorsa e ulteriori dispendi per le necessarie rettifiche.

Snellezza abbinata a efficienza, dunque, per consentire istantanei adattamenti agli eventi contingenti. Il sistema permette così di soddisfare anche l'esigenza di una programmazione *rolling*, che avanza di giorno in giorno, mantenendo costante l'orizzonte dei successivi 45 giorni.

Per evitare rischi da errori di comunicazione o di organizzazione interna - nonostante la flessibilità e tempestività del sistema - l'azienda ha preferito congelare i piani operativi riguardanti l'imminente futuro (i primi 3 o 5 giorni), salvo la necessità di modifiche di rilevante importanza.

Le fasi del cambiamento

Nel luglio 2014, la nuova Schedulazione Fine è stata inizialmente adottata nello stabilimento attivo in Russia (significativamente più piccolo di quello italiano), considerata la fase di avviamento di questo impianto e il numero limitato di macchine FMS (15) da gestire.

A marzo 2015, i positivi risultati raggiunti hanno portato a introdurre la procedura anche nello stabilimento di Buttrio, con una gestione "in parallelo" di circa due mesi, che ha consentito una migliore messa a punto del motore di ottimizzazione. Da ottobre 2015 lo strumento verrà reso operativo anche in Cina e Thailandia.

I risultati del cambiamento

L'impatto sul *team* di schedulazione è positivo perché il *tool* è molto

intuitivo, anzi, la tempestiva risposta all'inserimento/modifica di una variabile permette di simulare e confrontare differenti scenari operativi (*real-time what-if simulation*), per poter scegliere quello più confacente alle necessità aziendali. Viene così esaltato il valore aggiunto dell'intervento umano.

La complessità dello stabilimento rende difficile l'esatta quantificazione dei benefici economici ottenuti. È stato riscontrato, comunque, un recupero di efficienza grazie a una tangibile riduzione dei tempi di settaggio delle macchine (che, in Danieli, incidono notevolmente sui tempi di lavorazione) con recuperi di competitività a doppia cifra.

Altro fattore molto positivo è il miglioramento del rispetto dei tempi di consegna, soprattutto nel settore *service* (ricambi) dove il *lead-time* ha un grosso rilievo perché leva competitiva chiave a supporto del marchio Danieli. Il maggior grado di affidabilità raggiunto dalla schedulazione ha avuto ripercussioni benefiche anche sui Muda del *Toyota Production System*, cioè quelle attività aziendali spesso giudicate solo fonte di costi o improduttive (perché non creano valore aggiunto).

Uno sguardo al prossimo futuro

Dell'introduzione del sistema anche agli stabilimenti di Cina e Thailandia si è già accennato.

Un ulteriore obiettivo è quello di allargare la nuova schedulazione anche alle fasi di assemblaggio per ottimizzare maggiormente la *lean manufacturing*. ■

“ La metodologia adottata ottimizza l'interazione uomo - computer ”

I protagonisti che fecero l'impresa

■ **La Danieli & C. Officine Meccaniche S.p.A.** (www.danieli.com) è una multinazionale italiana con sede a Buttrio (Udine), leader mondiale nella produzione di impianti siderurgici, (mini-acciaierie, impianti di laminazione per prodotti lunghi e prodotti piani). Fondata nel 1914, l'azienda è in costante crescita. Il fatturato consolidato del gruppo Danieli dell'esercizio 2014/15 si aggira attorno ai 2.800 milioni di euro. Danieli ha 6 stabilimenti produttivi dislocati in Italia (Buttrio), Thailandia, India, Cina, Turchia e Russia pari ad una superficie totale coperta di circa 525.000 mq (equivalenti a 70 campi da calcio o un capannone largo 25 mt e lungo 21 km)

■ **MBM Italia** (www.mbm.it) è una delle più importanti società italiane operative nell'offerta di soluzioni software per la gestione dei processi logistici e produttivi: ciclo attivo (vendite, spedizioni e fatturazioni) e CRM, dati tecnici (distinta base, cicli di lavoro, configurazione), calcolo e controllo del costo del prodotto, pianificazione dei materiali e delle risorse, gestione degli acquisti e della produzione, Warehouse Management. Negli ultimi anni MBM ha sviluppato ulteriori competenze nell'ambito del mobile computing e sull'utilizzo di Internet come infrastruttura di connettività. In MBM il 95% del personale (circa cinquanta risorse) è rappresentato da ingegneri laureati con il massimo dei voti.

Una soluzione adatta anche per le PMI

L'utilizzo della procedura descritta nell'articolo è possibile anche in una PMI. Non richiede infatti rilevanti investimenti né ristrutturazioni organizzative. Il costo del software è contenuto e i benefici che ne derivano consentono un rapido ritorno dell'investimento. La mancanza di dati pregressi (o la difficoltà di una loro ricostruzione) non è un impedimento all'introduzione del nuovo sistema.

90 mila vincoli

La Schedulazione Fine di uno stabilimento Danieli copre 45 giorni e richiede la pianificazione di 10.000 operazioni, con 90.000 vincoli e 32.000 variabili.