I sistemi informativi a supporto della produzione

di Fabio Candussio

CAPITOLO 21

L'unico modo di costruire un sistema complesso che funziona bene,
è costruirlo partendo da sistemi molto semplici che funzionano.
Kevin Kelly

Obiettivi del capitolo

Al termine del capitolo il lettore sarà in grado di:

1. Comprendere il ruolo dell'Information Technology a supporto dei processi di pianificazione, gestione e controllo della produzione.
2. Orientarsi fra le soluzioni software offerte dal mercato grazie a mappe opportunamente costruite per i moduli applicativi dedicati al Supply Chain Management.
3. Riconoscere, accanto al ruolo centrale rivestito dalle soluzioni ERP all'interno del sistema informativo aziendale, l'importanza di sistemi complementari mirati alla pianificazione e al controllo della produzione.
4. Capire le ragioni del successo dei sistemi APS (Advanced Planning & Scheduling) e valutare il grado di copertura che possono fornire in ambito manifatturiero.
5. Approfondire l'applicabilità dell'approccio sinergico MRP-ATP nelle aziende che presentano logiche miste pull-push all'interno del proprio contesto logistico-produttivo..
6. Capire le principali differenze – a livello algoritmico e funzionale – fra i due principali moduli destinati all'allocazione della capacità produttiva: Advanced Planning (CRP) e Advanced Scheduling (FCS).
7. Inquadrare il sistema MES come interfaccia fra i sistemi informativi destinati alla pianificazione e gestione del business e i sistemi d'automazione industriale.
8. Sviluppare un giudizio critico sull'approccio «Plan-while-Executing».

21.1 Il ruolo dell'Information Technology tra favole e complessità

21.1.1 Non solo briciole per Pollicino

Il Pollicino della nota favola di Charles Perrault è il più piccolo di sette fratelli che i genitori, spinti dalle difficoltà economiche, abbandonano nel bosco. Ma Pollicino è un bambino molto astuto e riesce a ritrovare il sentiero di casa grazie ai sassolini lasciati cadere lungo il percorso. Non è così fortunato alla seconda occasione, quando le poche briciole di pane che ha a disposizione per segnare il percorso vengono mangiate dagli uccelli. Al termine di una lunga avventura Pollicino sconfiggerà un temibile orco e ricondurrà a casa i fratelli con il denaro sufficiente a uscire per sempre dalla situazione di povertà.

L'Information Technology Manager appare spesso come il Pollicino nelle realtà manifatturiere dei giorni nostri: spinto da naturale vocazione ad osservare l'azienda lungo processi orizzontali, si trova spesso per primo – anticipando i «fratelli maggiori», che opera-

no funzionalmente all'interno della struttura organizzativa (area commerciale, produzione, acquisti...) – a cercare soluzioni sinergiche che sappiano ricondurre sempre al sentiero della competitività. Purtroppo, nella maggior parte dei casi, anziché sassolini si ritrova in mano solo poche briciole. E l'orco del mercato da affrontare.

La metafora non è così ardita, se si pensa al quotidiano dei responsabili di sistemi informativi, chiamati ad operare nella selva talvolta oscura dei modelli di business, con riferimenti strategici, organizzativi e operativi non sempre sufficientemente chiari e con budget spesso limitati dalla situazione di crisi che purtroppo negli ultimi anni sta affliggendo molte aziende.

D'altronde il ruolo dell'Information Technology quale fattore abilitante all'interno delle realtà aziendali è ampiamente descritto in letteratura, sia in termini di sorgente del vantaggio competitivo (Porter e Millar, 1985), sia come primo interprete e motore del cambiamento richiesto dall'evoluzione del business (« IT enabled change », Venkatraman, 1994).

Nel nostro tentativo di offrire con il presente capitolo un quadro di riferimento per i sistemi informativi – con particolare attenzione a quelli orientati alla gestione, alla pianificazione e al controllo della produzione – sposeremo tale visione, nella convinzione che l'Information Technology non rappresenti solo il terminale operativo in grado di rispondere alle esigenze dei diversi ambiti aziendali con strumenti specifici, ma costituisca un privilegiato catalizzatore inter-funzionale all'interno di una vera e propria strategia di sviluppo, gestione e impiego proficuo del proprio patrimonio di conoscenza.

Nei paragrafi che seguono proporremo pertanto un cammino che pone in relazione i sistemi informativi a supporto della produzione con l'ambito strategico, con i processi operativi, con la cultura organizzativa, con le metodologie e con gli obiettivi prestazionali che caratterizzano ogni azienda.

Un percorso, crediamo, segnato dalla certezza di molti sassolini: non solo briciole per Pollicino.

21.1.2 Dalle favole alla realtà: processi, metodi e strumenti

Un detto africano afferma che « la conoscenza è come il tronco di un baobab: non si può abbracciarla da soli ». Quando la conoscenza in gioco è il know how attraverso il quale l'azienda realizza il proprio modello di business, vi sono almeno tre dimensioni che concorrono ad abbracciarne compiutamente tutti gli aspetti:

- la *componente organizzativa*, definita dalla struttura e dai processi aziendali;
- le *metodologie* applicate per affrontare nel modo migliore specifiche tematiche all'interno dei diversi ambiti funzionali;
- gli *strumenti operativi*, ovvero le tecnologie abilitanti, attraverso cui è possibile conseguire i desiderati livelli di prestazione.

Nell'apprestarci a posare lo sguardo sulle soluzioni software dedicate alla pianificazione, gestione e controllo della produzione, ci siamo chiesti se possa ancora avere senso parlare di sistemi informativi come strumenti innovativi nello sviluppo del business delle imprese. Una prima istintiva risposta sarebbe probabilmente negativa. Eppure la realtà delle aziende è ancora molto distante dalle best practices descritte in letteratura, innanzi tutto per la sussistenza di deficit culturali e organizzativi nella gestione della conoscenza. E questo non solo nelle medie e piccole aziende, ma anche nelle strutture di grandi dimensioni.

La sensazione, purtroppo, è che i sistemi informativi e il management si trovino sui lati opposti di un faticoso processo di creazione del valore. Un dialogo « difficile » perché i benefici dell'IT sono spesso intangibili, visibili solo nel medio-lungo termine oppure indiretti e non isolabili all'interno di molteplici fattori concorrenti.

Figura 21.1 – Gestire il cambiamento attraverso l'introduzione di strumenti informativi a supporto del business.



Ecco perché quando si pensa di poter rendere le imprese più competitive attraverso l'introduzione di strumenti informatici, è necessario considerare un approccio pragmatico e a più ampio respiro, in grado di coinvolgere tutte le componenti dell'azienda in un percorso di cambiamento che in tempi brevi consenta di raggiungere i risultati attesi e che operi circolarmente garantendo i benefici della retro-azione.

Gli elementi chiave lungo tale percorso (Figura 21.1) sono i seguenti:

- *Condivisione degli obiettivi strategici*: l'azienda deve avere chiaro il proprio modello di business, rispetto al quale vanno declinati gli obiettivi specifici del progetto IT di miglioramento, traducendoli in opportuni indicatori di performance che aiutino a valutarne, sin dalle fasi iniziali, risultati e impatti operativi;
- *Analisi dei processi a valore*: vanno identificati gli aspetti organizzativi significativi ai fini del progetto (modello «as-is»): ruoli, responsabilità, attività, approcci, metodologie e strumenti;
- *Definizione del percorso progettuale*: sulla base di quanto emerso dalla fase di analisi del contesto strategico-organizzativo, è necessario identificare criticità e opportunità di miglioramento, condividendole in una roadmap di intervento;
- *Sviluppo dell'intervento operativo*: definito il modello «to-be», vanno introdotte progressivamente le nuove metodologie e supportati gli utenti nell'adozione degli strumenti informatici;
- *Continuous Performance Auditing*: durante lo sviluppo del progetto IT, è importante attivare un sistema a retro-azione per la verifica continua delle prestazioni conseguite.

Il caso Alf: un percorso progettuale di eccellenza

Alf Group, storica azienda di Francenigo di Gaiarine (Treviso) e una delle realtà più significative a livello internazionale nel settore dell'arredamento, ha dovuto affrontare una decina d'anni fa una serie crescente di sfide competitive, quando il confronto con scenari complessi e clienti sempre più esigenti si è tradotto in una forte tensione sulla produzione, chiamata a garantire il mix di gamma richiesto fornendo nel contempo livelli di servizio sempre più elevati. Il tutto nel rispetto dei costi e compatibilmente con i vincoli produttivi esistenti (gli impianti erano stati inizialmente progettati per rispondere a un contesto di mix e di volumi molto diversi).
La necessità di rispettare le date di consegna richiedeva una drastica riduzione dei tempi per realizzare i tradizionali processi di source, make e delivery, con un proporzionale incremento della complessità per la gestione degli stessi.
L'azienda ha pensato di poter affrontare tale complessità intervenendo sugli strumenti a supporto dei processi operations, con conseguente proliferazione di soluzioni di dettaglio esterne al sistema informativo centrale (ERP) e chiamate a gestire localmente aspetti specifici: carico macchine, elenco materiali mancanti, date di consegna...
Le soluzioni adottate sono state derivate da comuni strumenti di Office Automation (Microsoft Excel e Access), funzionali allo scopo mirato per il quale venivano creati, ma di difficile manutenzione ed evoluzione. Altri due fondamentali limiti di questo tipo di soluzioni erano rappresentati in primis dalla difficoltà di implementare algoritmi complessi ed efficienti (obbligando ad una pesante manualità nella manipolazione dei dati) e, in secondo luogo, dall'impossibilità di utilizzare gli output di un'elaborazione come input di un'altra (a causa della natura non sistemica del software utilizzato).
Ma l'aspetto forse più grave è stata l'eccessiva attenzione a problemi locali, con conseguente perdita della visione d'insieme che i processi avrebbero richiesto in una prospettiva integrata.
Anche grazie all'applicazione di riflessioni "lean" su processi e strumenti, la consapevolezza di questa situazione ha portato il management della ALF a maturare la volontà di ripartire dalle motivazioni strategiche e da un'approfondita analisi del contesto organizzativo. Infatti, pur intuendo che la risoluzione di molti problemi avrebbe potuto essere veicolata da un moderno sistema di pianificazione della produzione (APS), si è fin dal principio pensato ad un progetto dove l'implementazione informatica degli strumenti sarebbe stata affrontata solo al termine di un percorso strutturato.
Il progetto di business reengineering, attivato nel 2011, si è pertanto sviluppato lungo tre direttrici:

- Analisi strategica e revisione dei processi
- Conseguente adeguamento della struttura (persone, ruoli, responsabilità)
- Implementazione della soluzione informatica

Beneficio immediato di tale approccio progettuale è stata la condivisione del know-how aziendale e la messa a fattor comune di aspetti specifici di cui ogni attore coinvolto nell'analisi si è rivelato portatore.
La soluzione informatica, in stretta relazione alle modalità di impiego (considerate con attenzione nella fase di analisi), ha permesso di automatizzare tutta una serie di calcoli e procedure liberando così risorse che, sgravate della mera operatività, hanno potuto investire tempo ed energie in attività a maggior valore aggiunto (valutando le leve di intervento per affrontare le principali criticità e prendendo quindi decisioni migliori).

In assenza di un percorso circolare come quello sopra citato, le aziende corrono il rischio – quanto mai attuale – di anteporre gli strumenti ai processi, di guardare prima alle soluzioni e poi ai problemi, di misurare prestazioni non sempre correlate agli obiettivi strategici. Rimanendo prigioniere in un mondo di favole dove tutti i sentieri sono disegnati da briciole.

21.1.3 La complessità dei sistemi informativi: rischi e opportunità

«La realtà è sempre molto più complicata di come vorremmo. Dobbiamo combattere due tentazioni diametralmente opposte: quella di ridurla a pochi e troppo semplici elementi, e quella di affidarci a strumentazioni che ci illudano di poterla dominare facilmente. E questo vale a maggior ragione quando si tratta di analizzare e gestire un'azienda», scrive Paolo Magrassi (fisico e consulente aziendale) nel numero di settembre 2011 dell'edizione italiana di Harvard Business Review, che dedica lo speciale al tema della complessità. Nell'edizione internazionale della rivista, la copertina stessa sintetizza efficacemente un concetto chiave, che suona come un invito per le moderne organizzazioni: «Complessità: non la si può evitare, ma il vostro business può trarne profitto».

Quando si affronta il tema dei sistemi informativi aziendali, non è proprio possibile evitare la complessità. Non solo perché si tratta di strumenti chiamati a «gestire» sistemi complessi (le imprese con i loro processi operativi), ma perché essi stessi ne incarnano tutte le caratteristiche:

- gli elementi considerati sono molti e diversi fra loro (dati, procedure, strumenti, applicativi, persone ...);
- le connessioni sono molte e non lineari (l'elevato grado di interazione fa sì che lo stato futuro del sistema possa essere solo intuito, non descritto puntualmente);
- le modifiche sono continue e prevedibili solo singolarmente (molti ruoli elementari all'interno di un sistema evoluto ed aperto).

Come possono le aziende affrontare in modo attrezzato la complessità dei propri sistemi informativi, eternamente sospesi fra il rappresentare una potenziale (e costosa) minaccia interna all'organizzazione e il divenire un irrinunciabile strumento di incremento della competitività?

Nel suo libro «Sincronia» (2003), Steven Strogatz offre un'interessante chiave di lettura, sottolineando come in natura esistano fenomeni di auto-organizzazione nei sistemi complessi che determinano l'emergenza di comportamenti sincronizzati.

Fra i molti affascinanti esempi (la lucciola che emette i propri caratteristici flash secondo una frequenza che tende ad allinearsi a quella delle lucciole a lei vicine, determinando sciami bioluminescenti sincroni), ci hanno colpito particolarmente le osservazioni di Christiaan Huygens (matematico, astronomo e fisico olandese del XVII secolo) sul fenomeno della risonanza. Egli si accorse che due pendoli, una volta posti a contatto della stessa parete, tendevano a sincronizzare i propri movimenti oscillatori.

Esiste forse un orientamento alla sincronia, un fenomeno di risonanza, anche all'interno delle realtà aziendali?

Nella realizzazione dei propri modelli di business, le organizzazioni sono chiamate a mantenere coerenza e allineamento su tre principali dimensioni, veri e propri pendoli o metronomi:

- visione strategica e obiettivi aziendali;
- struttura e processi organizzativi, metodologie adottate;

Figura 21.2 – Il sistema informativo come strumento di sincronizzazione del business model dell'azienda.



– prestazioni interne ed esterne, sulle quali si misurano i risultati delle azioni e scelte intraprese.

Appena una di queste dimensioni modifica frequenza, per decisioni interne o perturbazioni esterne, un sistema informativo opportunamente pensato ed equilibrato consente nelle aziende un rapido e naturale bilanciamento. In altri termini, il sistema informativo rappresenta la parete di Huygens, il piano sul quale si gioca la piena realizzazione del modello di business (Figura 21.2).

Ci può riuscire grazie all'affidabilità dei dati, alla mappatura puntuale dei processi, ai corretti strumenti di gestione, pianificazione e controllo, alla condivisione della conoscenza, alla formalizzazione delle regole...

L'interpretazione dei sistemi informativi come sistemi complessi stimolerebbe un ulteriore approfondimento sul loro ruolo all'interno delle organizzazioni. In particolare, sarebbe interessante osservare come essi riflettano altre caratteristiche proprie di un sistema complesso, oltre alla già citata sincronizzazione: ad esempio la tendenza all'auto-organizzazione, declinata nei suoi quattro principali principi (interconnessione, ridondanza, condivisione, riconfigurazione). Ma si tratta di un viaggio, estremamente affascinante, che ci porterebbe oltre l'orizzonte definito dagli obiettivi di questa trattazione.

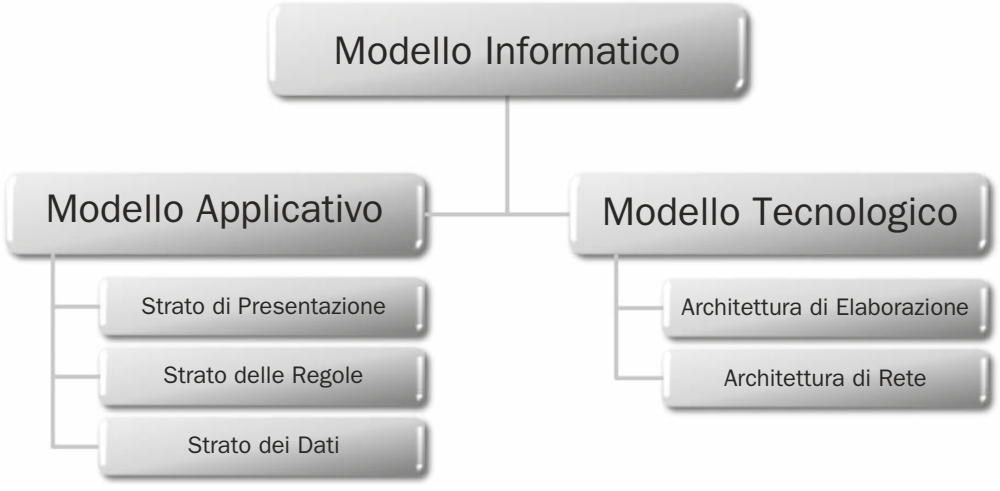
21.2 Mappatura degli Enterprise Systems

21.2.1 Il sistema informativo aziendale

Non è nostra intenzione soffermarci eccessivamente sulla definizione di sistema informativo. Ci sembra sufficiente infatti, all'interno di un testo dedicato alla gestione della produzione, tenere ben presenti alcuni essenziali concetti di base.

Va innanzi tutto sottolineato che il sistema informativo nasce ben prima dell'informatica e che esso può essere descritto come l'insieme delle procedure e delle infrastrutture che definiscono e supportano il fluire delle informazioni all'interno di una struttura organizzativa. In altri termini stiamo parlando del sistema deputato alla gestione delle informa-

Figura 21.3 – Sistema informativo aziendale: il modello informatico.



zioni, dove «gestire» significa essenzialmente acquisire, trasmettere, memorizzare, elaborare e presentare.

Adottare il *modello informatico* (Figura 21.3) quale chiave di lettura del sistema informativo ci consente di descrivere come esso viene realizzato ed opera: un modello applicativo per il software e un modello tecnologico per le architetture hardware e di rete.

Il *modello applicativo* è riconducibile a tre principali strati (architettura *three-tier*):

- lo strato di presentazione, ovvero l'interfaccia interattiva con cui avviene il dialogo fra gli utenti e il sistema (GUI, Graphical User Interface);
- lo strato delle regole, che esprime la logica applicativa attraverso cui il sistema elabora i dati ricevuti dall'interfaccia o ricavati dalla propria base dati;
- lo strato dei dati, che fornisce gli strumenti per strutturare gli archivi (database) e per accedere agli stessi.

Il *modello tecnologico* è invece definito da due principali elementi:

- l'architettura di elaborazione, che specifica i ruoli con cui i sistemi hardware presentano, elaborano, gestiscono i dati (una delle più diffuse architetture è rappresentata dai modelli client-server);
- l'architettura di rete, ovvero la dorsale attraverso cui le architetture di elaborazione comunicano fra loro.

Ai fini della nostra trattazione, risulta certamente importante richiamare anche il *modello organizzativo* quale ulteriore chiave di lettura per il sistema informativo.

In tale prospettiva, l'interesse è orientato a comprendere quali processi aziendali vengono adeguatamente supportati dai sistemi informativi, giungendo a una prima classificazione di questi ultimi:

- sistemi informativi *operazionali*, in grado di automatizzare i principali processi volti all'esecuzione e alla programmazione delle attività;
- sistemi informativi *informazionali*, che traducono e riorganizzano (secondo opportune

viste) la mole di dati presenti nei sistemi informativi operazionali, supportando il management nei processi decisionali.

I sistemi informativi (ERP, APS, MES) di cui ci occuperemo nei prossimi paragrafi, parlando di gestione dei processi logistico-produttivi, appartengono principalmente al primo gruppo. Questo tuttavia non esclude la strategicità dei sistemi informativi informazionali in ambito di Manufacturing Management, che negli ultimi anni hanno beneficiato della notevole evoluzione degli strumenti di Business Intelligence (ai quali purtroppo non riusciamo a dedicare spazio nella nostra trattazione).

21.2.2 Le mappe per gli Enterprise Systems

Il modo migliore per non perdersi in una città sconosciuta o lungo un sentiero di montagna consiste nel dotarsi di una buona mappa. Analogamente, per riuscire ad orientarsi nel frammentato mondo degli Enterprise Systems – ovvero dei sistemi informativi deputati a gestire transazioni interne all'azienda – è di grande utilità riferirsi a mappe tracciate appositamente per tali contesti.

Ricollegandoci a quanto espresso nel precedente paragrafo, le mappe degli Enterprise Systems rappresentano uno strumento di interpretazione in grado di declinare con maggiore dettaglio il modello organizzativo generale dei sistemi informativi, in quanto consentono di:

- individuarne le opportunità e potenzialità di impiego all'interno dell'azienda;
- descriverne le caratteristiche generali e il perimetro di utilizzo in risposta a specifiche esigenze informative;
- identificarne i singoli moduli, ovvero l'insieme di funzionalità software (secondo la logica *three tier*: presentazione, logica applicativa, gestione dei dati) che supportano le principali fasi dei processi aziendali.

Si evince immediatamente che tali mappe offrono una visione d'insieme dei processi aziendali, ponendosi come un modello sì di alto livello, ma capace anche di individuare con sufficiente dettaglio i principali moduli applicativi. L'utilizzo di tali mappe è pertanto di grande utilità per una prima valutazione del cosiddetto *grado di copertura* fornito dal sistema informativo proposto, ovvero della sua potenziale capacità nel soddisfare le esigenze dell'azienda.

Le mappe possono essere il risultato di un percorso analitico che un'organizzazione svolge autonomamente, guardando all'interezza dei propri processi o solo ad una porzione di essi. Viste come output della segmentazione di processi gestionali, le mappe per gli Enterprise System possono anche essere derivate da affermati modelli interpretativi di tali processi, come ad esempio la *catena del valore di Porter* (oppure il modello *portafoglio applicativo*, che rappresenta di fatto la traduzione della Value Chain di Porter in ambito industriale), magari adattate per specifici settori industriali. Infine, come era logico aspettarsi a fronte del loro destino ultimo, esistono mappe predisposte dai fornitori di Enterprise Systems: pur pagando la mancanza di indipendenza da modelli generali, esse possono facilitare le aziende nella valutazione del grado di copertura della soluzione informatica oppure agevolare un confronto fra le proposte di più vendor concorrenti.

La Figura 21.4 riporta – a titolo di esempio – la business map fornita da un affermato produttore di soluzioni software. A sinistra sono presentati i principali macro-processi, per ognuno dei quali vengono indicati i corrispondenti moduli disponibili all'interno del sistema informativo.

Figura 21.4 – Esempio di Business Map fornita da un software vendor internazionale.

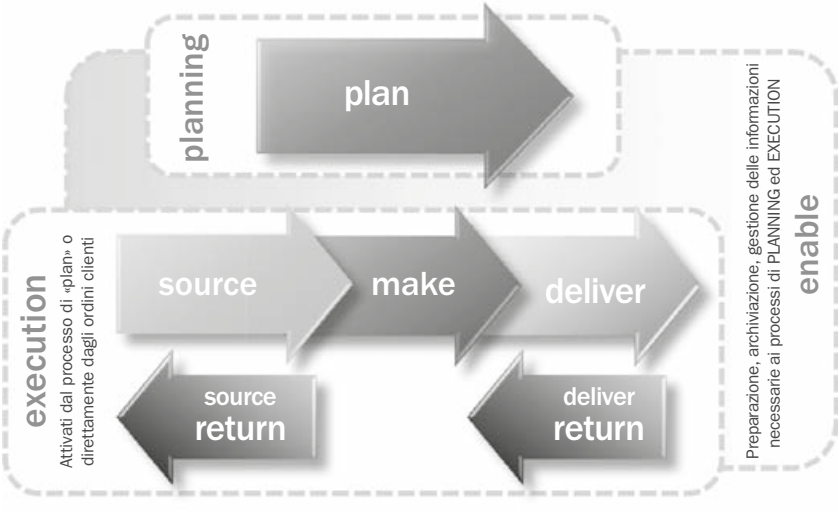
Analytics	Strategic Enterprise Management	Financial Analytics	Operations Analytics	Workforce Analytics	
Financials	Financial Supply Chain Management	Financial Accounting	Management Accounting	Corporate Governance	
Human Capital Management	Talent Management	Workforce Process Management	Workforce Deployment		
Procurement and Logistics Execution	Procurement	Supplier Collaboration	Inventory and Warehouse Management	Inbound and Outbound Logistics	Transportation Management
Product Development and Manufacturing	Production Planning	Manufacturing Execution	Enterprise Asset Management	Product Development	Life-Cycle Data Management
Sales and Service	Sales Order Management	Aftermarket Sales and Service	Professional-Service Delivery	Foreign-Trade Management	Incentive and Commission Management
Corporate Services	Real Estate Management	Project Portfolio Management	Travel Management	Environment, Health and Safety	Quality Management

21.2.3 Il modello SCOR come mappa per gli Enterprise Systems in ambito manifatturiero

Nella nostra esperienza, uno degli approcci più efficaci nell'offrire una mappa per gli Enterprise Systems in ambito manifatturiero è il modello SCOR (Supply Chain Operations Reference), sviluppato nel 1996 dal Supply-Chain Council (*www.supply-chain.org*), un'associazione indipendente composta da oltre mille aziende e organizzazioni interessate all'innovazione organizzativa e tecnologica in ambito di Supply Chain Management.

Lo SCOR sviluppa il modello «portafoglio applicativo» a partire da cinque macro-processi gestionali: un processo di *Plan* che sovrintende quattro processi esecutivi (*Source*, *Make*, *Deliver*, *Return*). Accanto ai cinque processi che governano le attività di Planning e di Execution, lo SCOR raccoglie in una particolare categoria (*Enable*) i processi ausiliari responsabili della preparazione, archiviazione e gestione delle informazioni (Figura 21.5).

Figura 21.5 – I macro-processi (top level) del modello SCOR.



Lo SCOR non si limita ovviamente a una sintetica rilettura del modello organizzativo, ma esplode il *Top Level* (livello 1, che comprende i cinque macro-processi) in un secondo livello (*Configuration Level*, dove ogni macro-processo viene scomposto in specifici sotto-processi operativi) e in un terzo livello (*Process Element*, in cui per ogni sotto-processo di livello 2 vengono dettagliati input, output, fasi, interrelazioni, responsabilità, strumenti e metriche per la misura delle prestazioni associabili ad esso).

Attraverso tale rappresentazione, il modello SCOR è in grado di descrivere Supply Chain in modo scalabile, dai casi più semplici (dove la Supply Chain coincide con la singola azienda) alle situazioni più evolute (network di aziende sviluppate su più livelli e ramificate attraverso una complessa rete che coinvolge più attori: clienti, terzisti, fornitori, distributori).

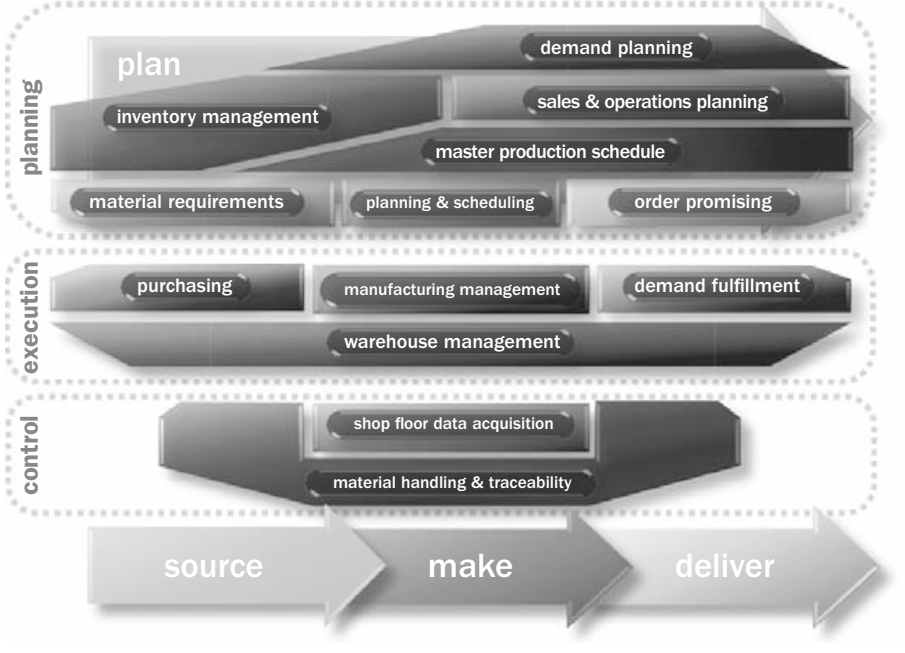
21.2.4 Una mappa per gli Enterprise Systems orientati alla gestione, pianificazione e controllo della Supply Chain

Riteniamo importante, come conclusione della presente sezione dedicata alla mappatura degli Enterprise Systems, proporre un sintetico quadro di riferimento per i principali processi che intervengono in ambito di Supply Chain Management nelle aziende manifatturiere (Figura 21.6).

La mappa (che deliberatamente non considera i processi ausiliari) interseca i macro-processi al livello 1 del modello SCOR (omettendo il processo di *return*, meno significativo) con tre declinazioni del Supply Chain Management: Supply Chain *Planning*, Supply Chain *Execution*, Supply Chain *Control*.

Va osservato che – per la scalabilità intrinseca del modello SCOR – l'altisonante termine «Supply Chain» può ricondursi anche solo alla gestione dei processi di acquisto, produzione e vendita interni all'azienda e non necessariamente al coordinamento dei medesimi processi in un network che si estende oltre i confini della stessa.

Figura 21.6 – Mappa per gli Enterprise Systems in ambito di Supply Chain Management.



All'interno del Supply Chain Planning la mappa individua i seguenti moduli:

- *Demand Planning*, che comprende il processo di elaborazione (Forecasting) e definizione delle previsioni di vendita;
- *Sales & Operation Planning*, processo inter-funzionale fra l'area commerciale e l'area produttiva per la condivisione di piani di domanda sostenibili da un punto di vista logistico-produttivo;
- *Inventory Management*, processo orientato alla definizione dei piani di reintegro delle scorte di magazzino sulla base di previsioni di consumo, livelli di servizio attesi e disponibilità dinamica degli articoli considerati;
- *Master Production Schedule*, per la definizione del piano principale di produzione;
- *Material Requirements*, per l'elaborazione e pianificazione dei fabbisogni di materiali;
- *Planning & Scheduling*, per l'allocazione della capacità delle risorse in reparto (impianti, macchine e manodopera) sulla base dei piani di produzione elaborati;
- *Order Promising*, processo per l'analisi di evadibilità delle nuove richieste provenienti sotto forma di ordini cliente.

All'interno del Supply Chain Execution la mappa comprende una serie di moduli di gestione operativa:

- *Purchasing*, che individua le attività orientate all'acquisizione di materiali e componenti e la conseguente gestione dei fornitori;
- *Manufacturing Management*, orientato al presidio di tutti i processi che interessano gli ordini di lavorazione (generazione, rilascio, modifica, chiusura);
- *Demand Fulfillment*, processo che si occupa della gestione operativa degli ordini cliente, dal ricevimento sino alla completa evasione;
- *Warehouse Management*, per il governo di tutti i processi di magazzino (accettazione, versamento, prelievo e spedizione).

I moduli del Supply Chain Control – come i precedenti (Execution) – intervengono a livello operativo, ma con uno specifico orientamento al monitoraggio e al controllo delle attività in reparto:

- *Shop Floor Data Acquisition*, per il recupero real-time e l'elaborazione delle informazioni relative all'avanzamento delle lavorazioni;
- *Material Handling & Traceability*, per la tracciabilità di prodotto e di processo, gestione della qualità e monitoraggio di tutti gli eventi lungo il flusso logistico-produttivo.

21.3 Soluzioni IT per la pianificazione, la gestione ed il controllo produzione

21.3.1 L'offerta di soluzioni software in ambito Supply Chain Management

La mappa introdotta nel precedente paragrafo può fornire un primo aiuto nel descrivere il mercato delle soluzioni informatiche in risposta alle tematiche di gestione, pianificazione e controllo della produzione o, più generalmente, di Supply Chain Management.

Non si tratta infatti di un compito semplice: l'offerta di tali strumenti IT risulta infatti piuttosto vasta e frammentata, veicolata da vendor molti diversi da un punto di vista dimensionale (si spazia dalle multinazionali del software a piccoli produttori locali), pronti a descrivere le proprie soluzioni attraverso un insieme di sigle e acronimi che possono tal-

volta generare equivoci e complicare la comparazione fra le numerose proposte in termini di funzionalità disponibili e grado di copertura dei moduli applicativi.

Nel tentativo di aggirare l'ambiguità intrinseca del tema, abbiamo preferito costruire una mappa per gli Enterprise Systems orientati alla gestione della Supply Chain che possa risultare valida indipendentemente dal fatto che i processi logistico-produttivi siano circoscritti all'interno dell'azienda oppure risultino esterni ad essa (abbracciando un network collaborativo interaziendale).

A tale potenziale portafoglio applicativo il mercato delle soluzioni software ha risposto negli anni sviluppando una serie di Enterprise Systems «canonici», alcuni caratterizzati da una notevole estensione funzionale, altri molto più focalizzati su specifici processi.

La naturale vocazione delle software factory ad arricchire la propria offerta nel tempo – sviluppando funzionalità lungo processi limitrofi a quelli di iniziale competenza – ha determinato poi in molti casi una marcata sovrapposizione su alcuni moduli applicativi.

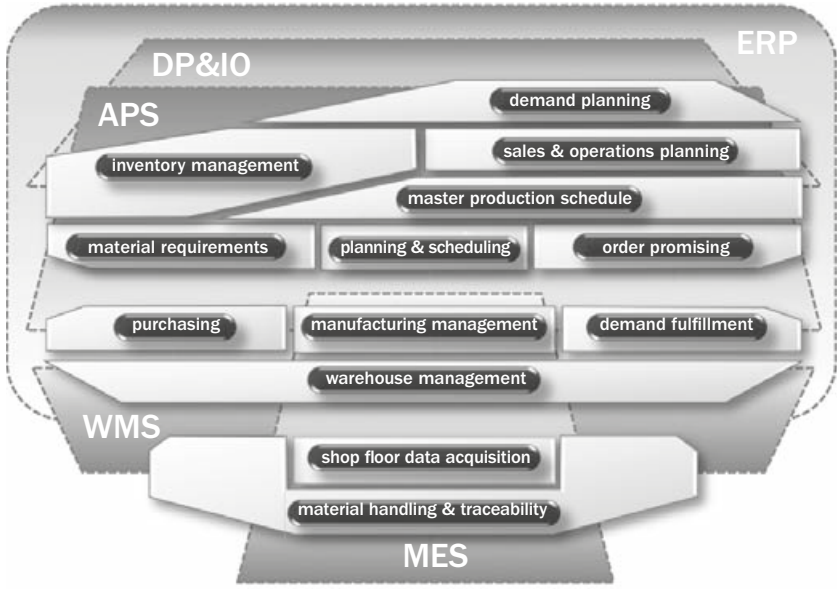
La Figura 21.7 pone a confronto la mappa presentata nel precedente paragrafo (per chiarezza di lettura, rispetto alla Figura 21.5 sono stati omessi i processi SCOR e le direttrici Planning, Execution e Control) con le principali tipologie di soluzioni IT presenti sul mercato.

In accordo con gli obiettivi del presente libro, ci si è volutamente limitati alle più diffuse suite applicative orientate alla gestione della produzione e dei processi ad essa strettamente correlati.

Come più volte rimarcato, si è inoltre voluta risolvere a monte l'ambiguità relativa agli strumenti IT di «Supply Chain Management», considerati qui non come soluzioni autonome, ma come estensioni funzionali di alcuni moduli all'interno degli Enterprise Systems rappresentati:

– *ERP (Enterprise Resource Planning)*: suite applicativa che offre un'ampia copertura funzionale dei principali processi in ambito di Supply Chain Planning ed Execution,

Figura 21.7 – Il mercato degli Enterprise Systems in ambito di Supply Chain Management.



anche se su qualche modulo risultano più diffuse soluzioni software specializzate (aspetti sviluppati più in dettaglio nel paragrafo 21.3.3);
- *APS (Advanced Planning & Scheduling)*: Enterprise Systems – complementari ed integrabili alle soluzioni ERP – sviluppati specificatamente per supportare in modo efficiente, efficace e flessibile la pianificazione della capacità produttiva e dei fabbisogni di materiali;
- *DP&IO (Demand Planning & Inventory Optimization)*: insieme di moduli che offrono un ulteriore grado di specializzazione (rispetto alle soluzioni ERP e APS) nel supportare i processi di elaborazione delle previsioni di vendita (Forecasting) e di ottimizzazione delle scorte (Inventory Management);
- *MES (Manufacturing Execution Systems)*: sistemi sviluppatisi storicamente a partire dalle prime esperienze CIM (Computer Integrated Manufacturing), mirati al monitoraggio e al controllo dei processi operativi all'interno degli impianti e reparti produttivi, interfacciati fisicamente con le macchine e integrabili con le soluzioni ERP e APS;
- *WMS (Warehouse Management Systems)*: soluzioni applicative orientate in modo specifico alla gestione operativa dei principali processi logistici di magazzino (identificazione della merce e delle ubicazioni, ottimizzazione delle missioni per il prelievo e versamento, gestione abbassamenti, completa tracciabilità).

21.3.2 I sistemi ERP e il loro ruolo centrale nella gestione dei processi aziendali

L'idea che ha guidato lo sviluppo e la forte diffusione dei sistemi ERP in ambito manifatturiero a partire dagli anni Novanta (in sostituzione dei tradizionali sistemi informativi comunemente chiamati «gestionali») è rappresentata dalla volontà di realizzare una soluzione software in grado di supportare l'integrazione e la comunicazione all'interno dei diversi processi di business che interessano orizzontalmente le funzioni aziendali (Koch, Slater, Baatz, 1999).

Il successo dell'ERP si giustifica con la sua capacità di superare le principali limitazioni dei sistemi classici (eterogeneità derivante dallo sviluppo incrementale e spesso personalizzato dei primi moduli, ridondanza delle informazioni, carenze funzionali e di modello) attraverso l'affermazione di un nuovo paradigma, fondato su tre caratteristiche distintive:

- *univocità dell'informazione*, garantita da un'unica base dati che fornisce informazioni sincrone a tutti i processi aziendali;
- *estensione e modularità*, che garantisce un'ampia copertura funzionale attraverso moduli integrati ma autosufficienti (metaforicamente l'ERP si comporta come una costruzione Lego, dove i mattoncini rappresentano i moduli che – opportunamente accoppiati – concorrono a definire strutture più complesse, flessibili e variamente estensibili);
- *prescrittività*, intesa come la normazione dei processi gestionali attraverso modelli funzionali già incorporati nel software, in grado perciò di fornire agli utenti una serie di casi d'uso (con un potenziale limite: talvolta l'azienda è chiamata ad adattarsi al software e non viceversa, come avveniva con i primi sistemi gestionali costruiti «su misura»).

I vendor significativi nel panorama ERP sono circa un centinaio, ma solo pochi di essi sono in grado di offrire una suite realmente «estesa». Si tratta di un mercato estremamente concentrato, dove tre colossi – SAP, Oracle (che ha assorbito Peoplesoft e JD Edwards) e Microsoft – si spartiscono quasi il 70% delle installazioni.

I sistemi ERP – grazie alla loro estensione funzionale e alla responsabilità diretta sui processi «core» (amministrazione, contabilità e finanza, acquisti e vendite, logistica e produzione, risorse umane) e al governo delle anagrafiche di base statiche (articoli, distinte

base, cicli di lavorazione, clienti, fornitori...) e dinamiche (movimenti, dati di magazzino, ordini...) – rappresentano di fatto il baricentro dell'intero sistema informativo aziendale, il nucleo attorno al quale si collocano spesso altri Enterprise Systems, complementari all'ERP e – in certi casi – ad essi parzialmente sovrapposti, quali ad esempio i sistemi PLM (*Product Lifecycle Management*, per la gestione dell'intero ciclo di vita dei prodotti da un punto di vista documentale e tecnico), CRM e SRM (*Customer Relationship Management* e *Supplier Relationship Management*), che supportano i processi collaborativi con clienti, terzisti e fornitori.

La questione dell'integrazione fra ERP e sistemi informativi ad esso complementari – con conseguente potenziale sovrapposizione fra le funzionalità offerte – riveste una particolare importanza nel momento in cui si considerano i processi logistico-produttivi.

Confrontando infatti una qualsiasi mappa fornita dai principali vendor di soluzioni ERP con quella da noi proposta in Figura 21.6, si tenderebbe a convincersi della completa copertura funzionale che tali sistemi possono garantire quando si affrontano i temi della pianificazione e controllo della produzione.

Si tratta tuttavia di una conclusione solo parzialmente corretta, che richiede di essere più attentamente argomentata lungo tre direttrici interpretative:

- l'effettiva presenza all'interno della soluzione ERP di moduli applicativi in grado di coprire un determinato processo logistico-produttivo. Da questo punto di vista è possibile affermare che i sistemi ERP offrono un'ampia *copertura funzionale*, ma solo nel caso di soluzioni leader di mercato e comunque non in ambito dei processi di monitoraggio e controllo dei reparti (MES).
- il *grado di specializzazione e di fruibilità* di tali moduli, in modo tale da rispondere con efficienza, efficacia e flessibilità alle sempre crescenti esigenze delle aziende manifatturiere. A tal proposito va osservato che su alcune tematiche – quali ad esempio la pianificazione della capacità produttiva, il Forecasting e la gestione dei processi di magazzino – esistono soluzioni specializzate (APS, DP&IO, WMS) che vengono spesso preferite ai sistemi ERP per la maggiore qualità da esse fornita in termini di interfacce interattive, logiche applicative e sofisticazione algoritmica.
- il *livello di competenza* degli implementatori della soluzione software su tematiche specifiche, quali ad esempio tecniche di pianificazione di risorse e materiali, aspetti statistici a supporto dei processi di Forecasting, strumenti e metodologie per la gestione operativa di impianti produttivi e magazzini automatici. In questo caso i sistemi ERP pagano la loro genetica focalizzazione sulle aree «gestionali» (finanza e contabilità, ciclo attivo e ciclo passivo, ricevimenti e spedizioni), che tende a specializzare i consulenti su tali temi a discapito degli aspetti logistico-produttivi (sui quali invece è costruito l'expertise dei fornitori di sistemi quali l'APS, il MES, il WMS...).

Per tale motivo, pur conservando un ruolo centrale all'interno del sistema informativo aziendale, nelle realtà manifatturiere l'ERP risulta spesso integrato con soluzioni specializzate nella gestione, pianificazione e controllo della produzione e del magazzino.

21.3.3 ERP e i sistemi complementari per la pianificazione e il controllo della produzione (APS e MES)

Nel proseguo della trattazione abbiamo preferito focalizzarci solamente su due degli Enterprise Systems indicati in Figura 21.7, ovvero le soluzioni APS e MES.

Le ragioni di tale scelta sono molteplici. Innanzi tutto perché i due sistemi presentano la maggior affinità logico-funzionale con gli argomenti che costituiscono la dorsale del presente testo. In secondo luogo si tratta di sistemi dipartimentali estremamente noti e

diffusi in ambito manifatturiero. Inoltre APS e MES risultano fra loro intimamente legati nel rispondere nel modo più opportuno alle esigenze di pianificazione e controllo della produzione (come vedremo nel paragrafo 21.6.3 che illustra la logica *Plan-while-Executing*). Infine non ci è sembrato indispensabile dedicare uno specifico spazio ai sistemi DP&IO e WMS: nel primo caso perché si tratta di moduli funzionali – Demand Planning, Inventory Management, Sales & Operations Planning – presenti anche all'interno delle suite APS (sebbene con un grado di sofisticazione inferiore e orientato specificatamente alle aziende manifatturiere); nel secondo caso perché i fabbisogni informativi delle aziende nella gestione dei processi di magazzino trovano un buon grado di copertura già all'interno delle soluzioni ERP (anche se va osservato come i Warehouse Management Systems possano garantire un livello qualitativo superiore in caso di esigenze prestazionali rilevanti).

Come abbiamo già avuto modo di sottolineare, nel governo dei processi logistico-produttivi l'esclusiva – rappresentata dai sistemi ERP – è messa in discussione da sistemi specializzati (quali appunto l'APS e il MES) ad esso integrati.

Al di là delle considerazioni relative all'effettiva copertura funzionale, al grado di sofisticazione richiesto dai modelli e alle competenze offerte dagli implementatori (vedasi paragrafo precedente), un elemento importante che influenza il rapporto di configurazione che si viene a creare nelle realtà manifatturiere fra sistema ERP e sistemi APS/MES è rappresentato dalla dimensione aziendale.

Nella piccola e media impresa intervengono infatti una serie di fattori che determinano comportamenti non lineari innanzi al tema dei sistemi informativi destinati alla pianificazione e al controllo della produzione, dovuti principalmente a:

- scarsa propensione all'investimento in tecnologie informatiche (ritenute meno strategiche rispetto agli asset «core»);
- minore capacità di spesa;
- carenza di struttura organizzativa e di competenze interne innanzi alle tematiche di Supply Chain Planning & Execution.

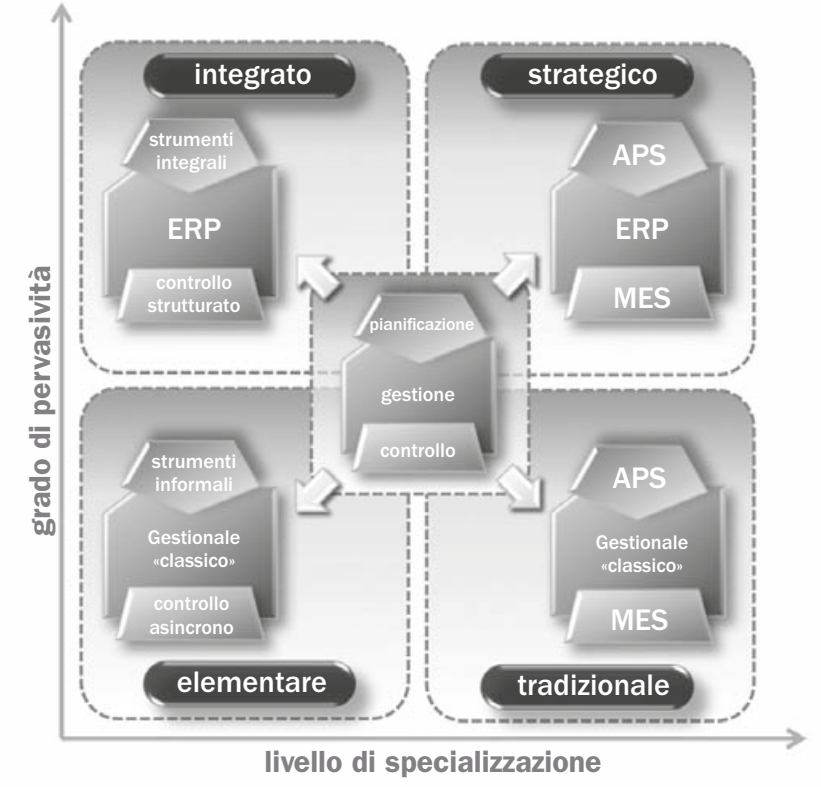
Pur riconoscendo per primi i limiti di una tassonomia in grado di intercettare la grande varietà di configurazioni presenti in ambito manifatturiero, ci sembra interessante proporre un *Maturity Model* che possa classificare le aziende rispetto alla natura e al grado di utilizzo di strumenti informativi a supporto dei processi di pianificazione e controllo della produzione.

Abbiamo a tal fine incrociato due principali dimensioni di analisi: il livello di *specializzazione* delle soluzioni adottate e il grado di *diffusione e pervasività* delle stesse in azienda. Se ne ricavano quattro configurazioni che definiscono altrettanti modelli di riferimento rispetto ai sistemi informativi per la pianificazione, la gestione e il controllo dei processi logistico-produttivi (Figura 21.8):

Modello «Elementare»

Si tratta della situazione tipica nella piccola e media azienda. I processi core sono governati da un sistema gestionale «classico», implementato su pochi moduli indispensabili e spesso personalizzati per adattarsi al modello operativo dell'azienda. Il controllo della produzione non è supportato da strumenti informatici e i dati di avanzamento provenienti dai reparti vengono compilati tipicamente su supporto cartaceo per poi essere inseriti in modo asincrono sul sistema gestionale. La pianificazione è spesso affidata all'iniziativa personale e realizzata tramite strumenti informali (soprattutto Microsoft Excel e Access), non integrati strutturalmente con il database gestionale.

Figura 21.8 – Adozione di soluzioni per la pianificazione e il controllo della produzione: Maturity Model.



Modello «Tradizionale»
Rappresenta spesso la prima tappa evolutiva nel processo di maturazione interno all'azienda, una volta raggiunta la consapevolezza che le tematiche logistico-produttive richiedono di essere affrontate con strumenti mirati. Il sistema gestionale, pur mantenendo un ruolo centrale nei flussi operativi (emissione ordini di vendita e acquisto, gestione anagrafiche articoli...), non viene messo in discussione, principalmente per questioni di budget e di impatto organizzativo. Vengono invece introdotti, ed integrati strutturalmente con il sistema gestionale, suite applicative per il controllo della produzione (MES) e per la pianificazione di risorse e materiali (APS).

Modello «Integrato»
In alcuni casi, in particolare nella media e grande azienda, il percorso di maturazione parte dalla revisione dei processi organizzativi e degli strumenti a supporto, con conseguente modifica o nuova implementazione di un moderno sistema ERP. L'azione, focalizzata sui processi core, porta dunque a sviluppare i moduli per la pianificazione e il controllo della produzione all'interno della suite ERP stessa, anche se talvolta in modo personalizzato. Nel caso in cui permangano strumenti informali a supporto delle attività di programmazione e di dichiarazione degli avanzamenti in produzione, questi vengono nei limiti del possibile sofisticati per garantire un minimo di strutturazione ed integrazione verso il sistema ERP.

Modello «Strategico»
Identifica una configurazione di eccellenza, presente non necessariamente solo in aziende di grandi dimensioni. In questi casi il percorso di maturazione è testimoniato da una raggiunta duplice consapevolezza: da un lato l'importanza di affidare a un sistema solido e strutturato quale l'ERP le chiavi di una gestione integrata della conoscenza e dei processi aziendali; dall'altro il riconoscimento della strategicità di soluzioni specialistiche – quali APS e MES – per un presidio realmente efficiente dei flussi logistico-produttivi.

21.4 I sistemi APS per la pianificazione della domanda, della capacità produttiva e dei materiali

21.4.1 Evoluzione storica dei sistemi APS

Nei precedenti paragrafi abbiamo avuto modo di argomentare l'importanza dei sistemi Advanced Planning & Scheduling come soluzioni specialistiche per la pianificazione della produzione, complementari ed integrabili ai sistemi ERP.

Gli APS, oggi estremamente diffusi, hanno iniziato ad affermarsi negli anni Ottanta a supporto degli allora tradizionali sistemi gestionali, i quali presentavano evidenti limitazioni nella programmazione delle attività produttive:

- moduli di elaborazione dei fabbisogni (MPS-MRP) pesanti e poco flessibili;
- flusso logico di pianificazione esclusivamente top-down, con conseguente difficoltà nel valutare realisticamente la fattibilità dei piani soprattutto sul breve periodo;
- nessun vincolo di capacità nell'allocazione del carico sulle risorse produttive (talvolta neppure considerato, sostituito dall'applicazione di lead time di attraversamento prefissati da associare agli ordini di produzione rilasciati dall'MRP).

I primi APS si sviluppano attorno agli «schedulatori», strumenti che – grazie ad algoritmi sofisticati – erano in grado di effettuare una verifica a capacità finita dell'impegno richiesto alle risorse produttive, secondo un approccio retroattivo (chiamato «closed-loop MRP») in grado di validare le proposte generate dal sistema gestionale (vedasi Figura 21.7).

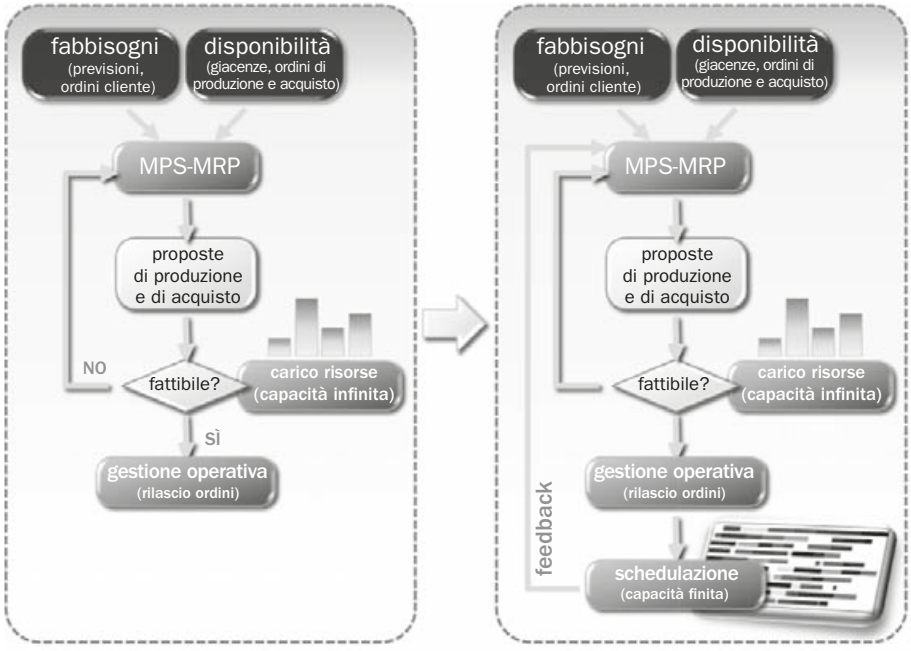
Si tratta tuttavia solo di un primo passo verso uno sviluppo tecnologico e funzionale che, negli anni a venire, vedrà i sistemi APS all'avanguardia nel rispondere ad esigenze sempre più articolate in ambito di programmazione della produzione, superando ben presto i confini della semplice schedulazione operativa.

Le principali sfide che vengono sottoposte ai fornitori di soluzioni APS, infatti, riguardano la necessità di poter disporre di:

- sistemi di pianificazione che assicurino date di consegna affidabili;
- strumenti che sappiano integrare la verifica della capacità produttiva con il controllo della disponibilità di materiali già in fase di elaborazione MRP;
- scenari simulativi all'interno dei quali operare in modo grafico e interattivo nella valutazione delle alternative ai piani proposti;
- soluzioni interfacciabili real-time con i reparti produttivi, in modo tale da garantire la massima reattività innanzi a problemi improvvisi e inattesi.

Il mercato dei sistemi APS rappresenta oggi una nicchia all'interno dell'esteso panorama degli Enterprise Systems: i vendor significativi a livello mondiale sono una decina che,

Figura 21.9 – Primi approcci alle tematiche di Planning & Scheduling.



offrendo soluzioni molto articolate e sempre più «Supply Chain oriented», collocano i loro prodotti in una fascia di costi decisamente alta, accessibile solo alla grande azienda.

Per tale motivo la piccola e media azienda si rivolge a fornitori di soluzioni APS operanti su base per lo più nazionale, con costi meno proibitivi e soluzioni comunque di qualità (anche se orientate principalmente alla pianificazione dei processi logistico-produttivi interni all'azienda). In Italia, caratterizzata da un tessuto industriale formato soprattutto da imprese di piccole e medie dimensioni, il mercato degli APS risulta concentrato su tre principali vendor, specializzati in tali soluzioni ma insidiati da fornitori di soluzioni ERP che, con personalizzazioni o piccole estensioni funzionali, cercano – non senza difficoltà – di incontrare le esigenze di pianificazione e schedulazione manifestate dai propri clienti.

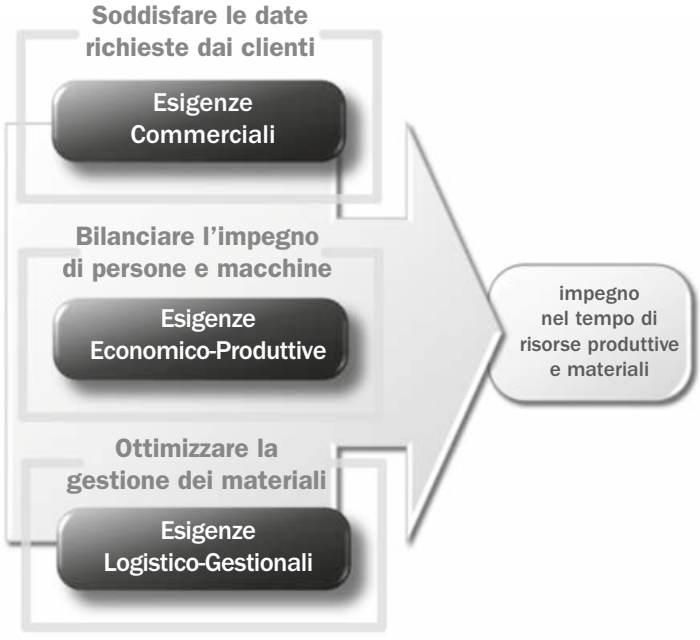
21.4.2 Le caratteristiche innovative dei sistemi APS

La risposta dei sistemi APS ai crescenti fabbisogni delle aziende sulle tematiche di programmazione della produzione si traduce nella fornitura di soluzioni in grado di realizzare un compromesso fra esigenze commerciali, economico-produttive e logistico-gestionali (Figura 21.10). Le tre esigenze – che possono rappresentare degli obiettivi da raggiungere oppure dei vincoli da soddisfare – fungono da guida in quello che è lo scopo ultimo di ogni sistema APS: allocare all'interno di un piano temporale ottimale le risorse produttive e i materiali necessari alla sua realizzazione.

Il successo dei sistemi APS si realizza grazie a tre principali elementi innovativi:

- l'estrema flessibilità e l'adattabilità ai diversi contesti manifatturieri;
- l'adozione di nuove tecnologie informatiche (interfacce grafiche, simulazione in RAM);
- l'introduzione della logica *Concurrent Planning*.

Figura 21.10 – La logica di compromesso fra esigenze diverse che opera alla base dei sistemi APS.



Flessibilità e adattabilità

Nati come strumenti di supporto ai sistemi gestionali, gli APS si sono trovati nella necessità di non poter imporre un proprio schema di utilizzo, ma di doversi adattare alle singole realtà nelle quali vengono inseriti. Le aziende manifatturiere, infatti, sono diverse fra loro (per modalità di risposta al mercato, dimensioni, processi e prodotti, specificità organizzative, cultura) e presentano spesso situazioni ibride da un punto di vista logistico-produttivo, condizioni che fra l'altro tendono a mutare nel tempo.

Per i fornitori di soluzioni APS la flessibilità e l'adattabilità alle molteplici situazioni hanno dunque rappresentato una priorità strategica per la sopravvivenza commerciale, prima ancora che un'autonoma scelta di posizionamento sul mercato.

Il percorso di sviluppo ha determinato pertanto la realizzazione di soluzioni ampiamente parametrizzabili e configurabili, principale fattore di successo rispetto ai sistemi ERP, all'interno dei quali i corrispondenti moduli funzionali soffrono la minore capacità di modellazione dei contesti produttivi.

Innovazione tecnologica

Nell'affermazione dei sistemi APS si sono rivelati determinanti anche elementi innovativi da un punto di vista tecnologico, due in particolare: le interfacce grafiche interattive e gli in-memory database.

Mentre i sistemi gestionali operavano ancora attraverso le cosiddette «interfacce a caratteri», i fornitori di soluzioni APS introdussero sul mercato le prime *interfacce grafiche interattive*, spinti dalla necessità di rappresentare in modo efficace e sintetico gli scenari di pianificazione, nonché di offrire agli utenti la possibilità di interagire con le soluzioni proposte in modo facile e intuitivo. I diagrammi di Gantt degli schedulatori, con le funzionalità di zooming e drag&drop, hanno agito da precursori nell'affermazione di un

nuovo paradigma, che ha poi trasferito l'approccio grafico interattivo a tutti i moduli dedicati alla pianificazione e al controllo di risorse e materiali.

Il secondo elemento di innovazione tecnologica introdotto dai sistemi APS è stato il ricorso a *in-memory database*, nei quali viene caricata solo la porzione di informazioni necessarie allo sviluppo dei piani. Tale architettura permette innanzi tutto di effettuare elaborazioni in RAM con tempi notevolmente inferiori, rendendo efficienti le attività di schedulazione e di elaborazione dei fabbisogni materiali (MRP). Gli in-memory database consentono inoltre di costruire rapidamente scenari simulativi, operando sugli elementi che li costituiscono (ordini di produzione e acquisto, calendari delle risorse produttive, profili di magazzino) e rendendo visibili le decisioni all'azienda (trasmettendole al database centrale del sistema gestionale) solo dopo aver consolidato il piano definitivo.

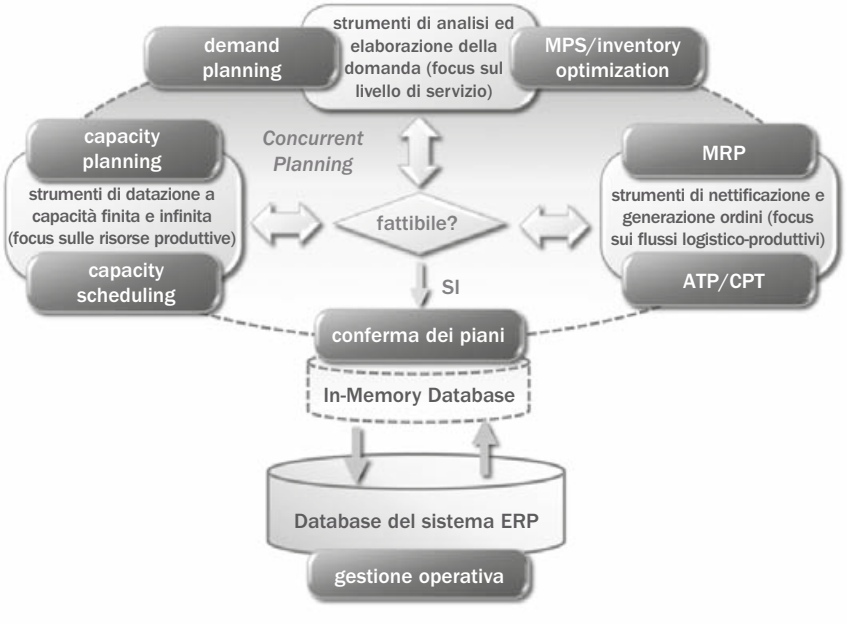
La logica «Concurrent Planning»

La tecnologia degli in-memory database, unita allo sviluppo di una serie di moduli funzionali in grado di rispondere alle esigenze di pianificazione strategica, tattica e operativa, ha determinato l'affermarsi nelle soluzioni APS di un nuovo approccio metodologico.

Come illustrato in Figura 21.9, già attraverso i primi strumenti di schedulazione era stato possibile sostituire il rigido flusso top-down con un sistema a retroazione (closed-loop MRP). Grazie al «Concurrent Planning» i moderni sistemi APS hanno introdotto un'ulteriore evoluzione, capace di superare anche la logica sequenziale del tradizionale closed-loop MRP per consentire agli utenti maggiore libertà di azione all'interno dei processi di pianificazione.

L'idea alla base del Concurrent Planning è peraltro semplice (Figura 21.11): integrare, all'interno di un ambiente grafico interattivo operante in memoria (RAM database), un set di moduli che agiscono sinergicamente e simultaneamente (da qui l'aggettivo «concurrent») per l'elaborazione dei piani:

Figura 21.11 – L'approccio «Concurrent Planning» realizzato dai moderni sistemi APS.



– strumenti di analisi ed elaborazione della domanda (Forecasting, Inventory Optimization, MPS);
– strumenti di nettificazione (moduli MRP e ATP/CTP), che bilanciano fabbisogni e disponibilità generando, in caso di insoddisfazione, nuove proposte di produzione e acquisto;
– strumenti di pura datazione (Capacity Planning, Capacity Scheduling) che, attraverso sofisticati algoritmi operanti a capacità finita e infinita, dispongono nello spazio temporale gli ordini e le proposte di produzione e acquisto.

Grazie a tale approccio sinergico non esiste un ordine prestabilito nel flusso logico di pianificazione: all'interno dell'ambiente simulativo gli utenti – in base alle specificità del contesto produttivo e organizzativo o alle necessità imposte da urgenze operative – possono adottare approcci top-down, bottom-up o circolari, sino a validare lo scenario ritenuto più idoneo alla realizzazione dei piani (la cui gestione operativa è demandata al sistema ERP).

La costruzione del flusso logico di pianificazione ammette pertanto ampi gradi di libertà, anche se ovviamente esistono delle «best practices» che fungono da riferimento (nel paragrafo 21.4.3 viene presentato a tal proposito un modello largamente adottato).

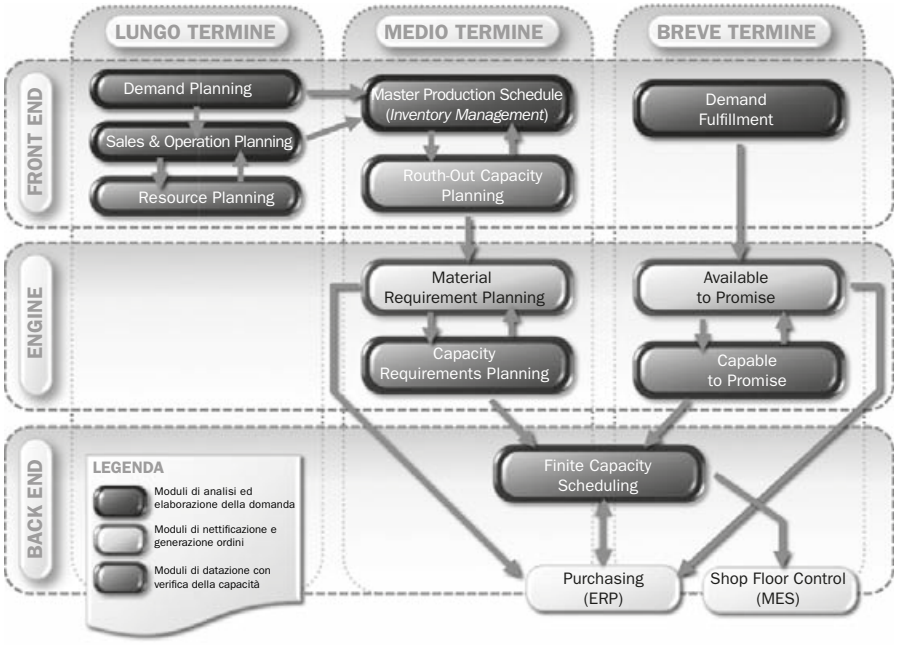
Alla descrizione dei singoli moduli che concorrono a definire il flusso logico di pianificazione sarà invece interamente dedicato il paragrafo 21.5

21.4.3 Uno schema logico di riferimento per i sistemi APS

Come osservato in precedenza, l'approccio «Concurrent Planning» introdotto dai moderni sistemi APS consente – attraverso opportune parametrizzazioni – di comporre un flusso logico di pianificazione in grado di adeguarsi alle specifiche esigenze dell'azienda, attivando o meno i moduli funzionali offerti dalla suite applicativa e combinandoli in modo opportuno fra loro.

Fra le molteplici possibili configurazioni, la Figura 21.12 propone uno schema di rife-

Figura 21.12 – Schema logico di riferimento per i sistemi APS.



rimento che inquadra le principali funzionalità delle soluzioni APS all'interno dell'architettura dei sistemi di pianificazione e controllo della produzione (MPCS), descritta nel capitolo 12. È di fatto l'evoluzione della mappa presentata in Figura 21.4, che ora risulta:

- contestualizzata rispetto agli orizzonti temporali (lungo, medio e breve termine);
- strutturata secondo i tre livelli di attività proposti per i sistemi MPCS: Front-End, Engine, Back-End (va osservato che il controllo della produzione e la gestione degli acquisti, presenti concettualmente nel Back-End, rientrano nella responsabilità di sistemi esterni all'APS, rispettivamente MES e ERP);
- arricchita dalle interrelazioni fra i moduli applicativi, suggerendo in tal modo una possibile articolazione del processo organizzativo inter-funzionale in ambito di pianificazione della domanda, della capacità produttiva e dei materiali.

21.5 Principali moduli applicativi nei sistemi APS

21.5.1 Prevedere la domanda: i moduli per il Demand Planning

Come già ricordato nel paragrafo 21.3.3, nell'ambito degli obiettivi del presente testo abbiamo ricondotto la trattazione delle tematiche di Demand Planning ai moduli sviluppati all'interno dei sistemi APS, non considerando suite specialistiche, focalizzate attorno al tema del Forecasting.

Se da un lato si tratta di una scelta che non consente di illustrare la maggiore estensione funzionale di soluzioni nate principalmente nel mondo retail, dall'altro ha il vantaggio di sottolineare la particolare declinazione che il tema delle previsioni di vendita presenta negli applicativi APS orientati alle realtà manifatturiere.

La natura di tale peculiarità discende dall'obiettivo stesso del Demand Planning in aziende che non si limitano alla vendita e distribuzione di beni, ma che sono impegnate in prima persona nella loro realizzazione: supportare tutte le funzioni logistico-produttive nella pianificazione di azioni future (acquisto di materia prima e componenti, fabbricazione di semilavorati e prodotti finiti, adeguamento degli impianti) prima che si manifesti la necessità delle azioni stesse (come ad esempio avviene nei contesti MTS e ATO).

Gli APS – inizialmente nati per gestire i processi solo a valle del Demand Planning (dall'MPS allo Scheduling) – negli ultimi anni hanno sviluppato all'interno delle proprie soluzioni moduli dedicati all'elaborazione del Forecast, offrendo agli utenti la possibilità di effettuare un'immediata analisi degli impatti dei piani previsionali sui fabbisogni di materiali e capacità produttiva, beneficiando nel contempo di alcuni dei punti di forza di tali sistemi:

- elevata velocità di elaborazione (grazie all'utilizzo della tecnologia in-memory database);
- approccio simulativo, con possibilità di definire più scenari ed effettuarne il confronto attraverso indici prestazionali standard o configurabili dagli utenti;
- estrema flessibilità, grazie a interfacce grafiche ed interattive.

I moduli di Demand Planning consentono una modellazione multi-livello, fornendo strumenti per l'analisi, l'elaborazione e l'aggregazione/disaggregazione dei dati lungo tre principali dimensioni e relative gerarchie: *struttura del prodotto* (articolo, famiglia, brand...), *bucket temporale* (giorno, settimana, mese...), *mercato* (cliente, agente, area...).

Le funzioni all'interno del modulo Demand Planning supportano un articolato processo inter-funzionale (Figura 21.13):

Figura 21.13 – Processo di generazione, condivisione e validazione delle previsioni di vendita.



– *Sales Analysis*: partendo dalle serie storiche delle vendite (fornite dal sistema ERP integrato), tramite sofisticati algoritmi vengono estrapolate le principali componenti della domanda (trend, stagionalità, casualità) ed evidenziati i valori fuori scala. Obiettivo del processo, che consente di marcare i periodi anomali (promozione, campionature, eventi straordinari) e di integrare le informazioni storiche con elementi futuri (portafoglio acquisito e portafoglio trattative), è di fornire al motore di elaborazione le serie storiche di riferimento.
– *Forecasting*: rappresenta il cuore del sistema che, partendo dalle serie storiche opportunamente ritarate (eventualmente affiancate da stime previsionali fornite dai clienti o da altri enti), sviluppa i piani futuri (quantità per periodo). Il sistema adotta il sofisticato approccio di best-fit parametrico, combinando l'azione di più modelli matematici di Sales Forecasting (media semplice e ponderata, smorzamento esponenziale, regressione lineare e multipla, Holt-Winters...) per minimizzare l'errore previsionale e consentire all'utente un'immediata verifica sull'accuratezza statistica delle serie proposte.
– *Condivisione e validazione*: l'output elaborato dal motore di Forecasting fornisce un piano di primo tentativo che – grazie alle funzioni collaborative e interattive del modulo Demand Planning – viene dapprima validato a livello centrale (ad esempio per correggere le serie più critiche, gestire i prodotti con profili di ingresso/uscita), quindi distribuito a più enti per la condivisione e approvazione. Alcuni sistemi APS non si limitano a gestire l'interazione con la funzione commerciale (brand manager, area mana-

ger, agenti), ma coinvolgono nel processo di negoziazione anche la produzione e gli acquisti attraverso un Forecast sviluppato autonomamente dai consumi di materie prime e semilavorati anziché dalle vendite di prodotti finiti.
– *Re-Forecast Intelligence*: il piano previsionale a valle della negoziazione collaborativa viene approvato e salvato, fungendo da Forecast di riferimento per tutti i processi a valle. Tuttavia, grazie a sofisticate funzioni di controllo di validità (scostamenti fra valori reali e previsionali) e ad analisi multidimensionali, il modulo garantisce una continua ritaratura del Forecast consensuale, l'affinamento automatico dei modelli matematici e un'opportuna reattività innanzi a fenomeni inattesi.

Il ricorso a strumenti informatici per la gestione del processo di Demand Planning nelle aziende manifatturiere individua casi d'uso piuttosto diversificati.

In molte realtà – soprattutto di piccole e medie dimensioni – l'elaborazione del Forecast è assente o delegata a strumenti non ufficiali e non integrati (tipicamente Microsoft Excel o Access). L'adozione di sistemi specialistici («DP&IO», *Demand Planning & Inventory Optimization)* si limita principalmente alle grandi aziende, mentre più comunemente il processo viene gestito all'interno del sistema ERP (anche se non sempre con la dovuta sofisticazione). I moduli di Demand Planning sviluppati all'interno delle suite APS si stanno progressivamente affermando, soprattutto per la strategicità della loro interazione con i processi di Master Planning, a cui è dedicato il prossimo paragrafo.

21.5.2 Strumenti informatici per i processi di Master Planning

I processi di Master Planning includono le attività di pianificazione «Front-End» di lungo/medio termine (vedasi Figura 21.12) e si pongono come collegamento indispensabile tra lo sviluppo del Forecast e la programmazione di secondo livello («Engine»).

La descrizione delle soluzioni informatiche a supporto di tali processi non può essere esente da una certa ambiguità, come parzialmente evidenziato già per il Demand Planning. Infatti la loro collocazione all'interfaccia fra l'ambito commerciale e quello logistico-produttivo ha determinato più o meno marcate sovrapposizioni fra i moduli disponibili all'interno dei sistemi ERP e quelli forniti dagli APS vendor (senza contare le suite specialistiche che abbiamo indicato come «DP&IO»).

Per superare le possibili ambiguità – talvolta introdotte anche dal nome commerciale dei moduli applicativi – ai fini della nostra trattazione considereremo gli strumenti per il *Sales & Operations Planning* (*S&OP*, corrispondente al «Production Plan» di Figura 12.1) e per il *Master Production Schedule (MPS)* presenti all'interno delle soluzioni APS.

Sia dal punto di vista informatico che logico-funzionale, si tratta di due moduli che condividono caratteristiche estremamente simili:

– il loro principale input è rappresentato dalla domanda previsionale, integrata dagli ordini cliente eventualmente già inseriti a sistema;
– l'output, ottenuto tramite algoritmi di calcolo molto semplici, riguarda la distribuzione temporale delle quantità da produrre per rispondere ai fabbisogni;
– l'interfaccia utente richiama un foglio di calcolo («Excel-like») attraverso il quale si possono inserire o modificare i dati proposti dal sistema;
– operano in modalità simulativa multi-scenario (sfruttando la tecnologia in-memory database degli APS);
– consentono un'immediata verifica di fattibilità degli scenari sviluppati, in termini di risorse critiche, capacità produttiva e materiali (adattando eventualmente le relative disponibilità per poter soddisfare il piano).

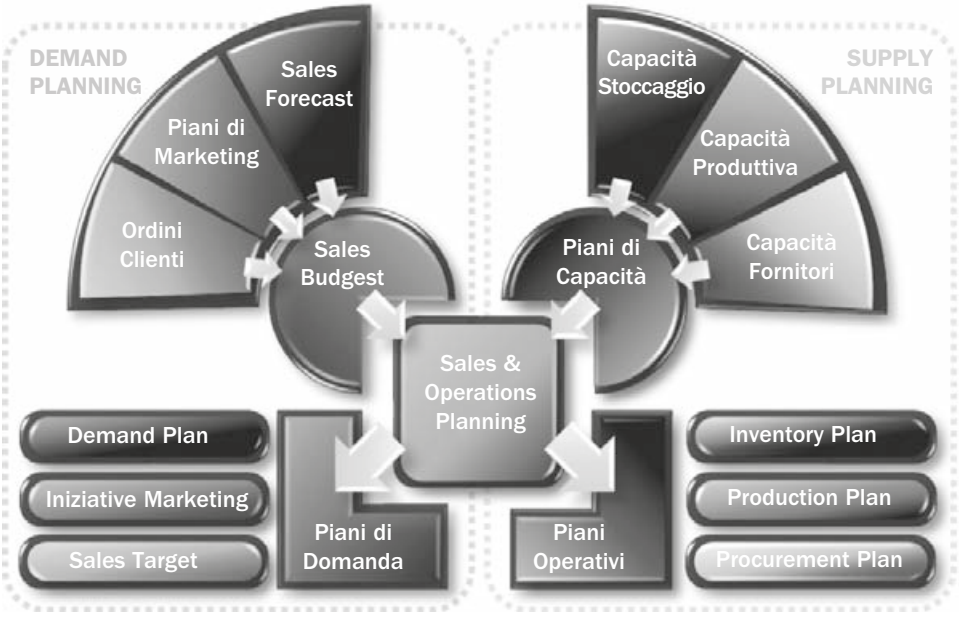
Le principali differenze fra S&OP e MPS sono invece conseguenza della diversa prospettiva temporale che si riflette sul dettaglio di analisi:

- il S&OP opera su famiglie aggregate di prodotti; sviluppa piani con orizzonte compreso fra 1 anno e 3 anni e con dettaglio temporale mensile o trimestrale; la verifica di fattibilità (RRP, Resource Requirements Planning) considera solo le risorse marcate come critiche, definite informaticamente attraverso cicli di pianificazione associati alle famiglie di prodotti e mantenuti distinti dai cicli reali;
- l'MPS opera sugli item fisici (finiti, semilavorati o materiali d'acquisto, in funzione del punto di disaccoppiamento definito in distinta); sviluppa piani con orizzonte compreso fra 3 mesi e 18 mesi e con dettaglio temporale settimanale o mensile; la verifica di fattibilità (RCCP, Rough Cut Capacity Planning) parte dai cicli di produzione reali, focalizzandosi però solo su alcune fasi identificate come critiche.

Va comunque sottolineato che le ampie possibilità di parametrizzazione presenti nei sistemi APS consentono di rilassare anche tali differenze, confondendo i processi di S&OP e MPS (che rimangono concettualmente ben distinti). Ne è riprova il fatto che solo poche aziende implementano informaticamente l'intero flusso in ambito Front-End (Demand Planning, Sales & Operations Planning, Master Production Schedule).

In alcuni casi la fase di negoziazione interna al processo di Demand Planning sostituisce un formale S&OP, con possibilità di effettuare anche una verifica delle risorse critiche (RRP) in termini di capacità produttiva, di magazzino e di fornitura. Si conferma in tal modo la duplice strategicità del processo di Sales & Operations Planning, interfaccia fra il mondo «Demand» e il mondo «Supply» (Figura 21.14) e, nel contempo, volàno fra lo sviluppo dei piani previsionali e la loro declinazione in piani operativi. In tale prospettiva il S&OP ha il merito di strutturare informaticamente un'importante prassi organizzativa: il

Figura 21.14 – Sales & Operations Planning: interazioni fra area commerciale e area logistico-produttiva.



confronto periodico fra area commerciale e area logistico-produttiva per condividere a livello di piano obiettivi spesso discordanti.

In altri casi l'azienda non opera un S&OP per famiglie: il Forecast alimenta direttamente l'MPS e il compromesso fra esigenze commerciali e logistico-produttive viene gestito direttamente all'interno del piano principale di produzione.

Una variante dell'MPS (e, per certi versi, anche del S&OP) può essere rappresentata dal modulo di *Inventory Management*.

Si tratta di uno strumento, presente in alcune soluzioni APS, che con l'MPS condivide molte caratteristiche: riceve in input i fabbisogni (previsioni ed eventuali ordini cliente ricevuti) e le disponibilità (giacenze, ordini di produzione e di acquisto già presenti a sistema), ha l'aspetto di un foglio di calcolo, opera in RAM simulando e confrontando più scenari, effettua una verifica di fattibilità analizzando il carico su risorse critiche.

L'elemento di differenziazione è rappresentato dal focus: l'Inventory Management si prefigge di determinare il profilo di scorte nel tempo per garantire un adeguato livello di servizio (al cliente – se prodotti finiti – o ai reparti – se semilavorati o materiali d'acquisto), proponendo conseguentemente un piano di reintegro (che ha la proprio forma dei record MPS: quantità per periodo).

21.5.3 Pianificare i fabbisogni di materiali con l'MRP dell'APS

Abbiamo già avuto modo di osservare come i sistemi APS abbiano progressivamente esteso il proprio perimetro funzionale dalla pianificazione della capacità produttiva alla pianificazione dei materiali e della domanda, invadendo territori storicamente presidiati dalle soluzioni ERP. Il modulo dove tale sovrapposizione va affrontata con maggiore attenzione è certamente rappresentato dal Material Requirements Planning.

I principali elementi di innovazione tecnologica e funzionale introdotti dai sistemi APS, nel caso dell'MRP, hanno determinato le seguenti caratteristiche:

- elaborazione in RAM estremamente rapida;
- possibilità di costruire e confrontare più scenari alternativi (approccio simulativo);
- interfaccia grafica ed interattiva per favorire l'analisi, la comprensione e la modifica dei piani (un interessante esempio di applicazione è la rappresentazione dei legami *pegging*, di cui viene fornito un esempio nel box al termine del paragrafo).

Non vorremmo tuttavia ridurre la questione a un mero confronto fra le funzionalità messe a disposizione dai sistemi APS e dai sistemi ERP per quanto concerne il modulo MRP. A tal proposito va infatti osservato che entrambi i sistemi offrono una sufficiente completezza nel supportare le diverse modalità di gestione descritte nel capitolo 12, 13 e 15 (*a fabbisogno* e *a piano*, ovviamente, ma anche *a scorta* se opportunamente parametrizzati) e che eventuali differenze in termini di sofisticazione sono riconducibili alle scelte operate dalle singole software factory e non a carenze strutturali generalizzabili (l'MRP – non va dimenticato – presenta una bassa complessità algoritmica).

Anche la supremazia tecnologica iniziale degli APS si è progressivamente stemperata quando alcuni sistemi ERP (leader di mercato) hanno introdotto interfacce grafiche e elaboratori più performanti.

Il focus della discussione va invece posto sul *modello logico-funzionale* di analisi dei fabbisogni e sul livello di *responsabilità* attribuito ai due sistemi:

- il principale output del processo MRP è un elenco di proposte di produzione e di acquisto che vanno analizzate e validate dagli enti aziendali preposti al rilascio degli ordini di lavorazione per i reparti, gli ordini di conto lavoro per i terzisti e gli ordini di

acquisto verso i fornitori. Trasferire al sistema APS la responsabilità dell'elaborazione MRP comporta solitamente un significativo cambiamento organizzativo, che deve necessariamente prevedere il ridisegno di alcuni processi aziendali e superare talvolta le resistenze della funzione IT, chiamata a rivedere la centralità del sistema ERP nella generazione di ordini di produzione e di acquisto;
– sviluppare l'MRP all'interno della soluzione APS non significa solo mantenere l'organicità strutturale del «closed-loop MRP» (altrimenti distribuito su due sistemi, con conseguente inefficienza operativa), ma poter sfruttare interamente il modello «Concurrent Planning» (paragrafo 21.4.2). Nel caso dell'MRP, oltre ai già citati benefici (performance, approccio simulativo, interattività grafica) si aggiunge infatti la possibilità di operare liberamente sui principali elementi costitutivi del piano (domanda, capacità, materiali), rendendolo pubblico solo al termine del percorso di consolidamento operato in RAM. Per quanto riguarda la verifica di capacità, va poi osservato che nei sistemi APS il processo CRP può essere contestuale all'elaborazione MRP, risolvendo alcune delle limitazioni concettuali anticipate nel capitolo 16 e che saranno richiamate nel paragrafo 21.5.4.

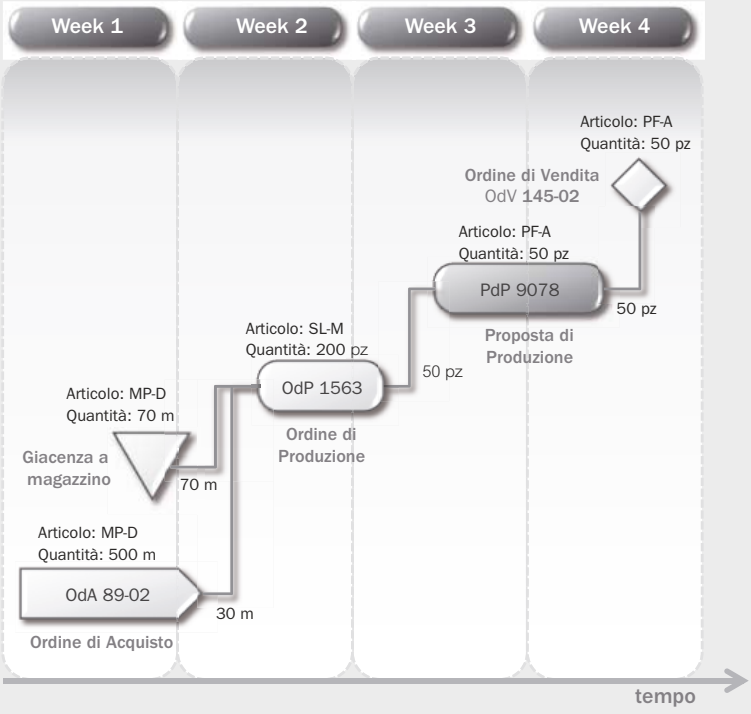
A conferma di tali considerazioni, non esistono best-practices universalmente valide riguardo la collocazione architetturale del modulo MRP. Nelle nostre esperienze abbiamo infatti incontrato una grande varietà di comportamenti, con situazioni anche ibride:

– APS adottato come puro strumento di datazione delle proposte di produzione e di acquisto generate dall'MRP del sistema ERP;
– ERP utilizzato come un puro strumento di gestione operativa degli ordini di acquisto e di produzione, generati e rilasciati direttamente nell'MRP del sistema APS;
– APS utilizzato a «sandwich»: a monte dell'MRP del sistema ERP – come strumento di pre-validazione della domanda indipendente attraverso la verifica della capacità produttiva richiesta dal piano – e poi a valle dell'MRP – come strumento di schedulazione operativa.

Rappresentazione dei legami pegging generati dall'elaborazione MRP

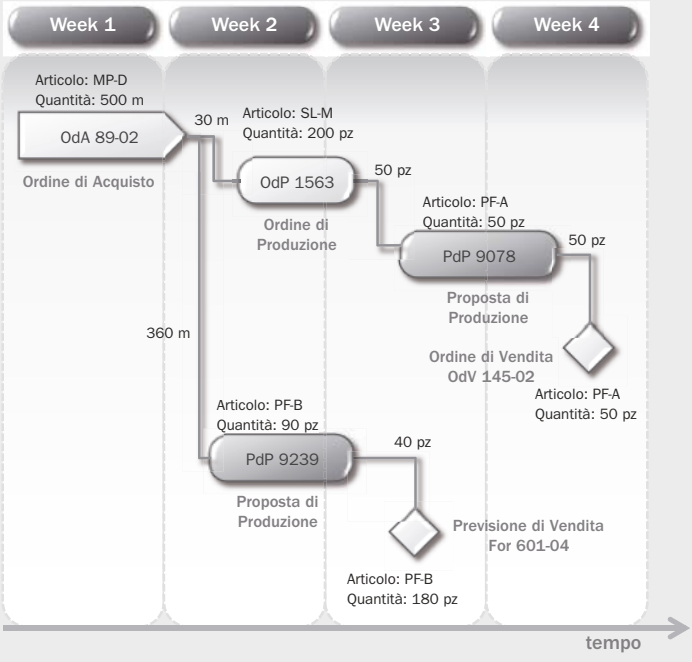
Sfruttando le proprie librerie grafiche, i sistemi APS hanno introdotto la rappresentazione dei cosiddetti «legami pegging», creati run-time dall'elaborazione MRP durante il processo di nettifica tra fabbisogni (indipendenti e dipendenti) e disponibilità (giacenze, ordini di produzione e di acquisto, proposte generate dall'MRP stesso per compensare le domande non soddisfatte). Attraverso tale visualizzazione l'utente può trovare immediata risposta a ricorrenti interrogativi: «dato un ordine cliente, quali attività logistico-produttive concorrono alla sua soddisfazione?», oppure: «dato un materiale di acquisto, quali ordini di produzione o quali ordini clienti risentirebbero di uno slittamento nella consegna da parte del fornitore?».
La rappresentazione del pegging corrisponde di fatto a una distinta base ruotata di 90°, i cui nodi sono tempificati in base ai lead time di produzione e di fornitura e si interrompono nel momento in cui i fabbisogni sono interamente soddisfatti da giacenze di magazzino o da ordini già in lavorazione.
La Figura 21.15 mostra un semplice esempio di pegging *top-down*, ovvero l'esplosione dinamica del processo di soddisfazione di una riga di ordine di vendita (OdV 145-02) che richiede 50 pezzi del prodotto finito PF-A con consegna in settimana 4.

Figura 21.15 – Rappresentazione grafica top-down dei legami pegging tra fabbisogni e disponibilità nell'MRP.



Il processo di nettifica dell'MRP, non trovando disponibilità, genera con politica a fabbisogno netto una proposta di produzione (PdP 9078) da 50 pezzi per PF-A, per realizzare la quale viene introdotto un fabbisogno dipendente su un componente, il semilavorato SL-M. Esiste già a sistema un ordine di produzione (OdP 1563) per SL-M, pianificato in settimana 2 e con quantità superiore a quella necessaria (probabilmente per politiche di lotto economico): il pegging evidenzia sia il legame che la quantità attribuita.
Scendendo di un ulteriore livello di distinta, l'MRP elabora anche i fabbisogni dipendenti dell'articolo SL-M, corrispondenti a 100 metri della materia prima MP-D a fronte di un coefficiente d'impiego pari a 0.5 m per ogni unità di SL-M. In questo caso il pegging evidenzia la presenza di 70 metri in giacenza, assegnati i quali il fabbisogno residuo viene soddisfatto con quota parte di un ordine di acquisto già emesso (OdA 89-02), 500 metri in arrivo a inizio settimana 2.
La Figura 21.16 rappresenta invece un esempio di pegging bottom-up, ovvero l'implosione dinamica di una disponibilità (ordine di acquisto OdA 89-02 per 500 metri della materia prima MP-D) con l'obiettivo di evidenziare tutti e soli i fabbisogni da essa condizionati. Come si può osservare dall'esempio, si evince che solo 30 metri di tale acquisto sono critici ai fini della soddisfazione dell'ordine di produzione OdP 1563 (semilavorato SL-M) e conseguentemente della proposta di produzione PdP 9078 con cui coprire l'ordine di vendita OdV 145-02 per il prodotto finito PF-A. Si tratta di informazioni già presenti in Figura 21.12a (che però riportava anche il pegging alla giacenza di MP-D, ora ininfluente ai fini dell'analisi bottom-up).

Figura 21.15b – Rappresentazione grafica bottom-up dei legami pegging tra fabbisogni e disponibilità nell'MRP



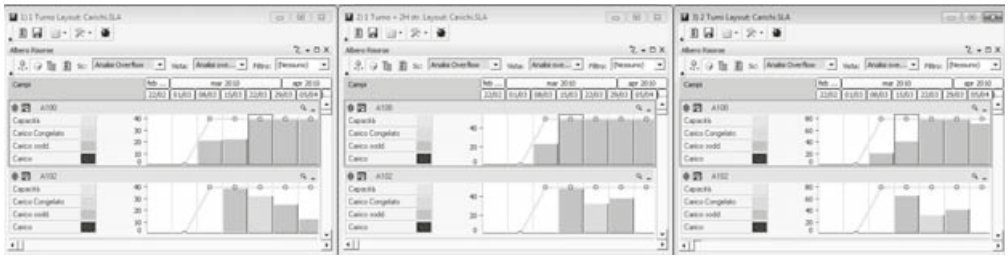
Non sapevamo invece nulla sull'esistenza di una seconda destinazione per il materiale acquistato: 360 metri di MP-D, infatti, sono stati assegnati ad una proposta di produzione (PdP 9239) generata run-time per il prodotto finito PF-B in modo da soddisfare il fabbisogno indipendente rappresentato dalla previsione di vendita For 601-04. Le quantità indicate sui legami pegging lasciano intuire il coefficiente di impiego della materia prima MP-D indicato nella distinta base del prodotto finito PF-B (4 metri per ogni pezzo) e suggeriscono che quota parte della previsione di vendita (140 pezzi su 180) sia già coperta da altre disponibilità (sulle quali il pegging bottom-up, focalizzato solo sull'ordine di acquisto OdA 89-02, correttamente non si concentra). A proposito di tale ordine di acquisto, si può dedurre che parte di esso (110 metri), non essendo assegnata ad alcun fabbisogno, verrà conservata a magazzino al momento del ricevimento.
Va infine osservato che i legami pegging all'interno dei sistemi APS non consentono solo un'immediata comprensione e visualizzazione degli esiti dell'elaborazione MRP ma, in pieno accordo con l'approccio «Concurrent Planning», offrono la possibilità di forzare interattivamente le assegnazioni, modificare le proposte generate e ripianificare la produzione a valle delle variazioni (a tempi e quantità).

21.5.4 Advanced Planning e CRP

Gli strumenti applicativi sviluppati all'interno delle soluzioni APS per affrontare il tema del Capacity Requirements Planning rappresentano l'ennesima potenziale area di sovrapposizione con gli analoghi moduli forniti dai sistemi ERP.

In questo caso va subito premesso che il termine «Advanced Planning», con il quale

Figura 21.17 – Esempio di approccio simulativo multi-scenario dei moduli Advanced Planning.



viene identificata la CRP in ambito APS, sia ampiamente meritato. L'incontestabile primato di tali strumenti non deriva infatti esclusivamente dai benefici indotti dall'approccio «Concurrent Planning» (già ampiamente richiamati per l'MRP: performance elevate, approccio simulativo multi-scenario, estrema interattività grafica, vedasi un esempio in Figura 21.17), ma anche e soprattutto da tre rilevanti aspetti.

In primo luogo, l'Advanced Planning consente modellizzazioni più sofisticate dei contesti produttivi, grazie all'ampia possibilità di parametrizzazione e ad anagrafiche di riferimento (cicli e fasi di lavorazione, alternative produttive, gerarchia delle risorse manodopera e macchina, dati tecnici, calendari, tempi inter-operazionali) molto più complete e mirate rispetto a quanto presente nei sistemi ERP. È per questo motivo che, nell'integrazione fra i due sistemi, tali anagrafiche sono governate dalla soluzione APS (o, in certi casi, estese opportunamente).

In secondo luogo, nel caso in cui l'elaborazione dei fabbisogni avvenga all'interno del sistema APS (moduli MRP e ATP), l'Advanced Planning può essere parametrizzato per effettuare una pianificazione della capacità contestuale al processo di nettificazione. In altri termini viene «cortocircuitato» il closed loop rappresentato in Figura 12.4, semplificando le attività di verifica (un unico check point in luogo di due) e introducendo un approccio innovativo nel calcolo dei tempi di attraversamento (non più fissi, ma derivati dalle effettive ore di lavorazione e mediati dalla disponibilità delle risorse produttive allocate).

In terzo luogo – quale naturale conseguenza dei due aspetti precedenti – l'Advanced Planning arricchisce la CRP con algoritmi molto più sofisticati, derivati dal «fratello maggiore», l'Advanced Scheduling. In particolare:

- l'allocazione delle operazioni sulle risorse può avvenire anche a capacità finita (su bucket configurabili: ora, giorno, settimana, mese, ...) e non solo a capacità infinita;
- sono disponibili algoritmi che consentono di operare con la tradizionale logica backward (per analogia con l'elaborazione MRP), ma anche con logiche forward (come nel modulo FCS) o miste forward/backward;
- è possibile rilassare alcuni vincoli (calendari standard, disponibilità dei materiali, date di consegna, risorse preferenziali) in modo da incrementare le possibilità di successo nella ricerca automatica di soluzioni alternative (si veda l'approfondimento nel box).

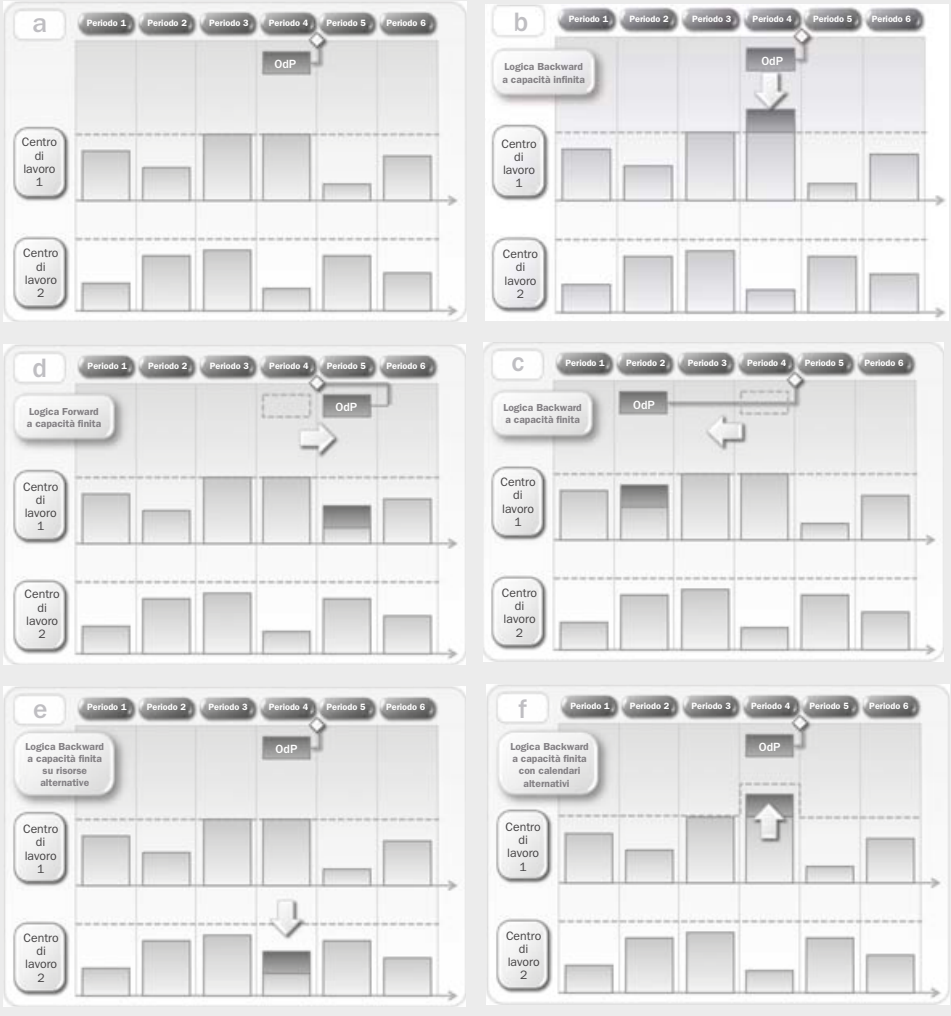
21.5.5 L'analisi di evadibilità degli ordini cliente: i moduli ATP/CTP

I moduli funzionali presentati nei precedenti paragrafi condividono una caratteristica di fondo: il presidio di attività di pianificazione nel medio-lungo periodo (sia Front-End che Engine) dove la componente previsionale della domanda o l'analisi dei consumi storici

Advancend planning: principali direttrici nella ricerca di capacità produttiva

Attraverso un semplice esempio (Figura 21.18.a) è possibile comprendere alcune delle logiche applicate dagli strumenti di Advanced Planning nella ricerca di capacità produttiva disponibile. Un ordine di produzione monofase, con consegna richiesta per il termine del periodo 4 (che rappresenta il bucket discretizzato di riferimento), può venire realizzato sul centro di lavoro 1 (risorsa preferenziale), ma il suo ciclo produttivo indica come possibile risorsa alternativa anche il centro di lavoro 2.

Figura 21.18 – Advanced Planning: step di pianificazione nella ricerca di capacità disponibile.



L'algoritmo base, dopo aver calcolato il tempo di attraversamento sulla base delle informazioni presenti nel ciclo (che rimane compreso entro la durata del bucket stesso) prevede una pianificazione a capacità infinita con logica backward (come accade solitamente contestualmente all'elaborazione MRP). Tale situazione determina un sovraccarico sul

centro 1 nel periodo 4 (Figura 21.18.b), situazione che può essere intercettata dall'utente a valle della pianificazione e risolta operando interattivamente per livellare il carico.
In alternativa, l'Advanced Planning può essere parametrizzato in modo da operare preventivamente a capacità finita attraverso una serie di step in cascata, sino a convergere su una soluzione coerente nel rispetto dei vincoli introdotti e degli obiettivi attesi (nei sistemi APS più evoluti gli step che non raggiungono un certo target prestazionale o che violano le condizioni imposte, vengono by-passati a favore di altri scenari).
Una prima possibile alternativa alla pianificazione a capacità infinita opera ancora con logica backward all'interno dello spazio temporale (Figura 21.18.c): l'ordine viene anticipato fino a trovare disponibilità sulla risorsa preferenziale. Vengono mantenuti così i vincoli di capacità e l'obiettivo di consegna, al prezzo di una maggiore giacenza media a magazzino.
La capacità può essere ricercata ancora nello spazio temporale, ma con logica forward (Figura 21.18.d): in tal modo l'ordine viene posticipato fino a trovare capacità disponibile sulla risorsa preferenziale, violando però l'obiettivo di consegna, situazione non sempre gradevole o gestibile.
Spesso, infatti, per mantenere il livello di servizio, si preferisce sopportare costi produttivi aggiuntivi, come avviene quando si opera su risorse non preferenziali (tipicamente meno performanti o esterne all'azienda) oppure quando si consente al sistema di attingere a capacità produttiva al di fuori dei calendari di riferimento (straordinari, festivi, secondi o terzi turni...). Tali situazioni (evidenziate in Figura 21.18.e e 21.18.f) possono essere complicate a piacere, costruendo all'interno dell'Advanced Planning nuovi step di pianificazione che combinano algoritmi di ricerca, vincoli dinamici e obiettivi di prestazione.

giocano un ruolo importante (Demand Planning, Sales & Operations Planning, Master Production Schedule, Inventory Management, Material Requirements Planning).

Si tratta di situazioni tipiche nei contesti produttivi caratterizzati – parzialmente o interamente – da logiche *push*, che richiedono cioè decisioni sull'impegno di risorse e materiali prima che il mercato abbia esplicitato un effettivo fabbisogno a livello di prodotto finito.

Quando invece si opera sul breve periodo oppure in contesti dove la logica *pull* copre un'ampia porzione del lead time cumulato (ad esempio nella produzione su commessa), l'interesse delle aziende si sposta prepotentemente sull'analisi di evadibilità degli ordini cliente appena immessi a sistema.

La risposta dei sistemi APS a tale tema si è tradotta nello sviluppo di moduli comunemente denominati ATP/CTP (Available To Promise/Capable To Promise), chiamati a coprire i processi di « Order Promising « e « Demand Fulfillment ». Riorganizzando in chiave informatica quanto anticipato nel capitolo 13, gli strumenti applicativi ATP/CTP supportano le aziende manifatturiere in tre principali attività:

- *fornire una data di consegna realistica alle nuove righe di vendita*, valutando la disponibilità di prodotti finiti ed, eventualmente, di tutti i componenti critici in distinta base, verificandone in tal caso la sostenibilità anche in termini di capacità produttiva;
- *predisporre immediatamente il sistema per la soddisfazione dei nuovi ordini cliente*, allocando materiali e risorse, analizzando e risolvendo gli inevitabili conflitti sul breve termine, generando e rilasciando ordini di produzione, di conto lavoro e di acquisto;
- *monitorare il processo di evasione degli ordini cliente*, controllando periodicamente lo stato di avanzamento, il mantenimento delle date e delle quantità, gestendo eventual-

mente urgenze ed eccezioni che possono talvolta condurre a una rinegoziazione delle consegne o degli impegni produttivi.

Si tratta di attività le cui responsabilità si collocano all'interfaccia fra l'area commerciale e l'area logistico-produttiva, funzioni spesso caratterizzate da approcci culturali non omogenei e che hanno conseguentemente orientato lo sviluppo degli strumenti ATP/CTP su due direttrici distinte, ma deliberatamente mantenute complementari:

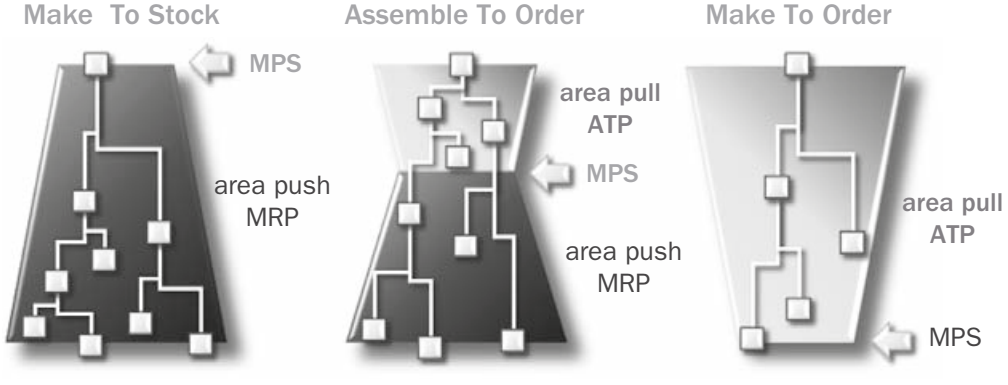
- moduli molto simili a fogli di calcolo, dove il sistema ATP fornisce in modo automatico, per ogni riga di vendita, la data di presunta evasione e una serie di informazioni sintetiche sullo stato di avanzamento delle attività logistico-produttive (ad esempio: quantità già pronta a magazzino anche se solo a parziale saldo), utilissimi a commerciali e personale dell'ufficio spedizioni per mantenere un costante presidio sul processo di evasione della domanda;
- interfacce grafiche e interattive, dove attraverso i legami pegging alle righe di vendita (esplosione top-down) vengono presentati gli scenari correnti e alternativi nel percorso di soddisfazione della domanda; in questo contesto gli algoritmi di nettifica dell'ATP e di allocazione capacità contestuali al CTP forniscono una prima soluzione che gli uffici preposti alla pianificazione possono analizzare e ritarare (sfruttando ampiamente i benefici della logica «Concurrent Planning»).

Spesso ci si chiede se abbia senso la convivenza di due motori per l'elaborazione dei fabbisogni quali l'MRP e l'ATP, molto simili nelle logiche di calcolo e supportati di fatto dalle medesime funzionalità di Advanced Planning (nella chiave di lettura da noi proposta, il CTP effettua una verifica contestuale della capacità produttiva, con un approccio del tutto analogo a quanto operato dalla CRP nell'MRP dei sistemi APS).

La risposta è affermativa per i contesti logistico-produttivi nei quali la compresenza di logiche pull e push richieda una gestione «duale», come tipicamente avviene nelle aziende la cui offerta è caratterizzata da prodotti con lead time cumulati diversi o dalla necessità di rispondere a mercati con attese di consegna non omogenee.

In tali casi il sistema informativo deve essere in grado di supportare contemporaneamente più situazioni, cosa che riesce a sistemi APS evoluti grazie alle loro ampie possibilità di configurazione. Il modello sinergico ATP-MRP (vedasi Figura 21.19) consente di sottolineare, al di là dell'affinità algoritmica, le differenze concettuali fra i due approcci (più evidenti nei contesti Assemble To Order):

Figura 21.19 – Aree di pertinenza MRP e ATP in funzione della diversa modalità di risposta al mercato.

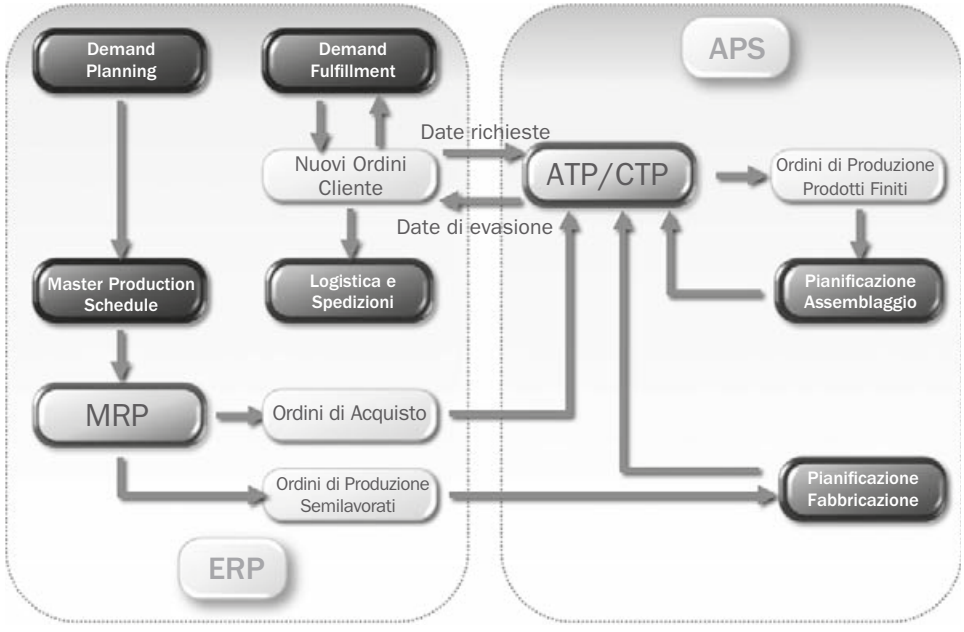


– l'ATP è chiamato ad elaborare sul breve periodo i fabbisogni indipendenti costituiti dagli ordini cliente, operando sui livelli alti di distinta fino al punto di disaccoppiamento (interfaccia pull-push) su cui si concentra l'MPS; l'MRP opera invece a partire dalla domanda indipendente previsionale o dai fabbisogni dipendenti derivati dal processo ATP (quindi sui livelli più bassi in distinta);
– i criteri di elaborazione dell'MRP sono meno sofisticati (essenzialmente si guarda alla data fabbisogno) rispetto a quelli dell'ATP, che nell'assegnazione di materiali e capacità applica regole di priorità per ridurre i rischi di cannibalismi indesiderati (ad esempio: l'ultimo ordine inserito potrebbe assorbire i componenti di una richiesta cliente confermata molte settimane prima);
– il processo di analisi dell'ATP è più selettivo e mirato, concentrandosi sui fabbisogni cliente e non sull'intero piano scatenato da essi (su cui opera l'MRP); conseguentemente la frequenza di elaborazione è maggiore nell'ATP (giornaliera, o addirittura all'inserimento di ogni nuova riga di vendita) che nell'MRP (tipicamente settimanale, a fronte dell'elevata mole di proposte generate)

La Figura 21.20 contestualizza un possibile flusso logico nella realizzazione del modello sinergico MRP-ATP in una realtà Assemble To Order, dove è anche stata ipotizzata una suddivisione di responsabilità fra il sistema ERP e il sistema APS (il flusso sarebbe comunque valido anche nel caso in cui – come a volte avviene – anche l'MRP venga elaborato in ambito APS):

– sulla base di un piano previsionale e con sufficiente anticipo (dipendente dai lead time critici) il sistema MRP genera proposte di acquisto e produzione per i semilavorati, le trasforma in ordini rilasciati e trasmette quelli di produzione al sistema APS, affinchè vengano pianificati tenendo conto della capacità delle risorse;

Figura 21.20 – Possibile flusso logico del modello sinergico MRP-ATP in un contesto Assemble To Order.



– grazie alla quota parte «pull» del processo di produzione, è possibile attendere le effettive richieste da parte dei clienti per generare e pianificare gli ordini di produzione dei prodotti finiti (compito che viene svolto dal motore ATP);
– grazie al processo di verifica di capacità (sia per i prodotti finiti che per i semilavorati) e in base alla disponibilità di materiali d'acquisto, l'ATP può rispondere all'ERP indicando le date di prevista evadibilità delle nuove righe cliente.

21.5.6 Advanced Scheduling

Come abbiamo già avuto modo di osservare, i cosiddetti «schedulatori» hanno agito da apripista nello sviluppo della serie di strumenti orientati alla pianificazione della produzione che oggi chiamiamo APS.

A ben guardare, seppur mutuati ed aggiornati, i punti di forza degli attuali moduli di Advanced Scheduling (evoluzione dei primi schedulatori) rimangono l'approccio grafico interattivo, l'eccellenza algoritmica e la simulazione in RAM.

Si tratta di soluzioni chiamate a supportare il processo di sequenziazione a capacità finita (FCS, Finite Capacity Scheduling) delle fasi di lavorazione sulle risorse produttive, ovvero le attività di «programmazione operativa» con evidente riferimento all'orizzonte considerato (di breve-brevissimo periodo) e al livello di dettaglio (che è massimo, sia a in termini di risorse che di granularità temporale).

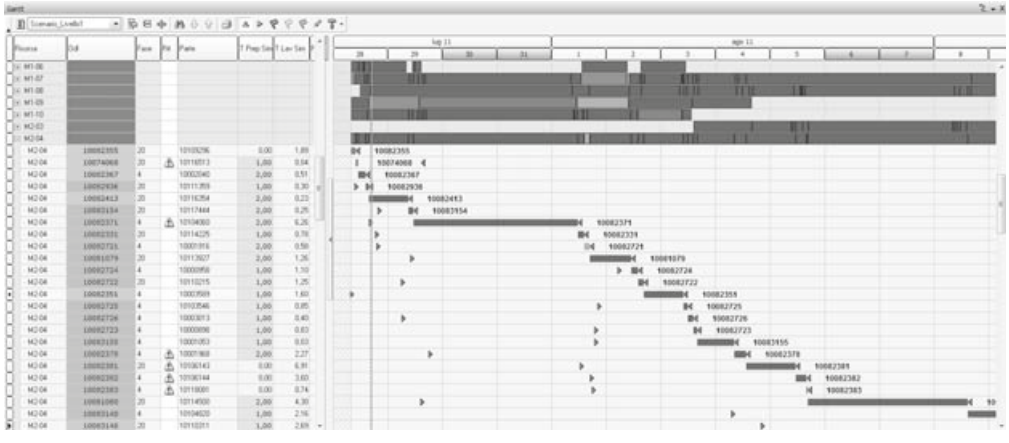
Richiamando un immediato parallelismo con l'altro strumento di pura datazione di cui sono dotati i sistemi APS, si può anche dire che dove l'Advanced Planning (CRP) guarda a reparti e centri di lavoro, l'Advanced Scheduling (FCS) si preoccupa di singole macchine, attrezzature e persone; se il primo descrive la capacità produttiva allocata nella settimana o nel giorno, il secondo indica – attraverso Gantt di immediata interpretazione (Figura 21.21) – in quale preciso istante di tempo dovrà essere realizzata una certa operazione.

Non è intenzione del presente paragrafo affrontare i modelli concettuali alla base delle tecniche di schedulazione: l'intero capitolo 18 fornisce infatti una trattazione ampia e dettagliata in proposito.

Riteniamo invece importante descrivere le principali caratteristiche di tali sistemi, per comprendere come un tema così complesso sia stato declinato con successo dai fornitori di soluzioni APS in strumenti di semplice utilizzo.

Una prima considerazione: fra i numerosi metodi utilizzabili per lo scheduling, le soluzioni più diffuse – indipendentemente dai percorsi di sviluppo e dai mercati target delle

Figura 21.21 – Esempio di piano schedulato su Gantt all'interno di un sistema APS.



software factory – hanno adottato i cosiddetti metodi euristici interattivi miopi (di certo non i migliori in termini di ottimizzazione). I motivi di tale convergenza sono semplici:

- l'approccio tramite euristiche (ovvero regole di priorità da applicare in cascata) risulta per gli utenti più intuitivo e sostenibile (provate per contro a formulare una funzione obiettivo con pesi ponderati e obiettivi normalizzati che riesca a mettere d'accordo direzione, area commerciale, produzione e acquisti);
- l'algoritmo converge in tempi rapidi a una soluzione univoca e comprensibile;
- le aziende preferiscono approcci improntati al « buon senso », dove il sistema deve offrire la possibilità di interagire con la soluzione fornita dall'algoritmo tramite successive modifiche locali e forzature per la gestione di eccezioni.

Per tali ragioni i sistemi di Advanced Scheduling hanno costruito molto del loro successo non solo sulla crescente sofisticazione algoritmica (incorporando magari metodi meno intuitivi) e prestazionale (la tecnologia in RAM ha garantito fin dal principio tempi di elaborazione più che soddisfacenti), ma anche sulla fruibilità del software e sulla capacità di modellare il contesto produttivo dell'azienda.

Gli elementi principali considerati dai moderni sistemi APS per affrontare in modo opportuno le problematiche di programmazione operativa sono:

- il modello delle risorse (macchine, manodopera, attrezzature, stampi) e dei cicli produttivi, maggiormente dettagliati rispetto alle corrispondenti anagrafiche ERP;
- informazioni relative ai setup: tempi e costi nel passaggio da una lavorazione all'altra limitatamente alle macchine per le quali ha senso minimizzare i tempi di inattività;
- vincoli logici, tecnologici, logistici e organizzativi (ad esempio: numero massimo di operatori interinali, grado di occupazione magazzini inter-operazionali...);
- impegni di materiali associati alle operazioni (utilizzati come vincolo forte all'allocazione dell'operazione oppure, più semplicemente, come warning);
- informazioni precise e aggiornate frequentemente sull'effettivo stato di avanzamento delle lavorazioni in reparto (vedasi paragrafo 21.6.3).

Un ruolo cruciale rivestono poi le *euristiche*, ovvero l'insieme di regole di priorità attraverso le quali opera il motore algoritmico, la cui procedura – senza entrare eccessivamente nel dettaglio – è così riassumibile:

- il sistema procede all'allocazione di un'operazione per volta, scegliendo la « migliore » all'interno di quelle presenti a sistema e che concorreranno alla generazione del piano;
- il sistema innanzi tutto restringe il campione a un sotto-insieme di « candidate », escludendo tutte le operazioni che al momento non sono allocabili (ad esempio perché legate sequenzialmente a valle di altre operazioni non ancora schedulate, oppure perché la risorsa richiesta non è ancora disponibile, oppure perché non viene rispettato il vincolo sui materiali necessari alla sua realizzazione);
- nel caso in cui un'operazione presenti più percorsi produttivi, il sistema deve prima decidere la specifica risorsa fra quelle alternative dichiarate nel ciclo. Intervengono a questo livello le cosiddette *euristiche di scelta risorse* (ad esempio: « scegli risorsa che termina prima il job » cercherà di effettuare l'attività sulla risorsa più efficiente o, più semplicemente, su quella con calendario più ampio);
- quando tutte le operazioni hanno associata una sola risorsa, attraverso un secondo set di regole (*euristiche di scelta job*) il sistema individua fra esse l'operazione che presenta priorità più alta. I set di euristiche vengono costruiti in modo tale che il sistema converga sempre verso una soluzione.

Una volta allocata l'operazione, la procedura riparte daccapo: infatti la prima scelta, come un sasso lanciato in uno stagno, ha perturbato lo stato del sistema che dovrà ricostruire per sicurezza l'insieme di candidate.

La completezza funzionale degli schedulatori a capacità finita implementati all'interno dei sistemi APS ne ha consentito l'applicazione in ambienti produttivi con caratteristiche e complessità molto diverse, da applicazioni tradizionali («job-shop») a soluzioni più sofisticate, come nel caso descritto nel box.

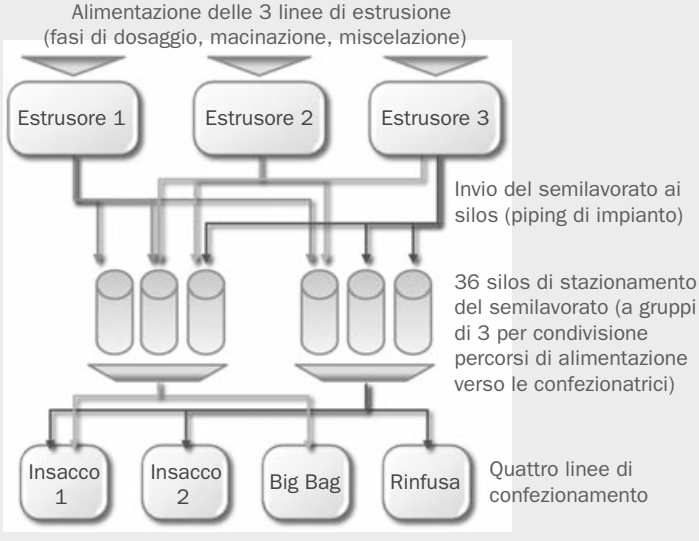
Advanced Scheduling: il caso Skretting

Skretting è un'azienda del gruppo multinazionale Nutreco, leader nella produzione di alimenti per salmonidi, specie marine mediterranee e specie d'acqua calda. Nel 2008, spinta dalla crescente competitività del mercato ad incrementare l'efficienza e l'efficacia dei propri processi di pianificazione e gestione della produzione, ha introdotto un sistema APS con l'obiettivo principale di tradurre il programma di consegne definito dalla funzione logistica in una schedulazione di dettaglio.

L'aspetto più critico nello sviluppo del progetto è stata la modellizzazione del processo produttivo, caratterizzato da vincoli di impianto e con obiettivi di ottimizzazione che potevano essere gestiti solo da sofisticati strumenti di Advanced Scheduling.

I prodotti finiti realizzati da Skretting – in forma di mangime essicato (confezionato in sacchi di varie tipologie e dimensioni, oppure venduto come rinfusa in autoarticolati) – seguono un processo produttivo composto principalmente da cinque fasi sequenziali: dosaggio, macinazione, miscelazione, estrusione e confezionamento. Il modello di schedulazione si è concentrato sui due processi terminali (estrusione e confezionamento), in quanto maggiormente critici ai fini della definizione dei piani operativi (Figura 21.22).

Figura 21.22– Il processo produttivo considerato nel modello di schedulazione in Skretting.



La distinta base degli articoli è estremamente semplice e si sviluppa su tre livelli, dove il prodotto finito (confezionato) richiede un semilavorato (estruso) che a sua volta impegna i componenti della «ricetta».

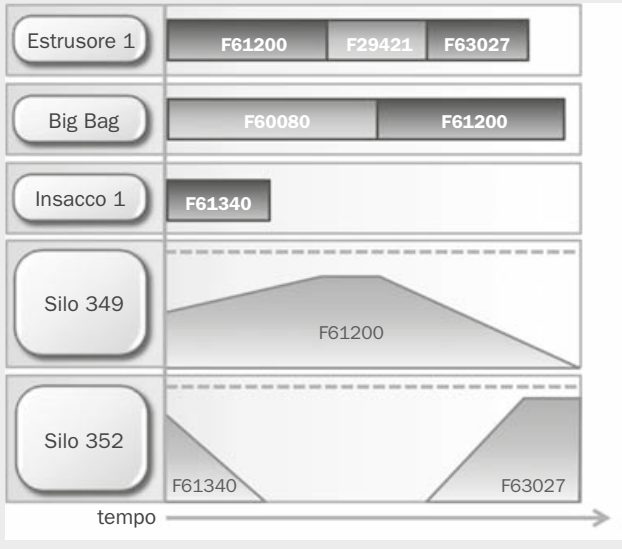
Il sistema APS, tramite l'elaborazione quotidiana dell'ATP, verifica l'evadibilità (in termini di date e quantità) degli ordini cliente e, nel caso non trovi copertura di prodotti finiti e/o semilavorati, genera le corrispondenti proposte di produzione, che vengono contestualmente analizzate e trasformate in ordini di lavorazione. Sia gli ordini di produzione di prodotto finito che quelli di semilavorato sono mono-operazione (rispettivamente: confezionamento ed estrusione).
La fase di estrusione, che genera il semilavorato (mangime), viene effettuata su tre risorse assolutamente alternative (possono realizzare qualsiasi prodotto). Al termine dell'estrusione il semilavorato viene immediatamente inviato a un silo di stazionamento. I 36 silos disponibili hanno una capacità massima di 40 tonnellate e sono collegati a monte ai tre estrusori attraverso il piping d'impianto (da ritenersi non modificabile, dato l'elevato costo per la sua eventuale riconfigurazione). Non sono ammessi tutti i possibili percorsi: alcuni silos non sono raggiungibili da tutti e tre gli estrusori. Ovviamente semilavorati diversi non possono venire miscelati all'interno di uno stesso silo, mentre può accadere che ordini di estrusione – inevitabile il caso di quelli che eccedono le 40 tonnellate – siano versati su più di un silo.
La fase di confezionamento è alimentata dai silos di semilavorato e può avvenire, a seconda della tipologia di packaging, su quattro linee: due di insacco (sacchi da circa 20-25 kg), una per i big bag (sacconi da 500 kg) e una per la rinfusa (il prodotto finito, pur cambiando codice in distinta base, di fatto coincide con il semilavorato perché viene semplicemente versato nei comparti di un autoarticolato). Anche in questo caso i vincoli di piping fanno sì che non necessariamente le quattro linee di confezionamento possano prelevare da qualsiasi silo. Come vincolo aggiuntivo, i silos a gruppi di 3 condividono la parte iniziale di trasporto verso le confezionatrici (perciò mentre si sta confezionando da uno di tali silos, gli altri due del gruppo non possono venire svuotati).
Il sistema di schedulazione ha l'obiettivo di fornire un dettagliato piano di breve periodo (circa 3 giorni, 24 ore su 24) in grado di ottimizzare le attività di estrusione e confezionamento (in termini di saturazione dell'impianto e di utilizzo dei silos), nel rispetto delle date di consegna richieste dai clienti.
Gli elementi considerati a tal fine dal modello sono:

– le risorse principali: i 3 estrusori e le 4 linee di confezionamento, per le quali viene fornita la work-list dettagliata (a livello di ora/minuto);
– le risorse ausiliarie: i 36 silos, per i quali viene fornito il profilo di impiego ottimale;
– le caratteristiche di setup che concorrono alla sequenziazione ottimale degli ordini sugli estrusori: diametro trafila (richiede un tempo per il cambio) e presenza o meno di alcuni componenti contaminanti nel semilavorato (per evitare casi di interferenza alimentare, è infatti necessario lavare l'estrusore quando si passa da alcune classi di prodotto ad altre);
– le caratteristiche di setup per l'ottimizzazione delle linee di confezionamento, riconducibili alle diverse tipologie di sacco;
– la geometria del piping di impianto che connette i silos di semilavorato alle risorse principali, in modo da descrivere tutti e soli i percorsi sia a monte (con gli estrusori) che a valle (con le confezionatrici);
– i vincoli di interferenza nell'impianto, riconducibili essenzialmente a tre situazioni: (1) l'impossibilità che un silo venga riempito contemporaneamente da più di un estrusore; (2) l'impossibilità di confezionamento parallelo fra sili appartenenti allo stesso gruppo da tre; (3) l'impossibilità che – in qualsiasi istante di tempo – un silo contenga due semilavorati diversi.

Come si può ben intuire, il tema trattato dallo schedulatore presenta un elevato grado di

complessità. L'algoritmo è infatti chiamato non solo a rispettare i vincoli di impianto e di interferenza, ma a ottimizzare l'uso dei silos e le sequenze di estrusione e confezionamento.
Nella scelta dell'assegnazione dell'operazione alle risorse principali (estrusori, confezionatrici), vengono adottate le seguenti regole euristiche: risorsa che termina prima, risorsa che mantiene il medesimo articolo, risorsa che minimizza il tempo di setup.
Una volta scelta l'alternativa migliore, fra tutte le operazioni che si contendono tale risorsa la sequenza ottimale viene stabilita attraverso le seguenti euristiche: operazione con priorità maggiore, operazione con data di consegna cliente più urgente, operazione che minimizza i tempi di setup.
Contemporaneamente all'allocazione degli ordini, avviene la scelta del silo. Le regole introdotte sono ispirate ad un principio generale: utilizzare meno silos possibili. Di conseguenza, contestualmente all'allocazione dell'estrusore, viene scelto come silo di versamento quello che già contiene il semilavorato prodotto o, in assenza di tale casistica, quello che viene saturato maggiormente dalla quantità estrusa. Il confezionamento opera in modo duale. Ad esempio, se si devono confezionare 5 tonnellate di un semilavorato presente contemporaneamente su due silos (8 tonnellate nel primo e 3 tonnellate nel secondo), lo schedulatore svuoterà il secondo e completerà l'ordine prelevando 2 tonnellate dal primo. Infatti, prelevando solo dal primo, rimarrebbero due silos impegnati: situazione non ottimale perché riduce le possibilità di scelta nei versamenti da estrusione (regola di interferenza sui semilavorati).
La Figura 21.23 offre – a semplice titolo di esempio – una rappresentazione dell'output del processo su un Gantt temporale. L'estrusore 1 sta realizzando il semilavorato F61200, versandolo nel silo 349 che già lo conteneva. Al termine dell'attività procede con l'estrusione di F29421 (di cui non vediamo il silo di destinazione). Successivamente estrude anche F63027, impegnando il silo 352 che era stato svuotato dall'insacco 1, al termine del confezionamento di F61340. Per liberare il silo 349, attraverso la linea dedicata al Big Bag (F61200) è necessario attendere che termini il confezionamento di F60080 (di cui non vediamo il silo di svuotamento).

Figura 21.23 – Esempio di schedulazione delle risorse (linee e silos) in Skretting



21.6 I sistemi MES per il controllo delle attività nei reparti produttivi

21.6.1 Collocazione del MES nell'architettura dei sistemi informativi aziendali

Nella mappa per gli Enterprise Systems proposta nel paragrafo 21.3.1, i Manufacturing Execution Systems rappresentano le soluzioni applicative più vicine alla produzione, facendosi carico di un ampio insieme di attività operative all'interno degli impianti e dei reparti produttivi.

I sistemi MES nascono come risposta informatica alle tematiche di Shop Floor Control, con l'obiettivo di agevolare e automatizzare la gestione degli avanzamenti, il controllo e il monitoraggio degli eventi di fabbrica. In altre parole: garantire efficienza, efficacia e flessibilità nell'attuazione dei piani di produzione.

Il capitolo 17 ha già offerto un'approfondita analisi dei modelli di SFC, descrivendone spettro di attività, tecniche e criticità in funzione di diversi contesti produttivi. Il presente paragrafo sposta lo sguardo su come il mercato dei fornitori di soluzioni software ha interpretato tali modelli all'interno delle proprie suite applicative.

Non è stato un percorso facile e privo di insidie: per molto tempo i sistemi di fabbrica sono stati realizzati sviluppando un codice applicativo personalizzato, adattandolo alle esigenze di specifici settori industriali o, addirittura, della singola azienda.

Dagli anni Novanta, grazie ad un processo congiunto di maturazione organizzativa e di innovazione tecnologica, hanno iniziato ad affermarsi sul mercato soluzioni MES standard, che ambiscono – con un perimetro di funzionalità ampio ma ben definito – a offrire elevati benefici della gestione operativa dei reparti produttivi indipendentemente dalla natura dei processi trattati.

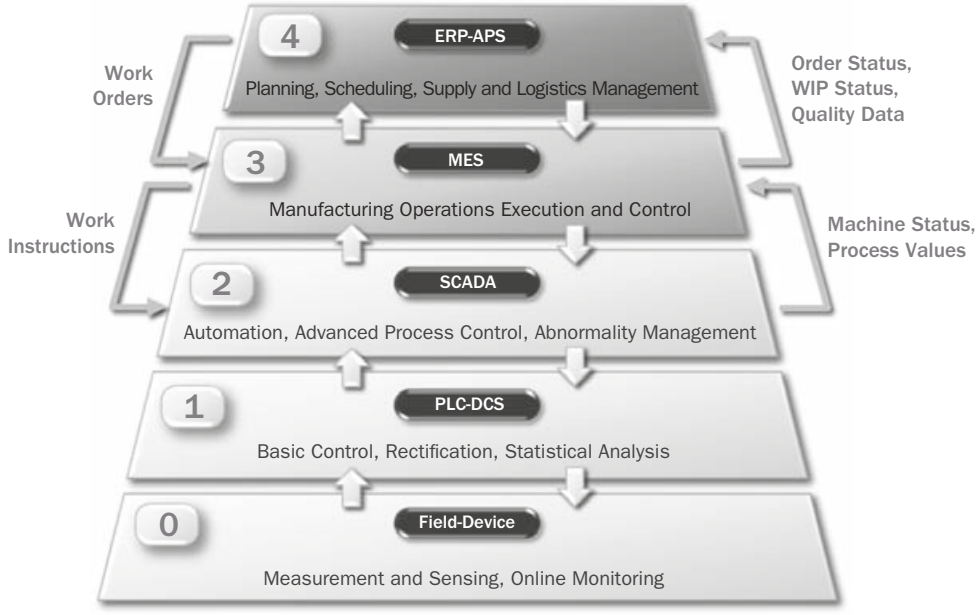
In questa precisa dichiarazione d'intenti, il MES si pone sin dal principio come soluzione dipartimentale, da integrare opportunamente all'interno dell'articolata architettura dei sistemi informativi e relazionandosi anche con i sistemi di automazione industriale. La Figura 21.24 riporta un riconosciuto standard internazionale (ISA-95) nella definizione del modello logico-funzionale di integrazione fra tali sistemi:

- al livello 4 si collocano ERP e APS, deputati alla pianificazione delle attività produttive in relazione a tutte le componenti della Supply Chain;
- al livello 3 opera il MES, che riceve dai sistemi di livello 4 i piani di produzione sotto forma di ordini di lavorazione e restituisce ad essi informazioni di dettaglio sull'avanzamento di tali operazioni;
- i livelli 2, 1 e 0 identificano l'ambito di responsabilità dei sistemi di automazione industriale, preposti – a seconda dei flusso trattati – al controllo batch, discreto e continuo dei processi in reparto. I sistemi che operano a questi livelli (SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition, DCS – Distributed Control System, PLC – Programmable Logic Controller e dispositivi campo) ricevono dal livello 3 le istruzioni operative, restituendo informazioni dettagliate sullo stato delle macchine e dei processi.

I sistemi MES sono molto diffusi nella media e grande azienda, mentre nelle PMI le esigenze informative in ambito SFC risultano purtroppo frustrate dalla limitata capacità di investimento e compensate con piccole personalizzazioni del sistema gestionale o tramite il ricorso a strumenti piuttosto rudimentali (largamente insufficienti rispetto ai fabbisogni espressi dagli utenti).

Si tratta comunque di un settore con crescita annua costante (10%) che, a fronte di un'evidente profittabilità, sta attirando – accanto ai tradizionali MES vendor – anche i

Figura 21.24 – Flusso logico-funzionale fra sistemi informativi e sistemi di automazione industriale.



produttori di sistemi ERP-APS e di sistemi di automazione industriale (facilitati dalla contiguità funzionale ad estendere le proprie soluzioni verso il livello 3).

21.6.2 Il perimetro di funzionalità dei sistemi MES

È possibile definire una mappa di funzionalità specifica per i sistemi MES, che aiuti – innanzi alla frammentata offerta nel mercato software – a comprenderne il grado di copertura e il livello di sofisticazione? Si tratta di un compito facilitato dall'estrema focalizzazione del MES rispetto ad altri sistemi informativi che, come l'ERP, mirano invece ad abbracciare un ampio spettro di processi di business lungo la Supply Chain.

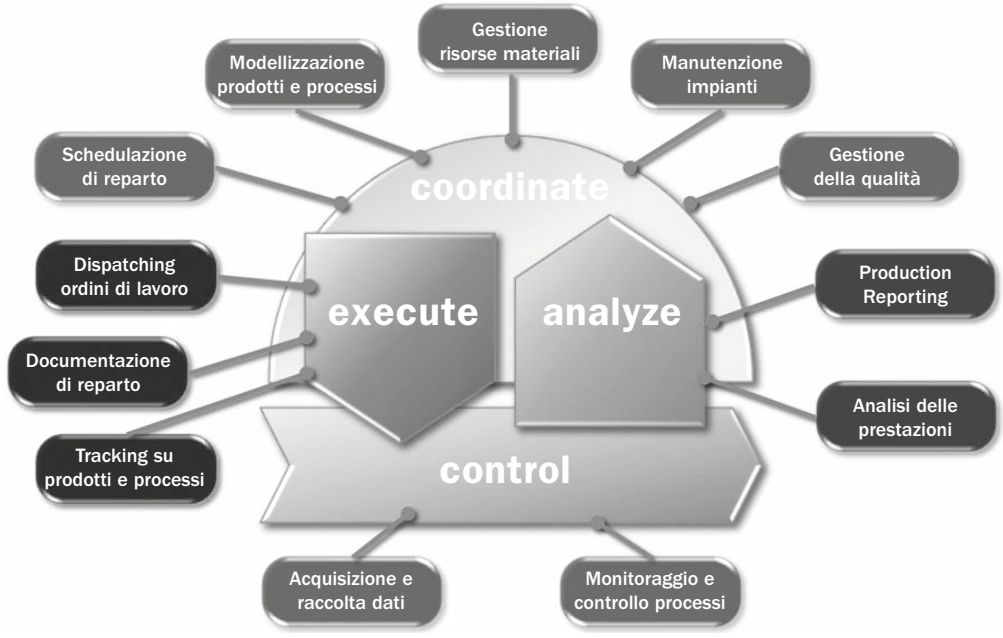
I sistemi MES, infatti, sposano una precisa missione: colmare una delle principali limitazioni dei sistemi ERP, ovvero l'incapacità di interagire real-time con i reparti, con conseguente perdita di reattività bidirezionale (a fronte di cambiamenti nella domanda oppure di imprevisti e problemi produttivi).

Negli ultimi anni, parallelamente all'affermarsi delle soluzioni MES, diversi filoni di ricerca si sono occupati di definire un quadro interpretativo standard per i sistemi informativi dedicati al Shop Floor Control.

Attingendo dai diversi contributi (in particolare da due organizzazioni «super partes», quali MESA e AMR Research), abbiamo provato a riassumere in un'unica mappa i principali moduli funzionali di un sistema MES, organizzati secondo la prospettiva di 4 macroprocessi (Figura 21.25):

– *Coordinate*: funge da interfaccia con i sistemi di livello 4 (ERP/APS), preoccupandosi di trasferire nel sistema MES i piani, sotto forma di ordini di produzione e materiali da impiegare, e – viceversa – di allineare tali sistemi informativi con i dati di avanzamento delle lavorazioni in reparto. I principali moduli a livello Coordinate riguardano la

Figura 21.25 – Mappatura dei macro-processi e relativi moduli funzionali gestiti all'interno del MES



gestione risorse e materiali (con relative anagrafiche di prodotto e processo per inserire/modificare eventualmente in autonomia ordini di produzione, soprattutto in caso di fasi e rilavorazioni non previste), la *gestione della qualità* (comprensiva di piano delle ispezioni, compilazione documentazione tecnica e verifica degli scostamenti rispetto alle performance attese), la *manutenzione impianti* (ritarando gli interventi pianificati con gli effettivi consumi e utilizzi). Integrando la programmazione operativa con una sequenziazione direttamente a bordo macchina, alcuni MES implementano a questo livello anche strumenti di *Scheduling* (peraltro semplificati rispetto a quanto fornito nei sistemi APS).

– *Execute*: comprende tutte le attività che il MES governa direttamente sul campo, fornendo la necessaria *documentazione* a operatori e macchine (istruzioni operative, disegni, part-program), e gestendo il *dispatching* real-time delle attività da svolgere (con display in reparto che presentano la lista dei job ordinati secondo i piani rilasciati). A questo livello si colloca anche il *tracking* dei prodotti e processi, con conseguente alimentazione delle anagrafiche MES che garantiscono la completa tracciabilità in molti settori industriali.
– *Control*: rappresenta l'interfaccia verso i sistemi di automazione industriale (livello 2), preoccupandosi della *raccolta dei dati dal campo* (con validazione real-time degli stessi, integrati dalle dichiarazioni del personale) e del monitoraggio degli impianti (che comprende un controllo proattivo, grazie a sistemi di *alerting* che segnalano prontamente inefficienze e scostamenti).
– *Analyze*: realizza una sorta di business intelligence interna al sistema MES, permettendo di valutare le prestazioni del sistema produttivo attraverso analisi multi-dimensionali in grado di indagare – praticamente in tempo reale – ogni aspetto qualitativo e quantitativo relativo a impianti, macchine, personale, prodotti, attrezzature. I report

consolidati vengono utilizzati a un livello decisionale superiore e, in alcune Supply Chain collaborative, resi disponibili a fornitori, clienti e terzisti per i processi di interesse.

21.6.3 L'approccio «Plan-while-Executing» sull'asse MES-APS

I sistemi MES svolgono un ruolo importante alla luce di un nuovo paradigma, intuito e introdotto nel 2004 da Gartner Research (riconosciuto osservatorio internazionale sulle tendenze nel mondo dell'Information Technology), partendo da una considerazione largamente condivisa: per supportare strategie «demand-driven», in cui il livello di servizio verso il cliente finale rappresenta il principale vantaggio competitivo, le aziende sono chiamate a dotarsi di strumenti di Supply Chain Management in grado di rispondere in tempo reale al continuo ed improvviso mutare delle condizioni operative.

Secondo tale visione, il tradizionale approccio *Plan, then Execute* («prima pianifica, quindi fai»), va sostituito con un più flessibile *Plan-while-Executing* («pianifica mentre fai»), unica via per garantire efficienza ed efficacia in una realtà quotidiana dove il tempo è diventato il vero fattore critico di successo.

Sul fronte dei sistemi informativi aziendali per la gestione, la pianificazione e il controllo della produzione – ed in particolare nella relazione che si crea fra sistema MES e sistemi APS – gli elementi distintivi del nuovo approccio possono venire riassunti in tre parole chiave:

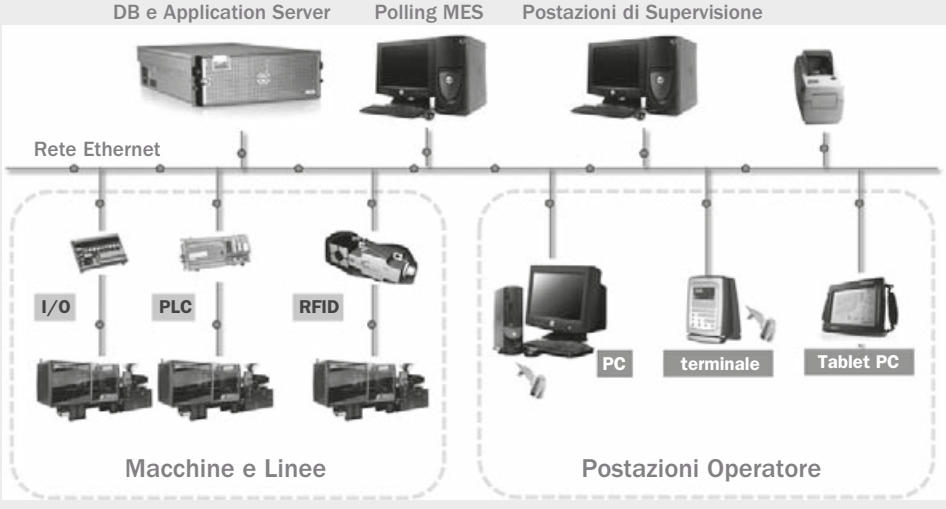
- *bidirezionalità*: ogni scelta di programmazione può divenire subito esecutiva in reparto e, viceversa, ogni evento operativo comporta un immediato riflesso all'interno delle sfere decisionali. Per fare un esempio, attraverso i moderni MES è possibile rendere istantaneamente disponibili su monitor all'interno degli stabilimenti produttivi le modifiche urgenti al piano di produzione. Per contro, dalle linee in reparto gli operatori possono avvisare real-time l'ufficio programmazione su eventuali criticità (macchina guasta, problemi sull'ordine di produzione in esecuzione...);
- *responsabilità distribuita*: il sistema di pianificazione non si riduce a una consolle simulativa, ma alimenta e pervade l'intera realtà aziendale, offrendo a più utenti simultaneamente la possibilità di operare – nel rispetto delle competenze e responsabilità assegnate – a partire dalle scelte centrali. La potenza algoritmica che per anni è stata privilegio di pochi, viene sapientemente distribuita su più persone, attraverso interfacce semplici e di immediato utilizzo. Ad esempio: nei reparti produttivi è possibile adottare un sistema di sequenziazione in grado di operare – per eccezione – rispetto alla schedulazione centrale, fornendo funzioni di ricalcolo tempi, di controllo dei vincoli e di verifica sulla disponibilità materiali;
- *visibilità*: il sistema informativo – grazie alle nuove tecnologie – si configura come una vera e propria «backbone aziendale» in grado di garantire la massima visibilità real-time ad ogni attore coinvolto nelle attività di Planning e di Execution (amministrazione, area commerciale, ufficio tecnico, programmazione della produzione, logistica, magazzino, spedizioni).

Il caso riportato nel box rappresenta l'esempio concreto di come tale approccio possa aiutare le aziende nell'affrontare in modo più attrezzato il contesto competitivo.

Plan-while-Executing: il caso SEST

All'interno del gruppo LU-VE, SEST SpA è l'azienda leader europea nella produzione di evaporatori e condensatori per banchi frigoriferi ed è tra i maggiori produttori di batterie alettate di scambio termico per i settori della refrigerazione commerciale e del condizionamento: oltre un milione di pezzi all'anno realizzati nei tre siti produttivi (Italia, Polonia, Russia). Nel 2011, all'interno di un percorso di evoluzione organizzativa, è stato attivato un progetto di ripensamento dei sistemi informativi aziendali in ottica «Plan-while-Executing», attraverso il quale realizzare il nuovo sistema MES di controllo della produzione strettamente integrato a un innovativo sistema APS per la schedulazione di tutto il flusso logistico nello stabilimento italiano.
Il sistema MES ha permesso in breve tempo di affrontare in modo efficiente ed efficace un ampio insieme di processi critici: la rilevazione real-time delle dichiarazioni di reparto, il monitoraggio delle linee, la tracciabilità delle materie prime utilizzate nel processo produttivo, l'integrazione con la logistica interna per la gestione delle ubicazioni relative ai componenti stoccati, la gestione delle rilavorazioni (collegata al sistema qualità per la rilevazione e il possibile recupero degli scarti), il tutto integrato da dashboard in grado di verificare le prestazioni a partire dall'intero stabilimento per poi effettuare analisi di dettaglio drill-down fino alle singole dichiarazioni.
Il progetto ha coinvolto tutti i reparti produttivi: i banchi di lavoro per la preparazione della raccorderia, le isole di lavoro che realizzano testate, tegoli e staffe, le linee produttive per l'assemblaggio delle batterie e le aree dedicate alle riparazioni.
Da un punto di vista architetturale (Figura 21.26), il sistema MES è interfacciato direttamente con 116 macchine in reparto (attraverso schede I/O, PLC e sistemi RFID) e prevede 30 postazioni operatore per le dichiarazioni tramite interfaccia applicativa (PC) o terminali/tablet. Il coordinamento è affidato a un unico DB e Application Server, coadiuvato dal sistema di polling (che «interroga» a ciclo continuo i dati di reparto) e da alcune postazioni locali di supervisione.

Figura 21.26 – Architettura del sistema MES implementato in SEST



In un settore industriale tradizionalmente caratterizzato da logiche Make To Order con orizzonti molto brevi e lotti di produzione con quantità sempre minori, l'approccio «Plan-while-Executing» si è tradotto nella stretta integrazione fra il sistema MES e i moduli di Advanced Planning della soluzione APS, conseguendo subito ottimi risultati operativi nell'intero processo logistico-produttivo. Infatti le euristiche dello schedulatore sono state costruite per recuperare efficienza su alcuni centri di lavoro che in certe condizioni operative diventano dei veri e propri colli di bottiglia. I piani, rielaborati anche più volte al giorno in funzione delle urgenze, vengono pubblicati – attraverso le postazioni del MES – direttamente nei reparti produttivi, garantendo la massima reattività e flessibilità operativa.

Argomenti e domande di discussione

1. Quali sono gli elementi chiave perché l'introduzione di strumenti informativi a supporto del business possa portare reali benefici alle aziende?
2. A cosa possono servire le mappe per gli Enterprise Systems?
3. Quali sono i principali processi individuati dal modello SCOR?
4. Perché i sistemi ERP rappresentano un'evoluzione rispetto ai primi sistemi gestionali?
5. Si provi a tracciare un «Maturity Model» rappresentativo del grado di azione da parte delle aziende di soluzioni per la pianificazione e il controllo della produzione.
6. Come si è giunti storicamente all'approccio «Concurrent Planning» dei moderni sistemi APS?
7. Per quale motivo un'azienda potrebbe pensare di elaborare l'MRP all'interno della soluzione APS e non all'interno del sistema ERP?
8. Come effettua la ricerca di capacità produttiva il modulo Advanced Planning?
9. Quali sono i principali obiettivi delle soluzioni ATP/CTP?
10. Si descriva il modo con cui un moderno sistema di Advanced Scheduling procede nell'allocazione delle attività sulle risorse di produzione.
11. Cosa si intende quando si parla di «livello 3» per i sistemi MES?
12. Quali sono i principali moduli funzionali all'interno di un sistema MES?

Bibliografia

AMR Research, *AMR's REPAC Model for Manufacturing Business Processes*, AMR Research White Paper , Boston, 1998.

Arnold J.R.T., Chapman S.N., Clive L.M., *Introduction to Materials Management*, Pearson Prentice Hall, 2008.

Bracchi G., Francalanci C., Motta G., *Sistemi Informativi per l'impresa digitale*, McGraw-Hill, 2005.

Caridi M., *Laboratorio di analisi dell'informazione e dei processi logistici e produttivi*, Politecnico di Milano, Milano 2004.

De Toni A.F., Comello L., Ioan L., *Auto-organizzazioni. Il mistero dell'emergenza nei sistemi fisici, biologici e sociali*, Marsilio, 2011.

Gartner Research, *Predicts 2005: New SCM Markets for Business Applications*, Gartner Research Note , 2004.

Koch C., Slater D., Baatz E., *The ABC of ERP*, CIO Magazine ERP Research Center, 1999.

Magrassi P., *La faticosa strada della complessità dell'economia d'impresa*, Harvard Business Review Italia, Vol.9, Settembre 2011.

MESA, *MESA's Next Generation Collaborative MES Model*, Manufacturing Enterprise Solutions Association (MESA) White Paper 8, Pittsburgh 2004.

Milanato D., *Demand Planning. Processi, metodologie e modelli matematici per la gestione della domanda commerciale*, Springer-Verlag Italia, Milano 2008.

Pighin M., Marzona A., *Sistemi informativi aziendali. Struttura e applicazioni*, Pearson Education Italia, 2005.

Strogatz S.H., *Sincronia: i ritmi della natura, i nostri ritmi*, Rizzoli Editore, 2003

Venkatraman N., *IT-Enabled Business Transformation*, Sloan Management Review, 1994, n.4.
Womack J.P., Daniel T. Jones D.T., *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, Simon and Schuster, 2003.