

# SCELTE STRATEGICHE DI PRODUZIONE

di A. Brandolese

## **1. Ambito delle problematiche considerate**

Il termine Produzione va inteso come sinonimo di Operations, cioè nell'accezione degli studiosi di Management aziendale, che è di solito più ampia di quanto usualmente, almeno nelle Aziende medio-grandi, rientra nelle responsabilità e nelle competenze della Funzione Produzione. Più che trattarsi di un insieme di tecniche e/o metodologie, la Produzione consiste principalmente nei problemi che l'impresa industriale deve affrontare nelle fasi di industrializzazione, produzione e distribuzione fisica, cioè in tutte quelle attività che, partendo da progetti e/o prototipi, materie prime e componenti, permettono di ottenere flussi di prodotti vendibili, cioè disponibili in quantità prefissate a scadenze prefissate e con determinati livelli qualitativi e di costo. L'analisi va quindi estesa ai problemi che rientrano nelle aree di responsabilità di numerose 'Funzioni tecniche', e precisamente (al di là delle singole terminologie aziendali, quasi mai coincidenti): Produzione, Processi e metodi (Ingegneria di produzione), Gestione materiali, Approvvigionamenti, Logistica, Qualità.

## **2. Evoluzione del contesto competitivo**

Per comprendere il ruolo che le Funzioni tecnico-produttive sono chiamate a svolgere nelle aziende industriali, occorre partire dalla rapidissima evoluzione di alcune importanti componenti del contesto competitivo di tali aziende.

Cinque sono gli aspetti su cui più direttamente le Funzioni tecnico - produttive contribuiscono alla competitività dell'azienda, ovvero cinque sono le dimensioni fondamentali su cui misurare le prestazioni dei sistemi produttivi, e cioè il *costo di produzione*, la *qualità dei prodotti*, il *servizio logistico*, l'*ampiezza e diversificazione della gamma*, e il *time to market*.

Mentre il *costo di produzione* è una componente ovvia della competitività (in una visione tradizionale, il mantenere il livello dei costi di produzione al di sotto del livello dei concorrenti era considerato il principale se non l'unico compito delle Funzioni tecnico - produttive), le altre due componenti richiedono qualche precisazione.

Come è noto, la Qualità è - secondo la Normativa europea UNI ISO 8402 - "l'insieme delle proprietà e delle caratteristiche di un prodotto o di un servizio che conferiscono ad esso la capacità di soddisfare esigenze espresse o implicite...."

In una definizione così ampia, che sollecita il contributo di tutte le Funzioni aziendali, le Funzioni tecnico - produttive intervengono in due momenti fondamentali:

- nella trasformazione delle specifiche funzionali del prodotto (cioè le 'esigenze' o 'valenze', definite dal Marketing, o direttamente dal Cliente per produzioni su 'specifica') in disegni, tolleranze, specifiche tecniche di materiali e componenti, in una parola nel 'progetto' del prodotto: questa trasformazione è principalmente compito della Progettazione (chiamata spesso Ufficio tecnico);
- nell'ottenimento di prodotti *conformi* alle specifiche di progetto: prima della produzione vera e propria, occorre sviluppare il processo di Industrializzazione, ovvero l'adattamento dei macchinari e impianti al nuovo prodotto (ad es., realizzazione di stampi e attrezzature

specifiche), la stesura dei cicli di lavorazione, la messa a punto delle apparecchiature e procedure di collaudo, ecc.

La conformità (o rispetto di una specifica) implica il concetto di *tolleranza* attorno al valore numerico di progetto. Mentre per i prodotti realizzati in pochi esemplari (turbine, apparati per centrali telefoniche, ecc.) quanto detto esprime adeguatamente il concetto di conformità, per i prodotti di serie (pellicole fotografiche, lampadine, ecc.) occorre definire ulteriormente la cosiddetta *percentuale di accettabilità*: così ad esempio si dirà che una partita di lampadine è conforme rispetto alla durata, se, poniamo, almeno il 99,5% (percentuale di accettabilità prestabilita) ha una durata che rientra nella tolleranza stabilita (poniamo 20 ore) attorno alla durata di progetto (poniamo 1500 ore).

Il *servizio logistico* va considerato in modo differente a seconda che l'impresa produca su commessa o su previsione.

L'impresa produce su commessa cliente se la produzione (o almeno le fasi finali di essa) si svolge dopo il manifestarsi dell'ordine da parte del cliente. Per questa modalità produttiva, due dimensioni fondamentali del servizio logistico sono la fissazione di un termine di consegna contenuto e il rispetto di tale termine di consegna.

Nelle imprese operanti su previsione la produzione si svolge di norma prima del manifestarsi degli ordini, posto che le aspettative della clientela sono per una consegna 'immediata' o comunque non compatibile con i tempi di risposta produttivi e/o distributivi. Per queste imprese, due dimensioni fondamentali del servizio logistico sono la percentuale di ordini evasa da *stock* (cioè 'immediatamente'), e il Lead Time medio di evasione degli ordini non evasi immediatamente. Nel caso - non frequente - in cui il produttore ha direttamente come cliente il consumatore finale, la seconda dimensione può non essere significativa se, piuttosto che attendere una consegna differita, il cliente si orienta su articoli concorrenti o succedanei.

Per entrambe le tipologie d'azienda assume sempre maggiore rilevanza la disponibilità a consegnare al Cliente lotti di *entità limitata* di una singola varietà di prodotto, nell'ambito di una *gamma di ampiezza crescente*: nella maggior parte dei settori industriali, infatti, la diversificazione dei prodotti finiti è ormai ritenuta un fattore critico di successo; si assiste pertanto alla proliferazione di varianti che, partendo dalla stessa struttura di prodotto, differiscono per un limitato numero di particolari.

Il *time to market*, infine, inteso come il tempo che intercorre tra l'inizio della progettazione di un nuovo prodotto (o gamma) e l'istante in cui può iniziare la commercializzazione (tempo che quindi comprende come elemento preponderante l'intero processo di industrializzazione), rappresenta un elemento critico di competitività in un contesto in cui la normativa (sulla sicurezza, sul rispetto dell'ambiente, ecc.) evolve con rapidità, in cui il progresso sui nuovi materiali e sulla nuova componentistica è tumultuoso, in cui la turbolenza dei mercati rende sempre più difficili le previsioni di lungo termine.

Delle cinque predette componenti della competitività, quelle su cui maggiormente si sta manifestando la pressione competitiva sono *qualità dei prodotti* e *servizio logistico*. Ovvero, il tasso di miglioramento dei livelli di prestazione e della conformità dei prodotti e il tasso di miglioramento delle prestazioni logistiche che - a fronte di una aumentata diversificazione della gamma - occorre che le aziende mantengano per conservare (e se possibile aumentare) la loro competitività *sono molto maggiori* di quanto, ad esempio, viene richiesto sul fronte del tasso di riduzione dei costi di produzione. Basterà citare il caso dei fornitori di

componentistica dell'industria automobilistica, che, con la diffusione delle politiche di rifornimento Just In Time, in pochi anni hanno dovuto ridurre i loro termini di consegna da tempi dell'ordine del *mese* a tempi dell'ordine dei *giorni*, cioè secondo un rapporto 1/5 - 1/10 o più: nulla di paragonabile è avvenuto sul fronte dei costi unitari, dove le riduzioni richieste sono espresse in percentuale (10 - 20 % o valori simili).

L'esigenza di contenere il costo di produzione è del resto sempre stata ben nota ai Responsabili di produzione, e, a fronte di questa esigenza, sono state messe a punto tecniche e strumenti sofisticati per il controllo e la riduzione dei costi di produzione (studio dei tempi e dei metodi di lavorazione, contabilità industriale e analitica, ecc.): il management delle aziende industriali è quindi preparato nei confronti delle esigenze di contenimento e riduzione dei costi di produzione. Per contro, l'enfasi sul miglioramento delle prestazioni di qualità e servizio logistico è molto più recente (per semplicità, si è sviluppata in concomitanza con l'emergere della concorrenza 'giapponese'), e, a fronte di richieste molto spinte sui tassi di miglioramento delle prestazioni, il management dispone di concetti, tecniche e metodologie più complesse da comprendere e da utilizzare, messe a punto più recentemente e quindi meno consolidate e meno diffuse.

Poiché d'altra parte è sempre più chiaro che nel lungo periodo la competitività dipende quasi esclusivamente da elementi 'reali' quali appunto costo e livello qualitativo dei prodotti offerti, termini di consegna ridotti e affidabili, ecc., è importante capire quali siano le *armi* (concetti e metodologie) di cui le aziende industriali dispongono per vincere la sfida competitiva.

### **3. Evoluzione dei sistemi tecnico-produttivi**

A fronte dell'evoluzione dello scenario esterno tratteggiato in precedenza, si è sviluppata parallelamente una forte evoluzione nelle modalità produttive, che ha coinvolto sia la *progettazione* del Sistema tecnico - produttivo sia la sua *gestione*. L'evoluzione in corso nei sistemi produttivi manifatturieri presenta almeno tre caratteri fondamentali.

#### 3.1) L'evoluzione di natura prevalentemente *tecnologica* e *informatica* a livello *fabbrica*.

Questa evoluzione, la più nota, è caratterizzata da una molteplicità di elementi, di natura apparentemente assai diversa. Da un lato, macchine operatrici e mezzi di lavorazione basati su tecnologie derivate da nuovi principi fisico-chimici (laser, elettroerosione, water-jet, incollaggi,...). Dall'altro, macchinari sempre più precisi e veloci anche se basati su tecnologie tradizionali: le successive generazioni di macchinario incorporano, in un progetto generale via via migliore, i nuovi materiali e la nuova componentistica, soprattutto elettronica. Ancora, nuovi mezzi e dispositivi di manipolazione e movimentazione, originati da una sofisticata sintesi di tecnologie meccaniche, informatiche e elettroniche. Ancora, crescenti livelli di automazione delle singole unità operatrici (macchine utensili, robot di manipolazione o montaggio, AGV per la movimentazione interna). Ancora, dispositivi per la raccolta automatica di dati dal campo e reti locali (LAN, *Local Area Network*) per la trasmissione e l'archiviazione di tali dati e per l'invio di dati e comandi dal centro alla periferia. Ancora, stazioni CAD e unità di prototipazione veloce per supportare l'attività di progettazione.

Quanto sopra è stato indicato negli anni con differenti termini: inizialmente CAD/CAM, poi FMS - FAS, e più recentemente CIM. Pur nella varietà che caratterizza le singole apparecchiature e i sistemi proposti, è possibile riscontrare una costante, in tutti gli aspetti dell'evoluzione tecnologica e informatica fin qui descritta, nella ricerca di un livello di *precisione* (ripetibilità) e *versatilità* (capacità di modificare l'assetto della

macchina per realizzare un ciclo produttivo diverso dal precedente) molto maggiore rispetto al passato: queste caratteristiche sono ovviamente dei *prerequisiti necessari* (anche se non sufficienti) per far fronte alle esigenze di miglioramento della qualità e del servizio logistico.

3.2) L'evoluzione relativa all'*assetto complessivo del sistema produttivo*, che comprende due aspetti.

3.2.1) *Concezione progettuale* dei sistemi basati su automazione flessibile.

Le possibilità offerte dall'evoluzione tecnologico-informatica sono solo i 'mattoni', necessari ma non sufficienti per realizzare sistemi produttivi basati su automazione flessibile. E' in atto cioè un'*evoluzione progettuale* distinta dall'evoluzione della componentistica di impianto, che si è sviluppata di pari passo con essa.

In gran parte dei settori industriali - soprattutto nei montaggi, caratterizzati fino a tempi recentissimi dalla prevalenza del lavoro diretto umano - si è affermata la consapevolezza che per aumentare significativamente i livelli di conformità - come richiesto dal mercato - i sistemi produttivi devono possedere due caratteristiche fondamentali:

- un elevato livello di *automazione*, intesa sia come sostituzione del lavoro diretto umano (a causa delle sue caratteristiche intrinseche di variabilità), sia come capacità di raccogliere ed elaborare in 'tempo reale' un crescente numero di informazioni provenienti dal processo;
- un *tempo di attraversamento* il più possibile limitato, per rilevare al più presto eventuali 'derive' sul prodotto, e per non correre il rischio di accumulare livelli elevati di WIP (*Work in progress*) difettosi.

Le crescenti esigenze sui fronti della *diversificazione della gamma*, del *servizio logistico* e del *time to market* sono d'altra parte state interpretate e concettualizzate in termini di Flessibilità produttiva.

I sistemi produttivi basati su automazione flessibile rappresentano quindi la *prima risposta progettuale* alle pressioni competitive illustrate in precedenza, poiché - combinando in modo innovativo i 'mattoni' messi a disposizione dall'evoluzione tecnologico-informatica più sopra elencati - mirano a ottenere i vantaggi dei sistemi automatici senza pagarne lo scotto in termini di rigidità.

Si è ormai sperimentato che - per ottenere buoni risultati - i sistemi basati su automazione flessibile, data la loro versatilità limitata che li rende adatti, almeno per ora, alla realizzazione di famiglie *chiuse*, richiedono contestualmente una *riprogettazione* dei prodotti, da condurre attraverso i tre strumenti fondamentali della Standardizzazione dei componenti, della Group Technology, del Design for Assembly.

La *manodopera diretta* - contestualmente - deve evolvere sempre più (*seconda risposta progettuale*) da funzioni di trasformazione diretta sui materiali e componenti in lavorazione, verso funzioni di presidio e controllo di impianti automatici sofisticati, facendo emergere la necessità di profondi processi di addestramento e formazione. Mentre fino ad anni recenti - infatti - l'automazione era utilizzata per attribuire un numero sempre maggiore di *funzionalità* (soprattutto in caso di emergenze) alle macchine, sottraendole via via agli operatori, la visione più recente - derivata anche da esperienze di insuccessi di sistemi produttivi troppo automatizzati e eccessivamente integrati, e quindi troppo

complessi da gestire - è quella di puntare su un giusto equilibrio fra funzionalità affidate alle macchine e funzionalità di più alto livello affidate agli operatori. Questa evoluzione verso la *lean automation* (che costituisce quell'aspetto della Lean production che riguarda i macchinari e i sistemi di movimentazione) richiede, come è ovvio, da parte degli addetti agli impianti sia un *elevato coinvolgimento* sia un profondo *mutamento delle professionalità* necessarie.

3.2.2) *Esternalizzazione / internalizzazione* di una parte più o meno ampia delle lavorazioni.

Su questo punto (*terza risposta progettuale*, indicata anche con il termine *make or buy*), cruciale per la competitività dell'impresa, non appare in questi anni una chiara linea di tendenza.

Da un lato continua in molte aziende la tendenza degli anni '80 a esternalizzare il più possibile. Questa tendenza viene giustificata in vari modi: la necessità di garantirsi adeguata Elasticità nel medio lungo termine, a fronte di temuti periodi di calo della domanda globale; la necessità di contenere il fabbisogno finanziario per nuovi investimenti, concentrandoli sul macchinario necessario per eseguire le lavorazioni giudicate critiche; l'opportunità di avvalersi del *know-how* tecnologico sviluppato da fornitori esterni con cui instaurare rapporti continuativi (Comakership), senza dover presidiare con personale tecnico di difficile reperibilità fasi del processo produttivo soggette a rapida evoluzione tecnologica e giudicate non prioritarie; infine, ma certo non meno importante, la possibilità di minimizzare la conflittualità sindacale riducendo il numero di addetti, soprattutto per le fasi ad alta incidenza di lavoro diretto e ad alta ripetitività (tipici i cosiddetti 'montaggi leggeri' che caratterizzano le fasi terminali di un gran numero di produzioni).

Dall'altro lato la disponibilità di sistemi produttivi ad alta cadenza e ripetitività e molto più versatili che per il passato induce molte imprese a riportare all'interno, con adeguati investimenti, numerose lavorazioni o fasi di montaggio in precedenza affidate a terzisti esterni. Anche in questo caso è agevole trovare la giustificazione di tali scelte, partendo dalle crescenti richieste di prodotti di caratteristiche e conformità elevata in piccoli lotti e in tempi brevi, il che induce a riprendere direttamente la responsabilità e il controllo dell'intero processo di trasformazione.

3.3) L'evoluzione nei *sistemi gestionali*, in particolare nei sistemi di programmazione e controllo della produzione, sia a livello di formulazione di piani di produzione di medio termine (piano principale di produzione), sia a livello di programmazione di dettaglio di singoli reparti o linee. Questa evoluzione si sposa assai bene da un lato con la disponibilità di singole unità produttive complesse, integrate e automatizzate ad alta intensità di capitale, che richiedono sofisticate procedure di programmazione per massimizzare l'utilizzazione del capitale investito, dall'altro con la complessità delle scelte di allocazione e gestione che insorgono in un sistema produttivo articolato, basato sia su unità produttive interne sia su una rete di terzisti, chiamato - come già detto - a far fronte a esigenze sempre più pressanti sul fronte del *servizio logistico* e della *riduzione dei tempi di attraversamento*.

Parallelamente con l'evoluzione tecnologica e con quella progettuale, si è quindi sviluppato negli ultimi decenni un imponente complesso di tecniche, metodologie e procedure: dalle procedure di pianificazione dei fabbisogni di tipo MRP, alle tecniche Just In Time, dalla tecniche di bilanciamento delle linee di montaggio mirate a regolarizzare il consumo dei componenti, alle tecniche di Scheduling, e così via.

La scelta dei sistemi di gestione della produzione più opportuni rappresenta la *quarta risposta progettuale* a disposizione delle aziende manifatturiere per far fronte alle attuali sfide competitive.

#### **4. Le prestazioni dei sistemi produttivi**

Per esprimere un 'giudizio di merito' sullo 'stato di salute' di un sistema produttivo, è necessario partire dalla valutazione quantitativa (misura) di alcune prestazioni del sistema stesso, in particolare di quelle illustrate nel § 2. Un serio approccio manageriale richiede infatti che, prima di proporre e realizzare interventi di miglioramento e razionalizzazione del sistema produttivo (sul piano organizzativo, e/o tecnologico, e/o impiantistico, e/o informatico), si siano messi a punto gli *strumenti di misura* per valutare l'entità dei miglioramenti che gli interventi che verranno realizzati apportano al funzionamento globale del sistema stesso, espresso nei termini delle caratteristiche di prestazione importanti dal punto di vista competitivo.

#### **5. L'oggetto della strategia produttiva**

I problemi di progettazione e gestione del sistema produttivo si collocano in tre momenti fondamentali, in successione logica:

- creazione e/o adeguamento della capacità produttiva, ovvero progettazione (o riprogettazione) e realizzazione del sistema produttivo;
- predisposizione del sistema produttivo a nuove produzioni (Industrializzazione), ovvero messa a punto dei cicli di lavorazione necessari, delle attrezzature, delle procedure di collaudo e di controllo della qualità ecc.;
- formulazione e gestione dei piani di produzione, ovvero utilizzo delle risorse del sistema produttivo predisposte nelle fasi precedenti per realizzare i prodotti desiderati.

In nessuno di tali momenti la soluzione dei problemi (ovvero, l'assunzione di decisioni) è compito esclusivo delle Funzioni tecniche, ma, di volta in volta, anche di altre Funzioni aziendali: si citano l'interazione con l'alta Direzione e la Funzione finanziaria in sede di realizzazione di nuove unità o reparti produttivi, l'interazione con la Progettazione e gli Approvvigionamenti in fase di industrializzazione, quella con le Vendite, gli Approvvigionamenti e il Personale in sede di formulazione e gestione del piano principale di produzione, ecc.; va comunque sottolineato il ruolo determinante che, in tutte le fasi predette, di grande rilevanza per la sopravvivenza dell'Azienda, deve essere svolto dalle Funzioni tecniche, che sole dispongono di molti degli elementi necessari per una corretta assunzione di decisioni.

L'attività di creazione e/o adeguamento della capacità produttiva rappresenta tipicamente l'oggetto della *Strategia produttiva*. Tale attività, che - con il termine spesso usato di pianificazione tecnologica - rientra nella pianificazione di lungo periodo, è di competenza dei massimi livelli aziendali, tra cui, come detto, devono svolgere un ruolo prioritario le Direzioni tecniche. Si tratta di un'attività *periodica*, da svolgere almeno con cadenza annuale e non solo in occasione di eventi rilevanti (la costruzione o l'acquisto di un nuovo stabilimento o simili), posto che occorre preoccuparsi di mantenere la struttura produttiva costantemente allineata

con il progresso delle tecnologie e dei metodi produttivi e con l'evoluzione della strategia competitiva dell'Azienda.

In questa fase il singolo stabilimento o la singola linea di produzione sono generalmente modellizzati come *black box*, ed è opportuno che le risorse produttive (macchinari, impianti, manodopera, subforniture) non vengano considerate vincolate (anzi spesso un output di questa fase è l'indicazione di *quante* risorse di ogni natura è necessario rendere disponibili e - nel caso di azienda che operi in un contesto internazionale - *dove*).

Le scelte tra le differenti alternative (*make or buy* di carattere strategico, acquisizione o cessione di capacità produttiva, distribuzione della manodopera alle varie linee produttive ecc.) e gli obiettivi (target di livello di servizio e di produttività degli impianti, della manodopera ecc.) implicano contenuti decisionali di tipo strategico. In tali decisioni sono presenti variabili sia quantitative, sia qualitative; i contenuti informativi di supporto alle decisioni sono i volumi previsti, i costi, i margini di contribuzione di prodotto, le disponibilità di *facilities* produttive e di subfornitori, le stime dei costi di introduzione / cessione di nuova capacità produttiva, ecc.

Per inquadrare le singole decisioni che riguardano la progettazione dei sistemi produttivi, è opportuno cercare dei criteri o metri di giudizio di validità generale per giudicare della correttezza delle scelte produttive.

## **6. Evoluzione delle concezioni di strategia produttiva**

Storicamente, il primo tentativo di risposta razionale ai problemi produttivi va individuato nel cosiddetto 'approccio scientifico', che risale a Taylor, Gilbreth e altri nei primi decenni del secolo: l'essenza consisteva nell'affrontare i problemi *bottom-up*, ovvero nel ricercare soluzioni razionali a livello di singola operazione, singolo posto di lavoro, singolo ciclo di lavorazione, nella presunzione che da una somma di elementi singolarmente ben funzionanti ne derivasse un sistema produttivo a sua volta ben funzionante nel suo complesso: l'evidente inadeguatezza di tale concezione, manifestatasi clamorosamente negli anni sessanta, e la crescente consapevolezza, acquisita anche tramite gli approfondimenti concettuali della teoria dei sistemi, che il funzionamento di un sistema ha leggi proprie, hanno portato al superamento (che peraltro non significa totale rigetto, poiché diversi principi e metodologie conservano tuttora la loro validità) dell'approccio *bottom-up*, per pervenire all'approccio *top-down* oggi prevalente.

Secondo tale concezione, associabile all'opera di Skinner ma che è la sintesi dell'apporto di vari studiosi, è inadeguato e rischioso compiere scelte che 'subottimizzano' separatamente uno o più elementi del sistema produttivo (per esempio il livello delle scorte di materie prime, o il costo di trasformazione di una particolare fase del ciclo, o ancora il costo diretto dei materiali contenuti nei prodotti finiti) poiché tali scelte non possono che essere 'cieche' e molto spesso incompatibili fra di loro.

## **7. I compiti critici e la focalizzazione**

Il criterio più conveniente per operare le scelte produttive appare quello che da un lato esamina a fondo le interrelazioni fra le singole scelte in un'ottica di sistema, privilegiandone la *congruenza interna* (valutando in particolare le conseguenze di ogni scelta su tutti gli elementi e aspetti del sistema produttivo), e dall'altro, e soprattutto, fa discendere la correttezza delle scelte dagli *obiettivi strategici* dell'impresa. Si riconosce cioè che in generale non esiste un sistema produttivo 'buono' in assoluto, ma che, a seconda dei criteri di

progettazione e di gestione, un sistema produttivo è in grado di perseguire alcuni *obiettivi produttivi o compiti critici* meglio di altri.

Si tratta pertanto di assegnare delle *priorità* (derivate appunto dalla strategia competitiva dell'impresa) in modo da focalizzare il proprio sistema produttivo sui compiti critici prioritari, privilegiandoli rispetto ad altri obiettivi produttivi (spesso conflittuali) non perché meno importanti in assoluto, ma in quanto meno rilevanti rispetto al raggiungimento degli obiettivi strategici: occorrerà quindi, nel concreto, scegliere fra un sistema produttivo in grado di fornire prevalentemente elevate produzioni a bassi costi unitari, ovvero produzioni molto diversificate e di livello qualitativo elevato, ovvero tale da potere immettere in produzione nuovi prodotti in tempi brevi, ovvero ancora in grado di rispettare tempi di consegna mediamente bassi, o infine in grado di rispettare rigorosamente i termini di consegna pattuiti anche se non particolarmente stretti.

Tali obiettivi non hanno significato in assoluto ma solo in quanto rapportati alla situazione del settore di appartenenza, e solo dall'esplicitazione di questi obiettivi da parte dell'alta Direzione - cui deve poi corrispondere un'altrettanto chiara definizione di priorità nei criteri di valutazione delle prestazioni del sistema produttivo nel suo complesso e dei suoi Responsabili - potranno derivare linee guida sicure per le scelte di progettazione e di gestione di dettaglio.

L'apparente ovvietà di quanto detto non deve trarre in inganno: troppi sono infatti gli esempi di scelte produttive di grande rilevanza (ristrutturazione di impianti, scelte di processo, o di grado di meccanizzazione, scelte di integrazione verticale o di decentramento) in cui non si riconosce affatto l'approccio strategico quanto piuttosto il prevalere esclusivo di altri criteri (pur importanti se valutati globalmente) quali la ricerca della minima conflittualità sindacale o del minimo impegno finanziario o altro, con gravissime ripercussioni sulla competitività di lungo periodo: il riposizionare in uno schema corretto il processo decisionale per le scelte produttive è quindi molto rilevante sul piano pratico, come supporto al Management di impresa.

La conflittualità fra obiettivi produttivi (o compiti critici) assume diversa rilevanza a seconda dell'ottica temporale considerata. Nel 'breve', cioè in sostanza con tecnologia data, in un dato settore industriale un sistema orientato prevalentemente alla flessibilità produttiva o all'elasticità ben difficilmente potrà competere, in termini di costo di produzione, con un sistema produttivo orientato prevalentemente a realizzare alti volumi di produzione con bassi costi unitari.

Il primo infatti sarà in prevalenza caratterizzato da macchinari universali, di limitata potenzialità produttiva unitaria, da disposizione planimetrica (Layout) di tipo funzionale (o per processo), da sistemi di trasporto e di collegamento fra reparti sostanzialmente manuali, e quindi in esso saranno da attendersi elevate difficoltà nel programmare la produzione, con formazione, non prevedibile in anticipo, di colli di bottiglia o code di attesa davanti ad alcune macchine e presenza contemporanea di periodi di inattività su altre macchine. Tutto ciò determinerà, oltre a tempi di risposta elevati, alti costi unitari come somma:

- dei costi di manodopera per maneggi, attrezzaggi e messe a punto;
- dei costi di mancato utilizzo del macchinario poco sfruttato;
- dei costi finanziari dovuti al materiale in lavorazione (*Work in Progress* o WIP).

Il secondo invece sarà caratterizzato da macchinari specifici, di potenzialità produttiva elevata e ben bilanciata fra le varie fasi del processo, da sistemi di trasporto e collegamento meccanizzati, da layout prevalentemente in linea o per prodotto. Ciò determinerà costi di produzione limitati per i prodotti per cui il sistema è stato progettato, ma ovviamente grandi

difficoltà e costi di riconversione nel caso si vogliano realizzare prodotti di caratteristiche diverse.

### **8. Il superamento della conflittualità fra i compiti critici**

La conflittualità tra i compiti critici (obiettivi produttivi) appare invece meno rigida se analizzata in un'ottica di medio-lungo, cioè quando vi sia il tempo di mettere a frutto le opportunità offerte dalla continua evoluzione tecnologica e gestionale nei sistemi produttivi, particolarmente intensa in questi anni.

E' noto, infatti, che con l'aumentare della produzione cumulata (e quindi con il procedere del tempo), il sistema produttivo *migliora*, nel senso che il costo unitario di produzione tende - a parità di altre condizioni, cioè per esempio a parità di caratteristiche qualitative e di conformità dei prodotti - a diminuire progressivamente (di solito secondo una legge esponenziale negativa).

Questo progresso, ovviamente, non è spontaneo, ma richiede, da parte del Management d'impresa, un continuo sforzo teso al miglioramento del sistema produttivo attraverso un impiego coordinato di un insieme di tecniche e metodologie note da vario tempo e provenienti da origini differenti, quali:

- la standardizzazione della componentistica utilizzata nei singoli prodotti realizzati;
- la progettazione dei prodotti realizzata in vista delle successive fasi della produzione (Design for Assembly);
- la semplificazione del progetto dei prodotti sulla base della massimizzazione del rapporto 'prestazioni/costo' (Analisi del valore);
- la ricerca di similitudini nei cicli di produzione di componenti o prodotti diversi per l'individuazione di famiglie di prodotti secondo i criteri della Group Technology;
- il miglioramento e la semplificazione del ciclo produttivo, dei metodi di lavorazione, del setup ecc.;
- l'ottimizzazione del layout dei reparti e dei flussi produttivi, con particolare riferimento ai trasporti interni e alla riduzione del WIP;
- le economie di scala o di dimensione;
- il miglioramento della tecnologia di processo, ovvero la sostituzione dei macchinari e impianti in uso con altri incorporanti il progresso tecnologico più aggiornato (di solito creato prevalentemente dai costruttori di macchinario), e quindi più automatizzati, più precisi, in grado di consentire rese migliori o consumi unitari inferiori ecc.;
- l'impiego delle tecniche gestionali più aggiornate che consentano di utilizzare al meglio le risorse a disposizione (macchinari e personale) per produrre i prodotti richiesti, nelle quantità volute.

Ad esempio, l'incompatibilità fra flessibilità e basso costo (che rappresenta tuttora un elemento da non trascurare nella progettazione e gestione dei sistemi produttivi, e di cui sono coscienti anche i Responsabili di altre Funzioni) si presenta in questi anni in modo differente dal passato, a causa dell'avvento dell'automazione flessibile. Sono cioè ora concepibili sistemi produttivi dotati di buona flessibilità (cioè almeno capaci di realizzare 'famiglie chiuse' di prodotti molto ampie), ma in grado di competere con i costi di produzione ottenibili in precedenza solo dai sistemi produttivi orientati agli alti volumi.

E' in questa luce che si può considerare facilmente superabile sul piano concettuale l'apparente contraddizione fra la concezione progettuale 'Skinneriana' (o della conflittualità fra obiettivi - focalizzazione) fin qui illustrata, e le più recenti concezioni progettuali di derivazione 'giapponese', basate, per esempio, sull'affermazione che costo di produzione e

qualità dei prodotti non sono conflittuali, che cioè gli interventi rivolti al miglioramento della qualità determinano anche una riduzione del costo di produzione, e che quindi deve essere obiettivo dei progettisti e dei gestori dei sistemi produttivi tendere verso un miglioramento congiunto e continuo di qualità e costo.

Dal punto di vista concettuale, questi principi - innegabilmente applicati con successo dall'industria giapponese - sono una riformulazione del noto concetto di curva di esperienza, intesa correttamente nel senso più ampio sopra illustrato di *miglioramento continuo* ottenuto utilizzando tutti i mezzi a disposizione.

La contraddizione cui s'è fatto cenno è quindi solo apparente nel senso che:

- nel breve, a tecnologia data, quando occorra scegliere fra due alternative definite di sistema produttivo, è opportuno privilegiare quella che meglio soddisfa il compito critico prioritario in quella data situazione competitiva (focalizzazione);
- nel medio-lungo occorre preoccuparsi di incorporare via via tutte quelle modifiche di prodotto, di processo, di sistemi di gestione che consentono di realizzare il miglioramento continuo necessario per mantenere e accrescere la competitività.

Si elencano ora - con qualche commento - le principali scelte (o *leve di controllo*) che definiscono la struttura produttiva, il cui posizionamento va effettuato, come detto, in armonia con la strategia competitiva dell'impresa.

### **9. Dimensionamento della capacità produttiva globale**

L'input fondamentale per questo tipo di decisioni è costituito dal piano pluriennale, formulato essenzialmente dalla Funzione Marketing strategico, che delinea la gamma dei prodotti con cui l'azienda intende essere presente sul mercato nel futuro e i volumi annui approssimativi di ogni tipologia di prodotto.

Si tratta di decidere il piano della Capacità produttiva globale di cui l'azienda intende disporre negli anni futuri nei propri impianti produttivi, tenendo conto fra l'altro:

- della situazione impiantistica (dimensione, livello di vetustà e di obsolescenza tecnologica) di partenza;
- della possibilità di affidare a terzi - che dispongano del *know-how* tecnologico adeguato - la produzione di una parte dei prodotti e/o dei volumi previsti (nel settore farmaceutico, ad esempio, la normativa è molto rigida su questo punto);
- della quota di produzione che annualmente l'azienda intende affidare a tali terze parti, sulla base di analisi economiche accurate (con un impianto gestito direttamente si può curare particolarmente l'efficienza e si risparmia il margine di competenza dei terzi), e della valutazione del rischio in cui l'azienda incorrerebbe in caso di volumi effettivi di domanda inferiori a quelli previsti, qualora avesse deciso di dimensionare i propri impianti sull'intera domanda prevista;
- della stagionalità delle vendite: la capacità produttiva può essere dimensionata sulla punta di stagionalità o, all'altro estremo, sulla domanda media annua, con evidenti ripercussioni sul costo dell'impianto da un lato, e degli oneri di magazzinaggio per produzione anticipata rispetto alla vendita dall'altro;
- delle politiche gestionali che si intendono adottare: va ricordato ad esempio che le politiche *Just In Time* richiedono un preassegnato livello di insaturazione degli impianti.

## 10. Frazionamento e ubicazione della capacità produttiva

Nell'ambito della capacità produttiva globale decisa per i propri impianti, occorre spesso decidere se concentrare tale capacità su uno o pochi impianti di maggiore potenzialità unitaria, ovvero se frazionarla su più impianti di minore potenzialità, avendo in tal caso l'opportunità di ubicare i diversi impianti in località differenti. La decisione deve tener conto fra l'altro:

-delle economie di scala (o di dimensione): un impianto produttivo di maggiori dimensioni consente di ottenere costi minori per unità di prodotto, sia per quanto riguarda l'incidenza dei costi di impianto, sia per quanto riguarda i costi di funzionamento. Dati due impianti di *tecnologia analoga* di potenzialità  $P_0$  e  $P$ , i due costi di impianto  $C_0$  e  $C$  sono legati dalla seguente relazione

$$C / C_0 = (P / P_0)^e$$

dove l'esponente  $e$  (detto anche fattore di scala) è  $< 1$  ed è specifico del settore industriale. Nei settori con economie di scala particolarmente rilevanti (cemento, siderurgia, chimica di base) il valore di  $e$  si aggira attorno a 0,7, di modo che un impianto di potenzialità doppia ha un costo di impianto che è solo 1,62 volte circa rispetto all'impianto di riferimento; nei settori dove l'aumento di capacità si ottiene con l'aggiunta di macchine di potenzialità unitaria limitata da motivi tecnologici (ad esempio la tessitura), il valore di  $e$  si approssima all'unità e i costi di impianto non presentano di fatto economie di scala.

Circa i costi di funzionamento, va tenuto presente che in un impianto di dimensioni maggiori le *rese* sono in genere più elevate (diminuiscono cioè i consumi di energia e di materie prime per unità di prodotto), e che, nei settori in cui la manodopera tende a svolgere funzioni di presidio e controllo (ancora una volta produzioni 'di processo', quali carta, cemento, siderurgia, alimentari) piuttosto che di trasformazione diretta, l'incidenza del costo di manodopera per unità di prodotto tende a diminuire;

- delle esigenze di flessibilità produttiva: disponendo di un numero maggiore di impianti più piccoli è maggiore la possibilità di servire mercati che richiedono una gamma diversificata, senza dover tenere scorte elevate di prodotti finiti (con rischi di obsolescenza e deterioramento);
- dei costi di trasporto e di distribuzione, che possono consigliare di ubicare gli impianti vicino alle fonti delle materie prime o ai mercati di sbocco: in questa luce, la progettazione della struttura di distribuzione fisica e la progettazione della struttura produttiva procedono spesso di pari passo.

## 11. Grado di integrazione verticale

Nella produzione di prodotti complicati (produzioni per parti) si pone il problema di decidere se e quali fasi del processo produttivo affidare a terzi, ovvero quali componenti e assiemi possano essere realizzati all'esterno, vuoi su disegno dell'azienda, vuoi su progetto realizzato dal terzista in base alle specifiche funzionali fornite dall'Azienda. Per un cenno a questa problematica, con riguardo anche all'evoluzione indotta dall'automazione flessibile, vedi Produzione.

## **12. Layout, automazione, scelte di processo**

L'insieme delle problematiche che rientrano in questo ambito è molto ampio ed è coperto dalle varie articolazioni dell'ingegneria industriale. Rimandando alle voci specifiche per i necessari approfondimenti, si tratta di scelte a cavallo fra il momento della creazione della capacità produttiva e il momento della predisposizione del sistema produttivo a nuove produzioni (industrializzazione): in occasione dell'avvio in produzione di un nuovo prodotto e/o di modifiche rilevanti a prodotti esistenti spesso occorre infatti procedere a interventi più o meno profondi sull'assetto generale dello stabilimento, con modifiche locali al layout, ai sistemi di trasporto interno, al livello di automazione, con aggiunta di macchine o attrezzature, ecc.

Meritano un cenno i problemi di progettazione dei sistemi di montaggio manuale, data la diffusione di tali sistemi, e data la frequenza (in occasione dell'industrializzazione di ogni nuovo prodotto) con cui tali problemi devono essere affrontati. Si tratta essenzialmente di:

- progettare il posto e il ciclo di lavoro dell'operatore, pervenendo alla fissazione del cosiddetto *tempo standard* (con le soluzioni sia a posto fisso sia in linea);
- procedere al *bilanciamento* fra i diversi stadi del processo (con i sistemi in linea).

Per il primo problema, gli analisti della Funzione Processi e metodi, che devono conoscere in modo approfondito il prodotto da realizzare e le apparecchiature e le tecnologie disponibili in azienda, devono far ricorso alle tecniche di analisi del lavoro sviluppate negli ultimi decenni.

Il secondo problema consiste nel determinare quali, fra tutte le operazioni necessarie al montaggio completo del prodotto finito (spesso alcune centinaia), assegnare ad ogni stazione, in modo 'bilanciato' e nel rispetto dei vincoli tecnologici di precedenza e di massimo carico di lavoro assegnabile alla singola stazione: si tratta di un classico problema di Ricerca operativa che non ammette una soluzione 'ottima' ricavabile in tempi brevi. Nel caso delle linee manuali, tale ricerca è resa particolarmente complessa dalla variabilità intrinseca dei tempi di montaggio degli operatori (il tempo di montaggio dipende infatti dalla predisposizione / abilità dell'operatore, dall'affaticamento ecc.). In ogni caso, l'interdipendenza fra stazioni derivante dalla soluzione in linea pone, pur con il ricorso a metodi di bilanciamento sofisticati, un limite superiore di convenienza alla saturazione degli operatori addetti al montaggio. Tale situazione può essere superata solo riducendo la rigidità del vincolo di dipendenza fra differenti sezioni della linea (per esempio con la creazione di polmoni di disaccoppiamento statici o circolanti, vedi scorte di disaccoppiamento). Più di recente il problema del bilanciamento è stato affrontato in logica Just In Time, cercando di pervenire a una linea di montaggio che minimizzi le oscillazioni nel tempo dei ritmi di utilizzo dei componenti principali che lungo la linea vengono aggiunti via via al prodotto, in modo da mantenere costante - per un periodo sufficientemente lungo (settimana o mese) - il ritmo di assorbimento di tali componenti e da consentire così la regolarizzazione dei ritmi di produzione delle fasi a monte.

## **13. Tipo di manodopera**

Pur nei limiti costituiti dalla normativa e dalla prassi delle relazioni industriali, anche questa è una leva progettuale che, in stretta collaborazione con la Funzione del Personale, va posizionata attentamente, tenendo conto fra l'altro:

- che in relazione a differenti ubicazioni è possibile avvalersi di manodopera di differente professionalità e livello culturale;

- che anche a ubicazione fissata, che è il caso più frequente, è possibile modificare significativamente le professionalità e le qualifiche con opportuni interventi di formazione e addestramento;
- che se si agisce sulla leva dell'automazione, spostandosi ad esempio verso l'automazione flessibile, occorre modificare conseguentemente la professionalità della manodopera diretta: occorre in generale trasformare operai, in precedenza impegnati direttamente nella trasformazione produttiva, in 'conduttori di impianto', molto più orientati al *presidio* dell'unità produttiva operante in automatico, all'interpretazione delle indicazioni della strumentazione, agli interventi di emergenza, ecc.

#### **14. Dimensionamento e ubicazione di magazzini e depositi**

Si precisa che un punto di disaccoppiamento lungo il processo, ove i materiali e/o i semilavorati sostano prima di essere utilizzati dalla fase successiva si chiama solitamente *magazzino* se è 'gestito', ovvero se i materiali vengono *versati* e successivamente *prelevati* con appositi movimenti di magazzino che vengono registrati e contabilizzati dal sistema informativo aziendale; si chiama *deposito* in caso contrario, quando cioè la sosta avviene all'interno di un unico centro di responsabilità.

In un processo produttivo multistadio, con più fasi in sequenza, il posizionamento e il dimensionamento di opportuni punti di disaccoppiamento lungo il processo costituisce un momento essenziale della progettazione del sistema produttivo. A fronte della tendenza (in parte originata da esigenze finanziarie, in parte frutto di una semplicistica interpretazione delle tecniche di gestione della produzione di derivazione giapponese) a considerare le scorte (e soprattutto il WIP) un 'male' da abolire, va tenuto presente che:

- a parità di tecnologia produttiva (in particolare a parità di versatilità degli impianti) e di livello di servizio che si intende assicurare, esiste un preciso *trade-off* tra ampiezza della gamma prodotta, sovradimensionamento della capacità produttiva e entità delle scorte: non è possibile mantenere invariata (o aumentare) l'ampiezza della gamma e ridurre le scorte senza contemporaneamente aumentare il sovradimensionamento della capacità produttiva;
- a parità di altre condizioni, il WIP si può ridurre mano a mano che procedono i programmi di riduzione dei tempi di setup (ovvero mano a mano che cresce la versatilità degli impianti), programmi in genere costosi (soprattutto in termini di impegno di risorse umane 'pregiate') e di lunga durata;
- un punto di disaccoppiamento va di solito posizionato *a valle* della fase più 'rigida' del processo (di solito quella a maggiore intensità di capitale), quella che cioè richiede campagne produttive più lunghe (lotti di maggiore entità) per essere utilizzata in modo efficiente; esso va dimensionato in modo che tutte le varietà di prodotto siano sempre disponibili per la vendita nonostante che la produzione avvenga a lotti (un prodotto alla volta).