

Raffaele Secchi

**LE MISURE DI PRESTAZIONE DEL
SISTEMA PRODUTTIVO-LOGISTICO
GLI INDICATORI DI SERVIZIO E DI FLESSIBILITÀ**

Nota didattica

INDICE

1. Le misure di servizio.....	3
2. Le misure di flessibilità.....	5

1. Le misure di servizio

Analizzando la dimensione servizio nel suo complesso, è possibile riconoscere quattro differenti profili di prestazione:

- disponibilità, intesa quale garanzia di adeguata copertura inventariale, a fronte di richieste interne, provenienti dagli enti utilizzatori, di materiali, componenti e semilavorati, o esterna, provenienti dal mercato, di prodotti finiti e ricambi;
- tempestività, o velocità, quantificata dall'estensione dell'intervallo temporale intercorrente tra la data di emissione dell'ordine e quella in cui il cliente ottiene la disponibilità della merce;
- affidabilità, o puntualità, misurata in termini di scostamento temporale rispetto ad una data di consegna prevista o concordata;
- flessibilità, valutata in base ai margini di variazione ammessi rispetto ai termini di consegna concordati.

Gli elementi descritti vengono ora analizzati sotto il profilo della loro determinazione quantitativa. In proposito, si sottolinea come sia possibile operare una distinzione tra la disponibilità, tipicamente legata alle caratteristiche di funzionamento del sistema inventariale, e le altre dimensioni - tempestività, affidabilità e flessibilità - strettamente connesse alla gestione dei *lead time*, interni (tempi di acquisizione ed evasione dell'ordine, manipolazione, confezionamenti ed imballaggi) ed esterni (tempi di trasporto, di sosta in *transit point*, di eventuale sdoganamento, etc.).

La disponibilità viene fortemente influenzata dalle prestazioni del magazzino, e può essere conseguentemente misurata da indici espressivi della percentuale di inevasi, dell'incidenza e persistenza di *stock-out* o della completezza dell'ordine. Nella tabella 1 sono riportati alcuni tra gli indicatori più di frequente impiegati.

Per contro, come illustrato nella tabella 2, le misure della tempestività sono volte ad apprezzare la sollecitudine delle consegne, quelle dell'affidabilità tengono conto dei ritardi medi o della varianza dei tempi di consegna, e quelle della flessibilità sono intese a valutare i margini di variazione ammessi rispetto ai termini concordati, e risultano tutte strettamente legate alla gestione dei *lead-time*.

Tabella 1 - Gli indicatori di misura della disponibilità

Percentuale di inevasi	$\frac{\text{Numero ordini inevasi}}{\text{Numero ordini totale}} \cdot 100$
Percentuale di domanda media inevasa	$\frac{\text{Numero di unita' inevasate}}{\text{Numero totale unita' }} \cdot 100$
Incidenza di stock-out	$\frac{\text{Numero articoli o periodi in stock - out}}{\text{Numero totale di articoli o periodi}} \cdot 100$
Persistenza di stock-out	$\frac{\text{Totale giorni di stock - out}}{\text{Numero totale giorni}} \cdot 100$
Completezza della consegna	$\frac{\text{Numero righe d'ordine evase prima consegna}}{\text{Numero totale righe d'ordine}} \cdot 100$
	$\frac{\text{Valore prima consegna}}{\text{Valore totale ordini}} \cdot 100$
	Numero consegne per evasione ordine

Tabella 2 - Gli indicatori di misura della tempestività, dell'affidabilità e della flessibilità

Tempestività della consegna	$\frac{(\text{Data prima consegna} - \text{data ordine})}{\text{Numero totale ordini}}$ $\frac{\text{Numero ordini evasi in x giorni}}{\text{Numero totale ordini}} \cdot 100$
Affidabilità della consegna	$\frac{(\text{Data prima consegna} - \text{data concordata})}{\text{Numero totale ordini}}$ $\frac{\text{Numero ordini evasi in ritardo}}{\text{Numero totale ordini}} \cdot 100$ Varianza dei tempi di consegna
Flessibilità della consegna	Giorni di anticipo minimi per accettazione variazioni Margini di variazione ammessi rispetto ai tempi concordati

Lo studio dei *lead-time*, di fatto, è un'efficace modalità per tenere sotto controllo e, ove possibile, migliorare la capacità di risposta del sistema produttivo-logistico; l'osservazione dei tempi in grado di influenzare il livello di servizio offerto al cliente viene generalmente condotta attraverso la scomposizione del ciclo dell'ordine nelle sue fasi principali, con l'obiettivo di pervenire ad una sua complessiva riduzione, conseguibile attraverso il contenimento dei tempi di ciascuna fase o interventi di parallelizzazione (*overlapping*) delle stesse.

Le fasi del ciclo possono essere articolate in:

- trasmissione dell'ordine, misurata dall'intervallo temporale intercorrente tra la data di emissione dell'ordine da parte del cliente ed il momento della sua ricezione; tale fase viene oggi contenuta attraverso l'adozione di sistemi di trasmissione-dati informatici e telematici, quali le reti EDI-*Electronic Data Interchange*, le modalità di *fax-ordering*, etc.;
- elaborazione dell'ordine, quantificata dal tempo impiegato nel "trattamento" dell'ordine, consistente nelle verifiche di natura contabile circa la solvibilità del cliente, la correttezza formale dei documenti, le interrogazioni agli archivi di inventario intese a valutare lo stato delle disponibilità a magazzino e la predisposizione della documentazione che autorizza il prelievo;
- approntamento della consegna, consistente nelle fasi di prelievo, confezionamento ed imballaggio. Tali fasi possono essere velocizzate dall'adozione di codici a barre e lettori ottici e/o tramite il ricorso a sistemi automatizzati di gestione delle attività di manipolazione e movimentazione all'interno dei magazzini;
- spedizione e trasporto, misurata dai tempi intercorrenti tra il momento dell'uscita dal magazzino e quello della consegna al cliente.

In realtà, ciascuna delle fasi illustrate può, a sua volta, essere analizzata, sotto il profilo temporale, con maggior dettaglio, giungendo alla definizione e misura degli standard di *lead-time* per ogni micro fase del ciclo; attraverso l'osservazione delle singole durate è spesso possibile identificare i "colli di bottiglia" procedurali o le principali aree di inefficienza nella gestione del flusso fisico e, per questa via, predisporre opportuni interventi, organizzativi, gestionali e tecnologici, intesi alla loro rimozione.

2. Le misure di flessibilità

La flessibilità viene comunemente definita come la capacità di un sistema aziendale di reagire in tempi brevi e costi limitati a fronte di pressioni esterne. Solo in parte tale attributo poggia sulle proprietà del sistema produttivo, dovendo queste ultime essere integrate da appropriate strutture organizzative, da sistemi informativi, da politiche commerciali e finanziarie, da *know-how*, etc. Pertanto il generico concetto di flessibilità può essere associato ad oggetti differenti: imprese, sistemi produttivi, impianti e macchinari; in ciò risiede, uno degli elementi che rendono difficoltosa l'identificazione di adeguate metodologie di misura. Prima di affrontare la formalizzazione di un insieme di misure, appare quindi necessario soffermarsi sulla specificazione dell'oggetto cui si riferisce l'attributo della flessibilità.

In prima approssimazione, riferendosi al solo sistema produttivo-logistico, la flessibilità può essere definita dalla capacità di rispondere ai cambiamenti esterni ed interni: tra i primi, per

esemplificare, si annoverano il lancio di nuovi prodotti, l'evoluzione nelle specifiche richieste dal cliente, mutamenti nei volumi assorbiti dal mercato, modifiche nei piani di consegna, nelle specifiche dei materiali impiegati o nelle abilità della manodopera disponibile; tra i secondi, possono essere considerati i guasti alle macchine ed agli impianti, impedimenti nei sistemi di trasporto, variabilità nei tempi di lavoro o inattese punte di assenteismo.

Con riferimento a macchinari ed impianti, invece, appare più appropriato l'attributo di *versatilità*, condizione generalmente necessaria, ma non sufficiente per garantire elevati livelli di flessibilità. Scelte di impianto, che modificano il grado di versatilità del macchinario, non sempre si traducono in accresciuti (o ridotti) livelli di flessibilità del sistema produttivo; infatti, la flessibilità deriva dal temperamento delle diverse componenti di un sistema produttivo, di cui l'impianto, per quanto rilevante, è solo una porzione. Se, ad esempio, ad un investimento in un impianto flessibile non corrisponde una coerente disposizione delle altre leve (*layout*, flussi logistici ed informativi, metodi e tecniche di gestione), la versatilità ottenuta, elevata in termini relativi rispetto alle potenziali soluzioni tecniche alternative, non riesce di fatto ad aumentare la flessibilità del sistema produttivo.

Si considerino i seguenti esempi, intesi a dimostrare che la flessibilità di un sistema produttivo può prescindere dal grado di versatilità dei suoi impianti. Il primo è il caso di una azienda, operante nel comparto alimentare della tostatura e confezionamento del caffè, caratterizzata da un processo produttivo articolato in tre linee di produzione e confezionamento, estremamente rigide e dedicate a tre prodotti distinti: confezioni di caffè macinato da 250 grammi, confezioni in grani da 2,5 chili e confezioni in cialde. Le differenze riscontrabili tra il volume e la granulometria dei prodotti si traducono in tecnologie e sistemi di confezionamento assai dissimili, risultando assolutamente non versatili. Ciononostante, in virtù della elevata polivalenza e mobilità della manodopera, che può essere assegnata alle diverse linee ad ogni cambio-turno, della significativa sovracapacità di ciascuna linea, della disponibilità dei materiali di imballo e di una notevole flessibilità nelle modalità di elaborazione del piano di produzione, il sistema nel suo complesso appare estremamente flessibile, garantendo l'evasione degli ordini, di qualsiasi natura ed entità, nel giro di due giorni.

Il secondo esempio è il caso dell'impianto di produzione motori di una casa automobilistica; in virtù di ingenti investimenti in automazione flessibile, il processo è in grado di riattrezzarsi in tempi virtualmente nulli e di lavorare un mix articolato di versioni della stessa motorizzazione, garantendo elevate prestazioni in termini di riconfigurabilità della linea. Ciononostante, l'estrema integrazione del processo, la sua rigidità ai volumi e la necessità di ammortizzare un investimento caratterizzato da un lungo *pay-back*, vincolano enormemente il grado di convertibilità del sistema, che si dimostra inadeguato all'introduzione di nuovi modelli, allungando inevitabilmente il *time to market* dell'azienda. In tal caso alla versatilità di impianto,

intesa in sede di progetto solo in termini di mix, non corrisponde una piena risposta alle esigenze di flessibilità imposte dai nuovi vettori di competitività del settore.

Molteplici strategie di flessibilità possono essere perseguite non solo agendo sulle caratteristiche del macchinario, ma anche attraverso l'impiego di sistemi di gestione, quali le tecniche *Just in time*, o attraverso efficaci approcci di progettazione modulare, o, ancora, agendo su opportuni rapporti di fornitura, promuovendo un orientamento alla *partnership*, alla *comakership* e al *codesign*.

Queste brevi considerazioni ci inducono dunque ad affermare che, per ottenere misure soddisfacenti sotto il profilo operativo, è necessario esplodere ulteriormente il concetto di flessibilità, ricercando dimensioni o profili di rilevanza maggiormente significativi.

Attribuendo al concetto di flessibilità il significato di una caratteristica richiesta al sistema produttivo nel suo complesso, è possibile, come illustrato nella tabella 3, distinguere tra le dimensioni della richiesta di flessibilità, articolandola in specifici fabbisogni, e dimensioni della risposta di flessibilità, generata dai fattori che contribuiscono ad un suo efficace fronteggiamento. Scomponendo il fenomeno in tal modo, risulta meno complesso identificare appropriate misure per ciascun profilo identificato.

Tabella 3 - Fabbisogni e risposte di flessibilità

Richieste di flessibilità	Impianti (versatilità)	Manodopera	Sistema
DI MIX	Riconfigurabilità	Polivalenza Mobilità	Disponibilità (scorte di sicurezza)
DI PRODOTTO	Convertibilità	Apprendimento	Prontezza (<i>Time to market</i>)
DI VOLUME (Elasticità)	Sovracapacità di impianto	Elasticità orario di lavoro	Reattività (BEP di fabbrica)
DI PIANO	Riconfigurabilità/ sovracapacità	Polivalenza/mobilità/ elasticità	Reattività (periodo congelato)

È dunque possibile identificare le diverse dimensioni della flessibilità richiesta al sistema produttivo logistico:

- la flessibilità di mix, definita come la capacità di riassortire un'ampia gamma di prodotti, o, in altre parole, di produrre a costi accettabili un mix articolato di prodotti, nell'ambito di un *range* definito; in sintesi, il mercato esprime una "richiesta di varietà per produzioni note";

- la flessibilità di prodotto, rappresentata dalla capacità di industrializzare o ingegnerizzare un nuovo prodotto, ovvero di inserire nel *range* di prodotti offerti un nuovo codice in tempi e costi accettabili; si tratta di una “richiesta di varietà per produzioni nuove”;
- la flessibilità di volume, più correttamente definita elasticità, intesa quale capacità di assorbire, mantenendo adeguati livelli di efficienza, le variazioni richieste dal mercato sotto il profilo quantitativo, indotte da fenomeni di stagionalità, ciclicità o erraticità della domanda; si tratta di “richieste di variabilità per produzioni note”;
- la flessibilità di piano, determinata dalla capacità di modificare anche sensibilmente le sequenze di produzione contenute nel piano di produzione per far fronte a modificazioni impreviste ed urgenti; si tratta di “richieste congiunte di varietà e variabilità di produzioni note”.

In tutte le definizioni di flessibilità proposte si ravvisano i caratteri di relatività tipicamente assegnabili al concetto che, pertanto, assume il valore di attributo di qualificazione di un sistema produttivo. Con ciò si intende sottolineare che, come per le altre prestazioni, di qualità, servizio, etc., l'attributo di flessibilità non può assumere in alcun caso valore assoluto, risultando una prestazione relativa, da apprezzarsi in chiave differenziale, a parità di condizioni di riferimento. Conseguentemente, anche le misure proposte assumono valore non generalizzabile, ma necessitano di riferimenti contestuali specifici. Lo spazio di operatività di tali definizioni, pertanto, non può che essere definito dalla varietà e dalla variabilità delle regole della competizione, per cui le richieste di flessibilità descritte possono trovare efficaci e soddisfacenti risposte solo in soluzioni che vincolino la loro fattibilità a requisiti di tempi e costi "ragionevoli". È chiaro, infatti, che qualsiasi sistema produttivo, per quanto rigido ed anelastico, se avulso dal contesto competitivo in cui opera, ed osservato in termini assoluti, manifesta comunque e sempre elementi di flessibilità, se non condizionato dai vincoli di costo e tempo.

A fronte di tali richieste di flessibilità provenienti dal mercato, il sistema produttivo logistico ricerca appropriate risposte, plasmando l'insieme dei suoi fattori; le soluzioni di flessibilità generate dal sistema, vanno dunque osservate, allo scopo di pervenire alla loro misura, distinguendo il contributo offerto dalle seguenti componenti: gli impianti, la manodopera ed il più generale sistema, per le quali è possibile definire specifiche misurazioni.

Gli impianti, per i quali, come accennato, appare più corretto parlare di versatilità, rispondono alle esigenze di flessibilità espresse dal mercato facendo leva su specifiche proprietà:

- la flessibilità di mix è fronteggiabile con differenti livelli di efficacia, funzione del grado di riconfigurabilità, misurabile in termini di costi e tempi di attrezzaggio;
- la flessibilità di prodotto è fronteggiabile in ragione del grado di convertibilità, misurabile dalla percentuale di recupero dei macchinari esistenti;

- la flessibilità di volume o elasticità, è invece fronteggiabile in virtù del grado di sovraccapacità produttiva, misurabile con indici di utilizzo;
- la flessibilità di piano, cumulando richieste di varietà e variabilità, è fronteggiabile in funzione del grado di riconfigurabilità e di sovraccapacità dell'impianto.

Analogamente, per la manodopera, è possibile osservare che:

- la flessibilità di mix trova adeguata risposta nelle caratteristiche di polivalenza e mobilità, misurabili, ad esempio, con strumenti volti ad apprezzare la latitudine dello spettro di abilità del personale, quale quello rappresentato nella figura 1.1;
- la flessibilità di prodotto viene soddisfatta dalle capacità di apprendimento delle maestranze e può essere quantificata attraverso lo studio delle curve di apprendimento o dei tempi di addestramento;
- la flessibilità di volume o elasticità, viene fronteggiata modulando il grado di elasticità degli orari di lavoro, misurabile in termini di incidenza degli straordinari, disponibilità al raddoppio dei turni, etc.
- la flessibilità di piano si riconduce all'insieme degli elementi già descritti.

Figura 1.1. - La matrice di analisi della polivalenza.

		Operazioni							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Addetti	1	*	*			*			
	2		*		*				
	3	*		*					
	4				*				
	5					*			
	6		*		*		*	*	
	7			*				*	
	8		*						*

Infine l'efficacia della risposta del sistema produttivo-logistico alle difformi esigenze di flessibilità espresse dal mercato deve poggiare anche sull'insieme di elementi che, congiuntamente a manodopera ed impianti, garantiscono l'operatività di un'unità produttiva: sistema informativo, sistema delle forniture, disponibilità di materiali, funzioni tecniche di supporto, etc. In questo caso, trattandosi di più elementi, non sembra possibile formalizzare una teoria di misure specifiche; appare comunque significativo valutare alcune misure aggregate, che esprimono la capacità di risposta della fabbrica nel suo complesso alle diverse esigenze di flessibilità:

- le flessibilità di mix e di volume generano notevoli sollecitazioni cui il sistema produttivo-logistico deve contrapporre disponibilità, in termini di scorte di sicurezza, e capacità di reazione, nell'intraprendere repentine azioni correttive quali riduzione dei tempi di trasporto, gestione di procedure urgenti. Indicatori sintetici della capacità di fronteggiare la flessibilità di mix e di volume possono essere ravvisati, rispettivamente, nelle misure del grado di disassortimento del magazzino prodotti finiti, per la prima, nel *break-even* di fabbrica, per la seconda e nel peggioramento di certe misure di servizio per entrambe;
- la flessibilità di prodotto necessita di prontezza di risposta, rinvenibile nelle competenze di industrializzazione e ingegnerizzazione dell'unità produttiva e può essere sinteticamente misurata dal *time to market*, ovvero dal tempo che intercorre fra la definizione delle specifiche di prodotto e l'avvio della produzione di serie;
- la flessibilità di piano si traduce in esigenze di reattività del sistema, difficilmente apprezzabili in termini aggregati, se non attraverso misure approssimate, quali la periodicità del processo di programmazione e la durata del periodo congelato del piano.

BIBLIOGRAFIA

Grando A. (1995), *Organizzazione e Gestione della Produzione Industriale*, EGEA, Milano