

## 4. VARIABILI TECNOLOGICHE, ORGANIZZATIVE E GESTIONALI QUALI FATTORI CRITICI PER L'EVOLUZIONE DELL'IMPRESA MINORE

### 4.1 INTRODUZIONE

Questo quarto capitolo si ripropone di focalizzare le principali classi di variabili che risultano fondamentali per il miglioramento della competitività delle imprese.

Per l'individuazione delle categorie delle variabili di intervento su cui l'impresa può agire, utilizzeremo uno schema proposto dalla Arthur Young e riportato in fig. 4.1.

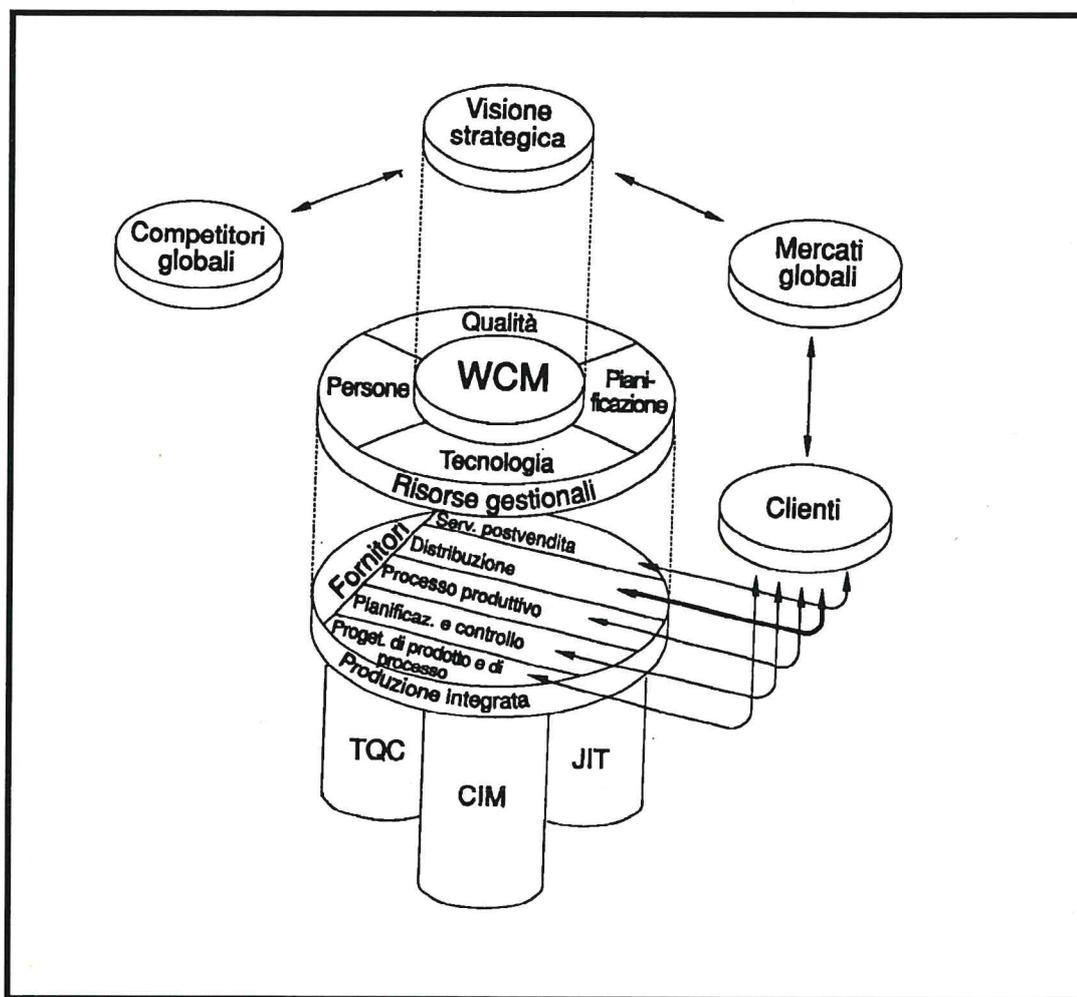


Figura 4.1 - Schema del "manufacturing per il vantaggio competitivo"  
(Fonte: Gunn, 1987)

La figura, che schematizza in modo efficace quanto peraltro largamente accettato in letteratura, si riferisce ad imprese che operano su

mercati globali. Lo schema del "manufacturing per il vantaggio competitivo" inquadra, appunto, il rapporto tra produzione e vantaggio competitivo, e considera (Gunn, 1987)<sup>1</sup>:

- la visione strategica della business unit (intera corporate, settore di attività, gruppo, divisione o stabilimento), visione intesa come insieme degli obiettivi che l'unità organizzativa intende perseguire;
- l'insieme dei mercati in cui competono i produttori mondiali, mercati che spesso coincidono con quelli globali;
- l'insieme dei produttori internazionali capaci di distribuire prodotti sui mercati mondiali.

Lo schema interpreta visivamente i recenti approcci di strategia di impresa che considerano la produzione quale leva fondamentale per l'ottenimento di vantaggi competitivi sui mercati globali.

Computer Integrated Manufacturing (CIM), Just-In-Time (JIT) e Total Quality Control (TQC) rappresentano le tre classi di variabili, i tre pilastri che supportano la cosiddetta produzione "integrata". Lo schema presuppone quindi che ogni programma nell'ambito del manufacturing - rivolto a conseguire o migliorare vantaggi competitivi - preveda un'azione contemporanea in tutte e tre le classi di intervento: tecnologiche, organizzative e gestionali.

Lo schema indica anche come esista l'esigenza di una integrazione che si sviluppi lungo due assi ortogonali: l'asse che comprende l'intero spettro delle attività produttive (CIM, JIT e TQC) e l'asse clienti/fornitori.

CIM, JIT e TQC rappresentano quindi le aree dove sono possibili azioni di intervento che utilizzano strumenti estremamente potenti, necessari per sostenere la produzione e gli obiettivi strategici del business.

Con riferimento alle imprese minori ed in particolare alle microimprese artigiane, la domanda che è lecito porsi è la seguente: quali sono e in quale misura sono possibili ed efficaci interventi nelle tre diverse aree finalizzati al miglioramento delle prestazioni di impresa? In altre parole è importante capire quali siano gli strumenti idonei a tali scopi e come sia possibile e opportuno introdurli in un contesto organizzativo-produttivo che non sempre è risultato permeabile all'implementazione di innovazioni sia tecnologiche che organizzativo-gestionali.

Per rispondere a tali questioni si è ritenuto opportuno in via preliminare riportare i risultati di recenti indagini svolte in Italia sui temi sollevati.

Dell'area cosiddetta CIM è stata considerata solamente la tecnologia dell'automazione flessibile (AF) che ne è sicuramente l'aspetto più significativo, anche in relazione al campione di imprese esaminate, ovvero microimprese di subfornitura. Sono state quindi tralasciate tecnologie relative ad altri processi, quali ad esempio quelli di progettazione e industrializzazione (CAD, CAE, CAM, CAPP ecc.). Con riferimento

---

1) Gunn, T.G., Manufacturing for Competitive Advantage. Becoming a World Class Manufacturer, Ballinger Publishing Company, 1987.

all'introduzione di automazione flessibile nelle imprese minori, saranno quindi brevemente sintetizzate le conclusioni di cinque ricerche effettuate recentemente in Italia. Le indagini sono state tutte volte a studiare le possibilità/opportunità e i problemi di adozione di queste tecnologie da parte di imprese di piccole dimensioni.

Per quanto riguarda l'area del JIT si riporteranno i risultati di una recente ricerca che ha inteso indagare la applicabilità del Just in Time nelle piccole imprese, verificandone l'efficacia ed esplorando le opportunità offerte dalla sua adozione in relazione alle caratteristiche strutturali dei sistemi produttivi.

Nell'area della qualità, da vari autori denominata come Total Quality Management - TQM per sottolinearne una evoluzione rispetto all'approccio TQC, non sono invece per il momento disponibili ricerche del medesimo tipo sopra citate. Sarà pertanto brevemente sviluppato il tema della normativa internazionale in materia di assicurazione della qualità e della certificazione dei sistemi della qualità. Da questa sintetica trattazione sarà possibile trarre comunque delle indicazioni sulla convenienza/complessità dell'adozione di tali procedure gestionali nelle piccole imprese. L'argomento è molto sentito dalle imprese anche minori, soprattutto in relazione all'integrazione del mercato europeo che rappresenta un potente catalizzatore del processo di interesse alla qualità.

## **4.2 L'AUTOMAZIONE FLESSIBILE**

### **4.2.1 Introduzione**

Una delle direttrici fondamentali di innovazione per le imprese è rappresentata dall'automazione dei processi produttivi.

Nel caso delle imprese minori possiamo anzi affermare che - rispetto a innovazioni sul piano dell'organizzazione della produzione e di metodologie gestionali associabili in prima approssimazione rispettivamente al Just In Time e al Total Quality Management - l'adozione di impianti e macchinari automatizzati ha sempre rappresentato il sentiero innovativo più praticabile perché facilmente identificabile, quantizzabile in termini di investimento e di ritorni di efficienza, con ridotti impatti sull'organizzazione e senza significative esigenze di nuove professionalità.

Quando agli inizi degli anni '80 si è affacciata la disponibilità dell'automazione flessibile, in un primo momento si sono aperte notevoli aspettative per una larga adozione di questa tecnologia innovative anche da parte delle imprese minori. Le note caratteristiche di economia di "scopo" o di economia di scala congiunta dei sistemi di produzione flessibili sembravano da sole essere sufficienti a garantirne un'ampia diffusione anche presso le piccole imprese, tipicamente impegnate in produzioni di piccola e piccolissima serie.

Problemi di varia natura, dall'inelasticità di questi sistemi ai problemi di implementazione, dall'entità degli investimenti in gioco ai profili

professionali necessari, hanno però impedito un'adozione su scala anche limitata di questi sistemi nelle piccole imprese.

Se l'introduzione degli FMS (Flexible Manufacturing Systems) è stato un fenomeno tipico solo delle medie e grandi imprese, l'adozione di singoli moduli od unità flessibili, ha interessato invece la quasi totalità delle aziende, tra cui anche la maggior parte delle microimprese artigiane come vedremo nel successivo capitolo 6. Unità CN e CNC e sofisticati "machining center" hanno spesso sostituito nelle microimprese le macchine utensili tradizionali con recuperi sia di efficienza che di flessibilità produttiva.

Nei paragrafi seguenti daremo una breve descrizione dei tratti fondamentali della tecnologia dell'automazione flessibile (AF): dopo una sintetica panoramica sull'evoluzione di tali sistemi, verrà focalizzato il concetto di flessibilità e saranno descritte le proprietà dell'AF, con evidenza dei paradigmi economici tipici di questa recente classe di automazione.

Al fine di consentire valutazioni circa il grado di applicabilità di queste nuove tecnologie nei contesti produttivi delle microimprese artigiane, utilizzeremo quindi i risultati di cinque significative ricerche svolte recentemente in Italia e in Friuli Venezia Giulia sulla diffusione dell'automazione flessibile.

## 4.2.2 Caratteristiche dell'automazione flessibile

### 4.2.2.1 Evoluzione dei sistemi di automazione flessibile

L'evoluzione dell'automazione flessibile è stata scandita da varie tappe, a partire dalle prime macchine utensili a controllo numerico degli anni '50-'60, fino agli attuali sistemi flessibili di produzione<sup>2</sup>. Di seguito sono riportate delle sintetiche descrizioni di sistemi noti con acronimi quali: CN, CNC, DNC e FMS.

**Macchine a Controllo Numerico (CN).** Sono macchine utensili (torni, fresatrici, alesatrici, centri di lavoro ecc.) governate da un sistema di controllo sulla base di un programma che specifica i movimenti che la macchina deve compiere. Nei primi modelli il programma era memorizzato su un nastro di carta perforato, successivamente si sono utilizzati supporti magnetici (cassette per i normali registratori e dischi). La macchina esegue ciclicamente il programma e richiede l'intervento di un operatore per il cambiamento dei programmi.

**Il controllo numerico computerizzato (CNC).** I sistemi CNC utilizzano un elaboratore dedicato per effettuare tutte le funzioni di base del controllo numerico. Nei CNC il programma è introdotto e memorizzato una sola volta; viene così risolto il problema del caricamento ciclico del *part-program*. Inoltre la flessibilità di *editing* sui programmi, e cioè la possibilità

---

<sup>2</sup>) Resau, Il mercato dell'automazione flessibile della produzione in Europa Occidentale al 1990, 1984.

di correggere direttamente sulle macchine le istruzioni inserite, consente una forte riduzione dei tempi di messa a punto dei programmi di lavorazione.

Ma la riduzione dei tempi di messa a punto dei part-program e l'introduzione una tantum nel sistema dei programmi non sono i soli benefici che l'introduzione del CNC ha comportato. Anzi il principale vantaggio di un sistema CNC rispetto ad un NC è un altro: la riprogrammabilità del suo sistema di controllo.

Il governo della macchina utensile richiede la conversione delle istruzioni in movimenti dell'utensile tramite una interfaccia computerizzata hardware e servosistemi. Nei sistemi NC si parla appunto di controlli *hard-wired* o a cablaggio rigido. La struttura cablata di questi tipi di controllo, ovvero la non modificabilità della logica contenuta nei circuiti *hard-wired*, rende impossibile la variazione delle prestazioni per le quali sono stati progettati con altre che possono venire richieste per lavorazioni non previste. Nei sistemi CNC invece il problema è risolto a livello *software* sostituendo o aggiungendo programmi elaborativi senza dover intervenire sul cablaggio dell'apparecchiatura.

**Il controllo numerico diretto (DNC).** Cronologicamente il DNC appare precedentemente del CNC<sup>3</sup>. I primi sistemi DNC comportavano l'uso di un grande elaboratore che controllava fino a 100 macchine utensili. Al crescere del numero delle macchine e del carico di calcolo sul computer si rese necessario ricorrere a calcolatori satellite ognuno preposto al controllo di un gruppo di macchine. Analogamente ai CNC, i sistemi DNC consentono tutta una serie di vantaggi tra cui: eliminazione dei nastri, più rapida messa a punto dei part-program e loro memorizzazione, rilevazione dei dati di produzione, diagnostica delle apparecchiature, maggiore capacità di calcolo e flessibilità (legata al fatto che tali funzioni sono implementate via software anziché mediante circuiti *hard-wired*).

Alla loro comparsa, tra la fine degli anni '60 e gli inizi degli anni '70, i sistemi DNC sembravano quindi la risposta ai vari problemi delle macchine utensili con controllo numerico di tipo cablato in uso in quei tempi. In realtà i costi dei primi calcolatori con sufficiente capacità di memorizzazione non favorirono una rapida diffusione della nuova tecnologia. Nemmeno la successiva diminuzione dei costi non contribuì allo sviluppo applicativo dei DNC.

Ciò si spiega con l'avvento dei CNC che incorporavano nel calcolatore di governo della singola macchina utensile tutte le prestazioni dei DNC, e inoltre rendevano disponibile una intelligenza dedicata e una maggiore capacità di memoria su ogni macchina.

E' solo di recente, con l'ulteriore diminuzione dei costi dell'hardware e la disponibilità del software, che si assiste ad uno sviluppo dei DNC all'interno di una architettura gerarchica di computer nell'area della produzione. In questi sistemi gerarchici, i sistemi CNC hanno il pieno

---

3) Cfr. M.P. Groover, 1980, pg. 233, e F. Testi, I sistemi DNC, Rivista di Meccanica, n. 853, 1986.

controllo della singola macchina utensile e sono collegati a monte con computer satelliti (DNC), a loro volta collegati con altri computer e così via.

Al calcolatore DNC vengono quindi attribuiti, oltre alle funzioni di distribuzione dei part-program, nuovi compiti di collegamento e di coordinamento delle singole unità CNC, quali l'ottimizzazione della suddivisione dei carichi di lavoro sulle macchine ed il controllo di avanzamento della produzione. Per sottolineare l'evoluzione dei DNC sia nella configurazione (collegamento con i CNC di valle), che nelle funzioni (programmazione e controllo della produzione), è stato coniato un nuovo termine sempre nel rispetto delle iniziali DNC: «Distributed Numerical Control<sup>4</sup>».

**Sistemi flessibili di produzione.** Una prima classificazione dei sistemi flessibili di produzione in funzione della loro dimensione e complessità è quella fornita da Resau (1984):

- Sistemi flessibili di produzione (FMS, Flexible Manufacturing Systems): sono sistemi controllati da calcolatore composti da più unità operatrici (oltre 3), collegate da mezzi automatici di movimentazione e magazzinaggio di pezzi e utensili, atti a produrre pezzi differenti di una stessa famiglia con lotti di dimensione variabile e sequenza qualunque.
- Celle flessibili di produzione (FMC, Flexible Manufacturing Cells): sono configurazioni più semplici degli FMS di cui possono costituire un parte, composte da 2-3 unità operatrici controllate da calcolatore e collegate da mezzi automatici di movimentazione e magazzinaggio di pezzi ed eventualmente utensili, atte a produrre pezzi differenti di una stessa famiglia con lotti di dimensioni variabili e sequenza qualunque.
- Moduli flessibili di produzione (FMM, Flexible Manufacturing Modules): sono la configurazione minima di un sistema di automazione flessibile della produzione, costituita da un'unica unità operatrice controllata da calcolatore, dotata di mezzi automatici di movimentazione e magazzinaggio di pezzi ed eventualmente utensili, atta a produrre pezzi differenti di una stessa famiglia con lotti di dimensione variabile e sequenza qualunque. Il modulo si distingue da una unità operatrice CNC essenzialmente per la capacità di produzione automatica (non presidiata) e flessibile per almeno un turno, capacità conferitagli dai mezzi automatici di magazzinaggio, di carico-scarico e posizionamento dei pezzi ed utensili.

Infine un'ulteriore classificazione distingue i sistemi flessibili a seconda della applicazione a cui sono destinati:

- sistemi (FMS), celle (FMC) e moduli (FMM) di lavorazione costituiti da centri di lavoro, robot, macchine di misura, macchine utensili ad asportazione di truciolo ecc.;

---

4) Cfr. M.P. Groover, E.W. Zimmers, 1984, pg. 216.

- sistemi (FAS), celle (FAC) e moduli (FAM) di montaggio costituiti da robot e macchine di montaggio, macchine di misura ecc.

Se le operazioni prevalenti sono altre ancora, ad esempio saldature, verniciature ecc., si parla specificatamente di sistemi flessibili di saldatura, di verniciatura ecc.

#### 4.2.2.2 La flessibilità

La flessibilità è sicuramente la caratteristica peculiare dei sistemi di automazione flessibile. Il significato del termine è però articolato, tant'è che sul tema della flessibilità la letteratura è abbondante. Gli approcci con cui è trattato l'argomento sono essenzialmente due: quello economico e quello tecnico-gestionale.

**Approccio economico.** L'approccio distingue le condizioni con cui si presenta la domanda di mercato; vengono individuate tre forme di domanda (Colombo, Mariotti, 1985):

- stazionaria, quando è nota e costante per quantità e qualità del *mix*;
- a debole turbolenza, quando è incerta e fluttuante<sup>5</sup>;
- a forte turbolenza, quando è incerta e con mutamenti irreversibili<sup>6</sup>.

Sono quindi utilizzati degli indicatori di prestazione del sistema produttivo e funzioni obiettivo nelle varie condizioni appena viste.

Nel caso di **domanda stazionaria**, le prestazioni del sistema produttivo vengono misurate attraverso il parametro di efficienza statica e la funzione obiettivo è quella di minimizzare i costi di produzione per le quantità pianificate.

Nel caso di **domanda a debole turbolenza** l'indicatore di prestazione è la cosiddetta efficienza alla Stigler (1939). Più in particolare, se ci si riferisce alla sola quantità dell'*output*, possiamo avere due sottoindicatori di prestazione: l'adattabilità e l'elasticità. Si dice che un sistema produttivo è adattabile quando la sua curva dei costi medi, in un intervallo prefissato, si discosta poco da quella dei costi medi di lungo periodo. Si dice, invece, elastico un sistema se per ogni valore del tasso di produzione, in un prefissato intervallo, è possibile utilizzare una tecnica produttiva con costi medi che approssimano quelli ottimi. Si noti che l'elasticità è una caratteristica peggiore dell'adattabilità, in quanto non rappresenta per nessun livello dell'*output* la soluzione ottima.

Restando in condizioni di domanda a debole turbolenza e considerando le variazioni della composizione del *mix* produttivo, i sottoindicatori di prestazione sono la versatilità e la flessibilità. Nelle medesime condizioni sopra citate la versatilità consente di aderire meglio

---

5) Gli stati possibili rimangono, comunque, in un intervallo noto a priori e le variazioni non possiedono carattere di irreversibilità

6) In questo caso il mutamento della domanda potrebbe essere quantitativo e/o qualitativo in termini di mix o di introduzione di nuovi prodotti

alla curva dei costi medi di lungo periodo, mentre la flessibilità la approssima solamente.

Sempre nel caso della domanda a debole turbolenza bisogna infine identificare la funzione obiettivo. In questo caso è la minimizzazione dell'integrale dei costi di produzione nel tempo.

Nel caso di **domanda a forte turbolenza** l'indicatore di prestazione è l'efficienza dinamica. Anche in questo caso esistono dei sottoindicatori. Se consideriamo la quantità dell'*output* produttivo, si dicono alterabili quei sistemi predisposti a subire mutamenti strutturali che ne adeguino il livello dell'*output* alle nuove condizioni di domanda. Si dicono, invece, convertibili quei sistemi predisposti a subire mutamenti irreversibili in termini di qualità del *mix* produttivo.

Infine, la funzione obiettivo in condizioni di domanda a forte turbolenza è la minimizzazione dei costi di adattamento e dei tempi di risposta ai mutamenti.

**Approccio tecnico-gestionale.** Tralasciando gli aspetti della flessibilità più propriamente gestionali e concentrandosi sugli aspetti tecnici, esistono autori (Browne e altri, 1984) che, con riferimento agli FMS, differenziano ben otto classi di flessibilità comprensive di quasi tutte le categorie proposte in letteratura, anche se con terminologie diverse:

- *Machine flexibility*: è la facilità con cui la macchina effettua le modifiche necessarie per produrre un dato set di particolari. Misure di tale flessibilità sono ad esempio i tempi di set-up richiesti;
- *Process flexibility*: è la capacità di produrre un certo set di particolari. Una misura di questa flessibilità è data dal numero di particolari che possono essere prodotti.
- *Product flexibility*: è la capacità di produrre un certo set di particolari velocemente ed economicamente. Può essere misurata dal tempo necessario per passare da un mix di particolari ad un altro non necessariamente dello stesso tipo.
- *Routing flexibility*: è la capacità di far fronte a guasti delle apparecchiature continuando a produrre il medesimo set di particolari. E' un indicatore della capacità del sistema flessibile di funzionare in modo degradato. Una misura di questa flessibilità è data dal numero dei particolari che possono continuare ad essere prodotti e dal decremento del tasso di produttività.
- *Volume flexibility*: è la capacità del sistema flessibile di operare a volumi produttivi più bassi senza eccessivo aumento dei costi unitari di produzione. Può essere misurata dalla diminuzione di volume che fa lievitare i costi unitari al massimo valore accettabile. E' certamente la prestazione più carente dei sistemi flessibili: i grandi investimenti necessari per tali impianti richiedono quasi sempre una completa saturazione della loro capacità produttiva.
- *Expansion flexibility*: è la possibilità di espandere la capacità produttiva del sistema in maniera modulare quando necessario. Questa flessibilità

può essere determinata dalle dimensioni in termini di capacità che il sistema può raggiungere.

- *Operation flexibility*: è la possibilità di invertire l'ordine con cui sono eseguite le operazioni del ciclo di ciascun particolare.
- *Production flexibility*: è l'universo dei particolari che l'FMS può produrre. Potremo definire tale flessibilità come il mix potenziale dei particolari producibili.

Una interessante classificazione della flessibilità secondo la dimensione temporale è quella proposta da Merchant (1982), che ripropone nella sostanza tipologie di flessibilità già menzionate:

- Flessibilità istantanea: capacità di selezionare in tempo reale la stazione di lavoro più adatta ad eseguire l'operazione richiesta dal ciclo di lavorazione di un pezzo;
- Flessibilità a brevissimo termine: capacità di modificare la sequenza e il mix di pezzi in produzione;
- Flessibilità a breve termine: capacità di modificare parti da disegno dei pezzi in produzione;
- Flessibilità a breve-medio termine: capacità del sistema di funzionare ai massimi livelli di produttività compatibili con diversi volumi di produzione (2 o 3 turni, di cui uno non presidiato);
- Flessibilità a medio termine: possibilità di aggiungere o eliminare pezzi dal mix di parti in produzione;
- Flessibilità a medio-lungo termine: possibilità di modificare la capacità produttiva del sistema aggiungendo o togliendo singole stazioni di lavoro, moduli, ecc.;
- Flessibilità a lungo termine: possibilità di adattare il sistema a nuove tipologie (mix) di pezzi modificandone l'architettura, escludendo o aggiungendo moduli, ecc.

#### 4.2.2.3 Proprietà dell'automazione flessibile

Al riguardo riportiamo integralmente un brano tratto da Cainarca, Colombo (1991)<sup>7</sup>:

Con il termine "automazione flessibile" (AF) si suole identificare il "grappolo" di innovazioni di processo che, originatesi dal medesimo paradigma tecnologico [...], sono accomunate dalla proprietà di permettere la realizzazione per via automatica di prodotti diversi purché soddisfacenti ad una predefinita serie di vincoli tecnologici. Tale definizione abbraccia un insieme ampio di innovazioni, caratterizzate in parte da relazioni di competizione - nella misura in cui esse offrono soluzioni tecnologiche diverse, per efficienza e costi, a

---

7) G. C. Cainarca, M. G. Colombo, Tecnologia e organizzazione nell'automazione integrata della fabbrica, Mip-Consortio Universitario in Ingegneria per la Gestione dell'Impresa, Centro di Ricerca sull'Economia dei processi di automazione, Milano, 1991

problemi economici simili - ed in parte da relazioni di complementarità, per gli effetti sinergici che il loro contemporaneo utilizzo può originare.

Nonostante la diversità delle varie configurazioni tecnologiche, ed i gradi di libertà che ancora ne caratterizzano lo sviluppo evolutivo, è possibile identificare alcune proprietà che le accomunano, ed il cui impatto risulta senza dubbio rilevante ai fini della loro adozione.

Fra queste, spicca innanzitutto l'elevata *pervasività funzionale e settoriale*. Il campo di applicabilità dell'AF coincide infatti, almeno potenzialmente, con l'intero spettro dei processi industriali discontinui e con tutte le fasi della trasformazione industriale, dalla progettazione, all'ingegnerizzazione, alla lavorazione, al montaggio, sino al *packaging* ed alla logistica. A livello di impresa, la pervasività si nutre delle complementarità fra applicazioni relative a diverse sfere di attività, ed in particolare alla progettazione/ingegnerizzazione ed alla lavorazione/montaggio, e si giova soprattutto del carattere *aperto e modulare* delle apparecchiature di AF. Tali proprietà permettono infatti di modificare, con rapidità e costi contenuti, la configurazione strutturale delle soluzioni installate, attraverso l'aggiunta e/o la sostituzione di vari componenti e sotto-sistemi, conferendo loro capacità metamorfiche di riaggiustamento in funzione delle crescenti opportunità offerte dallo sviluppo tecnologico e delle variabili esigenze del mercato.

Va peraltro rilevato come l'effettivo *grado di modularità* sia intimamente legato al livello di diffusione di *standard industriali* relativi alle architetture *hardware*, al *software* ed ai protocolli di comunicazione. In questo ambito, una netta distinzione separa le apparecchiature di progettazione/ingegnerizzazione da quelle concernenti le altre sfere di attività. Mentre le prime hanno usufruito del rapido cammino in questo settore delle tecnologie dell'informazione, che ha ben presto portato all'affermazione di standard universalmente accettati, per le seconde il discorso è ben diverso. Infatti, nelle sfere della produzione e della logistica prevalgono a tutt'oggi condizioni di elevata incertezza sugli standard, determinate dall'assenza presso l'offerta di un chiaro *leader*, capace di imporre al mercato standard proprietari, dalle carenze e inefficienze di accordi multilaterali fra i principali produttori e dall'esperienza ancora limitata degli utilizzatori.

In secondo luogo, le diverse innovazioni generate dal paradigma dell'AF descrivono un *continuum* di soluzioni, di cui il *Flexible Manufacturing System (FMS)* è l'attuale frontiera tecnologica per le attività manifatturiere. Alcune soluzioni, come i *machining center* ed i robot, configurandosi come macchine *stand alone*, per quanto complesse, incorporano solo in parte gli elementi distintivi del paradigma dell'AF. Ma anche prescindendo da queste soluzioni e concentrando l'attenzione sui sistemi integrati, numerose sono le *forme intermedie*, che, in cambio di minori prestazioni rispetto alle soluzioni più avanzate, in termini di flessibilità e di capacità di operare in condizioni degradate, comportano costi di investimento più contenuti e richiedono un *know-how* meno sofisticato per la loro implementazione ed efficiente utilizzo.

Un terzo aspetto di grande rilievo che ci preme sottolineare in questa sede riguarda il carattere di *innovazione di sistema* dell'AF. Infatti, il potenziale innovativo dell'AF è solo in parte incorporato nell'*hardware* e *software* di cui le apparecchiature si compongono. L'elevata profittabilità degli investimenti in AF può essere *garantita* solo dalla contestuale adozione di innovazioni

significative nella sfera delle strutture organizzative e delle procedure gestionali<sup>8</sup>.

#### 4.2.2.4 I paradigmi economici dell'automazione flessibile

In un'ottica di approccio economico le caratteristiche paradigmatiche delle nuove tecnologie di automazione flessibile sono rilevanti. Al fine di presentarle brevemente, utilizzeremo brani del medesimo lavoro citato in precedenza di Colombo e Mariotti (1985) a cui rimandiamo per maggiori approfondimenti.

*Paradigma I: l'automazione flessibile è una forma intermedia che ottimizza rispetto al trade-off efficienza statica flessibilità*

[...]

I sistemi integrati di automazione flessibile accettano ad un certo grado la turbolenza dei mercati, offrendo con ciò la flessibilità in delimitati domini di variabilità del mix di prodotti (permettono la produzione economica in piccoli lotti di *famiglie* di prodotti definite in funzione di variabili tecnico-produttive), ma rinunciano ai livelli di efficienza statica conseguibili con le linee automatiche rigide.

E' importante sottolineare che l'ottimizzazione del *trade-off* efficienza statica-flessibilità ha come contraltare il peggioramento delle prestazioni del sistema produttivo in termini di elasticità, con aggravii del costo medio di produzione, a volumi complessivi di output inferiori alla capacità nominale del sistema, nettamente superiori non solo rispetto a quanto concesso dall'adattabilità delle tecnologie tradizionali, ma anche rispetto all'adattabilità (assai scarsa) delle linee automatiche. Ciò è dovuto al maggior investimento in capitale fisso, sia con riguardo alla componente meccanica (mezzi automatici di *material handling*), sia alla componente informatica (*hardware* e *software*, quest'ultimo soggetto a forte obsolescenza tecnologica). Quando la variabilità della domanda dei singoli prodotti lavorati nel sistema non presenta componenti contro-cicliche, e perciò non permette effetti di compensazione sui volumi complessivi dell'output, la prestazione economica dei sistemi di automazione flessibile si riduce drasticamente a causa della ripidità della curva dei costi medi di breve termine per volumi sub-ottimali di produzione.

*Paradigma II: l'automazione flessibile è un razionalizzatore dei modi di produzione ed un «riduttore dei tempi d'ozio»*

[...] l'AF offre l'opportunità di introdurre nuovi modelli produttivi, non orientati dal classico paradigma della produzione il linea, specializzata e di massa.

Anzitutto l'AF consente una drastica riduzione dei tempi di *setup* delle macchine e di movimentazione interna. Inoltre, il *software* informatico dei sistemi flessibili accetta un'elevata complessità del mix produttivo e determina in tempo reale i cicli di produzione, ammettendo, entro soglie accettabili di

---

8) G. C. Cainarca, M. G. Colombo, Milano, 1991, pp. 28-30

deterioramento delle prestazioni, sequenze anche casuali di prodotti appartenenti ad assegnate, ma relativamente ampie, «famiglie tecnologiche». Esso gestisce anche «situazioni impreviste», permettendo al sistema di funzionare in condizioni degradate (a causa di guasti ed altri inconvenienti di impianto).

In altri termini, l'AF è in grado di abbassare le barriere di razionalità limitata che il *management* incontra nell'organizzare la produzione; stabilendo un parallelo concettuale con la termodinamica, essa riduce l'«entropia» del sistema produttivo, cioè il disordine associato ai processi dinamici che in esso si realizzano.

La riduzione dei tempi d'ozio dei fattori fondo<sup>9</sup> presenti al processo produttivo passa tuttavia anche attraverso un fenomeno più rilevante, in quanto configura un'alternativa *radicale* all'organizzazione in linea di processi elementari. Infatti la riduzione dei tempi di riattrezzaggio e di movimentazione ed il considerevole aumento della potenza elaborativa di cui il sistema dispone rendono possibile lo sfruttamento di *complementarietà*, prima inibite, nell'uso dei fondi. I loro servizi, durante gli intervalli d'ozio relativi ad un processo elementare, possono essere dedicati a processi elementari *diversi*, proprio perché il tempo di adattamento del fondo alla nuova utilizzazione diviene notevolmente inferiore alla durata complessiva dell'intervallo d'ozio. In tal modo, per un'opportuna scelta del mix di prodotti processati dal sistema produttivo in un certo istante, gli intervalli d'ozio relativi ad un particolare processo di lavorazione possono essere trasformati in *tempi attivi* per altri processi di lavorazione.

La nuova *fungibilità* del fondo che in tal modo si viene a creare suggerisce un *modello sinergico di riduzione dei tempi d'ozio*, basato sull'attivazione di processi complementari. A livello di singoli prodotti/processi ciò equivale ad una drastica riduzione dei volumi minimi di produzione richiesti per operare in condizione di efficienza; in termini più generali, tale fungibilità apre nuove prospettive strategiche all'impresa, consentendole una diversa collocazione sui mercati e l'adozione di nuovi comportamenti competitivi.

*Paradigma III: la fungibilità dell'automazione flessibile genera economie di scopo*<sup>10</sup>

La fungibilità dei fondi, come caratteristica intrinseca dell'AF, ha importanti implicazioni in termini di *economie di scopo*, a due livelli:

- l'AF rende «uguali», dal punto di vista del processo produttivo, prodotti diversi per caratteristiche intrinseche, sopportando bassi «costi di compromesso» (dovuti alla despecializzazione degli impianti). Ciò consente di cumulare in modo indifferenziato volumi di prodotti diversi e di ottenere

9) I fattori fondo corrispondono agli elementi che si trovano sia nell'input che nell'output del processo produttivo (ad esempio impianti e forza lavoro). La loro caratteristica è di rimanere identici per l'intera durata (prescindendo dal loro parziale logoramento) e di essere presenti al processo di produzione svolgendo un servizio, la cui quantità è misurata propriamente dal tempo durante il quale ogni unità dell'elemento fondo interviene attivamente nel processo produttivo.

10) Il termine «scopo» viene usato dagli autori come translitterazione dall'inglese *scope* in assenza di alternative pienamente convincenti

*economie di scala congiunta*, secondo la concettualizzazione recentemente proposta da Bailey e Friedlander (1982)<sup>11</sup> e da Oelve (1985).<sup>12</sup> Le economie di scala congiunta si sostituiscono alle economie di scala di prodotto specifico, permettendo di produrre ciascun prodotto, se in quantità inferiori alle rispettive Dom (dimensioni ottime minime), a costi totali inferiori a quanto reso possibile da impianti specializzati (che in tali condizioni sarebbero, di necessità sub-ottimali) ed a costi medi, per ciascun prodotto, accettabilmente vicini ai costi medi minimi consentiti dall'utilizzo di tecnologie ottimali;

- l'AF, sfruttando le complementarietà fra tempi d'ozio e tempi attivi di processi elementari diversi associati a diversi prodotti, consente inoltre il conseguimento di *economie di scopo in senso proprio* (sempre secondo la terminologia mutuata da Oelve, 1985). Esse corrispondono a riduzioni di costo che, per un dato livello dell'output produttivo globale, sono possibili solo in relazione ad un particolare mix di prodotti diversi e non possono essere catturate in alcun modo da soluzioni tecnologiche specializzate. [...]

*Paradigma IV: l'automazione flessibile riduce i costi di transazione nelle relazioni verticali fornitori-utenti*

[...] un'importante prerogativa dell'AF è di implicare un investimento di più elevata polivalenza, il quale riduce la componente di capitale fisico non reimpiegabile in transazioni di mercato. In altri termini la «soluzione flessibile» è caratterizzata da minori livelli di quasi-rendita appropriabile, controbilanciati da un costo di compromesso [...], dovuto alla despecializzazione relativa degli impianti.

La «soluzione flessibile» diventa perciò un'alternativa alla soluzione dedicata tradizionale e la sua adozione dipenderà dai particolari *trade-off* che si stabiliranno, nei due casi, tra costi di produzione e quasi-rendita appropriabile. In generale si può affermare che in condizioni di mercato ad elevato rischio (ad es., forte incertezza nelle quantità domandate dei beni intermedi) e di forte specificità degli impianti tradizionali dedicati, il differenziale di quasi-rendita sarà superiore al costo di compromesso. La conseguenza di una tale condizione è duplice:

- una spinta su ambo i lati ad adottare soluzioni flessibili, per ridurre i rischi ed i costi di transazione;
- il recupero di efficienza di soluzioni transazionali non strettamente gerarchiche, se sostenute da una adeguata diffusione della nuova tecnologia.

---

11) E. E. Bailey, A. F. Friedlander, "Market Structure and Multiproduct Industries", in *Journal of Economic Literature*, vol. 20, settembre 1982

12) N. G. Oelve, "Appropriate Corporate Scope: the Concept and its Consequences for Management", EIASM Conference on Economies of Scope, Bruxelles, maggio 1985

*Paradigma V: l'automazione flessibile è un'innovazione sistemica orientata ad elevare l'efficienza dinamica dei sistemi di produzione*

[...]

Il carattere marcatamente «sistemico» dell'AF ha come inevitabile contraltare, il quale ne rallenta il tasso di diffusione, una serie di difficoltà e di ostacoli tipicamente associati alle innovazioni complesse<sup>13</sup>:

- necessità di introdurre innovazioni complementari, non solo impiantistiche, ma soprattutto organizzativo-manageriali;
- prestazioni largamente condizionate da meccanismi di apprendimento (*learning-by-using*), che permettono decisivi miglioramenti e reciproco adattamento tra tecnologia ed ambito aziendale;
- conseguentemente, remunerazioni dell'investimento iniziale aleatorie e dilazionate nel tempo.

Per altri versi, vi è una forte connessione tra sistematicità dell'AF ed efficienza dinamica del sistema produttivo, sia in termini di alterabilità che di convertibilità. In questa direzione i risultati pratici già conseguiti e, soprattutto, le *potenzialità*, anche di breve termine, sono notevoli. Da un punto di vista meramente tecnologico, l'AF consente infatti:

- lo sviluppo di soluzioni *modulari*;
- la realizzazione di sistemi *aperti*, nel senso di una facile integrazione di nuovi componenti, per alterare le capacità produttive e per riconfigurare il sistema, in funzione di nuovi compiti produttivi;
- la possibilità di *retrofittare*<sup>14</sup> gli impianti esistenti, aggiungendogli «intelligenza» (*software*) e garantendo buoni livelli di salvataggio degli investimenti già effettuati, anche nel caso in cui questi ultimi siano ispirati a concezioni tecnologiche più tradizionali.

Tutto ciò offre ai sistemi di automazione flessibile particolari *capacità metamorfiche*, cioè di risposta ad evoluzioni dell'ambiente anche difficilmente prevedibili all'atto della loro realizzazione. [...]

*Paradigma VI: le traiettorie dell'automazione flessibile sono soggette a rilevanti effetti cumulativi*

L'ultima rilevante caratteristica paradigmatica dell'AF, già in parte adombrata in osservazioni precedenti, è il carattere cumulativo del *capitale conoscitivo* [...] che in esso incorpora. L'attuale tecnologia continua a sperimentare significativi avanzamenti che dipendono dall'esperienza accumulata, sia presso i costruttori che presso gli utilizzatori; anzi, la cooperazione e reciproca fertilizzazione fra le due parti ha giocato un ruolo determinante per originare continui miglioramenti e affinamenti delle soluzioni tecnologiche adottate.

13) Gli autori invitano al confronto con S. Davies, "The Diffusion of Process Innovations" Cambridge, Cambridge University Press 1979

14) Il retrofitting è il particolare processo di automazione di diverse fasi di lavorazione attraverso l'integrazione in un sistema di nuova architettura di macchine e dispositivi, in parte già in dotazione presso lo stabilimento ed in parte acquistati ex-novo. Tratto distintivo di questo processo è che la funzione dell'integratore è svolta dall'utente (eventualmente assistito dall'esterno), anziché dal produttore di impianti

L'accumulo di capitale conoscitivo è peraltro complicato dal fatto che i sistemi tecnologici in oggetto sono il risultato della convergenza di due basi tecnico-scientifiche, le quali, in generale, hanno avuto e probabilmente avranno tassi evolutivi differenziati; le tecnologie meccaniche, con ritmi evolutivi lenti, e le tecnologie elettronico-informatiche, caratterizzate da tassi di sviluppo decisamente più elevati. La capacità di integrare efficacemente le due basi conoscitive è il risultato dell'accumulo di risorse «rare» e di competenze esclusive di difficile imitabilità e trasferibilità.

#### 4.2.3. Sintesi delle ricerche già effettuate

L'obiettivo della seguente sintesi delle ricerche già effettuate sul tema dell'introduzione dell'automazione flessibile in Italia è quello di rivisitare le considerazioni e le conclusioni emerse da studi già effettuati inerenti alle possibilità/opportunità per le imprese minori di introdurre nei processi produttivi le tecnologie dell'automazione flessibile.

Le indicazioni che emergono dall'esposizione dei risultati delle ricerche empiriche escludono la possibilità di adozione di sistemi flessibili di automazione nelle piccole imprese e questo indipendentemente dal settore di appartenenza. Le difficoltà e i problemi incontrati dalle piccole imprese nell'adottare sistemi tipici dell'AF sono verosimilmente estensibili in larghissima parte anche alle microimprese artigiane oggetto dell'indagine.

Va precisato che l'ambito territoriale di quattro delle cinque indagini di cui tratteremo è rappresentato dalla regione Lombardia; la ragione di ciò è da ricercarsi nel fatto che questa è la regione in cui risiedono l'80% delle imprese adottatrici delle tecnologie dell'automazione flessibile<sup>15</sup>; la quinta ricerca è baricentrata in regione Friuli Venezia Giulia ed è quindi particolarmente interessante perché è il medesimo teatro dell'indagine di questa ricerca.

Per ultimo rimane da osservare che il settore di appartenenza delle imprese campionate è soprattutto quello metalmeccanico. Per le proprietà di pervasività settoriale dell'AF prima ricordate - per cui il campo di applicabilità dell'AF coincide, almeno potenzialmente, con l'intero spettro dei processi industriali discreti - riteniamo comunque generalizzabili, al di là del settore esaminato, le conclusioni a cui si è pervenuti circa l'adottabilità dell'AF per le imprese minori.

---

15) Fonte: Assolombarda, 1989

#### 4.2.3.1 Sintesi della ricerca (1985): «Lo stato della tecnologia nell'industria meccanica di fronte all'automazione flessibile»

Questo studio, condotto da una *équipe* del Dipartimento di meccanica del Politecnico di Milano<sup>16</sup>, ha avuto la finalità di

delineare una metodologia di valutazione della possibilità di penetrazione dei sistemi flessibili di lavorazione (FMS) nell'industria manifatturiera meccanica [...].<sup>17</sup>

E' opportuno fin d'ora precisare cosa i ricercatori hanno inteso con il termine *FMS* e per questo ci riferiamo a quanto espresso nell'appendice A.

Per sistema flessibile si intende un sistema:

- a) gestito da un calcolatore centrale;
- b) composto da macchine a controllo numerico, collegate tra di loro da un sistema automatico e programmabile, per la movimentazione dei pezzi integrato e di elevata complessità/flessibilità;
- c) provvisto di mezzi automatici e programmabili per l'immagazzinamento dei pezzi (da lavorare, semilavorati, finiti) e per la gestione (monitoraggio, sostituzione) degli utensili;
- d) atto a produrre un numero rilevante di pezzi differenti (mix di ampiezza medio alta), anche appartenenti a famiglie diverse, in lotti di dimensione variabile tendente al minimo possibile, e con adattabilità elevata alla variazione del mix;
- e) in grado di funzionare in modo degradato, vale a dire di poter realizzare tutti i particolari del mix anche con l'esclusione temporanea e/o accidentale di parte del sistema.

Tra le varie configurazioni possibili di un sistema flessibile, tipi particolari, in quanto rispondenti ad esigenze specifiche di produzione, possono essere considerati i:

##### 1 - Sistemi flessibili tipo *Celle*

Sistema costituito da 2 fino a 4 macchine utensili a controllo numerico, adatto a lavorazioni di bassa complessità per mix a variabilità media; con mezzi di movimentazione esclusivamente di servizio interno alla cella [...]; a gestione degli utensili semplificata; a bassa adattabilità alla variazione di mix; con limitazioni, imposte dal robot di manipolazione, per quanto riguarda il peso dei pezzi.

##### 2 - Sistemi flessibili tipo *Transfert*

Sistema composto da più unità di lavoro, non necessariamente tutte a controllo numerico, atto a lavorazioni di qualsiasi complessità per mix di ampiezza limitata, per volumi di produzione medio/elevati e con scarsa

16) *Équipe* del Dipartimento di meccanica del Politecnico di Milano coordinata da F. Turco, *Lo stato della tecnologia nell'industria meccanica di fronte all'automazione flessibile*, Mediocredito Lombardo, Milano, 1985

17) Op. cit. p. 1.

adattabilità alla variazione di mix; a gestione degli utensili semplificata con cambio di "teste portautensili"; inadatto a funzionare in modo degradato.<sup>18</sup>

Le motivazioni che hanno stimolato la realizzazione della ricerca sono da ricondursi alla considerazione secondo cui

[...] il quadro di riferimento non risultava essere sufficientemente confortato da una solida base empirica attinente in particolare le variabili morfologiche, tecnologiche, di volume produttivo, di dimensioni e variabilità del mix, di tempi di processo e di attraversamento, di Work-In-Process, ed altre ancora, cioè di quelle variabili che, nel loro insieme, fossero pienamente descrittive delle condizioni oggettive in cui si svolgevano e si svolgono i processi produttivi, in modo da valutare la reale consistenza dei fenomeni legati alla possibilità di utilizzazione dei sistemi flessibili.<sup>19</sup>

La limitazione della ricerca al solo ambito dell'industria meccanica viene giustificata osservando che è ampiamente diffusa l'opinione che gli FMS siano utilizzabili maggiormente nelle

[...] produzioni in lotti di piccola entità, con cicli produttivi non eccessivamente complessi, in larga prevalenza, anche se non esclusivamente, nel settore della produzione manifatturiera meccanica per lavorazione e montaggio.<sup>20</sup>

Una seconda limitazione molto importante riguarda l'esclusione dall'analisi delle operazioni di montaggio. Questo viene giustificato affermando che

[...] la tipologia dei sistemi, il loro attuale grado di diffusione, i campi e le modalità applicative, il livello di flessibilità raggiungibile (molto più basso), relativi all'automazione nell'area del montaggio, sono assai differenti da quelli nell'area delle lavorazioni alle macchine utensili.<sup>21</sup>

Nella ricerca si fa anche notare che dal punto di vista tecnologico

[...] fra i processi ritenuti passibili di applicazioni tipo FMS all'interno della lavorazione meccanica, e precisamente lavorazioni per deformazione plastica a freddo, lavorazioni per asportazioni di truciolo, stampaggio a caldo, verniciatura e saldatura [...]<sup>22</sup>

si è focalizzata l'attenzione sul

[...] processo di asportazione di truciolo, ritenuto universalmente il più rilevante ai fini della adozione di FMS di lavorazione nell'industria manifatturiera meccanica.<sup>23</sup>

---

18) Op. cit. pp. 115-116

19) Op. cit. p. 11

20) Op. cit. p. 9

21) Op. cit. p. 19

22) Op. cit. p. 20

23) Op. cit. p. 20

I ricercatori hanno anche delimitato il fatturato delle aziende prese in considerazione, ritenendo non proponibili investimenti nei sistemi flessibili per le aziende con un fatturato inferiore ai 3 miliardi di lire<sup>24</sup>. Questo valore, attualizzato, darebbe una soglia, per il 1992, di circa 6 miliardi di lire.

Vediamo ora quali sono state, secondo i ricercatori, le aree di principale miglioramento nei processi manifatturieri meccanici a cui gli *FMS* possono dare un significativo contributo:

- la prima è quella della riduzione delle scorte di processo e dei particolari finiti in attesa di altri ancora in lavorazione per procedere all'assemblaggio finale (Work-In-Process o *WIP*); poiché il *WIP* si può ritenere proporzionale al tempo di attraversamento, esso potrebbe essere ridotto teoricamente [...] del 95%;
- la seconda è quella della maggiore utilizzazione del capitale fisso (teoricamente del 600%), con conseguenti risparmi del lavoro diretto e indiretto, e con enorme aumento di produttività.<sup>25</sup>

Le altre opportunità, che gli *FMS* consentono di cogliere sono:

- riduzione dei tempi di consegna
- riduzione dei tempi di risposta alle modifiche del mix
- eliminazione dei lavori ripetitivi e noiosi
- riduzione degli scarti e del costo delle rilavorazioni
- costanza dei livelli qualitativi
- ecc..<sup>26</sup>

Le informazioni utili relative alle caratteristiche delle imprese, raccolte nella ricerca al fine di formulare un giudizio su alcuni dei fattori che possono favorire o meno l'introduzione dei *FMS*, sono state articolate in cinque sezioni<sup>27</sup>: notizie di carattere generale, caratteristiche del processo di trasformazione, caratteristiche del parco macchine utensili, specificità della trasformazione, caratteristiche tecnologiche di qualità e di complessità del processo per asportazione di truciolo. Interessanti risultano le motivazioni che hanno giustificato la scelta di alcune delle voci esaminate.

La voce **tipologia di produzione**, con cui si vuole determinare le percentuali di produzione per commessa singola, per commessa ripetitiva e per magazzino, è stata scelta poiché

[...] allo stato attuale, l'automazione flessibile è in linea di massima più facilmente applicabile quanto maggiori sono le quote di produzione per commessa ripetitiva e per magazzino.<sup>28</sup>

---

24) F. Turco, Milano, 1985, pp. 15,18

25) Op. cit. p. 10

26) Op. cit. p. 10

27) Op. cit. p. 32

28) Op. cit. p. 34

La voce **grado di complessità/integrazione del processo**, che riporta il numero di processi di lavorazione attivati all'interno dell'azienda, è stata utilizzata in quanto il suo valore

[...] è indice di quanto possano essere attuali per un'azienda analisi di integrabilità tra i vari processi mediante automazione flessibile. Inoltre, per dimensioni non piccolissime dell'unità produttiva, e comunque all'aumentare del fatturato e/o del valore aggiunto in trasformazione, la presenza di un maggior numero di processi costituisce altrettante opportunità di introduzione di FMS.<sup>29</sup>

La voce **mix operativo** è stata analizzata in quanto è

[...] una grandezza fondamentale per giudicare dell'applicabilità di un FMS; a questo fine esso va messo in relazione con il **volume unitario di produzione** [...].<sup>30</sup>

Riferendoci al solo *mix* si fa anche notare che, con gli attuali sistemi, si arrivi al massimo a 600 particolari diversi con lavorazioni solo per asportazione di truciolo.<sup>31</sup>

E' stata anche studiata la voce **indice di variabilità del mix nel tempo** che rappresenta la velocità di rinnovamento dei pezzi prodotti;

[...] quanto più il suo valore è alto, tanto maggiori potrebbero essere le difficoltà, sia hardware che software, per la realizzazione di automazioni flessibili [...].<sup>32</sup>

Le voci **aumento di valore nella trasformazione e contributo percentuale della trasformazione al valore aggiunto** sono state scelte in quanto loro elevati valori

[...] sono favorevoli all'introduzione di FMS, che, portando ad una riduzione dei costi diretti, consentono un incremento del margine di contribuzione.<sup>33</sup>

Un'ulteriore voce considerata è il **WIP in giorni di copertura relativi al valore finale dopo la trasformazione**: è una misura del capitale circolante relativo ai semilavorati<sup>34</sup> ed è chiaro come le aziende con un alto valore di questo indice possano trarre i maggiori benefici con l'introduzione degli FMS.

La voce **indicatore di specificità** rappresenta un'altra variabile esaminata: misura quanto la trasformazione è dipendente da attrezzature

---

29) Op. cit. p. 34

30) Op. cit. p. 35

31) Op. cit. p. 82

32) Op. cit. p. 35

33) Op. cit. p. 36

34) Op. cit. p. 37

specifiche, irreperibili in commercio e costruite appositamente; tanto più alto è il suo valore

[...] (specialmente con volumi medi unitari di produzione medio-bassi), minore è l'appetibilità di FMS a meno di non procedere ad una profonda opera di rinnovamento e standardizzazione per quanto riguarda le attrezzature necessarie per le lavorazioni.<sup>35</sup>

Viste le voci più rilevanti esaminate in questa ricerca, riportiamo le conclusioni a cui sono giunti i ricercatori:

[...] i risultati ottenuti non consentono di concordare con le valutazioni ottimistiche, ampiamente profuse nelle sedi più disparate, anche autorevoli, relative alla rapidità ed ampiezza di diffusione futura dell'automazione flessibile. E ciò per una serie di convinzioni che sono maturate sulla scorta dell'analisi dei risultati documentati nel presente rapporto:

- a) il mercato preferenziale dei FMS difficilmente potrà essere quello, numericamente molto ampio, delle produzioni in piccoli e piccolissimi lotti [...], ma sarà più verosimilmente quello delle produzioni superiori alle 100 unità; e ciò perché lo stato dell'arte attuale della tecnologia dei FMS non consente ancora di ritenere completamente sostituibili le economie di scala con quelle di gamma, da più parti invocate come fattore fondamentale di penetrazione dei sistemi flessibili nelle piccole unità produttive [...];
- b) [...] l'automazione flessibile, sia per la natura delle lavorazioni, sia per l'entità degli investimenti richiesti, occuperà ancora una fascia di mercato medio-alta, almeno nel medio termine, e potrà estendersi alla fascia inferiore solo a seguito di pesanti ristrutturazioni dei mix produttivi e di decise diminuzioni dei costi di impianto e/o di incentivi e facilitazioni agli investimenti;
- c) se è vero che i due terzi della produzione avviene per commessa ripetitiva e per magazzino - aree che più si prestano all'introduzione di FMS - è tuttavia anche vero che l'entità del capitale circolante (la cui riduzione è considerata spesso un fattore giustificante di per sé l'adozione di un FMS) è assai più alta nelle aziende che lavorano prevalentemente per commessa: l'area di potenziale risparmio nelle produzioni ripetitive e per magazzino è notevolmente più limitata;
- d) l'ambiente è apparso generalmente poco ricettivo all'introduzione dell'automazione flessibile, per fattori quali la qualità e la vetustà del parco macchine, la scarsa diffusione della standardizzazione (eccessiva varietà del mix produttivo), la rilevanza delle "specificità" delle trasformazioni (retaggio di una economia della produzione fondata unicamente sull'abbattimento del costo tecnico unitario per particolare prodotto), la carente sensibilità all'analisi interfunzionale dei problemi, la diffusa mancanza di una base informativa numerica affidabile quale supporto alle decisioni.<sup>36</sup>

---

35) F. Turco, Milano, 1985, p. 39

36) Op. cit. pp. 2-3

#### 4.2.3.2 Sintesi della ricerca (1986): «Flessibilità, concorrenza e innovazione: l'impresa minore e le nuove tecnologie»

La finalità di questa ricerca è stata lo studio della diffusione delle tecnologie dell'automazione flessibile all'interno di un campione di imprese localizzate nella regione Lombardia<sup>37</sup>. Due aspetti che sono stati trattati più specificatamente sono stati (Mussati e Muscettola, 1986):

- a) le modalità di approccio delle imprese a queste tecnologie con particolare riferimento alle motivazioni di adozione e ai fattori che ritardano la diffusione [...];
- b) la valutazione, peraltro più qualitativa che quantitativa, di alcuni tra gli effetti che sono stati sovente associati nella letteratura all'impiego di beni strumentali automatizzati e flessibili [...].<sup>38</sup>

Il campione era costituito da imprese dei settori metalmeccanico, elettrico ed elettronico. Gli autori in questa ricerca hanno limitato

[...] l'indagine ad aziende che avevano già compiuto esperienze nell'adozione di una o più forme di automazione flessibile<sup>39</sup>, tralasciando, perciò, gli utilizzatori potenziali.<sup>40</sup>

Questo ha fatto sì che le imprese con meno di 100 dipendenti fossero solo il 7,1% del campione<sup>41</sup>. Ciò sembra giustificato

[...] dalla maggior lentezza e difficoltà che i processi di diffusione di tutte le nuove tecnologie di automazione flessibile hanno manifestato fino ad oggi nell'industria minore.<sup>42</sup>

Quello che si è rilevato circa i processi di adozione dell'automazione flessibile ha permesso agli autori di fare alcune osservazioni.

Innanzitutto, la gradualità degli interventi di automazione da parte delle imprese deriva tanto da una loro esigenza di apprendimento relativamente ai rischi e alle performance delle tecnologie di automazione flessibile, quanto dal loro interesse a non sostituire macchinari che non hanno terminato la loro vita operativa con configurazioni di macchine più moderne e più integrate. Viene avvertita la necessità, infatti, che attorno alle nuove tecnologie di automazione si formino, in modo progressivo, competenze adeguate all'interno e all'esterno dell'impresa grazie ad un processo di apprendimento che richiede del tempo per essere compiuto. Va anche sottolineato che a tutt'oggi le forme più integrate di

---

37) G. Mussati, L. Muscettola, Effetti dell'introduzione dell'elettronica sul layout produttivo; l'adozione della automazione flessibile in Lombardia, in AA.VV., Flessibilità, concorrenza e innovazione: l'impresa minore e le nuove tecnologie, Mediocredito Lombardo, Milano, 1986

38) Op. cit. p. 61

39) In particolare gli autori hanno verificato la presenza del robot.

40) Op. cit. p. 62

41) Op. cit. p. 64

automazione presentano un alto costo iniziale e conseguentemente, un alto rischio di investimento sopportabile sola da parte di quelle aziende adottatrici in cui le probabilità di profitto appaiono molto marcate.<sup>43</sup>

Per quanto riguarda le motivazioni dell'adozione, la ricerca ha portato a concludere quanto segue:

[...] le indicazioni delle imprese adottatrici mostrano che l'inserimento delle varie forme di automazione flessibile nei processi produttivi è stato finalizzato principalmente all'ottenimento di significative riduzioni dei costi grazie alla natura capital e labor saving degli investimenti e all'incremento dell'efficienza dinamica dell'organizzazione.<sup>44</sup>

Gli ostacoli che le imprese del campione hanno giudicato più rilevanti sono stati quelli di natura finanziaria, di natura informativa e quelli del reperimento di nuove professionalità<sup>45</sup>.

Per quanto riguarda gli effetti prodotti dall'introduzione dell'automazione flessibile ed in particolare l'abbassamento dei costi di produzione, va rilevato che questo risultato si è generalmente verificato; la motivazione di questo successo va ricercata soprattutto nell'aumento della produttività del lavoro e del capitale. Meno frequentemente è stato dovuto alla diminuzione del capitale circolante<sup>46</sup>.

Le conclusioni che traggono gli autori sono diverse. In merito ai vantaggi si conferma che è la riduzione dei costi a spingere le imprese all'adozione delle nuove tecnologie e non la ricerca di adeguare la propria produzione alle esigenze dello specifico cliente<sup>47</sup>. Questo si riflette anche sulla flessibilizzazione, in senso lato, del sistema produttivo che viene giudicata una delle motivazioni meno importanti<sup>48</sup>. La ricerca conferma un atteggiamento prudente e la volontà di introduzioni graduali, questo per poter riorganizzare il processo produttivo e per ridurre il rischio di un investimento che è molto elevato attraverso tempi opportuni di apprendimento<sup>49</sup>.

Ma la cosa che, per i nostri fini, è più importante sono le considerazioni riguardanti le imprese minori.

In, generale, i risultati della ricerca suscitano l'impressione che non tutte le potenzialità, implicite nelle nuove forme di automazione, siano state colte soprattutto per quanto riguarda i possibili vantaggi dal lato dei ricavi, ma anche per quanto riguarda le funzioni aziendali da interessare ed integrare. Questo

---

42) G. Mussati, L. Muscettola, Milano, 1986, p. 66

43) Op. cit. p. 79

44) Op. cit. p. 84

45) Op. cit. pp. 88-89

46) Op. cit. pp. 97-98-99

47) Op. cit. p. 106

48) Op. cit. p. 106

49) Op. cit. p. 107

aspetto sembra particolarmente accentuato nel caso delle imprese di minore dimensione.

D'altra parte, anche nel caso dell'automazione flessibile, si poteva avanzare l'ipotesi di lavoro che la grande impresa poteva essere più facilmente e vantaggiosamente in grado di adottare la nuova tecnologia, tanto più che in alcuni casi di forme complesse di automazione sembra mancare la convenienza economica all'adozione da parte delle imprese minori, mentre permane da parte delle grandi.

I risultati dell'indagine sembrano confermare questa posizione di svantaggio relativo da parte delle piccole e medie imprese. E' possibile, anzi, che tale situazione meno favorevole alle imprese minori tenda ad accentuarsi in futuro.<sup>50</sup>

Vi è, quindi, una situazione non favorevole alla diffusione delle nuove tecnologie automatizzate fra le imprese di minore dimensione e tenderà ad aggravarsi nel prossimo futuro per le probabili linee evolutive delle tecnologie in questione.<sup>51</sup>

#### 4.2.3.3 Sintesi della ricerca (1988) «Automazione, flessibilità e integrazione - La diffusione di una tecnologia innovativa nell'industria metalmeccanica italiana»

Questa indagine empirica ha avuto come oggetto di studio la diffusione ed i meccanismi di adozione dei «sistemi di automazione flessibile» nell'industria metalmeccanica italiana<sup>52</sup>. Un aspetto di questo studio, che gli autori (Mariotti, Cainarca, Colombo, 1988) giudicano qualificante, è che si è fatto riferimento a tutte le soluzioni dell'automazione flessibile, sia acquisite completamente all'esterno, sia realizzate all'interno<sup>53</sup>.

Veniamo subito alla tassonomia utilizzata nel lavoro di ricerca.

- (a) *Macchine flessibili stand-alone*: esse includono l'insieme delle macchine programmabili, dalla semplice macchina utensile a controllo numerico (CN), al *machining center*, al robot. Queste macchine incorporano il fattore «flessibilità» del paradigma dell'AF, sebbene a vari gradi di complessità e sofisticazione.
- (b) *Sistemi e dispositivi meccanici complessi non flessibili*: questa categoria include le trasferte, i dispositivi *pick-and-place*, i sistemi rigidi di lavorazione. Questi ultimi sono definiti come sistemi composti da almeno due macchine operatrici rigidamente interconnesse da mezzi automatici di movimentazione secondo una sequenza fissa, con l'assenza di dispositivi a CN. La categoria incorpora il fattore «integrazione di sistema» del nuovo paradigma tecnologico.

---

50) Op. cit. p. 109

51) Op. cit. p. 110

52) S. Mariotti, G. C. Cainarca, M. G. Colombo, Automazione, flessibilità e integrazione - La diffusione di una tecnologia innovativa nell'industria metalmeccanica italiana, Istituto Macchine Utensili del CNR, Milano, 1988

53) Op. cit. p. 45

(c) *Sistemi flessibili di lavorazione*: differiscono dai sistemi rigidi per la presenza di dispositivi a CN. In ragione della qualità del coordinamento tra le diverse apparecchiature e dell'intelligenza gestionale incorporata, si distingue tra:

- *sistemi flessibili a CN*: nel sistema è presente almeno una macchina a controllo numerico, ma non esiste coordinamento informatico tra le diverse apparecchiature (nel caso siano presenti microprocessori e microcalcolatori, questi presiedono esclusivamente al funzionamento della singola macchina a bordo della quale risiedono). L'intelligenza del sistema è limitata; la riconfigurazione di quest'ultimo richiede un intervento sulla componente *hardware*. Questa categoria costituisce il corpo centrale delle *forme intermedie* flessibili di lavorazione;
- *sistemi flessibili a CNC*: i microcalcolatori con cui le macchine che compongono il sistema sono equipaggiate controllano le operazioni della singola macchina e coordinano quelle dell'intero sistema. La riconfigurazione è possibile, seppur in un intervallo limitato di attività, attraverso l'intervento sulla componente *software* del sistema;
- *sistemi flessibili a CND*: sono caratterizzati da un'architettura gerarchica di calcolatori; in altri termini, è presente un calcolatore di sistema che coordina l'attività di più macchine a CN o CNC. La riconfigurazione via *software* avviene per un insieme di attività decisamente più ampio del caso precedente.<sup>54</sup>

Omettiamo perché di non interesse ai nostri fini le definizioni dei sistemi di progettazione ed interfacciamento (*CAM, CAD e CAD/CAM*). Gli autori precisano anche il termine «AF» viene da loro utilizzato per indicare i soli sistemi CN, CNC e CND<sup>55</sup>.

Il questionario utilizzato per l'indagine è stato inviato ad imprese, di tutto il territorio nazionale, con più di 10 addetti. I dati raccolti hanno permesso la creazione di un database denominato *FLAUTO (FLexible AUTOMation)* contenente informazioni su diversi aspetti riguardanti l'AF<sup>56</sup>. Le informazioni che più interessano ai nostri fini sono relativi al numero ed al tipo di sistemi flessibili installati al 1° gennaio 1985 ed al numero e tipo di sistemi flessibili la cui installazione è prevista entro il 1° gennaio 1988<sup>57</sup>.

Per quanto riguarda i sistemi già installati i ricercatori hanno tratto alcune conclusioni importanti; ne riportiamo le tre principali. Una prima conclusione è che i sistemi più diffusi sono quelli a CN, che, pur non avendo prestazioni comparabili con i sistemi più sofisticati, hanno una serie di vantaggi quali:

- un minor costo globale dell'adozione;
- una minor complessità dell'adozione; le competenze tecnologiche e gestionali richieste si discostano, ma solo in modo *incrementale*, da quelle tradizionali;

---

54) S. Mariotti, G. C. Cainarca, M. G. Colombo, Milano, 1988, pp. 47-48

55) Op. cit. p. 49

56) Op. cit. p. 50

57) Op. cit. p. 50

- un minor rischio dell'adozione, in quanto sono evitate pericolose discontinuità, soprattutto in termini di comportamento strategico delle imprese;
- la possibilità di un processo progressivo di apprendimento che consenta l'accumulo graduale delle competenze richieste dalle nuove tecnologie produttive.<sup>58</sup>

Una seconda conclusione del lavoro riguarda la diffusione per classi dimensionali dei sistemi flessibili. Infatti, è risultato, in primo luogo, che nelle unità produttive dai 10 ai 19 addetti non erano presenti sistemi flessibili<sup>59</sup> e, in secondo luogo, che le unità produttive di grandi dimensioni erano favorite nell'adozione delle forme più evolute di tecnologie flessibili, quali i sistemi CNC e CND. Questo viene giustificato ipotizzando che le imprese di maggiore dimensione:

- siano soggette in minor misura a vincoli legati al livello dell'investimento richiesto, sia in capitale fisso (*hardware e software*), sia in capitale umano (tecnico e manageriale);
- possano più facilmente liberare risorse, finanziarie e non, da investire nei processi di: (i) sperimentazione ed accumulo di «capitale conoscitivo»; (ii) adattamento e fitting tra tecnologia ed organizzazione aziendale interna;
- attraverso una politica commerciale che faccia perno sull'ampiezza della gamma e sul rapido rinnovo del *mix* di prodotti, riescano da un lato a saturare la capacità produttiva di tali impianti, dall'altro a sfruttare in maniera ottimale le potenzialità insite nella nuova tecnologia.<sup>60</sup>

Infine una terza conclusione è relativa al grado di complessità<sup>61</sup> dei sistemi flessibili installati. E' emerso che la maggior parte dei sistemi si collocava nella fascia che va dalle 2 alle 5 unità ed, inoltre, i ricercatori affermano che questa tendenza, in base ai dati rilevati, sarebbe stata valida anche per il futuro.

Continuando sulle tendenze evolutive e, in particolare, sulle imprese della classe dimensionale 10-19 che nel triennio 1985-88 volevano dotarsi di sistemi flessibili, era emerso che solo lo 0,5% di questa tipologia di imprese intendeva procedere nell'adozione e, per inciso, di soli sistemi a CN<sup>62</sup>.

---

58) Op. cit. p. 54

59) Op. cit. p. 67, tab. 6

60) Op. cit. pp. 67-69

61) Numero di macchine costituenti il sistema

62) Op. cit. p. 70, tab. 7

#### 4.2.3.4 Sintesi della ricerca (1989): «Rapporto sull'automazione nell'industria italiana»

Questo studio, svolta nell'ambito del «Centro di Ricerca sull'Economia dei Processi di Automazione»<sup>63</sup>, ha avuto come finalità la ricerca dei

[...] principali ostacoli che impediscono una più ampia e accelerata diffusione di forme avanzate di automazione nel Paese, anche al fine dell'individuazione di efficaci politiche di sostegno all'innovazione delle imprese.<sup>64</sup>

Le informazioni necessarie sono state tratte dal *database* denominato *FLAUTO* che abbiamo già descritto in precedenza. L'orizzonte temporale preso in considerazione è andato dal dicembre 1984 al giugno 1987.

Nella prima parte dello studio si è fatto riferimento alle unità produttive inserite nel *database* che alla data 31.12.1984 non erano adottatrici di alcuna delle tecnologie di AF<sup>65</sup>. In questo sottocampione i ricercatori (Colombo, Mariotti e Raimondi, 1989) hanno individuato le unità che si mostravano sensibili all'adozione di sistemi di AF e, più specificatamente, quelle che, alla data considerata, si trovavano in una delle seguenti fasi del processo di adozione<sup>66</sup>:

(a) formulazione di ipotesi di adozione per il triennio successivo, (b) attivazione di meccanismi formali di valutazione dell'investimento in AF, (c) implementazione e sperimentazione di sistemi di AF.<sup>67</sup>

Per quanto riguarda i sistemi di lavorazione, che è la forma di AF che più ci interessa, si era rilevato che solo il 3,7% delle unità del campione era sensibile all'adozione. Disaggregando per classi dimensionali e prendendo in considerazione le unità con un numero di dipendenti da 10 a 199 questo valore scendeva al 2,7%<sup>68</sup>. Queste basse quote di sensibilità portano gli autori ad ipotizzare

[...] la presenza di importanti barriere che limitano l'accesso delle imprese a informazioni tecniche qualificate ed adeguate ad illustrare le ampie potenzialità applicative dell'AF, suscitando l'interesse non generico verso di essa. [...]

Se questa chiave di lettura è valida, è lecito attendersi che il livello di *sensibilità* all'adozione dipenda dall'efficienza del meccanismo di circolazione delle informazioni, ma anche dal grado di apertura delle imprese verso l'esterno. Dati a sostegno di questa tesi emergono dall'analisi disaggregata per classi dimensionali [...]. Tali dati evidenziano come le unità di maggiori

63) M. Colombo, S. Mariotti, A. Raimondi, Gli ostacoli alla diffusione di forme avanzate di automazione, in AA.VV., "Economia dei processi di automazione", MIP-Consortio Universitario in Ingegneria per la Gestione d'Impresa & Centro di Ricerca sull'Economia dei Processi di Automazione, Milano, 1989.

64) Op cit. p. 7

65) Le forme di AF prese in considerazione sono le stesse viste nella ricerca precedente.

66) E' stato utilizzato il modello di adozione di Nabseth-Ray.

67) Op. cit. p. 19

68) Op. cit. p. 21, tab. 1

dimensioni presentino un livello di *sensibilità* nettamente maggiore di quello delle unità di dimensioni più piccole. [...]

Tale divario si accentua, inoltre, quando si passa dalle tecnologie di sistemi più semplice a quelle più complesse.<sup>69</sup>

Le conclusioni a cui sono giunti i ricercatori sono espresse in questo passo.

I dati che scaturiscono dall'analisi dimensionale evidenziano, dunque, l'esistenza di un netto divario di *sensibilità* a svantaggio delle unità produttive minori. Da un lato, è possibile ipotizzare che tale divario trovi giustificazione in obiettive ragioni di natura tecnologica. In altri termini, è possibile che le tipologie produttive delle unità minori ed i livelli di scala ad esse connessi non trovino negli attuali sistemi di AF soluzioni viabili. Tale risultato non costituisce un elemento di sorpresa, dati i paradigmi sui quali sono fondati lo sviluppo e la diffusione delle tecnologie di AF, che hanno portato prioritariamente alla realizzazione, da parte dei produttori, di sistemi flessibili tali da soddisfare le esigenze delle grandi imprese. [...]

D'altro canto, i differenziali tra piccola e grande impresa appaiono così elevati da suggerire l'esistenza di altre barriere tali da penalizzare le unità produttive di minori dimensioni. Tali barriere possono essere individuate nella minore capacità che le piccole imprese hanno di cogliere, facendole divenire parte del proprio patrimonio conoscitivo, le soluzioni fornite da un mercato tecnologico in costante evoluzione. In altri termini, lo svantaggio appare riconducibile ad un minore grado di apertura, che può derivare sia dal più basso livello di cultura orientata all'innovazione tecnologica, esistente nelle piccole aziende, sia dalla minore disponibilità di risorse umane e materiali da dedicare ad attività di studio e gestione delle innovazioni.<sup>70</sup>

Nella seconda parte dello studio si sono selezionate, dal campione precedente, le sole unità produttive che al 31.12.1984 avevano già dato inizio a valutazioni formali di fattibilità o che erano già avviate nell'implementazione di sistemi di AF. Queste unità sono state definite come nuovi adottatori potenziali<sup>71</sup>. Anche in questo caso, disaggregando i dati su base dimensionale, era emersa

[..] la minor capacità che hanno le piccole imprese di tradurre la loro *sensibilità* verso l'adozione in procedure formali di valutazione.<sup>72</sup>

Nella terza parte dello studio si è andati a verificare, sul campione prima definito come nuovi adottatori potenziali di sistemi di AF, quanti, alla data del 30.6.1987, avevano rinunciato o non avevano ancora preso una decisione. Il risultato è stato importante; infatti, il tasso dei fallimenti era di circa l'80%. Questo, secondo i ricercatori, esprimeva ancora quanto fossero elevate le barriere che si frappongono all'adozione dei sistemi flessibili di

---

69) Op. cit. pp. 20-22

70) Op. cit. pp. 24-25

71) Op. cit. p. 29

72) Op. cit. p. 30

lavorazione. Queste barriere vengono esplicitate dagli autori nel modo seguente.

Precedenti ricerche condotte presso il Laboratorio hanno posto enfasi alla molteplice natura di tali barriere:

- barriere finanziarie, connesse all'ampiezza degli investimenti richiesti sia in capitale fisso (*hardware* e *software*), sia in capitale umano, particolarmente per i sistemi di lavorazione. L'ammontare dell'investimento cresce più che proporzionalmente rispetto al numero di macchine integrate, a causa della crescente sofisticazione dei dispositivi e del *software* applicativo. Inoltre, le prestazioni di un sistema flessibile sono difficili da valutare a *priori*, poiché esse dipendono anche da correlati cambiamenti nella strategia-struttura dell'adottatore. I costi capitali crescono così in proporzione diretta al rischio di insuccesso. Ciò colpisce soprattutto le imprese con più limitate disponibilità di autofinanziamento e con maggiori difficoltà di accesso al mercato dei capitali;
- barriere, sempre relativamente ai sistemi flessibili di produzione, derivanti dalla necessità di raggiungere una scala di produzione sufficiente a saturare gli impianti che, a fronte della flessibilità rispetto al *mix* dei prodotti, manifestano una notevole inelasticità, a causa della ripidità delle curve dei costi di breve termine. Solo una minoranza di imprese sono in grado di attivare una politica commerciale di ampia gamma e di innovazione del mix di prodotti che saturi stabilmente la capacità produttiva;
- barriere dovute ai limiti di competenze e di *know-how*, sia nel campo dei sistemi di lavorazione che di progettazione. I requisiti richiesti a tal proposito limitano la possibilità e la facilità di apprendimento esterno e di imitazione, i quali rappresentano elementi centrali soprattutto nei comportamenti adottativi delle piccole imprese. Ciò in un contesto innovativo ove si generano notevoli differenziali di rendimento e di profittabilità dei sistemi flessibili proprio in ragione di effetti di *learning-trought-experience* e dell'introduzione di innovazioni complementari attinenti il *mix* di prodotti e la sfera manageriale. Essi sono, pertanto, favoriti dall'ampiezza della base conoscitiva sviluppata presso le imprese e dalla disponibilità di risorse tecniche e manageriali da investire nella sperimentazione, nell'accumulo di competenze e nei processi di adattamento fra nuove tecnologie ed organizzazione interna;
- infine, barriere *sistemiche*, dovute alla complementarità fra le diverse tecnologie di AF.

D'altro canto, esistono dei problemi di inadeguatezza dell'offerta di sistemi a coprire il fabbisogno delle imprese, in relazione alla varietà delle soluzioni offerte ed al loro grado di apertura verso una crescita graduale dell'impresa lungo i sentieri delle nuove forme di automazione.<sup>73</sup>

---

73) M. Colombo, S. Mariotti, A. Raimondi, Milano, 1989, pp. 36-39

#### 4.2.3.5 Sintesi della ricerca (1990): «L'automazione industriale nel Friuli-Venezia Giulia»

Questo lavoro è la prima ricerca sulla diffusione dell'automazione in Friuli-Venezia Giulia.<sup>74</sup> Per quanto riguarda il campo di indagine gli autori (Campodall'Orto, Colitti e Mutinelli, 1990) hanno deciso di limitare la ricerca

[...] alle tecnologie più innovative e significative ed a quelle che trovano maggiore riscontro nella realtà produttiva delle imprese del Friuli-Venezia Giulia.

L'attenzione [...] viene quindi concentrata sulle tecnologie di automazione delle produzioni per parti, sia per la minore maturità di tali tecnologie rispetto alle tecnologie di automazione delle produzioni di processo, sia per aderenza alla struttura economica del Friuli-Venezia Giulia, nella quale assumono notevole rilevanza settori caratterizzati da produzioni per parti quali il meccanico, l'elettromeccanico, l'elettrico/elettronico ed il mobile/arredamento.

[...]

L'attenzione viene quindi focalizzata sulle tecnologie di "automazione flessibile", che costituiscono il segmento di maggior interesse sia in termini di innovazione tecnologica, sia per gli effetti che tali tecnologie sono destinate ad avere su tutta la struttura produttiva.<sup>75</sup>

Le aziende del campione appartenevano ai settori meccanico, del mobile e tessile. Le imprese di quest'ultimo settore non sono state considerate assieme alle altre in quanto il tipo di automazione in esse presente è quello dell'industria di processo<sup>76</sup>.

Il dato più importante, ai nostri fini, è certamente quello riguardante la diffusione dei sistemi di automazione flessibile nelle imprese di minore dimensione. A questo riguardo, i ricercatori hanno dato una risposta che è un'ulteriore conferma dei dati riscontrati nelle precedenti ricerche a carattere nazionale e datate anteriormente. Negli stabilimenti fino a 100 addetti, infatti, sia per le imprese del settore meccanico, sia per quelle del settore del mobile, non si è riscontrata la presenza al 31.12.1988 di alcun tipo di sistema flessibile<sup>77</sup>. Questo, a differenza delle imprese dimensionalmente superiori, le quali presentano tassi di adozione non nulli.

In generale, i risultati ottenuti nell'indagine hanno portato i ricercatori ad una importante conclusione:

Il campo di applicabilità degli FMS è quindi alquanto ridotto. Il costo crescente degli investimenti in macchine ed apparecchiature automatizzate porta infatti l'impresa a doversi impegnare a mantenere e a gestire un volume di produzione (relativamente però non ad un unico prodotto, ma ad una famiglia

---

74) S. Campodall'Orto, G. Colitti, M. Mutinelli, L'automazione industriale in Friuli-Venezia Giulia, ricerca realizzata da I.M.C. - Industrial Management Consultants Srl, per conto del CERIT Spa - Centro Ricerche per l'Innovazione Tecnologica di Pordenone, 1990.

75) Op. cit. pp.44-45

76) Op. cit. p. 105

77) Op. cit. p. 112, tab. 2.6

di prodotti) continuo e quasi costante, pur variando il mix di prodotti, per far sì che il loro utilizzo si avvicini il più possibile alla continuità, ventiquattro ore al giorno per sette giorni alla settimana. Si tratta di un impegno che la maggior parte delle piccole e medie imprese non è in grado di assumersi a causa di impreparazione organizzativa e culturale. Inoltre, nonostante i progressi nelle prestazioni nei sistemi automatizzati di produzione come gli FMS, per lotti minimi e sempre diversi di prodotti, il lavoro umano risulta ancor oggi la risorsa produttiva più efficiente, in virtù dei tempi connessi allo sviluppo del software applicativo e del ciclo di vita del prodotto.

Da queste osservazioni emerge un primo importante assunto: l'"automazione flessibile non va considerata a priori "superiore" ad altre forme di automazione, come le macchine a CN o linee di automazione rigida: l'adozione di sistemi di automazione flessibile va infatti commisurata alla situazione di mercato, alla specificità produttiva ed alle capacità interne (finanziarie, manageriali, organizzative) dell'azienda stessa.

La decisione riguardante se automatizzare ed eventualmente *come* automatizzare, è per l'impresa una decisione strategica, dalla quale può dipendere il suo futuro. E' necessario tenere presente che il processo di adozione è sempre lungo e rischioso e richiede un severo impegno da parte di tutte le funzioni aziendali. L'introduzione di tecnologie di automazione flessibile non comporta solo un grosso sforzo finanziario, ma rende necessario sforzo più complessivo di ripensamento dell'intero sistema produttivo, attraverso l'ottimizzazione dei cicli di produzione, la riduzione dei tempi morti di lavorazione, il migliore sfruttamento degli impianti.<sup>78</sup>

### 4.3 IL JUST IN TIME

In questo paragrafo verrà introdotto il *Just in Time (JIT)* quale innovazione organizzativo-gestionale o nuovo sistema<sup>79</sup> manageriale, finalizzato a favorire in generale il raggiungimento congiunto degli obiettivi di produttività, qualità e servizio di un sistema operativo<sup>80</sup>, mediante la razionalizzazione ed il miglioramento delle attività produttive e logistiche.

In una prospettiva di miglioramento continuo dei processi - che interessa tutte le imprese indipendentemente dalla loro dimensione - da ottenersi attraverso l'integrazione delle attività operative, riteniamo importante chiarire innanzitutto il significato di JIT ed individuarne le aree elettive di applicazione in impresa.

Vengono quindi riportati i risultati dell'unica ricerca svolta in Italia sul tema dell'introduzione del JIT nelle piccole e medie imprese, indagine quanto mai interessante ai nostri scopi per fornire stimoli e consentire

---

78) S. Campodall'Orto, G. Colitti, M. Mutinelli, Pordenone, 1990, 59-61

79) Intendiamo per sistema un insieme organico di attività, metodologie, tecniche e strumenti.

80) Intendiamo per sistema operativo quel sottosistema aziendale che fornisce prodotti e servizi utilizzando determinate risorse e che comprende, accanto alle attività più specificatamente di trasformazione, quelle di acquisizione e gestione dei materiali, di distribuzione del prodotto, di organizzazione e di controllo (Pagliarani, 1983).

valutazioni sulla medesima tematica con riferimento però alle microimprese artigiane.

#### 4.3.1 Il significato di *Just in Time*

In senso letterale il termine *Just in Time* denota gli approcci di organizzazione e gestione del *manufacturing* rivolti a far sì che tutte le fasi del processo produttivo mettano a disposizione il loro *output* (semilavorato, componente o sottoassieme che sia) subito prima dell'utilizzo da parte della fase successiva.

Per comprenderne meglio il significato e individuarne la classe di appartenenza (filosofia produttiva in chiave innovativa versus insieme di tecniche), riportiamo integralmente un passo introduttivo della ricerca empirica citata, anche al fine di ricollegarsi logicamente ad essa quando successivamente ne saranno presentati i risultati<sup>81</sup>.

La letteratura specializzata non ha a tutt'oggi formalizzato una definizione univoca di *Just in Time*. Tuttavia i diversi significati proposti possono ricondursi fondamentalmente a due categorie interpretative. La prima identifica il *Just in Time* come approccio globale alla gestione del sistema operativo, in chiave innovativa. La seconda identifica il *Just in Time* come un insieme di "tecniche" di intervento sul sistema operativo, sinergicamente indirizzate verso la razionalizzazione del sistema stesso.

In quanto approccio globale, il *Just in Time* rappresenta una delle possibili declinazioni operative di una strategia manageriale che [...] si sforza di accordare la variabilità di un mercato evoluto (in cui i singoli soggetti esprimono precise richieste di qualità, prezzo, servizio), con le irrinunciabili esigenze della economia della produzione, che trarrebbe vantaggio dalla stabilità dei processi produttivi.

In questa ottica, le condizioni contingenti del *manufacturing* vengono considerate passibili di continui miglioramenti, volti a modificare il tradizionale "trade-off" tra flessibilità ed efficienza produttiva.

La seconda categoria interpretativa identifica il *Just in Time* come un insieme di tecniche per la razionalizzazione del sistema produttivo: in tale accezione esso comporta interventi prevalentemente sul piano gestionale-organizzativo, facendo leva sul miglioramento continuo dei processi, in un contesto generalizzato di "lotta allo spreco", e tendenzialmente utilizzando le risorse (mezzi produttivi e persone) esistenti. In questo il *Just in Time* si differenzia da interventi sul versante prevalentemente tecnologico (investimenti in attrezzature e macchinari, automazione flessibile) o dei sistemi informativi per la pianificazione della produzione (MRP).

Quale che sia l'accezione attribuita di volta in volta al termine *Just in Time*, esiste tuttavia una concordanza di opinioni sul fatto che esso appartenga alla classe delle innovazioni organizzativo-gestionali. La distinzione tra

---

81) *Equipé* del Politecnico di Milano e del Consorzio Universitario in Ingegneria per la Gestione d'Impresa coordinata, da F. Turco ed E. Bartezzaghi, *Indagine sull'applicabilità delle tecniche di gestione "Just in Time" alle piccole e medie imprese manifatturiere*, Mediocredito Lombardo, Milano, 1990.

l'innovazione gestionale e quella tecnologica può apparire accademica o strumentale, anche perché le due categorie condividono spesso vari obiettivi di miglioramento delle prestazioni e persino alcune leve utilizzate per raggiungerli. Tuttavia un elemento che differenzi in maniera significativa le due classi appare essere il livello di investimento richiesto per l'attuazione degli interventi, riferito al capitale complessivamente investito nell'unità produttiva considerata.

Con riferimento a questo aspetto, l'innovazione gestionale è generalmente meno rischiosa, poiché gli investimenti richiesti sono piuttosto limitati, ma necessita di un forte impegno organizzativo interno.

L'approccio Just in Time opera a "business dato", cioè in presenza di un profilo strategico noto in termini di prodotti, mercati, tecnologie. Il Just in Time ricerca il conseguimento simultaneo degli obiettivi strategici di qualità, flessibilità, produttività per mezzo di interventi coordinati sul prodotto, sul processo produttivo, sul sistema organizzativo e sulle modalità gestionali operative. Tali interventi sono concepiti e sviluppati al fine di razionalizzare il sistema operativo, in modo da ricondurre le perturbazioni del sistema stesso in un ambito dominabile.

Le condizioni operative cui si tende sono così descrivibili:

- a) transitori di assestamento in risposta a sollecitazioni dinamiche più rapidi, in modo da collocare il sistema in una condizione di maggiore *stabilità dinamica*;
- b) maggiore *ripetitività* delle situazioni produttive, cioè più elevata frequenza di passaggio del sistema produttivo attraverso i medesimi "stati";
- c) maggiore *semplicità gestionale* derivante da stabilità e ripetitività, quale precondizione per cogliere gli obiettivi di *efficacia* nella maniera più *efficiente*.

Come suggerisce la stessa denominazione Just in Time, un obiettivo specifico di questo approccio è l'accorciamento dei transitori di risposta del sistema operativo, a fronte di variazioni nel volume e nella composizione della domanda; un altro obiettivo, che potrebbe risultare a sua volta un vincolo al raggiungimento del primo, è costituito dal mantenimento e dal miglioramento delle condizioni di efficienza produttiva, ottenibile attraverso la semplicità e ripetitività dei processi. La considerazione di questi obiettivi e l'applicazione delle tecniche per conseguirli [...] copre tutta la catena del valore, risalendo fino ai fornitori e modificando frequentemente il loro stesso modo di operare. Poiché nella prospettiva del Just in Time, la lotta ad ogni spreco e la riduzione dei tempi morti riguardano ogni fase del processo di formazione del valore, il concetto di catena del valore<sup>82</sup> si rivela fondamentale nella riprogettazione del sistema produttivo.

In quanto perseguito nell'ambito di una strategia definita, in prima approssimazione il Just in Time è quindi privo di retroazione immediata sul processo di formulazione della strategia, e in effetti il JIT è una filosofia di gestione, non di pianificazione strategica. Un riflesso del JIT sulla posizione strategica dell'impresa si manifesta tuttavia in via mediata: ad esempio, tradizionali strategie di differenziazione, conseguite anche attraverso la flessibilità e il livello del servizio reso al cliente, possono, grazie alla innovazione consentita dal Just in Time, essere efficacemente affiancate da

---

82) Gli autori citano Porter, 1985.

politiche di prezzi contenuti derivanti dalla migliore produttività conseguente all'adozione dell'approccio.<sup>83</sup>

#### 4.3.2 Il sistema *Just in Time*

In questo sottoparagrafo viene utilizzato lo schema, formulato in

Area	Obiettivo	Tecniche "JIT"
Prodotto	Semplicità di progetto	Standardizzazione della componentistica Modularizzazione Diversificazione a valle
	Progettazione a costi globali	Industrializzazione a costi totali Progettazione integrata prodotto-processo
Processo	Continuità del processo	Progettazione integrata prodotto-processo <i>Group technology</i> <i>Layout</i> a flusso Bilanciamento Linee dedicate Linee <i>mixed model</i> Linee corte Linee ad U
	Uniformità temporale del <i>mix</i>	Riduzione dei tempi di <i>set-up</i>
	Regolarità operativa	Qualità (conformità) del processo Disponibilità ed affidabilità operativa dei mezzi
Gestione	Sincronia tra produzione e mercato	Produzione livellata Produzione sincronizzata Produzione a piccoli lotti
	Semplicità gestionale e velocizzazione del flusso	Controllo <i>pull</i> del flusso <i>Overlapping</i> Gestione a vista
Organizzazione	Flessibilità professionale e autonomia decisionale	<i>Job enlargement</i> <i>Job enrichment</i>
	Adeguamento impiego MdO alla domanda di mercato	Flessibilità dell'orario Mobilità interna
	Orientamento della struttura organizzativa di produzione al flusso, ai risultati, alla semplicità di controllo	Struttura organizzativa di produzione orientata al prodotto piuttosto che al processo
Fornitori	Affidabilità delle consegne (qualitativa, quantitativa, temporale)	Riduzione numero dei fornitori e distanze Acquisizione di quote di capacità produttiva  Certificazione qualità alla fonte Accordi di lungo termine Valutazione dei fornitori a costi globali Valutazione dei fornitori sulla tendenza al miglioramento
	Sincronismo consegne	Rifornimenti <i>pull</i> Rifornimenti a piccoli lotti Rifornimenti ad alto assortimento Rifornimenti ad alta frequenza

Tabella 4.3.1 - Le tematiche del JIT<sup>84</sup>

83) F. Turco ed E. Bartezzaghi (a cura di), 1990, pp. 23-25.

84) Elaborazione da F. Turco ed E. Bartezzaghi (a cura di), 1990, pp. 28-29.

occasione della già citata ricerca sul *Jit* e rielaborato in tabella 4.3.1., in cui si individuano 5 aree di intervento per la realizzazione del JIT: prodotto, processo, gestione, organizzazione e fornitori.

Nella prima area gli obiettivi sono di semplificazione del progetto dei prodotti, standardizzazione della componentistica - per ottenere maggiore ripetitività che in questo caso si esplica in elevati consumi unitari di codici - e di progettazione secondo logiche che valutano gli impatti che le scelte progettuali determinano in termini di costi diretti ed indiretti.

Nella seconda area l'obiettivo è, in primo luogo, la continuità spazio-temporale del processo al fine di giungere alla "fluidificazione" della movimentazione dei materiali che attraversano il sistema produttivo. In secondo luogo, l'obiettivo è ottenere l'uniformità temporale del *mix* per trarre vantaggio dalla ripetitività di processo che si genera. Infine, un ultimo obiettivo è la regolarità operativa, cioè l'affidabilità dei mezzi produttivi.

Nella terza area della gestione l'obiettivo è la ricerca della sincronia della produzione con il mercato; nella sostanza questo significa: - produrre solo cosa, quando e quanto richiesto; - semplificare le operazioni di gestione, con l'obiettivo finale di realizzare una gestione dei materiali esclusivamente a vista.

Nella quarta area dell'organizzazione, ciò che si vuole ottenere è la flessibilità della manodopera, sia in termini di variabilità delle mansioni che dell'orario. Nella stessa area si intende altresì tendere verso strutture organizzative che supportino la produzione a flusso e a meccanismi operativi orientati ai risultati e che semplifichino le attività di controllo.

Infine, nella quinta ed ultima area, l'obiettivo principale è integrare i fornitori nei propri processi produttivi perseguendo l'affidabilità quantitativa, qualitativa e temporale delle forniture e la sincronia delle consegne con i bisogni che si generano all'interno.

Come si può notare dalla tabella 4.3.1 le leve di intervento individuate non sono nella gran parte originali. La novità decisiva, che produce sinergie di risultato, sta nel loro utilizzo coordinato.

### **4.3.3 Fattori che possono favorire ed ostacolare l'adozione del *Just in Time* nelle piccole imprese**

Nella misura in cui il JIT rappresenta un'innovazione organizzativo-gestionale dalla cui introduzione le imprese possono trarre vantaggi competitivi significativi, risulta opportuno porre grande attenzione ai fattori che possono favorire od ostacolare le imprese nel loro processo di adozione.

Il JIT presenta alcune caratteristiche che ben si coniugano con le esigenze delle imprese minori: infatti l'innovazione proposta è graduale e richiede investimenti ridotti e a rischio limitato. D'altra parte i processi produttivi delle piccole imprese sono generalmente ben focalizzati, con una manodopera che conosce profondamente i processi di produzione,

polivalente e ad elevata mobilità interna, tutti fattori che fanno dell'impresa minore un potenziale terreno fertile di introduzione del JIT.

Il JIT al tempo stesso presuppone però - proprio per sue caratteristiche più "immateriali", organizzative e gestionali - di essere sviluppato all'interno di una elevata cultura industriale, spesso assente nelle piccole imprese, che si traduce in orientamenti di lungo periodo finalizzati ad ottenere prestazioni congiunte di efficienza, qualità, flessibilità ed affidabilità, e nella conseguente disponibilità ad investire risorse nelle aree dell'industrializzazione e della gestione, potenziando i servizi di ingegneria di produzione, di manutenzione e di gestione dei materiali.

Un'ultimo decisivo vincolo per il perseguimento di politiche JIT è rappresentato dalle relazioni con gli attori a monte e a valle della catena del valore. Nel caso delle piccole imprese subfornitrici spesso il grado di dipendenza con i committenti è tale da render spesso inutile ogni sforzo attuato per conferire regolarità e stabilità ai processi produttivi. Anzi spesso il JIT può paradossalmente diventare il pretesto da parte del committente per trasferire semplicemente dei costi a monte.

Su tutti questi aspetti ci sembrano del tutto condivisibili le valutazioni degli autori della ricerca citata in precedenza.

L'approccio JIT, dal punto di vista delle PMI, presenta da un lato opportunità particolari, dall'altro problemi di implementazione specifici, le une e gli altri legati alle caratteristiche strutturali delle PMI<sup>85</sup>.

Il tipo di cambiamento proposto, graduale e attuabile con investimenti finanziari limitati, in condizioni di rischio contenuto, appare particolarmente appetibile dalle PMI che in generale non godono di facile accesso ai mercati finanziari. La mobilità interna della manodopera, la sua polivalenza, la varietà dei compiti espletati per inseguire domande erratiche, la quasi totale assenza di fenomeni assenteistici, caratteristiche tutte particolarmente diffuse nelle PMI, assicurano una notevole elasticità operativa.

Inoltre la struttura produttiva risponde generalmente al criterio di focalizzazione delle attività produttive, il che rappresenta un elemento certamente a favore della facilità di applicazione del JIT, a causa della più diffusa e profonda conoscenza del processo tecnologico, e quindi della sua dominabilità.

Accanto a questi innegabili vantaggi, vanno citati alcuni fattori che appaiono essere di freno alla introduzione del JIT.

In primo luogo, la cultura industriale è di livello meno elevato, e centrata prevalentemente sugli aspetti tecnici della produzione, più che sui criteri gestionali-organizzativi. Viceversa l'approccio JIT richiede una sensibilità spiccata e una mentalità costruttiva, che solo elevati livelli di scolarità e di cultura generale e manageriale possono garantire.

Inoltre la direzione è tendenzialmente meno disposta a cambiamenti profondi degli atteggiamenti di fondo e delle politiche, più sensibile agli aspetti di produttività e di ritorno economico immediato, che non ad un disegno

---

85) Gli autori citano B. J. Finch, "Japanese managements techniques in small manufacturing companies: a strategy for implementation", in *Production and Inventory Management*, Third Quarter, 1986 e B. J. Finch, J. F. Cox, "An examination of just-in-time management for the small manufacturer: with an illustration", in *International Journal of Production Research*, vol. 24, n. 2, 1986.

strategico complessivo che faccia leva su uno sviluppo equilibrato delle performances di flessibilità, di servizio, di qualità e di produttività per assicurarsi vantaggi competitivi nel lungo termine.

In secondo luogo, la struttura organizzativa, agile e largamente informale, raramente contempla funzioni o servizi formalizzati di ingegneria di produzione, di manutenzione, di gestione dei materiali. Il livello di delega è in genere assai basso, il management intermedio carente, il rapporto tra livelli esecutivi e imprenditore è spesso diretto, e d'altra parte questi è poco incline ad attribuire importanza, e ad attuare i necessari investimenti di risorse, agli aspetti di gestione operativa e di industrializzazione.

I due ordini di fattori appena citati limitano in generale la capacità di una impresa medio-piccola ad intraprendere un processo di cambiamento complessivo nell'area della produzione. Va detto tuttavia che tali fattori ostacolano anche, e forse in misura ancora maggiore, gli investimenti in automazione, anche quando essi presentino una redditività apprezzabile. La ragione sta<sup>86</sup> nell'elevato impegno richiesto dal progetto, sviluppo, installazione e avviamento dei sistemi di produzione ad automazione flessibile, impegno che richiede competenze che le PMI difficilmente possono coltivare. I fattori citati potrebbero quindi, da ostacolanti il JIT, ribaltarsi in fattori favorevoli, qualora la questione si ponga, come spesso avviene, in termini di alternativa tra JIT e automazione.

In terzo luogo le PMI hanno in genere volumi scarsi da offrire per motivare i fornitori ad un diverso rapporto di collaborazione, il che comporta scarse possibilità di negoziazione nell'apertura o nel rinnovo di un contratto.

E infine la PMI si trova spesso in un rapporto di tale dipendenza nei confronti del cliente, da render spesso vani i tentativi di conferire regolarità e stabilità ai processi produttivi.

In alcuni casi alla PMI in quanto fornitore di una grande azienda può essere imposta dal cliente una politica di fornitura tipo JIT, in un quadro tuttavia che configura un netto trasferimento di costi. Tale situazione, in cui il JIT è spesso fondamentalmente un pretesto, va analizzata alla luce dei rapporti di forza tra fornitore e cliente e dei fattori esogeni del settore, e non riguarda in genere la problematica della applicabilità del JIT, trattandosi di opzione "non disponibile".

Vi è però da osservare che i mutamenti tecnologici in atto potrebbero portare in molti settori ad un intenso fenomeno di deverticalizzazione e di conseguente concentrazione in specifici segmenti del ciclo produttivo, fenomeno che cambierebbe profondamente l'assetto competitivo della PMI nei confronti sia del cliente sia del fornitore.<sup>87</sup>

#### **4.3.4 Sintesi dei risultati della ricerca (1990): «Indagine sull'applicabilità delle tecniche di gestione della produzione "Just in Time" alle piccole e medie imprese manifatturiere»**

Le finalità della ricerca è stata quella di

[...] indagare sulla applicabilità del Just in Time (non si studia comunque la sua diffusione), inteso sia come approccio, sia come insieme di tecniche di intervento: ciò significa esplorare le opportunità offerte dalla sua adozione in

---

86) Gli autori citano Schomberger, 1987.

relazione ad alcune caratteristiche strutturali dei sistemi produttivi e verificarne l'efficacia, cioè il suo contributo al conseguimento degli obiettivi strategici assegnati alle unità produttive.<sup>88</sup>

Fra i subobiettivi conoscitivi specifici su cui i ricercatori hanno indagato, quelli più interessanti ai nostri fini riguardano le tecniche utilizzate, i benefici, la natura degli interventi e l'entità degli investimenti.

L'indagine, di tipo estensivo, ha riguardato 600 imprese. Di queste, solo 173 hanno restituito il questionario validamente compilato. Sono state escluse, in sede di formazione del campione, le imprese con meno di 100 addetti e/o con un fatturato annuo inferiore ai 10 miliardi di Lire. Questa limitazione è giustificata dai ricercatori con la considerazione

[...] che, al di sotto di tale soglia dimensionale, le difficoltà di rilevazione delle informazioni necessarie alla ricerca riducono fortemente la significatività dei dati raccolti.<sup>89</sup>

Del campione fanno parte sia industrie di tipo manifatturiero<sup>90</sup> (meccaniche, elettromeccaniche, elettroniche, dell'abbigliamento, del legno e mobile), sia industrie di processo (con limitazione a quelle farmaceutiche, chimiche, alimentari, della gomma e delle materie plastiche).

I principali risultati ottenuti sono riportati di seguito.

#### *L'innovazione Just in Time in relazione [...] alle strategie e ai fattori di contesto.*

Un terzo dei rispondenti ha già sperimentato l'approccio Just in Time e un altro quarto si sta orientando verso la sua adozione. Nel complesso più della metà dei rispondenti ha già sfruttato o intende sfruttare nel prossimo futuro le opportunità offerte dalla sua adozione; è molto bassa infine la percentuale di imprese che, dopo averlo sperimentato, lo stanno abbandonando.

[...]

L'adozione del Just in Time non risulta legata alle particolari priorità strategiche, espresse attraverso la graduatoria degli obiettivi di produttività, qualità, flessibilità e servizio, richiesti al sistema produttivo.

Il profilo medio di tali priorità per le Imprese che si orientano al Just in Time non differisce significativamente da quello delle imprese che se ne disinteressano.

*L'ipotesi che la strategia influenzi la scelta dell'approccio innovativo al manufacturing non viene dunque confermata dai risultati della ricerca: gli approcci all'innovazione appaiono fungibili rispetto alle priorità strategiche.*

[...]

L'adozione del Just in Time non risulta significativamente influenzata da variabili di contesto quali le dimensioni dell'unità produttiva [...].

Emergono differenze, che non sono tuttavia significative da un punto di vista statistico, in relazione al settore industriale ed alla tipologia produttiva prevalente delle unità produttive: maggiori tassi di adozione si riscontrano

---

87) F. Turco ed E. Bartezzaghi (a cura di), 1990, pp 57-59.

88) Op. cit. p. 3.

89) Op. cit. pp. 6-7.

90) Produzione per parti di prodotti integrali.

nelle produzioni ripetitive (commessa per grande serie e commessa ripetuta su specifica) e nei settori elettrotecnico e di costruzione di macchine. *Non si conferma dunque il quadro ipotizzato delle influenze dei fattori di contesto esogeni sull'adozione del Just in Time, ma emerge la capacità dell'approccio di adattarsi e servire alle più svariate condizioni e realtà operative.*

### ***Le tecniche utilizzate e l'orientamento al Just in Time***

L'orientamento all'approccio Just in Time comporta un vasto uso delle tecniche ad esso riconducibili; queste non appaiono tuttavia esclusive di quest'approccio poiché vengono ampiamente utilizzate da tutti i rispondenti.

In ogni caso l'adozione del Just in Time implica un utilizzo più intenso delle tecniche indicate: infatti le frequenze di applicazione per ogni tecnica sono sempre maggiori tra gli adottatori del Just in Time che tra i non adottatori; inoltre la differenza di applicazione è statisticamente significativa per quasi tutte le tecniche individuate.

*Prende corpo così un nucleo di tecniche distintive del Just in Time, che risultano essere quelle per cui emergono i differenziali di preferenza più ampi e statisticamente significativi, tra adottatori dell'approccio e non adottatori.*

A piena conferma delle ipotesi appaiono fortemente peculiari del Just in Time la modularizzazione del prodotto, la standardizzazione dei componenti, la riduzione dei tempi di attrezzaggio, il controllo "pull" del flusso produttivo, il livellamento del piano di produzione, il *job enlargement* e il *job enrichment*, l'orientamento della struttura organizzativa al prodotto, la certificazione della qualità delle forniture alla fonte, l'acquisizione di quote di capacità produttiva del fornitore. Infine, il ricorso alla manutenzione preventiva è risultato molto caratteristico dell'approccio Just in Time, più di quanto ipotizzato.

Meno distintive appaiono la diversificazione del prodotto agli alti livelli della distinta base, gli interventi per aumentare la mobilità e la flessibilità della manodopera, la gestione degli approvvigionamenti di tipo pull a piccoli lotti e ad alta frequenza e gli interventi sul layout.

Analizzando infine le sequenze temporali di utilizzo delle varie tecniche, sembra di poter concludere che il processo di realizzazione di un programma Just in Time attraversa due stadi successivi, nei quali vengono utilizzate tecniche distinte: in un primo tempo l'ambito applicativo è quello del prodotto-processo, successivamente vengono considerati con maggiore attenzione gli interventi riguardanti l'organizzazione, la gestione della produzione, il rapporto con i fornitori.

### ***Benefici del Just in Time***

I benefici ottenuti dalle imprese rispondenti sono stati misurati [...] dalla variazione degli indicatori delle condizioni operative (parametri interni di funzionamento del sistema produttivo) e delle prestazioni fornite dal sistema produttivo stesso.

Le Unità Produttive che hanno adottato il Just in Time hanno ottenuto risultati migliori rispetto alle altre per la quasi totalità degli indicatori considerati.

In particolare, per quanto riguarda le condizioni operative, i maggiori benefici del Just in Time si traducono nella riduzione media del lead time interno del 21,8%, contro il solo 12 % per i non adottatori, nella riduzione media del tempo di riassortimento della gamma del 19,1% (10,1% per i non adottatori), nella

riduzione dei lotti di approvvigionamento del 15,8% (4,3%) e dei lotti di produzione del 13,3% (4,5%).

L'aumento della disponibilità operativa delle macchine non si conferma invece come un beneficio peculiare del Just in Time poiché il miglioramento ottenuto dagli adottatori non è significativamente più ampio di quello ottenuto dai non adottatori.

I maggiori miglioramenti nelle condizioni operative si riflettono in maggiori benefici anche sugli indicatori di prestazione. Infatti gli adottatori del Just in Time hanno ottenuto una maggior flessibilità al mix poiché hanno aumentato del 15,5% il numero di prodotti realizzati nell'orizzonte minimo di programmazione a fronte di un aumento del solo 2,9% ottenuto dai non adottatori.

Inoltre benefici superiori sono stati ottenuti nella produttività dei materiali: infatti l'indice di rotazione delle scorte dei semilavorati è aumentato del 18,3% per gli adottatori del Just in Time, mentre i non adottatori lo hanno migliorato solo del 6,7%; l'indice di rotazione delle scorte di materie prime è migliorato del 16,9% per gli adottatori e solo del 6,9% per gli altri.

Infine sono sensibilmente superiori i vantaggi ottenuti nella produttività del lavoro: infatti è statisticamente significativa anche la differenza nel costo della manodopera diretta (-12,3% per gli adottatori contro -5,9% per gli altri).

Alcuni indicatori di servizio (il tempo e il ritardo medio di consegna), contrariamente a quanto ipotizzato, non sono migliorati maggiormente per coloro che si sono orientati al Just in Time.

*Complessivamente, i benefici derivanti dall'adozione del Just in Time appaiono dunque superiori a quelli ottenibili senza ricorrervi, sia in profondità che in ampiezza: sono infatti molteplici gli indicatori per i quali il miglioramento è significativamente più profondo.*

#### ***Il Just in Time come innovazione gestionale e organizzativa***

L'analisi dei costi, dei tempi e dei problemi incontrati nella realizzazione degli interventi, consente di trarre alcune conclusioni sulla natura dell'innovazione Just in Time.

Gli investimenti richiesti per unità di fatturato e per addetto sono inferiori rispetto a quelli richiesti da altri approcci; sembrerebbe dunque che il Just in Time faccia leva più sulle risorse interne, che sugli investimenti in nuovi mezzi produttivi (macchine, computers, etc.) il cui utilizzo, tra l'altro, richiede sovente un cospicuo apporto di servizi esterni. A conferma di ciò, nessuna delle imprese orientate al Just in Time dichiara problemi di ordine finanziario, mentre tale percentuale è del 27% per gli altri approcci<sup>91</sup>.

*Le differenze nell'entità e nella struttura dei costi tra adottatori puri dei diversi approcci sono elevate, e tali da confermare la natura del Just in Time come approccio di carattere prevalentemente organizzativo e gestionale, poco costoso e quindi alla portata di Imprese medio-piccole.*

Occorre tuttavia precisare che queste conclusioni sono valide entro i limiti legati alla esiguità dei sottocampioni esaminati, i quali sono per necessità ristretti ai soli adottatori "puri" di diversi approcci.

---

91) Gli altri approcci sono due: quello relativo ai sistemi computerizzati di pianificazione, programmazione e controllo della produzione e quello tecnologico, basato sugli investimenti in mezzi produttivi o sulla loro riconversione, inclusi gli interventi di automazione flessibile.

I risultati di ricerca mostrano infine una tendenza a una maggiore rapidità di implementazione degli interventi Just in Time, rispetto a quelli ispirati ad altri approcci, riconducibili al maggiore impegno di risorse interne e alle modalità del cambiamento tipiche del Just in Time, non subordinate a importanti modifiche di ordine tecnologico.<sup>92</sup>

#### 4.4 TOTAL QUALITY MANAGEMENT

L'apertura dei mercati, l'internazionalizzazione delle economie, l'intensificazione della concorrenza costringono le imprese ad assumere sempre più un orientamento alla gestione sul lungo periodo. Si va quindi sempre più intensificando l'attenzione ai fattori che creano e mantengono la capacità competitiva dell'impresa sul lungo termine.

Per le imprese mantenere un orientamento troppo mirato ai risultati economici di breve termine può significare il mettere seriamente a repentaglio la loro stessa sopravvivenza. E' necessario, viceversa, sposare la logica della qualità del prodotto e del servizio come priorità strategica. Solo la qualità è infatti in grado di garantire il successo dell'impresa.

Nella società attuale, d'altronde, sta maturando velocemente un orientamento generale ad aumentare il livello di qualità della vita. In questo scenario non può non crescere l'esigenza di migliore qualità dei prodotti e dei servizi.

Per l'impresa ciò si traduce nella necessità di una maggiore focalizzazione sui bisogni e sulla soddisfazione del cliente. Questo nuovo e più intenso rapporto tra l'azienda ed i suoi clienti dovrà essere tuttavia più etico. Se il cliente, infatti, "sente" di più il rapporto con l'azienda tende anche a basare il rapporto stesso sempre più in termini di fiducia.

Il rapporto dei clienti con le aziende, inoltre, sta diventando sempre più "immediato". In un mondo caratterizzato da un accesso alle informazioni sempre più facile e rapido riesce più agevole far confronti e valutare alternative. E' più difficile quindi per chi offre un prodotto o un servizio mascherare le proprie debolezze, non dare il meglio. Qualità è, quindi, innanzitutto qualità del rapporto tra azienda e cliente.

Il cliente però non acquista semplicemente prodotti o servizi, ma attraverso di essi qualcosa che ha valore e quindi maggior qualità, minor prezzo, tempi di consegna più brevi. Occorre pertanto riuscire a realizzare un sistema operativo aziendale che sia centrato appunto sulla creazione di valore. Per questo è necessario analizzare i processi aziendali con l'obiettivo di identificare cosa aggiunge realmente valore al prodotto ed eliminare tutto quanto, viceversa, non aggiunge alcun valore.

La sfida imposta dalla qualità è quindi tecnica ma anche organizzativa e nella sostanza una scelta imprenditoriale ed in quanto tale essa sta investendo tutte le imprese.

La qualità attualmente non può non essere vista con tutte le valenze che le sono proprie e con il potenziale di cambiamento strategico ed

---

92) F. Turco ed E. Bartezzaghi (a cura di), 1990, pp. 7-12.

organizzativo. Occorre quindi considerare che la qualità è innanzitutto un fatto di cultura; cultura industriale e sociale. Pertanto per le imprese riflettere sulla propria percezione della realtà è essenziale per appropriarsi della capacità di modificarla a proprio favore. Occorre analizzare quindi gli atteggiamenti ed i modi di vedere la qualità ed ampliare la prospettiva in linea con l'evoluzione del contesto competitivo internazionale.

Qualità è, poi, certamente qualità del prodotto ed ha origine nelle aspettative del cliente. E' necessario quindi un'analisi approfondita dei bisogni ma anche una strumentazione adeguata per saperli tradurre in caratteristiche di prodotto e servizio.

La qualità dipende anche in misura considerevole dalla progettazione. Molti problemi di qualità del prodotto hanno origine nelle caratteristiche di progetto. Va valutato conseguentemente l'impatto delle scelte progettuali sulla qualità finale e la qualità organizzativa della progettazione.

La qualità si realizza poi in un processo produttivo idoneo. La qualità è strettamente legata a scelte operative volte a migliorare la fluidità del processo, a ridurre gli sprechi e i tempi di attesa, di trasporto e di magazzinaggio e a eliminare tutto ciò che non attribuisce valore al prodotto.

Qualità e tempi di consegna dei materiali sono, inoltre, fattori chiave per garantire la scorrevolezza del processo e la qualità del prodotto finale. Il rapporto con i fornitori va conseguentemente impostato sulla base di un criterio di partecipazione congiunta al processo di creazione del valore per il cliente.

La ricerca della soddisfazione del cliente, tuttavia, non può limitarsi al prodotto ma deve continuare con l'offerta di servizi aggiuntivi sempre più sofisticati. Va ricercata una qualità non espressa o latente che rappresenta una frontiera, mai raggiunta, nella ricerca continua della competitività.

Tutto ciò non si concretizzerebbe, però, se non si realizzasse anche la qualità del sistema organizzativo. Qualità del sistema organizzativo significa capacità di assicurazione della qualità; significa qualità dell'organizzazione, delle procedure, dei sistemi di reporting e capacità di management. Ciò richiede anche una maggiore qualità delle risorse umane. Il coinvolgimento di tutte le risorse umane può avvenire in diverse forme e con diverse modalità. L'esperienza comunque dimostra che la considerazione per lo sviluppo e la crescita delle risorse umane è fondamentale per ogni progetto strategico che abbia come obiettivo principale la qualità del sistema impresa.

#### **4.4.1 L'evoluzione della gestione della qualità**

La gestione della qualità ha attraversato, nel corso della storia, diverse fasi evolutive, passando da attività presidiata da una singola funzione a criterio e filosofia gestionale che investe l'intera azienda.

Le singole fasi evolutive identificano anche diversi approcci che rimangono attuali se rapportati al livello di maturità gestionale della singola impresa.

I tre fondamentali approcci sono definibili: Controllo di Qualità, Assicurazione di Qualità, e Total Quality Management o anche Total Quality Control o anche ancora Company Wide Quality Control (CWQC).

Il Controllo di Qualità rappresenta per molte aziende un approccio ormai insufficiente; per altre, invece, può rappresentare ancora il presente. Esso costituisce comunque la base per passare ad approcci più evoluti.

Con l'Assicurazione di Qualità si allarga il concetto di qualità all'intera azienda. Si può parlare, quindi, di sistema della qualità.

Con il Total Quality Management la qualità assume valore strategico per l'azienda e devono essere previsti programmi di miglioramento continuo.

#### 4.4.1.1 Controllo di Qualità

Generalmente per controllo si intende l'insieme dei metodi che hanno lo scopo di raccogliere dati sulle caratteristiche del processo produttivo durante il suo svolgimento e sulle caratteristiche del prodotto.

Alla raccolta segue l'analisi, l'elaborazione, la presentazione al fine di intraprendere azioni correttive sul processo produttivo. Il "collaudo" invece comporta l'accertare se il prodotto è accettabile in base alle prescrizioni.

L'attività della funzione Controllo si esercita lungo tutto il processo produttivo: sui materiali in ingresso, sulle varie fasi di produzione, sul prodotto finale. Una utilizzazione razionale dei dati raccolti nelle varie fasi di controllo può servire anche a migliorare alcuni processi produttivi e quindi a svolgere una funzione di prevenzione.

L'efficacia di questa funzione dipende molto dall'esperienza, cultura tecnica ed efficienza dei controllori. La funzione è generalmente poco formalizzata specie nelle piccole aziende. Il suo punto di forza risiede nella relativa facilità di applicazione; per contro essa opera senza veri e propri criteri di prevenzione della difettosità.

La funzione Controllo permette il raggiungimento degli obiettivi di:

- miglioramento del prodotto venduto con conseguente riduzione dei reclami da parte del cliente;
- miglior controllo dei processi produttivi con conseguente riduzione degli scarti;
- soddisfacimento della formalizzazione eventualmente richiesta dai contratti.

Essa facilita inoltre il raggiungimento di obiettivi quali:

- il rispetto dei limiti di costo e delle date di consegna;
- la riduzione dei costi di non qualità;
- l'aumento della produttività.

Le linee di sviluppo dell'attività di Controllo sono:

- una riduzione dell'area di discrezionalità del personale del controllo per l'introduzione di automazione e di sistemi di controllo più sofisticati;
- un aumento dell'autocontrollo da parte di addetti ai processi produttivi;
- un aumento della formalizzazione indotta da reali esigenze di qualità per l'azienda piuttosto che da imposizioni contrattuali.

#### 4.4.1.2 Assicurazione di Qualità

L'Assicurazione di Qualità opera in modo sistematico e pianificato sul sistema produttivo e mira al conseguimento di obiettivi di qualità richiesti assicurando anche evidenza documentata del soddisfacimento di determinati adempimenti.

Nasce quindi per garantire il committente del livello e della sofisticatezza del controllo eseguito da parte del produttore.

Le attività che l'Assicurazione di Qualità si propone di svolgere sono:

- definire chiaramente i requisiti di qualità da soddisfare in relazione alle esigenze del committente o del mercato;
- indicare le strutture organizzative con cui si intende operare chiarendo funzioni, responsabilità, autorità e dando ad un'apposita funzione aziendale l'incarico di verificare l'attuazione della politica di qualità stabilita e di promuovere eventuali azioni correttive;
- pianificare tutte le attività che possono influenzare la qualità del prodotto indicando non solo cosa occorre fare ma anche chi è autorizzato a farlo, quali verifiche eseguire, come documentare ciò che è fatto, assicurare la ripetibilità di quanto eseguito;
- assicurare la corretta gestione dei documenti;
- assicurare che il personale sia capace di svolgere i compiti affidatigli addestrandolo secondo le necessità;
- pianificare ed eseguire opportunamente controlli e collaudi su quanto prodotto certificando le prove eseguite;
- fare in modo che i criteri già menzionati valgano anche per i fornitori ponendo loro adeguate prescrizioni contrattuali ed eseguendo controlli documentati sul loro sistema produttivo e sui materiali o servizi da essi forniti.

L'evoluzione di questo approccio sta nella esecuzione di queste attività in modo pianificato sistematico e documentato con l'aiuto di una precisa metodologia e di personale qualificato.

Si estende inoltre l'applicazione delle metodologie di controllo a tutte le aree aziendali ed in particolare nella progettazione dove ha inizio la qualità del prodotto.

Il sistema dell'assicurazione di qualità ha trovato applicazione anche nella produzione di serie. In questo caso l'esigenza di adottare un approccio assicurazione della qualità deriva da esigenze di concorrenza. L'assicurazione di qualità proprio per il suo carattere maggiormente

sistemico consente di coinvolgere diverse funzioni aziendali e di superare il concetto di controllo per ottenere la qualità.

I metodi di attuazione della Assicurazione di Qualità prevedono tutti la pianificazione dei processi di lavoro per verificare sistematicamente l'attuazione di quanto previsto e quindi adottare le opportune misure correttive.

La realizzazione della Assicurazione della Qualità richiede un certo livello di maturità aziendale e la disponibilità a modificare idee e comportamenti tradizionali.

Si deve affermare e diffondere una cultura della qualità e ciò comporta anche adeguate iniziative di addestramento e formazione a tutti i livelli.

#### 4.4.1.3 Total Quality Management

Nell'approccio TQM la focalizzazione è sul miglioramento continuo della qualità. Il miglioramento della qualità va perseguito in modo continuo perché l'essere umano tende per natura a non essere mai completamente soddisfatto. Non basta quindi pensare alla soddisfazione del cliente bisogna perseguire livelli sempre più elevati di soddisfazione e offrire motivi nuovi ed innovativi di soddisfazione.

Inoltre il miglioramento della qualità deve essere perseguito in modo continuo e senza limiti perché, come è dimostrato, il miglioramento riduce i costi migliora il rapporto qualità/costi, rafforza la competitività.

Il miglioramento continuo garantisce, inoltre, all'azienda un vantaggio competitivo la quale quindi deve cogliere ogni opportunità di migliorare il suo livello qualitativo.

Per ottenere il miglioramento continuo occorre considerare che la qualità si realizza in tutte le attività aziendali e deve essere pertanto una qualità "diffusa" o distribuita. La qualità è responsabilità di tutti. Ciò comporta una conoscenza generalizzata delle discipline della qualità e per il management un cambiamento di atteggiamento e di ruolo.

E' necessario che tutta l'organizzazione sia orientata alla qualità e che persegua l'integrazione più efficace di tutte le attività. Si devono pertanto evitare "passaggi di mano" dei problemi senza che essi trovino soluzione. Tutta l'organizzazione deve essere protesa alla prevenzione degli errori alla eliminazione dei difetti di prodotto e al controllo degli abbassamenti del livello generale di qualità. Tanto prima infatti si correggono errori e disfunzioni e tanto più si può ottenere qualità e ridurre i costi.

Il livello di professionalità e di competenza degli operatori è della massima importanza per ottenere risultati di qualità. Pertanto le persone devono essere adeguatamente addestrate e formate e devono essere quindi diffusi sia le filosofie gestionali sia gli strumenti operativi per controllare e prevenire la mancanza di qualità. E' importante inoltre che le persone si sentano coinvolte nel processo di raggiungimento della qualità e che quindi mettano il massimo dell'impegno e dell'interesse in

qualsiasi attività esse svolgano. Ciò si può ottenere solo se esiste un clima aziendale positivo e buoni rapporti interpersonali.

La chiave di volta organizzativa nella gestione della qualità totale è rappresentata da un nuovo modo di vedere l'azienda. Essa infatti può essere vista come un insieme o "rete" di processi ciascuno con un input ed un output. Ciascun processo riceve un input da un processo a monte, il quale opera quindi come fornitore, e produce un output che costituisce il prodotto/servizio da "vendere" al processo a valle.

Ogni processo si può considerare quindi contemporaneamente come fornitore e cliente. Scomporre in questo modo il sistema aziendale aiuta a mettere in evidenza i risultati di ciascuna fase e di ciascun reparto o ufficio. Si possono quindi isolare i risultati non ottimali evitando che essi costituiscano l'input di unità di lavoro a valle il cui risultato non potrebbe essere a sua volta ottimale. La qualità prodotta da ciascun processo è la qualità che viene trasmessa ai processi successivi. Pertanto si può generare qualità solo se ogni processo genera qualità.

Questo meccanismo richiede però di essere gestito. Pertanto premessa indispensabile perché un processo generi qualità è la definizione ad ogni interfaccia tra processi di opportuni indicatori di qualità. Gli indicatori definiscono anche i termini del rapporto tra i processi nell'ottica "fornitori-clienti" cioè stabiliscono le condizioni di accettabilità del risultato di volta in volta ottenuto.

Organizzativamente ciò significa evidenziare le responsabilità della qualità dei risultati durante il ciclo operativo aziendale e non soltanto alla fine dello stesso. I responsabili dei processi sono i responsabili della qualità. In questo modo si "distribuisce" il problema della qualità ed anche la sua realizzazione. Il sistema tende quindi ad autoregolarsi.

Il "momento della verità" per l'azienda viene quando il prodotto giunge al cliente. Il cliente normalmente è sentito come molto lontano, o per nulla sentito, da chi opera in fasi del ciclo aziendale a scarso "contatto" con il cliente come tipicamente quelle di produzione. E' necessario quindi "portare il cliente all'interno del processo produttivo" e far sì che guidi il processo stesso verso l'ottenimento di un prodotto conforme alle sue esigenze.

Ciò è possibile se si porta la logica del mercato all'interno dell'azienda considerando i vari "passaggi di mano" come altrettanti momenti della verità in cui il risultato di un'operazione è giudicato da chi lo prende in consegna così come farebbe il cliente quando giudica il prodotto, sia prima che dopo l'acquisto. Ciò significa anche che il risultato delle operazioni può essere giudicato non soddisfacente e respinto. Così ogni reparto ufficio dovrebbe operare per soddisfare il cliente che è a valle cioè in un altro reparto o ufficio. Questa logica consente quindi di avvicinare il cliente all'azienda nel suo complesso.

Il rapporto fornitore cliente vale naturalmente anche all'esterno dell'azienda. I processi di devverticalizzazione operati dalle imprese, che hanno prodotto un aumento del valore complessivo del prodotto finale realizzato all'esterno, hanno evidenziato la necessità migliorare il

controllo sulla qualità prodotta all'esterno e quindi quella di modificare il rapporto con i fornitori. Come ottenere qualità dai fornitori è diventato un problema dominante per le imprese.

Il rapporto con i fornitori è stato caratterizzato nel passato a comportamenti da parte delle aziende committenti improntati esclusivamente a politiche di prezzo, all'aumento del numero dei fornitori per lo stesso tipo di fornitura, ad assenza di un sistema di valutazione dei fornitori e a mancanza di valutazione dell'impatto dei costi sostenuti a seguito di forniture di scarsa qualità.

Più recentemente il rapporto con i fornitori è evoluto nel senso della instaurazione di rapporti più stretti nella convinzione che esso può influenzare positivamente le rispettive posizioni competitive e portare benefici ad entrambe le parti.

La politica seguita è quindi quella dell'anticipo, della semplificazione ed eliminazione dei controlli ove possibile attraverso una maggiore responsabilizzazione del fornitore a garantire un certo livello di qualità.

Tutto ciò comporta un maggiore livello di fiducia reciproca ma anche un miglioramento degli scambi di informazioni in tempo reale tra le parti sui livelli di qualità e, a livello di dettaglio, sulla difettosità riscontrata da parte dell'impresa cliente.

L'arricchimento del rapporto cliente fornitore passa quindi attraverso una politica di collaborazione di lungo periodo, il coinvolgimento del fornitore quanto prima possibile in tutte le decisioni che hanno impatto diretto sulle forniture; una maggiore chiarezza negli indicatori di qualità globale del servizio; progetti di miglioramento dei livelli di qualità concordati e verificati dalle parti periodicamente.

#### **4.4.2 La normativa internazionale in materia di assicurazione della qualità e la certificazione dei sistemi della qualità.**

La qualità come strategia ha interessato fino ad oggi solo un ristretto numero di aziende, soprattutto grandi imprese. La realizzazione del Mercato Unico europeo che dovrà completarsi entro il 1992 costituisce un potente catalizzatore del processo di interesse alla qualità anche da parte delle piccole imprese. Al fine di armonizzare gli scambi e i rapporti tra le imprese la Comunità Europea ha recepito la normativa ISO sulla qualità e la certificazione dei sistemi di qualità.

Per le imprese all'interno del mercato comune si impongono obiettivi di contenimento dei costi di produzione, aumento della compatibilità con altri prodotti, difesa di elevati livelli qualitativi, contenimento dei costi di marketing e di comunicazione. A tali scopi sono indirizzate anche le attività di normazione a livello europeo.

Gli enti normatori europei sono il CEN Comitato Europeo per la Normazione e il CENELEC Comitato Europeo per la Normazione nel settore Elettrotecnico. CEN - CENELEC congiuntamente producono: norme EN, documenti di armonizzazione HD, norme sperimentali ENV.

In Italia operano in qualità di enti normatori l'UNI ovvero Ente Nazionale di Unificazione ed il CEI Comitato Elettrotecnico Italiano. UNI-CEI congiuntamente realizzano l'accreditamento degli organismi di certificazione. A questo proposito è stata creata la SINCERT ovvero una convenzione UNI-CEI per l'accreditamento degli organismi di certificazione. Per quanto concerne invece l'accreditamento dei laboratori l'organismo competente è il SINAL o Sistema Nazionale Accreditamento Laboratori.

In sede ISO è stata emanata innanzitutto una norma riguardante la corretta terminologia da utilizzarsi nel campo della gestione della qualità (Norma ISO 8402). Essa stabilisce tra l'altro le seguenti definizioni:

*Qualità*

L'insieme delle proprietà e delle caratteristiche di un prodotto o di un servizio che conferiscono ad esso la capacità di soddisfare esigenze espresse ed implicite.

*Politica per la qualità*

Gli obiettivi e gli indirizzi generali di una organizzazione per quanto riguarda la qualità, espressi in modo formale dall'alta direzione.

*Sistema qualità*

La struttura organizzativa, le responsabilità, le procedure, i procedimenti e le risorse messe in atto per la conduzione aziendale della qualità.

*Piano della qualità*

Documento che precisa le modalità operative, le risorse e le sequenze di attività che influenzano la qualità di un determinato prodotto, servizio, contratto o progetto.

*Assicurazione o garanzia della qualità*

L'insieme delle azioni pianificate e sistematiche necessarie a dare adeguata confidenza che un prodotto o servizio soddisfi determinati requisiti di qualità.

La norma internazionale ISO 9000 (marzo 1987) è stata adottata dal CEN, senza alcuna modifica, e pubblicata con il riferimento EN 29000.

La norma EN 29000 ha lo scopo di fornire criteri di scelta e di utilizzazione di una serie di norme riguardanti i sistemi qualità che possono essere usati a fini interno di conduzione aziendale per la qualità (EN 29004), o per un assicurazione o garanzia della qualità rivolta verso l'esterno (EN 29001, EN 29002, EN 29003).

Le norme ISO 9000 e EN 29000

- |          |  |
|----------|--|
| EN 29000 | Regole riguardanti la conduzione aziendale per la qualità e l'assicurazione (o garanzia) della qualità.                                |
| EN 29001 | Sistemi qualità - Criteri per l'assicurazione della qualità nella progettazione, sviluppo, fabbricazione, installazione ed assistenza. |

- EN 29002 Sistemi qualità - Criteri per l'assicurazione della qualità nella fabbricazione e installazione.
- EN 29003 Sistemi qualità - Criteri per l'assicurazione della qualità nei controlli e nei collaudi.
- EN 29004 Criteri riguardanti la conduzione della qualità e i sistemi di qualità aziendali.

Ai fini della qualità un'organizzazione deve perseguire gli obiettivi di:

- raggiungere e mantenere una qualità del prodotto o servizio tale da soddisfare con continuità le esigenze espresse o implicite del committente;
- assicurare alla propria direzione che la qualità prestabilita è raggiunta e mantenuta;
- assicurare al committente che la qualità prestabilita è, o sarà, raggiunta dandone evidenza attraverso opportuni meccanismi se ciò è richiesto contrattualmente.

Le norme possono essere usate a fini contrattuali e per la gestione o come viene definita dalla normativa "conduzione" aziendale della qualità.

Per quanto concerne l'uso delle norme a fini di conduzione del sistema qualità la norma 29004 fornisce una guida per tutti i fattori tecnici e gestionali che influenzano la qualità.

Per quanto riguarda invece l'uso delle norme a fini contrattuali i contraenti devono scegliere tra le norme 29001, 29002, 29003 quella che più risulta attinente al contratto e decidere le eventuali modifiche. In tal modo si viene a configurare la scelta di un modello di assicurazione della qualità per la quale è necessario considerare fattori quali la complessità del processo di progettazione, la maturità della progettazione, la complessità del processo di fabbricazione, la complessità e le caratteristiche del prodotto/servizio, i problemi di sicurezza, gli aspetti economici derivanti da non conformità.

La norma EN 29001 contiene i requisiti che il sistema qualità deve avere quando il fornitore debba dare evidenza, contrattualmente, delle proprie capacità di progettare e fornire un prodotto.

Il sistema qualità deve rispondere ad una serie di requisiti che riguardano tutte le aree funzionali ma in primo luogo la direzione. La direzione deve infatti definire e documentare la politica che intende seguire con rispetto alla qualità e gli obiettivi che intende raggiungere; deve inoltre assicurare che la politica per la qualità sia attuata a tutti i livelli aziendali.

La direzione deve inoltre attribuire opportunamente l'autorità e le responsabilità a tutto il personale coinvolto in attività direzionali e operative che influenzano la qualità ottenuta.

Il sistema della qualità deve inoltre ottemperare a precise disposizioni riguardanti: il controllo della progettazione, gli approvvigionamenti ed in particolare la valutazione dei subfornitori, l'identificazione e la rintracciabilità dei prodotti ove necessario, il controllo del processo produttivo, le prove, i controlli e i collaudi, le apparecchiature di controllo misura e collaudo, il controllo dei prodotti non conformi.

Il fornitore deve predisporre adeguate e documentate azioni correttive per ricercare le cause di non conformità, intraprendere azioni correttive e verificarne la messa in atto nonché documentare le modifiche alle procedure derivanti dall'adozione delle misure correttive.

La norma EN 29004 fornisce una guida per il soddisfacimento dei requisiti organizzativi atti a configurare un sistema della qualità nel quale i fattori tecnici, amministrativi e umani che influenzano la qualità siano tenuti sotto controllo.

Il *sistema della qualità* resta definito secondo la norma EN 29004 da:

- Attività e funzioni interessate (definito cerchio della qualità)
- Struttura del sistema
- Documentazione del sistema
- Controllo e verifica

Le attività e funzioni che influenzano la qualità del prodotto/servizio sono: lo studio e ricerca di mercato, la progettazione e lo sviluppo del prodotto, gli approvvigionamenti, la pianificazione e lo sviluppo del processo produttivo, la produzione, le prove, i controlli e collaudi, l'imballaggio e immagazzinamento, la vendita e la distribuzione, l'installazione e l'esercizio, l'assistenza tecnica e la manutenzione, la messa fuori uso a fine utilizzazione.

La struttura attiene invece a:

- distribuzione delle responsabilità, che devono essere chiaramente attribuite per tutte le attività che influenzano la qualità;
- struttura organizzativa;
- personale e risorse; la direzione deve assegnare risorse adeguate e sufficienti ad attuare le politiche della qualità;
- procedure operative; le procedure hanno lo scopo di coordinare le diverse attività connesse al sistema qualità quali progettazione, approvvigionamenti, fabbricazione e vendite.

La documentazione prevede:

- manuale della qualità; scopo del manuale è quello di fornire una adeguata descrizione del sistema di conduzione aziendale per la qualità e di costituire un costante riferimento nell'applicazione e nell'aggiornamento del sistema stesso.
- piano della qualità; il piano della qualità è un documento che precisa le modalità operative, le risorse e le sequenze di attività che influenzano la qualità di un determinato prodotto, servizio, contratto o progetto.

Il sistema della qualità deve infine essere sottoposto a periodica verifica valutando se gli elementi del sistema sono sufficienti a garantire il raggiungimento degli obiettivi di qualità.

La norma EN 29004 dà indicazioni sui criteri da seguire in ciascuna area critica per la qualità e cioè:

- Qualità a livello commerciale
- Qualità nella definizione delle specifiche e nella progettazione
- Qualità negli approvvigionamenti
- Qualità nella produzione
- Qualità e Controllo della produzione
- Verifica del prodotto
- Controllo delle apparecchiature di prova
- Rilievo della non conformità
- Movimentazione e attività post produzione
- Documentazione e registrazione della qualità
- Personale
- Sicurezza e responsabilità da prodotto

Nel campo della certificazione occorre distinguere due ambiti differenti quello della certificazione dei prodotti e quello della certificazione del sistema della qualità

Per la certificazione dei prodotti sono necessari un organismo di certificazione, un laboratorio di prova, un ente di accreditamento dell'organismo di certificazione così come anche un ente di accreditamento dei laboratori di prova.

La certificazione del sistema della qualità richiede invece unicamente un organismo di certificazione ed un ente di accreditamento dell'organismo di certificazione.

Organismi di certificazione in Italia sono: CERTICHIM, CSQ, IMQ, IGQ, CERTIPLAST, RINA, CNIM ciascuno con competenze settoriali diverse. E' stato creato per uniformare i criteri seguiti nella certificazione anche un ente sovrasettoriale il CISQ Certificazione Italiana Sistemi Qualità.

Condizione per ottenere la certificazione del proprio sistema di qualità è il rispetto delle norme EN 29000 e in particolare della norma EN 29004. Con il rispetto di tale norma si può richiedere la certificazione della qualità a qualsiasi organismo di certificazione europeo. La certificazione del sistema della qualità rappresenta attualmente soprattutto per le piccole imprese un notevole impegno dal punto di vista organizzativo e una sfida di cambiamento culturale.

#### **4.4.3 Qualità, piccola impresa e imprenditorialità**

La qualità nelle piccole imprese può sembrare un elemento di quasi disturbo che intralcia la realizzazione degli obiettivi imprenditoriali. Si può osservare tuttavia che la qualità si è sviluppata maggiormente in quelle aziende in cui più forte era sentita la pressione competitiva, o in quelle in cui i clienti chiedevano livelli molto elevati di qualità. In quelle aziende qualità e attività imprenditoriale si identificano. La qualità diventa allora un atteggiamento mentale, un modo di pensare.

Nonostante le loro grandi dimensioni quelle aziende hanno impostato programmi di miglioramento della qualità pensando alla sopravvivenza dell'azienda perché essa era seriamente minacciata. Qualità significa anche crescita e sviluppo e quindi si identifica ancora con l'attività imprenditoriale. Per la qualità occorre quindi definire obiettivi nello stesso modo in cui si definiscono obiettivi di crescita, di sviluppo etc. Il significato del termine imprenditorialità è oggi sempre più vicino a quello di attenzione per la qualità.

Di fronte a queste sfide le piccole imprese presentano sia punti di forza che di debolezza. Vantaggi delle piccole imprese nell'assimilazione delle metodologie tecniche della qualità sono la flessibilità e la dominanza di meccanismi di comunicazione diretta interpersonale. Viceversa tra gli svantaggi quelli di non avere risorse dedicate, la scarsa formalizzazione di metodologie atte a rilevare le situazioni anomale e a promuovere azioni correttive.

La necessità di produrre con livelli qualità sempre più elevati, per clienti più esigenti, ha comportato una nuova attenzione per i fornitori ed un cambiamento del rapporto cliente fornitore anche in settori non retti da regolamentazioni.

Si va diffondendo quindi un nuovo approccio alla qualità che comporta la scelta anche autonoma di investire nell'innalzamento dei livelli generali della qualità.

Ciò non toglie le piccole imprese nel campo della qualità necessitano di ampio supporto esterno che solo in parte può provenire dalle imprese committenti ma deve essere fornito da idonee istituzioni che possano fornire informazione, sensibilizzazione, formazione etc.

