



Gruppo CLAS



CAMERA DI
COMMERCIO
MILANO

LA COMPETITIVITÀ NELL'ECCELLENZA

*Meccatronica: un possibile “sistema”
per la competitività di Milano*

Rapporto finale

GRUPPO CLAS s.r.l.

Via Lattuada, 20
20135 MILANO
Tel. 02.5418431 -
Fax 02.55192205

Via San Basilio 64
00187 ROMA
Tel. 06.48905892
Fax 06.42012213

www.gruppoclas.com

P.I. e C.F. 09786990151

Milano, 29 giugno 2009



Il presente studio è stato realizzato da Dario Musolino e Paola Zito di Gruppo CLAS, con il coordinamento scientifico del prof. Lanfranco Senn - Università L. Bocconi, Milano.

L'introduzione è di Angela Airoidi di Gruppo CLAS

INDICE

Introduzione e approccio adottato	5
1. La mecatronica: alcune definizioni ed alcuni esempi	9
2. Le funzioni/attività del sistema della mecatronica: una mappa ragionata	13
3. Gli attori del <i>sistema</i> della mecatronica milanese e lombarda	17
3.1 Il mondo della ricerca	17
3.2 Le imprese della “produzione mecatronica”: un inquadramento quantitativo	20
3.2.1 I settori analizzati	21
3.2.2 Le industrie di macchinari meccanici	24
3.2.3 Le attività collegate all’elettronica	27
3.2.4 Gli apparecchi medicali e gli strumenti di precisione e controllo	29
3.3 La mecatronica come fattore di competitività ed eccellenza nelle imprese milanesi e lombarde	30
3.4 Gli attori di “supporto esterno” al sistema	40
4. Le relazioni interne ed esterne al <i>sistema</i> della mecatronica	41
4.1 Le relazioni tra imprese	41
4.1.1 La dimensione territoriale del network di fornitura: reti “lunghe” o reti “corte”?	43
4.2 Le relazioni tra imprese e mondo della ricerca: il problema del dialogo tra PMI e Università	44
5. I servizi mecatronici: un nodo cruciale nel sistema/filiera della mecatronica	48
6. Una questione strategica: la formazione e le risorse umane	49
6.1 La domanda di professionalità delle imprese mecatroniche milanesi e lombarde: alcune evidenze quantitative	52
7. I <i>sistemi</i> della mecatronica in Italia e in altri paesi	53
7.1 Il contesto italiano	53
7.1.1 Reggio Emilia	54
7.1.2 Vicenza	56
7.2 Le “aree forti” della mecatronica in Europa e nel mondo	56
8. L’eccellenza e le criticità del sistema: un quadro conclusivo	58
Allegato A – Le interviste del sistema mecatronica	62
Bibliografia	64

Introduzione e approccio adottato

Il presente studio prende avvio dalla convinzione, ampiamente supportata dalla letteratura internazionale¹, che la presenza di un mix produttivo diversificato e, nello stesso tempo, articolato in un insieme di *sistemi* specializzati – “cluster” nella terminologia OECD² – rappresenti un rilevante vantaggio competitivo per un territorio, e in particolare per una regione metropolitana come Milano. Ulteriore chiave dello sviluppo e della competitività dell’area metropolitana è qui individuata nelle reti di collaborazione e nell’insieme di relazioni funzionali tra ricerca universitaria, formazione e attività produttive basate sulla conoscenza scientifica: un elemento che caratterizza il concetto di *sistema* utilizzato in questo studio. Ancora, è fattore di competitività territoriale la presenza di attori di eccellenza e, a maggior ragione, di *sistemi* di eccellenza che sono tali quando attori (almeno alcuni), relazioni (in buona parte) e attività (molte, se non tutte) sono in grado di essere competitivi a livello mondiale, nelle diverse accezioni in cui possono esserlo attori, relazioni e attività... La lettura della struttura produttiva della regione metropolitana milanese consente allora di fare anche il punto sulla sua capacità competitiva e, soprattutto, di prendere le misure rispetto alle città che con Milano stanno correndo nella competizione globale: una corsa che non consente distrazioni né ritardi.

L’utilizzo del concetto di *sistema* deriva dalla constatazione che la crescente complessità presente nell’economia mondiale richiede, sia in fase di descrizione e analisi che, a maggior ragione, in fase di proposta di politiche di sviluppo/sostegno, l’individuazione di nuovi parametri di riferimento con cui indicare “ciò di cui si sta parlando” in modo tale da riuscire a considerare e quindi ad aver presente tutti gli elementi della complessità stessa. Mai come negli ultimi anni appare riduttivo il concetto di “settore” utilizzato, a partire dai lavori di Colin Clark sullo sviluppo economico, per suddividere e classificare le diverse attività economiche. Le classificazioni delle attività economiche che ne sono derivate³, per quanto dettagliate e particolareggiate siano, faticano oggi a cogliere la molteplicità delle interrelazioni che legano tra loro attori che quelle classificazioni incasellano in settori, sezioni, divisioni, gruppi, classi, categorie diverse. In realtà, tali attori, proprio in virtù di quelle relazioni, concorrono di volta in volta, in misura più o meno ampia, con maggiore o minore rilevanza, a completare l’attività di altri attori che le classificazioni incasellano in altri settori, sezioni, divisioni, ecc. L’esigenza di una definizione che riconduca alcune attività produttive entro confini sufficientemente definiti è particolarmente sentita quando c’è l’esigenza di “contare” chi sta dentro e chi è fuori e di pesarne il contributo – in termini di addetti, imprese, valore aggiunto, ... – rispetto ad un insieme più ampio (la provincia rispetto alla regione, ad esempio) oppure diverso (il settore meccanico rispetto all’alimentare, e così via).

La realtà però supera ampiamente le divisioni imposte dalle classificazioni ed una stessa impresa è con sempre maggiore difficoltà riconducibile all’interno di un solo insieme/settore: il suo prodotto – sia esso bene o servizio – tende ad essere parte integrante

¹ Tra i vari lavori che hanno affrontato questo tema, si rimanda, anche per la bibliografia ivi riportata, agli studi di OECD del 2006 e del 2007 sulla competitività territoriale.

² OECD (2006), pag. 58

³ Dal 1° Gennaio 2008 è in vigore la nuova classificazione delle attività economiche ATECO 2007, pubblicata da Istat. Tale classificazione costituisce la versione nazionale della nomenclatura europea, NACE rev.2, pubblicata sull’Official Journal il 20 dicembre 2006 (Regolamento (CE) n.1893/2006 del PE e del Consiglio del 20/12/2006).

anche di un altro prodotto o servizio che però appartiene ad una o più categorie diverse: spesso è proprio da questa contaminazione tra attività apparentemente “lontane” che si crea un maggior valore aggiunto. A rendere ancora più complessa la descrizione degli attuali sistemi produttivi attraverso un approccio esclusivamente quantitativo è l'importanza assunta dalla rete di relazioni che consentono a tutti gli attori coinvolti di ottenere economie di specializzazione e di scala indispensabili per reggere la competizione globale: difficile “misurare”, a patto di riuscire ad individuarle, l'intensità delle relazioni e la solidità delle reti che, tra l'altro, tendono ad avere maglie diverse, a sovrapporsi a seconda della rilevanza dei diversi nodi e del numero stesso di nodi.

In questo contesto risulta ormai superato il concetto di *distretto industriale* e limitante quello di *filiera produttiva*. Con quest'ultima espressione, infatti, si indica in genere la catena di passaggi produttivi necessari per trasformare le materie prime/beni intermedi in prodotti finiti, creando in ogni passaggio una parte del valore aggiunto finale. La filiera di produzione, dunque, definisce il percorso, le entità, i processi e le attività coinvolte nella realizzazione di un prodotto finito e in questo suo riferimento ad un percorso lineare, di processo è intrinseca la sua difficoltà ad evocare una immagine adeguata dell'attuale modo in cui si organizza oggi l'attività economica e, soprattutto, della sua tendenza sempre più evidente a strutturarsi in rete.

Non a caso la filiera produttiva è stata utilizzata per individuare i distretti industriali⁴ che, nella loro canonica accezione, sono rappresentati appunto da un sistema locale caratterizzato dalla presenza di un'attività produttiva principale svolta da un insieme di piccole imprese indipendenti, altamente specializzate in fasi diverse di uno stesso processo produttivo e che svolgono, nel caso di imprese di servizi, attività strumentali alla filiera produttiva stessa. Questo particolare modello organizzativo imprenditoriale consente di sviluppare delle sinergie che determinano una produzione più efficiente rispetto a quanto accadrebbe all'interno di un singolo grande stabilimento. La filiera, “dando stabilità ai rapporti verticali tra i fornitori e i clienti, consente a decine o centinaia di imprese – come accade nei distretti industriali – di sommare le idee, le capacità, i capitali, i volumi produttivi che fanno parte della stessa catena produttiva”⁵.

La necessità di superare lo stringente riferimento ad “un'area territoriale precisa e delimitata” e “alla presenza di un prodotto specifico”⁶ che caratterizza il distretto industriale ha spinto la Regione Lombardia a “creare” i metadistretti⁷, ovvero aree produttive di eccellenza con forti legami esistenti o potenziali con il mondo della ricerca e della produzione dell'innovazione. Con i metadistretti l'obiettivo principale della Regione è quello di definire aree di eccellenza produttiva in grado di rappresentare poli di sviluppo con un elevato potenziale tecnologico ove operare politiche di incentivazione

⁴ Il riconoscimento giuridico dello status di “distretto industriale” è stato sancito dalla legge 317 del 1991 (Interventi per l'innovazione e lo sviluppo delle piccole imprese); secondo queste disposizioni, vengono definiti distretti le aree territoriali locali caratterizzate da elevata concentrazione di piccole imprese, con particolare riferimento al rapporto tra la presenza delle imprese stesse e la popolazione residente, nonché alla specializzazione produttiva dell'insieme delle unità produttive coinvolte.

⁵ AIP Associazione Italiana della Produzione (a cura di) (2008), pag. 5.

⁶ Entrambi i riferimenti sono contenuti nella definizione normativa del “distretto industriale” e sono elemento indispensabile per il riconoscimento come tale di un sistema produttivo.

⁷ La Giunta Regionale della Lombardia ha definito con le deliberazioni n. 7/3839 del 16 marzo 2001, n. 7/6356 del 5 ottobre 2001 e 7/16917 del 26 marzo 2004 due differenti tipologie di distretti produttivi individuando, oltre a 16 distretti di specializzazione, 6 distretti di filiera definiti distretti tematici o meta-distretti, che non presentano contiguità comunale, ma sono riferiti all'intero territorio regionale.

della cooperazione tecnologica tra imprese e tra queste ed i centri di ricerca tecnico-scientifica, con l'obiettivo di rafforzare la capacità competitiva sui mercati locali e internazionali⁸. Elemento distintivo del metadistretto è la contiguità funzionale più che territoriale tra imprese operanti in filiere produttive, qualificate da una altrettanto significativa presenza sul territorio regionale, e centri di ricerche scientifica e tecnologica connessi alla medesima filiera e produttrici di output tecnologici di elevato livello. Si perde dunque il riferimento stringente con il territorio, ma rimane forte l'identificazione con uno o più processi produttivi.

L'idea di fondo che ha guidato lo studio è che occorrono nuove concettualizzazioni per comprendere le diverse strutture in cui si articolano oggi le attività economiche e nuovi strumenti sia per descriverle che per misurarle. Si è perciò fatto riferimento al concetto di *sistema* nell'accezione originaria del termine, che indica una “pluralità di elementi, materiali o immateriali, coordinati tra loro in modo da formare un complesso di elementi che, mantenendo le proprie caratteristiche, formano un tutto organico, integrandosi a vicenda”⁹.

In questa accezione il *sistema* è, dunque, inteso come “insieme di risorse, attività, professioni, competenze di diversa natura che ruotano attorno alla produzione di prodotti o servizi rappresentativi del territorio e che sono interconnessi da un insieme di relazioni tali da rappresentare una struttura produttiva integrata. Quest'ultima è riconducibile solo in parte alla tradizionale definizione di settori produttivi, con un proprio peso economico, una performance commerciale, una visibilità sui mercati nazionale ed internazionali. Non si intende, quindi, considerare la sola filiera produttiva, verticale o orizzontale, ma anche quei servizi e prodotti peculiari e quelle conoscenze che portano valore aggiunto al settore tradizionale di riferimento, determinandone il successo. Affrontare l'analisi di una struttura produttiva ragionando per *sistemi* consente di verificare quanto realmente alcune attività siano peculiari del territorio e vi siano radicate: il concetto di *sistema*, infatti, presuppone e coglie la presenza di tutte le attività e le professioni collegate ad una produzione. In questo modo, oltre a cogliere quanto effettivamente alcune attività sono importanti per il territorio (in termini di persone occupate, valore aggiunto e imprese) è possibile capire quali sono le implicazioni in termini di politiche da mettere in atto per sviluppare, migliorare o attivare un sistema importante per lo sviluppo del territorio”¹⁰. In una analisi per *sistemi*, accanto alle attività di produzione e di servizi che sono peculiari di ciascun *sistema*, gli altri servizi indispensabili al buon funzionamento della struttura imprenditoriale (la finanza e il credito, la consulenza aziendale, ecc.) diventano “infrastrutture” del territorio, supporto necessario alle attività del *sistema* tanto quanto le infrastrutture per la mobilità di persone, merci e informazioni: stanno cioè sullo sfondo del *sistema* così come le attività di governance, le strutture associative, le istituzioni...

È intrinseco allo strumento-*sistema* il prendere in considerazione anche le relazioni che legano in misura più o meno intensa e continuativa gli attori del *sistema*: quanto più un *sistema* è ricco di interconnessioni tanto più velocemente circolano le informazioni e il know-how e quindi il *sistema* è in grado di evolversi e di innovare più rapidamente di quanto possano fare le singole realtà produttive. Ancora, un insieme di relazioni forti fa sì che le diverse strutture di eccellenza presenti nel *sistema* diventino motore che trascina verso l'alto tutti gli altri elementi del *sistema* stesso, richiedendo non solo servizi e

⁸ Dal sito della Regione Lombardia, www.regione.lombardia.it.

⁹ Il termine sistema deriva dal greco *sýstēma* – *sýn* “insieme” e *histánai* “porre”.

¹⁰ Airoidi A., Bianchi E., Canti F. e Tarulli S. (2008), pag. 72.

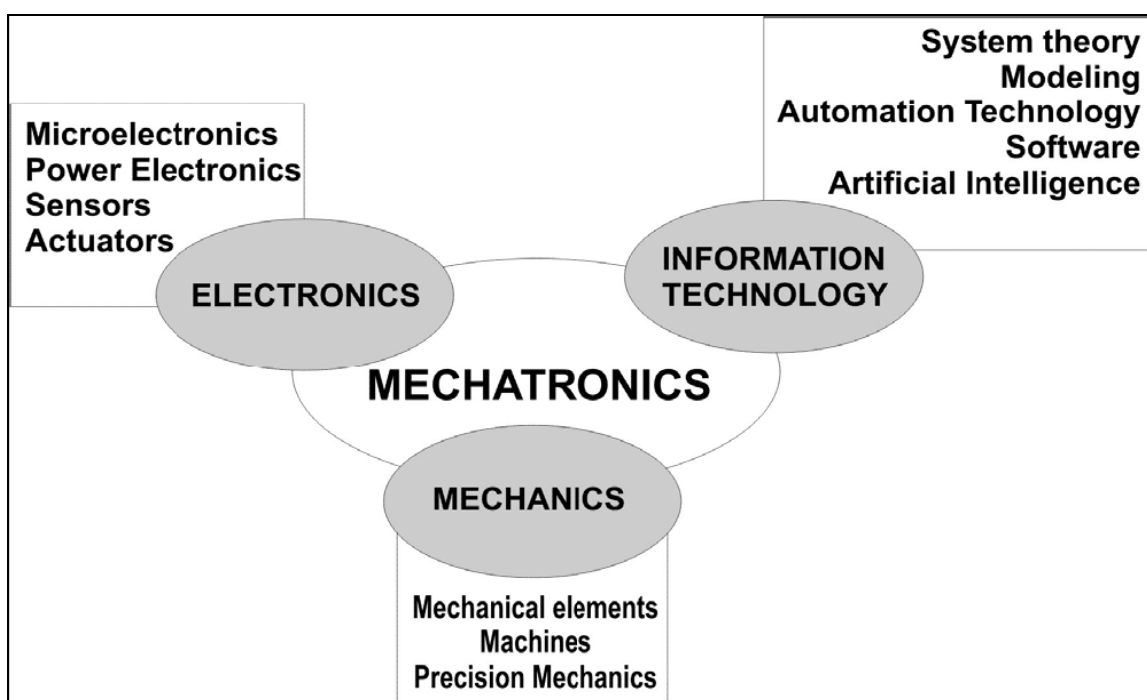
forniture di qualità elevata, risorse umane altamente qualificate, metodi organizzativi e modalità di finanziamento innovativi, ma anche un ambiente socioeconomico di qualità e, quindi, attrattivo per risorse umane e capitali. Il territorio, allora, torna ad essere elemento di riferimento anche per il *sistema* che al territorio è agganciato grazie all'insieme delle connessioni più consolidate e tradizionali, quelle territoriali, appunto, fondate sulla fiducia del “fare insieme” e sul trovarsi bene nella collaborazione reciproca. Nello stesso tempo il territorio diventa trampolino di lancio per connessioni più “lunghe”, che vanno oltre il territorio di riferimento, quelle che consentono agli attori del *sistema* di diventare globali e di essere competitivi al di fuori dei confini del *sistema* che altrimenti, per quanto permeabili essi siano, risulterebbe comunque una gabbia, un limite alla capacità competitiva in un mondo che la globalizzazione sta ristrutturando attraverso “reti” che, agendo da vettori di informazione e di conoscenza, consentono la frammentazione internazionale delle attività di ricerca, produzione e distribuzione. La forza competitiva degli attori del *sistema* è allora anche nella capacità di individuare a livello mondiale i portatori di eccellenza e di instaurare con loro relazioni che assumeranno di volta in volta le forme più opportune, in una rete a maglie larghe e in continua evoluzione in cui è indispensabile esserci: è evidente che per diventare nodi di una rete di eccellenza non basta essere bravi e competitivi, ma occorre anche essere in grado di stare sulla frontiera della qualità. Un *sistema* articolato, differenziato e coeso è il presupposto indispensabile per supportare le realtà di eccellenza nella competizione globale.

È evidente che una struttura produttiva così intesa diventa difficilmente misurabile con i consueti strumenti utilizzati nell'analisi economica: la stessa individuazione degli attori – quelli principali e quelli complementari – del *sistema* può risultare complessa e non immediata perché può richiedere un'azione di scomposizione e ricomposizione delle tradizionali categorie. Tale azione può approdare alla definizione di nuove categorie, non necessariamente riscontrabili però in altri *sistemi* e quindi non codificabili in nuove classificazioni. Affrontare l'analisi di un sistema produttivo con questi presupposti richiede e implica di capire il funzionamento di ciascun *sistema*, di cogliere le logiche con cui si muovono i suoi attori, di individuare le relazioni di breve e medio raggio che li legano nel territorio di riferimento e quelle di lunga distanza che li agganciano alla competizione globale, di intuire gli elementi che fanno “eccellenza” e di riconoscere le carenze e i punti deboli sui quali deve concentrarsi l'azione dei policy maker per non disperdere risorse sempre più scarse e mettere a rischio la capacità competitiva del territorio.

Partendo da queste premesse, il presente studio si è innanzitutto proposto di rappresentare il *sistema* considerato tramite una mappa che potesse descriverne le caratteristiche salienti, gli attori principali e le relazioni significative che si stabiliscono tra di essi. Si è quindi scelto di privilegiare una raffigurazione che partisse innanzitutto dalle “funzioni/attività” presenti nel *sistema*, per illustrare poi i soggetti che svolgono tali funzioni/attività e le relazioni esistenti tra loro. Infatti, osservando il *sistema* nel suo insieme e, più in dettaglio, le sue componenti principali, ci si è convinti che una rappresentazione che partisse dai soggetti “istituzionalmente” intesi, non avrebbe consentito di cogliere appieno la varietà delle attività che ognuno di questi soggetti svolge nell'ambito del *sistema* della mecatronica. La scelta operata permette invece di dare conto di questa varietà, di rappresentarla e di mettere in evidenza anche quelle relazioni che si vengono a creare come esito delle interazioni tra funzioni/attività. La mappa che ne deriva mette perciò in luce i diversi attori che svolgono le varie funzioni nelle quali si articola il *sistema*: tali funzioni a loro volta individuano sottosistemi nei quali gli attori giocano ruoli di volta in volta di primo o di secondo piano o collaterali.

1. La mecatronica: alcune definizioni ed alcuni esempi

La prima definizione di mecatronica¹¹ identifica un gruppo di “prodotti” nei quali vengono applicate in maniera congiunta e coordinata diverse tecnologie – quelle della meccanica, dell’elettronica e dell’informatica – su particolari sistemi meccanici. In altre parole, si tratta di tecnologie e prodotti nei quali l’elettronica viene talmente incorporata, integrata in particolari meccanismi da rendere impossibile distinguere la parte meccanica da quella elettronica. Nel 1996 una nuova definizione da Harashima¹², alquanto diffusa, descrive invece la mecatronica come “la sinergica integrazione dell’ingegneria meccanica con l’elettronica e il controllo computerizzato intelligente per la progettazione e la manifattura dei prodotti industriali e dei processi”.



Fonte: Harashima et al., 1996

Infine, una ulteriore definizione sottolinea ancora l’integrazione delle tre aree disciplinari (meccanica, elettronica e IT), insieme alla dimensione “dell’intelligenza” e dell’aumento dell’efficienza produttiva. Per prodotto mecatronico si intende quindi un “dispositivo/macchina meccanico/a il cui controllo è gestito da una componente elettronica integrata nell’oggetto stesso”. Per controllo si intende la capacità di adattarsi al variare delle condizioni esterne garantendo le migliori prestazioni e facendo ricorso a tecnologie legate alla programmazione. È l’elevato livello di integrazione tra le diverse discipline (meccanica, informatica, elettronica) che distingue un prodotto mecatronico da uno meccanico, elettromeccanico o elettronico”¹³.

¹¹ Coniata da Testuro Mori nel 1969 per la Yasakawa Electric Company.

¹² Harashima et al. (1996).

¹³ Cfr. Antares (2004), p. 2.

Le definizioni di meccatronica disponibili in letteratura sono molto numerose e tendono a modificarsi con il passare del tempo. In realtà, proprio ciò segnala quanto la disciplina sia in evoluzione e sia soggetta all'interazione delle diverse aree disciplinari da cui deriva. La meccatronica è dunque un campo fortemente interdisciplinare, nel quale si intersecano le discipline attinenti:

- i sistemi meccanici (elementi meccanici, macchine, macchine di precisione);
- i sistemi elettronici (microelettronica, elettronica dei potenza, tecnologia dei sensori e degli attuatori);
- la tecnologia informatica (automazione, teoria dei sistemi, ingegneria del software e l'intelligenza artificiale)¹⁴.

I sistemi meccatronici hanno al giorno d'oggi numerosissime e diversissime applicazioni, che vanno dai macchinari industriali, all'automotive, ai trasporti ferroviari e aerei, all'ambito sanitario-medicale, ai prodotti per uso domestico (casa).

Un recente studio del Boston Consulting Group (2005) ha evidenziato come l'importanza della meccatronica nei beni strumentali e durevoli sia significativa e destinata a crescere. Lo studio ha rilevato che, per esempio nell'automotive, l'incidenza dell'elettronica sul costo totale di un'automobile è cresciuta del 3% all'anno dal 1990 al 2005, arrivando al 25% del costo totale dell'auto. Nel settore delle macchine utensili, in particolare nel comparto delle macchine per la lavorazione del vetro, il peso della parte elettronica è passato dal 20% del 1980 al 40/45% degli anni più recenti. Negli elettrodomestici, infine, la sua incidenza è attualmente stimata nel 10% del costo totale.

Con riferimento all'**automotive**, un tipico esempio di “prodotto”/sistema meccatronico è il sistema di antibloccaggio delle ruote (Automatic Braking System, ABS) che, peraltro, è il primo sistema meccatronico utilizzato nei veicoli automobilistici. Si tratta di un meccanismo “intelligente” inventato per risolvere il problema del bloccaggio delle ruote in condizioni estreme, per esempio, in presenza di ghiaccio sulla superficie stradale. Il sistema meccatronico ABS agisce attraverso trasduttori e sensori posti su ogni ruota del veicolo e attraverso una centralina elettronica che rileva e calcola la velocità di rotazione delle ruote. Nel momento in cui viene rilevato che una o più ruote sono bloccate in fase di frenata, la centralina ordina alla pompa idraulica di ridurre la forza di frenata, eseguendo in pratica la stessa azione che il guidatore metterebbe in atto rilasciando il pedale del freno. Questo meccanismo ha ovviamente benefici netti in termini di sicurezza e di riduzione del rischio di incidenti.

Un altro esempio di sistema meccatronico nell'ambito dell'automotive è il controllo della trazione (Traction Control System, TCS) che interviene evitando il pattinamento delle ruote motrici di un veicolo in fase di accelerazione. È anche detto meccanismo anti-slittamento o anti-pattinamento. Anche in questo caso il dispositivo è costituito da sensori e da una centralina elettronica (integrata con quella dell'ABS): il sistema è in grado di rilevare il pattinamento delle ruote in fase di accelerazione e di frenarle automaticamente, quanto basta per far recuperare aderenza e trazione agli pneumatici.

Se l'ABS e il TCS sono stati tra le prime applicazioni meccatroniche inserite nelle automobili, tra quelle più recenti, tuttora in fase di studio, può essere segnalato il dispositivo anti-collisione, che è in grado di rilevare in tempo reale la presenza di un ostacolo sulla direzione di marcia dell'automobile, e di “comandare” automaticamente,

¹⁴ Cfr. Faglia et al (2007), p. 17.

indipendentemente dall'azione messa in atto del guidatore, l'arresto del veicolo. L'automobile è dunque un tipico esempio di come la meccatronica sia ormai presente nelle attività della vita quotidiana, di come si sia evoluta e di come presumibilmente tenderà ad evolversi in futuro. Di fatto, considerato il crescente numero di applicazioni meccatroniche sull'automobile, in futuro non sarà più possibile definire l'automobile un sistema puramente meccanico¹⁵.

Un esempio di applicazione meccatronica nell'ambito della sconfinata varietà di **macchinari industriali** è quello delle macchine utilizzate nel settore delle bevande¹⁶. In particolare, dall'attività di confezionamento delle bevande in bottiglia, che prevede la fase di etichettatura. Questa fase viene effettuata da un macchinario automatico che trasporta le bottiglie presso il dispositivo che applica l'etichetta. Un limite nel funzionamento di questo macchinario riguarda il fatto che, dato che le bottiglie vengono trasportate alla stessa velocità e possono anche essere di forma diversa, ciascuna di esse "arriva" di fronte al dispositivo che applica l'etichetta con un'angolazione assolutamente casuale, che impedisce di "etichettare" correttamente, con successo, tutte le bottiglie trasportate.

Per far fronte a questo problema è stata pensata una "soluzione" meccatronica applicata al macchinario per il confezionamento delle bottiglie, che prevede che in prossimità del punto in cui la bottiglia passa di fronte al dispositivo per l'etichettatura, vengano inseriti quattro sensori (*cameras*) che eseguono uno scanning della bottiglia. Una volta fotografata, la posizione angolare della bottiglia viene inviata a un sistema di controllo "intelligente" che la confronta con la *reference angular position*, ovvero con la posizione angolare considerata corretta affinché l'etichettatura venga svolta con successo. Il sistema di controllo in tempo reale rileva se vi è una differenza tra la posizione angolare della bottiglia "fotografata" e la posizione *reference*, nel qual caso calcola questa differenza e invia un *software input* ai relativi attuatori che, attraverso un cosiddetto *tuning process*, pongono la bottiglia nella posizione corretta (*reference angular position*).

Con l'inserimento di questo componente/soluzione/sistema meccatronico nel macchinario, il processo produttivo ha dunque guadagnato in efficienza, efficacia, flessibilità (le bottiglie ora possono arrivare in posizioni diverse ...) e qualità (etichettature realizzate tutte correttamente).

L'applicazione delle meccatronica **alla casa**¹⁷, rientra nell'ambito della cosiddetta **domotica**, ovvero la "scienza dell'automazione delle abitazioni". La domotica, utilizzando intensamente l'informatica e l'elettronica nella casa, mira a rendere "intelligenti" apparecchiature, impianti e sistemi di carattere prevalentemente meccanico o elettomeccanico¹⁸.

Ad esempio, un impianto elettrico intelligente può autoregolare l'accensione degli elettrodomestici per non superare la soglia che farebbe scattare il contatore. Oppure, con riferimento all'illuminazione, attraverso un interruttore elettronico che assume il ruolo di sensore o di attuttore locale multifunzione, è possibile controllare tempi e qualità dell'illuminazione stessa. O ancora, con riguardo al controllo dell'ambiente, un sistema di

¹⁵ Faglia R. et al. (2007), p. 20-21.

¹⁶ Faglia R. et al. (2007), p. 90-91.

¹⁷ Intendendo in questo caso vari settori che vanno dall'arredo agli elettrodomestici alla reti di comunicazione e informazione che connettono le abitazioni (per es., telefono analogico, Internet banda larga ecc.).

¹⁸ Cfr. www.synchrosrl.it/ita

sensori e attuatori consente la termoregolazione dei singoli locali abitativi in funzione dei cambiamenti ambientali, insieme a una gestione di tempi e livelli di temperatura orientata verso il comfort desiderato rapportata al massimo risparmio energetico. In questo modo, la domotica consente di rendere più agevoli e confortevoli le attività all'interno delle abitazioni, di aumentare la sicurezza, di far realizzare risparmi energetici e di far ridurre i costi di gestione. Nel momento in cui poi vi è una integrazione dei diversi dispositivi per il controllo automatizzato di apparati domestici, dei sensori di misurazione dello stato dell'ambiente, delle funzioni intelligenti di supporto e dei sistemi telecomunicativi per l'accesso alle funzioni da remoto o per l'assistenza a distanza, e si dota quindi l'intera abitazione di un sistema centralizzato capace di “svolgere i comandi impartiti dall'utente, di monitorare continuamente i parametri ambientali, di gestire in maniera autonoma alcune regolazioni (ad esempio temperatura) e di generare eventuali segnalazioni all'utente o ai servizi di teleassistenza”¹⁹, si parla di casa domotica o di casa “intelligente”.

Un altro esempio che riguarda la casa proviene dagli **elettrodomestici**. Un elettrodomestico come la lavabiancheria può essere realizzato oggi in modo mecatronico. Infatti, attraverso una centralina elettronica, dei sensori e degli attuatori, ovvero attraverso delle componenti smart al proprio interno, una lavatrice può essere in grado di effettuare “autonomamente” delle scelte, di decidere “da sola” i parametri ottimali di carico, lavaggio, ecc. Riguardo ad esempio ai colori dei vestiti che possono essere utilizzati e combinati in un carico, la lavatrice può essere progettata in modo che ci siano sensori che rilevano lo spettro del colore (ogni tessuto emette un spettro a seconda del colore). Se per esempio si fa partire un programma sul bianco e si inseriscono tessuti di colore blu, il sistema intelligente automaticamente rileva il materiale di colore diverso da quello programmato e “decide” di bloccare la macchina. Oppure, si pensi al problema delle vibrazioni nel funzionamento della lavatrice. La lavatrice, che è un elettrodomestico molto pesante, avendo un rotore squilibrato e distribuendosi i panni in modo casuale, innesca considerevoli vibrazioni (non a caso i vecchi modelli di lavatrice si spostavano!). I più recenti modelli di lavabiancheria oggi “non si muovono più”, poiché sono state studiate diverse soluzioni secondo le quali, per esempio, viene misurato quanto è lo squilibrio e vengono applicate delle “logiche” attraverso cui vengono re-distribuiti i panni; oppure altre soluzioni secondo cui si introduce dell'acqua in vasche, con lo scopo di creare un contrappeso, e togliendo quindi i blocchi di calcestruzzo²⁰; oppure, per esempio, un'altra soluzione ancora prevede che si regoli l'elasticità della lavabiancheria in funzione del numero di giri della centrifuga. Tutte queste soluzioni in qualche maniera prevedono il funzionamento di una sensoristica (servono infatti dei sensori che rilevano quale tipo di materiale è entrato, quanti carichi, ecc.), di attuatori, ovvero di un sistema che nel complesso gestisce con intelligenza la macchina, consentendogli di ridurre ed eliminare le vibrazioni.

¹⁹ “Un sistema domotico si completa, di solito, attraverso uno o più sistemi di comunicazione con il mondo esterno (ad esempio messaggi telefonici preregistrati, sms, generazione automatica di e-mail) per permetterne il controllo e la visualizzazione dello stato anche da remoto”.

²⁰ Banalmente, quando si inseriscono 9 kg di panni, servono solo 3, 4 o 5 litri di acqua; se invece si introducono 7 kg, ne servono di più, di meno e via dicendo ...

2. Le funzioni/attività del sistema della meccatronica: una mappa ragionata

Il *sistema* della meccatronica, coerentemente con la configurazione ravvisabile nella mappa riportata di seguito, appare caratterizzato da quattro funzioni/attività principali.

- La **ricerca**, i **servizi di trasferimento tecnologico**, l'**istruzione** e la **formazione**, in cui operano:
 - Università;
 - IFTS e IFP (Diplomi);
 - Enti per la formazione/qualifica professionale;
 - Centri di ricerca, Centri di trasferimento tecnologico, Parchi scientifici e tecnologici, Incubatori.
- La “**produzione meccatronica**”, suddivisibile in:
 - “**attività core**”, caratterizzata dalle seguenti attività chiave:
 - ricerca e sviluppo (concept, design e progettazione);
 - prototipazione;
 - testing;
 - manufacturing (assemblaggio delle componenti elettroniche, meccaniche ed informatiche);
 - assistenza tecnica;
 - **attività di fornitura**:
 - produzione di software;
 - produzione di componenti meccaniche ed elettroniche complesse;
 - produzione di componenti meccaniche ed elettroniche semplici;
 - servizi per la produzione meccatronica (per es. servizi di prototipazione).
- Gli **ambiti produttivi di applicazione** della meccatronica, fra cui figurano:
 - automotive;
 - trasporti ferroviari e aerei;
 - space;
 - robot e macchinari industriali;
 - apparecchiature medicali;
 - settore energetico (per es. energia eolica);
 - casa (domotica, elettrodomestici).
- I soggetti **istituzionali** di supporto al sistema, tra cui le Fiere, le Associazioni di categoria, gli enti camerali, le Amministrazioni e gli enti locali (Regione, Provincia, Comune), l'editoria specializzata...

La funzione/attività che costituisce il cuore del *sistema* è certamente quella della “produzione meccatronica”. Il termine potrebbe ingannare, e potrebbe far pensare all'esistenza di un settore meccatronico in senso tradizionale, in cui operano imprese meccatroniche. La realtà risulta, però, diversa.

È infatti difficile rintracciare, all'interno del sistema produttivo, le “imprese meccatroniche” in quanto attività economiche caratterizzate da un prodotto specifico/tipico, nella fattispecie il “prodotto meccatronico”. Non è un caso che i (pochi)

studi field realizzati in Italia sulla mecatronica²¹ abbiano individuato le loro research population di “imprese mecatroniche” derivandole per approssimazione dalle imprese appartenenti a settori che più applicano nei loro prodotti la tecnologia mecatronica, quali il settore delle macchine utensili, dell'automazione industriale, della robotica; o anche da quelle appartenenti a settori che forniscono la componentistica per la “produzione mecatronica” (apparecchiature elettroniche, sensori, attuatori, software).

Oltre alle definizioni ufficiali e alla letteratura, pure le evidenze emergenti dalle indagini field confermano che la mecatronica, in quanto attività economica caratteristica di una unità giuridico-produttiva (impresa o unità locale) a sé stante, indipendente, non è identificabile, non è “isolabile” all'interno delle varie fasi del sistema produttivo.

La “produzione mecatronica”, ovvero sia la progettazione che il manufacturing in senso stretto dei sistemi mecatronici, viene spesso realizzata all'interno dei *recipient sector* (aree di applicazione), ovvero dalle imprese che operano nei settori produttivi finali in cui trova applicazione la mecatronica. Questa quindi, dal punto di vista dell'organizzazione della produzione, generalmente non è separabile dai processi produttivi dell'azienda di utilizzazione finale in cui trova applicazione. Le aziende della meccanica strumentale, dell'automotive e del settore aeronautico, per esempio, tipicamente considerati gli ambiti di applicazione “di frontiera” della mecatronica, nei quali vengono sperimentate innovazioni di tipo mecatronico che poi “si diffondono”, “filtrano” verso altri settori, generalmente realizzano la “parte mecatronica” dei loro prodotti finali all'interno²².

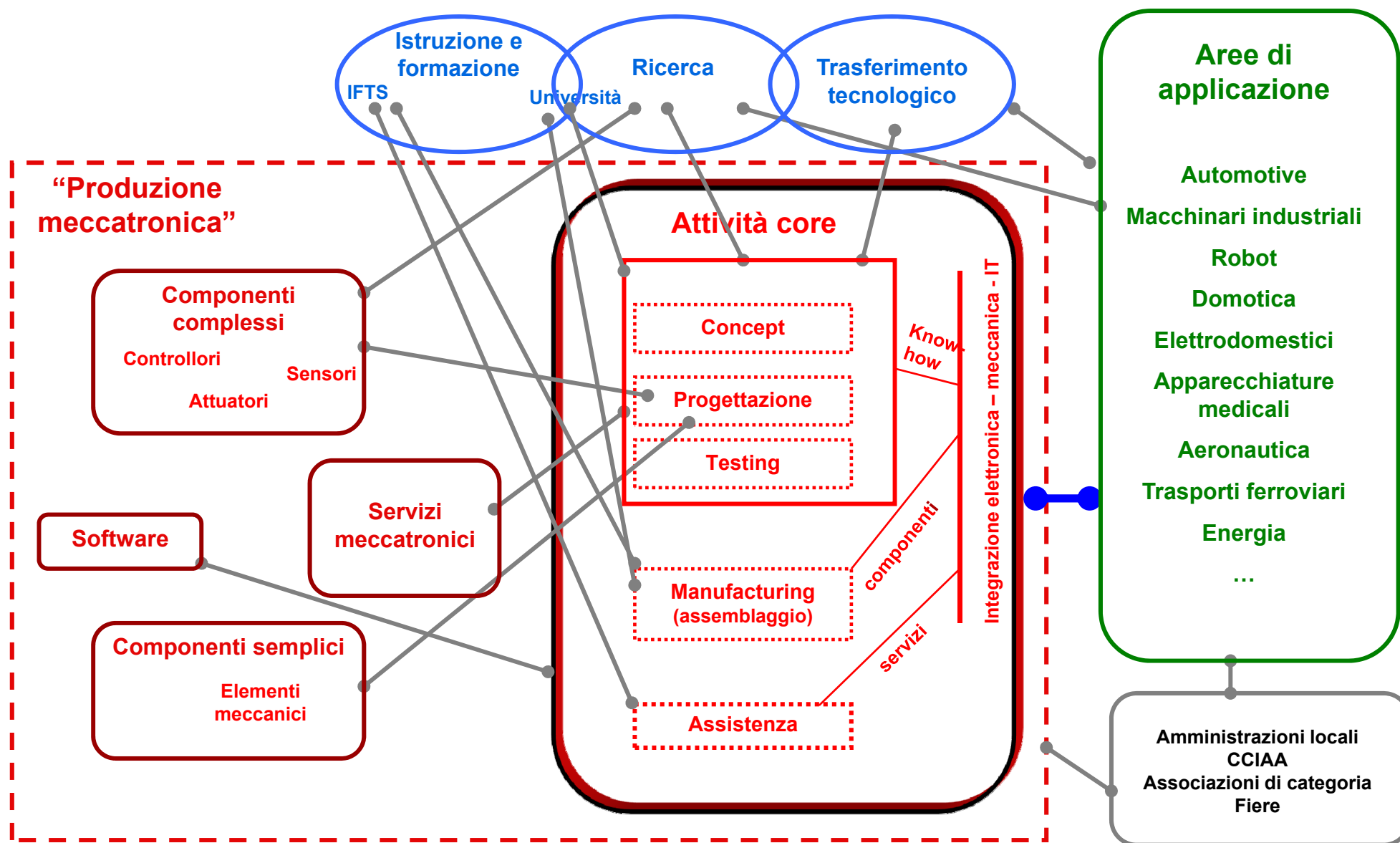
Il “panorama imprenditoriale mecatronico”, sulla base delle evidenze fin qui raccolte, appare quindi caratterizzato da un lato, “a valle”, dalle imprese appartenenti agli **ambiti produttivi di applicazione della mecatronica**, che realizzano il componente mecatronico che viene inserito nei loro prodotti finali (elettrodomestici, mezzi di trasporto, strumenti medicali, macchinari industriali, ...); dall'altro lato, ossia “a monte”, dalla galassia delle **imprese di componentistica**, ovvero le aziende di fornitura di componenti di vario genere, compresi i **servizi** (per esempio, di progettazione), di “pezzi” del prodotto mecatronico.

La mecatronica, nel contesto di un sistema produttivo, assume quindi il carattere di una applicazione tecnologica estremamente complessa, trasversale dal punto di vista disciplinare (competenze) e pervasiva dal punto di vista settoriale, che si concentra, si sviluppa in determinate specifiche fasi, quali ricerca, progettazione, e prototipazione. Queste fasi possono essere considerate le funzioni chiave, nevralgiche della produzione del sistema della mecatronica in generale. Proprio la trasversalità e la complessità della mecatronica determina il fatto che queste fasi, come si vedrà dai risultati delle indagini sul campo, vengono svolte con inusitata frequenza in partnership, in collaborazione tra una molteplicità di soggetti, come imprese, centri di ricerca e Università.

²¹ Si veda per esempio Faglia R. et al. (2007); The Boston Consulting Group (2005); Antares (2004 e 2007).

²² Possono essere considerate un'eccezione a questo quadro alcune imprese di componentistica “mecatronica” per l'automotive: per esempio, la Brembo, che produce sistemi frenanti, è l'unico caso di impresa che da alcuni degli osservatori privilegiati consultati è stata esplicitamente considerata “impresa mecatronica”, intendendo con questo termine un'impresa focalizzata sulla produzione di prodotti/componenti mecatronici.

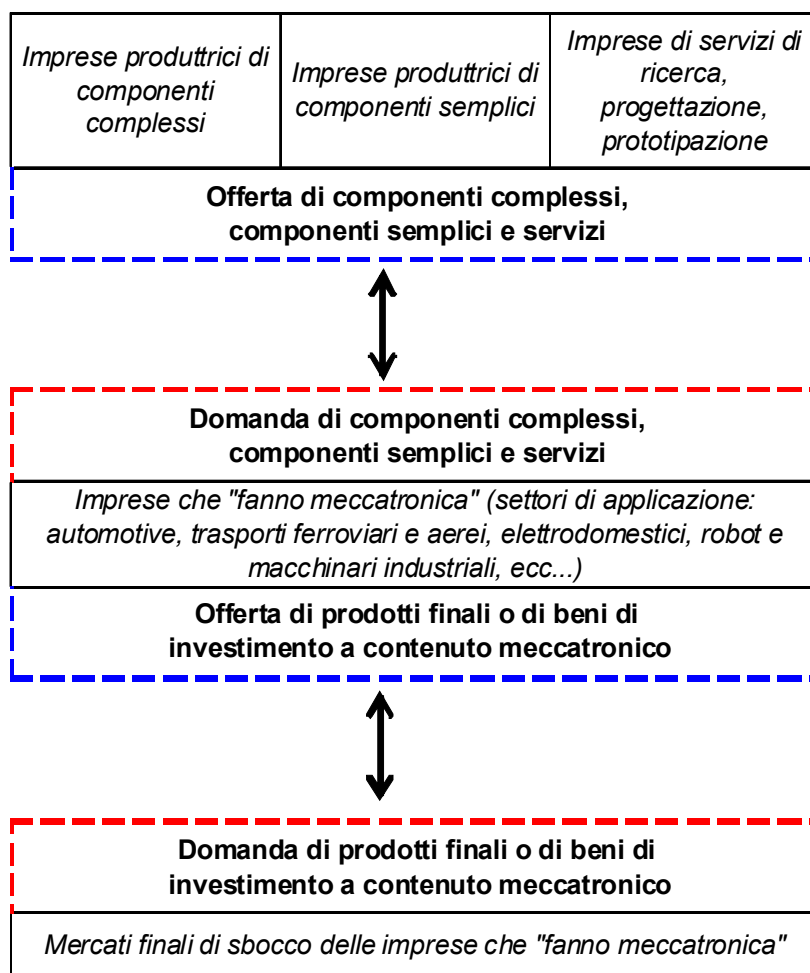
La mappa delle funzioni e delle relazioni del *sistema* meccatronica



Ragionando in una più ampia prospettiva di mercato, e di interazione domanda-offerta, appare inoltre opportuno sottolineare che lo sviluppo della meccatronica – e quindi la rilevanza del *sistema* della meccatronica nel sistema produttivo – è trainato innanzitutto dalla **crescente domanda** di “meccanica intelligente” **da parte dei consumatori finali**, che mirano a soddisfare bisogni sempre più avanzati e sofisticati (si pensi, per esempio, alle soluzioni meccatroniche nella domotica, in fatto di comfort e sicurezza) e **da parte delle imprese**, che mirano invece a potenziare in questo modo efficienza e qualità dei processi (si pensi, per esempio, alla meccanica strumentale).

Questa “domanda di meccatronica” originata dal mercato finale e dalle imprese si trasmette appunto al sistema dell’“offerta di meccatronica”, come evidenzia il diagramma proposto, che tenta di rileggere sinteticamente in termini di meccanismi di trasmissione domanda-offerta le relazioni più importanti descritte nella “mappa della meccatronica”.

Fig. 2.1 – Il sistema della meccatronica: il punto di vista della domanda e dell’offerta



Più in dettaglio, si osserva come la “domanda di meccatronica” si trasmette alle imprese che “fanno meccatronica” (che quindi offrono sul mercato prodotti meccatroniche), le quali a loro volta esprimono una domanda di componentistica meccanica ed elettronica (più o meno complessa), una domanda di informatica e, in particolare nel caso delle imprese più

piccole, una domanda di servizi “meccatronici” di supporto per l’attività di ricerca, progettazione o prototipazione¹.

3. Gli attori del *sistema* della meccatronica milanese e lombarda

3.1 Il mondo della ricerca

Nel mondo della ricerca nell’area milanese e lombarda operano diversi soggetti la cui attività appare rilevante per la meccatronica. In particolare, sulla base della letteratura e dei dati disponibili², sono state fin qui individuate le seguenti Università (e Dipartimenti):

- il Politecnico di Milano (Dipartimento di Meccanica - DIMEC e Dipartimento di Elettronica e Informazione - DEI);
- l’Università di Bergamo (Dipartimento di Ingegneria Industriale - DII e Dipartimento di Progettazione e Tecnologie - DiPT);
- l’Università di Brescia (Dipartimento di Ingegneria Meccanica);
- l’Università di Pavia (Dipartimento di Meccanica Strutturale).

Come centri di ricerca e trasferimento tecnologico non universitari sono stati identificati:

- il Consorzio Intellimech;
- il CESAP (Centro Europeo Sviluppo Applicazioni Plastiche);
- il CNR ITIA (Istituto di Tecnologie Industriali ed Automazione)³;
- il MOMA Nanotech.

La ricerca sul campo ha consentito di approfondire l’attività svolta dal Politecnico di Milano, dall’Università di Brescia e dal Consorzio Intellimech, mediante la realizzazione di interviste dirette aperte.

Il **Politecnico di Milano** sembra nettamente spiccare come l’attore che svolge un ruolo di primo piano nel campo delle meccatronica milanese, e anche regionale e nazionale. Al Politecnico sono presenti due gruppi di ricerca che operano nel campo della meccatronica: uno fa capo al **Dipartimento di Meccanica (DIMEC)** e l’altro al **Dipartimento di Elettronica e Informazione (DEI)**. Tre sono le aree disciplinari sulle quali si svolge la ricerca nel campo: l’area degli automatici, l’area della dinamica e quella degli azionamenti (che comprende anche l’area della sensoristica). Poiché l’area degli automatici fa riferimento al DEI, mentre la dinamica e gli azionamenti fanno riferimento al Dipartimento di Meccanica, l’attività di ricerca e sviluppo del progetto viene realizzata in collaborazione fra i due dipartimenti (a livello inter-dipartimentale). Alcuni progetti di meccatronica vengono però sviluppati solo dal Dipartimento di Meccanica, poiché gli aspetti di gestione delle informazioni non sono strategici o, viceversa, ci sono progetti sviluppati esclusivamente dal DEI, perché la parte relativa alla meccanica non è strategica in quel momento (oppure perché l’azienda ce l’ha al suo interno).

¹ Le PMI tendono probabilmente a non internalizzare tali servizi, o a non svilupparli in partnership con altre imprese o enti di ricerca

² Si veda The Boston Consulting Group (2005); Associazione Industriali Reggio Emilia (2007); www.questio.it.

³ Il CNR ITIA ha diverse sedi sul territorio nazionale, ma a Milano è localizzata la sede centrale, presso la quale si trova la direzione strategica, scientifica e amministrativa. Nella sede di Milano hanno inoltre sede il Laboratorio Beni Strumentali (Fabbrica del Futuro) e il Laboratorio Ambienti Virtuali (Fabbrica digitale). Gli altri tre centri di ricerca menzionati sono invece localizzati in provincia di Bergamo.

Il Politecnico di Milano fa sia ricerca metodologica che ricerca applicata. Nel campo della ricerca metodologica, realizza ricerche di base, non competitive. Generalmente si tratta di ricerche auto-finanziate, in alcuni casi svolte in collaborazione con imprese (per esempio, il Politecnico partecipa con le risorse umane e l'impresa con il laboratorio). Nel campo della ricerca applicata, sono coinvolti diverse aree del sistema produttivo, fra cui:

- il trasporto ferroviario,
- l'automotive,
- il settore space,
- la produzione di strutture flessibili (grattacieli, ponti, passerelle pedonali, nei quali oggi vengono inseriti dispositivi attivi, soprattutto per il controllo delle vibrazioni);
- la produzione di bracci flessibili, robotica (per esempio, robot medici, robot industriali, o parti di satelliti),
- gli aero generatori (pale eoliche),
- gli elettrodomestici (per esempio, lavabiancheria),
- i MEMS (sensori autocontrollati di 1 mm per 1 mm, per applicazioni biomediche)
 - i sistemi biomeccatronici (sistemi per la riabilitazione).

Oltre che con i Dipartimenti, il Politecnico opera nella meccatronica con degli spin-off, società a partecipazione del Politecnico che si occupano di trasferimento tecnologico ed industrializzazione del prodotto. Attualmente il gruppo di ricerca in meccatronica ne segue tre: uno su azionamenti intelligenti, uno su sistemi per veicoli speciali e uno su sistemi per riconoscimento e immagini.

L'attività di ricerca, svolta prevalentemente in partnership con soggetti imprenditoriali e istituzionali, ha consentito al Politecnico di raggiungere risultati di eccellenza nazionale ed internazionale. I risultati della ricerca possono essere prototipi, o brevetti o "serie". Diversi risultati sono stati co-brevettati insieme alle aziende. Tra questi, possono essere elencati una lavastoviglie della Indesit adesso sul mercato, oppure il differenziale attivo delle Ferrari 360 Modena (commerciali) che è il primo differenziale attivo al mondo.

Nel campo della ricerca nella meccatronica applicata al trasporto ferroviario, il Politecnico di Milano ha una leadership nazionale, ed è tra i pochi grandi istituti di ricerca a livello europeo. Nel campo dell'automotive, il Politecnico è presente sullo scenario nazionale insieme ad altri 2/3 attori (per esempio, Centro Ricerche Fiat), mentre sullo scenario europeo e mondiale diversi sono gli attori rilevanti.

Un secondo istituto universitario che svolge attività di ricerca in questo ambito è l'**Università di Brescia**, in particolare il Dipartimento di Ingegneria Meccanica (e, al suo interno, va in particolare segnalato il gruppo di meccanica applicata alle macchine). Il Gruppo di Meccanica Applicata gestisce vari filoni di ricerca nell'ambito dei seguenti temi⁴:

- simulazione e sperimentazione di attuatori per l'automazione industriale;
- progettazione funzionale di sistemi meccanici, elettromeccanici e mecatronici;
- meccanica di robot industriali seriali e paralleli;
- cinematica e dinamica di macchine, sistemi meccanici e robot;
- modelli e procedure per l'ottimizzazione di macchine e meccanismi;
- calibrazione di robot industriali;

⁴ Si veda <http://applmech.ing.unibs.it>.

- analisi biomeccanica del movimento umano;
- sviluppo di software per lo studio di problemi relativi alla lubrificazione.

L'**Università di Brescia** svolge ricerca in meccatronica in particolare per il sistema produttivo bresciano. Tra i settori caratteristici del territorio bresciano con i quali più si collabora, con successo, vanno segnalati il settore delle armi, il settore biomedicale (sistemi di riabilitazione, che provengono dalla robotica), e la componentistica (motori intelligenti, macchine strumentate, sensori a bordo del sistema). Si tratta di componentistica di alto livello; non più quindi i cuscinetti a sfera “tradizionali”, ma i cuscinetti a sfera “intelligenti” (motori, attuatori, sensori, che per esempio se si scaldano troppo si staccano in cui vi è una scheda elettronica) che vanno nella direzione di sistemi intelligenti.

Un centro di ricerca e sviluppo nel campo della meccatronica localizzato in regione è il **Consorzio Intellimech**, nato solo da qualche anno all'interno del Parco Scientifico Tecnologico Kilometro Rosso. Il Consorzio Intellimech⁵ “per la ricerca pre-competitiva in tecnologie meccatroniche”, partecipato da 25 aziende operanti in Lombardia – e anche in provincia di Milano – è un caso abbastanza innovativo di struttura nata per realizzare progetti di ricerca in cooperazione solo con le imprese, consentendo lo scambio di conoscenze ed esperienze tra realtà produttive del *sistema* della meccatronica e centri di ricerca. L'obiettivo è quindi quello di “fare rete” stabilmente e in modo duraturo⁶ tra le imprese – anche concorrenti – in un campo, la meccatronica, in cui l'aggregazione appare decisiva per condividere conoscenze e competenze, fare ricerca e raggiungere risultati innovativi in tempi più brevi e a costi più ridotti.

Si consideri infatti, a titolo di esempio, un sistema evoluto di controllo e movimento, sia rotatorio che lineare. Un tale sistema può essere applicato nel settore dell'automotive, nel settore degli elettrodomestici, delle macchine utensili, ecc., ragion per cui, il costo per lo sviluppo del dispositivo innovativo può essere scaricato su più applicazioni, e non su una sola applicazione, consentendo un risparmio sui costi di R&S per ciascuna impresa (che avvantaggia in particolare le PMI), oltre che una più efficiente e ampia mobilitazione di risorse umane e organizzative.

Sono diversi i tratti che rendono questo Consorzio una esperienza unica – e profondamente innovativa – nella creazione di enti consortili per la ricerca e l'innovazione:

- a) la governance è industriale. Sono le imprese che decidono le priorità, i progetti da finanziare e supportare, cosa che costituisce una novità nell'ambito dei consorzi che si formano per la ricerca e la tecnologia;
- b) i progetti vengono finanziati da risorse proprie delle imprese⁷;
- c) fa ricerca pre-competitiva, fatto che presuppone uno sviluppo proprietario successivo, che ciascuna impresa/gruppo di impresa fa eventualmente per conto proprio in una seconda fase. Per questo motivo il Consorzio è partecipato anche da imprese concorrenti. Queste possono così partire da un livello tecnologico più elevato, che le rende più competitive rispetto a tutti i competitor a livello nazionale ed internazionale.

⁵ Costituito nel dicembre 2006 all'interno del Parco Scientifico e Tecnologico Kilometro Rosso. Cfr. Rampinelli F.P. e Rossi L. (2007).

⁶ L'obiettivo è quindi di andare oltre le esperienze di aggregazione spot costituite dalla partecipazioni a bandi di ricerca.

⁷ Nel caso di alcuni progetti può esserci il co-finanziamento (per il 20% del valore) da parte di altri soggetti (es. Camere di Commercio o altri soggetti pubblici).

L'obiettivo di fondo è dunque quello di fare innovazione radicale, di realizzare “salti tecnologici” che possono beneficiare indistintamente varie tipologie di imprese: partendo da uno stesso dispositivo, si fanno poi applicazioni diverse;

- d) la responsabilità scientifica però è solo del mondo accademico. In altre parole, la governance scientifica fa interamente capo ad esperti del mondo universitario e della ricerca in generale. È prevista la figura di tutor universitari, per i quali si attinge dalle principali Università lombarde e delle regioni limitrofe (per esempio, Politecnico di Milano, Politecnico di Torino, Università di Brescia, Università di Bergamo, Università di Bologna). L'azione di direzione scientifica delle Università, tuttavia, non distoglie dai fini primari di questa modalità di organizzazione della ricerca, che sono la priorità sui risultati e sulla fruibilità da parte dei soci, e la certezza su tempi e costi. Fini di natura più accademica, quale l'accumulo di conoscenze, non costituiscono la priorità, ma sono eventualmente una ricaduta successiva ai risultati per le imprese;
- e) dispone limitatamente di risorse umane interne, ma piuttosto funge quasi da nodo di una rete che intercetta e organizza le competenze migliori laddove ci sono: la collaborazione con le Università e con altri centri di ricerca è prioritaria. Non si tratta di un laboratorio di ricerca e sviluppo chiuso, ma di una struttura molto aperta, con investimenti limitati.

Essendo di recente costituzione, il Consorzio Intellimech i primi progetti⁸ sono ancora in via di realizzazione. Il Consorzio svolge anche una funzione formativa, coinvolgendo nei progetti neolaureati e dottorandi che così completano e arricchiscono la loro formazione specialistica⁹, e poi “usa” comunque le conoscenze che maturano all'interno dei progetti, per organizzare seminari di base rivolti alle imprese.

3.2 Le imprese della “produzione meccatronica”: un inquadramento quantitativo

Come detto, è difficile individuare un ‘prodotto meccatronico’ in quanto tale, poiché l'attività meccatronica consiste essenzialmente in una progettazione integrata che tiene conto di tre elementi: la meccanica, l'elettronica e l'informatica. Va da sé, quindi, che volendo considerare i settori economici “tradizionali” del sistema produttivo, ossia quelli utilizzati nelle classificazioni nazionali e internazionali, non è possibile identificare quello (o quelli) tipicamente meccatronici: la meccatronica, infatti, non è un settore economico, ma al contempo è parte di – ed è trasversale a – molteplici settori.

Ma come tentare di quantificare l'attività meccatronica?

Innanzitutto, occorre tenere presente che uno degli obiettivi del presente studio è valutare l'eccellenza del territorio milanese in campo meccatronico e l'analisi quantitativa mira ad essere funzionale a questa valutazione. In altre parole, l'analisi quantitativa non ha lo scopo di “misurare” con esattezza la rilevanza e la performance della meccatronica, ma cerca invece di focalizzarsi sull'importanza della meccatronica per l'economia milanese e

⁸ Si tratta del progetto PROPHET - PROgnostic Platform for Experimentation and Testing, del progetto MAXUX - Metodologie per il controllo attivo delle vibrazioni, e del progetto COMETHA - CONtroll METHods for Hydraulic Actuators. Indicare i progetti in corso d'opera.

⁹ Cfr. Sancin M. (2007). Si segnala per esempio un progetto avviato dal Consorzio volto a creare una piattaforma integrata che consenta alla macchine di monitorare in modo autonomo le proprie prestazioni, prevedendo i malfunzionamenti e i guasti incipienti e indicando le azioni di manutenzione più idonee.

per la competitività del suo territorio, rendendo possibile anche il confronto con altre realtà del Paese.

In secondo luogo, va sottolineato che la classificazione tradizionale e ufficiale dei settori economici (ATECO, anche la versione aggiornata al 2007), non individua settore, sezione, divisione, gruppo, classe, categoria, sotto-categoria che faccia riferimento alla meccatronica.

L'approccio adottato è stato perciò quello di analizzare le diverse attività economiche come definite dalla classificazione ufficiale che possono rientrare nel sistema della meccatronica, e che possono essere considerate strategiche per il sistema stesso, dalla componentistica ai prodotti finali con contenuto meccatronico. Ovviamente con questo approccio è possibile – anzi, altamente probabile – che vengano incluse nell'analisi quantitativa anche imprese che, pur appartenendo alle attività economiche osservate, non “facciano meccatronica” o che producano componenti destinati ad altri usi, e quindi che la quantificazione sia sovradimensionata. D'altro canto, però, questo approccio consente di confrontare diversi territori sulla base di dati armonizzati, evitando altresì l'eventuale esclusione di comparti che possono comprendere imprese importanti in campo meccatronico.

3.2.1 I settori analizzati

Il ventaglio di settori economici che possono essere identificati come appartenenti al sistema della meccatronica risulta decisamente ampio. Si va infatti dai componenti meccanici, agli accessori per autoveicoli, alle attività informatiche, alle produzioni elettroniche, agli elettrodomestici, ai robot industriali, e così via.

Ai fini della presente analisi si è deciso di tenere conto esclusivamente delle attività **dell'industria manifatturiera caratterizzate da alti o medio-alti livelli di tecnologia**¹⁰, in quanto considerate più strategiche per lo sviluppo della meccatronica. Sono quindi escluse dall'analisi le attività che, pur rientrando nella componentistica meccatronica, sono caratterizzate da una bassa o medio-bassa tecnologia, quali le attività di trattamento dei metalli e la produzione di componenti metallici semplici.

Si è inoltre cercato di collegare le diverse attività economiche oggetto di analisi alle aree funzionali “di produzione” del sistema della meccatronica¹¹: ne è risultata la tavola riportata di seguito. Si segnala che le attività economiche sono descritte secondo le divisioni (codici a due cifre) o i gruppi (codici a tre cifre) della classificazione ATECO 2002¹².

¹⁰ Sulla base della Classificazione Pavitt-OECD, che raggruppa le diverse attività industriali in 4 categorie: alta tecnologia, medio-alta tecnologia, medio-bassa tecnologia e bassa tecnologia. Tale classificazione si fonda sull'analisi delle dimensioni medie delle imprese, degli obiettivi e delle fonti delle innovazioni tecnologiche, dell'intensità della ricerca e sviluppo e del livello delle “barriere all'entrata”. I settori ad alta tecnologia comprendono le costruzioni aeronautiche, la produzione di apparecchi medicali e di precisione e la farmaceutica. I settori a medio-alta tecnologia comprendono la meccanica, la chimica – esclusi i prodotti farmaceutici – e la produzione di macchine elettriche. Le produzioni a medio-bassa tecnologia sono costituite in gran parte dall'industria dei metalli e dalla gomma-plastica; tra i settori a bassa tecnologia figurano il tessile-abbigliamento-calzature, la carta-stampa, l'alimentare e il legno-mobili.

¹¹ Si veda la “mappa” contenuta nel capitolo precedente.

¹² Nonostante sia già stata pubblicata la classificazione ATECO 2007, i dati statistici qui utilizzati sono disponibili solo secondo la classificazione ATECO 2002.

Produzione di componenti meccaniche ed elettroniche (semplici o complesse)		Settori di applicazione	
29	Fabbricazione, installazione, riparazione e manutenzione di macchine ed apparecchi meccanici	29	Fabbricazione, installazione, riparazione e manutenzione di macchine ed apparecchi meccanici
32.1	Fabbricazione di tubi e valvole elettronici e di altri componenti elettronici	32.2	Fabbricazione di apparecchi trasmettenti per la radiodiffusione e la televisione e di apparecchi per le telecomunicazioni
		32.3	Fabbricazione di apparecchi riceventi per la radiodiffusione e la televisione, di apparecchi per la registrazione e la riproduzione del suono e dell'immagine e di prodotti connessi, esclusa la riparazione
		33	Fabbricazione di apparecchi medicali, di apparecchi di precisione, di strumenti ottici e di orologi
		34	Fabbricazione di autoveicoli e loro motori, motori di motocicli, rimorchi e semirimorchi
		35	Fabbricazione di altri mezzi di trasporto

Appare utile evidenziare alcuni aspetti che emergono da tale collegamento:

- la maggior parte delle attività economiche fa riferimento alle aree di applicazione della meccatronica;
- le attività di “fabbricazione, installazione, riparazione e manutenzione di macchine ed apparecchi meccanici” (divisione 29) rientrano sia nelle aree di applicazione della meccatronica che in quelle di produzione di componenti meccaniche. Questo perché il comparto spesso comprende, oltre alla produzione di macchinari meccanici “completi”, la produzione di loro “parti e accessori”. Questi ultimi, anche se non identificabili nei dati statistici aggregati, qualora facciano parte del sistema della meccatronica, sono presumibilmente componenti di prodotti finali;
- i comparti della divisione 32 fanno riferimento in parte alla componentistica elettronica (semplice o complessa) e in parte alle aree di applicazione.

L'insieme dei settori qui considerati conta in Lombardia oltre 250.000 addetti (dato riferito al 2005) di cui circa 100.000 occupati nella provincia di Milano¹³.

Con quasi 160.000 addetti (di cui 56.500 a Milano e circa 102.000 nelle altre province lombarde), sono le industrie di macchinari meccanici a fare la parte del leone in Lombardia. Le industrie collegate all'elettronica, quelle di apparecchi medicali e di precisione e quelle del settore automobilistico seguono a una certa distanza, con un numero di addetti che si attesta, per ognuna di esse, attorno alle 25/30.000 unità. Le industrie di altri mezzi di trasporto hanno a loro volta dimensioni decisamente più contenute, e in Lombardia non raggiungono i 13.000 addetti.

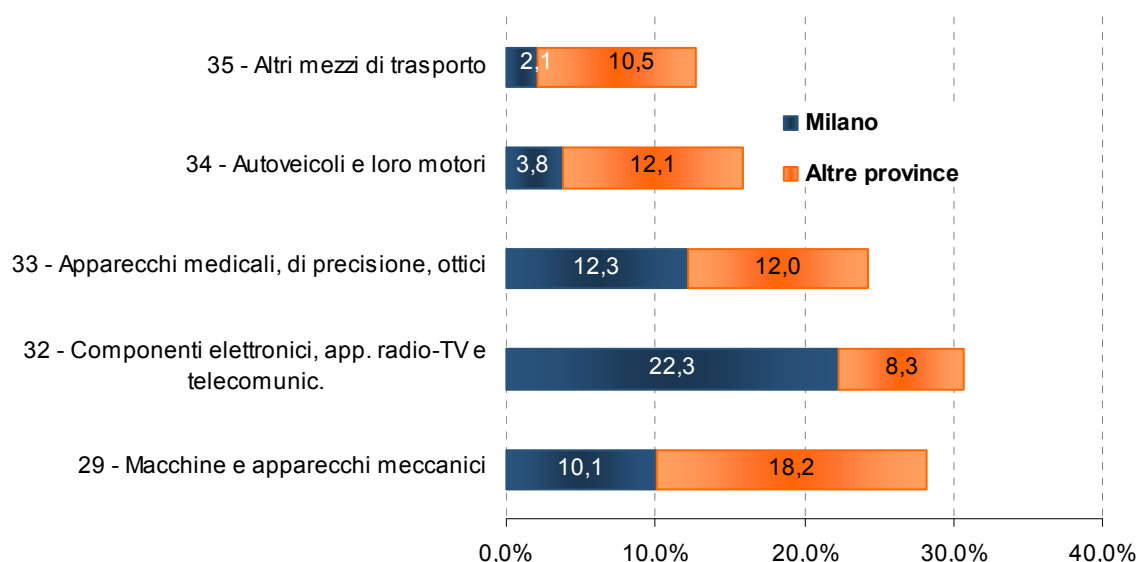
La vocazione industriale e “meccatronica” del territorio lombardo emerge chiaramente guardando al peso della regione sul totale nazionale. La regione, infatti, concentra circa un quarto degli addetti dell'intero manifatturiero nazionale, incidenza analoga a quella che si registra per l'insieme delle attività riconducibili al sistema della meccatronica.

Guardando ai singoli settori del sistema, si rileva che la Lombardia concentra oltre il 30% degli addetti delle industrie collegate all'elettronica e spicca, in particolare, l'importanza di Milano (il 22% circa del totale nazionale, a fronte di un 8% nelle altre province lombarde).

¹³ Si ricorda che i dati statistici presumibilmente comprendono imprese che, nonostante il settore di appartenenza, producono beni “senza contenuto meccatronico”, e che non è possibile escludere tali imprese dall'analisi. I dati qui presentati vanno dunque visti con la dovuta cautela.

Il “peso” della regione lombarda nel settore dell’elettronica è ancora più alto in termini di fatturato¹⁴: grazie a una forte presenza di società di capitali di grandi dimensioni – sono presenti alcuni dei più importanti player mondiali – la regione da sola concentra circa la metà del fatturato nazionale delle industrie collegate all’elettronica (oltre un terzo a Milano, circa il 15% nelle altre province lombarde).

Graf. 3.1 – Addetti nei settori appartenenti al sistema della meccatronica, quota sul totale Italia, 2005



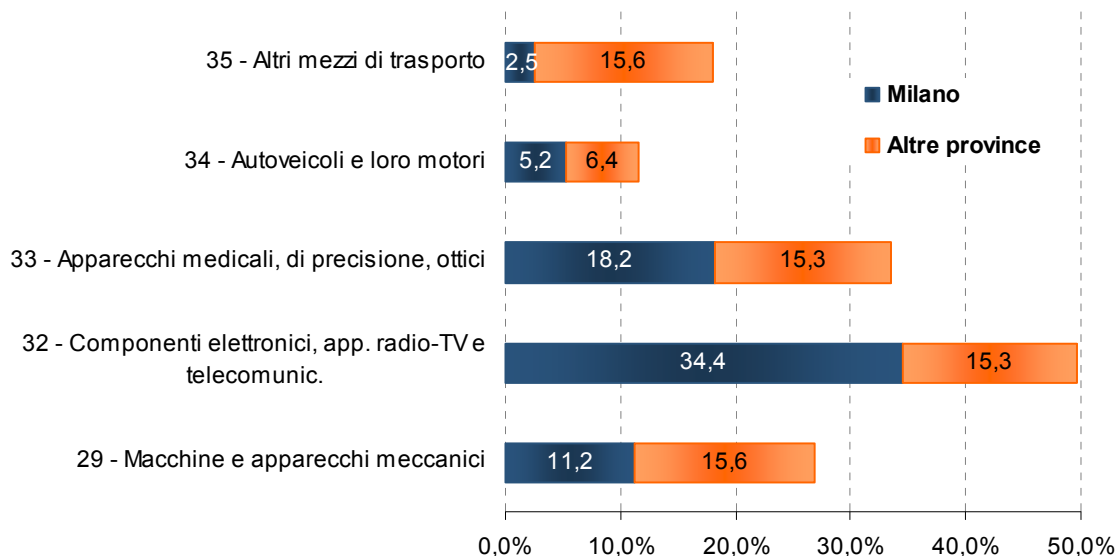
Fonte: Elaborazioni Gruppo CLAS su dati ISTAT

Anche nell’ambito delle industrie di apparecchi medicali, di precisione, ottici la Lombardia concentra una quota significativa del fatturato nazionale (oltre un terzo), con quote distribuite in modo abbastanza equilibrato fra Milano e le altre province della regione, a fronte di un’incidenza un po’ più bassa (attorno al 25%) per quanto riguarda l’occupazione.

Per le industrie di macchinari meccanici, le quote della Lombardia sul totale nazionale in termini di occupazione e di fatturato sono invece sostanzialmente simili, attestandosi attorno al 28%. Ciò indicherebbe che in altre aree del paese vi sono produzioni di macchinari meccanici con una performance delle vendite altrettanto significativa rispetto a quella delle imprese della regione.

¹⁴ Le informazioni sul fatturato presentate nel presente studio sono tratte dai dati di bilancio contenute nel database AIDA – Bureau Van Dijk. Si segnala che il database comprende solo le informazioni delle società di capitale tenute al deposito del bilancio e quindi i dati presentati non sono direttamente confrontabili con quelli relativi all’occupazione (di fonte ISTAT - database ASIA).

Graf. 3.2 – Fatturato nei settori appartenenti al sistema della meccatronica, quota sul totale Italia. 2007



Fonte: Elaborazione Certet-Bocconi su dati Bureau van Dijk (base dati AIDA)

La Lombardia ha invece un'incidenza relativamente bassa sul totale nazionale (attorno al 12/16%) per quanto concerne sia l'occupazione sia il fatturato nelle attività collegate alle industrie di veicoli e ad altri mezzi di trasporto. Tale dato peraltro non sorprende, in quanto questi settori sono tradizionalmente concentrati in altre aree del paese.

Il livello di specializzazione e la redditività dell'area di Milano e delle altre province lombarde nei singoli comparti dei settori per i quali la regione riveste una maggiore rilevanza in termini di addetti e fatturato sono calcolati con l'obiettivo di identificare possibili segmenti nei quali le province lombarde – e in particolare Milano – sono più specializzate o competitive. I tre settori analizzati sono:

- 29 – Macchine e apparecchi meccanici;
- 32 – Componenti elettronici, apparecchi radio-TV e per le telecomunicazioni;
- 33 – Apparecchi medicali, di precisione, controllo, ottici e orologi.

Si è deciso di estendere l'analisi a tutte le province della regione, evitando così di limitare l'osservazione alla sola area milanese. Il presente studio, infatti, esula dai confini amministrativi della provincia di Milano, ma intende analizzare l'area come "territorio allargato", costituito da un insieme di aree che, grazie alla vicinanza, si presume gravitino attorno alla metropoli e con essa abbiano forti legami.

3.2.2 Le industrie di macchinari meccanici

Le produzioni di macchinari meccanici, pur non rappresentando il settore industriale per il quale la Lombardia più spicca nel contesto nazionale, occupano un numero considerevole di addetti: 56.500 persone a Milano e 102.000 nelle altre province.

Fra queste industrie risaltano però alcuni comparti per i quali l'indice di specializzazione¹⁵ riferito a Milano è superiore a 1: le produzioni di *motori (esclusi quelli di veicoli), turbine, pompe, sistemi termoidraulici, rubinetti e valvole*, le produzioni di *macchine utensili* e di *macchinari per impiego generale* (fornaci, bruciatori, apparecchi di sollevamento e movimentazione, attrezzature di refrigerazione per uso non domestico, macchinari per le industrie chimiche, macchinari per imballaggio, ecc.). È in quest'ultimo comparto che Milano ottiene il miglior posizionamento (con un indice di specializzazione pari a 1,5), superando tutte le altre province lombarde con la sola eccezione di Sondrio (anch'essa con un indice pari a 1,5). Nel comparto dei *motori, turbine, pompe, sistemi termoidraulici, rubinetti e valvole* si registrano, fra le province lombarde – nello specifico, Brescia, Lecco e Pavia – indici di specializzazione superiori a quello di Milano.

Per queste industrie spicca però, nel contesto nazionale, la specializzazione di alcune province localizzate in altre regioni caratterizzate da produzioni specifiche: in particolare Novara e Vercelli per la produzione di *rubinetteria e valvole* (attività che in determinati casi possono essere caratterizzate anche da un alto contenuto di progettazione meccatronica), Trieste e Genova, grazie alla presenza di Wartsila e Ansaldo, nonché Reggio Emilia, area che negli anni più recenti ha visto un marcato sviluppo delle produzioni di *pompe e sistemi idraulici*.

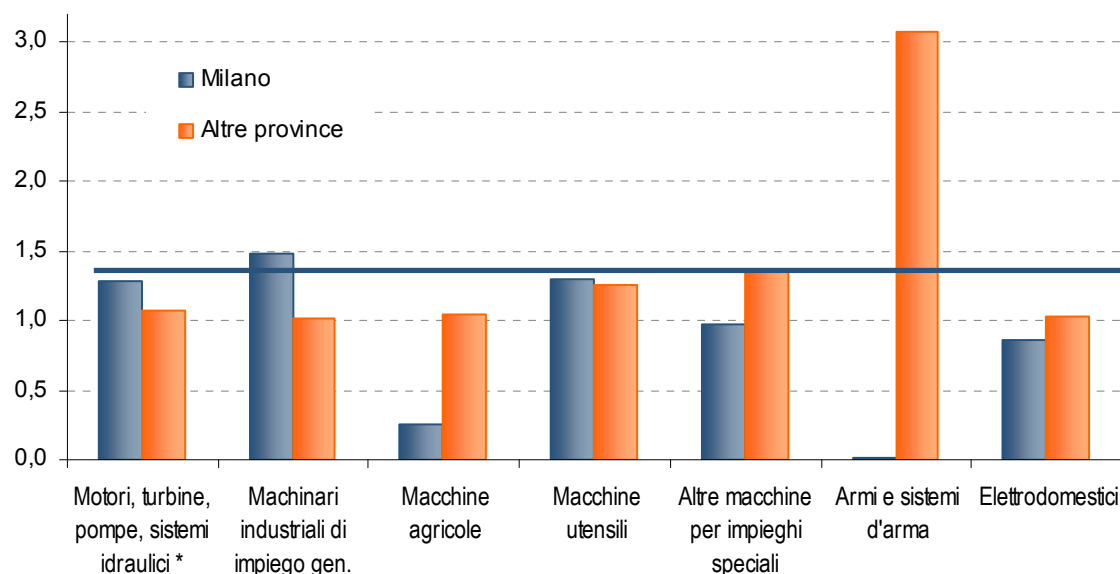
Va inoltre segnalato che, sempre Reggio Emilia – che è considerata un'area di forte sviluppo della meccatronica in Italia¹⁶ – si posiziona al primo posto fra tutte le province italiane per la sua vocazione alla produzione di *macchinari agricoli* ad alta tecnologia (con un indice che raggiunge il 5,8). Questo comparto è molto poco presente a Milano (l'indice di specializzazione milanese è pari a 0,3) mentre nelle altre province della regione, produzioni abbastanza importanti emergono a Cremona (con un indice pari a 2,2) e a Mantova (2,4).

Per quanto riguarda il comparto delle *macchine utensili*, oltre a Milano molte altre province lombarde presentano un'elevata specializzazione. Fra queste emergono Como e Pavia, entrambe con un indice pari a 1,8, Lecco (1,7), Cremona, Varese e Bergamo (1,3, allineate a Milano), nonché Brescia (1,2). Sul territorio nazionale, l'area di Vicenza è nota per la produzione di *macchine utensili*, con un indice di specializzazione pari a 2,7, ampiamente superiore a quello delle province lombarde.

Al di là di Milano, fra le altre province della regione forti specializzazioni si registrano in diversi comparti: in primis le *produzioni di armi* a Brescia dove fanno registrare un indice pari a 10,1. Vi sono poi le industrie di *macchinari per impieghi speciali* che nel pavese mettono a segno un indice di 2,5 – grazie alla diffusa produzione di macchine tessili e alla produzione di macchinari per le calzature – e le industrie di *elettrodomestici*, grazie alla presenza, in provincia di Varese, di unità produttive di medie e grandi dimensioni.

¹⁵ L'indice di specializzazione di un determinato settore è dato dall'incidenza, in Lombardia, degli addetti del settore in esame sul totale degli addetti del manifatturiero, rapportata all'incidenza, a livello nazionale, degli addetti dello stesso settore sul totale degli addetti del manifatturiero.

¹⁶ Antares, 2004 e 2007.

Graf. 3.3 – Indici di specializzazione nelle industrie di macchinari meccanici, 2005

* Esclusi motori per mezzi di trasporto

Fonte: Elaborazioni Gruppo CLAS su dati ISTAT

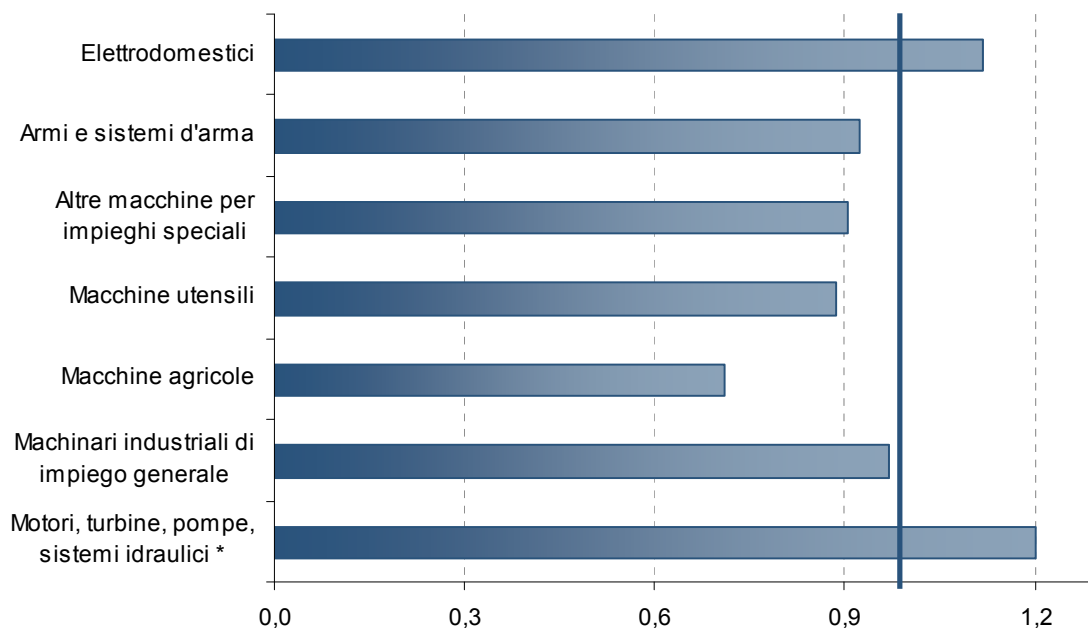
Con riferimento alla performance delle imprese, misurata in termini di redditività media (margine EBITDA)¹⁷, emergono, per il comparto dei *motori, turbine, pompe, sistemi idraulici* valori superiori al 14% (nel 2007) sia a Milano sia nelle altre province lombarde, a fronte di una redditività media nazionale inferiore al 12%. Si tratta quindi di un comparto nel quale la specializzazione lombarda in termini di addetti si affianca a una discreta performance aziendale. Mettendo in relazione la redditività dei diversi comparti che si rileva a livello regionale con la media nazionale è peraltro possibile ricavare un indicatore di sintesi¹⁸, che per le industrie dei *motori, turbine, pompe, sistemi idraulici* è pari a 1,2.

Questo indicatore evidenzia anche che non in tutti i comparti del settore dei macchinari meccanici le imprese lombarde hanno una performance migliore di quelle localizzate in altre aree del paese, e che non sempre un'elevata specializzazione va di pari passo con una redditività superiore alla media nazionale. È questo il caso di alcune produzioni di macchinari, nello specifico i macchinari per impiego generale, i macchinari speciali, le macchine utensili e i sistemi d'arma, per i quali l'indicatore di sintesi è inferiore a 1.

¹⁷ La redditività media corrisponde al margine EBITDA (Earnings before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization), che è dato dal rapporto fra i guadagni lordi al lordo degli interessi passivi, imposte e ammortamenti, e il totale del fatturato. L'indice in questione consente di pesare la redditività anche nel caso in cui vi siano investimenti in attività industriali e/o ricorso a piani di finanziamento, che penalizzerebbero altrimenti la misura della redditività dell'impresa.

¹⁸ L'indicatore di sintesi è dato, per ogni comparto, dal rapporto fra il margine EBITDA relativo alla Lombardia e il margine EBITDA relativo all'Italia.

Graf. 3.4 – Redditività media (margine EBITDA) delle industrie di macchinari meccanici in Lombardia. 2007 (Italia =1)



* Esclusi motori per mezzi di trasporto

Fonte: Elaborazione Certet-Bocconi su dati Bureau van Dijk (base dati AIDA)

Le imprese di elettrodomestici, invece, pur non costituendo una delle specializzazioni lombarde, risultano più “performanti” in Lombardia, in particolare a Milano, rispetto a quelle localizzate in altre regioni.

In precedenza si è accennato al fatto che, nell’ambito delle industrie di macchinari meccanici, la Lombardia, nel contesto nazionale ha un peso occupazionale superiore a quello economico (fatturato). I dati sulla redditività dei singoli comparti (eccetto, ovviamente, quello dei *motori* e quello degli *elettrodomestici*), indicherebbero che in altre aree del paese le produzioni di macchinari meccanici hanno non soltanto livelli di vendite superiori a quelli lombardi, ma sono caratterizzate anche da una maggiore redditività.

Va inoltre ricordato che per le industrie di macchine utensili e quelle di macchinari agricoli (anche se queste ultime non costituiscono una delle specializzazioni lombarde) vi sono aree del paese altamente specializzate, rispettivamente Vicenza e Reggio Emilia. A Vicenza le industrie delle macchine utensili fanno registrare una redditività (nel 2007) del 12,6% (contro una media nazionale del 9,6%, vale a dire un indicatore di sintesi pari a 1,3), mentre a Reggio Emilia la redditività del comparto di macchine agricole è del 12,1% (contro una media nazionale del 6,7% e un indicatore pari a 1,8). È presumibile che uno degli elementi che favorisce la performance delle imprese che operano in queste aree sia l’organizzazione di tipo “distrettuale” del tessuto produttivo nel territorio.

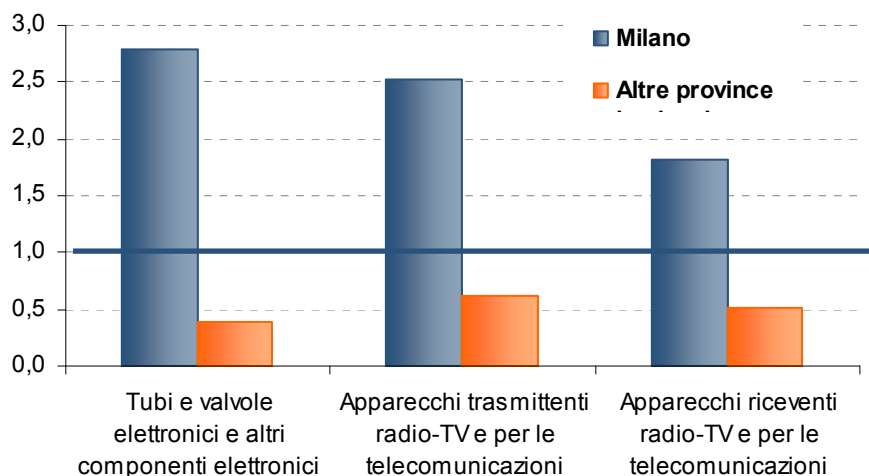
3.2.3 Le attività collegate all’elettronica

Le attività collegate all’elettronica comprendono tre comparti (secondo la classificazione ATECO 2002): *la fabbricazione di tubi e valvole elettronici e altri componenti elettronici*, attività che rientra nella produzione di componentistica per la mecatronica, le industrie di

apparecchi trasmissenti e le industrie di *apparecchi riceventi* (che, secondo l'approccio adottato nella descrizione del *sistema*, costituiscono due aree di applicazione).

Rispetto alla media nazionale, la provincia di Milano risulta altamente specializzata in tutte e tre le tipologie di industrie e non a caso figura tra le prime dieci province italiane per quanto riguarda l'indice di specializzazione che, nelle altre province della regione non supera invece quota 0,6, posizionandosi ben al di sotto della media nazionale.

Graf. 3.5 – Indici di specializzazione nelle attività collegate all'elettronica. 2005

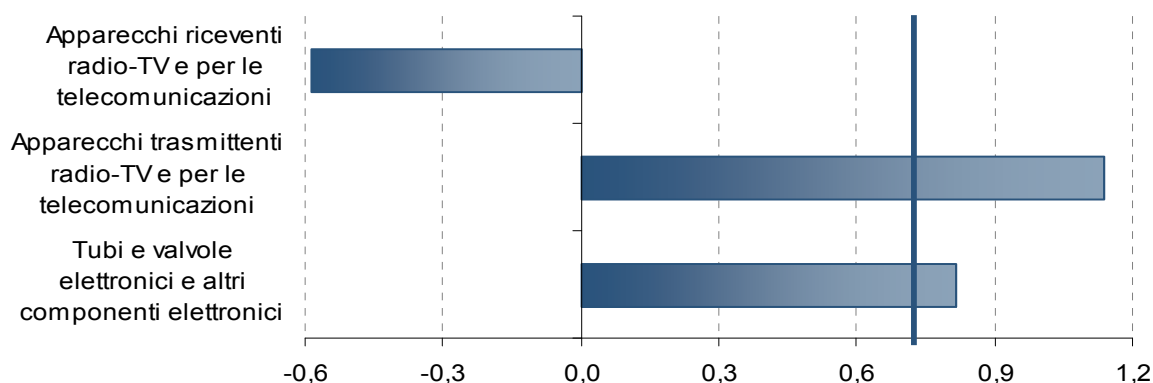


Fonte: Elaborazioni Gruppo CLAS su dati ISTAT

Anche se i dati a disposizione non consentono di valutare il “contenuto meccatronico” di queste produzioni, emerge chiaramente l'importanza di Milano nel campo dell'elettronica. Questa specializzazione senza dubbio favorisce il ruolo di Milano nella produzione di componentistica per la meccatronica, e quindi anche nelle produzioni meccatroniche in quanto tali. Va però detto che la performance delle imprese “elettroniche” nel corso del 2007 non è stata rosea: tutti e tre i comparti considerati hanno avuto una redditività modesta e solo le imprese produttrici di apparecchi trasmissenti (per radio-TV e telecomunicazioni) hanno visto una redditività superiore alla media nazionale (il 7,7% contro il 6,8%). Per contro, fra le produzioni di apparecchi riceventi, che riguardano in buona misura l'elettronica di consumo, si è verificato qualche caso nella provincia di Milano di risultato largamente negativo, che ha avuto un impatto significativo non solo sul dato provinciale, ma anche sulla media regionale. È infatti opportuno segnalare che nelle altre province della Lombardia il comparto ha fatto quasi sempre registrare margini EBITDA positivi.

Nel comparto della componentistica elettronica, che in Lombardia risulta avere una redditività discreta, anche se leggermente più bassa della media nazionale (il 12,7% a fronte del 15,6%, per un indicatore pari a 0,8), vi sono però, in particolare a Milano, alcune imprese di grandi dimensioni con performance eccellente e una redditività attorno al 17,5%. Così come per le imprese di macchinari meccanici, dunque, anche nell'ambito dell'elettronica l'elevata specializzazione di un territorio non sempre è sinonimo di alta redditività. Anche se, grazie alla presenza di imprese di grandi dimensioni, il fatturato complessivo delle imprese dell'elettronica risulta, in Lombardia e a Milano, decisamente rilevante: la Lombardia da sola concentra metà del fatturato nazionale del comparto, mentre la redditività appare piuttosto contenuta.

Graf. 3.6 – Redditività media (margine EBITDA) delle attività collegate all'elettronica in Lombardia. 2007 (Italia =1)

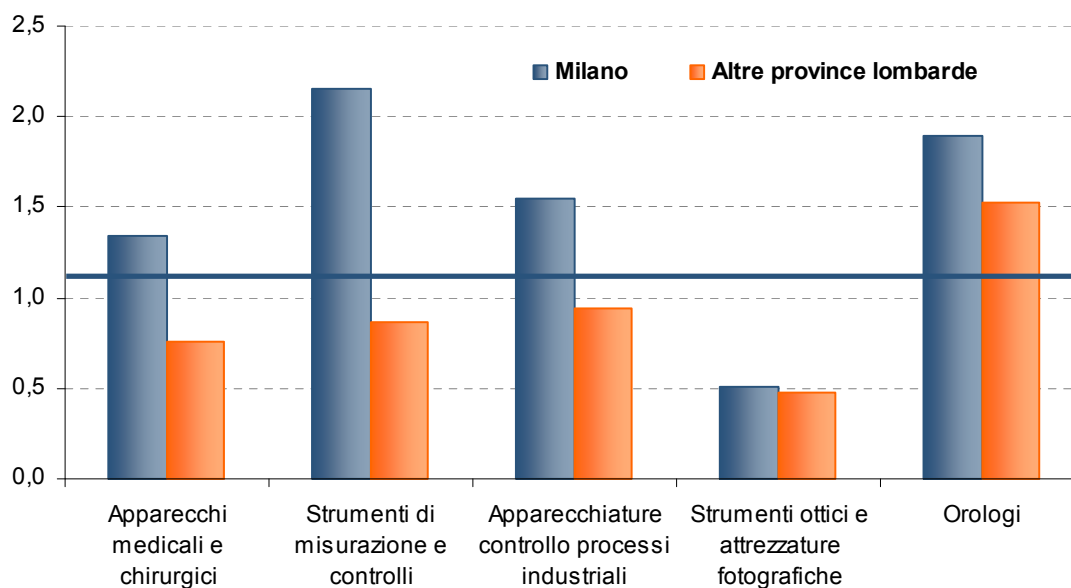


Fonte: elaborazione Certet-Bocconi su dati Bureau van Dijk (base dati AIDA)

3.2.4 Gli apparecchi medicali e gli strumenti di precisione e controllo

L'importante ruolo di Milano – sempre in termini di addetti – emerge anche dall'indice di specializzazione negli apparecchi medicali e negli strumenti di precisione.

Graf. 3.7 – Indici di specializzazione nelle principali produzioni di apparecchi medicali e di strumenti di precisione e controllo. 2005



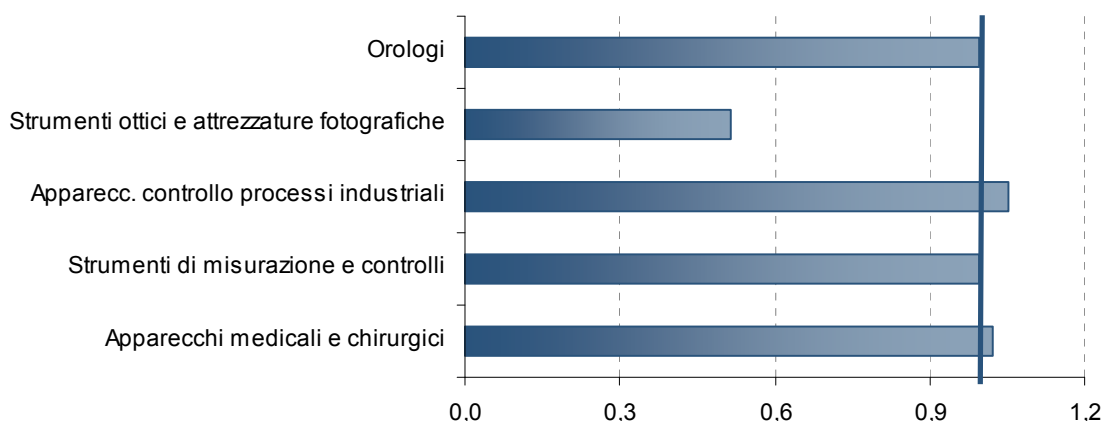
Fonte: Elaborazioni Gruppo CLAS su dati ISTAT

Gli *apparecchi medicali e chirurgici* comprendono diverse categorie di prodotti, dagli apparecchi elettromedicali, agli apparecchi chirurgici, alle protesi. Fra questi, quelli caratterizzati da un maggior livello di “meccatronicizzazione” sono presumibilmente gli apparecchi elettromedicali (compresi parti e accessori), nei quali Milano fa registrare un indice di specializzazione pari a 2,2, posizionandosi all’ottavo posto nella classifica delle province italiane. Fra le altre province lombarde, troviamo una marcata specializzazione

anche a Lecco, con un indice pari a 1,7. Milano evidenzia una specializzazione ancora più evidente nel comparto degli strumenti di misurazione e di controllo e in quello delle apparecchiature per il controllo dei processi industriali.

La redditività delle imprese che operano nei diversi comparti di questo settore, nel complesso modesta, a sua volta non si discosta molto dalla media nazionale, eccezion fatta per quelle produttrici di strumenti ottici e attrezzature fotografiche che però rivestono una rilevanza marginale all'interno del sistema economico della regione. Vale comunque la pena segnalare la discreta performance delle produzioni di apparecchiature per il controllo dei sistemi industriali, il cui margine EBITDA nel 2007 si è attestato sull'11,0%, a fronte di una media nazionale pari al 10,4%.

Graf. 3.8 – Redditività media nelle principali produzioni di apparecchi medicali e di strumenti di precisione e controllo in Lombardia. 2007 (Italia = 1)



Fonte:elaborazione Certet-Bocconi su dati Bureau van Dijk (base dati AIDA)

3.3 La meccatronica come fattore di competitività ed eccellenza nelle imprese milanesi e lombarde

Nell'area milanese e lombarda sono presenti diverse realtà produttive che “fanno meccatronica”, che figurano fra le più importanti del panorama nazionale e che operano in diverse aree: dall'automotive, agli elettrodomestici, alla meccanica strumentale, alla componentistica elettronica. In particolare, tra le imprese di maggiore dimensione si segnalano¹⁹:

- **ABB** è un gruppo multinazionale leader nelle tecnologie per l'energia e l'automazione che consentono alle utility e alle industrie di migliorare le loro performance, e riducendo al contempo l'impatto ambientale. Il Gruppo ABB opera in più di 100 paesi (e ha uffici in 87 di questi) e impiega circa 120.000 dipendenti. Il Gruppo ABB è presente in Italia con circa 5.500 dipendenti (dato al 31.12.2008) dislocati in unità produttive ubicate nel Nord e nel Centro Italia. L'Italia rappresenta l'hub per la regione mediterranea, regione di cui fanno parte oltre al nostro paese Francia, Spagna, Portogallo, Grecia, Turchia, Paesi Balcanici, Malta, Israele, Libia e Paesi Magrebini (Algeria, Marocco, Tunisia). Il 14 giugno 2009 ABB ha ricevuto il Premio Milano Produttiva, rivolto alle imprese e ai

¹⁹ Le informazioni sulle imprese qui presentate sono tratte dai rispettivi siti internet.

lavoratori milanesi, elementi propulsori di un'area dinamica e innovativa, dalla forte vocazione internazionale.

- **Bianchi Industry** opera nel mercato del vending da 50 anni ed è leader nella produzione di distributori automatici e di macchine professionali da caffè per il mercato dell'Ho.Re.Ca. L'azienda, la cui sede centrale è in provincia di Bergamo, conta nel complesso oltre 500 dipendenti, 12 filiali e più di 40 distributori nel mondo. Bianchi Industry produce un'ampia varietà di vending machines, rispondenti a diverse esigenze di consumo: dal caffè espresso e bevande solubili ai distributori per lattine e bottiglie, snack e prodotti freschi che necessitano conservazione entro i 4°C, ai prodotti non food (oltre a macchine professionali per l'Ho.Re.Ca.).
- **Bosch**: il gruppo Bosch opera nei campi della tecnologia industriale e automobilistica, dei beni di consumo e delle tecnologie costruttive e conta nel mondo circa 280.000 collaboratori circa (di cui circa 5.500 in Italia). Il gruppo comprende Robert Bosch GmbH e le oltre 300 società controllate e sedi regionali sparse in più di 60 paesi. Nel 2009 la divisione Bosch elettrodomestici per i professionisti è stata premiata con il "Plus X Award", il prestigioso riconoscimento internazionale, conferito alle aziende che si distinguono per la qualità e l'innovazione dei loro prodotti.
- **Brembo**, fondata nel 1961 e localizzata in provincia di Bergamo, è oggi un'azienda leader sul mercato mondiale nel segmento dei sistemi frenanti che conta, in Italia, circa 5.300 dipendenti (dato al 31.12.2007). Oltre che in Italia, i siti produttivi del gruppo sono localizzati in Polonia, Slovacchia, Spagna, Gran Bretagna, Cina, India, Messico, USA e Brasile. Nel 2007 Brembo ha vinto la prima edizione del Premio Italiano della Meccatronica organizzato da Industriali di Reggio Emilia in collaborazione con L'Impresa, rivista di management de Il Sole 24 Ore e con il Club Meccatronica di Reggio Emilia, come migliore impresa nazionale nel realizzare prodotti innovativi grazie a soluzioni meccatroniche.
- **BTicino** è fra i più importanti produttori mondiali del settore delle apparecchiature elettriche destinate agli spazi abitativi, di lavoro e di produzione. BTicino appartiene al gruppo francese Legrand ed è presente in oltre 60 paesi di tutti i continenti. In Italia, dove incorpora più società e marchi acquisiti nel tempo, conta 9 insediamenti produttivi. Nel 2001 Bticino ha lanciato il sistema domotico My Home, dove ogni componente è progettato in modo da essere compatibile con le diverse apparecchiature e impianti presenti nello spazio abitato, allo scopo di semplificare, rendere più flessibile ed economica la gestione delle attività quotidiane.
- **Fiat Powertrain Technologies (FPT)** è una società del Gruppo FIAT. Il centro di progettazione, sviluppo e applicazione dei motopropulsori ad alta performance è localizzato ad Arese (MI). La ricerca mira, fra l'altro, a sviluppare motopropulsori alternativi e che rispettino l'ambiente. Con una vastissima gamma di prodotti, FPT è presente a livello mondiale, sia con stabilimenti produttivi che commerciali.
- **KONE** è una delle maggiori società a livello mondiale nella progettazione, produzione e manutenzione di ascensori, scale e tappeti mobili. Inoltre, è leader nei servizi per le porte automatiche per edifici. L'azienda è presente in più di 50 paesi con 800 sedi. Gli addetti sono 32.500. Ha al suo attivo 2.600 brevetti per ascensori e scale mobili. In Italia è presente con uno stabilimento produttivo in provincia di Milano.
- **Magneti Marelli** è un'azienda internazionale leader nella progettazione e produzione di sistemi e componenti ad alta tecnologia per autoveicoli con sede a Milano Corbetta. Con circa 33.000 addetti e 67 siti produttivi (80 unità produttive), 10 centri di Ricerca e Sviluppo e 28 Centri Applicativi, il gruppo è oggi presente in 18 nazioni e fornisce tutti

i maggiori car makers in Europa, Nord e Sud America e Asia. La divisione di Sistemi Elettronici ha un Ente specifico dedicato alla Ricerca ed Innovazione. L'attività di Ricerca e Innovazione è in parte finanziata dai progetti di ricerca nazionali o Europei, dai clienti ed in buona parte autofinanziata.

- **N&W Global Vending** è un'azienda leader a livello internazionale nel settore vending, che sviluppa e fornisce soluzioni a misura del cliente. Detiene i marchi Necta, Wittenborg e SGL e ha uffici vendita e post-vendita in Argentina, Austria, Brasile, Cina, Danimarca, Francia, Germania, Italia, Polonia, Spagna e Gran Bretagna. La produzione viene realizzata in Italia (provincia di Bergamo) e in Danimarca. Oggi il Gruppo N&W occupa circa 1.600 dipendenti, di cui 1.000 in Italia.
- **Schindler** opera nella progettazione, produzione, vendita, installazione e manutenzione di sistemi di elevazione (ascensori, scale e tappeti mobili), con particolare attenzione alla sicurezza, al comfort, nonché all'ambiente. Nasce nel 1874 in Svizzera (a Lucerna) e oggi è una multinazionale con società presenti in tutti i continenti che impiega più di 45.000 dipendenti a livello globale. In Italia conta circa 1.100 dipendenti ed è presente con una rete capillare su tutto il territorio nazionale attraverso 13 filiali e 14 uffici territoriali. Attraverso la divisione Marine, Schindler Italia resta la principale fornitrice di ascensori, scale e tappeti mobili per il mercato delle navi da crociera e mega yacht nel mondo.
- **Siemens** è un gruppo multinazionale che opera nei campi dell'automazione industriale e civile, dell'energia, dei trasporti, del medicale, dei sistemi d'illuminazione e delle soluzioni ICT. In Italia, dove è presente da oltre un secolo, ha sede a Milano e conta 8 centri di ricerca, alcuni dei quali di competenza mondiale per Siemens, e 5 stabilimenti produttivi. I dipendenti a livello mondiale sono quasi 400.000, quelli in Italia 6.900.
- **ST Microelectronics** è uno dei più grandi produttori mondiali di componenti elettronici, usati soprattutto nell'elettronica di consumo, nell'auto, nelle periferiche per computer, nella telefonia cellulare e nel settore cosiddetto "industriale". Ha sede ad Agrate Brianza, e all'estero è presente in Francia, Malta, Stati Uniti, Cina, Marocco, Singapore e Malesia. Sin dalla sua nascita, la ST ha stabilito una rete mondiale di alleanze strategiche che comprendono anche lo sviluppo di prodotti con alcuni clienti chiave, lo sviluppo di tecnologie con clienti e altri produttori di semiconduttori, e alleanze con i principali fornitori per lo sviluppo di apparecchiature e CAD. A complemento di queste collaborazioni industriali vi è una vasta gamma di progetti di ricerca con le principali Università e istituti di ricerca di tutto il mondo.
- **Whirlpool** è una multinazionale leader nella produzione e nella commercializzazione di grandi elettrodomestici, quali forni, frigoriferi, congelatori, lavatrici, asciugatrici, lavastoviglie. Conta più di 80.000 dipendenti ed oltre 60 centri di produzione e ricerca tecnologica in tutto il mondo. La sede italiana è in provincia di Varese ed è responsabile per tutte le attività di ricerca del gruppo a livello Europeo.

Il *sistema* della meccatronica milanese e lombardo è inoltre ricco di imprese di piccole e medie dimensioni, appartenenti a diversi settori. Fra queste figurano, ad esempio²⁰:

- **Balance Systems**, localizzata in provincia di Milano, conta circa 80 dipendenti e produce macchine impiegate nel collaudo elettrico e nell'equilibratura di indotti e parti rotanti, e sistemi ausiliari di misura e controllo per macchine utensili. I suoi clienti sono le industrie dei motori elettrici, automobilistiche, aeronautiche, ferroviarie e da loro

²⁰ Anche in questo caso le informazioni riportate sono tratte dai siti internet delle imprese.

fornitori di parti; da fabbricanti di ventole e turbocompressori; da costruttori di macchine rettificatrici, di mandrini e portautensili, di cuscinetti, di stampi e dalle officine meccaniche di precisione. Possiede uffici in diversi paesi – Francia, Germania e USA – e una rete di rappresentanti.

- **CMS SpA** (Costruzioni Macchine Speciali) è a capo di CMS Industries, che controlla 3 aziende, con 4 filiali e una rete commerciale presente in tutte le aree del mondo. CMS Industries produce centri di lavoro a CNC, termoformatrici, robot di taglio, sistemi di taglio a getto d'acqua. I prodotti di CMS concorrono a produrre navette spaziali, aeromobili militari e civili, auto di Formula 1, da competizione e stradali, barche di Coppa America e yacht, generatori eolici e altro.
- **Colombo Filippetti** è un'azienda produttrice di camme e meccanismi a camme. Si occupa della produzione progettazione e produzione di meccanismi che, per mezzo di camme, trasformano un moto continuo in un moto governato da una legge di moto predefinita. L'azienda è leader europea nel settore dei meccanismi a camme per l'automazione industriale. Ha ottenuto dal "United States Patent and Trademark Office" il brevetto per l'applicazione di una camma sferica doppia per l'azionamento dei manipolatori lineari utilizzati su macchine di assemblaggio, principalmente, nei settori automotive, farmaceutico e cosmetico.
- **Cosberg** è localizzata in provincia di Bergamo e conta circa 60 dipendenti. Costruisce macchine e moduli per l'automazione dei processi di montaggio e ha filiali in Francia, Slovenia e in Brasile. I sistemi realizzati da Cosberg sono utilizzati in tutti i principali ambiti dell'industria, dal settore elettro-meccanico, alla componentistica per auto, alla produzione generazione di accessori per mobili, alla produzione di elettrodomestici, all'elettronica. L'azienda ha oltre 15 brevetti depositati, tra cui spiccano gli autodistributori elettroresonanti Piezo.
- **IMS Deltamatic** progetta e costruisce macchine speciali, in particolare macchine per il converting di bobine, con soluzioni ad hoc per i clienti. L'impresa conta circa 180 addetti, metà dei quali tecnici specializzati, e ha due sedi in Italia (in provincia di Bergamo e in provincia di Lecco) e un'area produttiva negli Stati Uniti (vicino a Detroit).
- **Frattini** è un'azienda impegnata nella realizzazione di macchinari e impianti per i più svariati settori produttivi, tra i quali il tessile, la gomma, il calzaturiero, carta e stampa, l'imballaggio metallico (in questo ramo, l'azienda è leader mondiale nella produzione del macchinario per la deformazione, mediante trafilatura e conificatura, dei contenitori monoblocco in alluminio). L'azienda ha uno staff di 250 persone ed è anche attrezzata con un servizio di engineering (progettazione e industrializzazione di progetti).
- **Giovenzana** è un'azienda leader che produce componenti per la sicurezza, il comando, il controllo, la movimentazione, l'automazione, il sollevamento, la manutenzione di utenze mobili industriali. I prodotti sono sottoposti alla omologazione presso gli Underwriters Laboratories Inc. per l'ottenimento e la concessione del marchio UL. L'azienda ha due stabilimenti produttivi: uno in provincia di Lecco e l'altro in Ungheria.
- **Logika Control** è una società di progettazione e produzione di controlli elettronici per il settore industriale, che nasce dall'aggregazione di diverse professionalità maturate nel settore dell'elettronica industriale. Parte importante dell'attività aziendale è rivolta alla progettazione e realizzazione di soluzioni custom. L'azienda ha sviluppato una propria serie di controlli elettronici per la gestione di compressori aria, sale compressori, sale pompe (per il vuoto, pompe acqua, pompe aria) e per la registrazione delle temperature.

- **Scaglia INDEVA** è un'azienda specializzata nella progettazione e nella produzione di manipolatori industriali. È l'unico produttore europeo ad offrire intelligent devices for handling – manipolatori industriali intelligenti a controllo elettronico – per la movimentazione manuale dei carichi, ovvero a proporre un'evoluzione dei manipolatori industriali tradizionali. Scaglia Indeva è situata in provincia di Bergamo, dove conta circa 120 dipendenti, e ha filiali negli USA, in Germania, Inghilterra e Francia.
- **Persico** produce stampi in alluminio e acciaio e stampi rotazionali in alluminio. Crea sistemi completi di automazione per il settore automobilistico e per quello dello stampaggio rotazionale. Realizza anche progetti per il settore nautico, partendo dal design fino alla realizzazione del prototipo.
- **Promatech** è una azienda presente in vari settori e in particolare in quello meccano-tessile. L'azienda fa parte di un gruppo di recente costituzione, Itema Group, che svolge attività nel settore meccanotessile e in quello dell'elettronica industriale, suddivise in tre rami distinti: tessitura (Promatech, Sultex, First, Fimtextile); roccatrici (Savio) ed elettronica (Eutron, Saar).
- **Vimercati** è un'azienda localizzata nel milanese e impegnata nella progettazione, industrializzazione e produzione di componenti elettromeccanici ed elettronici, di interruttori, moduli, complessivi mecatronici e dispositivi integrati per il mercato dell'auto. I componenti sono destinati al primo equipaggiamento, e vengono forniti direttamente a clienti finali quali Bmw, Rolls Royce, Volkswagen, Psa, Renault, Fiat, Alfa Romeo, Iveco, Pininfarina, Ferrari.
- **ZD Mechatronics** è un'azienda di servizi in campo mecatronico che fornisce supporto alla prototipazione. Partendo dai file gerber e/o dai disegni meccanici, acquista i materiali e realizza interamente il prototipo, sia nella parte elettronica che nella parte meccanica.

Le interviste svolte presso quattordici imprese²¹ hanno fatto emergere come la mecatronica rappresenti uno dei fattori che più consente di essere competitivi, performanti e di raggiungere quindi posizioni di eccellenza e leadership nei rispettivi segmenti di mercato. Il fatturato delle imprese intervistate che “fanno mecatronica” ha infatti visto, negli ultimi tre anni, un andamento quasi sempre di segno positivo. Solo in un caso è stata registrata una dinamica negativa, mentre in un altro caso la dinamica è risultata stabile. Di rilievo anche la loro performance esortativa: nella gran parte di casi si registra una quota di export sul fatturato superiore al 50%, e in qualche caso superiore al 90%. Solo in un caso la quota di export sul fatturato è più bassa, attestandosi sul 45%. La dinamica dell'export negli ultimi tre anni, inoltre, è risultata quasi sempre in aumento o quantomeno stabile.

L'Europa è generalmente la principale area geografica di sbocco dei prodotti di queste imprese; in particolare, la Germania viene frequentemente indicata come uno dei mercati esteri in cui si esporta di più. Questo è un dato significativo, se si considera che è proprio in Germania che, soprattutto per quanto riguarda la meccanica strumentale, sono presenti i competitor più agguerriti. Le imprese della mecatronica milanese e lombarda, tuttavia, presidiano con i loro prodotti diverse aree nel mondo: Russia, Sud-America e Cina sono tra le macro-aree geografiche extra-europee verso le quali le imprese esportano con maggior frequenza. Inoltre, le imprese intervistate hanno spesso posizioni consolidate di leadership globale sui rispettivi segmenti di prodotto.

La questione dimensionale non appare rilevante per la capacità di “fare mecatronica”. La capacità di progettare e realizzare dispositivi mecatronici in modo competitivo è stata

²¹ L'elenco delle imprese e degli enti intervistati è riportato nell'allegato A.

rilevata sia in grandi che in piccole e medie imprese, nonostante i problemi specifici che la piccola dimensione comporta. La quota di fatturato investita in ricerca e sviluppo generalmente non scende al di sotto del 4%. In qualche caso si raggiunge un livello relativo di investimento particolarmente elevato, anche pari all'8%. Questo è un dato abbastanza significativo e coerente con l'idea emersa nel corso dello studio che la tecnologia meccatronica richiede una considerevole mobilitazione di risorse e competenze "a monte", ovvero in fase di concept e progettazione.

Nel campo della **meccanica strumentale**, la meccatronica è il principale "terreno di battaglia" per diversi produttori milanesi e lombardi e ha consentito loro di potenziare sensibilmente la qualità delle prestazioni e la produttività delle loro macchine, rafforzando dunque la loro competitività.

Nell'area di Milano è per esempio localizzato dei più importanti player multinazionali della **robotica** e dei **sistemi di automazione** che, con la sua filiale italiana si occupa di innovazione tecnologica nei sistemi di distribuzione in bassa e media tensione e detiene la leadership tecnologica per i quadri di distribuzione isolati in aria, per gli interruttori isolati in gas, per gli interruttori scatolati e aperti di bassa tensione, per gli interruttori magnetotermici differenziali, per i motori per ambienti a rischio di esplosione in media tensione, per i sensori di pressione ed i trasmettitori e per la ricerca e sviluppo di prodotti per sistemi di automazione per la generazione. La meccatronica evidentemente rappresenta, per questa impresa, un fattore chiave di competitività, presente in molte delle sue produzioni, a partire dai robot fino ai sistemi "intelligenti" di *process automation*, e l'attività di ricerca si collega direttamente allo sviluppo di tali produzioni. In particolare, per quanto riguarda la divisione di *process automation*, la ricerca mira a migliorare l'efficienza dei sistemi intelligenti per l'automazione dei processi industriali, con riferimento a tutti i settori dell'industria. La filiale italiana è ritenuta centro di eccellenza per la realizzazione di impianti chiavi in mano nel settore dell'*oil & gas* e di soluzioni di automazione avanzata. Ha acquisito un ruolo trainante nelle attività di ingegneria connesse alla realizzazione di grandi impianti all'estero e ha raggiunto una posizione di leadership nella fornitura di sistemi completi di automazione nelle applicazioni industriali. I sistemi più avanzati, infatti, svolgono e gestiscono in autonomia tutto il processo, partendo dai robot fino ai sistemi informativi (ERP – Enterprise Resource Planning), e vengono prodotti "su misura" per i clienti. Uno degli aspetti della tecnologia meccatronica su cui è impegnata con successo questa multinazionale riguarda la modifica e l'adattamento nel tempo di questi sistemi: i sistemi devono infatti essere spesso adattati a cambiamenti messi in atto dall'azienda stessa sui suoi prodotti o sulla sua attività produttiva. L'attività di ricerca in questo campo mira a rendere questi cambiamenti, questi aggiornamenti, il più "indolori" possibili, minimizzando i tempi necessari e l'impatto sul sistema nel suo complesso.

La meccatronica, costituisce, e costituirà in futuro, un "momento" sempre più decisivo per la competitività dell'impresa, in un mercato che, in particolare in Italia, presenta prospettive di sviluppo notevoli. La tendenza infatti è verso una costante e continua crescita dell'automazione industriale, in particolare presso le PMI, che oggi ne domandano poca, ma che prossimamente con grande probabilità si "attrezzeranno" in questa direzione, con sistemi relativamente semplici e a basso costo, e possibilmente con una struttura "modulare"²², per non perdere competitività.

²² La PMI potrà quindi acquistare un primo modulo del sistema di automazione e poi, successivamente, acquistarne altri, fino a completare il processo di automazione.

Un altro segmento della meccanica strumentale presente a Milano e in Lombardia con imprese di eccellenza è quello delle **macchine per il converting di bobine** – tagliabobinatrici – e delle macchine per produrre e impacchettare rotoli (carta, alluminio, film plastici, poliaccoppiati, ecc.). In questo comparto la tecnologia mecatronica ha consentito di incidere sensibilmente su parametri quali la qualità e la velocità/produttività delle macchine.

La mecatronica ha per esempio consentito di ridurre il margine di tolleranza²³ al di sotto della soglia offerta precedentemente dal mercato, permettendo così di acquisire un vantaggio sul mercato e superare i produttori concorrenti, tedeschi in primo luogo. Nello specifico, investendo sulle parti meccaniche ed elettroniche, si è riusciti a ridurre il livello di tolleranza sulla produzione di rotolini di alluminio fino a 1 mm, laddove i concorrenti si sono “fermati” a 2 mm. La possibilità di incidere su questo parametro è molto apprezzata dagli utilizzatori di queste macchine – per esempio, produttori di sigarette, o produttori di imballaggi per la cucina – considerato anche il costo elevato delle materie prime utilizzate (come appunto l'alluminio).

La mecatronica permette poi di passare dall'oleodinamica all'elettronica, sostituendo uno svolgitore idraulico con uno svolgitore elettronico e andando così incontro alle richieste di riduzione delle perdite di olio espresse dai clienti operanti nella filiera agro-alimentare.

I **manipolatori industriali**²⁴, costituiscono un'altra area della meccanica strumentale in cui la mecatronica ha permesso a qualche impresa del tessuto produttivo locale di portarsi in posizioni di leadership a livello globale. In Lombardia esiste una delle poche realtà produttive specializzata nella produzione di manipolatori elettronici. I manipolatori, infatti, possono essere pneumatici o elettronici, ovvero manipolatori “intelligenti”, gestiti da un software. Nel mondo esistono diversi produttori di manipolatori pneumatici, ma pochi importanti produttori di manipolatori elettronici. L'azienda lombarda è passata alla produzione di manipolatori elettronici recentemente, puntando molto sulla parte software come gestione dei sistemi, e realizzando la progettazione delle schede elettroniche. La produzione di manipolatori elettronici comporta costi elevati, soprattutto in fase di progettazione, ma questi prodotti sono sempre più richiesti in determinati settori perché rendono la movimentazione da parte dell'operatore più agevole e meno usurante. Inoltre, sono necessari in diversi casi perché per ragioni legate alla normativa in materia di sicurezza certe movimentazioni non possono essere manuali. Infine, il loro uso in sostituzione dei manipolatori pneumatici può essere dettato anche da ragioni ambientali.

Altre realtà produttive locali di rilievo della meccanica strumentale sempre più permeate dalla mecatronica possono essere individuate nel segmento delle **macchine per lo stampaggio** che trovano applicazione in svariati settori, quali l'automotive, il legno-arredo e l'agricoltura. Una delle tecnologie utilizzate in questo campo è quella dello stampaggio rotazionale: tipico prodotto sono i corpi cavi in plastica (per esempio, nell'automotive, le taniche dei serbatoi) che possono essere realizzati in modo tradizionale (manuale) o in modo automatico. Lo stampaggio rotazionale automatico costituisce un salto tecnologico recentemente realizzato da un'azienda lombarda, nel quale la mecatronica gioca un ruolo decisivo. Negli impianti di stampaggio rotazionale automatico, infatti, la polvere viene

²³ Espresso in millimetri.

²⁴ I settori di applicazione dei manipolatori industriali sono molto numerosi, e vanno dall'automotive, all'alimentare al tessile. Sostanzialmente, possono essere utilizzati in tutti quei settori i cui processi produttivi prevedono la movimentazione di carichi superiori ai 7-8 chili.

inserita nello stampo in modo automatico, ed esistono dei sensori che rilevano il livello di riempimento, piuttosto che il livello di riscaldamento dello stampo. Il processo quindi, dalla dosatura, alla temperatura, alla durata del tempo ciclo, allo scarico del pezzo, viene interamente controllato dal PLC.

Gli impianti per lo stampaggio rotazionale automatico rispondono bene alle esigenze degli utilizzatori (si tratta generalmente di fornitori *Tir One*) poiché determinano:

- risparmi di manodopera: essendo tutto automatizzato, l'operatore non è più necessario;
- riduzione dei tempi del ciclo produttivo, e dunque aumento di produttività e dei volumi prodotti;
- maggiore capacità di controllo del processo, e quindi maggiore qualità con riguardo a specifici parametri come lo spessore del manufatto (ovvero, la necessità di avere spessori costanti).

Il brevetto di stampaggio rotazionale automatico, completamente italiano, ha impresso un netto vantaggio competitivo (almeno, in questo segmento di prodotto), permettendo di acquisire una posizione di leadership mondiale e una crescita significativa, in un mercato che, tuttavia, considerati anche i costi elevati di tali macchinari automatici, sta ancora “metabolizzando”, lentamente, questa innovazione tecnologica.

Altre posizioni di leadership nell'area della meccanica strumentale sono poi individuabili nella produzione di **macchine per l'equilibratura**. Queste macchine hanno un'applicazione ai settori finali molto vasta: dagli elettrodomestici, ai veicoli industriali, all'automotive. La fase di equilibratura²⁵ interviene per esempio nella produzione di rotori per motore di aspirapolvere, di alternatori per auto, di motori per carrozzelle per disabili, di motori di avviamento di veicoli industriali, di motori per lavatrici, dei turbocompressori per impianti di condizionamento. La meccatronica è oggi usata nella totalità di macchine per l'equilibratura prodotte, ed è quindi decisiva, se non essenziale, per mantenersi competitivi nel settore. Uno dei fattori su cui per esempio la meccatronica ha notevole importanza, e su cui i clienti sono estremamente esigenti, sono i tempi di lavorazione. Le macchine per l'equilibratura “lavorano” un pezzo ogni 4-20 secondi (il tempo di lavorazione per ogni pezzo oscilla tra un minimo di 4 e un massimo di 20 secondi). La meccatronica è decisiva per progettare e realizzare macchine che rispettano con precisione tali tempi di lavorazione richiesti dal cliente.

Notevoli sono poi le applicazioni nel segmento del **vending**, in cui sono presenti sul territorio milanese e lombardo alcuni dei produttori leader a livello mondiale. La meccatronica consente di migliorare diversi parametri decisivi per la competitività nel settore, quali la velocità del funzionamento della macchina, la capacità, la prontezza e l'efficienza dell'assistenza tecnica, l'ampiezza di prodotti/combinazioni di prodotti realizzabili, la qualità dei prodotti. Con riferimento alla velocità, la meccatronica ha consentito per esempio di “parallelizzare” alcune fasi della preparazione della bevanda, e di intervenire sulla fase di inizializzazione, riducendo quindi i tempi di somministrazione del prodotto. Nel *vending* la maggiore rapidità di funzionamento è molto richiesta in

²⁵ La sequenza di azioni/lavorazioni che una macchina per l'equilibratura svolge può essere “scandita” nel modo seguente:

1. misurazione dello squilibrio/vibrazioni;
2. correzione, attraverso o asportazione di materiale (molto più frequente) o aggiunta di materiale (più raro; nei cerchioni delle automobili, per esempio, si aggiungono piombini.);
3. ricontrollo, *check* definitivo.

diversi segmenti di mercato: nel caso di uffici con molto personale; oppure anche in stabilimenti in cui la produzione è organizzata in turni, e in cui gli operai hanno un tempo molto limitato – 10/15 minuti – di sosta, o anche per esempio negli istituti scolastici, dove l'intervallo tra le attività di insegnamento è generalmente limitato. Rispetto poi alla prontezza e all'efficienza dell'assistenza tecnica, un'altra innovazione in cui la mecatronica è rilevante consiste nella possibilità di monitorare costantemente la necessità di interventi straordinari di assistenza sulle macchine, rispetto al “normale” giro dei tecnici, o anche la necessità di ricaricare la macchina tempestivamente²⁶. Si stanno realizzando sistemi di telemetria, ovvero sistemi “intelligenti” che consentono da remoto di capire se è necessario intervenire sulla macchina, e per quale specifico motivo. Il gestore che riceve in remoto la “segnalazione” può così modificare il giro del proprio tecnico, o modificare il giro della propria “flotta” di tecnici che è sempre “sul posto” (questo, per quanto riguarda i gestori più grandi), ossia in prossimità delle locazioni delle macchine. Sempre allo scopo di rendere più efficiente la gestione del caricamento delle macchine, si sta studiando una modifica radicale della sensoristica applicata alle macchine, lavorando in particolare sulla applicazione di sensori di livello. Si pensi, per esempio, facendo riferimento alle macchine per il caldo, a un sensore che informa su quanto caffè è rimasto nel contenitore, che consente di evitare l'improvvisa sospensione nell'erogazione di selezioni a base di caffè (cappuccino, espresso, caffè con cioccolato, ecc.) che rappresentano la maggior parte delle selezioni offerte da una macchina di questo tipo, in particolare dalle macchine “tarate” per paesi come l'Italia: è allora evidente la rilevanza economica di una tale innovazione mecatronica. Rispetto, infine, a un altro fattore di competitività nel *vending* quale la varietà di prodotti e/o di combinazioni di prodotti che una macchina può offrire, innovazioni mecatroniche sono state introdotte al fine di “movimentare”/spostare meglio i prodotti all'interno delle macchine per il freddo. Un esempio è costituito dai “tappetini” che accompagnano i prodotti dai ripiani superiori della macchina, impedendo che precipitino giù rischiando di danneggiarsi; ciò consente di collocare in alto anche prodotti che si possono facilmente rovinare.

Un'altra nicchia in cui la mecatronica consente al tessuto produttivo milanese di raggiungere posizioni di preminenza sul mercato, è il settore dell'**ascensoristica**²⁷. Anche qui, la mecatronica si conferma come una tecnologia appannaggio del settore e che consente di potenziare notevolmente la competitività, incidendo su fattori quali velocità, ottimizzazione dei flussi, e costi. Un esempio di rilievo, recentemente sviluppato, che ha portato un netto vantaggio competitivo all'impresa, è rappresentato da un sistema di ascensori, gestito da un software specifico, che prevede l'uso di un'unica bottoniera al piano. L'utente seleziona il piano a cui intende recarsi servendosi della bottoniera al piano (tutte le persone che sono in attesa dell'ascensore premono il pulsante del piano dove desiderano andare), e il sistema fa arrivare l'ascensore “giusto” (ossia quello che arriverà prima alla destinazione selezionata) in funzione delle richieste che ha ricevuto. Tutte le persone che intendono recarsi allo stesso piano vengono indirizzate verso lo stesso ascensore. Il sistema è gestito da un software che, in funzione del numero di persone in attesa ai vari piani e del piano a cui hanno scelto di andare, manda gli ascensori e ne regola

²⁶ Uno dei rischi più forti per gli utilizzatori delle *vending machines* è infatti quello di avere macchine che funzionano perfettamente, ma che possono esaurire imprevedibilmente determinati ingredienti; ciò può comportare perdite significative, soprattutto in locazioni pubbliche con un elevato numero di utenti, come stazioni o aeroporti.

²⁷ L'area milanese è sede di alcuni dei principali produttori mondiali del settore, che sono presenti in alcuni casi solo commercialmente (e con altre funzioni, quali ufficio tecnico e assistenza), in altri casi anche produttivamente. Va rilevato che l'Italia è uno dei mercati più importanti per il settore.

la velocità. Il vantaggio principale di questo innovativo sistema consiste nell'ottimizzazione dei flussi, attraverso un più veloce smaltimento del traffico, accompagnato da un vantaggio competitivo nei costi, perché il costo corrisponde approssimativamente a quello degli ascensori "tradizionali". È un sistema particolarmente adatto per edifici con un'utenza abituale (per esempio, abitazioni residenziali), perché così risulta più agevole apprendere l'uso. Ha avuto successo di mercato in diversi paesi, tranne che in Italia²⁸.

Per quanto riguarda la **componentistica**, l'eccellenza dell'area milanese e lombarda si esprime per esempio con la presenza di uno dei maggiori gruppi mondiali di **componentistica elettronica per l'automotive**. Il gruppo produce in particolare sistemi intelligenti per la sicurezza attiva e passiva dei veicoli e per la qualità della vita a bordo dell'autoveicolo, nonché le tecnologie relative ai motopropulsori. Nello stabilimento localizzato nell'area di Milano²⁹ si progettano e si producono quadri di bordo e *body* (meccatronica per l'abitacolo). Il gruppo fornisce tutti i maggiori *car-makers* in Europa, Nord e Sud America e Asia; uno dei principali mercati esteri di sbocco delle produzioni italiane è la Germania. Numerosi sono i risultati di eccellenza raggiunti nel campo della meccatronica. Per esempio, il quadro di bordo di uno degli ultimi modelli del maggiore produttore automobilistico italiano, che ha avuto un notevole successo di mercato, come anche il quadro di bordo della Ferrari F1. Rimanendo in tema di Formula 1, l'impresa ha anche progettato il KERS (*Kinetic Energy Recovery System* - sistema di recupero dell'energia cinetica in frenata recentemente introdotto nell'ambito del motorismo sportivo). L'impresa è inoltre fornitore ufficiale anche del Moto GP per quanto riguarda tutta l'elettronica a bordo delle moto. Un altro esempio riguarda il cambio automatico dell'auto (AMT - *Automated Manual Transmission* - Selespeed), che integra meccanica, elettronica ed informatica ed è un esempio riconosciuto di eccellenza. Si tratta di un dispositivo introdotto nella Formula 1 e poi trasferito a costi molto bassi alla produzione di auto "normali" (di varie case automobilistiche). Una centralina elettronica di controllo e un sistema idraulico di attuazione sovrintendono l'uso della frizione e il cambio delle marce, permettendo così al conducente di guidare cambiando marcia senza l'uso della frizione stessa, in modalità sequenziale oppure completamente automatica³⁰. Questo dispositivo consente in altre parole all'auto di "avere il cambio automatico senza avere il cambio automatico": viene infatti automatizzata la leva, si schiaccia un bottone sul volante che fa muovere il cambio e gli ingranaggi (è un robot ad automatizzare, "comandare" la leva del cambio). Il dispositivo migliora anche le prestazioni delle auto. L'ottimizzazione elettronica del cambio delle marce assicura infatti consumi minori rispetto ad una vettura con cambio manuale e conseguentemente minori emissioni inquinanti³¹.

Un ultimo esempio – sebbene più appartenente alla categoria multimedia-telematica – è un sistema progettato e sviluppato per uno dei grandi produttori automobilistici americani, che si sta iniziando a vendere proprio negli USA, per i mezzi usati da categorie professionali/artigianali come gli idraulici. Il dispositivo, collocato sul cruscotto, contiene tutte le informazioni necessarie all'idraulico per le sue missioni. L'utente finale, infatti, chiama un call center, spiega il problema e quando l'idraulico accende il mezzo (*van*) riceve tutte le informazioni trasmesse dal call center riguardanti le missioni che dovrà

²⁸ A causa presumibilmente, del "cambiamento" che impone nei comportamenti e nelle abitudini quotidiane.

²⁹ Altri stabilimenti del gruppo sono localizzati in altre città italiane, tra cui Torino, e in diversi altri paesi.

³⁰ Si veda Fiat Group-Magneti Marelli, *Comunicato Stampa*, 06/09/2007.

³¹ Ibidem.

eseguire nella giornata. Il sistema indica all'idraulico anche quali sono gli attrezzi che deve avere nel *van*: un trasponder verifica cosa è disponibile a bordo della macchina, e segnala cosa manca³².

Sempre nell'ambito della componentistica per la meccatronica, un'altra eccellenza del territorio va certamente individuata in uno dei maggiori produttori mondiali di **semiconduttori**, leader di mercato nella produzione di chip analogici per applicazioni specifiche e dispositivi per la conversione di potenza, nella fornitura di semiconduttori per il mercato industriale, per applicazioni nei decoder satellitari e dei chip MEMS (*Micro Electronic Mechanical Devices*) usati nei sistemi portatili e di elettronica di consumo, come i controller per videogiochi e i telefoni cellulari "smart". La società serve in particolare i settori delle comunicazioni, dell'elettronica di consumo, dei computer, dell'automobile. Lo stabilimento di Milano, nel quale si trovano gli impianti per la lavorazione di fette di silicio, è in particolare concentrato nella produzione per il settore automobilistico e per la robotica. Nella vasta gamma di prodotti offerti, i MEMS³³, costituiscono un esempio di eccellenza nell'ambito della sensoristica³⁴. L'impresa presente nell'area milanese è uno dei principali produttori mondiali che fa ricerca estremamente avanzata in tale campo. È stata una delle prime ad avere una linea di produzione 8 pollici sui MEMS, e ha adattato le linee più moderne di fabbricazione di circuiti integrati standard alla fabbricazione di MEMS. I MEMS hanno applicazioni sempre più ampie e diversificate, il che rende l'eccellenza espressa da questo produttore particolarmente interessante per le future prospettive di mercato. Un esempio di applicazione su beni di consumo finale è costituito dai giochi wi-fi: come, ad esempio, il gioco che simula il tennis. Uno dei dispositivi di questo gioco è un accelerometro che "sente" rileva l'accelerazione impressa dal giocatore al telecomando, e la traduce in segnali per il televisore (nel quale si vede il giocatore di tennis che riproduce lo stesso movimento). Nelle automobili, poi, tutti i sistemi anti-ribaltamento utilizzano accelerometri che rilevano se la macchina non è più in posizione orizzontale e si sta alzando; nel qual caso, il sistema modifica la velocità di ogni ruota in modo che la macchina ritorni nella posizione originaria. Lo stesso vale per i sistemi anti-pattinamento: i MEMS "impediscono" di girare il volante troppo bruscamente. Quindi tutte le volte che interviene un sensore che "sente" la posizione, lo sbandamento, l'accelerazione dell'automobile, si tratta un sensore MEMS.

3.4 Gli attori di "supporto esterno" al sistema

Non esistendo "imprese meccatroniche", non esistono ovviamente associazioni di esclusivo riferimento dell'area analizzata, né a livello nazionale né tantomeno a livello locale. L'UCIMU e l'ANIE, che a sua volta riunisce 11 associazioni di categoria, tra cui spiccano ASSIFER (Associazione Industrie Ferroviarie), AssoAutomazione (Associazione Italiana Automazione e Misura) e l'Associazione nazionale Componenti Elettronici, sono le due associazioni principali che "raccolgono" alcuni dei settori produttivi che più applicano la meccatronica. Le due associazioni non risulta abbiano fin qui prodotto documentazione di studio e ricerca sulla meccatronica, né hanno svolto azioni o interventi mirati.

³² Il sistema è anche in grado di emettere le fatture e registrare i pagamenti.

³³ I MEMS sono costituiti da un accelerometro, ovvero da una leva che ha una dimensione misurabile in termini di micrometri, che si muove nel momento in cui all'esterno vi sono delle vibrazioni.

³⁴ Va sottolineato che i MEMS di per sé non sono meccatronica, ma appartengono al sistema in quanto componenti ad elevato contenuto tecnologico.

Nel campo fieristico, va sottolineato il fatto che a Milano si tiene con cadenza biennale la BIMEC, la Biennale per la meccatronica e l'automazione, che ospita espositori appartenenti a tutte le aree della "filiera" meccatronica, dai produttori di sistemi di visione, misura e controllo, alle imprese che realizzano robot industriali, macchine per il montaggio, la movimentazione e la manipolazione, ai produttori di software e hardware per lo sviluppo di sistemi e prodotti (PLM), fino ai produttori di componenti e accessori e alle imprese che si occupano di lavorazioni e trattamenti vari³⁵. Costituisce dunque un luogo di scambio di conoscenze privilegiato per queste imprese.

4. Le relazioni interne ed esterne al *sistema* della meccatronica

4.1 Le relazioni tra imprese

Dalle indagini sul campo non sono emerse relazioni di natura **orizzontale** particolarmente forti tra imprese nella progettazione e realizzazione di dispositivi meccatronici sia che si tratti di imprese concorrenti che non concorrenti (ovvero, appartenenti a settori diversi e non legate da relazioni di tipo verticale). In generale le imprese percepiscono, hanno la consapevolezza dell'importanza di "fare rete" tra "pari" nell'ambito della meccatronica (in particolare fra PMI) allo scopo di reperire/scambiare con altre imprese quelle competenze che, vista l'ampiezza e la complessità delle discipline coinvolte nella "produzione meccatronica", magari non hanno al loro interno. Tuttavia, "a conti fatti", non vi sono segni tangibili di una capacità "spontanea" di mettersi in rete.

In Lombardia, l'unica esperienza in questo senso, è quella relativa al Consorzio Intellimech che spesso viene menzionato come sostanziale esempio di collaborazione "formalizzata"/"istituzionalizzata" tra imprese, anche concorrenti, nella ricerca e nella progettazione meccatronica a livello pre-competitivo.

Solo nel caso di grandi imprese, che operano a livello globale, sono state segnalate collaborazioni con concorrenti per la realizzazione di attività di ricerca di base. Nel campo dei semiconduttori, per esempio, i costi particolarmente elevati della ricerca di base costringono player concorrenti, anche di grandissime dimensioni, a unirsi per condividere le spese, restando naturalmente sempre ad un livello di ricerca pre-competitivo.

Ampliando comunque l'orizzonte ad accordi di altra natura, non mancano casi di "patti non scritti" fra imprese concorrenti, finalizzati a non "portarsi via" a vicenda il personale. La questione assume una certa importanza, se si considera la rilevanza del ruolo delle risorse umane adeguatamente qualificate nella "produzione meccatronica"³⁶.

Il quadro delle relazioni di natura **verticale**, di filiera, per esempio tra imprese di applicazione della meccatronica e imprese della componentistica risulta invece decisamente più ricco ed articolato. Le collaborazioni fornitore-cliente sono molto diffuse e sono importanti per diversi motivi: in primo luogo, perché contribuiscono in modo

³⁵ Cfr. www.bi-mec.it, la sezione "repertorio tecnologico".

³⁶ In qualche altro caso, poi, sono stati rilevati accordi di natura commerciale tra concorrenti destinati al reciproco supporto nell'accesso a determinate aree geografiche per i propri "prodotti meccatronici". E' stato per esempio segnalato, da parte di una impresa della meccanica strumentale, un accordo con un grande produttore americano, leader negli USA, posizionato però su un prodotto tecnologicamente meno avanzato, affinché procacci contratti per i prodotti dell'impresa in questione negli Stati Uniti, in cambio di un impegno a procacciare contratti in Europa (macro-area in cui l'impresa intervistata è leader).

decisivo – sin dalla fase di concezione e progettazione – alla realizzazione del dispositivo mecatronico, anche con soluzioni innovative.

Una delle più recenti innovazioni di tipo mecatronico riguardante la parte motori – la tecnologia MultiAir – introdotta dal principale produttore automobilistico italiano (nonché uno dei produttori leader a livello europeo e mondiale), è stata realizzata in partnership con fornitori di primo livello: un grande produttore di elettronica, localizzato con alcuni stabilimenti in Piemonte e in Lombardia; e una società tedesca, per la parte idraulica.

Restando nella filiera dell'automotive, nella produzione di pneumatici alcune grandi realtà produttive milanesi e lombarde hanno recentemente lanciato una collaborazione tecnologica finalizzata allo sviluppo di soluzioni all'avanguardia. Verrà infatti sviluppato uno pneumatico intelligente, integrato con i sistemi di controllo elettronici forniti da uno dei partner e con i sistemi frenanti evoluti forniti dal produttore leader mondiale di sistemi frenanti. Una tale collaborazione consente così di realizzare soluzioni tecnologiche ad hoc di eccellenza, mirate ad aumentare la performance e la sicurezza del prodotto.

Nel settore del *vending*, la partnership con i fornitori, in particolare per la parte hardware (meccanica e plastica) dei prodotti, inizia “a monte”, e riguarda la progettazione e il design del prodotto (co-progettazione/co-design). Inoltre, la progettazione viene spesso svolta anche in collaborazione con società specializzate: studi di progettazione e consulenti.

Secondo alcune imprese della meccanica strumentale, il contributo dei fornitori – in particolare, degli uffici tecnici – è strategico: i fornitori sono coloro che conoscendo bene la gamma dei prodotti/macchine, possono offrire i migliori suggerimenti su innovazioni, modifiche da introdurre sia nel campo della meccanica che dell'elettronica e della sensoristica. In secondo luogo, le collaborazioni verticali permettono di acquisire quella parte di know-how tecnologico rilevante per la mecatronica che l'impresa al proprio interno non possiede. Si realizza dunque tra fornitore e cliente quel flusso/trasferimento di specifiche conoscenze tecnologiche che non si osserva tra aziende di pari livello. Nel comparto dei manipolatori industriali, per esempio, partendo dal rapporto con i fornitori è possibile acquisire un prezioso know-how in fatto di software per la progettazione e per la gestione delle macchine.

Le collaborazioni verticali, dunque, risultano particolarmente utili al fine di acquisire un vantaggio competitivo connesso alla mecatronica e sono spesso foriere di innovazioni rilevanti, ovvero di “idee nuove” tali per cui, in termini di salto tecnologico che sono in grado di “imprimere” ai prodotti, non vengono ritenute inferiori alle collaborazioni di alto livello con Università e centri di ricerca.

In sostanza, adottando una prospettiva di analisi settoriale più ampia, si può affermare che questa catena di collaborazioni verticali alla fin fine di fatto estende lo sviluppo del progetto mecatronico a tutta la filiera produttiva. Il caso dell'applicazione della mecatronica nell'automotive italiano, che a Milano e in Lombardia vede localizzati alcuni degli anelli – di eccellenza mondiale – a monte della filiera, è in questo senso nuovamente emblematico.

La catena di soggetti che operano nella filiera della mecatronica per l'automotive, andando a ritroso, è la seguente (si fa riferimento alla produzione di motori):

- il produttore di motori
- il produttore di centraline elettroniche;
- il produttore di elettronica (chip).

La realizzazione dell'elettronica per il motore, che racchiude "l'intelligenza del motore", è il risultato della collaborazione di questi tre soggetti. Il processo di co-progettazione e co-design parte infatti dai parametri riguardanti l'applicazione finale (il motore), quali, geometria, temperatura³⁷ e peso. In funzione di questi parametri viene disegnata e progettata la centralina elettronica adeguata. La centralina, contenente una scheda elettronica, viene a sua volta progettata tramite il dialogo/collaborazione tra il produttore di componenti elettronici (chip) e il produttore di centraline elettroniche. La collaborazione fra il produttore di centraline elettroniche e il produttore di chip localizzati nell'area milanese è stata così stretta che ha portato alla formazione spontanea di un gruppo comune tra i progettisti delle due aziende: entrambi si occupavano di elettronica, e i progettisti del costruttore di centraline portavano dentro questo gruppo comune le necessità e le indicazioni di tipo meccanico. Un chiaro esempio dunque di due aziende diverse, che "dialogano" per il progetto mecatronico.

L'ampia e forte collaborazione lungo la filiera emerge anche in specifici "poli" della mecatronica regionale, come l'area di Brescia dove si rileva, da parte degli imprenditori appartenenti alla filiera della meccanica strumentale, una propensione "spontanea" ad aggregarsi. Si è rilevato l'esempio di gruppi di circa 7-8 piccole e medie imprese (una che fa componentistica, una produce stampi, una fa automazione, ecc.) che si sono unite per realizzare progetti mecatronici innovativi. Se in alcuni casi si è trattato di aggregazioni sorte per intercettare finanziamenti pubblici, in altri casi il collante fondamentale è risultato essenzialmente essere la fiducia fra gli imprenditori.

4.1.1 La dimensione territoriale del network di fornitura: reti "lunghe" o reti "corte"?

Dai colloqui con gli imprenditori è emerso che la geografia del network di fornitura delle "imprese mecatroniche" dipende non tanto dalla localizzazione territoriale dei fornitori, quanto piuttosto dalla tipologia di componenti e/o lavorazioni fornite (ovvero, se si tratta di componentistica meccanica o elettronica, o di sensoristica).

Per le imprese di dimensione media o piccola, la meccanica (per esempio, la carpenteria metallica), l'elettromeccanica (per esempio, i motori elettrici) e l'elettronica sono gli ambiti in cui i fornitori più generalmente vengono individuati nel contesto locale. Il tessuto di fornitori locali in questi campi, oltre ad avere un vantaggio localizzativo, viene considerato molto consistente e di qualità. La particolare flessibilità e disponibilità dei fornitori locali ad adeguarsi alle esigenze dei clienti è, in generale, una caratteristica molto apprezzata.

Il territorio in qualche caso è anche il terreno privilegiato che "fornisce" quelle relazioni informali che contribuiscono alla nascita e allo sviluppo di "prodotti mecatronici" molto innovativi. Nel caso della meccanica strumentale, per esempio con riferimento alla produzione di macchine per lo stampaggio, è nel territorio che si sono inizialmente trovate, informalmente, quelle idee, quei consigli, quei suggerimenti – da parte di imprenditori, fornitori, consulenti – decisivi per la concezione e realizzazione di un macchinario completamente innovativo che ha consentito di guadagnare posizioni di leadership.

Per quanto riguarda la sensoristica, invece, i fornitori spesso non sono localizzati in Lombardia; anzi, in diversi casi sono localizzati in altri paesi. Ciò accade anche nell'ambito

³⁷ La specificazione di questi parametri da parte dell'utilizzatore finale è fondamentale per poter progettare l'elettronica a monte della catena produttiva. Sapere per esempio qual è la temperatura a cui lavorerà il componente elettronico collocato nel motore, consente di definire la tecnologia, i materiali, ecc.

della componentistica in plastica. In fatto di software, nella gran parte dei casi le imprese indicano che non si servono all'esterno, ma sono esse stesse a svilupparlo internamente.

Per le grandi imprese che operano nella meccatronica, al contrario, il legame territoriale risulta invece generalmente debole. A poche imprese, che pur tuttavia ribadiscono che il grosso dei fornitori, seppur non locali, sono localizzati in Italia, si contrappone una pluralità di imprese che considera il territorio una variabile non rilevante per l'individuazione del fornitore. Nel segmento dei sistemi "intelligenti" di *process automation*, per esempio, la localizzazione non risulta essere un elemento che viene preso in considerazione al momento della scelta del fornitore. I fornitori, che sono gestiti attraverso una sorta di "albo dei fornitori" da un ufficio *supplyment*, vengono scelti innanzitutto sulla base del rapporto qualità/prezzo, e sono localizzati in diversi paesi. Anche nel caso di una grande impresa di componentistica elettronica la rete di fornitura è su scala globale, e quindi il problema della localizzazione non sussiste.

Del resto, anche per diverse PMI impegnate nella produzione di macchinari industriali sono di primaria importanza altre caratteristiche dei fornitori quali la capacità tecnologica e la qualità, a scapito della localizzazione.

4.2 Le relazioni tra imprese e mondo della ricerca: il problema del dialogo tra PMI e Università

Le relazioni tra imprese e mondo della ricerca è stato uno dei punti più discussi dagli interlocutori intervistati nell'indagine sul campo. La questione della creazione e del consolidamento di relazioni forti tra mondo della ricerca e imprese è infatti molto sentito dalle imprese, in particolare dalle **PMI**, che spesso devono necessariamente cercare all'esterno il complesso e diversificato know-how utile per sviluppare nuove soluzioni in campo meccatronico.

La relazione tra le **grandi imprese** della meccatronica locale e regionale e il mondo della ricerca, in particolare le Università locali, invece, non appare problematica. Le grandi imprese sono infatti caratterizzate da numerose e consolidate collaborazioni con istituzioni universitarie, italiane e straniere. Nel campo per esempio, dei sistemi "intelligenti" di *process automation*, vi sono collaborazioni con diversi enti localizzati in Lombardia, tra cui il CESI (Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano), il Politecnico di Milano, l'Università di Bergamo, oltre che con enti di ricerca in altre regioni e in altri paesi.

Nella filiera della meccatronica applicata all'automotive, molto sviluppata tra le aree di Torino e Milano, tra le tante relazioni nazionali ed internazionali attivate³⁸ dalle imprese, vi sono rapporti molto intensi ed efficaci con le Università locali (Politecnico di Torino e Milano) e con i centri di ricerca. Nel caso di un grande gruppo di componentistica elettronica per l'automotive, ogni stabilimento produttivo ha le proprie partnership con le Università locali. In particolare in uno stabilimento produttivo, l'accordo con l'Università locale ha perfino condotto alla localizzazione di una "filiale" dell'Università all'interno dello stabilimento stesso, al fine di accrescere la simbiosi di competenze tra i due soggetti, e di affiancare più tempestivamente ed efficientemente l'impresa nella realizzazione dei propri progetti di ricerca e sviluppo.

³⁸ Una numerosità spiegabile anche con la complessità dell'automotive, che richiede l'attivazione di rapporti in varie direzioni.

Questa molteplicità e robustezza di relazioni fra Università e grandi imprese è confermata dalle stesse Università della regione, in particolare dal Politecnico di Milano. Le relazioni del Politecnico di Milano con il sistema produttivo sono infatti caratterizzate dal fatto di essere prevalentemente relazioni con aziende di grandi dimensioni, di natura nazionale ed internazionale (multinazionali). Fra i progetti di maggior rilievo, che possono riguardare sia la ricerca che lo sviluppo di prodotti³⁹, sono stati citati quelli effettuati con: Ferrari, FIAT, TRW, Bosch per l'automotive; Agusta Westland, per l'aerospaziale; Trenitalia, Bombardier, Alstom, per il settore ferroviario; Indesit, per il settore degli elettrodomestici, e poi altri grandi player come ABB, CIFA, Citylife, Enel (per i generatori eolici)⁴⁰.

Questi rapporti nella gran parte dei casi tendono a consolidarsi/rafforzarsi nel lungo periodo, in ragione della qualità della risposta offerta dall'ente universitario milanese. I rapporti dell'ateneo milanese con le grandi imprese iniziano infatti generalmente nel momento in cui esse "lanciano" collaborazioni con una pluralità di istituti di ricerca sparsi in Italia e all'estero (fra cui, ovviamente, lo stesso Politecnico). In una seconda fase, sperimentata la professionalità della risposta e la competitività del servizio offerto, diverse di queste aziende mantengono/"fidelizzano" il rapporto con il Politecnico. Solo in particolari casi la collaborazione si interrompe, e cioè quando i tempi della produzione sono troppo stretti per i tempi della ricerca universitaria. Nel caso, per esempio, del rapporto con la Ferrari, il Politecnico ha ridotto l'attività di ricerca nell'ambito della gestione sportiva e svolge invece ricerca più nell'ambito della ricerca metodologica.

Il discorso cambia invece per il rapporto degli enti di ricerca con le **piccole e medie imprese** del *sistema* della meccatronica locale e regionale. Per alcune delle PMI intervistate, innanzitutto, la relazione con il mondo della ricerca, universitario e non, è stata avviata recentemente, segno che fino a pochi anni fa il problema di come interfacciare Università e PMI in realtà neanche si poneva. Alcune imprese sono però ancora in fase di "prospezione" in questo ambito, nel tentativo di costruire un network di relazioni stabili e affidabili. Altre invece registrano un sistema di relazioni con la ricerca più ampio, anche se non paragonabile a quello delle grandi imprese.

Una prima importante criticità che è emersa riguarda i tempi e i costi. Per molte PMI le esigenze di tempi e costi dell'azienda vengono recepite con difficoltà dal mondo universitario. La capacità di risposta nel breve e medio termine, che è l'orizzonte su cui si muovono generalmente le attività di progettazione di queste imprese, non sembra essere sempre all'altezza delle esigenze da esse manifestate. Per esempio, nel caso di una impresa del *vending*, il ciclo di progettazione, che non può superare i 3 anni, risulta "incompatibile" con i tempi della ricerca universitaria. In questo senso il paragone con il Fraunhofer Institut tedesco, considerato un esempio di professionalità e prontezza nella risposta alle domande di ricerca delle imprese, è stato alquanto frequente.

In secondo luogo, le esigenze aziendali in termini di utilizzabilità pratica dei risultati della ricerca spesso non vengono "capite" dal mondo della ricerca. Le "PMI meccatroniche" del territorio lamentano dunque una insufficiente capacità del mondo della ricerca di offrire risposte immediatamente implementabili.

Una terza criticità fa invece riferimento alla comunicazione tra i due "mondi". Secondo le "PMI meccatroniche" del territorio, non vi è una adeguata informazione, presso le imprese,

³⁹ Non solo nell'ambito della meccatronica.

⁴⁰ Circa il 60% del fatturato del Dipartimento di Meccanica proviene da progetti realizzati per il settore privato, il 25% circa da contratti europei, il 10% dal settore pubblico e il 5% dall'attività di formazione.

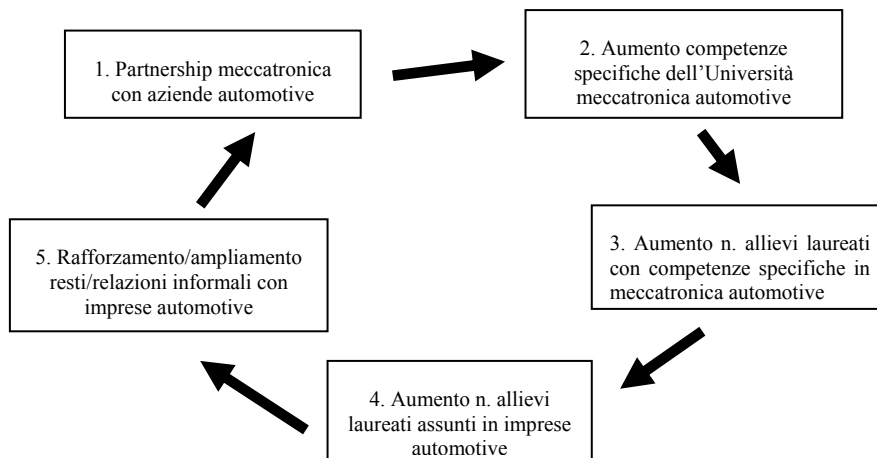
sulle attività di ricerca svolte dalle Università italiane. Alcuni imprenditori infatti lamentano di non avere informazione su chi – quali Università, quali centri e gruppi di ricerca – detiene il know-how nelle rispettive aree di interesse. Tutto ciò contribuisce quindi a costruire da parte delle PMI una immagine della ricerca approssimativa, semplificata, e completamente slegata dalla possibilità di applicazioni pratiche.

Infine, una quarta criticità riguarda la difficoltà di contatto e di accesso, da parte delle PMI, al mondo dell'Università e della ricerca. Le Università italiane, agli occhi del piccolo e medio imprenditore del settore, sono viste come “isole chiuse”, a cui spesso si accede solo attraverso contatti informali con singoli docenti, da cui poi eventualmente matura una collaborazione di tipo formale.

Questo insieme di criticità del rapporto PMI-ricerca viene sostanzialmente confermato anche “dall'altra campana”, ovvero dalle testimonianze raccolte nel mondo della ricerca universitaria, sebbene il quadro non sia univoco.

Per quanto concerne il Politecnico di Milano, le relazioni con le PMI non mancano, ma sono appunto limitate da problemi di scarsa informazione sulle attività di ricerca nella meccatronica svolta dagli istituti universitari. Vi sarebbe altresì una sorta di “pregiudizio” che deriva dalle problematiche generali del mondo universitario che spesso vengono discusse pubblicamente (per esempio, il tema delle carriere accademiche e della qualità del corpo accademico). Tuttavia, le PMI che “entrano in contatto” e collaborano con il Politecnico nella gran parte delle volte vengono “fidelizzate”, al pari delle grandi imprese, rivelando dunque indirettamente l'eccellenza della collaborazione con l'istituzione universitaria milanese.

L'esperienza del Politecnico conferma che la collaborazione con le PMI, almeno inizialmente, è informale. In assenza di canali formalizzati, si innescano infatti meccanismi alternativi di contatto tra i “due mondi”, come quello degli ex-allievi che trovano sbocco nelle PMI della meccanica e di altri settori affini. Gli ex-allievi spesso si rivolgono a docenti del Politecnico, in un primo momento in maniera informale, per la soluzione di problemi contingenti e circoscritti incontrati nella loro attività. Successivamente, il rapporto si consolida e magari si formalizza nel momento in cui l'ex-allievo acquista un ruolo più importante, di responsabilità, all'interno dell'impresa. Ciò consente di attivare partnership non più occasionali e limitate alla soluzione di specifici problemi, ma piuttosto orientate allo sviluppo di nuovi progetti particolarmente innovativi, che richiedono la realizzazione di attività di ricerca e studio approfondite e organizzate. Questo canale di relazione tra Università e impresa, dapprima informale e poi formale, mette in moto un circolo virtuoso, illustrato nel diagramma di seguito, che rafforza gli skill specifici del Politecnico nel campo e il capitale umano specifico a disposizione delle imprese del settore presenti sul territorio.

Fig. 4.1 – Il circolo virtuoso della collaborazione:

L'esperienza dell'Università di Brescia descrive invece una situazione di minore problematicità nella collaborazione fra Università e PMI. Il tessuto di PMI bresciane, nel quale la meccanica strumentale gioca un ruolo importante, "domanda molta meccatronica" all'Università di Brescia. In particolare, settori come quello dei sistemi d'arma, del bio-medicale (sistemi di riabilitazione derivati dalla robotica), della componentistica (motori intelligenti, sensori a bordo del sistema, ecc.). Le partnership, non solo con le grandi imprese presenti sul territorio ma soprattutto con le PMI, sono dunque molteplici e consolidate. I problemi di informazione, comunicazione e "dialogo tra i due mondi" a Brescia non sembrano emergere, quantomeno in misura stridente. L'organizzazione tipicamente distrettuale del tessuto produttivo bresciano, e dunque l'intensità di relazioni tra attori imprenditoriali e istituzionali, probabilmente contribuisce a spiegare questo dato "eccezionale".

Come il Politecnico, anche l'Università di Brescia conferma che il canale degli ex-allievi è particolarmente efficace nel "portare la PMI all'Università", e quindi nell'attivare relazioni feconde nel campo della meccatronica.

Nell'ambito dell'analisi del ruolo del mondo della ricerca nelle relazioni del sistema della meccatronica, una ultima annotazione va fatta in merito alle relazioni interne ad esso (tra enti di ricerca). In questo senso, sfruttando il database QuESTIO (Quality Evaluation in Science and Technology for Innovation Opportunity)⁴¹, è stato possibile guardare ai diversi progetti realizzati o in corso di realizzazione e delineare la geografia delle "relazioni" di un insieme di centri di ricerca selezionati nel campo delle tematiche ritenute rilevanti per la meccatronica⁴². In due terzi dei casi si tratta di collaborazioni con istituti, enti o imprese localizzate sul territorio nazionale, mentre in un terzo di casi le collaborazioni avvengono con altri paesi, prevalentemente europei. Fra questi ultimi, quelli più "gettonati" sono la Francia, la Germania e il Regno Unito, mentre fra i paesi extra-europei spiccano gli Stati Uniti.

⁴¹ Uno strumento online (www.questio.it) ideato da Regione Lombardia - IRER che contiene un repertorio dei suoi Centri di Ricerca e Trasferimento Tecnologico (CRTT) attivi in Lombardia. Per ulteriori dettagli sul data base QuESTIO e sulla metodologia adottata si rimanda a pag. 40 del presente rapporto.

⁴² A Milano e in altre province della regione sono stati individuati circa 25 centri di ricerca, collegati a università o di carattere privato, la cui attività si inserisce nel *sistema* della meccatronica.

5. I servizi meccatronici: un nodo cruciale nel sistema/filiera della meccatronica

I servizi meccatronici appaiono come un segmento completamente nuovo, e in potenziale sviluppo, nel *sistema* della meccatronica. È un'area la cui consistenza va ancora effettivamente verificata, ma di cui è già possibile dire che, nell'area di Milano, esiste l'unica esperienza imprenditoriale specifica fin qui osservata in Italia. Un dato che potrebbe rivelare di per sé un'eccellenza del tessuto produttivo milanese orientato alla meccatronica, capace appunto di “partorire” in anticipo rispetto ad altre aree un nuovo specifico segmento produttivo. La realtà aziendale cui si fa riferimento⁴³ ha come *core business* il servizio di prototipazione, ovvero la fornitura all'impresa che “fa meccatronica” di tutti gli strumenti necessari per trasformare il progetto meccatronico in prototipo funzionante per la fase di test. L'obiettivo aziendale è quello del fornire il “Prototipo Chiavi in Mano”, occupandosi del reperimento di parti e fornitori e contando su esperienza e know-how nella gestione di prodotti a bassissimo volume di vendita, alta tecnologia ed elevata miniaturizzazione. L'azienda si autodefinisce anche un “laboratorio realizzativo multidisciplinare per costruire, riparare, modificare il tuo prototipo”.

Prima di questa esperienza imprenditoriale, i servizi nell'ambito del sistema della meccatronica in Italia si limitavano o a servizi di ingegneria, o a servizi di realizzazione di parti separate del prototipo (pezzo meccanico, elettronico, ecc.). Progettazione e realizzazione del prototipo esistevano – ed esistono – insieme solo in alcune aziende molto grandi, il cui prodotto già da tempo ha un contenuto di meccatronica molto elevato (per esempio, aeronautica o automotive). Sennonché, lo sviluppo negli anni recenti di “prodotti meccatronici” – e quindi di prototipi meccatronici – da parte di settori produttivi e di categorie di imprese (PMI) dove tradizionalmente la meccatronica non era molto presente (es. domotica e prodotti *consumer* in generale) e che hanno un time-to-market molto più stretto e limiti dimensionali e organizzativi, ha aperto lo spazio per nuovi servizi in questo campo, in grado di coniugare capacità di progettare e prototipare un prodotto complesso come quello meccatronico (know-how meccatronico) con tempi relativamente limitati e costi relativamente accessibili.

La fase di realizzazione del prototipo, svolta in modo artigianale, è considerata forse una delle fonti di vantaggio competitivo decisiva ed effettivamente innovativa di questa esperienza imprenditoriale, che induce non a caso a parlare di “artigianato tecnologico”. Questa fase può contare su risorse umane interne dalle competenze non compartimentate, ovvero risorse umane eclettiche che dispongono di una molteplicità di competenze tecnico-operative nel campo “meccatronico”. Per offrire un tale servizio, tuttavia, questa azienda mobilita anche una ampia varietà di competenze/“saperi” scientifici/tecnici/artigianali esterni, che richiedono l'attivazione di una rete di relazioni articolata e complessa, in particolare per quanto riguarda le relazioni di fornitura/subfornitura. La realizzazione di un prototipo richiede infatti un numero molto elevato di parti/componenti, realizzati ciascuno come “pezzi unici”. La gestione di un tale numero di fornitori in modo ottimale e in tempi utili per il mercato, costituisce un altro anello del vantaggio che l'impresa di servizi meccatronici riesce a far valere.

⁴³ Le informazioni riportate nel presente paragrafo sono state raccolte attraverso intervista o, in parte, dal sito internet dell'impresa.

La geografia delle relazioni di fornitura, posta una ovvia preferenza per i fornitori localizzati in prossimità (in considerazione del lavoro *taylor-made* che spesso devono fare, e dell'elevata frequenza di interazioni dirette che da esso scaturisce), arriva ad essere anche di portata internazionale. Spesso, infatti, l'unicità di determinati pezzi impone anche di acquisirli in mercati lontani, presso fornitori che detengono magari una specializzazione esclusiva a livello mondiale. La localizzazione per aree geografiche dei fornitori esterni all'area milanese è legata alla specializzazione tecnologica, piuttosto che alla tipologia della fornitura (meccanica, elettronica, ecc.). Ogni area, infatti, ha in questo senso una specializzazione precisa agli occhi di chi deve mobilitare e organizzare le competenze in ambito meccatronico: per esempio, la Lombardia è ritenuta ricca di produttori di meccanica di precisione e di elettronica, mentre la micro-meccanica svizzera è migliore.

La mobilitazione/organizzazione di competenze da parte dell'azienda di servizi meccatronici passa, naturalmente, anche attraverso il mondo della ricerca. Sono quindi frequenti le relazioni stabilite con Università e centri di ricerca, che assumono la forma di partnership attraverso le quali attingere know-how scientifico specialistico. In particolare, sono emerse diverse specializzazioni/eccellenze delle Università italiane nel campo meccatronico a cui chi fa prototipi meccatronici preferibilmente si rivolge: l'Università di Pisa per la micro-sensoristica e i micro-attuatori; il Politecnico di Milano per la modellistica e l'ottica; l'Università di Benevento per l'ingegneria del software. Completano la "ragnatela" di relazioni in cui opera chi offre servizi meccatronici, le relazioni con i clienti quali:

- il privato (inventore o azienda) che vuole realizzare il proprio prototipo da testare e da vendere successivamente sul mercato delle imprese di produzione finale;
- le aziende di produzione finale che hanno problemi specifici, o che magari sono semplicemente interessate a fare prototipazione in tempi rapidi (e quindi hanno già pronto il progetto meccatronico, e devono solamente organizzare la prototipazione);
- le Università che, oltre a essere partner, possono svolgere questo diverso ruolo poiché capita che devono realizzare dei prototipi e hanno delle difficoltà, derivanti più che da problemi di time-to-market, come per le imprese private, da problemi di efficienza nella gestione di un ampio numero di rapporti di fornitura in un contesto organizzativo altamente burocratizzato.

6. Una questione strategica: la formazione e le risorse umane

La disponibilità, nel mercato del lavoro locale, di figure professionali adeguate, di media e alta qualificazione, è stato uno dei temi più "caldi" delle interviste con gli attori istituzionali e imprenditoriali. La rilevanza di questo tema è abbastanza intuitiva, considerato il fatto che le competenze richieste per la meccatronica sono molto complesse e diversificate, e devono inoltre essere estremamente aggiornate, data l'elevata propensione all'innovazione intrinseca nel sistema della meccatronica. La tendenziale diversificazione disciplinare degli organici aziendali delle imprese che "fanno meccatronica" è un dato che emerge con evidenza. Le competenze elettroniche ed informatiche stanno via via diventando sempre più rilevanti, a scapito di quelle prettamente meccaniche. In alcuni casi si è passati da uffici tecnici dominati dai progettisti meccanici a uffici tecnici fortemente caratterizzati dalla presenza di progettisti elettronici e di programmatori informatici, o anche a uffici tecnici nei quali l'incidenza relativa di "meccanici" ed "elettronici" si è perfino invertita nel giro di alcuni anni a favore dei secondi.

Questo fenomeno ha determinato una interazione delle varie competenze specialistiche interne all'azienda – meccanici ed elettronici devono infatti collaborare per la progettazione e realizzazione del dispositivo mecatronico – scatenando un processo di fertilizzazione incrociata. Per cui, per esempio, nelle aziende che “fanno mecatronica” i meccanici non sono più meccanici puri, ma tendono ad essere meccanici che hanno competenze di elettronica, che “sanno di elettronica”. In alcuni casi, peraltro, le competenze incrociate/integrate sono ancora più ampie, con imprese che parlano di propri addetti capaci di spaziare nella meccanica, nell'elettronica, nella pneumatica, e nell'informatica. Il percorso di fertilizzazione incrociata più “felice” è quello che conduce dal know-how meccanico al know-how elettronico/informatico, mentre il percorso inverso appare secondo gli imprenditori molto più complesso. In altre parole, un “meccanico” è in grado di acquisire competenze di tipo elettronico, mentre un “informatico” o un “elettronico” ha decisamente più difficoltà ad acquisire competenze meccaniche. La tendenziale integrazione del know-how degli addetti, il profilarsi quindi di competenze non più solo meccaniche, o solo elettroniche o informatiche, ma appunto “meccatroniche” sta spingendo le imprese della mecatronica milanese e lombarda a richiedere sul mercato del lavoro non solo tecnici o ingegneri specialistici, ma anche tecnici o ingegneri mecatronici che, al momento dell'assunzione, siano già in possesso di una conoscenza integrata delle diverse discipline. Le imprese infatti trovano oneroso, in termini di costi e di tempi, formare internamente, on the job, risorse umane “meccatroniche”, in particolare perché spesso si tratta di “riconvertire” le competenze specialistiche di personale in età abbastanza avanzata.

Tuttavia, la domanda di competenze delle “imprese meccatroniche”, siano esse competenze specialistiche o competenze integrate, rimane spesso insoddisfatta, o viene soddisfatta con forte difficoltà. La domanda di figure meccatroniche, innanzitutto, resta per lo più inevasa poiché l'offerta formativa regionale ad oggi “produce” solo specialisti. Se si guarda all'alta formazione, secondo i dati del MIUR (Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca) per l'anno accademico 2008-2009, l'offerta formativa delle università lombarde comprende, fra i corsi di ingegneria collegabili al sistema della mecatronica, i corsi di laurea in ingegneria meccanica, ingegneria elettronica e ingegneria dell'automazione, mentre non prevede lauree – triennali o specialistiche – in ingegneria mecatronica⁴⁴. In Italia, i corsi di laurea in ingegneria mecatronica – sempre per l'anno accademico 2008-2009 – sono offerti solo dall'Università di Modena e Reggio Emilia (presso la sede di Reggio Emilia), dall'Università di Padova (presso la sede di Vicenza) e dall'Università di Roma “Tor Vergata”. Si segnala comunque che l'università di Bergamo e l'Università degli Studi di Brescia hanno attivato un Dottorato di ricerca in “Mecatronica e Tecnologie innovative”.

⁴⁴ Se si considera più dettagliatamente per esempio l'offerta formativa del Politecnico di Milano in materia, si rileva come non sia presente – e non sia prevista per l'immediato futuro – una laurea in ingegneria mecatronica, né di I livello né di II livello. Le competenze specifiche in mecatronica sono infatti considerate troppo complesse per essere acquisite durante un corso di laurea di I livello. Per quanto riguarda il II livello (laurea specialistica), il Politecnico ha deciso di non prevedere un corso di laurea in ingegneria mecatronica, al fine di evitare una ulteriore proliferazione dei corsi di laurea.

Le competenze in mecatronica possono essere acquisite secondo due modalità presso il Politecnico di Milano: un corso di laurea (I e II livello) in ingegneria dell'automazione, che ha diverse discipline che si collegano alla mecatronica, oppure un “orientamento” in mecatronica, nel secondo anno della laurea specialistica (II livello) in ingegneria meccanica. Da alcuni anni, poi, il Politecnico di Milano ha fatto partire un Master in Progettazione di Sistemi Meccatronici presso la sede di Cremona.

Va comunque detto che anche la domanda di figure specialistiche (per esempio, periti meccanici ed elettronici; programmatori specifici di CNC; ingegneri meccanici, ingegneri elettronici) non sempre è interamente soddisfatta, o comunque viene soddisfatta con difficoltà, in particolare per quanto riguarda i meccanici. Diverse imprese hanno per esempio manifestato problemi sia in fase di reperimento che di reclutamento di ingegneri meccanici con adeguata formazione, con particolare riguardo all'area di Milano. Mentre le imprese molto grandi sembrano sentire poco questo problema perché il loro raggio d'azione geografico sul mercato del lavoro è molto ampio, le PMI sono invece più sensibili al problema dal momento che il loro bacino di riferimento per le risorse umane è il territorio dove operano. Le imprese adducono vari motivi a spiegazione di queste difficoltà:

- la carenza di sufficiente offerta di personale ab origine, ovvero dal momento dell'iscrizione alle facoltà universitarie/istituti tecnici. L'offerta insufficiente di tecnici e ingegneri meccanici, per esempio, secondo alcuni degli imprenditori è attualmente dovuta a uno scarso appeal, o ad un "marketing" inadeguato presso i giovani di questi percorsi formativi che, diversamente da altri, offrono invece opportunità occupazionali sempre significative;
- le differenze in termini di remunerazione di figure di alto profilo (ricercatori, ingegneri) con altri paesi, che determina fenomeni di brain drain;
- la mancanza di sufficiente attività di orientamento nelle scuole locali e regionali. Una impresa a questo proposito ha fatto un confronto con il sistema formativo torinese, indicando l'esperienza del "Gruppo Dirigenti FIAT" che ha realizzato un catalogo per le scuole con persone disponibili a raccontare i processi industriali e la loro esperienza, che vengono quindi scelte dalle scuole per fare formazione. Il risultato di questa iniziativa è che la formazione risulta fortemente collegata al mondo della produzione.

In generale, poi, con riferimento alle risorse umane disponibili sul mercato del lavoro, viene lamentato innanzitutto un affievolirsi della cultura industriale sia in termini di mancanza del senso di intrapresa di una attività industriale, ovvero del desiderio di contribuire in modo innovativo e creativo ad una iniziativa industriale, sia di cultura del lavoro in una azienda industriale che "fa mecatronica" che esige una interazione, uno scambio intenso tra la fase di R&S/progettazione e la dimensione operativa, della produzione. Inoltre, i giovani che si affacciano al mercato del lavoro sembrano avere una scarsa capacità di lavorare in team, fatto questo molto penalizzante negli ambienti produttivi in cui si sviluppano dispositivi mecatronici.

Per soddisfare il proprio fabbisogno professionale le imprese spesso utilizzano il canale degli stagisti, sia a livello di media che di alta formazione. Per quanto riguarda l'alta formazione, questo canale da un lato costituisce una modalità per stabilire rapporti di collaborazione con le Università, dall'altro consente di reclutare personale che ha già sperimentato un periodo di lavoro in azienda e ha già maturato competenze specifiche su determinati progetti e aree di sviluppo. In questo senso, sul territorio vi sono rapporti soprattutto con le Università di Brescia e Bergamo, la cui offerta formativa nel campo appare particolarmente apprezzata. In alcuni casi poi si fa ricorso a forza lavoro immigrata, sia tecnici che ingegneri, in particolare provenienti dai più vicini paesi dell'Est-Europa (per esempio, Slovenia ed altri paesi dell'ex-Jugoslavia).

In prospettiva, infine, allo scopo di colmare le varie lacune rilevate nella formazione di tipo mecatronico, le imprese sollevano diverse proposte in materia, che per lo più convergono verso l'idea di costituire un centro di formazione di figure professionali esperte in

meccatronica, ovvero di profili professionali che integrino le tre aree di conoscenza (elettronica, meccanica, informatica).

6.1 La domanda di professionalità delle imprese meccatroniche milanesi e lombarde: alcune evidenze quantitative

Guardando in termini quantitativi alla domanda di lavoro espressa dalle imprese che fanno riferimento al sistema della meccatronica⁴⁵, emerge chiaramente come a Milano vi sia una maggiore richiesta di personale in possesso di un'alta formazione – in particolare la laurea – superiore a quella che si osserva in altre province della regione e, più in generale, sull'intero territorio nazionale. Infatti, a Milano le imprese delle industrie considerate hanno programmato di assumere 6.100 persone, di cui oltre 1.700 – vale a dire poco più del 28% – in possesso di una laurea; il rimanente 78% riguarda personale in possesso di un diploma di scuola secondaria superiore, di una qualifica professionale o, per le professioni di tipo strettamente operativo, senza una formazione tecnica specifica. A livello regionale e nazionale la quota di laureati sulle assunzioni totali è decisamente più bassa, pari rispettivamente al 22,2% e al 18,8%.

Tab. 6.1 – Assunzioni previste nel sistema della meccatronica, 2008

		di cui laureati in:			
	Assunzioni totali previste	Totale	ingegneria elettronica e dell'informazione	ingegneria industriale	altri indirizzi di laurea
Milano					
Macchine elettriche ed elettroniche	100,0	36,4	17,4	4,3	14,6
Macchinari meccanici e mezzi di trasporto	100,0	20,7	1,5	11,9	7,3
Totale	100,0	28,1	9,0	8,3	10,8
Lombardia					
Macchine elettriche ed elettroniche	100,0	27,2	11,4	5,4	10,4
Macchinari meccanici e mezzi di trasporto	100,0	19,3	2,1	10,0	7,2
Totale	100,0	22,2	5,5	8,4	8,3
Italia					
Macchine elettriche ed elettroniche	100,0	22,3	10,8	4,0	7,5
Macchinari meccanici e mezzi di trasporto	100,0	17,3	1,5	9,4	6,3
Totale	100,0	18,9	4,6	7,6	6,7

Fonte: Elaborazioni Gruppo CLAS su dati Unioncamere - Ministero del Lavoro, Sistema Informativo Excelsior

Più in dettaglio, fra i due diversi tipi di industrie che rientrano nel sistema della meccatronica, ossia elettriche ed elettroniche da un lato, e macchinari meccanici e mezzi di trasporto dall'altro, sono senza dubbio le prime ad esprimere il maggiore fabbisogno di personale laureato: basti pensare che a Milano ben il 36% delle assunzioni delle imprese elettrico/elettroniche è rivolto a laureati, mentre per le imprese di macchinari le assunzioni di laureati non raggiungono il 21% delle assunzioni totali. Questo può essere spiegato dal fatto che le imprese meccaniche spesso ritengono sufficiente un diploma tecnico, quale per esempio quello di perito meccanico. Quando assumono ingegneri, è naturale che le imprese elettriche ed elettroniche ricorrano prevalentemente a ingegneri elettronici o dell'informazione, mentre quelle dei macchinari meccanici si orientino soprattutto verso

⁴⁵ Si tratta di imprese delle industrie elettriche ed elettroniche e delle industrie di macchinari meccanici e dei mezzi di trasporto. I dati qui presentati sono tratti dal Sistema Informativo Excelsior. Fonte: Unioncamere – Ministero del Lavoro); la base dati non consente un maggiore livello di dettaglio settoriale.

ingegneri industriali (le lauree del gruppo ingegneria industriale comprendono i corsi di laurea in ingegneria meccanica).

Tuttavia, è interessante osservare come, sia a Milano sia in Lombardia sia complessivamente in Italia, le imprese elettriche ed elettroniche assumano con certa frequenza (il 4/5% delle assunzioni totali) anche laureati in ingegneria industriale. Per contro, le imprese di macchinari meccanici solo in rari casi (1-2% delle assunzioni) ricorrono ad ingegneri elettronici. Questa circostanza indicherebbe una maggiore trasversalità settoriale, e quindi spendibilità, della laurea in ingegneria industriale rispetto a una laurea di tipo elettronico. Presumibilmente perché, come del resto segnalato da diversi imprenditori intervistati, una persona con formazione industriale meccanica può acquisire on-the-job competenze elettroniche, mentre una formazione esclusivamente elettronica più difficilmente consente l'acquisizione di competenze meccaniche⁴⁶.

7. I sistemi della meccatronica in Italia e in altri paesi

Sulla base delle evidenze raccolte in fase desk e dalle testimonianze raccolte sul campo, la geografia delle eccellenze, delle “aree forti” della meccatronica in Italia, in Europa e nel mondo, che si pongono come potenziali competitor del *sistema* milanese e lombardo, appare caratterizzata da diversi “distretti”/“sistemi”.

7.1 Il contesto italiano

In **Italia** emergono diverse chiavi di lettura territoriali della meccatronica. Prescindendo dalla lettura “politico-istituzionale” della geografia della meccatronica italiana⁴⁷, una prima lettura sostiene, evidentemente sulla base della consapevolezza della crescente pervasività inter-settoriale di questa tecnologia, che la meccatronica è talmente diffusa sul territorio italiano da non essere “delimitabile” entro determinate zone geografiche. La macro-area più importante dove vi è diffusione/presenza di “imprese meccatroniche”, secondo questa lettura, può essere al limite individuabile nel Nord Italia. Si è perfino accennato, in questa ottica, a un “asse della meccatronica” che va da Torino a Udine.

Una seconda chiave di lettura fa invece riferimento alle aree in cui sono presenti grandi player appartenenti a quei settori produttivi che “domandano”, e quindi “attivano” significativamente meccatronica. Si pensi, per esempio a Torino, e al settore

⁴⁶ È opportuno segnalare che non sempre le assunzioni di ingegneri riguardano giovani neolaureati, in quanto spesso le imprese ricorrono a personale che abbia già un'esperienza acquisita (nella professione o nel settore di attività) attraverso precedenti esperienze di lavoro. Ciò dipende fondamentalmente, oltre che da esigenze contingenti (ad esempio, la necessità di assumere o sostituire figure per le quali non è possibile attendere i tempi di maturazione di un candidato al primo impiego) dalla “politica” delle risorse umane all'interno dell'azienda. In ogni caso va però considerato che l'alternativa tra assumere una persona con esperienza e una persona senza, non rappresenta necessariamente una penalizzazione per i giovani che fanno il loro ingresso nel mondo del lavoro alla fine degli studi. Una persona con esperienza può infatti provenire dalla disoccupazione o, molto più spesso, da un'altra impresa; in questo caso si determina un fabbisogno, nell'impresa di provenienza, il più delle volte impreveduto e che dovrà essere colmato attraverso l'assunzione di una figura equivalente (che a sua volta proverrà da una terza azienda); è possibile che questa sequenza si ripeta più volte, se ciascuna impresa che perde un lavoratore ne ricerca un altro con analoga esperienza, ma molto probabilmente, prima o poi questa sequenza di trasferimenti sarà interrotta dall'assunzione di un giovane senza esperienza.

⁴⁷ Si fa per esempio riferimento al distretto della meccatronica della Sicilia o della Puglia (ARTI, 2007).

automobilistico e della componentistica auto; oppure alla Puglia, e alla presenza di grandi unità produttive nel settore aerospace.

Una terza lettura appare invece più “tradizionale”, poiché insiste sulla ricerca di “distretti”, ovvero di aree geografiche ben circoscritte, caratterizzate da elevata specializzazione settoriale e dalla presenza di un reticolo ben integrato di realtà produttive di piccole e medie dimensioni, in cui si suppone la meccatronica sia particolarmente sviluppata. Secondo questa “visione”, la “specializzazione meccatronica” deriva dalla specializzazione nella meccanica strumentale (ne è una evoluzione). In questa logica, dunque, emergono in particolare due “aree forti” per la meccatronica italiana (considerate innanzitutto importanti distretti della meccanica): Reggio Emilia e Vicenza.

7.1.1 Reggio Emilia⁴⁸

Il distretto della meccatronica di Reggio Emilia⁴⁹ è formato principalmente da aziende di piccola e media dimensione, fortemente specializzate in nicchie di mercato, e con forte proiezione internazionale. Le imprese reggiane, che da diversi studi effettuati sulla realtà locale sono spiccate come aziende ad alto “grado di meccatronicità”⁵⁰, producono in particolare motori ed apparati ausiliari per l’automotive; macchine per l’agricoltura e il giardinaggio (trattori, motocoltivatori, macchine operatrici, attrezzi per la lavorazione del terreno, impianti per l’irrigazione ed attrezzature per la zootecnia, etc.); sistemi oleodinamici e elettronici per l’automotive; pompe agricole ed industriali. Diverse imprese operano anche nei comparti dell’automazione industriale e dell’elettrodomestico, della climatizzazione e del riscaldamento⁵¹.

Le eccellenze in ambito meccatronico, che si traducono in leadership di livello anche europeo e mondiale, emergono soprattutto in due segmenti produttivi:

- l’oleodinamica, che trova applicazione nella produzione di macchine agricole, macchine per movimento terra, e nel segmento delle piattaforme aeree, e degli ascensori;
- le trasmissioni di potenza, ovvero riduttori, assali, idroguidi per trattori⁵², il cui “sbocco” sono le macchine agricole.

L’eccellenza nel campo delle macchine agricole ha reso il distretto di Reggio Emilia “terreno” di acquisizioni brownfield da parte di multinazionali, tedesche (per esempio, la Bosch) e svizzere. L’attività core in campo meccatronico svolta nel distretto consiste nella progettazione e nella produzione di parti strategiche per grandi clienti, con soluzioni molto complesse e con un grado di customizzazione molto elevato. Molti dei grandi clienti della

⁴⁸ I dati e le informazioni analizzate nel presente paragrafo provengono, oltre che dalla letteratura rilevante (si veda, per esempio, Antares, 2004 e 2007), da una intervista diretta effettuata con un rappresentante dell’Associazione Industriali della Provincia di Reggio Emilia.

⁴⁹ Di fatto, in realtà, può essere esteso al territorio delle province di Modena e Parma.

⁵⁰ Negli studi sulla meccatronica reggina (Antares, 2004, cap. 2) si parla di grado di meccatronicità delle imprese, con riferimento essenzialmente alla quota di produzione di tipo meccatronico (prodotti meccatronici) realizzati dall’impresa. Conseguentemente, si suppone che le imprese reggiane differiscano in base al grado di meccatronicità.

⁵¹ Negli anni più recenti, a partire dal 2005, si è rilevato che la gamma di prodotti meccatronici all’interno delle aziende del distretto si è ampliata (i prodotti più innovativi sono generalmente prodotti meccatronici), e si è stimato che il fatturato realizzato a partire da prodotti meccatronici è passato in pochi anni dal 5% al 20% seconda una stima resa disponibile dall’Associazione Industriali Reggio Emilia - Club della meccatronica). Cfr. www.meccatronica.org.

⁵² In sostanza, il sistema di trasmissione del volante che va a muovere il semiasse del trattore.

meccatronica reggiana sono localizzati negli USA (North-Carolina) e in Germania, paesi in cui hanno sede alcuni dei più grandi produttori di macchine agricole e di macchine per la movimentazione terra. La progettazione non viene esternalizzata – un tratto coerente con l'alto contenuto di conoscenza del “progetto meccatronico” – e la produzione viene raramente delocalizzata fuori dal distretto.

Le imprese reggiane della meccatronica si relazionano con imprese al di fuori del distretto, in particolare per quanto riguarda la componentistica elettronica e informatica. Per i componenti elettronici, il bacino di fornitura più importante è la Germania. Negli ultimi tempi, tuttavia, la capacità di risposta del distretto in fatto di qualità delle forniture sembra essere aumentata. Uno dei problemi principali rilevati in passato era infatti che mentre le aziende più importanti del distretto erano al top mondiale, i fornitori locali non erano ritenuti adeguati ai loro standard produttivi (in particolare, quelli di elettronica; per esempio, schede elettroniche). Negli anni recenti il network locale di fornitura è però apparso in crescita, e sembra in grado di “tenere il passo” dei progressi realizzati in campo meccatronico. Si è per esempio rilevato come oggi nel distretto anche le imprese più piccole di elettronica riescono a ridurre i tempi di progettazione delle schede elettroniche.

Le PMI reggiane tendono a operare con legami di cooperazione orizzontale (per esempio, imprese consociate), in modo integrato, allo scopo di rafforzare la fase di progettazione, e di consegnare il prodotto “chiavi in mano”⁵³. Le “imprese meccatroniche” reggiane di dimensioni maggiori hanno unità di R&S, che però sono concentrate sullo sviluppo del prodotto piuttosto che sulla ricerca. Dato l'handicap dimensionale, la ricerca è esternalizzata all'interno del distretto (per esempio, si collabora con il CESNA, istituto di ricerca specifico per la meccatronica), oppure all'esterno, stabilendo partnership con Università e centri di ricerca, anche stranieri⁵⁴.

Dieci anni fa è stata avviata nell'Università di Reggio Emilia la Facoltà di Ingegneria che conta oggi un numeroso staff di ricercatori e all'interno del quale è attivo un corso di laurea in meccatronica⁵⁵. La costituzione di questa Facoltà è stata fortemente voluta e supportata dalle Associazioni imprenditoriali reggiane, in particolare dalle imprese meccaniche locali, che in tal modo intendevano dotarsi di uno “strumento formativo” nel territorio strettamente funzionale alle loro esigenze⁵⁶. Sono numerosi i progetti di ricerca di successo realizzati in partnership tra l'Università e le aziende del distretto nella meccatronica: ne è un esempio il progetto di un robot *pick-and-place*, capace di muoversi su coordinate polari, che ha trovato applicazione nella produzione farmaceutica⁵⁷ ed ha avuto un notevole successo di mercato.

Anche nella formazione secondaria esistono istituti tecnici nei quali si stanno studiando nuovi corsi dedicati. Per quanto riguarda questo livello formativo, il distretto rivela pure una insufficiente offerta di tecnici nel campo meccatronico. Si è inoltre rilevato che il distretto offre, in termini di capitale umano, un diffuso know-how nel campo meccanico, però ha una carenza nell'offerta di personale specializzato nel campo elettronico.

⁵³ Antares, (2004), cap. 3.

⁵⁴ Per una elencazione dei diversi centri di ricerca operanti nell'ambito della meccatronica, si veda Associazione Industriali Reggio Emilia (2007).

⁵⁵ Primo corso di Ingegneria meccatronica in Italia.

⁵⁶ Per quanto, è stato ricordato che l'offerta locale rimane ancora insufficiente, visto che l'Università “offre” annualmente circa venti ingegneri meccatronici.

⁵⁷ Il robot, per esempio, prende le pillole e le mette dentro il blister.

7.1.2 Vicenza

Anche a Vicenza la “specializzazione meccatronica” deriva dalla specializzazione nella meccanica strumentale. Il distretto vicentino presenta inoltre, similmente a Reggio Emilia, una dimensione media delle imprese non molto elevata. I segmenti di specializzazione in cui si esprimono diverse leadership, sono la produzione di macchine per la lavorazione di prodotti alimentari e di prodotti da forno⁵⁸, di macchine utensili e parti intercambiabili per macchine utensili, di macchine per la lavorazione del marmo, di macchine tessili e di macchine per la lavorazione del legno⁵⁹. È presente anche il comparto meccano tessile⁶⁰, il comparto della produzione delle macchine per il packaging⁶¹ e il segmento dedicato alle macchine per il vetro⁶². Vanno poi menzionate altre specializzazioni, in cui operano realtà molto piccole, come la componentistica per macchine tessili oppure gli impianti per tintorie, oltre ad un numero alquanto ampio di terzisti meccanici.

Il distretto vicentino, a differenza di quello reggiano, ha anche una forte vocazione, ed esprime delle leadership, nell'elettronica; in particolare, nei controlli di processo, sistemi per automazione industriale, azionamento per motori elettrici, motori elettrici, conversione e gestione dell'energia, prodotti e accessori per automazione, informatica e applicativi, elettromedicali e audiovisivi, componenti per elettronica, circuiti stampati⁶³. Si consideri per esempio il caso delle elettropompe: l'80% della produzione mondiale proviene dalle imprese vicentine. Le imprese dell'elettronica lavorano in forte sinergia con i clienti locali, e godono peraltro a livello locale di un vasto bacino di subfornitura⁶⁴.

Il ruolo delle Università nel distretto vicentino e delle Associazioni, in particolare la Facoltà di Ingegneria della storica Università di Padova e Assindustria, è particolarmente importante.

7.2 Le “aree forti” della meccatronica in Europa e nel mondo

In Europa, una delle aree che è stata individuata come “distretto” meccatronico è quella del **Noord-Brabant**, in **Olanda**⁶⁵. Questo “distretto” caratterizzato dalla presenza di:

- un considerevole numero di imprese hi-tech (Philips, ASML, FEI, OTB);
- istituti di ricerca molto quotati nella campo delle discipline attinenti la meccatronica, come DIMES, MESA+ (Nano MicroSystems Technologies) e TNO, un istituto di ricerca indipendente, considerata forse la struttura di massima eccellenza del sistema olandese nelle discipline tecniche;
- università di livello internazionale (Delft, Enschede, Eindhoven) nell'ambito della formazione nelle discipline legate alla meccatronica.

⁵⁸ Pietro Berto, Sottoriva, Tecnopasts sono le aziende maggiori sia per numero di dipendenti che di fatturato nella produzione di macchine per i prodotti da forno. In questo segmento produttivo, il distretto presenta una numerosità di azienda molto elevata ed una leadership di mercato.

⁵⁹ Tra cui, SCM Group spa con la Stefani, Costa levigatrici e Primultini, aziende tutte localizzate nell'alto vicentino.

⁶⁰ Con delle realtà leader come SMIT ex Nuovo Pignone per la produzione di telai, Sperotto Rimar per la produzione di macchine per il finissaggio.

⁶¹ PFM e Mariani.

⁶² Con la BDF, una delle prime ditte mondiali nella produzione di macchine per la costruzione di oggetti in vetro cavo (bottiglie).

⁶³ Cfr., Distretto della meccatronica (2004 e 2007); Vicenza Qualità in <http://www.vicenzaqualita.org/>.

⁶⁴ Cfr. Distretto della meccatronica (2004), cap. 2.2.1.

⁶⁵ Cfr. Mateo – Match tech (2007).

Uno degli elementi di eccellenza di questo distretto, sottolineato dagli studi effettuati⁶⁶, è la rete di relazioni informali tra il personale delle aree R&S delle imprese e i ricercatori universitari e dei centri di ricerca. I ricercatori di grandi imprese come la Philips e la ASML hanno stretti contatti e collaborano con i ricercatori delle Università di Delft, di Eindhoven e di Twente. Si consideri peraltro che le sedi di molte delle imprese hi-tech citate sono localizzate proprio in prossimità di una delle Università di eccellenza (Delft). Uno degli elementi di debolezza è la mancanza di imprese appartenenti a settori che sono sul mercato finale, quali, per esempio, imprese del settore automobilistico, del settore aerospaziale, del settore ferroviario, tipici ambiti di applicazioni all'avanguardia nella meccatronica. In questo senso dal confronto “a caldo”, il sistema milanese non sembra soffrire questo limite.

L'eccellenza poi della meccatronica in **Germania** è stata più volte sottolineata dagli interlocutori diretti ed è spesso evocata nella documentazione rilevante analizzata. Il sistema della meccatronica tedesco in prima ipotesi non sembra presentare una territorializzazione molto concentrata, bensì ha dei punti di eccellenza sparsi per il paese, che fanno principalmente riferimento all'automotive. Spiccano i centri di ricerca del gruppo Volkswagen, della Mercedes, della BMW, della Bosch (specializzata nella ricerca sulle centraline elettroniche), della Siemens e i Fraunhofer Institut (56 Istituti, in 40 diverse località della Germania). Questi centri sono considerati di eccellenza mondiale in ambito meccatronico⁶⁷. La meccatronica tedesca ha la caratteristica di essere fortemente guidata dalle scelte strategiche di ricerca delle grandi imprese, che condizionano del resto le scelte di policy pubbliche in materia. In **Sassonia**, tuttavia, a Chemnitz, è stato individuato un distretto della meccatronica mirato all'applicazione alla meccanica strumentale. Operano in questo distretto il Fraunhofer Institut, insieme alla Chemnitz University of Technology, e imprese come Siemens, Volkswagen, XENON (automazione industriale) e SITEC (impianti di montaggio, impianti laser, piattaforme di controllo)⁶⁸. Un secondo “distretto” potrebbe fare riferimento a **Stoccarda**, riconosciuta regione di eccellenza⁶⁹.

In **Danimarca**, nel **Southern Jutland**⁷⁰, è identificabile un altro “distretto” caratterizzato dalla presenza di importanti imprese dell'ambito medicale, energetico e hi-tech, nelle quali l'uso di sistemi meccatronici appare molto sviluppato. Tra le imprese si segnalano Danfoss, Linak, Maersk Data Defence, Focon, PAJ Systemteknik, Servodan, Høier & Vendelbo, OJ Electronics, Sauer-Danfoss, Agramkow Fluid Systems, Lodam Electronics, Delfi Electronics⁷¹. Gli istituti di ricerca di maggiore eccellenza sono il Mads Clausen Institute for Product Innovation (MCI) e il Centre for Software Innovation (CSI). Mancano tuttavia strutture universitarie di rilievo, per quanto sia recentemente stato fondato un nuovo polo universitario⁷².

“Indizi” dell'esistenza di “distretti”/“sistemi” della meccatronica sono poi emersi negli **Stati Uniti**⁷³, e in particolare:

⁶⁶ Ibidem.

⁶⁷ Cfr. Progetto Europa Consultants (2003), cap. 3.

⁶⁸ Cfr. Fraunhofer Gesellschaft (2008).

⁶⁹ IBM Business Consulting Services (2003).

⁷⁰ Potrebbe essere anche inclusa la regione confinante in Germania (Schleswig).

⁷¹ Cfr. Invest in Denmark, *Facts*. (www.soenderjylland.dk).

⁷² IBM Business Consulting Services (2003).

⁷³ Cfr. Progetto Europa Consultants (2003), cap. 3.

- in California, con riferimento all'industria aerospaziale ed elettronica (Motorola, HP, Boeing);
- negli stati del Centro-Sud, per la produzione di mezzi agricoli e per l'edilizia (Caterpillar, CNH e John Deere);
- negli stati del Nord-Est, in cui è molto sviluppata la filiera dell'automotive, con grandi gruppi come GM, Chrysler e Ford.

“Distretti”/“sistemi” della meccatronica sono individuabili anche in **Giappone**⁷⁴, nelle aree di Zendai, Tokyo e Osaka, dove si concentrano i grandi gruppi giapponesi di settori quali l'automotive, e l'hi-tech.

8. L'eccellenza e le criticità del sistema: un quadro conclusivo

In conclusione, il *sistema* della meccatronica milanese e lombardo può essere icasticamente definito come un *sistema* punteggiato di attori e di relazioni, interne ed esterne, di eccellenza, ma che ancora appare nel complesso poco integrato, e che presenta qualche specifica criticità in determinate funzioni (per esempio, la formazione) e in alcune relazioni-chiave (per esempio, PMI-Università). Un quadro quindi di “luci”, per lo più “individuali”, in termini di singoli attori/relazioni, e “ombre”, per lo più in termini di rete e di capacità di “essere/fare sistema”.

Riassumendo gli elementi di eccellenza e di criticità che spiccano dalle analisi effettuate possono essere sottolineati i seguenti aspetti:

- nel territorio sono presenti numerose imprese sulla frontiera tecnologica per quanto riguarda la meccatronica, ovvero imprese che “fanno meccatronica” nel senso più elevato del termine – progettazione integrata e manufacturing del dispositivo meccatronico – e per le quali la meccatronica costituisce un fattore chiave di competitività che ha consentito di raggiungere posizioni di leadership a livello anche globale, nei rispettivi segmenti/nicchie di prodotto. La meccanica strumentale milanese e lombarda, in particolare, appare ricca di esempi di questo tipo, sia per quanto riguarda piccole che medio-grandi realtà imprenditoriali; come anche la filiera dell'automotive, nell'ambito della quale operano nell'area diverse importanti realtà della componentistica elettronica.
- Data l'elevata diversificazione settoriale del tessuto produttivo milanese, emerge in fondo come la meccatronica sia applicata con eccellenza in diversi settori produttivi, intermedi e finali (si pensi anche all'aeronautica, al ferroviario, alla settore della casa e degli elettrodomestici). Questa ricchezza di settori di applicazione della meccatronica nei quali sono rintracciabili eccellenze è un punto di forza del sistema milanese e lombardo, che lo distingue a livello internazionale, da altri sistemi, come quello olandese (regione di Eindhoven), prevalentemente caratterizzato dalla presenza di imprese “a monte” del “sistema/filiera meccatronica” (in particolare, di elettronica).
- Come è emerso dall'analisi quantitativa, ma anche dalla “percezione degli attori”, le forti specializzazioni funzionali sul versante della componentistica elettronica (Milano) e della meccanica (Lombardia), come anche dei servizi – progettazione, prototipazione – utili allo sviluppo della meccatronica, fanno in generale dell'area milanese e lombarda un “terreno decisamente favorevole” per sviluppare e realizzare prodotti meccatronici.

⁷⁴ Ibidem.

- La ricerca, che gioca un ruolo decisivo in questo sistema, è presente con Università e centri di ricerca di rilevanza internazionale. Sia il Politecnico di Milano che le altre Università e gli altri centri di ricerca del territorio svolgono e presentano risultati di ricerca notevoli (es. brevetti) e hanno partnership di eccellenza consolidate nel tempo con player globali nella progettazione meccatronica.
- I problemi però insorgono nel momento in cui i vari attori del sistema devono “fare rete”, devono “fare squadra” per condividere le complesse e diversificate competenze legate alla meccatronica e per ridurre i costi, notevoli, che essa impone. Alcuni “assi relazionali” sembrano infatti funzionare con difficoltà. La relazione PMI-Università, per esempio, appare estremamente problematica, afflitta da problemi attinenti la “comunicazione” e la prontezza di risposta alle esigenze delle imprese. Il frequente confronto con il Fraunhofer Institute tedesco fatto da diversi dei protagonisti della meccatronica milanese e lombarda appare in questo senso significativo. Non è un caso che diverse PMI abbiano partnership con Università di altre regioni e di altri paesi, forse anche come tentativo di cercare altrove quelle competenze che per diverse ragioni non sono acquisibili nel contesto locale. Allo stesso modo, si rilevano difficoltà per le relazioni orizzontali tra imprese.
- Una ulteriore criticità emerge con riferimento all’offerta formativa. La quantità e la qualità di profili specializzati utili al sistema della meccatronica – ingegneri, tecnici, periti, ecc. – messi in campo dal sistema formativo locale non risponde sempre alle esigenze delle imprese. Per esempio, sulla domanda di ingegneri “meccatronici” – ingegneri con competenze multidisciplinari integrate, elettroniche, meccaniche, informatiche – che diverse imprese hanno espresso, il sistema di alta formazione, quantomeno quello milanese, appare ancora in ritardo.

Questi punti di debolezza vengono in particolare messi in risalto se il sistema della meccatronica milanese e lombardo viene messo a confronto con quello di altre “aree forti” della meccatronica italiana (Reggio Emilia e Vicenza).

- Il distretto reggiano e quello vicentino appaiono “più distretti” di quello milanese, nel senso classico del termine, ovvero caratterizzati in prevalenza da un tessuto di PMI e, apparentemente, più autocontenuti in termini relazionali. Nel *sistema* della meccatronica milanese e lombardo, in particolare nel primo, il peso e il ruolo della grande impresa, generalmente multinazionale, appare invece determinante: grandi imprese, “attrezzate” con adeguate strutture e risorse per la R&S, si relazionano con istituzioni di pari scala (per esempio, Politecnico di Milano), per progetti meccatronici ovviamente di impatto e rilevanza tecnologica, e di mercato in genere di massimo livello. Principalmente per questa ragione, la geografia delle relazioni del sistema milanese appare molto aperta, di portata nazionale ed internazionale, non molto autocontenuta.
- Come “da copione” di modello distrettuale classico, a Reggio Emilia e Vicenza l’interazione, la collaborazione nella meccatronica tra associazioni di categoria e Università, da un lato, e imprese, dall’altro, appare più vivace e incisiva. Valga come esempio sia la presenza di corsi di laurea in ingegneria meccatronica nelle rispettive Università locali sia il fatto che Assindustria Reggio Emilia ha costituito già da diversi anni il Club della meccatronica, vero e proprio “braccio operativo” per offrire servizi di vario genere con riferimento alla meccatronica alle imprese locali; stessa iniziativa e vivacità sembra emergere nel caso vicentino⁷⁵. Con riferimento a Milano, si consideri

⁷⁵ Non è forse un caso che il referente del distretto della meccatronica di Vicenza è anche Presidente della Sezione Meccanica di Confindustria Vicenza.

per esempio che le Associazioni degli industriali locali non presentano iniziative e azioni, tantomeno “permanenti”, di supporto alla meccatronica milanese.

Pur tuttavia, sottolineati questi vantaggi competitivi a livello territoriale di Reggio Emilia e Vicenza, va specificato che il *sistema* reggiano, quello vicentino e quello milanese, presentano specializzazioni nei settori di applicazione della meccatronica che non li mettono in concorrenza tra loro. Settori quali le macchine agricole e le macchine per il movimento terra, o settori come quello delle macchine per i prodotti da forno, non spiccano tra le specializzazioni milanese, tra le quali, invece, risalta per esempio la componentistica auto e casa (elettrodomestici), non presenti, almeno significativamente, negli altri due distretti. Per cui, perlomeno in termini di settori di applicazione della meccatronica, si può parlare di una condizione di “non competizione” con i distretti di Reggio e Vicenza.

Un “sintomo” degli effetti di queste criticità – che, va rimarcato, sembrano “affliggere” in particolare l’area di Milano, piuttosto che altre polarità importanti, come Brescia e Bergamo, dalle quali invece per esempio emergono indicazioni di una maggiore capacità di collaborazione tra PMI e ricerca, e tra imprese – sulla performance del sistema potrebbe essere quello che emerge dai dati non particolarmente brillanti, se non per qualche specifico comparto, della redditività aziendale⁷⁶.

Stando così le cose, con “luci” e “ombre”, è interessante infine rilevare come il territorio comunque “mandi segnali” che lasciano pensare che si vada nella direzione di colmare la “lacuna” che più è stata sottolineata in modo critico in questa sede. Si è infatti rilevato come nell’area milanese e lombarda siano state recentemente “partorite”/generate alcune esperienze e soluzioni innovative, di frontiera, nel “fare rete” tra le imprese. Le esperienze imprenditoriali nel campo dei servizi meccatronici, che fungono da “collettori territoriali” di competenze per progetti meccatronici, e l’esperienza di aggregazione formalizzata di imprese realizzata con il Consorzio Intellimech, sono uniche nel panorama nazionale degli attori che operano nella meccatronica e pongono probabilmente le basi per un possibile superamento dei “limiti” del sistema della meccatronica locale e regionale.

⁷⁶ Sulla interpretazione di questi dati, naturalmente, non vanno esclusi a priori altri fattori strutturali e, in particolare, congiunturali, caratteristici dei vari settori produttivi interessati.

Allegato A – Le interviste del sistema mecatronica

Le interviste sono state realizzate tra novembre 2008 e marzo 2009, presso imprese, enti di ricerca e associazioni. Le persone intervistate sono:

- Alessandro Agazzi, Associazione Industriali di Reggio Emilia (Club della mecatronica)
- Enrico Bellineto, Whirlpool
- Pierluigi Biondi, Magneti Marelli
- Angelo Camerini, FIAT Group - FPT Powertrain Technologies Racing
- Valeriano Casci, Magneti Marelli
- Paolo Cortini, N&W Global Vending
- Giuseppe di Marco, ABB
- Rodolfo Faglia, Università di Brescia (Dipartimento Meccanica Applicata e Robotica Industriale)
- Aldo Gervasoni, Scaglia Indeva
- Giancarlo Maccarini, Consorzio Intellimech – Università di Bergamo
- Alberto Martinelli, FIAT Group - FPT Powertrain Technologies
- Pierluca Monguzzi, N&W Global Vending
- Marco Morelli, ST Microelectronics
- Marcello Persico, Persico
- Diego Pomi, Università di Brescia (Dipartimento Meccanica Applicata e Robotica Industriale)
- Fausto Renolfi, Schindler
- Ferruccio Resta, Politecnico di Milano (Dipartimento di Meccanica)
- Mirano Sancin, Consorzio Intellimech - Kilometro Rosso
- Gianni Trionfetti, Balance Systems
- Massimo Vacchini, Associazione Italiana di Assemblaggio
- Daniele Vaglietti, IMS Deltamatic
- Gianluigi Viscardi, Cosberg
- Fabio Udine, Logika Control
- Renzo Zaltieri, ZD Mechatronics

Le attività di indagine field sono state accompagnate dalla realizzazione di un seminario presso la Camera di Commercio di Milano il 7 Aprile 2009. Vi hanno partecipato:

- Giacomo Bianchi, ITIA - CNR Istituto di Tecnologie Industriali e Automazione.
- Gianvito Bilotta, Bticino
- Pierluigi Biondi, Magneti Marelli
- Valeriano Casci, Magneti Marelli
- Daniela Colagiorgio, Assoautomazione - Associazione Italiana Automazione e Misura
- Rodolfo Faglia, Università di Brescia, (Dipartimento Meccanica Applicata e Robotica Industriale)
- Maria Rosaria Fragasso, ANIE - Federazione Nazionale Imprese Elettrotecniche ed Elettroniche
- Ferdinando Girardi, Gewiss
- Diego Pomi, Università di Brescia, (Dipartimento Meccanica Applicata e Robotica Industriale)
- Mirano Sancin, Consorzio Intellimech - Kilometro Rosso
- Dante Speroni, UCIMU - Sistemi per Produrre
- Francesco Tamburini, CSMT Centro Servizi Multisetoriale e Tecnologico (Brescia)
- Gianni Trionfetti, Balance Systems
- Massimo Vacchini, AIDA - Associazione Italiana di Assemblaggio

- Gianluigi Viscardi, Cosberg
- Renzo Zaltieri, ZD Mechatronics

Si ringraziano tutte le persone che hanno gentilmente dato la loro disponibilità e hanno collaborato per la realizzazione delle interviste dirette e del seminario.

Bibliografia

Antares (2007), *Meccatronica e traiettorie di sviluppo. Imprese, competenze dimensione locale*, Collana “Meccanica & meccatronica” dell’Associazione Industriali di Reggio Emilia.

Antares (2004), *La meccatronica a Reggio-Emilia: identità e caratteristiche di un distretto industriale*, Collana “Meccanica & meccatronica” dell’Associazione Industriali di Reggio Emilia.

ARTI - Agenzia Regionale per la Tecnologia e l’Innovazione (2007), *Il distretto pugliese delle meccatronica MEDIS*, QuaderniArti n. 2.

Associazione Industriali Reggio Emilia (a cura di) (2007), *I Centri di Ricerca al servizio delle Imprese. Guida ai Centri di Ricerca industriale italiani*, Reggio Emilia

The Boston Consulting Group (2005), *Studio di pre-fattibilità per un centro di competenze sulla meccatronica*, dicembre, Confindustria Bergamo.

Corradin F. (2007), *La dimensione internazionale nelle imprese del metadistretto della meccatronica*. Tesi di laurea a.a. 2006/07, Università degli studi di Verona, Facoltà di Economia, Corso di laurea specialistica in economia internazionale.

Distretto della meccatronica (2003), *Patto per lo sviluppo del distretto, Triennio 2004-2006*, aprile, Vicenza.

Distretto della meccatronica (2007), *Patto per lo sviluppo del meta-distretto della meccatronica e delle tecnologie meccaniche innovative, Triennio 2007-2010*, gennaio, Vicenza.

Faglia R., Pomi D., G.G. Groppi, Sacconi N. (2007), *Mateo project. Mechatronics in Lombardy. Final report*. University of Brescia.

Fiat Group-Magneti Marelli, *Comunicato Stampa*, 06/09/2007.

Fraunhofer Gesellschaft (2008), *Fraunhofer Innovation Clusters*, Munchen (www.fraunhofer.de)

Harashima, Tomizuka, Fukada (1996), “Mechatronics: what is it, why and how?”, *IEEE/AMSE transactions on Mechatronics*.

IBM Business Consulting Services (2003), *Benchmarking of the ICT industry in West-Denmark*, Invest in Denmark, March (www.robocluster.dk).

Invest in Denmark, *Facts*. (www.soenderjylland.dk).

Marini D. (a cura di) (2002), *I fattori critici e le trasformazioni di una società: il caso della provincia di Vicenza*, Quaderni FNE, Collana Ricerche n.9, ottobre.

Mateo – Match tech (2007), *Mechatronics Sector Study Brabant – Catalunya*, March.

NV REDE - Economic Development Corporation Eindhoven Region, *Facts & Figures Eindhoven Region 2008*.

Progetto Europa Consultants (2003), *Meccanica & meccatronica. Sviluppo e industrializzazione del distretto reggiano*, Rapporto di ricerca presentato al Convegno “Meccanica e Meccatronica” del 14-04-2003, <http://www.pe-group.it/meccanica.htm>.

Rampinelli F.P. e Rossi L. (2007), “La Silicon Valley della mecatronica nasce a Bergamo”, in *Imprese & Mercati*, febbraio.

Sancin M. (2007), “La mecatronica italiana si coalizza in Kilometro Rosso”, in *Vision*, settembre, <http://www.intellimech.it/rassegna.php>

Vicenza Qualità, Azienda Speciale della Camera di Commercio di Vicenza, *Made in Italy buy, Vicenza*, <http://www.vicenzaqualita.org/>