

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA GESTIONALE

TESI DI LAUREA

in

Sistemi di Produzione Avanzati

**INTRODUZIONE DI UN SISTEMA ADVANCED PLANNING AND
SCHEDULING NEL SETTORE METALMECCANICO: IL CASO
FABIO PERINI S.P.A.**

CANDIDATO:
Giacomo Chiavacci

RELATRICE:
Chiar.ma Prof.ssa
Cristina Mora

CORRELATORE:
Ing. Stefano Raineri

Anno Accademico 2018/2019

Sessione III

Indice

INTRODUZIONE	1
CAPITOLO 1-LA FABIO PERINI PACKAGING S.P.A.	3
1.1 Contesto aziendale	3
1.2 Cenni storici	4
1.3 Processo del Tissue	6
1.4 Il Mercato del Tissue	11
1.5 Prodotti Fabio Perini Packaging	13
CAPITOLO 2-STORIA ED IMPORTANZA STRATEGICA DELLA SUPPLY CHAIN	20
2.1 Cenni storici	20
2.2 Il modello del Supply Chain Network	22
2.3 L'effetto Bullwhip	24
2.4 Supply Chain Management	27
2.5 I Trend di influenza	29
2.6 La pianificazione della produzione	30
2.7 Lo scheduling della produzione	32
2.8 Le soluzioni APS in ambito Supply Chain	32
2.8.1 <i>Flessibilità e adattabilità</i>	33
2.8.2 <i>Innovazione tecnologica</i>	33
2.8.3 <i>La logica concurrent planning</i>	34
CAPITOLO 3-I SOFTWARE ADVANCED PLANNING AND SCHEDULING	36
3.1 Definizione di un sistema APS	39
3.2 Struttura degli APS	41
3.2.1 <i>Il modello</i>	42
3.2.2 <i>User interface</i>	44
3.3 I software APS e le differenze con la pianificazione basata su MRP	47
3.3.1 <i>Storia dei sistemi APS</i>	48
3.3.1.1 <i>Gli anni '60: MRP e la teoria della schedulazione</i>	48
3.3.1.2 <i>Gli anni '70 e '80: MRP-II e FCP</i>	50
3.3.1.3 <i>Gli anni '90: ERP e APS</i>	51
3.3.1.4 <i>Dal 2000 ad oggi: suites APS comprehensive</i>	52
3.3.2 <i>Quando implementare una soluzione APS</i>	53
3.3.2.1 <i>Complessità</i>	53
3.3.2.2 <i>Dimensioni</i>	55
3.3.2.3 <i>Inflessibilità</i>	55
3.3.3 <i>Ambiti di applicazione e benefici delle soluzioni APS</i>	56
3.3.4 <i>Strategie della supply chain supportate</i>	56
3.3.5 <i>Benefit qualitativi dell'APS</i>	60

3.3.6	<i>Lacune dell'MRP</i>	61
3.3.6.1	<i>Pianificazione delle risorse e della disponibilità dei materiali</i>	62
3.3.6.2	<i>Allocazione e sincronizzazione</i>	65
3.3.6.3	<i>Pianificazione della capacità</i>	68
3.4	L'implementazione di un APS	68
3.5	Il progetto di implementazione	70
3.5.1	<i>L'approccio dei fornitori</i>	70
3.5.2	<i>Tipologie di sviluppo</i>	71
3.5.3	<i>Approccio a cascata vs approccio interattivo</i>	73
3.5.4	<i>Fasi di progetto</i>	75
3.5.4.1	<i>Problem Analysis e Solution Design</i>	75
3.5.4.2	<i>Sviluppo</i>	78
3.5.4.3	<i>Sviluppo interattivo</i>	79
3.5.4.4	<i>Going Live</i>	81
3.5.5	<i>Project deliverables</i>	82
3.5.6	<i>Principali cause di possibili ritardi</i>	82
3.6	Composizione del team di progetto	84
3.7	Implementazione multisito	86
CAPITOLO 4	GESTIONE RISORSE AS-IS	88
4.1	Caso "New Machinery"	89
4.2	Caso "Customer Service"	94
4.3	La schedulazione AS-IS dei tecnici	95
4.4	Considerazioni sullo scenario AS-IS	98
CAPITOLO 5	L'APPLICATIVO J-FLEX	104
5.1	Struttura dell'ambiente di lavoro principale	106
5.2	Caricamento anagrafiche	112
5.3	Caricamento manuale dei task	116
CAPITOLO 6	DIFFERENZE TRA LO SCENARIO AS-IS E TO-BE	119
CAPITOLO 7	VALUE ASSESSMENT DELLA SOLUZIONE APS	130
7.1	Valorizzazione economica della soluzione APS	133
7.1.2	<i>Determinazione del tempo di Pay-Back</i>	138
7.2	Valutazione strategica della soluzione APS	140
7.2.1	<i>Il servizio al cliente e il vantaggio competitivo della supply chain</i>	140
7.2.2	<i>L'organizzazione interna</i>	141
CONCLUSIONI		143
RINGRAZIAMENTI		145
BIBLIOGRAFIA		146

Introduzione

Il seguente lavoro di tesi riguarda l'implementazione di un software facente parte della tipologia APS (Advanced Planning Systems o Advanced Planning & Scheduling) in un'azienda del territorio bolognese e appartenente al settore metalmeccanico. Il contesto presso cui l'attività riguardante la tesi ha avuto luogo è stato infatti quello della Fabio Perini Packaging S.p.A, azienda leader nella produzione di macchine automatiche per il packaging del tissue, conosciuta commercialmente come Casmatic e sita a Calderara di Reno; il software di cui si è studiata invece l'implementazione è denominato J-Flex e viene sviluppato dalla Tecnest Srl, azienda della provincia di Udine.

Il progetto di tesi in particolare ha riguardato uno studio di fattibilità valorizzato da una monetizzazione dei benefici riguardanti l'implementazione di tale tipologia di software presso lo stabilimento bolognese, essendo J-Flex tra l'altro già in uso nella sede principale della Fabio Perini, con sede a Lucca. L'attività portata avanti rientra in un progetto di più ampio respiro in quanto il sito di Bologna sarà utilizzato come banco di prova per poter nei prossimi mesi far adottare la suite J-Flex a tutti gli stabilimenti della Fabio Perini, nell'ottica di poter instaurare logiche di utilizzo sinergiche e condivise tra tutti i plant distribuiti per il mondo. Le motivazioni che hanno portato alla scelta dell'adozione di tale tipologia di software sono state dovute, oltre al voler utilizzare un sistema unico condiviso tra tutti gli stabilimenti al fine di aumentare la coerenza e la compatibilità dei dati e delle procedure, anche al riscontro di un basso livello di efficacia delle attività previsionali e di pianificazione. Le macchine Fabio Perini S.p.A. vengono montate e collaudate internamente, per poi essere smontate e spedite allo stabilimento del cliente, dove vengono riassemblate e sottoposte alla fase di l'avviamento con le opportune regolazioni al fine di poter superare il collaudo finale. Negli ultimi anni, l'azienda ha riscontrato diversi problemi in questa attività, con molte installazioni terminate in ritardo rispetto a quanto pianificato e concordato, che hanno causato notevoli perdite e, in parte, incrinato i rapporti commerciali con i clienti.

Il progetto di tesi, svolto con la collaborazione di Stefano Raineri, Supply Chain Manager di Fabio Perini Bologna S.p.A. e del Commissioning Manager Tommaso Frau, si articola in questo

elaborato come segue: il primo capitolo ripercorre la storia della Fabio Perini Packaging, descrivendo in breve le caratteristiche del settore di appartenenza e della gamma prodotti proposta sul mercato.

Il secondo capitolo invece riprende brevemente le caratteristiche a livello teorico della Supply Chain, essendo questo il contesto in cui sono stati sviluppati i software della tipologia APS in risposta alle lacune caratterizzanti i metodi MRP e MRP-II implementati negli ERP, ovvero le principali soluzioni assieme ai fogli di calcolo utilizzate dalle aziende per assolvere ai compiti di planning & scheduling.

Il terzo capitolo affronta invece nello specifico le caratteristiche dei sistemi APS, confrontandole con le funzionalità offerte dagli ERP ed evidenziandone i pregi e i campi di utilizzo a livello teorico.

Nel quarto capitolo si entra nel merito del progetto presentando inizialmente una descrizione tramite Flow Chart del processo di pianificazione dei tecnici per le attività di vendita di una nuova macchina e di espletamento delle richieste di assistenza da parte dei clienti. Nella seconda parte del capitolo invece viene presentato il foglio Excel utilizzato attualmente per la pianificazione evidenziandone gli aspetti critici da migliorare in seguito all'implementazione di J-Flex.

Il quinto capitolo descrive il nuovo processo di pianificazione dei tecnici che dovrebbe essere seguito una volta implementato l'APS, delineando anche le caratteristiche e le peculiarità del software stesso così come le operazioni preliminari da eseguire per la sua messa in opera.

Le differenze e le potenzialità di utilizzo tra J-Flex e il foglio di calcolo utilizzato attualmente sono invece trattate nel capitolo sesto, che viene inoltre sfruttato per riprendere alcune caratteristiche dei due sistemi al fine di facilitarne la comprensione dei relativi pro e contro.

Sulla base delle differenze elencate nel sesto capitolo, viene infine eseguita l'attività di Value Assessment proposta nel settimo capitolo in cui si va a valutare la convenienza di una simile implementazione, sia tramite delle considerazioni sui benefici cosiddetti "tangibili" e quantificabili, che sui benefici "intangibili" non direttamente valorizzabili ma imputabili all'utilizzo del software.

CAPITOLO 1 - La Fabio Perini Packaging S.p.A.

1.1 Contesto aziendale

La Fabio Perini Packaging S.p.A, sita a Calderara di Reno, in provincia di Bologna, opera come produttrice di macchinari per il packaging dei prodotti tissue.

Denominata Casmatic fino al 2013, l'azienda assume l'attuale denominazione in seguito all'acquisizione da parte di Fabio Perini S.p.A, perpetrata dall'azienda lucchese con il fine di ampliare la sua offerta di prodotti.

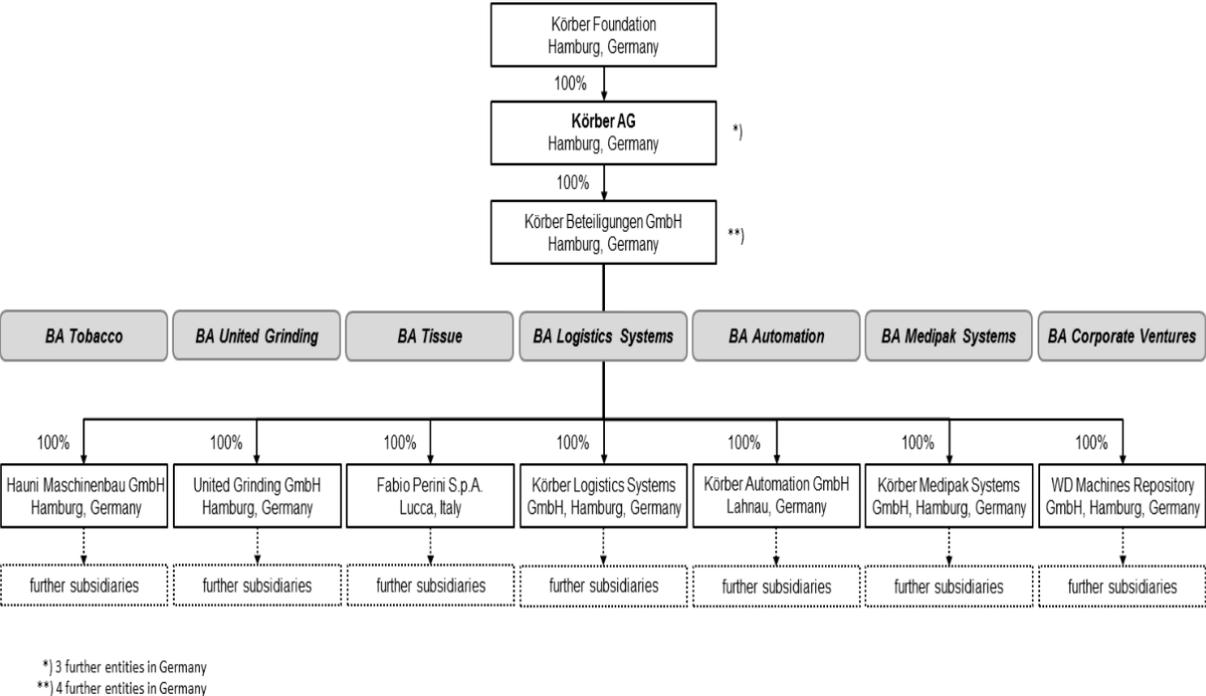


Figura 1.1.A: Organigramma rappresentante la struttura organizzativa della Korber AG, con le relative Business Area. La Fabio Perini SpA è collocata nella Business Area Tissue

Lo stabilimento lucchese infatti produce macchinari per la lavorazione e trasformazione della carta (in gergo questa fase viene indicata come “converting”); con l’integrazione della ex Casmatic, completò naturalmente la filiera andando ad aggiungere ai macchinari per il converting quelli per il packaging. La Fabio Perini nel 1993 venne acquisita dal gruppo tedesco Körber AG, costituito da più di 50 aziende internazionali operanti in sette business areas: tabacco, tissue, macchine per lavorazioni meccaniche, sistemi per l’automazione, applicazioni di intralogistica, sistemi di confezionamento per l’industria farmaceutica e corporate ventures. Nel 2016 il gruppo Körber segna 2,2 miliardi di euro di fatturato, potendo contare su circa 11000 collaboratori in tutto il mondo.

Nel mondo del tissue Fabio Perini si è sempre contraddistinta per la totale personalizzazione della linea per i clienti, essendo il cliente stesso a commissionare specifiche di volta in volta differenti a seconda delle sue esigenze.

1.2 Cenni Storici

Fabio Perini Packaging S.p.A si inserisce nel contesto della cosiddetta “Packaging Valley” bolognese, un distretto di imprese operanti nella progettazione e nella produzione di macchine automatiche per l’impacchettamento dei prodotti.

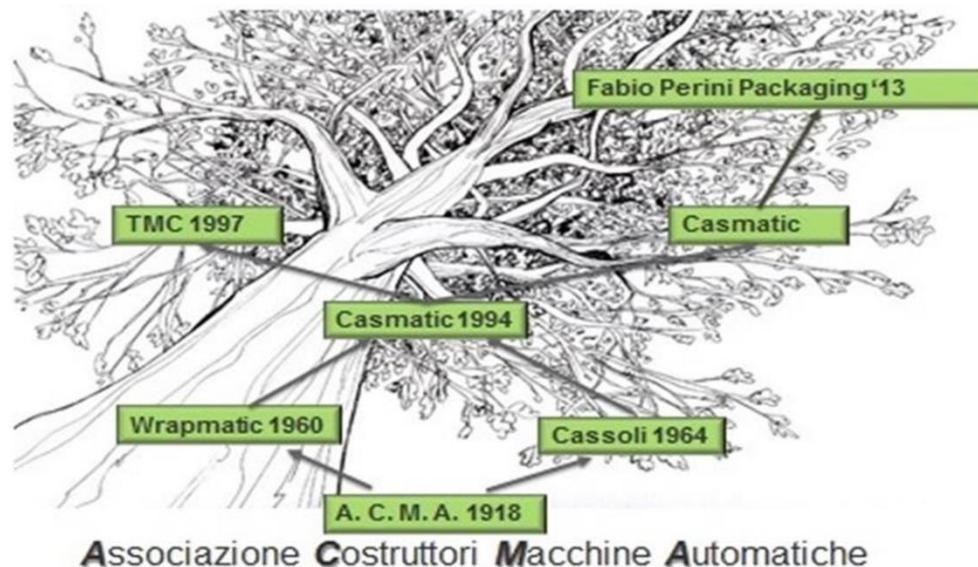


Figura 1.2.A: Struttura ad albero riportante l’evoluzione temporale della Fabio Perini Packaging di Calderara di Reno, con le relative denominazioni che essa ha assunto nel tempo.

A testimonianza dell'importanza di questo distretto per la realtà emiliano-romagnola, vi sono i dati redatti dalla fondazione Edison (Vesentini, 2012) che mostrano come il business della zona bolognese sia formato da 134 aziende, 11.000 addetti e generi un fatturato complessivo di 2,4 miliardi di euro: la sola "Packaging Valley" copre il 60% di tutto il settore a livello nazionale.

La storia di questo distretto inizia con l'inaugurazione della A.C.M.A. (Associazioni Costruttori Macchine Automatiche) nel 1918 da parte dell'imprenditore Gaetano Barbieri, azienda originariamente concepita per meccanizzare il confezionamento della polvere Idrolitina, prodotta da Arturo Gazzoni. Nel 1927 Bruto Carpigiani opera all'interno del distretto, dove più avanti breveterà la famosa ruota "a zeta", applicata nella macchina ACMA 749 per gli incarti di caramelle. L' ACMA rimarrà fino alla fine della Seconda guerra mondiale l'unica impresa italiana ad occuparsi di packaging; solo con il termine del secondo conflitto mondiale molti tecnici cresciuti e formati dall'azienda costituiranno nuove imprese, tra cui la Wrapmatic nel 1960 e la Cassoli nel 1964. Sarà proprio in questi anni ad essere progettata una delle macchine pioniere nel confezionamento dei rotoli di carta ad uso igienico e domestico, la RA/CI progettata da Paolo Cassoli e conservata nel Museo del Patrimonio Industriale.

Dalla fusione della Wrapmatic e della Cassoli nasce nel 1994 la Casmatic, che subirà nel 1997 un'ulteriore "distaccamento" venendosi a creare la TMC. La Casmatic come precedentemente accennato prenderà il nome di Fabio Perini Packaging nel 2013 con l'acquisizione da parte di Fabio Perini S.p.A.



Figura 1.2.B: A sinistra la macchina RA/CI progettata da Paolo Cassoli nel 1964; a destra una macchina per il confezionamento dei rotoli di carta del 1984.

L'evoluzione nel tempo delle macchine automatiche adibite al confezionamento è significativa: la RA/CI era estremamente compatta e di piccole dimensioni proprio perché le esigenze del cliente erano poco evolute.



Figura 1.2.B: Una moderna macchina Casmatic A6T per il confezionamento di rotoli di carta, prodotta dalla Fabio Perini Packaging.

Con il passare degli anni le esigenze di personalizzazione e complessità del packaging, così come le funzioni e le norme di sicurezza aumentarono e con essi anche la dimensione delle macchine.

1.3 Processo del Tissue

La Fabio Perini S.p.A. realizza soluzioni per la trasformazione e il confezionamento di prodotti tissue, quali:

- Rotoli igienici e asciugatutto;
- Fazzoletti;
- Tovaglioli;
- Interfogliati;
- Rotoli industriali;

Questi prodotti possono essere realizzati dalle macchine che Fabio Perini progetta, produce e manutiene. Vengono inoltre offerte soluzioni per la goffatura della carta, lavorazione che permette di realizzare dei disegni a rilievo su carta, mediante calandratura.

La filosofia progettuale di Fabio Perini fa leva su una personalizzazione spinta dei macchinari come caratteristica distintiva dell'offerta, pertanto vengono commercializzate, sia lato converting che packaging, macchine uniche personalizzate ad hoc per soddisfare bisogni molto specifici, oppure prodotte a listino.



Figura 1.3.A: Rappresentazione di una linea integrata per la produzione di rotoli di carta prodotta dalla Fabio Perini. In alto a sinistra una linea dedicata al converting permette di ottenere, a partire dai log industriali, dei rotoli singoli di carta. In basso a destra una linea prodotta dalla Fabio Perini Packaging dedicata al confezionamento dei rotoli appena prodotti. Queste due linee permettono alla Fabio Perini di portare sul mercato un'offerta integrata composta da converting e packaging.

Spesso grandi i clienti (come Kimberly Clark, Sofidel, SCA...) per una maggiore integrazione a livello software e hardware della linea, acquistano un'intera linea realizzata completamente dalle macchine prodotte dalla Fabio Perini. Le macchine della parte converting, marchiate dal brand "Fabio Perini", ricevono così in input la bobina madre proveniente dalle cartiere e la trasformano nella forma desiderata, realizzabile in varianti diverse in base alle esigenze del cliente. Le macchine per il "converting" appartengono di fatto al business "storico" dell'azienda e costituiscono la prima parte della linea e sono costituite dalle seguenti componenti principali:

- **Svolgitori:** questo gruppo svolge il lembo di carta e lo mantiene nella giusta tensione durante il suo transito verso le successive stazioni;

- *Goffratori*: permettono di incidere delle stampe sui fogli, rendendoli più voluminosi e piacevoli al tatto, oltre che a donargli un aspetto decorativo;
- *Tubiere*: producono il tubo rigido in cartone costituente l'anima del prodotto, sul quale verrà in seguito avvolta la carta;
- *Ribobinatrici*: sono di fatto il cuore della linea di trasformazione e sono deputate alla creazione dei cosiddetti "log": questi hanno larghezza pari a quella della bobina madre e per diametro quello del prodotto finito;
- *Incollatori*: posizionano il lembo finale del log in uscita dalla ribobinatrice e lo chiudono con una linea di colla;
- *Accumulatori*: Questa macchina è studiata per accogliere e accumulare i log in uscita dall'incollatore ospitandoli in apposite canalette; tale gruppo è utile in quanto garantisce la continuità del processo produttivo qualora si verificano soste o interruzioni nei gruppi a monte: è di fatto un buffer;
- *Troncatrici*: Sono costituite da delle lame che tagliano i log di una lunghezza prescelta pari a quella del prodotto finito e li inviano alle stazioni successive di confezionamento e imballaggio;

La seconda parte della linea viene realizzata nello stabilimento di Bologna ed è conosciuta sotto il brand "Casmatic". Le macchine prodotte si occupano del confezionamento dei rotoli e realizzano sia l'imballaggio primario che quello secondario, svolto rispettivamente dalle impaccatrici e dalle insaccatrici, commercialmente indicate come "Wrapper" e "Bundler".

Le Wrapper sono le macchine addette al confezionamento dei rotoli e sono costituite da:

- *Gruppo Lanciatori*: suddivide il prodotto in alimentazione nella quantità necessaria ad ogni confezione (per numero di file e numero rotoli per fila); il prodotto verrà così trasferito in fase al "gruppo traino iniziale";
- *Gruppo Traino Iniziale*: ha la funzione di trainare il prodotto dalla sezione lanciatori alla zona dell'elevatore. Il gruppo è composto da una coppia di catenarie, una superiore fissa e l'altra inferiore mobile. Tali catenarie permettono la movimentazione di barre,

montate ortogonalmente all'avanzamento delle catenarie, che trainano i rotoli lungo la macchina;

- *Gruppo elevatore*: ha una duplice funzione: la prima è quella di sollevare il prodotto e di introdurlo al piano di scorrimento superiore; la seconda è quella di avvolgere parzialmente il prodotto con il materiale da imballo durante la fase di salita. Il prodotto viene infine opportunamente precompresso per fornirgli la giusta compattazione;
- *Piegatori Inferiori*: hanno la funzione principale di eseguire l'incrocio inferiore dei lembi del materiale da incarto ed inoltre fungono anche da sostegno rotoli nella fase di discesa dall'elevatore;
- *Piegatori UNI*: questo gruppo ha il compito di eseguire parte delle pieghe laterali di chiusura del pacco ed inoltre predispongono il prodotto all'ultima fase di confezionamento;
- *Gruppo Saldatore Inferiore*: sincronizzato con la fermata in fase del traino uscita, svolge la saldatura dei lembi inferiori del materiale di imballo, in modo da garantire una perfetta adesione dei lembi;
- *Gruppo Traino Uscita*: trasla il prodotto parzialmente confezionato dal gruppo elevatore alla sezione di saldatura facendolo transitare attraverso la batteria piegatori (inferiori e UNI);
- *Gruppo Portabobina*: sostiene la bobina del materiale da imballo; è composta da dei rulli in serie che mantengono il film di materiale polimerico in tensione per un corretto ingresso nel "Gruppo Svolgitura e Taglio", ed inoltre provvede anche alla svolgitura del film in funzione della quantità necessaria alla macchina;
- *Gruppo Svolgitura e Taglio*: taglia il film in ingresso dal "Gruppo Portabobina" nella misura necessaria al tipo di confezione. Il taglio viene realizzato mediante un coltello rotante superiore e un coltello fisso inferiore;
- *Uscita Saldante*: è il gruppo finale della macchina e ha la funzione di realizzare le saldature laterali del pacco e di portarlo verso l'uscita. Tale gruppo è composto da blocchetti saldanti riscaldati da resistenze, la cui temperatura è controllata da sonde a termocoppia più termoregolatori. Alla fine del gruppo sono poste delle piastre di raffreddamento che stabilizzano la saldatura del prodotto, evitando così possibili

distacchi dei lembi in seguito al mantenimento di calore e possibili incollamenti del polietilene sulle cinghie;

In coda alle “wrapper” sono solitamente posizionate le “bundler” o “insaccatrici”, macchine che ricevono in input i pacchetti prodotti dalle wrapper e li inseriscono in una confezione (sacco); tali macchine sono formate da:

- *Gruppo alimentazione:* questo gruppo ha il compito di raddrizzare e impilare il prodotto in arrivo dalla “bundler” disponendolo su più file. Tale gruppo si occupa anche di distribuire la giusta quantità di prodotto che dovrà contenere il sacco all’elevatore;
- *Gruppo elevatore:* compatta tramite delle sponde i pacchi in arrivo dal gruppo alimentatore. Il prodotto così precomposto viene elevato e posto in una posizione utile ad essere traslato nel tunnel di confezionamento dello spingitore;
- *Gruppo spingitore:* ha il compito di movimentare il fardello dei pacchi lungo la fase di avvolgimento all’interno del tunnel di confezionamento;
- *Gruppo eliche:* tale gruppo guida il materiale da imballo e lo tende in maniera tale da formare un “tubo” idoneo al contenimento del prodotto da confezionare. La posizione delle eliche, che impatta sulla dimensione del tubo, è regolabile in maniera tale da permettere il confezionamento di una vasta gamma di formati;
- *Gruppo tunnel:* chiamato anche “gruppo bocche”, deve permettere l’introduzione del prodotto precompresso all’interno del tubo formato dal materiale da imballo. Così come per le eliche, le dimensioni del tunnel possono essere variate a piacimento a seconda delle dimensioni della confezione da eseguire;
- *Gruppo svolgibobina:* Sostiene la bobina del materiale da imballo e ne permette la regolare svolgimento necessaria al confezionamento. Il gruppo presenta in dotazione inoltre un sistema di sicurezza che arresta l’introduzione del prodotto nella macchina in caso di esaurimento del materiale da imballo;
- *Gruppo saldatore longitudinale:* ha il compito di saldare le estremità del materiale da imballo, completando così il tubo di avvolgimento prodotto. Per saldare il

materiale il gruppo si serve di un getto di aria surriscaldata diretto verso l'incrocio superiore dei lembi che fondendosi si uniscono;

- *Gruppo taglia-salda*: questo gruppo ha la funzione di completare la confezione del pacco in uscita separandolo dal tubo di polietilene e chiudendo la testata della confezione successiva. Tramite lo schiacciamento del polietilene tra pressini surriscaldati si ottiene la saldatura della confezione, mentre la separazione dal pacco successivo si ottiene tramite l'utilizzo di una lama in acciaio;
- *Gruppo piegatori laterali*: predispone il materiale da imballo alla fase taglia/salda formando le opportune pieghe idonee all'ottenimento di una confezione di qualità;
- *Gruppo uscita*: tale gruppo è composto sostanzialmente da un piano orizzontale che permette alla confezione prodotta di uscire dalla macchina. Oltre al piano orizzontale il gruppo è provvisto di due sponde laterali delle quali è possibile regolare la distanza in base alle dimensioni del sacco che viene realizzato;

1.4 Il mercato del Tissue

Il settore del tissue, con annesso quello del packaging, è ancora in forte espansione nonostante l'esigenza sempre più sentita da parte di numerosi stakeholder di diminuire l'utilizzo di carta e plastica per ragioni ambientali. Sono in particolare i paesi asiatici a trainare tale trend, sia in veste di produttori che di consumatori.

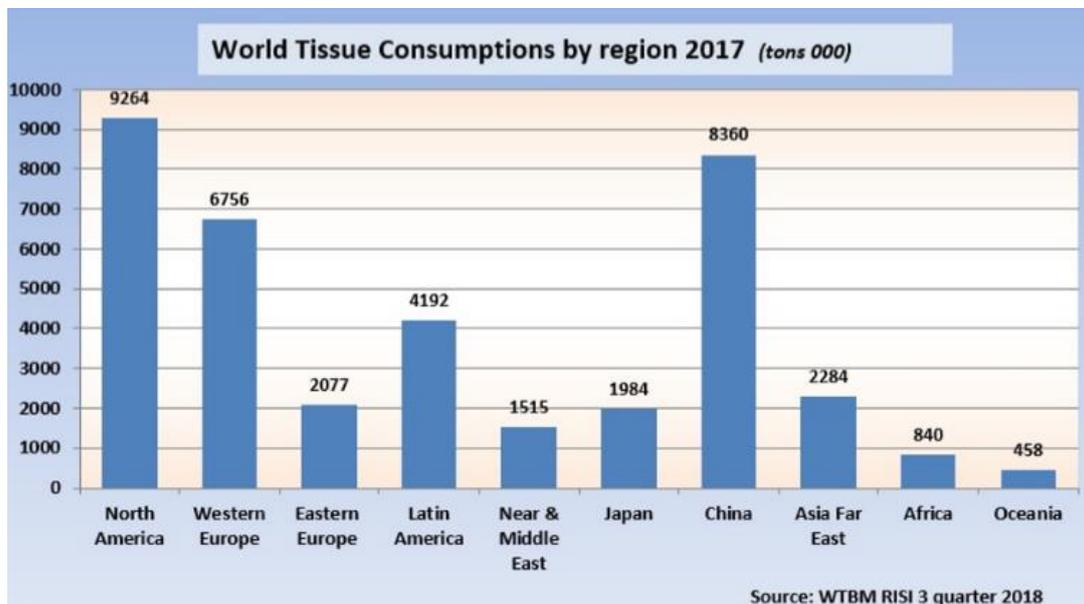
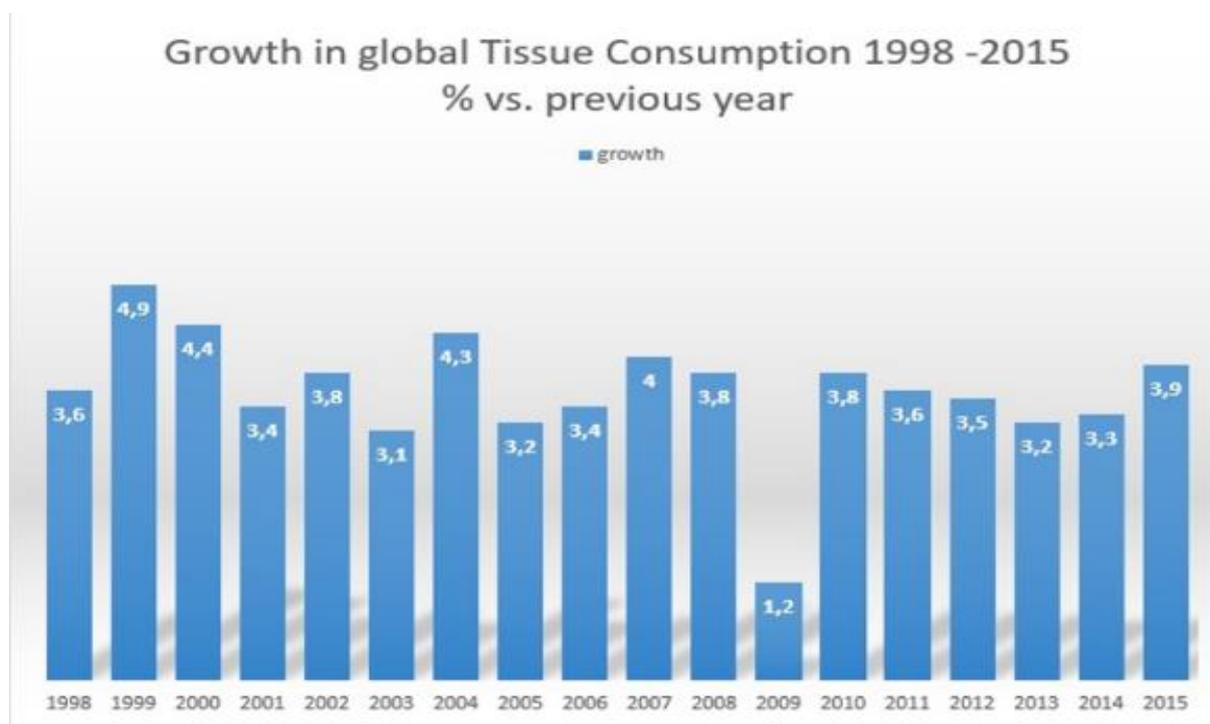


Figura 1.4.A: Dati sul consumo mondiale di carta, espressi in tonnellate, relativi all'anno 2017

I dati del 2017 del “World Tissue Business Monitor” dell’agenzia “Fastmarkets RISI” evidenziano come la Cina sia il terzo consumatore di carta, dopo il Nord America e l’Europa, per un mercato totale di oltre 37 milioni di tonnellate.



Source WTBM - RISI

Figura 1.4.B: Grafico raffigurante istogrammi relativi al consumo percentuale differenziale mondiale di carta rispetto all’anno precedente.

Di grande rilievo è il fatto che il mercato del tissue sia aumentato di anno in anno dal 1998 al 2015 con punti percentuali rispetto al precedente anno compresi generalmente tra il 3% e il 4%. In riferimento ai mercati di “alto livello” (Nord America, Europa, Oceania) e di “basso livello” (Cina, India, Sud America e Africa), la Fabio Perini S.p.A. detiene la leadership nei mercati di alto livello, con quote per il converting e il packaging pari rispettivamente al 46% e al 39%. È invece inferiore il posizionamento nei mercati di basso livello, costituito da clienti le cui esigenze sono soddisfatte da prodotti di basso costo, con un ciclo di vita più breve e con un livello di sicurezza inferiore.

MARKET SHARE 2016

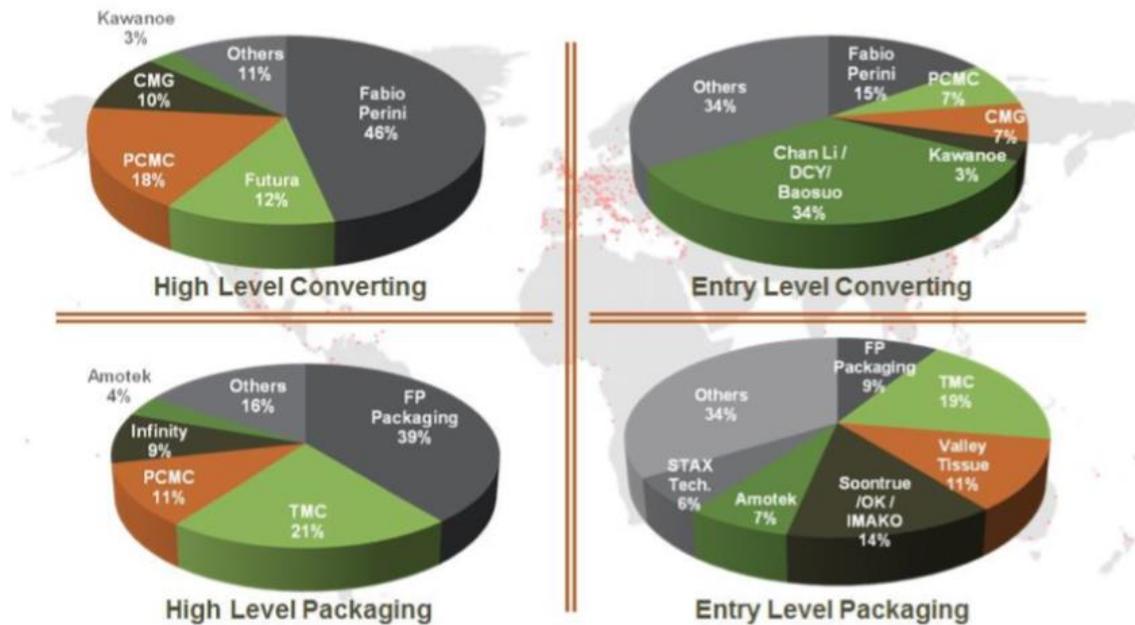


Figura 1.4.C: Areogrammi rappresentanti le quote di mercato mondiali in ambito Tissue per sia per la parte converting che per la parte packaging differenziati in segmenti di prodotto high level ed entry level.

Come mostrato nel grafico sovrastante, si può inoltre notare che solo un altro competitor (l'americana PCMC), oltre alla Fabio Perini, offre una soluzione integrata di macchine per il converting e per il packaging. Tale approccio non è comune in questo settore, dove la tendenza è stata sempre quella di dedicare la produzione solo a macchinari per una specifica fase (Pieraccini, 2016). La possibilità di proporsi come interlocutore unico in grado di soddisfare le esigenze legate alle diverse fasi del ciclo di produzione della carta, ricopre un ruolo fondamentale nell'offerta di valore al cliente proposta da Fabio Perini.

1.5 Prodotti Fabio Perini Packaging

È ormai assodato come il packaging posseda un ruolo estremamente rilevante nelle scelte dei consumatori. In un comune supermercato un consumatore passa davanti a 600 prodotti al minuto, dedicando ad ognuno di essi solo un decimo di secondo (Branding Intelligence

System, s.d.). Riveste quindi un ruolo strategico il packaging all'interno del marketing mix, al pari del prodotto, della distribuzione e della comunicazione. Il packaging deve così essere in grado di trasmettere la qualità del prodotto al cliente: se ben realizzato un pack accattivante può accrescere il valore del prodotto rendendolo agli occhi del cliente preferibile rispetto a quello di un competitor. Il prodotto è quindi intrinsecamente connesso alla confezione, che ricopre un elemento fondamentale nell'esperienza di shopping, stimola la sfera emozionale del consumatore e contribuisce alla gratificazione nell'atto di acquisto. A questi aspetti si aggiungono anche quelli più "pratici", ossia preservare il prodotto durante il trasporto, proteggerlo da contaminazioni esterne e conservare intatte le sue caratteristiche. In aggiunta a ciò è altresì rilevante l'importanza di avere un pacco comodo e che ottimizzi lo spazio occupato durante il trasporto, aspetto fondamentale sia dal punto di vista dell'esperienza d'acquisto del consumatore, che dal punto di vista dell'azienda in quanto permette un abbassamento dei costi di distribuzione. La logistica in outbound è di fatto un'attività strategica che deve essere correttamente gestita, in quanto i prodotti tissue sono caratterizzati da un basso costo e un alto ingombro.



Figura 1.5.A: Immagine riportante i formati con cui vengono commercializzati i rotoli di carta nei principali mercati di riferimento.

Per tutta questa serie di motivi e per il fatto che le esigenze dei consumatori finali, e di conseguenza quelle dei clienti di Perini, variano molto di paese in paese, Fabio Perini offre un'ampia gamma di prodotti, altamente personalizzabili a seconda delle esigenze del cliente. Tali esigenze possono comportare diverse dimensioni del rotolo, diverse configurazioni del pacchetto, una differente qualità del polietilene usato, presenza o meno delle maniglie sulla confezione e altri fattori legati al packaging. Sulla variabilità del prodotto incidono caratteristiche legate ai fattori culturali, alla dimensione delle abitazioni e alla composizione dei nuclei familiari caratteristici di ogni paese. Il portafoglio prodotti di Fabio Perini Packaging si rivela oggi essere molto ampio, con vari tipi di macchine e nuove tecnologie studiate e adattate in base al mercato obiettivo e alle conseguenti necessità del cliente. La personalizzazione delle macchine può essere effettuata aumentando o diminuendo gli optional, fino ad arrivare alla co-progettazione con il cliente stesso.

Le macchine di punta prodotte attualmente dalla Fabio Perini Packaging sono:

- *Wrapper A6T*: è l'ultima generazione di macchina confezionatrice. Completamente automatica, permette di svolgere cambi di setup automatici in 10 minuti. Risulta inoltre essere facilmente accessibile da entrambi i lati per facilitare gli interventi di manutenzione. Possiede una velocità di targa di 200 pacchi al minuto e permette 130 diverse configurazioni di prodotto, permettendo la creazione di pacchi fino a tre strati di rotoli, anche salvaspazio. Date le sue caratteristiche, rientra nella categoria dei prodotti High Level, rivolto ai mercati occidentali (Nord America, Europa, Australia).



Figura 1.5.B: Una Wrapper A6T prodotta dalla Fabio Perini Packaging.

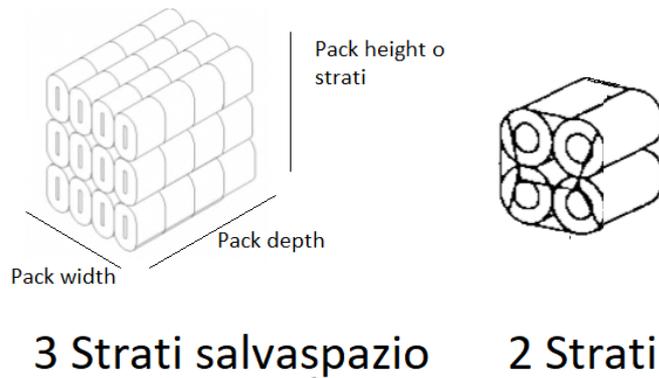


Figura 1.5.C: Rappresentazioni di due configurazioni esemplificative di prodotto.

- *Wrapper CMW1000*: Ha una velocità di targa di 200 pacchi al minuto e gestisce fino a 136 configurazioni differenti di pacchi. È una macchina destinata ai mercati ricchi, posizionandosi nella fascia High Level. Analogamente alla A6T, permette la realizzazione di packaging con fino a 3 strati di rotoli, per un'altezza totale del pacco di 405 mm. È possibile realizzare pacchi da 3 strati anche nella versione salvaspazio.



Figura 1.5.D: Una Wrapper CMW1000 prodotta dalla Fabio Perini Packaging.

- *Wrapper CMW208*: raggiunge una velocità di 220 pacchi al minuto, tuttavia a fronte di una velocità di targa più elevata rispetto alle due precedenti macchine, la CMW 208 limita il numero di strati realizzabili a uno. È una macchina rivolta a clienti con esigenze di customizzazione del prodotto limitate e che non richiedono alti livelli di flessibilità e bassi tempi di set-up. Ha una natura costruttivo-progettuale più semplice rispetto alle due precedenti che le permettono di eccellere in velocità, stabilità e affidabilità.



Figura 1.5.E: Una Wrapper CMW208 prodotta dalla Fabio Perini Packaging

- **Bundler CMB202:** questa macchina è in grado di produrre fino a 20 sacchi al minuto. Questa macchina trova nella semplicità e nell'affidabilità il suo punto di forza e ciò le permette di essere venduta ad un prezzo accessibile; per tale motivo riscuote successo in mercati di livello medio/alto.



Figura 1.5.F: Una Bundler CMB202 prodotta dalla Fabio Perini Packaging

Le macchine appena brevemente introdotte costituiscono l'offerta di punta della Fabio Perini Packaging, tuttavia l'azienda offre ulteriori macchine concepite per i mercati meno maturi e con necessità meno complesse, caratterizzate da un basso costo.

il mercato cinese ad esempio ha un'intera gamma prodotti dedicata riconoscibili dal brand "X", sviluppata appositamente per il mercato cinese dallo stabilimento di Fabio Perini di Shanghai. La Flow Pack XP8 è una di queste macchine, prodotta in Cina e commercializzata per le aziende operanti sul mercato nazionale. È una macchina veloce ed economica che permette di impacchettare rotoli singoli, una configurazione non comune nel mondo occidentale e invece molto diffusa in quello asiatico.



Figura 1.5.G: Una Flow Pack XP8 prodotta dalla Fabio Perini Packaging e destinata al mercato cinese.

Si può notare come, a differenza delle altre macchine rivolte al mercato occidentale, il prodotto rifletta una differente concezione relativa alla sicurezza della vita lavorativa. In questa macchina non sono presenti barriere protettive (il cosiddetto carter) ed inoltre tutti i cavi risultano essere esposti, in quanto questi accorgimenti non sono richiesti dal cliente in questione. Questo esempio torna utile per evidenziare ancora una volta, quanto siano diversi

i mercati e quanto sia importante per la Fabio Perini conoscere e comprendere le esigenze del cliente, sin dalle fasi di progettazione del prodotto.

Oltre alle macchine per rotoli Fabio Perini produce anche macchine impacchettatrici di fazzoletti e tovaglioli, come la CMF200, e macchine studiate per confezionare scatole, come la T100BOX e la CMW200BOX.



Figura 2.5.H: Una T100BOX ed alcuni esempi di prodotto confezionati dalla macchina

CAPITOLO 2 - Storia ed importanza strategica della Supply Chain

Questo capitolo si pone l'obiettivo di introdurre in maniera generale i concetti alla base della Supply Chain e del Supply Chain Management per poter meglio inquadrare l'ambito di applicazione dei sistemi APS. Nello specifico nella prima parte di questo capitolo si ripercorrerà brevemente la storia della Supply Chain con l'obiettivo di inquadrare le principali motivazioni e i principali fattori che hanno portato al suo sviluppo. Verranno quindi presentati sinteticamente alcuni modelli di riferimento, come ad esempio il Supply Chain Network proposto da Slack e il modello SCOR; verranno in seguito affrontate alcune problematiche tipiche della gestione della Supply Chain, come l'effetto Forrester. Nella seconda parte l'attenzione si sposterà invece sulle caratteristiche fondamentali del Supply Chain Management e sui trend che al giorno d'oggi lo influenzano.

2.1 Cenni storici

Il concetto di Supply Chain è relativamente recente, essendo stato formulato per la prima volta attorno agli anni '90 quando ci si rese conto che il veicolo competitivo non era più rappresentato dall'azienda individuale, quanto piuttosto dall'insieme di aziende interconnesse di cui l'azienda stessa faceva parte. In passato infatti era comune che una singola azienda potesse comprendere al suo interno quasi l'intera Supply Chain, ovvero quel sistema di organizzazioni, persone, attività, informazioni e risorse coinvolte nel processo atto a trasferire o fornire un prodotto o un servizio dal fornitore al cliente. L'attenzione dei manager delle più grandi aziende era quindi focalizzata sui sistemi previsionali, sulle nuove

modalità per rifornire i magazzini della rete, oppure ancora sulla curva dei costi a cui potevano essere date diverse interpretazioni (Tofoni, 2008).

Oggi giorno questo paradigma non è più valido per la singola azienda, al contrario essa si riscopre parte integrante di un' "azienda estesa" che è costituita da un'ampia rete di fornitori specializzati e di clienti sempre più esigenti (Martin C., 2005).

I primi ad abbracciare questa nuova visione relativa alla Supply Chain sono stati i giapponesi della Toyota, spinti anche dalle peculiarità del mercato nipponico caratterizzato dalla domanda di piccole quantità di prodotto estremamente personalizzate. Tali caratteristiche, unite alla scarsa disponibilità degli spazi fisici per i magazzini, situazione molto diffusa in Giappone, l'accorciamento del ciclo di vita dei prodotti, l'esigenza di maggiore qualità ed innovazione del prodotto, la richiesta di minori tempi di consegna e di un livello superiore di servizio, sono stati i principali elementi che hanno permesso l'affermarsi del nuovo paradigma della Supply Chain, caratterizzato da forti elementi di novità rispetto al recente passato (Ceruti G, Distefano S., 2012). In particolare, il ruolo di primo piano assunto dal cliente, ha portato la maggioranza delle aziende a ripensare alle proprie strategie di offerta nella direzione di una maggiore segmentazione di mercato, con l'obiettivo di avere una maggiore focalizzazione sui reali bisogni dei clienti. Si iniziò così ad intuire come per rispondere meglio alle nuove richieste del mercato e della domanda fosse necessario cercare di diminuire il Lead Time dei prodotti assicurando comunque un certo grado di personalizzazione. Per raggiungere tale obiettivo è quindi di importanza fondamentale gestire tutta la Supply Chain come un'unica azienda integrata, generando e gestendo così uno scenario in cui i diversi attori si devono scambiare informazioni costantemente e devono condividere gli obiettivi finali. I partner quindi in questa nuova ottica diventano un'estensione dell'azienda stessa e sono da gestire nel modo più efficiente ed efficace possibile, in maniera tale da apportare dei vantaggi unici al prodotto/servizio che si vuole offrire. (Slack et al., 2013). Fu così che a partire dagli anni '90 i manager delle aziende facenti parte della Supply Chain iniziarono a preoccuparsi dei risultati degli attori appartenenti alla filiera, coordinando, con gli altri colleghi della catena, tutte le attività finalizzate a fornire, fabbricare e consegnare i beni e i servizi lungo tutta la filiera produttiva.

Dalla figura 2.1.A è possibile osservare la struttura tipica di una Supply Chain, partendo dai fornitori fino ad arrivare ai vari punti vendita; è intuibile come per vincere la sfida della complessità si renda necessario ottimizzare l'intera filiera end-to-end. Tuttavia, se gestita correttamente, l'intera Supply Chain permette di avere una visibilità eccezionale e di moltiplicare l'impatto in maniera sinergica dei singoli miglioramenti ottenuti nelle singole aree lungo l'intera catena di imprese (Zainal, 2016).

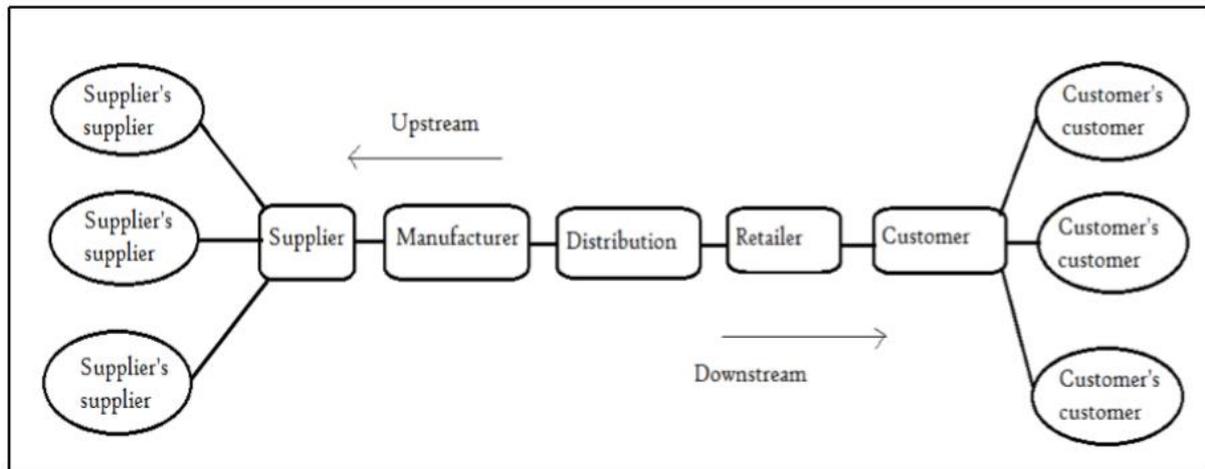


Figura 2.1.A: Rappresentazione schematica di una Supply Chain a livello teorico

2.2 Il modello del Supply Chain Network

Si è accennato nel paragrafo precedente come l'impresa non possa più essere un'entità isolata, ma come debba operare all'interno di un Supply Network estremamente complesso, interagendo con altre imprese che a loro volta possono essere clienti o fornitori.

Tutti gli attori appartenenti alla filiera devono essere allineati verso il raggiungimento di un obiettivo comune, in maniera tale da poter lavorare in maniera collaborativa e attivando delle sinergie, al fine di rispondere prontamente alla variabilità del mercato, riducendo al minimo le inefficienze strutturali ed organizzative. Il modello elaborato da Slack in particolare (Slack et al., 2004) evidenzia due prospettive: il network a monte e il network a valle dell'impresa centrale. Il network a monte è costituito da diversi livelli di fornitori di beni, servizi e

informazioni: i fornitori di primo livello riforniscono direttamente l'azienda focale e di fatto rappresentano il punto di contatto con l'impresa. I fornitori di primo livello vengono a loro volta riforniti dai fornitori di secondo livello, procedendo sempre più a monte, ma che dalla prospettiva dei fornitori rappresentano i fornitori di primo livello. Alcuni fornitori di secondo livello potrebbero però interfacciarsi direttamente con l'azienda focale, bypassando un livello della catena come nel caso del conto lavoro. Il network a monte quindi comprende tutti i fornitori, fino a quelli che rappresentano il punto di origine del network, spesso coincidenti con i fornitori di materie prime.

La Fabio Perini Packaging per esempio, occupandosi di assemblaggi prevalentemente, è caratterizzata da un flusso a monte costituito dall'approvvigionamento dei gruppi introdotti nel capitolo precedente dai fornitori di primo livello, che tipicamente a loro volta richiedono i componenti ai fornitori di secondo livello e infine questi le materie prime ai fornitori di terzo livello. In modo analogo, il network a valle di primo livello comprende tutti i clienti, che non per forza sono i clienti finali, ovvero le aziende del settore cartario, ma che potrebbero essere altre business unit sempre della Fabio Perini.

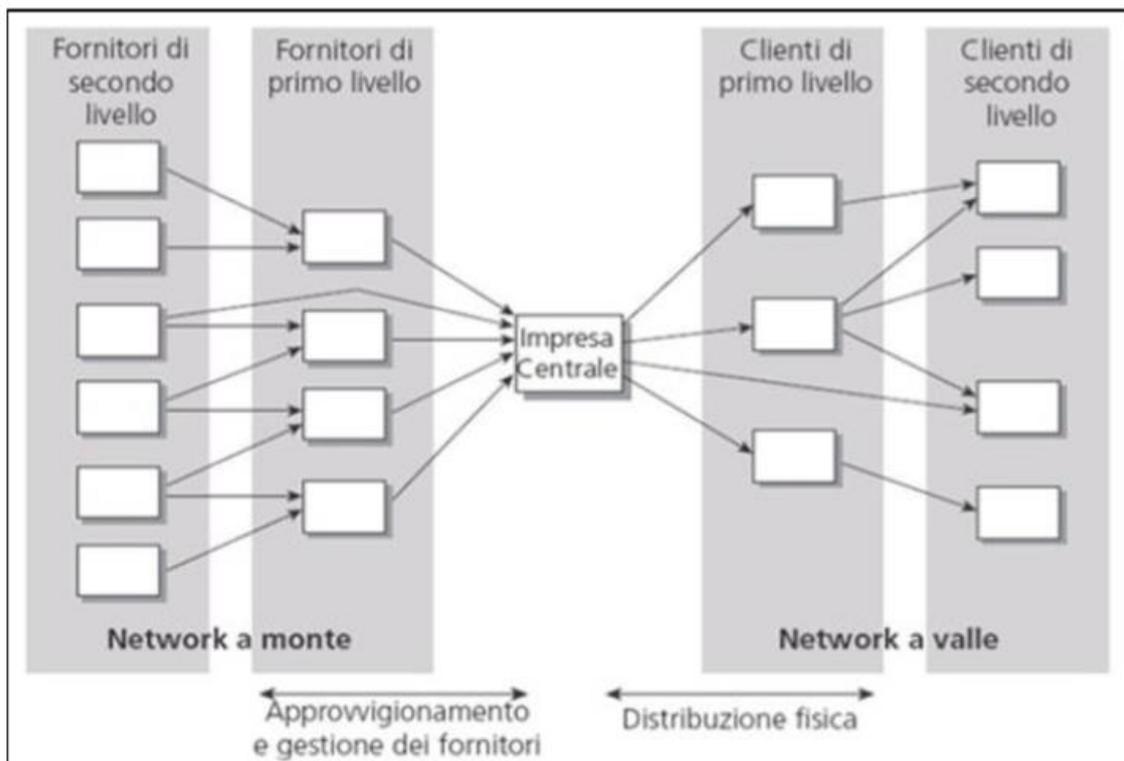


Figura 2.2.B: Struttura della Supply Chain organizzata per livelli rappresentanti il network dal punto di vista dell'impresa centrale, spesso coincidente con l'O.E.M.

In generale però il network a valle si estende fino al punto di consumo finale, oltre al quale i beni non vengono più modificati o trasferiti. Anche in questo caso i clienti diretti dell'impresa focale vengono quindi detti clienti di primo livello, che a loro volta forniscono altri clienti, detti di secondo livello e così via. Inoltre, analogamente al caso a valle, l'impresa centrale potrebbe fornire direttamente i clienti di secondo livello, bypassando un ramo della catena. Un altro tipico esempio di network a valle è dato dalla catena di distribuzione commerciale, attraverso la quale le aziende produttrici immettono sul mercato beni e servizi, fornendo dapprima i grossisti che a loro volta inviano la merce ai venditori al dettaglio (Secchi R., 2012).

Risulta chiaro quindi che al fine di poter gestire in maniera efficiente ed efficace una catena così complessa ed estesa si renda necessaria una forte integrazione tra le parti, fatta di comunicazione, condivisione degli obiettivi e delle informazioni, sinergia ed affidabilità. Realizzare un network completamente integrato e sincronizzato, in grado di soddisfare i propri clienti nel modo e nei tempi migliori, riducendo i costi di produzione e migliorando la visibilità per ogni attore della filiera, risulta essere tuttavia molto complesso a causa di vari fattori.

2.3 L'effetto Bullwhip

Uno dei principali fattori atti ad ostacolare la formazione di catene di imprese integrate ed efficienti è dovuto alla variabilità della domanda che si viene a verificare principalmente per due motivi (Dominici G., 2017):

- La fluttuazione della domanda, ovvero la variazione continua delle quantità di prodotto/servizio richiesta dal mercato, dovuta in parte alla stagionalità e alle tendenze;
- La diversificazione della domanda, legata al crescente livello di personalizzazione dei prodotti/servizi richiesti.

In particolare, negli anni '50, il professor Jay Forrester del Massachusetts Institute of Technology di Boston iniziò a studiare l'andamento della domanda, degli ordini e delle scorte lungo un'intera Supply Chain. Da tali studi emerse come nel tempo fosse possibile osservare

una significativa amplificazione della variabilità della domanda che si riscontra man mano che questa risale, da valle a monte, dal rivenditore di dettaglio verso il fornitore, lungo una filiera logistica (Forrester, 1961). Questa incertezza nella domanda provoca conseguenze negative lungo tutta la catena logistica.

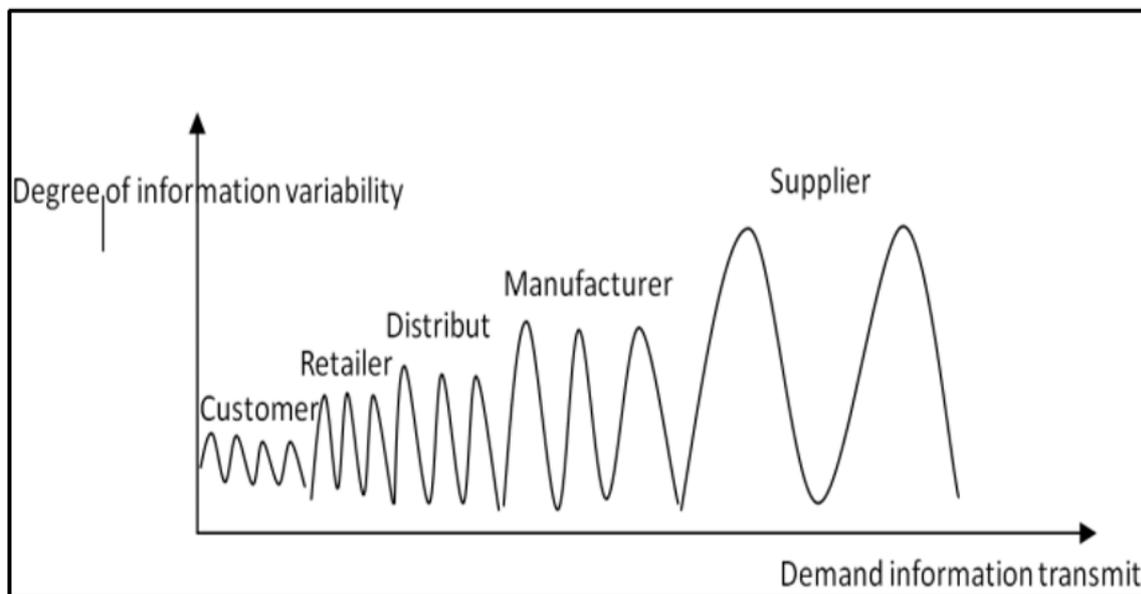


Figura 2.3.A: Rappresentazione grafica dell'effetto Bullwhip. È possibile osservare una fluttuazione via via crescente della domanda man mano che si passa dagli attori più prossimi al mercato a quelli più "lontani", come i fornitori di ultimo livello.

In primo luogo, ne risentono i magazzini, poiché sono necessarie maggiori scorte di sicurezza: infatti ogni attore della catena ha la necessità di formulare delle previsioni sulle vendite della stazione a valle per definire i suoi piani di produzione, il livello delle scorte e formulare l'approvvigionamento presso i suoi fornitori; si trova così a dover prendere delle decisioni che ottimizzino localmente i propri livelli di attività e di magazzino. Ma la somma delle decisioni ottime prese ai singoli stadi non coincide con la migliore soluzione per la Supply Chain (Lee, Padmanabhan e Whang, 1997).

Forrester (1961) identifica nelle dinamiche intra-organizzative le principali cause dell'effetto Bullwhip. Secondo l'autore lo studio di tali dinamiche deve partire dall'analisi dei tre flussi presenti nelle organizzazioni (flusso delle informazioni, flusso dei materiali e flusso finanziario), della struttura di potere e delle attrezzature di produzione. Forrester afferma inoltre che le fluttuazioni degli ordini e delle scorte ai diversi livelli di una Supply Chain sono principalmente causate da:

- *struttura organizzativa*: le pratiche di distribuzione e di produzione provocano una fluttuazione delle scorte indipendentemente dagli altri fattori;
- *ritardi nel prendere le decisioni e nell'agire*: ad esempio il tempo per spedire un ordine di acquisto, controllare il livello delle scorte, tempi amministrativi ecc;
- *politiche di ordinazione e gestione delle scorte*;

Sterman nel 1989 elabora il celebre "Beer distribution game", in cui simula il comportamento dei vari attori all'interno di una Supply Chain. Dopo aver condotto parecchie simulazioni principalmente con i suoi studenti universitari, interpreta l'effetto amplificazione come una conseguenza del comportamento irrazionale degli attori della catena.

Le simulazioni effettuate del Beer Game mostrarono che:

- La causa principale dell'effetto Bullwhip è la lentezza nella diffusione delle informazioni e del trasferimento delle merci;
- Gli attori all'interno della Supply Chain possono comportarsi in un continuum compreso tra due opposte strategie: safe harbour (accumulare scorte) e panic (finire tutte le scorte prima di riordinare);
- In maniera qualitativa viene osservato come l'introduzione di information sharing all'interno della supply chain diminuisca il costo totale calcolato come costo di mantenimento delle scorte e costo di stock-out;

Lee, Padmanabhan, Whang (1997) in due celebri articoli cercano di razionalizzare le cause alla base dell'effetto Bullwhip. La loro conclusione, di segno opposto rispetto a Sterman, è che l'effetto bullwhip derivi dall'applicazione di strategie razionali ed ottimizzanti da parte dei singoli attori della Supply Chain (da ciò consegue che per eliminare l'effetto Bullwhip non si deve agire sul comportamento degli individui ma sulla struttura della Supply Chain).

Monden nel 1998 individua quattro categorie (o livelli) di sprechi dovuti all'effetto Bullwhip. Il primo livello è relativo alla generazione di un eccesso di risorse produttive, che si traduce in eccedenza di forza lavoro, capacità produttiva e di stock di materiali. Il voler mantenere un livello eccessivo di tali risorse può spingere il management ad utilizzare appieno la capacità produttiva, anche quando non richiesto dal mercato. Ciò porta al secondo livello di spreco,

ovvero la sovrapproduzione, che a sua volta genera lo spreco del terzo livello, ovvero l'eccesso di stock di prodotti finiti. Eccessivi stock di prodotti, in particolare gli stock di work-in-process, sono una passività operativa poiché l'eccesso di materiali e semilavorati lungo la linea di produzione è responsabile dell'aumento dei tempi di produzione e del lead time (Noreen et al, 1995). Oltre a ciò, gli stock in eccesso generano maggiori costi di conservazione e di gestione degli stessi. L'eccesso di stock porta al quarto livello di spreco: gli "inutili investimenti di capitale" necessari ad acquisire le risorse e le strutture per gestire l'eccesso di stock produttiva (Monden, 1998).

2.4 Supply Chain Management

Secondo la definizione del "The Council of Supply Chain Management Professionals", il Supply Chain Management riguarda la pianificazione e la gestione di tutte le attività coinvolte nella ricerca, nella fornitura, nella conversione e nella gestione delle attività logistiche. Include, inoltre, la coordinazione, l'integrazione e la collaborazione con i partner della Supply Chain, che possono essere fornitori, intermediari, fornitori di servizi, e clienti. In poche parole, il SCM integra e coordina la Supply Chain e la gestione dei rapporti tra i vari attori della Supply Chain stessa.

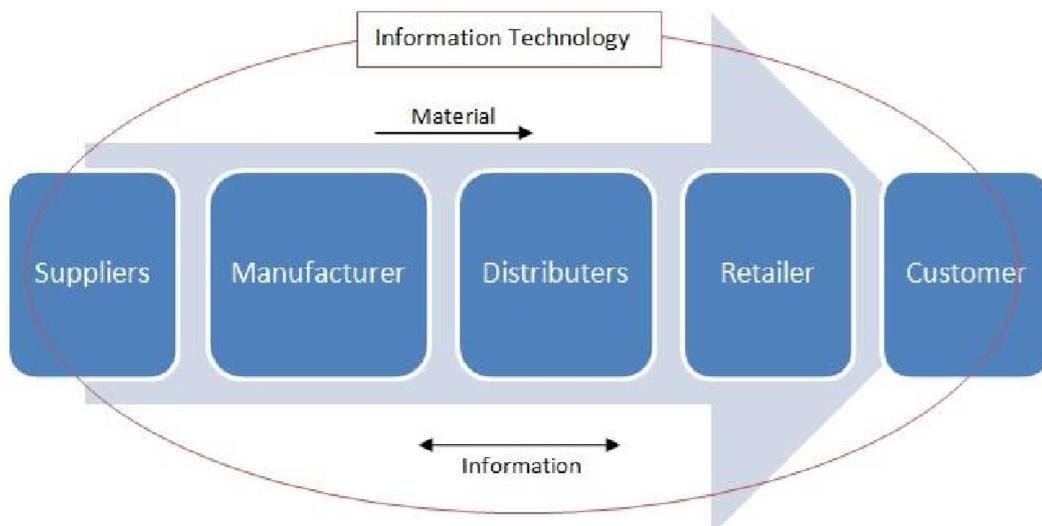


Figura 2.4.A: Immagine raffigurante il ruolo dell'Information Technology nella gestione dei flussi fisici dei materiali e delle informazioni.

In generale si possono definire alcune caratteristiche chiave del Supply Chain Management (Secchi, 2012). Tra le caratteristiche principali vi sono innanzitutto i legami tra le diverse entità costituenti la Supply Chain, che permettono di trasferire, trasformare e consegnare al cliente finale prodotti e servizi. Tali legami sono relativi sia ai flussi a monte (upstream), che ai flussi a valle (downstream).

Un secondo elemento è relativo invece alla natura di questi flussi, che in un'azienda possono essere di due tipi diversi, come anche rappresentato in figura 2.4.A.

Si distinguono quindi:

- *Flussi fisici*: sono i flussi relativi al trasferimento delle materie prime, dei semilavorati e dei prodotti finiti. È possibile distinguere flussi diretti, ovvero quelli che nascono al momento dell'acquisto dei prodotti o al trasferimento di questi presso lo stabilimento utilizzante e terminano con il trasporto e la produzione del prodotto finito al cliente finale, e i flussi inversi, che invece sono gestiti dalla logistica post-vendita e dalla reverse logistics;
- *Flussi informativi*: sono tutte le informazioni verbali, non verbali o scritte, formali o informali, che vengono scambiate nell'ambito delle normali relazioni aziendali a supporto di tutte le attività svolte in un'azienda, siano esse operative, di controllo o di decisione.

L'integrazione e la collaborazione nei rapporti cliente-fornitore permessi dai flussi informativi si rivelano di fondamentale importanza per il raggiungimento dei benefici caratteristici di una buona gestione della Supply Chain, come la riduzione dei tempi di attraversamento e la riduzione del capitale circolante, soprattutto delle scorte, grazie alla condivisione di informazioni nelle attività di pianificazione.

Nelle aziende italiane però, l'adozione dei principi del Supply Chain Management nelle relazioni cliente-fornitore è tutto sommato "lenta", a causa fondamentalmente di due motivi: la difficoltà nel comprendere e valutare i benefici attesi del progetto, in particolar modo quelli strategici, e la complessità organizzativa, espressa sia dalle problematiche da affrontare per preparare l'azienda a integrarsi e collaborare con i partner di filiera sia dagli ostacoli che questi

ultimi devono superare per predisporre alla integrazione/collaborazione ed alla presenza o meno di standard all'interno della catena produttiva (Perego, 2006)

2.5 I Trend di influenza

La logistica e la gestione della Supply Chain sono al centro di alcuni trend che influenzano le aziende di oggi e quindi il loro successo e le loro performance (Banker S., 2017). In primo luogo, a causa dei cambiamenti demografici globali, le merci devono essere prodotte e vendute sempre più spesso in mercati in crescita e devono essere creati nuovi prodotti per aumentare l'offerta sui mercati tradizionali. Il continuo aumento dei paesi BRIC (Brasile, Russia, India, Cina e Sudafrica) porterà a nuove strutture di mercato e commerciali. Pertanto, le reti della catena di approvvigionamento esistenti devono essere completamente rinnovate. In secondo luogo, la personalizzazione e l'individualizzazione di massa creano enormi sfide per la produzione e la distribuzione dei prodotti e la fornitura di servizi. In questo caso, la logistica e la gestione della catena di approvvigionamento devono offrire soluzioni che permettano all'azienda di soddisfare le esigenze dei clienti. In terzo luogo, la digitalizzazione dei modelli di business che costituiscono le "imprese digitali". Sono necessarie Supply Chain digitali end-to-end che offrano agilità, alta velocità e piena trasparenza in tempo reale. La logistica e la gestione della Supply Chain diventano quindi fattori abilitanti e trainanti della digitalizzazione. La strategia di marketing non è più single-channel o multi-channel come per le tradizionali imprese brick and mortar, ma è diventata omni-channel: questa consente al cliente di realizzare il processo di acquisto attraverso diversi canali fisici e digitali, relazionati tra di loro in modo da offrire un'esperienza di acquisto integrata e dinamica. La ragione principale per cui i retailers investono in costose iniziative omni-channel è quella di aumentare le vendite, aumentare la quota di mercato e creare relazioni più profonde e durature con i clienti (Ferradina A., 2017). In quarto luogo, lo sviluppo dell'Industria 4.0, che non modifica i processi produttivi solo dal punto di vista tecnologico, ma sta inducendo lo sviluppo di nuovi modelli di business. Il 4.0 infatti esalta l'interconnessione dei sistemi produttivi fisici tra di loro e soprattutto con la rete (cloud), modifica i modi di organizzare l'impresa, perché permette un controllo ancora più

sofisticato e modifica i rapporti fornitore-cliente, in quanto la generazione di dati permette di introdurre nuove modalità di interazione nella fornitura di beni (Timpano F., 2018).

La continua ricerca quindi che sta caratterizzando i trend attuali orientati verso l'ottimizzazione dei processi della Supply Chain, ha notevolmente accresciuto l'interesse per i sistemi informativi aziendali dedicati alle tematiche logistico-produttive. I sistemi informativi aziendali sono chiamati principalmente a supportare (Slack et al., 2013):

- Una gestione integrata delle informazioni
- Un controllo Centralizzato
- Un processo di globalizzazione Logistico-Produttivo
- Un opportuno livello di decentramento delle decisioni

La suite APS J-Flex rappresenta un ottimo esempio di sistema informativo di questa tipologia, incentrato sul supporto alle attività di Pianificazione e Schedulazione.

2.6 La Pianificazione della Produzione

La pianificazione della produzione è il processo con cui si definisce e si impegna l'ammontare delle risorse disponibili, (sia che esse siano manodopera, macchinari, attrezzature, materiali) di cui l'azienda necessiterà per ottenere il prodotto desiderato, nelle quantità programmate, al tempo previsto e al minor costo totale possibile.

La pianificazione della produzione quindi regola il flusso fisico della supply chain, in base alle direttive ottenute dal flusso informativo. È possibile vedere la programmazione della produzione come un processo formato da un insieme di attività, attraverso le quali si consegue la trasformazione dei dati in ingresso (domanda) in una serie di risultati in uscita, quali: ordini di produzione, ordini di approvvigionamento e decisioni riguardo le risorse produttive necessarie in futuro. La pianificazione rappresenta di fatto un problema complesso, ed in genere viene utilizzato un approccio gerarchico per risolverlo. Tale approccio consiste nello scomporre il problema complessivo in più sottoproblemi di più semplice risoluzione, in modo che all'interno di ciascuno di essi il numero di vincoli e variabili sia limitato.

La programmazione della produzione può essere strutturata in quattro fasi principali (Melloni R., 2008):

- *Fase uno: pianificazione strategica della produzione.* È eseguita sul lungo termine (inteso come due o più anni) con una precisione e una affidabilità dei dati bassa, serve a definire la tipologia di prodotti da realizzare, il processo di marketing e le vendite, il tipo di mercato, il tipo di distribuzione, i metodi di finanziamento e il fabbisogno finanziario. Viene definita a livello dirigenziale e viene utilizzata anche per valutare le variazioni di capacità da assegnare al sistema produttivo;
- *Fase due: pianificazione aggregata della produzione.* È eseguita sul medio termine (orizzonte temporale di riferimento di un anno o all'esercizio), il livello di precisione dei dati disponibili è medio, ha lo scopo di valutare il modo più efficiente per fare incontrare le richieste del mercato con la produzione. Viene eseguita a livello di quadri e responsabili di funzione aziendale e viene formalizzata in output con il nome di Piano Aggregato di Produzione;
- *Fase tre: pianificazione principale della produzione.* È eseguita sul medio termine (con orizzonte di riferimento pari ad un singolo esercizio) e si basa su un livello di precisione dei dati disponibili medio-alto. Ha l'obiettivo di definire un piano dettagliato di produzione in base a quanto definito nella fase due. Viene eseguita tipicamente con l'ausilio di strumenti quali l'MRP da parte dei responsabili delle funzioni informative, permette di originare il Piano Principale di Produzione o Master Production Schedule.
- *Fase quattro: pianificazione operativa.* È eseguita sul breve termine (con orizzonte temporale di riferimento tipicamente minore di un esercizio), il livello di precisione dei dati disponibili è di conseguenza elevato e con contenuti margini di variabilità, possiede un periodo di riferimento pari al giorno, settimana, mese e le informazioni elaborate hanno un livello di dettaglio relativo al singolo prodotto. Viene eseguita a livello shop o reparto.

2.7 Lo Scheduling della Produzione

Lo scheduling della produzione è quel processo che, utilizzando come input quanto stabilito a livello di pianificazione operativa, assegna una sequenza di attività alle risorse esistenti in azienda sulla base della loro effettiva disponibilità e capacità produttiva, con l'obiettivo, in genere, di minimizzare i tempi e i costi di produzione nel rispetto delle operazioni pianificate.

Nulla vieta che, sulla base delle diverse politiche, si possano perseguire altri obiettivi o più obiettivi in contemporanea, quali la massimizzazione del carico di lavoro o il bilanciamento del carico tra le risorse, oppure la minimizzazione delle scorte o dei tempi di configurazione.

Oltre alla pianificazione operativa, lo scheduling riceve in ingresso altre informazioni quali (Melloni R., 2008):

- Stato dei magazzini;
- Ordini effettivi dei clienti;
- Composizione dei prodotti secondo le distinte basi;
- Caratteristiche operative nominali dei vari centri di lavoro;
- Disponibilità dei materiali e dei lavoratori;
- Vincoli;

Lo scheduling genera come risultato un insieme di tempi di inizio e di fine per l'insieme delle operazioni richieste da ogni ordine di produzione, stabilendo le risorse sulle quali le operazioni vengono eseguite.

2.8 Le soluzioni APS in ambito Supply Chain

Il mercato dei sistemi APS rappresenta oggi una nicchia all'interno dell'esteso panorama degli Enterprise Systems: i vendor significativi a livello mondiale sono una decina e collocano i loro prodotti in una fascia di costi decisamente alta, accessibile solo alle grandi aziende. Per tale

motivo le piccole e medie aziende si rivolgono a fornitori di soluzioni APS operanti su base per lo più nazionale, con costi meno proibitivi e soluzioni comunque di qualità (Brun A., Caridi M., 2012).

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

Il successo dei sistemi APS si realizza grazie a tre principali elementi innovativi (Kjellsdotter I., 2012):

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

2.8.1 Flessibilità e adattabilità

Nati come strumenti di supporto ai sistemi gestionali, gli APS si sono trovati nella necessità di non poter imporre un proprio schema di utilizzo, ma di doversi adattare alle singole realtà nelle quali vengono inseriti. Le aziende manifatturiere, infatti, sono diverse fra loro (per modalità di risposta al mercato, dimensioni, processi e prodotti, specificità organizzative, cultura) e presentano spesso situazioni ibride da un punto di vista logistico-produttivo. Il percorso di sviluppo ha determinato pertanto la realizzazione di soluzioni ampiamente parametrizzabili e configurabili, principale fattore di successo rispetto ai sistemi ERP.

2.8.2 Innovazione tecnologica

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

Mentre i sistemi gestionali operavano ancora attraverso le cosiddette “interfacce a caratteri”, i fornitori di soluzioni APS introducevano sul mercato le prime interfacce grafiche interattive. Questa tecnologia ha permesso di rappresentare in modo efficace e sintetico gli scenari di pianificazione e ha dato agli utenti la possibilità di interagire con le soluzioni proposte in modo facile e intuitivo.

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

2.8.3 La logica Concurrent Planning

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

Grazie al Concurrent Planning i moderni sistemi APS hanno introdotto un’ulteriore evoluzione, capace di superare anche la logica sequenziale del tradizionale closed-loop MRP per consentire agli utenti maggiore libertà di azione all’interno dei processi di pianificazione. L’idea alla base del Concurrent Planning è peraltro semplice: integrare, all’interno di un ambiente grafico interattivo operante in memoria (RAM database), un set di moduli che agiscano sinergicamente e simultaneamente (da qui l’aggettivo “concurrent”) per l’elaborazione dei piani. Tali moduli sono:

- strumenti di analisi ed elaborazione della domanda;

- strumenti di nettificazione (moduli MRP e ATP/CTP), che bilanciando fabbisogni e disponibilità generano, in caso di insoddisfazione, nuove proposte di produzione e acquisto;
- strumenti di pura datazione che, attraverso sofisticati algoritmi operanti a capacità finita e infinita, dispongono nello spazio temporale gli ordini e le proposte di produzione e acquisto;

Grazie a tale approccio sinergico non esiste un ordine prestabilito nel flusso logico di pianificazione: all'interno dell'ambiente simulativo gli utenti possono adottare approcci top-down, bottom-up o circolari, sino a validare lo scenario ritenuto più idoneo alla realizzazione dei piani (la cui gestione operativa è demandata al sistema ERP). La costruzione di tale flusso ammette pertanto ampi margini di libertà, anche se ovviamente esistono delle "best practices" che fungono da riferimento.

Nel prossimo capitolo verranno approfonditi in maniera teorica le principali caratteristiche facenti parte di un generico software appartenente alla categoria degli APS, per poi riprendere, nel capitolo 5, le caratteristiche specifiche della suite APS che è stata utilizzata per lo svolgimento della tesi, denominata J-Flex e prodotta dalla Tecnest.

CAPITOLO 3 – I software Advanced Planning and Scheduling

L'attività di pianificazione viene perseguita dalle aziende con l'obiettivo di controllare la realtà, simulando eventi la cui effettiva manifestazione è considerata come probabile in futuro. Nel pianificare si cerca quindi di anticipare delle occorrenze che accadranno o dovranno accadere, così come il momento in cui queste accadranno e quali pre-condizioni e interrelazioni le sono associabili. In ambito Supply Chain la pianificazione risulta essere di particolare interesse, in quanto si ha sempre di più la necessità di consegnare prodotti e servizi entro un tempo concordato, che per rimanere competitivi deve accorciarsi sempre di più, e ad un costo accettabile. Per molte aziende, una supply chain efficiente ed efficace può risultare fonte di vantaggio competitivo e questa considerazione vale sia per la Supply Chain "interna", ovvero entro i confini dello stabilimento, e per quella "esterna", tra stabilimenti, magazzini, fornitori e clienti (de Kok, Fransoo, 2003).

Pianificazione e Schedulazione, la cui differenza è stata illustrata nei paragrafi 2.6 e 2.7, hanno ricadute notevoli sulle performance della supply chain se eseguite correttamente. Essendo queste due attività responsabili del grado di efficienza di utilizzo di risorse "capital intensive", della corretta gestione degli operatori in base alle loro competenze e della prioritizzazione degli ordini dei clienti, pianificazione e schedulazione determinano fortemente quali performance operative l'azienda sarà in grado di proporre ai suoi clienti. Allo stesso tempo tuttavia queste pratiche non hanno ricevuto in ambito accademico prima e industriale poi, la giusta attenzione per molto tempo e come conseguenza di ciò è molto frequente riscontrare oggi nel mondo aziendale una "inadeguatezza" in termini di formazione del personale dedicato alla schedulazione e alla pianificazione (Hameri, McKay, Wiers, 2013).

I processi di pianificazione (e schedulazione, d'ora in poi si intenderà la pianificazione come comprensiva della schedulazione) sono differenti dagli altri processi aziendali. Molti processi portati avanti in azienda sono di "analisi", ovvero ricevono in input informazioni e producono in output una soluzione, come può accadere per la selezione o la categorizzazione, e possono essere descritti efficacemente tramite l'utilizzo di flow chart. Al contrario, i processi di pianificazione sono più sfidanti, nel senso che sono processi di sintesi, ovvero processi la cui soluzione è sintetizzata da elementi multipli; inoltre questi processi non giungono ad una soluzione univoca, ma ad una moltitudine di possibili risultati. Questa particolare caratteristica è dovuta al fatto che le soluzioni a cui è possibile giungere sono composte da un numero elevato di elementi mutuamente interagenti tra loro (de Kok, Fransoo, 2003).

In aggiunta a questo aspetto, l'ambiente oggetto della pianificazione cambia in continuazione essendo fortemente dinamico, per cui un piano valido per oggi potrebbe non essere più valido l'indomani. Una prima conseguenza di ciò è che il tempo richiesto per creare un piano è tipicamente limitato e la capacità di ripianificare è quindi più importante di quella di creare un piano corretto in prima battuta.

Poiché i task di pianificazione sono complessi, necessitano di essere effettuati sotto pressione temporale e hanno un notevole impatto sulle performance operative aziendali, una categoria di strumenti di supporto decisionale specializzati sono emersi per facilitare questi task: i software Advanced Planning and Scheduling (APS). L'implementazione dei sistemi APS presenta sia similarità che differenze con l'implementazione di altre tipologie di sistemi informativi che verranno di seguito illustrate.

Prima che i sistemi APS fossero disponibili, i supporti decisionali per la pianificazione erano generalmente assenti, ad eccezione di alcuni rudimentali fogli di calcolo costruiti internamente alle aziende dai professionisti della pianificazione. Ci si appoggiava e ci si appoggia ancora nelle realtà prive di tali sistemi, anche ai sistemi ERP (Enterprise Resource Planning), generalmente diffusi nelle aziende, essendo questi realizzati in maniera tale da gestire gli aspetti amministrativi della pianificazione (come la gestione degli ordini e dell'inventario). I sistemi ERP offrono tuttavia un supporto veramente limitato per l'effettiva attività di pianificazione operativa in quanto producono sostanzialmente una lista di attività

da eseguire (i cosiddetti “ordini di produzione”) di cui i pianificatori devono assicurare la realizzazione entro i vincoli stabiliti (Hoogenraad, Wortmann, 2007).

I primi rudimentali sistemi informativi per l’ottimizzazione della pianificazione e della schedulazione erano progettati per funzionare tramite modelli matematici, sviluppati nel corso del secolo scorso nell’ambito della ricerca operativa. La ricerca operativa, che è una branca della matematica applicata, nacque per far fronte alle problematiche di pianificazione in ambito militare che erano sorte durante il secondo conflitto mondiale. In pratica l’obiettivo che ci si proponeva di raggiungere tramite la ricerca operativa era quello di formalizzare un problema in un modello matematico per poi calcolarne la soluzione ottima. Negli anni ‘50 tuttavia si iniziò a prendere coscienza in ambito accademico di come l’incertezza e le dinamiche tipiche della pianificazione e della schedulazione portassero all’impossibilità di identificare una soluzione ottima tramite la risoluzione di un modello matematico. La ricerca dell’ottimo infatti era ed è ancora oggi possibile solamente utilizzando un modello matematico rigorosamente costruito ed un unico obiettivo definito in maniera non ambigua, il tutto entro un set di caratteristiche che devono risultare sempre vere, dette vincoli. Nella realtà i pianificatori si trovano invece ad affrontare quotidianamente una moltitudine di obiettivi in un ambiente fortemente dinamico in cui ha poco senso definire dei vincoli, per cui qualsiasi modello matematico fallisce nel descrivere la miglior opzione tra le alternative possibili in un determinato momento. Non è una coincidenza che sempre negli anni ‘50 Simon (1956) definisca la nozione di “soddisfacente” inizialmente attraverso lo studio dei comportamenti umani e in seguito adattandola al mondo della pianificazione della produzione (Hoogenraad, Wortmann, 2007).

La ricerca operativa inoltre, essendo una branca della matematica applicata, assume nelle sue logiche una perfetta conoscenza del problema in analisi e del suo contesto, condizioni che si verificano raramente nella realtà.

3.1 Definizione di un sistema APS

Un APS è innanzitutto una tipologia di sistema informativo (SI), caratterizzato da alcuni aspetti peculiari lo rendono nettamente distinguibile da qualsiasi altro SI. Chi, nella quotidianità, svolge mansioni che prevedono l'utilizzo di tale software, potrebbe affermare che un APS offra funzionalità relative alla gestione della pianificazione e la schedulazione, tramite il supporto di un'interfaccia grafica. Queste caratteristiche valgono tuttavia anche per alcuni sistemi ERP o addirittura per alcuni fogli di calcolo. Definire i sistemi APS in parallelo agli ERP è di particolare interesse, in quanto gli APS sono spesso utilizzati in sinergia ai software ERP. Questi due applicativi posseggono inoltre una potenziale zona di "overlap" per quel che riguarda le funzionalità offerte, infatti oggi giorno sempre più produttori di soluzioni ERP stanno cercando di inglobare all'interno della loro offerta le funzionalità tipiche degli APS per poter così offrire sistemi integrati (Wiers, de Kok, 2018).

In breve, un sistema APS è un tool di pianificazione interattivo, contenente un modello del sistema o ambiente fisico, un "engine" ed un grafico Gantt interattivo. Questi tre elementi sono di seguito illustrati (Wiers, de Kok, 2018):

- Il modello del sistema fisico oggetto della pianificazione deve essere realizzato in riferimento ad oggetti fisici o servizi da generare entro un tempo limite in una determinata quantità. Il modello può essere rappresentato come entità o oggetti in relazione tra loro oppure in termini matematici.
- L'engine implementato nel software deve essere in grado di ricalcolare immediatamente le conseguenze dovute alle varie azioni di pianificazione, all'importazione di dati o ad altre "alterazioni" dello stato. I sistemi APS tipicamente non necessitano di lunghi tempi di calcolo per lanciare una simulazione, ciò significa per l'utente ricevere un feedback immediato in seguito a qualsiasi modifica, aspetto cruciale per una efficace interazione con il sistema; ovviamente l'abilità nel ricalcolare immediatamente le conseguenze delle modifiche dipende dalla dimensione del problema.

- L'interfaccia grafica utente interattiva (GUI- Graphical User Interface) deve essere in grado di rappresentare efficacemente l'utilizzo di risorse e materiali nel tempo. Quasi sempre la GUI è rappresentata da un grafico Gantt.

Vi sono poi ulteriori caratteristiche tipiche dei sistemi APS, che però non vengono considerate necessarie dalla comunità scientifica per classificare un sistema come APS (Wiers, de Kok, 2018):

- La presenza di algoritmi che possono essere utilizzati per generare piani e schedulazioni. Sebbene questa funzionalità sia tipicamente indicata dai fornitori di soluzioni APS come uno dei punti di forza di questa tipologia di software, l'applicazione degli algoritmi alla pianificazione nella vita reale è limitata. Vi è un'ampia diffusione dell'idea, sbagliata, che gli APS siano in pratica l'implementazione di un algoritmo in grado di generare un piano o una schedulazione.
- Tipicamente gli APS immagazzinano molte informazioni nella memoria volatile o RAM, al fine di velocizzare il più possibile il ricalcolo del piano. Questa caratteristica non è immediata per l'utilizzatore ed in realtà non è nemmeno importante che ne sia a conoscenza, tuttavia permette all'APS di essere un sistema interattivo decisamente dinamico.
- Altro elemento tipico dei sistemi APS è la presenza di modelli di pianificazione più specifici e puntuali rispetto ai sistemi ERP. Ciò vale soprattutto per i livelli di controllo di dettaglio come la schedulazione. I fornitori di APS riescono a raggiungere questo risultato ponendo maggiore attenzione ad una specifica classe di problemi di pianificazione oppure utilizzando tecnologie di modellazione che permettono la creazione di modelli molto specifici.
- I sistemi APS sono focalizzati nel supportare una tipologia specifica di processo, ovvero quella relativa alle attività di pianificazione e sono quindi mono-disciplinari per natura rispetto ai sistemi ERP, che hanno una moltitudine di utilizzatori differenti in diverse aree funzionali: I sistemi APS permettono solo di pianificare e schedulare.

Altri nomi utilizzati in maniera equivalente ad APS sono Finite Capacity Planning (FCP) e Supply Chain Planning and Optimization (SCP&O).

3.2 Struttura degli APS

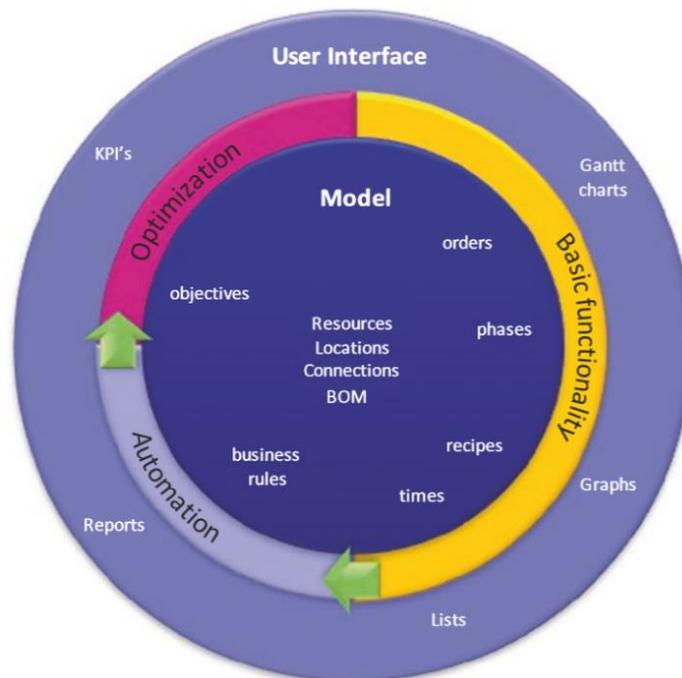


Figura 3.2.A: Immagine rappresentante la struttura teorica di un APS, i cui elementi vengono raggruppati nelle categorie "Automation", "Optimization" e "Basic functionality" (J.C. Wortmann, 1990).

Sulla base della definizione precedente, ogni APS è quindi costituito da un modello, un engine ed una user interface (UI) che trova la sua manifestazione grafica in un Gantt. L'immagine 3.2.A. proviene da un articolo di J.C. Wortmann del 1990 e mostra come tali elementi siano interrelati tra di loro. La struttura a cerchi concentrici in particolare serve a sottolineare come gli elementi nella corona esterna possano funzionare correttamente solamente una volta che gli elementi all'interno siano stati efficacemente implementati: la corretta realizzazione del modello è quindi imprescindibile come precedentemente affermato. Risulta essere di fondamentale importanza il rispetto di questa regola in quanto contraria al senso comune, che vede l'implementazione degli APS basata principalmente su aspetti legati alla corretta implementazione degli algoritmi e alla loro ottimizzazione. Diventa quindi cruciale per implementare il software riuscire a gestire in maniera corretta le varie fasi fin dall'inizio, dando inizialmente la priorità alla creazione di un buon modello per poi passare all'implementazione vera e propria della parte inerente alla pianificazione automatica. (Wiers, de Kok, 2018).

3.2.1 Il modello

Il core di un APS è il modello del mondo fisico come appena accennato, ovvero il protagonista delle azioni di pianificazione o schedulazione. Per essere considerato “buono” il modello deve risultare completo, corretto, consistente e possedere un buon livello di dettaglio. Tecnicamente può essere un modello “a oggetti”, come quelli utilizzati nella maggioranza dei sistemi informativi, dove i vari oggetti e le loro relazioni rappresentano gli elementi del mondo reale. Ad esempio, possono esservi oggetti che rappresentano le macchine, i gruppi macchina, i prodotti, i materiali ecc. Alcuni APS posseggono una struttura ad oggetti fissa che può essere parametrizzata per renderla il più possibile conforme al mondo reale; altri APS offrono invece completa libertà nel definire gli oggetti e nel modellare autonomamente il proprio ambiente fisico (Wiers, de Kok, 2018).

Le funzionalità di un APS dipendono strettamente dalla bontà del modello sottostante ed offrono all’utente la possibilità di eseguire delle operazioni (funzioni, azioni, metodi) sugli oggetti modellati.

Queste operazioni si distinguono generalmente tra funzionalità “Basic”, “Automation” e “Optimization”; le funzionalità che permettono di importare ed esportare informazioni tra e da altri sistemi non sono incluse in questa categorizzazione (Wiers, de Kok, 2018).

- *Funzionalità “basic”*: sono le azioni che permettono di eseguire calcoli relativamente semplici: calcoli relativi alle conseguenze delle azioni di pianificazione per esempio, come il cambio della sequenza delle azioni di montaggio/assemblaggio dovute ad operazioni di “Drag and Drop” da parte dell’utente. Queste azioni generalmente supportano l’utente nel controllo della fattibilità delle decisioni pianificate e nella loro eventuale rapida modifica.
- *Automation*: con le azioni di “automation”, un set di operazioni (che innescano gli algoritmi di pianificazione) vengono lanciate nell’ APS per supportare la generazione di un piano o di una schedulazione. Tipicamente le azioni di tipo “automation” vengono innescate dall’utente nella UI, ma possono anche essere innescate da altri eventi in base ad una frequenza definita dall’utente.

Si evidenzia il fatto che la distinzione tra le varie categorie di funzionalità non possa essere sempre realizzata in maniera disambigua. In termini generali può essere affermato che gli APS con solamente le funzionalità di tipo basic supportano semplicemente l'utente nel creare e nel cambiare un piano o una schedulazione, in quanto tutte le azioni di pianificazione devono essere comunque realizzate manualmente dall'utente; il software si limiterà quindi a ricalcolare ogni volta le conseguenze di un'azione di pianificazione. Un APS con implementazioni automation tipicamente può invece generare parte dei piani/schedulazioni automaticamente, lasciando all'utente le sole azioni di modifica e controllo. In alternativa le funzioni automation vengono applicate per generare solo una parte del piano, dopo di che l'utente si ritroverà a dover gestire e formalizzare il resto della pianificazione.

- *Optimization*: in questa categoria rientrano quelle funzioni che generando una moltitudine di possibili piani tramite algoritmi alternativi sono in grado di sceglierne uno in accordo ad una serie di KPI. Vi è un'ampia scelta nelle tecniche di ottimizzazione in letteratura, tuttavia solamente un set limitato di queste vengono tipicamente impiegate negli APS; tra queste rientrano gli algoritmi delle classi "neighborhood search", "path optimization algorithms" e "mathematical programming", sviluppati storicamente nell'ambito della ricerca operativa.

L'implementazione delle funzionalità Optimization è probabilmente la parte più sfidante della realizzazione di un APS, essendo la funzionalità da implementare di gran lunga più complicata. Tipicamente è comunque meglio realizzare piani di alto livello con questa categoria di algoritmi piuttosto che pianificazioni di basso livello, come la schedulazione. La ragione alla base di ciò è che i problemi di schedulazione spesso contengono molte più informazioni di dettaglio, che rendono il problema più difficile da modellare (Wiers, de Kok, 2018).

3.2.2 User Interface

I primi sistemi APS, come il tedesco “Leitstands”, traducibile in “centro di controllo”, era sostanzialmente costituito da un grafico Gantt che permetteva di visualizzare il contenuto del database di produzione, ovvero gli ordini schedulati, e il loro progresso da parte delle Operations. Con l’evolversi di questi sistemi, i grafici Gantt implementati sono diventati più interattivi, permettendo la modifica dei piani agendo direttamente sul grafico, ad esempio tramite azioni di Drag&Drop, rendendo possibile la variazione della sequenza dei vari task di produzione su una particolare macchina semplicemente effettuando una traslazione dei vari task tra di loro.

I Gantt possono essere realizzati in molte maniere, tuttavia considereremo come grafici Gantt solo quelli in possesso delle seguenti caratteristiche, come stabilito da Gantt stesso (Gantt, 1919):

- Devono essere realizzati in forma bidimensionale;
- Sull’asse orizzontale deve essere riportato il tempo;
- Sull’asse verticale devono essere riportate le risorse;
- Nel grafico i rettangoli rappresentano i job pianificati o schedulati sulle risorse;

L’immagine 3.2.2.A riporta un esempio di un Gantt per la schedulazione della produzione. La figura, rappresentativa a tutti gli effetti della parte grafica di un generico software APS, mostra come i vari elementi del problema di schedulazione possano essere visualizzati: ad esempio è possibile organizzare le macchine/risorse per gruppi, visualizzare la sequenza delle operazioni di un ordine e il tipo di relazione tra le varie operazioni o ancora il tempo di setup tra due operazioni (nella figura rappresentato da un rettangolo giallo) e il tempo di downtime programmato su una determinata macchina. I vari job, identificati dai rettangolini verdi, se spostati tramite azioni Drag&Drop permettono all’utente di un qualsiasi software APS di modificare il piano di produzione, per esempio cambiando la sequenza dei job o l’assegnazione del job ad una determinata macchina.

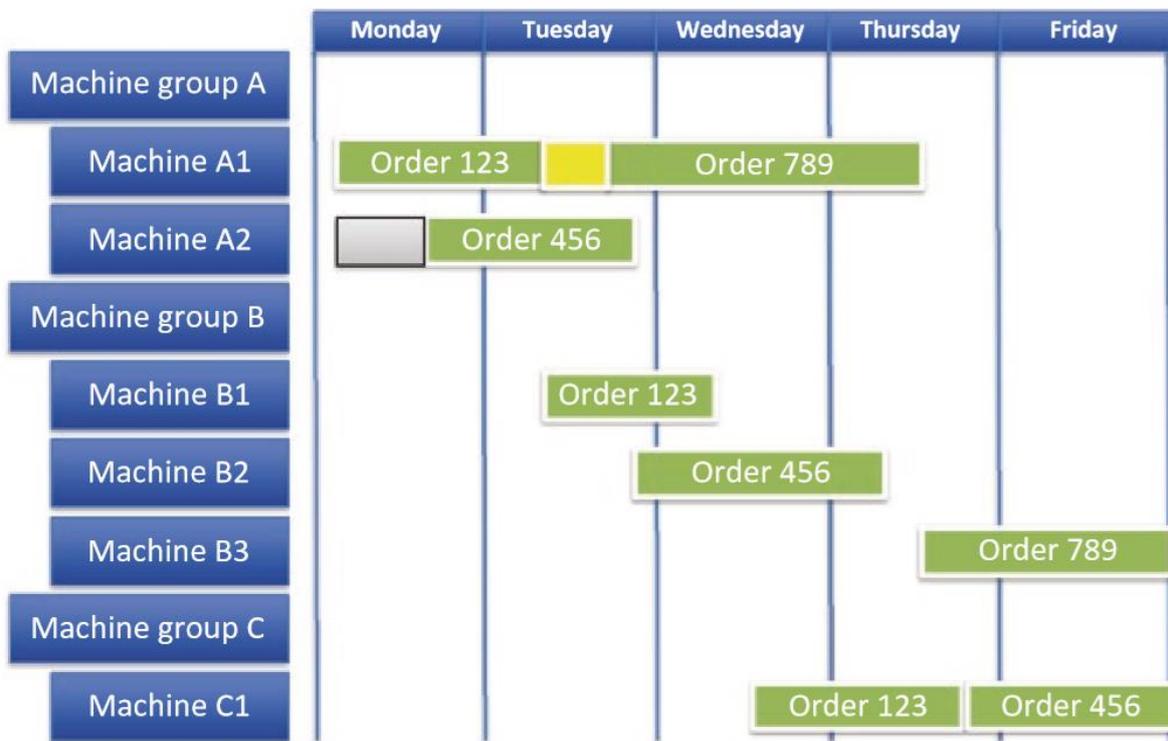


Figura 3.2.2.A: Rappresentazione della GUI standard di una soluzione APS, in cui compare il Gantt contenente tutte le attività schedate sulle varie risorse, in questo esempio macchine, raggruppate per cluster di macchine.

Tipicamente è possibile passare nei software APS ad una visualizzazione alternativa, più adatta a considerazioni per la pianificazione di alto livello, come quella riportata in figura 3.2.2.B.



Figura 3.2.2.B: Visualizzazione alternativa della GUI di un sistema APS riportante i livelli di carico dei vari cluster macchina presenti nella figura 3.2.2.A.

La visualizzazione sovrastante non è definita su un orizzonte temporale continuo, è invece rappresentata per periodi di tempo discreti. Nel grafico per ogni periodo di tempo vengono riportati i livelli di capacità del gruppo macchina considerato, con una relativa colorazione relativa al livello di criticità. Questa visualizzazione grafica viene tipicamente utilizzata per la pianificazione di alto livello, come potrebbe essere il Master Planning e il Sales and Operations Planning (S&OP).

Sebbene i grafici Gantt siano degli ottimi strumenti per la visualizzazione grafica delle informazioni di pianificazione, non tutte le informazioni contenute nell'APS vengono rappresentate graficamente: per questo motivo tutti gli APS utilizzano dei listati per mostrare informazioni di dettaglio. Molti APS offrono inoltre varie opzioni per la visualizzazione di informazioni in grafici per, ad esempio, mostrare i livelli di inventario.

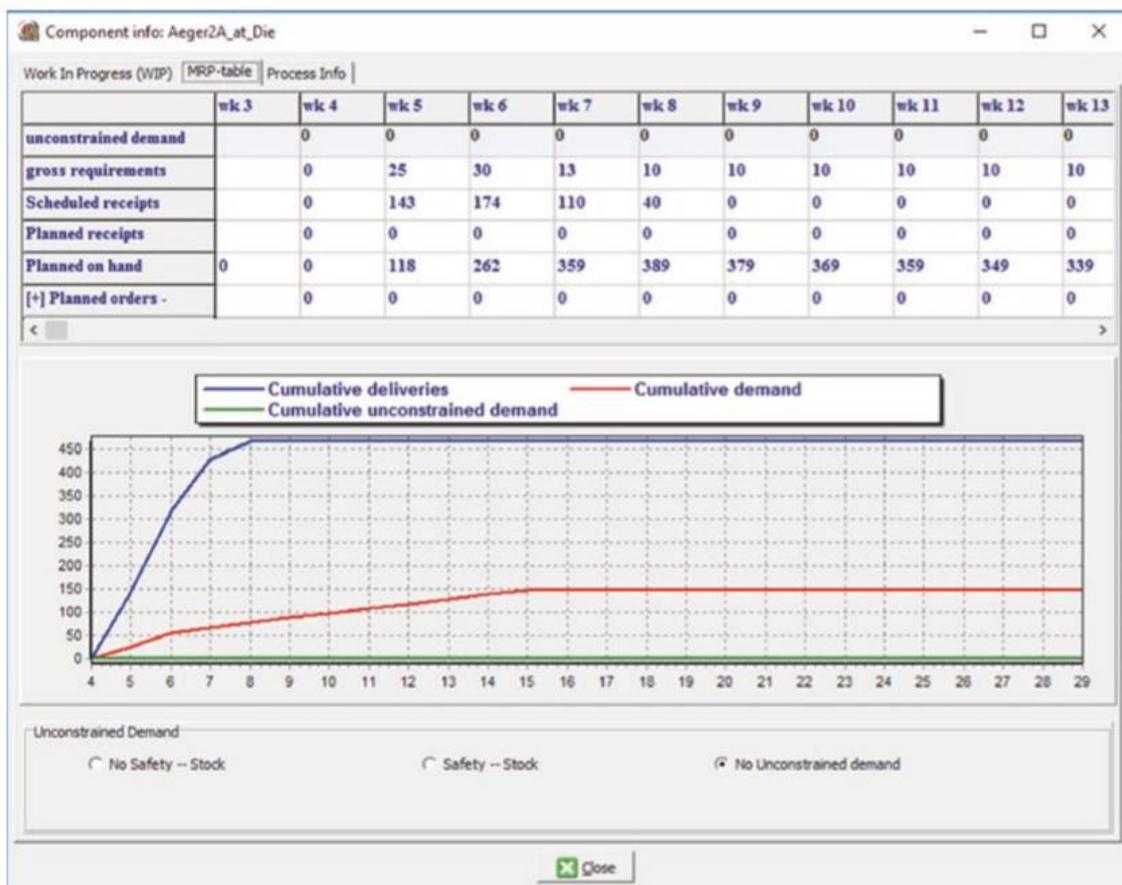


Figura 3.2.2.C: Esempio di visualizzazione di un grafico elaborato in real time dall'APS riportante i livelli cumulati della domanda e delle consegne

Possono anche essere realizzati grafici personalizzati che tracciano l'andamento di KPI custom scelti dall'utente ed implementati nel software. È inoltre possibile scegliere, per alcune soluzioni commerciali, alcuni KPI da mostrare in particolari grafici posti in una dashboard fissa nella schermata, in modo tale che l'utente abbia sempre ben visibile i risultati di un'azione di pianificazione.

Gli APS possono infine essere utilizzati per generare report che possono essere stampati o analizzati tramite l'ausilio di fogli di calcolo. È possibile quindi utilizzarli, ad esempio, per comunicare quanto schedato al reparto produzione, quando non è disponibile un sistema di visualizzazione della schedulazione. Occorre tuttavia ricordare che creare piani e schedulazioni da distribuire in report cartacei è poco conveniente, poiché quanto pianificato cambia in continuazione e di conseguenza quanto stampato sulla carta deve essere aggiornato in tempi brevi. Risulta quindi di gran lunga più efficace comunicare tali informazioni facendo osservare la UI dell'APS oppure esportando tali informazioni su altri sistemi che ne permettano una visualizzazione diretta su schermo (Wiers, de Kok, 2018).

3.3 I software APS e le differenze con la pianificazione basata su MRP

Una delle ragioni per cui gli APS sono emersi è la scarsità di supporto alla pianificazione caratterizzante i sistemi ERP (Enterprise Resource Planning), che costituiscono la spina dorsale della maggior parte delle aziende odierne. Nei decenni passati molte aziende hanno implementato i sistemi ERP per informatizzare i processi legati alla finanza aziendale, alla gestione dell'inventario, i processi di Order Management e altri processi di business. Nonostante le funzionalità offerte dagli ERP siano essenziali per la maggior parte delle aziende, questi ultimi non hanno implementati moduli abbastanza efficaci per pianificare e schedare, in quanto generalmente consistono semplicemente in funzionalità relative alla gestione degli ordini e delle transazioni finanziarie (Fransoo, Wiers, 2008).

Sebbene la “P” di ERP suggerisca che questi sistemi abbiano il proprio focus nella pianificazione, questo aspetto è gestito in maniera alquanto basilica nella realtà. La pianificazione all’interno dei sistemi ERP è infatti tutt’ora basata sulle logiche Material Requirements Planning (MRP-I), teorizzate nel 1967 (Orlicky 1975). MRP-I soffre, dalla prospettiva della pianificazione, delle seguenti criticità (Fransoo, Wiers, 2008):

- MRP-I viola l’assunzione dei lead time fissi;
- MRP-I non rispetta i vincoli sulla disponibilità dei materiali;
- MRP-I non supporta la pianificazione a capacità finita;

Nonostante queste carenze nelle logiche di pianificazione, tali sistemi sono risultati tuttavia fondamentali per lo sviluppo e l’introduzione degli APS, in quanto contenenti tutte le informazioni essenziali richieste dai sistemi APS; Ciò vale per i dati riguardanti gli ordini, i livelli di inventario, le BOM, le risorse, le durate dei vari processi ecc. Per come sono stati concepiti quindi, i sistemi APS generalmente non posseggono Master Data di per sé ma importano ed esportano tali informazioni da altri sistemi, come appunto gli ERP.

3.3.1 Storia dei sistemi APS

3.3.1.1 Gli anni ’60: MRP e la teoria della schedulazione

L’esigenza di supporto da parte dei sistemi informativi nell’ambito della produzione emerse negli anni ’60 e si espletò con la teorizzazione di MRP-I, come una delle logiche di pianificazione più importanti dell’epoca (Orlicky, 1975). Ignorato per lungo tempo dall’ambito accademico, la logica MRP-I era inizialmente concepita da attuare nella pratica con carta e penna, data la limitatezza della potenza computazionale dell’epoca. Le funzionalità e le modalità per la pianificazione implementate in MRP-I necessitano delle seguenti informazioni:

- *Esplosione dei materiali*: Ciò significa che una Bill Of Materials (BOM) viene usata per generare la domanda dei vari sottocomponenti sulla base della domanda dell’item finito. La BOM deve quindi contenere le informazioni su quali componenti siano necessari per realizzare il prodotto finale e quanti componenti di ciascuna tipologia siano necessari (Fransoo, Wiers, 2008).

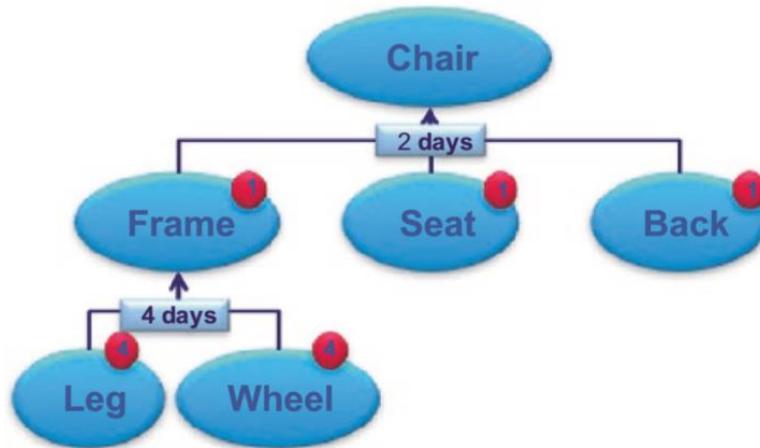


Figura 3.3.1.1.A: Esempio di Bom riportante il componente padre e i relativi sottocomponenti figli con l'indicazione della durata dei tempi di produzione e le relative quantità necessarie.

- *Offset del Lead Time*: Viene registrato anche il lead time di produzione necessario alla realizzazione di un item a partire dai suoi componenti. Ciò si traduce in una compensazione a ritroso della data in cui i vari componenti si rendono necessari al fine di rendere il prodotto finito realizzabile per la data concordata (Fransoo, Wiers, 2008).

La più grande e ben conosciuta criticità dei sistemi MRP-I consiste nella non considerazione dei vincoli di capacità, in quanto fornisce solo informazioni su quali e quanti materiali debbano essere prodotti entro una data ben definita, per rispettare i lead time standard contenuti nella BOM. Ciò significa che per MRP-I, il lead time viene utilizzato come un input certo e immutabile per il processo di pianificazione, mentre nella realtà il lead time dipende dalla capacità delle risorse che si stanno pianificando. Esistono inoltre delle debolezze dei sistemi MRP-I meno conosciute ma non per questo meno impattanti, come la sincronizzazione con la fornitura dei materiali: quando un item assemblato a cascata, come la sedia dell'esempio 3.3.1.1.A, non può essere prodotto in tempo per la mancanza di un componente, MRP-I non ordinerà gli altri componenti necessari alla realizzazione dell'item in modo tale da averli disponibili tutti assieme per l'assemblaggio, ma li ordinerà subito e verranno messi in attesa di essere utilizzati. MRP-I venne rivisto e aggiornato negli anni '80 con una sua nuova versione, ovvero MRP-II, che sebbene introducesse nuove funzioni per compensare alcune delle debolezze di MRP-I, non variò nella sostanza delle logiche alla base delle attività di pianificazione (Fransoo, Wiers, 2008).

I sistemi MRP restituiscono in output una lista di ordini proposti che necessitano di essere controllati manualmente assieme alla disponibilità di materiale e di risorse, al fine di evitare lo slittamento delle consegne. Questo compito viene assolto oggi dal pianificatore, tramite l'ausilio di fogli di calcolo quali Excel, richiedendo tempo e sforzi per attività automatizzabili. Tramite l'utilizzo di un MRP si genera quindi una lista di ordini che vengono importati in un foglio di calcolo ed un pianificatore crea, sulla base di queste informazioni e della disponibilità di risorse e materiale, un piano realizzabile da poter eseguire. In alcuni casi i risultati di questa attività vengono caricati all'interno dell'ERP al fine di avere un allineamento dei sistemi, ma spesso durante questo processo buona parte dei dati in input nel modulo MRP è di fatto cambiata, così come quanto schedulato. Questa è anche a grandi linee la logica che viene utilizzata ad oggi dallo stabilimento di Bologna, che ha deciso di orientarsi verso un sistema APS per queste ed altre motivazioni che verranno illustrate nel capitolo 5.

3.3.1.2 Gli anni '70 e '80: MRP-II e FCP

Durante gli anni '70, i "practitioners" realizzarono che le debolezze dell'ormai consolidato MRP-I relative al vincolo di capacità necessitavano di una soluzione. La mancanza di tecniche di Capacity Planning in MRP-I e la mancanza di un supporto per la pianificazione aggregata e di dettaglio portò a sviluppare la seconda versione di MRP. Il concept di MRP-II è ancora oggi ciò che viene adottato all'interno dei sistemi ERP per quel che riguarda la pianificazione. Le principali estensioni rispetto a MRP-I furono (Wortmann et al. 1996):

- *Rough-Cut Capacity Planning (RCCP)*: fornisce un check sulla capacità delle risorse di alto livello sul Master Production Schedule.
- *Capacity Resource Planning (CRP)*: introdusse degli accorgimenti per visualizzare potenziali problemi di capacità senza però proporre soluzioni per la risoluzione e demandandone quindi la gestione ad un operatore umano.

MRP-II non contiene quindi supporti decisionali per aiutare il pianificatore nella ricerca di una soluzione realizzabile, ma si limita solo ad introdurre modelli molto basici per la visualizzazione di potenziali problemi.

In parallelo allo sviluppo dei sistemi MRP-II veniva introdotto, a cavallo tra gli anni '70 e '80, il primo sistema di pianificazione a capacità finita basato su un grafico Gantt elettronico,

essendo i computer in quegli anni divenuti in grado di proporre interfacce grafiche. In Germania questi sistemi erano conosciuti come Leitstands (centri di controllo) ed erano in pratica degli add-on di database contenenti ordini o jobs. I primi sistemi commerciali veri e propri per la pianificazione e schedulazione effettivamente considerabili come i predecessori dei sistemi APS furono introdotti negli anni '80, ed erano inizialmente conosciuti come Finite Capacity Planning (FCP) Systems; Il nome stesso del software stava ad indicare come questi sistemi fossero in grado di considerare la capacità finita del sito produttivo. Questi sistemi erano tipicamente implementati come add-on dei sistemi MRP e non come software stand-alone come lo sono oggi, erano quindi pensati per importare i risultati della "run" degli MRP al fine di rielaborarne i dati e creare una schedulazione (Fransoo, Wiers, 2008).

In quegli stessi anni, nel mondo accademico, un numero sempre più crescente di ricercatori realizzò che per risolvere qualsiasi problema realistico, un approccio analitico era sempre meno conveniente rispetto alla ricerca di una soluzione buona e quindi non ottima tramite metodi euristici. La potenza computazionale stava diventando inoltre sempre più performante, rendendo tali tecniche di conseguenza sempre più abbordabili, anche economicamente. Si spese molto nel progettare e realizzare tecniche di questo tipo, finalizzate alla ricerca di una soluzione buona in un tempo ragionevole. I ricercatori iniziarono infine ad utilizzare sempre più spesso problemi dalla pratica per creare i loro modelli, rendendo così il gap tra la teoria e la pratica sempre più ridotto (Fransoo, Wiers, 2008).

3.3.1.3 Gli anni '90: ERP e APS

È negli anni '90 che il termine ERP venne introdotto per la prima volta, andando a sostituire la vecchia nomenclatura MRP-II per indicare quei sistemi informativi di impresa che stavano proprio in quegli anni crescendo in termini di funzionalità offerte. Questi sistemi, che offrivano inizialmente supporto limitatamente all'area finanziaria e di produzione, erano diventati in grado di offrire un ampio raggio di funzionalità, come quelle relative alla programmazione della manutenzione, al project management, alla pianificazione delle risorse umane e all'esecuzione in produzione. L'"engine" del modulo relativo alla pianificazione presente nei sistemi ERP era tuttavia ancora basato sul vecchio MRP-I, presentando al limite gli aggiornamenti introdotti con MRP-II (Fransoo, Wiers, 2008).

È sempre negli anni '90 che però iniziò a registrarsi una crescita enorme nel numero di fornitori di sistemi FCP e molti di questi iniziarono inoltre ad introdurre il termine APS in seguito all'arricchimento delle funzionalità di quella classe di software. I fornitori di queste soluzioni inoltre non si focalizzavano più solamente sui problemi di scheduling ma anche su altre problematiche aziendali relative alle aree di network design, Sales&Operations Planning, Master Planning e Transportation Planning. I fornitori di sistemi APS iniziarono anche a promettere grossi benefit dovuti all'utilizzo dei loro sistemi, in combinazione con una strategia promozionale aggressiva e ciò fu alla base del successo di queste soluzioni in quegli anni. In alcuni casi i benefit promessi si manifestarono effettivamente, ma molte aziende adottarono erroneamente i modelli insiti nelle soluzioni APS cercando di applicarli in ambienti e situazioni complesse, ottenendo così risultati poco soddisfacenti se non addirittura deludenti. Quanto appena detto portò, dopo un iniziale entusiasmo, ad un sentimento di indifferenza nei confronti di queste soluzioni software sul finire degli anni '90 (Fransoo, Wiers, 2008).

3.3.1.4 Dal 2000 ad oggi: suites APS comprehensive

Oggigiorno vi è più "realismo" da parte dei fornitori nel definire e nell'implementare progetti legati ai software APS, avendo fatto tesoro delle lezioni avute quando i sistemi APS costituivano una novità per il mercato. Analogamente a quanto successo con molti software nel loro periodo di tendenza, nuovi nomi furono conati per i sistemi APS, come ad esempio Supply Chain Planning and Optimization (SCP&O), ed un numero sempre maggiore di fornitori APS si introdussero nel mercato, così come un alto numero di questi sparì o venne acquisito da altri competitor. (Fransoo, Wiers, 2008).

La sempre maggiore adozione di tali sistemi obbligò i fornitori di sistemi ERP ad inizio 2000 a sviluppare o comprare queste suites in modo tale da poterle incorporare nella loro offerta. Oggi i maggiori fornitori di sistemi ERP offrono così anche moduli APS che possono operare separatamente dai "classici" moduli basati su MRP-I. Allo stesso tempo però continuano ad esistere sul mercato molti fornitori APS specializzati. (Fransoo, Wiers, 2008).

Nonostante i sistemi APS costituiscano oggi un tool abbastanza comune per supportare la pianificazione e la schedulazione, sussiste ancora un gap notevole tra lo sfruttamento totale delle loro potenzialità e il loro utilizzo reale. Contrariamente a quello che assume una parte

significativa del mondo accademico, esistono molte implementazioni APS che non contengono nessun algoritmo di pianificazione e schedulazione, ma che invece fungono semplicemente da supporto grafico ai pianificatori. Vi è ancora scarsità in letteratura per quel che riguarda la presenza di articoli accademici e la ricerca in generale a proposito dei sistemi APS, specialmente se confrontata all'ampia schiera di articoli pubblicati ancora oggi su problemi semplificati di pianificazione e schedulazione (Bertrand and Fransoo, 2002). Molte delle innovazioni per tali sistemi sono quindi ideate e realizzate dai fornitori di tali sistemi, che operano per la maggior parte senza nessun tipo di contatto con il mondo accademico.

3.3.2 Quando implementare una soluzione APS

In termini generali, l'implementazione di una soluzione APS potrebbe risultare molto conveniente quando le problematiche di pianificazione sono complesse, la dimensione dell'azienda ampia e la flessibilità dei processi operativi è limitata (Wiers, de Kok, 2018). Per ognuno di questi punti viene di seguito presentata una breve descrizione.

3.3.2.1 Complessità

Quando le problematiche da affrontare in ambito pianificazione e schedulazione sono molto semplici, possono essere efficacemente risolte manualmente senza il supporto dell'APS. Per essere considerate di natura semplici tali problematiche non devono contemplare molte possibilità alternative di pianificazione o schedulazione e le varie evenienze non devono causare grosse differenze in termini di performance. Molti impianti chimici di processo ad esempio sono caratterizzati da imponenti installazioni con però veramente poche regole di assegnamento, in quanto spesso la sequenza di produzione non ha un reale peso in termini di efficienza ed efficacia e il numero dei diversi item è limitato. Un altro esempio può essere costituito dagli impianti di assemblaggio, dove la maggior difficoltà di gestione risiede nel procurarsi tutti i sottogruppi da assemblare in tempo; mentre tale problema può essere laborioso da pianificare, non risulta essere generalmente complesso fintanto che i sottogruppi sono forniti da fornitori esterni e la capacità di linea è adeguata (Wiers, de Kok, 2018).

La complessità si introduce non appena si ha quindi una notevole varietà di risorse con differenti caratteristiche, e diventa di considerevole entità non appena queste caratteristiche

iniziano ad essere interagenti con la consequenziale generazione di dipendenze. Per esempio, nella produzione di semilavorati, vi sono tipicamente numerose risorse produttive con una capacità di storage limitata, varie fasi produttive, connessioni tra le diverse risorse, restrizioni per quel che riguarda le contaminazioni e regole per l'igienizzazione. Un altro esempio si può avere quando si utilizzano buffer per immagazzinare end-items o intermediate-items, poichè la limitatezza del buffer deve essere tenuta in conto nelle attività di pianificazione. Per esemplificare le implicazioni di quanto appena detto, analizziamo il caso tipico di un impianto di processo del metallo: il processo inizia nel dipartimento di stampaggio e iniezione dove vari accorgimenti devono essere adottati per evitare ampi tempi di setup sulle fornaci. I laminatoi necessitano tipicamente di processare delle bobine di differenti dimensioni, da quelle più spesse a quelle più sottili, dalle dure alle più tenere, dalle più fini alle più grossolane e così via. Le fornaci devono ricevere quindi in ingresso dei batch di materiale in base alle caratteristiche degli end-item da produrre. A fine linea poi si ritrovano spesso macchine per il packaging, e anche queste necessitano di utilizzare set specifici di materiali per l'impacchettamento, potenzialmente stampati con differenti forme e dimensioni; la loro preparazione e il loro utilizzo deve essere coordinato con l'arrivo del prodotto finito e ciò introduce notevole complessità. Altro esempio, nello scheduling dei trasporti la complessità nel programmare pochi viaggi è di fatto limitata, ma quando vi sono più di 100.000 consegne da effettuare ogni giorno lo sforzo per la pianificazione diventa notevole. La pianificazione della forza lavoro infine diventa tipicamente complessa quando è presente molto personale con diverse skill, tipi di contratto ed esigenze lavorative differenti (Wiers, de Kok, 2018).

Nonostante la complessità possa essere facilmente ritrovata in ambito operativo a livello del controllo di produzione, essendo il mondo fisico per sua natura difficile da organizzare, è possibile ritrovarla anche ad un livello più alto del controllo di produzione. La gestione degli ordini ad esempio può diventare un task veramente complesso quando una data di consegna deve essere validata sulla base di un piano composto da ordini multipli ognuno con un proprio punto di disaccoppiamento e una propria stock policy. Infine, per quel che riguarda il forecasting e il demand planning, la complessità in queste operazioni è dovuta al numero tipicamente elevato di informazioni e dati coinvolti.

3.3.2.2 Dimensioni

La complessità del problema di pianificazione e schedulazione può essere elevata e giustificare anche parzialmente l'introduzione di un sistema APS, ma la dimensione dell'azienda può rendere l'implementazione dell'APS irrealizzabile. Anche aziende di piccole dimensioni possono avere regole e vincoli di pianificazione complessi, tuttavia per questa tipologia di imprese l'implementazione e il supporto necessari per implementare l'APS possono risultare troppo costose. In questo caso è comunque possibile esplorare strade alternative per poter gestire tale situazione, ad esempio è possibile assumere uno studente universitario per fargli analizzare il problema di pianificazione, al fine di poter così creare un sistema di pianificazione su un foglio di calcolo a supporto dei pianificatori, oppure introdurre qualche modifica ai sistemi esistenti già in uso. Queste soluzioni di solito non offrono lo stesso livello di supporto dei sistemi APS, ma potrebbero rivelarsi sufficienti ed essere la migliore tra le alternative possibili (Wiers, de Kok, 2018).

Non vi sono regole rigide sui requisiti minimi dell'azienda in termini dimensionali. Si sono viste alcune applicazioni APS in aziende con meno di 100 dipendenti, anche se spesso erano applicazioni di alcune delle soluzioni APS più economiche sul mercato. I sistemi APS sono più tagliati per le aziende che possono adottare lo stesso sistema su una moltitudine di plant, per poter eventualmente spalmare i costi; in alternativa, i sistemi APS sono adottabili anche da quelle compagnie che posseggono un processo specifico fortemente capital-intensive che giustifichi l'investimento nel progetto (Wiers, de Kok, 2018).

3.3.2.3 Inflessibilità

Quando le risorse da pianificare sono limitate in termini di flessibilità (ad esempio presentano alti tempi di set-up), ciò impatta sulla capacità di variare volumi e mix dei prodotti, rendendo il controllo su tali risorse più complesso e l'utilizzo di un APS auspicabile. Solo una minoranza dei sistemi produttivi è fortunata ad operare con risorse generiche, una diffusa commonality tra i prodotti, o entrambe; per queste aziende è inoltre spesso semplice incrementare o decrementare la capacità, per esempio aggiungendo o rimuovendo turni oppure subappaltando attività produttive. Quando il costo generato dalle attività produttive è quindi variabile e non fisso, è relativamente agevole inseguire i cambiamenti della domanda

rendendo, in queste situazioni, la pianificazione e la schedulazione attività di natura semplice. Il lavoro che deve essere eseguito è quindi costituito da dei semplici rilasci e ci sono scarse ricadute sui tempi di attesa sul throughput time totale del job in questione; di conseguenza il valore aggiunto dato dall'adozione di un APS è limitato (Wiers, de Kok, 2018).

3.3.3 Ambiti di applicazione e benefici delle soluzioni APS

Nel momento in cui un'azienda prende in considerazione l'eventualità di implementare una soluzione APS, dovrebbe orientare la sua scelta sulla base delle seguenti considerazioni (Wiers, de Kok, 2018):

- Il sistema APS sarà in grado di aggiungere abbastanza valore ai processi in maniera tale da giustificare l'investimento?
- Tale progetto, comunque oneroso, è il più importante da intraprendere per l'azienda nel momento storico in cui si stanno facendo queste valutazioni?
- Da quale livello di pianificazione occorrerebbe partire considerando che l'APS può supportare livelli di pianificazione multipli?

La definizione di un progetto APS consta nel dichiarare i benefici della soluzione APS e nel determinarne il suo scope. Queste due attività vengono portate avanti con logiche interattive tra di loro: con lo "scoping" il progetto di implementazione viene delineato specificando ad alto livello cosa dovrebbe essere fatto e cosa no; nella fase di definizione successiva, i benefici potenziali devono essere definiti in maniera coerente con quanto dichiarato e delineato nella fase precedente. Quando lo scope e i relativi requisiti sono stati chiariti, l'azienda può procedere nella selezione di un fornitore APS che si dimostri compatibile con l'implementazione di quanto stabilito (Wiers, de Kok, 2018).

3.3.4 Strategie della supply chain supportate

Le funzionalità dell'APS che si desidera implementare dovrebbero supportare ed essere compatibili con la strategia aziendale relativa alla Supply Chain (o più in generale delle Operations); questo dovrebbe essere il driver principale per un'implementazione APS, a parte la ricerca di benefit economici di breve periodo. Non si elaborerà la definizione di una strategia

di implementazione di seguito, tuttavia si delineeranno alcuni importanti elementi di una generica Supply Chain rilevanti per l'APS. (Zoryk-Schalla, Fransoo, de Kok, 2004)

Gli elementi strategici della Supply Chain che possono creare la necessità dell'introduzione di un APS sono ricollegabili alla volontà di migliorarne l'efficacia, l'efficienza o entrambe.

- L'efficacia di una Supply Chain viene stabilita tramite la misura delle performance operative, quali l'affidabilità, il lead time, la varietà di prodotto e le opzioni di delivery a disposizione. Le aziende, per offrire alti livelli di servizio ed avere alti standard in termini di efficacia, potrebbero ad esempio puntare a servire i propri clienti confermando una delivery date di un prodotto entro un giorno oppure facendo in modo di avere un'adesione alla data concordata del 90%. Il task di accettazione degli ordini può essere supportato efficacemente dall'APS, capace di eseguire un affidabile Capable-to-Promise check, altrimenti impossibile da fare a mano utilizzando solo fogli di calcolo o il sistema ERP (Zoryk-Schalla, Fransoo, de Kok, 2004).
- L'efficienza della supply chain può essere perseguita in vari modi, ad esempio riducendo i livelli di inventario utilizzando la funzione di forecast della domanda implementata negli APS, oppure gestendo in maniera strutturata i livelli di scorta di sicurezza o riducendo i tempi di setup creando assegnamenti alle risorse ottimizzati (Zoryk-Schalla, Fransoo, de Kok, 2004).

Gli APS possono supportare quindi i pianificatori nel raggiungimento di numerosi obiettivi, facilitando il trade-off tra le varie priorità da dover gestire. Molti autori e teorici del Supply Chain Management distinguono usualmente tra le Supply Chain "Lean" e "Agile". Le Supply Chain Lean sono tipicamente implementate in situazioni caratterizzate da una bassa variabilità nella domanda e lead time di fornitura compressi, mentre le supply chain agili sono nate per affrontare al meglio situazioni caratterizzate da una domanda variabile e tempi di fornitura potenzialmente lunghi. Le supply chain Lean si concentrano tipicamente sui costi, mentre le supply chain agili si concentrano sull'efficacia. Sebbene questa sia a tutti gli effetti una semplificazione eccessiva delle sfide che le Supply Chain si ritrovano ad affrontare, questo "dualismo" si rivela utile a sottolineare i due maggiori problemi in tale ambito (Zoryk-Schalla, Fransoo, de Kok, 2004):

- mantenere i costi sotto controllo.
- effettuare le consegne in tempo con le aspettative del mercato.

Vi sono aziende che devono focalizzarsi in particolar modo su uno di questi aspetti, ma ce ne sono anche altre che devono risultare agili e lean allo stesso tempo; è anche vero che una minoranza tuttavia ha il lusso di non dover obbligatoriamente seguire nessuna delle due strade, spesso perché si trova a realizzare un prodotto o servizio unico nel suo genere, per questa tipologia di aziende l'implementazione di un APS ha effettivamente poco senso.

La seguente figura mostra i quattro modelli strategici che si possono applicare ad un gruppo di prodotti o servizi forniti dalla supply chain di un'azienda. I diversi modelli strategici verranno di seguito illustrati con la descrizione delle funzionalità più importanti da supportare tramite l'APS per quello specifico modello (Zoryk-Schalla, Fransoo, de Kok, 2004).

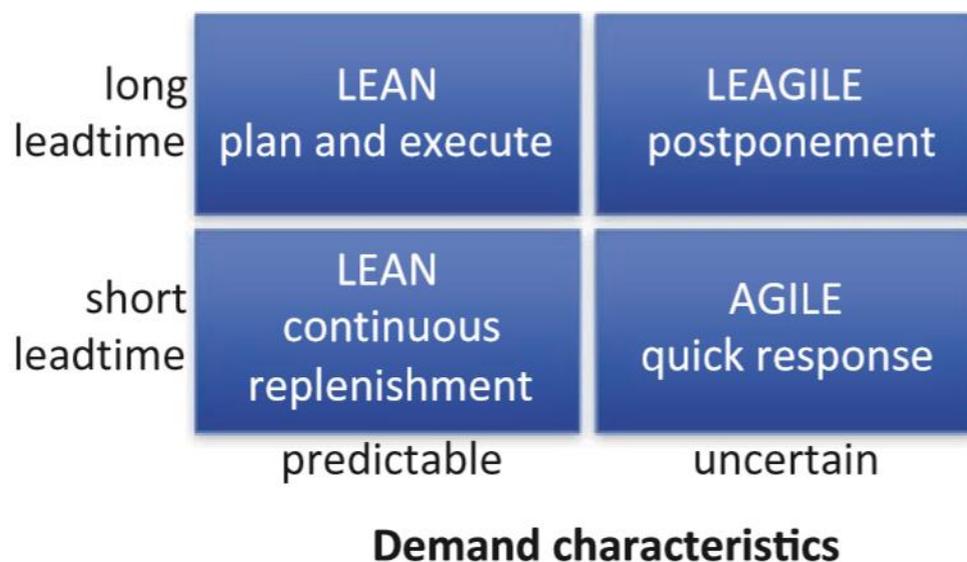


Figura 3.3.4.A: Matrice utile alla categorizzazione delle Supply Chain nell'ottica di implementazione di un APS. Sull'asse delle "X" la domanda caratterizzante la Supply Chain viene distinta in incerta e prevedibile. Sull'asse delle "Y" viene invece considerato il Lead Time, distinto in corto e lungo.

- Il modello "Lean plan and execute" prevede come focus principale per l'APS la previsione della domanda, per poi tradurre tale previsione in un piano di fornitura fattibile. L'obiettivo di questi piani dovrebbe essere quindi quello di massimizzare l'efficienza di acquisto dei componenti e di permettere la realizzazione di throughput time e date di consegna affidabili. Esempi di applicazione di questi modelli si possono ritrovare in aziende operanti con logiche make-to-order relative a prodotti complessi.

- Il modello “Lean-Continuous Replenishment” prevede che il focus dell’APS sia nella pianificazione e schedulazione di breve periodo, essendo i beni prodotti in questo quadrante semplici da realizzare. Esempi di applicazioni di questo modello si ritrovano nella produzione di cibo confezionato.
- Il modello “leagile-postponement” è uno dei più difficili da gestire in quanto esiste una discrepanza tra le aspettative del mercato e le caratteristiche della Supply Chain. Per questo motivo è essenziale che le aziende provino ad applicare le logiche del “postponement”, quali la creazione di prodotti a partire da semilavorati comuni (ovvero il concetto di modularità). Gli APS possono rivelarsi di aiuto nell’analizzare le opzioni migliori per decidere il punto di disaccoppiamento, per aiutare nella realizzazione del forecast della domanda, nell’accettazione degli ordini e nella creazione di schedulazioni efficienti. Un esempio di questo modello è ritrovabile negli impianti di lavorazione dei metalli.
- Il modello “Quick-agile response” prevede che il focus dell’APS risieda nell’aggiustare e modificare facilmente i piani e le schedulazioni in base ai cambiamenti della domanda. La capacità deve essere quindi in grado di essere scalata o ridotta velocemente, così come il livello di carico delle risorse deve essere tenuta in considerazione per controllare quando possa essere utilizzata. Un esempio di questo modello è spesso ritrovabile nel trasporto privato.

Nonostante la classificazione a matrice presentata sia utile a inquadrare le strategie percorribili da un’azienda, non è detto che non ci si possa muovere tramite una moltitudine dei sovramenzionati modelli di supply chain. Altro aspetto da sottolineare è che per un’azienda la scelta di un modello particolare potrebbe subire variazioni nel tempo: quando il mercato e il ciclo di vita dei prodotti si sviluppa, i competitor entrano ed escono dal mercato, e le Supply Chain di chi vi rimane diventano più specializzate (Hameri et al. 2013).

Quando un’azienda, introducendo un nuovo prodotto, si trova ad essere in una fase di start up, vi sono pochi processi definiti e in pratica l’obiettivo è quello di produrre il più possibile; manca quindi il focus sui costi e/o sulla flessibilità. Come il mercato diventa maturo, si aggiungono nuove feature al prodotto e la complessità del mercato aumenta con l’ingresso di nuovi player: si aggiunge quindi tipicamente l’esigenza di tenere i costi sotto controllo. Non

appena le aziende iniziano a standardizzare i processi e il mercato raggiunge la maturità, è il momento migliore per introdurre un APS in quanto le aziende iniziano a competere sui costi, sull'affidabilità delle consegne, sui lead time e sui livelli di servizio in generale. Quando il mercato poi evolve ulteriormente, i clienti diventano ancora più consapevoli e in controllo delle condizioni di vendita, quali l'order-size minimo, la varietà di prodotto e così via. Per essere in grado di competere e mantenere i costi sotto controllo, l'APS può giocare un ruolo fondamentale (Zoryk-Schalla, Fransoo, de Kok, 2004).

3.3.5 Benefit qualitativi dell'APS

Mentre i benefici quantitativi dovuti all'introduzione di un APS sono, per loro natura, relativamente complicati ma pur sempre possibili da stimare una volta che il focus dell'APS da implementare è stato definito, i benefici qualitativi sono decisamente più ostici da tradurre in termini finanziari. Ciò nonostante, per alcune aziende sono proprio i benefici qualitativi a guidare e giustificare l'implementazione dell'APS. Tra i più importanti benefici dovuti all'implementazione di un APS vi sono (Wiers, 2002):

- *Responsiveness*: adottare un sistema APS permette di velocizzare notevolmente la creazione e la modifica di un piano; ciò significa per l'azienda essere molto più agile nel modificare quanto pianificato per favorire ed inseguire il cambiamento. Ad esempio, quando una risorsa si guasta, il pianificatore può ricollocare immediatamente i task ad altre risorse, e calcolare di conseguenza l'impatto sui tempi di consegna.
- *Trasparenza*: tramite l'introduzione di un APS, l'accesso alle informazioni relative allo stato del piano diverranno più facilmente accessibili e leggibili. L'ufficio pianificazione spesso si ritrova ad operare come information hub per l'azienda e il possesso di un APS può sollevare i pianificatori dal dover rispondere a molte delle telefonate ed e-mail necessarie per far circolare le informazioni. Avere un piano in un APS che può essere consultato da tutti gli stakeholder evita situazioni di scarsa chiarezza su quello che sta succedendo.
- *Comunicazione*: un APS può essere sfruttato come un tool per supportare la comunicazione. Ad esempio, nei meeting di pianificazione le potenziali decisioni

possono essere simulate tramite l'ausilio di un APS, il che significa che la base fattuale per il decision making è molto più solida quando le conseguenze di determinate decisioni possono essere visualizzate tramite l'ausilio di grafici. Per esempio, quando l'ufficio vendite richiede un ordine da produrre in tempo e si è nel caso di capacità sottodimensionata, l'ufficio di pianificazione può immediatamente simulare gli effetti del produrre l'ordine in tempo facendo slittare gli ordini già presenti.

- *Standardizzazione*: un software APS può aiutare i pianificatori nell'allineare le proprie logiche lavorative e nel fare training ai nuovi pianificatori in maniera più efficace e veloce. A grandi linee è possibile affermare che lo sforzo nella pianificazione viene tipicamente ridotto del 50% in seguito all'implementazione di un APS. L'implementazione di uno standard APS può inoltre essere d'aiuto nella standardizzazione dei sistemi informativi aziendali e nella sostituzione di fogli di calcolo spesso difficili da mantenere aggiornati manualmente.

Nel contesto dell'analisi qualitativa, è importante sottolineare come le tecniche di pianificazione e schedulazione si basino tutt'oggi, in moltissime realtà, su una forma di conoscenza tacita, costruita dai pianificatori su un lungo orizzonte temporale. Il problema della conoscenza tacita è ovvio, non è trasparente agli altri e nemmeno facile da comunicare. Gli APS permettono all'azienda di essere meno dipendenti dalla conoscenza tacita.

3.3.6 Lacune dell'MRP

Come già discusso in precedenza, l'avvento degli APS è stato favorito dalla sempre più larga implementazione dei sistemi ERP. Avendo MRP-I numerose falle nelle sue logiche di pianificazione, può essere utile osservare i vantaggi dovuti all'applicazione di un APS dal punto di vista delle mancanze della pianificazione basata sull'ERP. Nel presentare le lacune delle logiche MRP nel contesto di una implementazione APS, occorre essere consci del fatto che l'MRP ha un background evolutivo professionale: questo implica che la sua struttura è stata costruita sulla base di innumerevoli tentativi portati avanti nella pratica con logiche "trial and error". Qualcuno potrebbe affermare che dopo circa 50 anni di sperimentazioni empiriche, MRP-II si trovi allo stato dell'arte. Queste sperimentazioni tuttavia hanno sempre e solo portato ad aggiornamenti marginali e non hanno mai modificato i principi fondamentali alla

base della logica MRP-II. Occorrerebbe anche notare che la presenza dei sistemi ERP, con i relativi moduli di pianificazione implementati, non implica sempre automaticamente l'applicazione delle logiche MRP-II. In molti casi i moduli MRP sono disabilitati per l'intero ambiente di pianificazione oppure lanciati solo per alcuni livelli della BOM, al fine di generare richieste di acquisto. Le proposte di pianificazione generate dall' MRP sono inoltre spesso ignorate e sovrascritte dai risultati della pianificazione manuale (Fransoo e Wiers, 2008); quest'ultima evenienza è dovuta al fatto che in un ambiente caratterizzato da livelli multipli della BOM, vincoli nella capacità produttiva e lead time sfidanti, processare i risultati dell'MRP richiederebbe uno sforzo e tempi maggiori rispetto allo scartare il piano e al crearne uno da zero.

Di seguito verranno illustrate nello specifico le principali lacune dell'MRP, che hanno creato sempre di più nelle aziende la necessità di adottare un APS.

3.3.6.1 Pianificazione delle risorse e di disponibilità dei materiali

L'MRP venne teorizzato nel "Framework of Production and Inventory Control" ed è basato su un algoritmo che opera cercando di ottimizzare una funzione relativa alla coordinazione dei materiali e alla pianificazione delle risorse. Ciò implica che la funzione sia costituita da una moltitudine di snodi decisionali, oltre ad essere definita a partire dai suoi output, presentando così una struttura ricorsiva. Tale funzione decide sul rilascio degli ordini di produzione di tutte le unità produttive appartenenti alla supply chain che si ritrova a coordinare. L'unità di produzione (PU) deve quindi completare gli ordini lanciati entro o prima la data di consegna e la funzione assicura che tutti gli ordini rilasciati siano attuabili in termini di risorse e materiali senza la necessità di produrre una schedulazione dettagliata. L'algoritmo alla base dell'MRP si basa su queste assunzioni (De Kok et al., 2005):

1. Le PU devono garantire il 100% dell'affidabilità nelle consegne;
2. La disponibilità delle risorse deve essere formulata esplicitamente come un vincolo nel modello matematico usato per generare la soluzione;
3. La disponibilità dei materiali deve essere esplicitamente formulata come un vincolo nel modello matematico usato per generare la soluzione;

A questo punto appare appropriato rimarcare come la maggior parte delle più comuni funzioni tipicamente implementate negli MRP non soddisfino in realtà le assunzioni 2 e 3 ed inoltre, anche l'assunzione 1 è spesso non soddisfatta. Le conseguenze di questi fatti non devono essere sottostimate, in quanto implicano che le logiche MRP-I si traducano di fatto in piani infattibili. L'infattibilità di quanto pianificato si manifesta nella pratica fundamentalmente con due distinte identità:

- Messaggi di rischedulazione riguardanti ordini già rilasciati;
- Messaggi di eccezione relativi a scorte disponibili negative, come conseguenza del lancio immediato di ordini per soddisfare il target degli ordini da realizzare;

La prima tipologia di errore riguarda la violazione dell'assunzione relativa ai lead time. In questo caso i messaggi di rischedulazione allertano il pianificatore sulle conseguenze indesiderate delle assunzioni errate sui lead time: il pianificatore deve quindi intervenire manualmente controllando se è possibile rischedulare gli ordini rilasciati, al fine di risolvere i messaggi di errore. Questo è un tipico esempio della forte interazione necessaria tra il pianificatore e il sistema di pianificazione, dove il pianificatore è in grado di identificare opzioni di flessibilità non considerabili dalle logiche del sistema di pianificazione. La seconda tipologia di errore riguarda la violazione sul vincolo della disponibilità dei materiali. Questo è il più complicato dei due problemi da gestire, in quanto più difficilmente risolvibile. Le logiche MRP prevedono infatti che, a fronte di un ordine caratterizzato da scorte di materiali negative, sia lanciato un ordine relativo a tutti i sottocomponenti facenti parte dell'item mancante e che questi siano prodotti dai fornitori esattamente entro i lead time contenuti nella BOM. La necessaria modifica del piano richiederebbe così una comunicazione intensa con l'ufficio acquisti, in quanto qualsiasi modifica si tradurrebbe nell'attuazione di azioni che devono essere intraprese immediatamente per rimanere entro i tempi della BOM; inoltre, anche a fronte di una perfetta collaborazione tra i due enti aziendali, la buona riuscita delle modifiche al piano dipende largamente anche dalla capacità dei fornitori a rendere disponibile materiale extra rispetto a quanto concordato. Come conseguenza di ciò, in caso di materiale mancante vengono realizzati piani praticamente impossibili da rispettare e tali problemi vanno ad intaccare anche eventuali task da pianificare futuri (De Kok et al., 2005).

I due casi appena illustrati sottolineano l'importanza delle logiche di pianificazione implementate nei sistemi APS, che permettono di prendere in considerazione i vincoli relativi alla disponibilità dei materiali: la violazione dei vincoli dovuta alle logiche MRP relative alla gestione dei materiali si propaga sia a monte che a valle come già detto e richiede un livello di lavoro manuale e comunicazione intenso per essere gestita. Simili argomentazioni si applicano alle violazioni dei vincoli di capacità. La più grande differenza tra il violare i vincoli di capacità e di disponibilità dei materiali come appena discusso è che l'ultima tipologia di vincoli riguarda gli ordini appena rilasciati, mentre la prima possibili violazioni future delle date di consegna degli ordini rilasciati. Queste violazioni future potrebbero essere prevenute adottando azioni appropriate, come il lavoro straordinario, la riallocazione della forza lavoro e le variazioni nell'ordine di produzione. Inoltre, i vincoli sulle risorse sono tipicamente vincoli aggregati, in quanto le risorse tipicamente processano una moltitudine di ordini differenti. Sulla base di queste considerazioni, nell'ideare le logiche di funzionamento per la risoluzione dei problemi di pianificazione tramite l'utilizzo di un software APS, sono state definite da De Kok e Fransoo (2003) le tre seguenti condizioni:

1. Tutti gli ordini rilasciati devono essere realizzabili in termini di data di consegna
2. Tutti gli ordini rilasciati devono essere realizzabili in termini di risorse a disposizione
3. Tutti gli ordini rilasciati devono essere realizzabili in termini di materiali a disposizione

Queste tre condizioni necessarie possono essere formulate in termini matematici. Esistono a tal proposito vari modelli di formulazioni matematiche, e la più importante classe di formulazioni nel contesto dei sistemi APS è quella delle cosiddette Mathematical Programming Formulations. Questa classe si basa sulla formalizzazione di un programma lineare (MIP, LP) che consiste in una funzione obiettivo da minimizzare o massimizzare, i tre vincoli sopra citati e le quantità degli ordini da rilasciare come variabili decisionali. L'input dell'algoritmo consiste poi tipicamente nel piano di vendita o in alternativa in un MPS, nei livelli delle scorte e nelle entrate programmate (ad esempio i WIP). Per ogni periodo da pianificare, il modello matematico viene risolto e il risultante piano di rilascio degli ordini è presentato al pianificatore. Il pianificatore può accettare il piano o apportare delle modifiche se necessario affinché il piano di rilascio degli ordini di primo periodo possa essere effettivamente rilasciato, richiamando i materiali necessari per la sua realizzazione, ed

eseguito dalle unità produttive. L'adozione di questi modelli permette di modellare le discrepanze presenti in MRP-I, includendo le conseguenze dell'incertezza all'interno del modello matematico formulato, come i tempi di attesa degli ordini e la gestione dell'inventario.

3.3.6.2 Allocazione e Sincronizzazione:

Il problema esistente tra le logiche MRP e l'allocazione e la sincronizzazione verrà illustrato con un esempio semplificato, definito di seguito (De Kok et al., 2005).

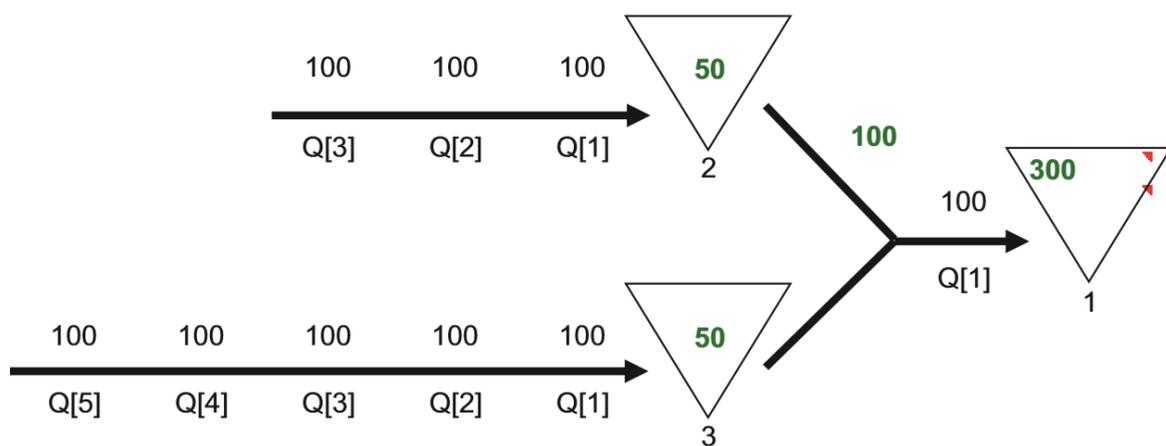


Figura 3.3.6.2.A: BOM dell'esempio riportato nel seguente paragrafo, composta da un componente padre e due componenti figli, a loro volta composti da diversi sottocomponenti. Vengono riportati in verde i livelli di inventario e in nero il quantitativo da produrre per ogni componente, pari a 100, per ogni periodo considerato.

Un componente finito 1 deve essere assemblato a partire dai due componenti 2 e 3. Il lead time di assemblaggio per ogni componente è di una settimana e i componenti vengono assemblati uno alla volta, il componente 2 è composto da 3 sottocomponenti e ha quindi un lead time di 3 settimane; il componente 3 è composto da 5 sottocomponenti e ha quindi un lead time di 5 settimane. All'inizio della settimana 9, l'inventario dei componenti 1, 2 e 3 ammonta rispettivamente a 300, 50, 50. Le scorte di sicurezza degli item 1, 2 e 3 sono 200, 50 e 50 rispettivamente. La schedulazione definita prevede 100 pezzi per ogni periodo di tempo rilevante per ogni pezzo. La domanda per il componente 1 è generalmente stabile con una media di 100 pezzi al periodo. Supponiamo che durante le settimane 9 e 10 la domanda sia pari a 300, ciò implica che all'inizio delle settimane 9 e 10 si preveda una domanda di 100 a fronte di una domanda reale di 300. Assumiamo che il sistema sia controllato in accordo con le logiche MRP-I.

Gli inaspettati alti livelli della domanda creano un problema di bilanciamento della supply chain. La logica con cui opera MRP-I è di fatto una logica item-by-item che deriva i suoi requisiti dai livelli della scorta di sicurezza. All'inizio del nono periodo il sistema è perfettamente bilanciato, con lo stock a fine periodo previsto pari al livello delle scorte di sicurezza. La domanda di 300 componenti innesca un immediato requisito netto di 300 pezzi per ogni componente, in quanto le scorte di sicurezza devono essere rigenerate obbligatoriamente entro la fine del periodo. Ciò viene mostrato nella tavola più in basso, compilata secondo le logiche MRP-I, ponendosi all'inizio del periodo 10, immediatamente dopo la generazione di tutti gli ordini.

		Time											
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<i>Item 1</i>													
Gross requirements		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Scheduled receipts		100											
On-hand stock	0	0	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Net requirements			300	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Planned order receipts			300	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Planned order releases	MPS	300	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Item 2</i>													
Time		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Gross requirements		300	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Scheduled receipts		100	100	100									
On-hand stock	50	-150	-150	-150	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Net requirements					300	100	100	100	100	100	100	100	100
Planned order receipts					300	100	100	100	100	100	100	100	100
Planned order releases		300	100	100	100	100	100	100	100	100			
<i>Item 3</i>													
Time		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Gross requirements		300	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Scheduled receipts		100	100	100	100	100							
On-hand stock	50	-150	-150	-150	-150	-150	50	50	50	50	50	50	50
Net requirements							300	100	100	100	100	100	100
Planned order receipts							300	100	100	100	100	100	100
Planned order releases		300	100	100	100	100	100	100					

Figura 3.3.6.2.B: Rappresentazione della schedulazione dell'esempio della figura 3.3.6.2.A eseguita con le logiche MRP-I nel caso in cui la domanda tra il periodo 9 e 10 ammonti a 300

La tavola mostra inventari negativi per i componenti 2 e 3 per l'intera durata del lead time, mentre l'item 1 non mostra stockouts in quanto le scorte di sicurezza hanno permesso di assorbire la domanda. Il piano dell'MRP-I è tuttavia infattibile sulla base delle seguenti motivazioni (De Kok et al., 2005):

1. I livelli di inventario negativi degli item 2 e 3 implicano che un ordine di 300 pezzi per la settimana 10 è impossibile. Al massimo 150 componenti possono essere realizzati, basandosi sull'inventario disponibile di 50 e sulla produzione pianificata di 100 alla fine

della settimana 9, per entrambi gli item 2 e 3. La correzione di questo ovvio problema viene lasciata al pianificatore.

2. L'ordine di 300 per il componente 2 è di due settimane in anticipo, in quanto gli ordini del componente 3, ricevuti in stock nello stesso momento degli ordini del componente 2, sono pari a 100. Quest'ultima osservazione dimostra come la logica MRP-I non permetta la sincronizzazione della consegna dei componenti per la realizzazione dello stesso componente padre.

Questo esempio serve inoltre a dimostrare come l'MRP-I non prenda in considerazione la disponibilità dei componenti figli nel programmare gli ordini dei componenti padri, il che dovrebbe essere un aspetto fondamentale di qualsiasi logica di pianificazione. L'azione che permette di considerare la disponibilità dei componenti figli è definita allocazione; si noti come un componente generico possa avere una moltitudine di componenti padre, ciò implica che la sua disponibilità dovrebbe essere definita allocandola tra tutti i padri, introducendo una notevole complessità difficilmente gestibile a mano. I sistemi reali inoltre generano una miriade di questi piani irrealizzabili a causa di questo disallineamento e in molti casi i pianificatori non possono correggerli tutti. Questa situazione ha dato origine all'adozione di una figura dedicata al bilanciamento in tempo reale tra quanto programmato e quanto effettivamente realizzabile, ovvero il cosiddetto "expediter". L'expediter tiene nota in tempo reale della disponibilità effettiva dei materiali e corregge i piani di produzione al fine di creare una schedulazione realizzabile nella pratica. Essendo quindi l'MPS non attuabile a causa dei sopracitati problemi con la gestione dei materiali, la produzione effettiva differisce dalla produzione pianificata nel breve periodo. Nonostante l'expediter debba effettivamente essere ammirato per la sua creatività, in quanto senza dubbio il controllo e la modifica dei piani in base alla disponibilità dei componenti figli non è un lavoro banale, egli crea però un processo di continua cannibalizzazione. In ambienti di assemblaggio complessi, questa può essere considerata una delle cause alla base dell'aver contemporaneamente alti livelli di inventario e bassi livelli di servizio al cliente. Dovrebbe ora apparire chiaro come un sistema APS tramite l'implementazione di una logica di pianificazione che soddisfi i tre vincoli sopramenzionati possa portare numerosi vantaggi alle aziende. Oggigiorno le logiche MRP e APS coesistono e dialogano tra di loro, i sistemi APS sono tipicamente applicati per una

pianificazione della capacità di prima approssimazione, per l'MPS e la schedulazione a livello shop floor; la pianificazione di più alto livello è invece lasciata ai sistemi ERP, che implementano le logiche MRP (De Kok et al., 2005).

3.3.6.3 Pianificazione della capacità

tecniche quali il CRP (Capacity Requirements Planning) o RCCP (Rough-Cut Capacity Planning), furono aggiunte a MRP-I per aggiornarlo a MRP-II, contenente la pianificazione della capacità. Queste tecniche permettevano tuttavia solamente la visualizzazione di potenziali problemi relativi alla capacità produttiva, non offrendo un reale supporto alla loro gestione. Solamente il CRP viene inoltre descritto formalmente come un algoritmo, venendo tra l'altro raramente usato nella pratica. La tecnica RCCP è invece descritta nella forma delle "black box" e dei relativi input e output, ma il metodo esatto da usare per la pianificazione dipende fortemente dalla particolare situazione e dal contesto aziendale e non viene implementato generalmente nei sistemi ERP, dovendo essere interamente strutturato per ogni azienda. Si può quindi concludere che nel framework standard relativo a MRP-II sia praticamente assente la pianificazione della capacità, nel senso che i relativi problemi non vengono risolti; sono piuttosto identificati sulla base delle richieste dei materiali. (De Kok et al., 2005).

3.4 L'implementazione di un APS

Le aspettative sull'implementazione di un sistema APS possono essere notevoli, riviste specializzate e siti di fornitori di tali servizi tipicamente riportano esclusivamente storie di implementazione di successo, escludendo i casi di fallimento. Soprattutto i fornitori di APS hanno creato alti livelli di aspettativa negli anni, relativi in particolare ad alte possibilità di saving, per convincere sempre più aziende ad adottare i loro software. Queste rivendicazioni sulle possibilità di risparmio in realtà non sono nemmeno totalmente ingiustificate, in quanto in alcune circostanze si possono effettivamente realizzare. Nella maggioranza dei casi tuttavia, si rende necessario un lungo periodo di tempo anche solo per poter far apprezzare l'APS ai propri utilizzatori come un software in grado di implementare efficacemente le pratiche di pianificazione. Quel che anche accade molto frequentemente è che l'APS perda il suo focus

quando si trova nella fase “live” di quotidiano utilizzo, in quanto il team di progetto dedicato alla sua implementazione viene generalmente smantellato e dedicato ad altri progetti. Capita così che la profonda conoscenza posseduta dal team venga dispersa nell’organizzazione, e figure meno esperte vengano dedicate all’utilizzo di un software a loro totalmente sconosciuto a cui non hanno potuto dare un contributo durante la fase di implementazione. Essendo queste dinamiche molto comuni nelle aziende, tantissime di queste presentano seri problemi nell’utilizzo dei loro APS (Markus e Tanis, 2000). A differenza di quanto paventato dai fornitori quindi, un’implementazione dovrebbe essere considerata come di successo quando il progetto ha avuto in uscita come risultato un sistema APS funzionante, usato da dei pianificatori adeguatamente formati in grado di ricevere e inviare dati da sistemi esterni, e dove si sospetta che alcuni miglioramenti potenziali possano ulteriormente aver luogo. Tuttavia, quando gli APS non aggiungo valore alle performance operative in maniere esplicita, vi è un serio rischio che la sua adozione venga sospesa in itinere, specialmente quando ci si dimentica dei soldi e del tempo spesi per la sua implementazione. In questo senso gli APS sono molto differenti dai sistemi ERP: molte aziende sono in grado di svolgere compiti di pianificazione senza l’ausilio di tali software, e molti pianificatori sono più che compiacenti nel rispolverare i vecchi fogli di calcolo dedicati a tale task. Un’implementazione di successo ideale dovrebbe far fronte ai seguenti punti (Wiers, 2009):

1. L’APS deve giocare un ruolo esplicito e verificabile nel migliorare le caratteristiche operative nella catena del valore;
2. Devono essere definiti degli obiettivi chiari collegati ai piani e alle schedulazioni generati con il sistema APS;
3. L’azienda deve misurare e valutare questi obiettivi, analizzare le cause delle performance non soddisfacenti ed usare l’APS per effettuare dei miglioramenti;
4. L’output dell’APS deve essere implementabile e compatibile dai livelli di pianificazione più bassi o dai processi primari;

In breve, un’implementazione APS di successo si ha con la seguente condizione: il pianificatore è in grado di creare un piano migliore rispetto a quanto era precedentemente in grado di fare, tramite l’utilizzo dell’APS. Quando l’APS non è utilizzato sfruttandone appieno tutte le sue potenzialità in seguito alla sua implementazione, il progetto è stato chiaramente un

fallimento. Questa evenienza include i casi in cui l'APS venga utilizzato per scopi secondari come la generazione di report. In ultima analisi è possibile affermare che anche quando il pianificatore utilizza l'APS ma le performance di pianificazione non sono migliorate, il progetto dell'APS non ha avuto successo (Wiers, 2009):

3.5 Il progetto di implementazione

Un progetto APS può essere considerato come una tipologia speciale di implementazione di un sistema informativo. Un sistema APS è di fatto spesso comparato agli ERP, e diverse compagnie che hanno l'intenzione di implementare un APS hanno già avuto esperienza con l'installazione di un sistema ERP. Nella tabella sottostante si riassumono le principali differenze tra i due sistemi a livello implementativo (Wiers, 2009):

	ERP	APS
Number of users	Large, from 50 in small implementations to thousands in multinational implementations	Small, often less than 15
Number of consultants	Typically at least one per module, teams of 100+ consultants are not uncommon for large projects.	Teams larger than ten consultants are rare
Disciplines	Touches upon many departments: Finance, sales production, purchasing, warehousing, engineering, maintenance, HRM, etc.	Few departments involved: supply chain management, planning, logistics, sales
Implementation time (rollout of same model not counted)	More than a year to multiple years	Mostly between 3 and 12 months
Main analysis tool	Process flowcharts	Planning decision
Emphasis on waterfall/ interactive approach	Waterfall	Interactive

Figura 3.5.A: Le principali differenze tra un'implementazione ERP e APS, come indicate da V. Wiers nell'articolo "The relationship between shop floor autonomy and APS implementation success: evidence from two cases" del 2009.

3.5.1 L'approccio dei fornitori

Esiste una larga varietà negli approcci al progetto tra i vari fornitori di APS, che però è possibile sintetizzare nei seguenti punti (Wiers, 2009):

- *Metodologia di progetto rigida o “licenziosa”.* Alcuni venditori posseggono un approccio rigido, ben documentato e basato su delle procedure precise per l’implementazione del progetto. Altri fornitori lavorano in maniera meno strutturata e si affidano alle competenze possedute da piccoli team autonomi di consulenti estremamente competenti che non necessitano di un pesante supporto da parte della metodologia di progetto.
- *Enfasi sulla costruzione di modelli in maniera iterativi.* Alcuni fornitori di sistemi APS hanno adottato un approccio che permette il raggiungimento della fase di “go-live” il prima possibile; filosofia di approccio riassumibile nella seguente maniera: “a quick go live to catch the low-hanging fruit”. Con questo tipo di approccio, non c’è tempo per delle analisi su carta, ma i consulenti iniziano fin da subito a creare/customizzare l’APS e a migliorarlo con logiche iterative, fino a quando non risulta adeguato per poter essere utilizzato quotidianamente da parte dell’azienda. Sono anche disposti ad accettare l’eventualità che a un certo punto il modello debba essere ricreato da zero, eventualità che può accadere se sono state prese decisioni sbagliate alla base del progetto.
- *Durata dell’implementazione.* Esiste una grande differenza nei tempi tipici di implementazione tra i vari fornitori di APS. Senza considerare l’influenza, consistente, della dimensione e della complessità dello “scope” del progetto, un fattore importante è costituito dalla flessibilità della soluzione dei fornitori. Le durate tipiche dei progetti possono andare dalle poche settimane ai circa due anni per i progetti più complessi (senza contare la fase di rollout).

3.5.2 Tipologie di sviluppo

Molti dei sistemi APS posseggono funzionalità standard che possono essere configurate in modo da risultare conformi ai requisiti imposti dai clienti. La natura metodologica della costruzione dei processi dipende fortemente dal tipo di APS scelto. Si distinguono tre tipologie di sviluppo dei modelli APS (Wiers, 2009):

- *Parametrizzazione.* È adottabile quando le funzionalità richieste dal cliente sono state specificate in maniera tale da poter essere quasi interamente assolve dall’offerta

“base” della soluzione del fornitore. Il processo di costruzione del software è quindi limitato al settaggio dei parametri del modello e alla compilazione di tabelle con informazioni basiche, come i tempi di processamento o l’anagrafica delle macchine/operatori. Può rendersi necessaria una fase di maggior creatività al limite per risolvere delle piccole incompatibilità tra la soluzione richiesta e quello che l’APS può offrire.

- *Configurazione.* Questa tipologia può essere considerata come quella “intermedia”, in quanto alcune parti del modello sono già disponibili “out of the box”, ed altre estensioni necessarie possono essere realizzate tramite un linguaggio di programmazione. Il linguaggio di programmazione viene quindi impiegato esclusivamente per modellare logiche complesse di business e per completare alcuni aspetti custom non presenti nel software standard. Alcuni fornitori di APS hanno sviluppato script proprietari che rendono possibile l’aggiunta di funzioni, metodi e anche oggetti e relazioni senza la necessità ogni volta di essere programmate con il linguaggio utilizzato; questo perché lavorare con script è tendenzialmente più comodo e veloce rispetto al lavorare con linguaggi di programmazione.
- *Coding.* Per alcuni fornitori di APS, lo sviluppo “customer-specific” equivale alla programmazione diretta di tutto, o buona parte del modello con un linguaggio di programmazione. Il fornitore può quindi scegliere di adattare il suo software standard aggiungendo o cambiando radicalmente parti di codice. Ciò significa che il cliente riceverà una soluzione in grado di coprire perfettamente tutte le sue esigenze, tuttavia tale soluzione non sarà risulterà essere più standard e solitamente ciò si traduce in problemi futuri di manutenzione o upgrade del software.

3.5.3 Approccio a cascata vs approccio interattivo

Nello sviluppo di un sistema APS, l'interazione con i futuri utilizzatori è sempre necessaria per poter definire e modellare i requisiti di dettaglio. L'esperienza insegna come sia impossibile indurre gli utenti a specificare in anticipo tutti i requisiti di un sistema di pianificazione, anche se assistiti da un consulente esperto; nonostante ciò, l'analisi su carta è di fondamentale importanza, ma non è adatta a carpire tutti i requisiti di dettaglio del cliente. La misura in cui è necessario un approccio interattivo nel progetto dipende dai seguenti fattori (Wiers, 2009):

- Il livello in cui l'APS viene offerto "out of the box" o completamente configurabile. Un APS che non presenta molte possibilità per creare un modello customizzato non richiede un'intensiva fase interattiva, in quanto l'APS fondamentale prescrive come verrà eseguito il processo di pianificazione.
- L'abilità dell'utilizzatore nel comunicare i propri requisiti. Quando l'utilizzatore ha poca dimestichezza con questa tipologia di soluzione da non riuscire a concettualizzare facilmente le caratteristiche della propria mansione e a comunicare verbalmente come vorrebbe che i suoi task cambiassero una volta implementato l'APS, l'analisi su carta diventa più complicata da portare avanti e meno efficace. Si renderanno necessari per il progetto quindi momenti di interattività più intensi.
- L'unicità della soluzione. Quando l'APS è implementabile con una procedura ben definita e simile a progetti di implementazione già sostenuti dall'azienda, è più semplice definire il modello stesso, le sue funzionalità, l'user interface e altre caratteristiche che richiedono una forte interazione con l'utilizzatore. Tutto ciò si traduce in una fase interattiva estremamente veloce.
- Il tempo disponibile per il progetto APS. Quando vi è abbastanza tempo da dedicare al progetto, è possibile optare per una lunga fase di Problem Analysis e Solution Design. Quando caratterizzate da una durata estesa queste fasi, può essere fatto un tentativo nel definire il modello dell'APS in maniera formalizzata e documentata piuttosto che scoprirlo e/o definirlo strada facendo nella fase interattiva. Ciò può tradursi in una notevole serie di vantaggi, come il rendere le decisioni di progetto più esplicite e chiare per gli utilizzatori al fine di risparmiare tempo nella fase interattiva.

Occorre sottolineare il fatto che l'approccio interattivo, per quanto possa essere "time consuming" ed oneroso, presenta tuttavia due importanti vantaggi (Wiers, 2009):

- Training degli utenti. Durante lo sviluppo interattivo, gli utilizzatori possono essere formati mentre assistono i consulenti nello sviluppo del sistema.
- Accettazione degli utenti. Coinvolgendo i futuri utilizzatori nello sviluppo del sistema, si avrà di conseguenza una maggiore accettazione da parte di questi. Durante la fase interattiva infatti, essi avranno l'opportunità di prendere il controllo del sistema, potendone influenzare le caratteristiche e le funzionalità.

Nel definire un progetto APS occorrerebbe che la fase interattiva fosse sempre presente, ma non dovrebbe essere l'unico momento di raccolta dei requisiti dell'utente.

Ogni progetto APS dovrebbe contenere una fase di analisi del problema e di design della soluzione, esercizi tipicamente cartacei, seguita da una fase interattiva basata sul test del sistema APS e sui feedback degli utenti al fine di poter apportare delle migliorie. La ragione che rende la prima delle due fasi di fondamentale importanza è che nella maggior parte delle implementazioni APS numerose decisioni relative al design funzionale del software, potenzialmente interagenti tra di loro, devono essere prese. Quando i consulenti iniziano a configurare il software fin da subito bypassando tale fase, esiste il pericolo che le decisioni di progettazione vengano prese al volo senza giudicare adeguatamente l'impatto che queste decisioni possano avere sui vari aspetti con cui interagiscono, sia che esse siano già state prese che in ottica futura. Le varie decisioni di design da prendere potrebbero avere inoltre un impatto anche sui sistemi che circondano l'APS, come sugli ERP o sul MES, che necessitano di essere allineati con esso (Wiers, 2009).

In alcuni progetti la fase interattiva viene utilizzata erroneamente per permettere agli utenti di scovare bug nel software o errori nella configurazione, sostanzialmente tale fase viene scambiata per un beta testing. Quest'aspetto, per quanto importante e non evitabile, non dev'essere tuttavia il core della fase interattiva, in quanto rappresenta un enorme spreco di tempo per gli utilizzatori stessi e di competenza dei consulenti dell'azienda fornitrice. Il ruolo che gli utilizzatori dovrebbero ricoprire durante tale fase dovrebbe essere orientato al

delineare e chiarire le funzionalità aggiuntive da dover implementare nel software e non a renderlo libero da bug (Wiers, 2009).

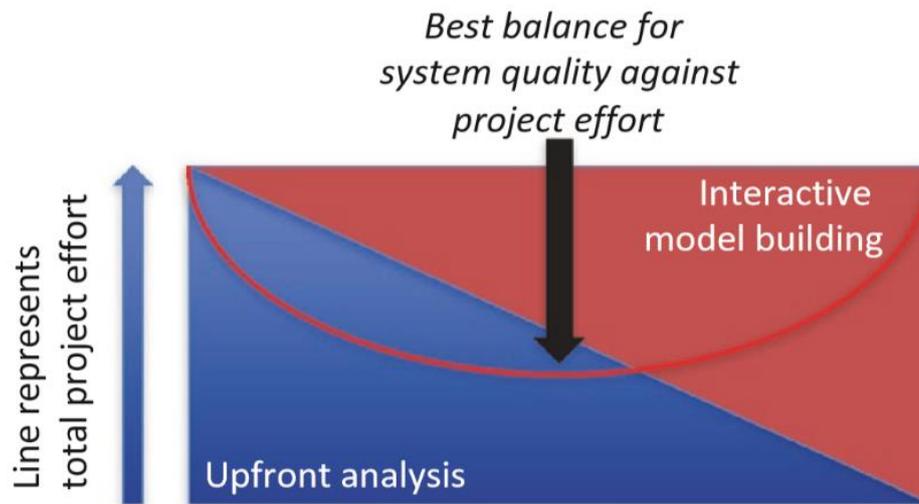


Figura 3.5.3.A: Schema raffigurante il livello di equilibrio ottimale tra una costruzione del modello di tipo “a cascata” e “interattivo” (Wiers, 2009).

3.5.4 Fasi di progetto

3.5.4.1 Problem Analysis e Solution Design

La fase di Problem Analysis e Solution Design consta principalmente in un “esercizio” su carta. I consulenti dell’azienda fornitrice della soluzione APS collezionano tramite vari meeting tenuti dal cliente le informazioni utili alla creazione della descrizione del problema che si vuole gestire tramite l’implementazione del software; sulla base di tale descrizione si procederà poi alla formulazione di una soluzione. In particolare, durante la fase di Solution Design, si rende necessario tipicamente un forte coinvolgimento da parte dei Product Specialist del software APS in maniera tale da poter specificare una soluzione effettivamente realizzabile utilizzando la tecnologia del fornitore. Le fonti di informazione tipiche di questa fase sono le interviste agli utilizzatori della soluzione attualmente utilizzata dall’azienda, la documentazione relativa a tali tool, e la verifica/prova di questi. I risultati delle interviste vengono così processati dai consulenti e restituiti agli intervistati con il fine di verificarne la correttezza. Le interviste in questa fase possono rivelarsi molto complicate o molto semplici, e questo dipende fortemente da (1) il grado di dimestichezza dell’intervistato con le tematiche del problema da affrontare, (2) l’abilità degli intervistati nel concettualizzare il loro “mondo” e infine (3) se sono in grado

di prendere decisioni su quali elementi includere nel design dell'APS e cosa no. La dimensione ideale del team partecipante all'intervista è di circa tre persone lato cliente, questo perché un gruppo di persone compatto ha minore probabilità di perdersi in discussioni a poco valore aggiunto; allo stesso tempo inoltre le persone avranno molte meno remore nel discutere le affermazioni degli altri partecipanti. Le interviste con più di cinque persone lato cliente presentano solitamente bassi livelli di efficienza (Wiers, 2009).

Un consulente APS dovrebbe mettere in pratica le seguenti tecniche di intervista al fine di ottenere le corrette informazioni (Wiers, 2009):

- Ripetere la stessa domanda più volte, utilizzando parole diverse, per verificare che le risposte siano consistenti e quindi siano corrette.
- Ripetere la stessa domanda a persone diverse, per verificare la consistenza delle risposte.
- Chiedere in continuazione perché le pratiche seguite in azienda siano strutturate così come sono nel momento attuale dell'intervista; in linea teorica sarebbe auspicabile una spiegazione delle pratiche di lavoro sulla base dei processi primari.
- Utilizzare argomentazioni basate sul concetto di "valore vs sforzo" per troncare specifiche discussioni su funzionalità richieste.
- Intervenire quando gli intervistati perdono il punto del discorso ed iniziano a divagare in discussioni non focalizzate. L'obiettivo della sessione di intervista deve essere quello di fornire al consulente il giusto input e nient'altro.
- Riassumere ciò che è appena stato detto dagli intervistati, confrontarsi su quanto riassunto e cercare di non rivisitarlo più in futuro.
- Fare un utilizzo estensivo di esempi, come ad esempio supporti grafici sulle whiteboard.
- Scegliere il giusto livello di dettaglio nelle interviste per evitare di scavare troppo a fondo su argomenti che non richiedono in realtà un elevato livello di analisi.
- Preparare dei "compiti" per gli intervistati, come creare esempi, dei data set rappresentativi del problema o dei brief descrittivi il problema, al fine di permettere ai clienti di prendere confidenza con il problema da affrontare.

I seguenti aspetti possono inoltre essere di ragguardevole importanza durante la fase di Problem Analysis e Solution Design (Wiers, 2009):

- Una buona disponibilità da parte del personale competente. Potrebbe sembrare scontato, ma raramente i pianificatori più esperti sono disponibili per un progetto time-intensive come l'implementazione di un APS. Tuttavia, se coinvolti in questa tipologia di progetti, sono tipicamente ben disposti a trovarsi del tempo da dedicarvi, in quanto possono chiaramente prevederne i potenziali benefici.
- La presenza di un buon project manager lato cliente a supporto dei consulenti, che possa tagliare le discussioni inutili, supervisionare i "compiti" assegnati dai consulenti e organizzare riunioni decisionali.
- Un consulente lato cliente, che abbia una conoscenza profonda dei processi primari e di controllo, che possa aiutare il consulente del fornitore nell'analizzare il problema e nel formulare una soluzione.

Per il consulente del fornitore, la principale attività, sarà poi quella di digerire le informazioni e di creare un documento denominato PA&SD (Problem Analysis and Solution Design). La scrittura di questo documento dovrebbe essere condotta in parallelo alla sessione di intervista, essendo l'ammontare delle informazioni ricevute tipicamente troppo grande per riuscire a mantenerle in memoria. Si riassumono nella tabella seguente le principali attività tipiche di questa fase, correlate da una indicazione di stima della loro durata (Wiers, 2009).

Activity	Time needed
Scope session	Half a day
Plant tour	A few hours
Task analysis	1 session per task. Topics are identified for in-depth analysis
In-depth session	Depends on number of topics identified, should be 12 sessions per topic
Decision support design	2–3 sessions per planning task
Interface design	This varies greatly, can be a few days to a few weeks
Writing the PA&SD document	1–1.5 times the time it has taken to gather information

Figura 3.5.4.1.A: Attività tipiche della fase PA&SD (Wiers, 2009).

I problemi tipici che possono emergere in questa fase sono (Wiers, 2009):

- Posporre difficili decisioni di design. Il consulente APS più "funzionale" potrebbe tendere a focalizzarsi sugli aspetti più semplici del problema a causa delle pressioni

temporali, oppure per paura che la piena complessità del problema possa rivelarsi troppo difficile da gestire.

- Non riconoscere i dettagli ad alto impatto sul progetto. Questo aspetto dipende fortemente dall'esperienza del consulente, che potrebbe farsi sfuggire dettagli in grado di generare conseguenze fortemente impattanti nelle fasi avanzate del progetto.
- Attitudine del cliente nel non prendere decisioni. Durante la fase di analisi e design, si prospetteranno molte decisioni da prendere sul come organizzare i processi supportati dall'APS. Nulla si rivela frustrante in un processo di design quanto un cliente che non prende decisioni o che non è in grado di mettere in discussione decisioni passate per favorire il cambiamento.
- Difficoltà nel trovare un esperto. Accade regolarmente che si rendano necessarie numerose sessioni di interviste per ottenere la persona "giusta" – potenzialmente nascosta in qualche ufficio dell'azienda – in grado di spiegare alcuni aspetti importanti del processo da pianificare. Quando la persona giusta non è nel team di progetto, può anche accadere che l'APS si riveli mancante di alcune importanti funzionalità una volta realizzato.

3.5.4.2 Sviluppo

Durante la fase di sviluppo, il fornitore di APS costruisce il modello sulla base del documento PA&SD realizzato nella fase precedente. Ciò si traduce nella maggior parte dei casi in una bassissima, se non nulla, necessità di interagire con i key users del cliente. Tale regola non è tuttavia sempre valida in quanto dipende dal tipo di APS implementato: quando il modello è interamente customizzabile, sarà necessario un tempo maggiore per sviluppare il modello iniziale da sottoporre agli user come test, mentre un APS che necessita solo di essere parametrizzato richiederà una fase di sviluppo "offline" molto breve. Mentre il fornitore sviluppa il modello, sarebbe auspicabile che il cliente preparasse un'ambiente di prova in grado di simulare le dinamiche della supply chain aziendale col fine di effettuare dei test per la fase di sviluppo interattiva (Wiers, 2009).

I tipici problemi che possono emergere in questa fase sono (Wiers, 2009):

- Mancanza di dati. Se i dati necessari per lo sviluppo non vengono preparati in tempo, ciò si traduce nell'impossibilità degli sviluppatori di lavorare in maniera efficace.
- Design funzionale poco chiaro. Quando il design funzionale risulta essere poco chiaro, gli sviluppatori sono obbligati ad indovinare cosa i consulenti funzionali intendessero quando il documento è stato scritto.
- Distanza fisica. Quando il team di progetto e il cliente, oppure il team di progetto e gli sviluppatori, sono separati fisicamente da una notevole distanza, può accadere che la risoluzione dei problemi di design si riveli difficoltosa. Questo aspetto può essere in parte superato con delle visite nei relativi uffici e fissando dei momenti prestabiliti di incontro dei vari team.
- Disengagement. Poiché agli occhi del cliente non si sta muovendo molto in questa fase, essendo i momenti di sviluppo per lo più a lui nascosti, esiste il rischio che il team lato cliente si "disimpegni".

3.5.4.3 Sviluppo Interattivo

Mentre nella fase di creazione del modello il documento di analisi e design ha svolto il ruolo di linea guida principale, nella fase interattiva è invece l'input dell'utilizzatore a guidare la costruzione del modello. Sulla base delle indicazioni ricevute dagli utilizzatori dopo la prova della prima versione di test consegnata, gli sviluppatori apportano le migliorie indicate ed offrono la versione corretta al cliente, quest'operazione viene quindi ripetuta fino al raggiungimento della versione finale (Wiers, 2009).

Lo sviluppo interattivo è un'attività impegnativa per gli utenti, per renderla il più veloce e semplice possibile, ed aumentarne quindi le probabilità di successo, occorre gestire con delicatezza i seguenti aspetti (Wiers, 2009):

- Quando un qualsiasi aspetto dell'APS deve essere cambiato, la difficoltà incontrata da correggere dovrebbe essere formulata in fase di segnalazione dal tester sotto forma di problema, ovvero come una specifica discrepanza tra la situazione corrente e quella desiderata. La descrizione dovrebbe così essere il più concreta e specifica possibile. Il

tester dovrebbe quindi evitare di formulare frasi come “la ripianificazione a volte non funziona” ma dovrebbe esprimersi in maniera più precisa “quando ripianifico l’ordine 123 dalla risorsa A alla risorsa B nella schermata X, l’ordine non viene riallocato alla risorsa B”.

- Dovrebbe essere presente un chiaro piano di testing, con diversi scenari che se considerati assieme assicurano che tutti gli elementi del sistema siano toccati. Occorre prestare attenzione anche al fatto che l’utente è generalmente tentato nel testare l’APS in una maniera randomica, giocherellando con le varie funzionalità in maniera non strutturata, non toccando molte delle funzionalità che si renderanno necessarie una volta andati in live.
- Dovrebbe essere posto un tempo limite alla fase di progetto interattiva, specialmente quando non vi sono delle limitazioni “tecniche” nell’APS che limitino le funzionalità richieste dall’utente. Ciò significa che dovrebbe esserci una chiara data di fine a questa fase onde evitare che non si raggiunga mai la messa in live del software a causa delle continue richieste relative a migliorie e modifiche.
- I problemi evidenziati dagli utilizzatori chiave dovrebbero in linea teorica non violare i principi di design della Problem Analysis e del documento di Functional Design. Un progetto non può procedere o terminare quando le principali decisioni di design vengono rivisitate ogni volta.

I problemi tipici che emergono in questa fase sono (Wiers, 2009):

- *Fase di test non strutturata.* Può succedere che gli utilizzatori “giochino” con il sistema nella maniera a loro più conveniente. In questo modo si perdono molti dei principali elementi del sistema da testare.
- *Livello degli utilizzatori chiave.* In questa fase diventa estremamente chiaro se gli utilizzatori che sono stati inseriti nel team posseggono effettivamente le capacità per co-sviluppare l’APS assieme ai consulenti. Alcuni key users potrebbero addirittura uscire dal team per l’elevata complicazione di questa fase.
- *Problemi che non fluiscono.* I problemi, una volta segnalati, dovrebbero essere considerati, analizzati, risolti e discussi. Quando un problema si “blocca”, si corre il

rischio che questo venga accantonato momentaneamente per poi ritrovarselo in una fase in cui è ancora più difficile da risolvere.

- *Spostamento dello “scope”*. Quando si sviluppa un APS in questa fase, dagli utilizzatori vengono spesso indicate una serie di richieste e requisiti che non erano presenti nello “scope” originario. Il consulente dovrà quindi essere abile nel distinguere delle ridefinizioni utili da delle estensioni dello “scope”.

3.5.4.4 Going Live

Quando il sistema è finalmente pronto, si rendono necessari alcuni accorgimenti finali prima di “andare live”.

Questa fase, a cui spesso ci si riferisce come “implementazione”, non è in realtà molto dissimile da quelle già presenti nei progetti di adozione di altri sistemi, come ad esempio avviene per gli ERP. Qui si svolgono attività quali il training degli operatori, il testing, la fase propriamente detta di “go live”, il “troubleshooting” non appena si è andati live e infine l’inizializzazione delle procedure di supporto. I tipici problemi che possono emergere in questa fase sono (Wiers, 2009):

- *Manca di training*. Quando si va live, tutti gli user potenziali dovrebbero essere teoricamente in grado di utilizzare l’APS, inclusi quelli che non hanno partecipato attivamente al progetto. La mancanza di formazione porta inevitabilmente ad un uso problematico del sistema, con conseguente realizzazione di errori e perdita di tempo da parte delle risorse chiave per la loro risoluzione.
- *Resistenza*. Molte aziende tendono a postporre la fase “go live” per paura delle novità introdotte dalla sostituzione dei vecchi sistemi di pianificazione con l’APS. Questa situazione è limitabile tramite l’utilizzo di contratti dove tutta la parte di consulenza effettuata dopo la fase di installazione e go-live dal cliente viene addebitata ad un prezzo più alto. Il verificarsi di questa situazione dipende anche molto dalla mentalità e dai principi aziendali e risulta molto difficile da osteggiare in quanto ogni problema viene presentato come prova del fatto che sia troppo presto per andare live.
- *Problemi di integrazione*. Le interfacce con gli altri sistemi aziendali dovrebbero essere testate prima dell’avvicinamento della fase go-live, tuttavia alcuni processi da

integrare sono difficili da simulare prima che i vari sistemi siano effettivamente interconnessi. C'è anche da sottolineare il fatto che il volume di dati da gestire in una situazione reale è spesso notevolmente maggiore di quello che si può simulare in uno scenario controllato di test, è quindi possibile il verificarsi di problemi una volta andati live mai manifestati in fase di test.

- *Mancanza di risorse.* Con l'avvicinarsi della fase "go live", le risorse chiave dovrebbero essere tirate fuori dal team di progetto; questo perché, dovendo partecipare attivamente alle attività di progetto, avrebbero meno tempo da dedicare alle attività di inizializzazione dei processi operativi gestiti dall'APS.

3.5.5 Project Deliverables

Oltre al sistema APS stesso, i seguenti deliverable di progetto dovrebbero rientrare a far parte di una implementazione APS, di cui però non si fornirà una descrizione dettagliata poiché già simili a quelli di altri progetti IT ed inoltre poco rilevanti ai fini della tesi.

Project phase	Key deliverables
Definition	Scope document Functional planning architecture Project plan
Problem analysis and solution design	Problem analysis and functional design Redesigned business processes Integration design Architecture design Technical design
Configuration	Technical documentation
Interactive model building	Detailed functional design
Implementation and go live	User manual Go-live procedure Support process

Figura 3.5.5.A: I principali deliverable tipici di un progetto di implementazione APS (Wiers, 2009).

3.5.6 Principali cause di possibili ritardi

Un progetto APS consiste in una serie soluzioni complesse che devono essere implementate in azienda, di conseguenza esistono numerosi aspetti che possono generare potenziali ritardi. Alcune ragioni alla base del ritardo della consegna sono forse banali e applicabili a qualsiasi fase del progetto, come l'inesperienza dei consulenti, la mancanza di esperti del processo, la sottostima della complessità di un progetto del genere e i problemi tecnici. Di seguito si darà

però una panoramica più specifica delle più frequenti motivazioni di ritardo per ogni fase del progetto (Wiers, 2009):

- Nella fase di Problem Analysis e Solution Design, i consulenti APS devono tradurre le specifiche del cliente in un design funzionale. Nella creazione del design funzionale vi sono molte decisioni da prendere e una delle principali cause di ritardo si verifica proprio quando queste decisioni non vengono prese o viene rimandato il momento di prenderle. Un'altra causa tipica si verifica quando il cliente si dimostra poco abile nel fornire puntualmente informazioni essenziali alla creazione del design, come ad esempio potrebbero essere delle stime affidabili relative alle durate dei processi coinvolti. Quando il cliente infine si ritrova a dover controllare e confermare il design funzionale come ultimo step necessario al passaggio alla fase successiva di sviluppo, se non portata avanti in maniera corretta questa fase può essergli necessario un ammontare di tempo significativo nel ricontrollare ed eventualmente modificare/correggere il lavoro svolto dai consulenti.
- Durante la fase di sviluppo, i consulenti necessitano di alcuni input da parte del cliente riguardanti dati e regole di business. Se non consegnati in tempo, il processo di costruzione viene generalmente condotto "al buio" e quindi in una modalità meno efficiente. Quando infine le informazioni richieste vengono consegnate, spesso succede che il lavoro svolto precedentemente debba essere rivisto o aggiornato.
- Nella fase di sviluppo interattivo, si richiede un coinvolgimento forte dei vari "key users" al fine di poter assicurare una completa revisione dell'APS in sviluppo e l'identificazione delle funzionalità mancanti o errate. Quando questi test non vengono effettuati in maniera strutturata, si è osservato che i primi mesi di utilizzo del software sono caratterizzati dalla manifestazione di numerosi problemi che richiedono un'ulteriore fase di "troubleshooting" da effettuarsi dopo la vendita dell'APS. Inoltre, se la pianificazione o la schedulazione automatica vengono implementati nel progetto, è possibile che venga perso molto tempo nel raffinamento degli algoritmi per renderli coerenti con le dinamiche di processo aziendali e quindi in grado di consegnare dei buoni risultati.

- Durante la fase di implementazione, le motivazioni principali alla base del ritardo sono da ricercarsi nei problemi tecnici dovuti all'attivazione delle interfacce tra l'APS e gli altri sistemi informativi aziendali. Inoltre, il poter avere a disposizione tutti gli utilizzatori con lo stesso livello di competenza nell'utilizzo del software può risultare arduo, specialmente quando non tutti hanno partecipato alla fase di definizione del design. Possono verificarsi quindi ritardi a causa di eventuali periodi di training da dedicare a queste figure.

Esistono ovviamente altri motivi oltre a quelli elencati, tuttavia si è cercato di descrivere le cause principali che si verificano con maggiore frequenza. È doveroso specificare infine che, essendo il progetto tipicamente condotto con una logica "stage and gate", il voler anticipare forzatamente l'inizio di una nuova fase, non avendo terminato la precedente, è una delle motivazioni generatrici di ritardi più comunemente osservabili per ogni fase di progetto (Wiers, 2009).

3.6 Composizione del team di progetto

La numerosità del team di progetto per l'implementazione di un sistema APS è tipicamente molto più contenuta di quella necessaria per l'analoga attività relativa all'ERP. Nella maggior parte delle implementazioni ERP, i consulenti esterni vengono tipicamente raggruppati per aree funzionali dell'ERP stesso. Potrebbero esservi ad esempio consulenti dedicati al modulo finanziario, altri dedicati al modulo logistico, ed altri ancora relativi al modulo delle risorse umane. Questa divisione del lavoro non è invece tipicamente riscontrabile nei progetti APS, essendo questi meno multidisciplinari dei sistemi ERP. Di seguito vengono delineate le figure che dovrebbero essere presenti nel team di progetto (Wiers, 2009):

- *APS functional consultant*: Questa figura è fondamentale, specialmente nella prima fase di progetto. Dovrebbe essere caratterizzata da doti di creatività, pragmatismo, visione e dovrebbe possedere una conoscenza profonda del Supply Chain Management.

- *APS Modeling Consultant*: Le sue principali doti risiedono in una forte competenza tecnica relativa alla soluzione APS proposta e in una conoscenza in ambito programmazione e integrazione consolidata, oltre che a forti skill analitiche.
- *APS Technical Consultant*: Competenze di programmazione, esperienza nella progettazione di sistemi APS, conoscenza dei sistemi ERP e MES e tecniche di integrazione sono i principali tratti caratterizzanti questo consulente.
- *Architect*: Figura che dovrebbe possedere un'ampia conoscenza dei sistemi aziendali, dell'hardware, dell'infrastruttura, nella gestione delle applicazioni e degli aspetti tecnici della soluzione APS.
- *Utente chiave*: A quest'attore si richiede principalmente una conoscenza approfondita dell'attività di pianificazione, un'ottima capacità di concettualizzazione, attenzione ai dettagli e disponibilità.
- *Esperto aziendale*: Caratterizzato da una conoscenza approfondita dei processi e delle regole aziendali, in possesso di una visione generale di ogni singolo processo e in grado di fungere da integratore delle varie funzioni aziendali. Comprende in che modo la pianificazione influenza i risultati aziendali e può risolvere i problemi principali.

Si noti come gli utenti più abili nell'utilizzo dell'APS possano non possedere le capacità necessarie a partecipare alla fase di design o miglioramento dell'APS stesso. Esiste infatti una chiara distinzione tra queste due abilità, la progettazione e l'utilizzo (Wiers, 2009).

Per quel che riguarda la governance del progetto, non esistono sostanziali differenze tra il progetto APS e altri progetti di implementazione. È necessario un project manager lato cliente e, nel caso in cui il team del fornitore sia composto da più di cinque persone, è auspicabile che un project manager dedicato lato fornitore venga aggiunto: questa figura dovrebbe idealmente essere occupata da un consulente APS senior in grado di analizzare il lavoro svolto dal team di consulenti (Wiers, 2009).

3.7 Implementazione multisito

L'implementazione multisito dei sistemi APS è un'opportunità rilevante per quelle aziende in possesso di più siti produttivi che svolgono attività simili. La realizzazione di una implementazione multisito richiede momenti di decision making addizionali riguardanti la progettazione dell'APS stesso e la pianificazione del progetto. Il tema principale della progettazione multisito riguarda la decisione di cosa centralizzare e cosa rendere location-specific; in aggiunta a ciò, deve essere anche definito un piano di rollout (Wiers, 2009).

Il vantaggio di avere un unico modello APS condiviso tra più siti, consiste principalmente nell'aver opportunità di saving per quel che riguarda i costi di manutenzione e il training. Si aprono inoltre delle possibilità relative all'implementazione di "torri di controllo" che permettano la pianificazione di una moltitudine di siti in maniera centralizzata tramite l'APS. Se questa opportunità sia realizzabile o meno dipende dal grado di comunanza della base tecnologica del sistema fisico dei vari stabilimenti, oltre che dal grado di allineamento dei processi aziendali. Ogni stabilimento ha sempre e comunque qualche elemento che lo rende unico, questo perché molte aziende sono cresciute tramite fusioni o con l'acquisizione di altre aziende, arrivando ad avere un panorama variegato di sistemi. I MES sono fatti girare tipicamente in locale ad esempio e sono generalmente specifici per ogni stabilimento, alcuni siti inoltre spesso non presentano nemmeno un "execution system", e i piani e le schedulazioni vengono comunicati su carta. L'implementazione di un APS comune è tipicamente più semplice ai livelli più alti della pianificazione, come ad esempio per il demand planning. Per i livelli più bassi della pianificazione, come la schedulazione di dettaglio, la situazione è più difficile da allineare e gestire. Ci saranno parti del modello a questo livello usate esclusivamente da alcuni specifici impianti o gruppi di impianti. Le differenze sussistono anche se i vari impianti hanno implementato un ERP comune con lo stesso identico kernel su tutti i siti, questo perché le procedure e gli standard per caricare i dati e le informazioni di dettaglio delle varie operazioni sull'ERP possono essere differenti. Conseguenzialmente importare la stessa tipologia di informazione dall'ERP all'APS può variare molto, in termini di

dati e formalismi, di sito in sito. Per evitare questa situazione, occorre prima allineare i processi e le procedure tra tutti i siti (Wiers, 2009).

I livelli di pianificazione più bassi presentano tipicamente differenti specifiche di interfaccia tra i vari stabilimenti, essendo i sistemi specifici per ogni sito. A volte, questi problemi possono essere bypassati implementando dei middleware in grado di tradurre la strutturazione dei dati specifica di ogni sito in una strutturazione comune da utilizzare sull'APS. In altri casi sarà invece l'APS stesso ad avere implementati vari modelli che gli permettano di comunicare con i vari sistemi. Ad ogni modo dovrebbe essere evitato l'utilizzo anomalo dell'APS come middleware, con l'obiettivo di fargli ricevere informazioni semplicemente per passarle ad altri sistemi in altri formati (Wiers, 2009).

L'attività portata avanti durante il mio periodo di tirocinio è stata effettivamente quella di contribuire di fatto ad una implementazione multisito particolare; particolare perché la suite APS da implementare non è stata strutturata sin dall'inizio per essere portata sui vari stabilimenti della Fabio Perini, ma venne realizzata inizialmente per funzionare esclusivamente nella sede centrale della Fabio Perini sita a Lucca. Essendo i processi produttivi dello stabilimento di Calderara di Reno molto simili a quelli di Lucca ed essendo effettivamente sia le attività di assemblaggio interno che quelle realizzate presso il cliente organizzate con logiche praticamente analoghe a quelle portate avanti nello stabilimento toscano, si è così deciso di trasferire tale soluzione software anche nello stabilimento bolognese.

Nel prossimo capitolo verrà descritto come viene effettuato il processo di pianificazione dei trasfertisti e dei tecnici interni ad oggi presso la Fabio Perini, per poi provare a capire le criticità del modo attuale di operare e le eventuali migliorie ottenibili dall'implementazione della suite APS J-Flex.

CAPITOLO 4 - Gestione risorse AS-IS

Per riuscire a comprendere appieno come venisse realizzata la schedulazione delle risorse interne allo stabilimento Fabio Perini di Bologna, si è reso necessario prima di tutto mappare i processi di accettazione e gestione delle richieste di acquisto e di assistenza da parte dei clienti.

Risulta utile specificare innanzitutto la tipologia produttiva adottata da Fabio Perini: essa non è Make To Stock a nessun livello, ma è di tipo Make To Order (MTO). Non risulta essere di tipo Engineering to Order (ETO) in quanto l'azienda non si ritrova mai a dover progettare un nuovo prodotto mai ordinato prima da destinare ad uno specifico cliente, tutt'al più si ha un'attività di progettazione limitatamente per una personalizzazione delle macchine standard acquistate dai clienti. Fabio Perini Packaging progetta internamente i nuovi prodotti tramite l'attività dell'ufficio Ricerca&Sviluppo, fornendo ai vari clienti potenziali la possibilità di richiedere modifiche sulle macchine a listino per meglio adattarle al loro contesto produttivo.

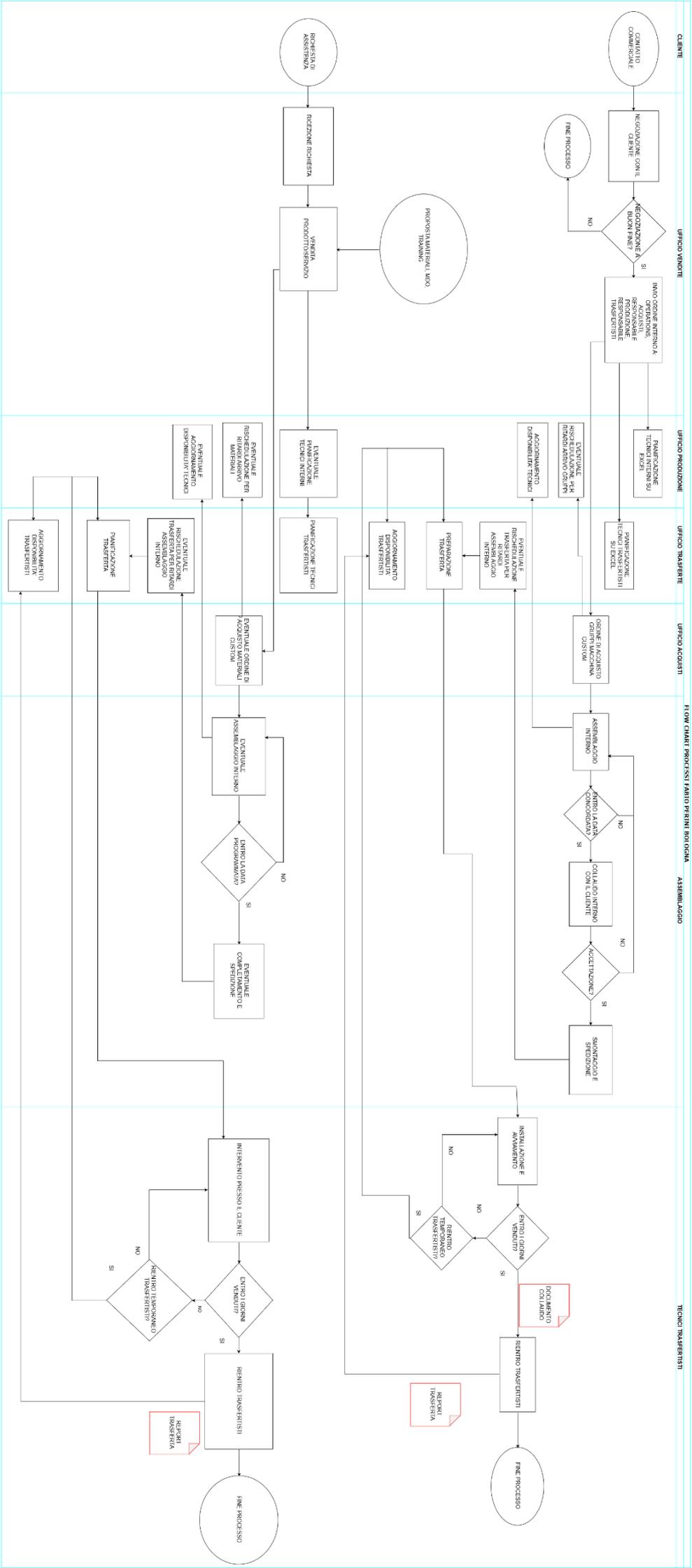
Tramite colloqui con il responsabile dei trasfertisti e con il direttore della Supply Chain, sono stati così ricostruiti gli iter necessari a soddisfare le richieste dei clienti, con le relative funzioni aziendali coinvolte. I processi sono stati schematizzati utilizzando la metodologia "Flow Chart" e sono stati distinti in due grandi famiglie, la prima relativa all'acquisto di nuove macchine e la seconda relativa all'acquisto di modifiche o richieste di assistenza per macchine già esistenti; tali processi sono stati quindi schematizzati nell'immagine in figura 4.1.A. Di seguito verranno brevemente illustrati i due processi focalizzandosi in particolar modo su quello relativo al "New Machinery", essendo questo il più completo e con molte parti in comune a quello relativo al "Customer Service".

4.1 Caso “New Machinery”

Nel caso della vendita di una macchina l’attivatore del processo è ovviamente il cliente che contattando l’ufficio vendite inizia una fase di contrattazione per l’acquisto di una nuova macchina. La negoziazione può avere due esiti, il primo negativo che porta alla terminazione del processo, il secondo, positivo, porta alla definizione delle caratteristiche della macchina oggetto della vendita e dei giorni necessari alla realizzazione e all’installazione della macchina, voce fortemente impattante sul costo di realizzazione della macchina.

L’ordine interno contiene tutte le informazioni relative alla macchina acquistata, le indicazioni concordate con il cliente e le modalità di training da erogare presso il cliente stesso. Questo ordine viene in seguito inviato alle Operations, all’Ufficio Acquisti, al responsabile di produzione e al responsabile dei trasfertisti, per permettere loro di effettuare le operazioni preliminari necessarie alla produzione di quanto ordinato. Arrivato l’ordine interno ai responsabili della produzione e dei trasfertisti, questi schedulano i tecnici interni e i trasfertisti tramite l’ausilio di un file Excel che verrà illustrato in seguito, nel paragrafo 4.3. Se il cliente richiede delle personalizzazioni sulla macchina, queste vengono indicate e comunicate tramite l’ordine interno, ma vengono gestite tramite file inviati via mail o tramite telefonate tra i vari reparti. Questi aspetti del processo sono tuttavia difficili da mappare e rappresentare graficamente, in quanto costituiscono una relazione di tipo “informale” tra gli attori dei vari reparti. Per questo motivo si è scelto di rappresentare il processo di acquisto di una macchina standard.

Riprendendo la descrizione del processo in figura 4.1.B, l’ufficio trasferte si occupa così della valutazione e della pianificazione dei giorni e dei tecnici necessari per l’installazione della macchina, sulla base di quanto contenuto nell’ordine interno. Questa attività viene svolta mesi prima dell’effettivo utilizzo operativo dei tecnici, in quanto è necessario un certo lasso di tempo per far arrivare i gruppi da assemblare dai fornitori. Vengono quindi schedulati dei task su degli operatori disponibili in maniera provvisoria, da dover poi confermare quando si sarà



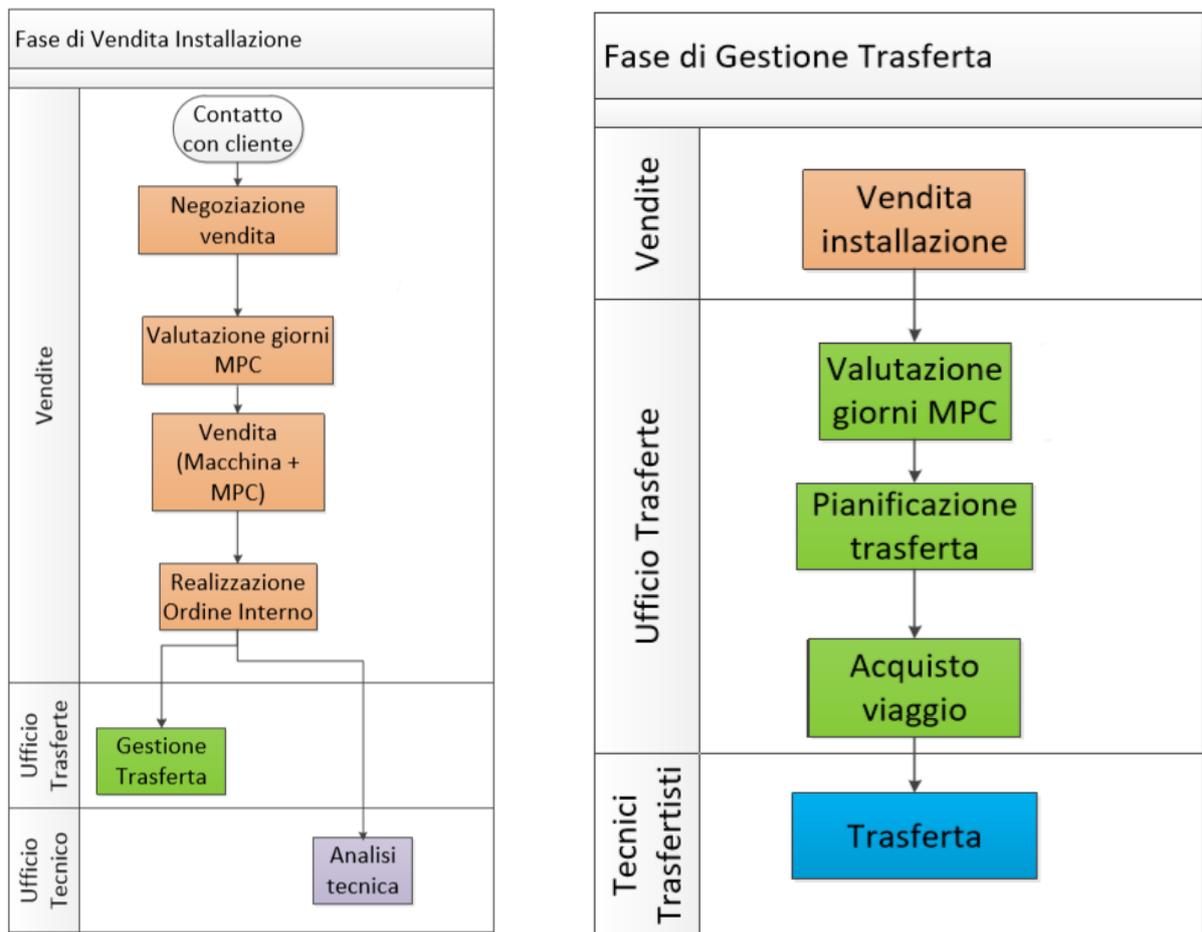


Figura 4.1.A (pagina precedente): Mappa completa dei processi di gestione degli ordini di una nuova macchina e di un TIP come condotti ad oggi presso la Fabio Perini.

Figura 4.1.B (pagina attuale): Particolare del processo tracciato nell'immagine 4.1.B riguardante la sola fase di vendita di una macchina e i consequenziali task condotti dall'ufficio trasferta.

a ridosso delle attività di assemblaggio. Con la stessa identica logica si pianifica il viaggio per il personale, da confermare poi una volta iniziate le attività di assemblaggio; contestualmente vengono inoltrati da parte dell'ufficio acquisti gli ordini di acquisto dei gruppi macchina ai vari fornitori, sulla base di quanto indicato nell'ordine interno. Arrivati i vari gruppi da montare, inizia la fase di assemblaggio interno, tramite l'utilizzo di tecnici montatori interni o trasfertisti. Occorre fare una precisazione per quel che riguarda la gestione dei tecnici presso la Fabio Perini Packaging: questi vengono suddivisi in tecnici interni e trasfertisti, ovvero gli unici in grado di poter effettuare attività di assemblaggio dal cliente. Le mansioni assegnabili a queste due tipologie di tecnici sono parzialmente sovrapponibili tuttavia, in quanto i tecnici trasfertisti possono essere impiegati per le attività di assemblaggio interno, mentre i tecnici interni non possono effettuare trasferte.

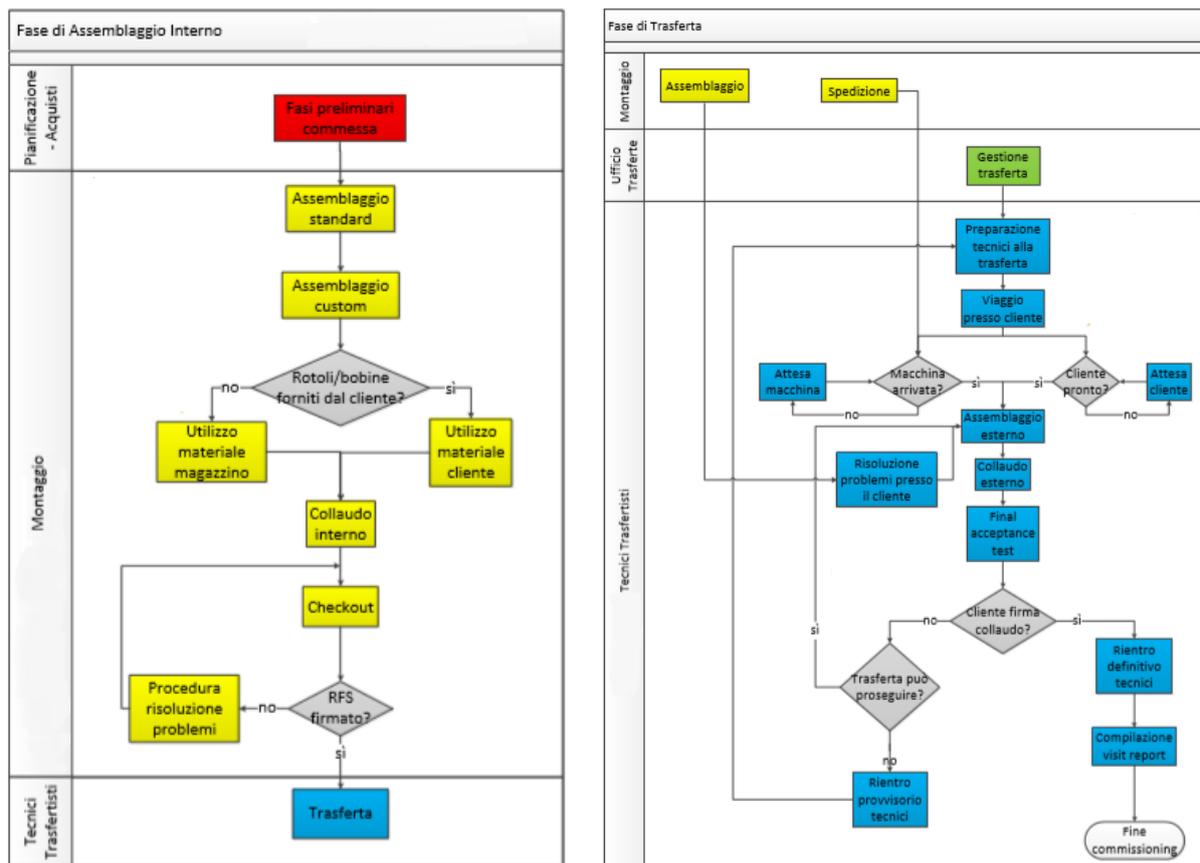


Figura 4.1.C: Particolare del processo tracciato nell'immagine 4.1.A riguardante la fase di assemblaggio interno di una macchina e di assemblaggio presso il cliente, quest'ultima fase denominata in azienda "commissioning".

Durante la fase di assemblaggio interno, condotta sulla base di quanto schedulato da parte del responsabile della produzione, il file Excel contenente la schedulazione stessa può essere aggiornato in caso di variazioni rispetto a quanto programmato.

Generalmente la fase di assemblaggio è costituita da due sottofasi, la prima di assemblaggio standard in cui la macchina viene montata come a listino, e la seconda di assemblaggio custom, in cui vengono montate le modifiche concordate con il cliente. Una volta terminato l'assemblaggio si prosegue con il collaudo della macchina. Allo scopo di testare la macchina al meglio, il Project Manager responsabile della commessa richiede sempre al cliente l'invio del materiale (rotoli e bobine) che verrà utilizzato in produzione. Tuttavia, non è detto che i campioni di materiale vengano sempre inviati in tempo; in tal caso si utilizzerà il materiale disponibile a magazzino, con il rischio che sia diverso da quello del cliente e che quindi sarà probabilmente necessario riconfigurare i formati e la macchina durante l'installazione finale.

In seguito, terminato il montaggio, si svolge l'attività di checkout: un supervisore del cliente si reca presso lo stabilimento Perini per visionare la macchina e testarla. In caso di accettazione le parti firmano il RFS (Release For Shipment) e si procede con lo smontaggio e la spedizione. In caso contrario, si ritorna alla fase di assemblaggio per risolvere i problemi incontrati. Nel caso in cui il cliente non accetti la macchina proposta, vengono registrate le modifiche da effettuare e i tecnici interni procedono alla modifica della macchina, con la conseguente rischedulazione dell'intera attività di vendita della nuova macchina.

Quando le risorse e le date della trasferta sono state pianificate comincia il lavoro dei tecnici trasfertisti. C'è una prima attività di preparazione della trasferta, dove il tecnico riceve la documentazione sulla macchina da installare, seguita dal viaggio presso il cliente. Nelle fasi iniziali della trasferta possono esserci problemi dovuti a ritardi nella spedizione della macchina o a mancanze causate dal cliente (mancanza di alimentazione, stabilimento non pronto, ritardi di altri fornitori). Una volta risolti gli eventuali problemi iniziali, si inizia con l'assemblaggio della macchina che può essere svolto da tecnici Perini o da tecnici esterni a cui viene appaltata questa attività.

Presso il cliente vi è quindi l'installazione della macchina e la cosiddetta fase di avviamento, o *Final Acceptance Test* (FAT) in cui viene provata la macchina a regime in presenza dei tecnici della Fabio Perini. Le criticità più importanti in questa fase riguardano i problemi che emergono ad un ritmo di funzionamento elevato, che non si riescono a riscontrare durante il collaudo interno e il fatto che molto spesso i tecnici devono svolgere attività aggiuntive, come modifiche alla macchina e al software per permetterne il funzionamento. Se la fase di avviamento non dovesse terminare entro i giorni concordati con il cliente a causa della manifestazione di problemi di varia natura nella macchina, si delineano due strade che è possibile seguire. La prima di queste prevede un rientro temporaneo dei trasfertisti a Bologna, cui seguirà una nuova schedulazione della trasferta e una nuova preparazione della trasferta stessa, per poi ritornare dal cliente per la fase di installazione e avviamento. La seconda strada prevede che i trasfertisti rimangano presso il sito del fornitore a lavorare sulla macchina fino a quando la fase di avviamento non ha avuto esito positivo. Al termine dell'avviamento si ha come reportistica il "Documento di collaudo" che in pratica sancisce la buona riuscita della fase di avviamento. Con il rientro dei trasfertisti infine si ha il rientro dei trasfertisti in base

con la compilazione del “Report trasferta”, documento contenente informazioni e segnalazioni particolari da parte dei trasfertisti sull’andamento dell’intervento presso il cliente.

4.2 Caso “Customer Service”

Il processo standard relativo al “Customer Service”, ovvero alle richieste di assistenza o di aggiornamento delle macchine richieste dal cliente, viene svolto in maniera quasi del tutto analoga al caso della vendita di una macchina nuova, come osservabile dalla figura 4.1.A.

Le differenze principali si possono riscontrare nelle fasi iniziali del processo stesso, in cui questo viene attivato. A differenza del caso precedente, vi possono essere due attivatori del processo: il cliente o l’ufficio acquisti. Se ad attivare il processo è il cliente tramite una richiesta di assistenza, l’ufficio vendite prova a risolvere, tramite la figura dell’“expert online”, le problematiche riscontrate sulla macchina tramite l’assistenza in remoto. Nel caso in cui l’assistenza in remoto non fosse sufficiente, l’ufficio stesso dopo una valutazione del problema procederà alla formulazione di un contratto di vendita dei componenti e dei giorni necessari al tecnico per la risoluzione delle problematiche del cliente. Se ad attivare il processo è invece l’ufficio acquisti stesso, generalmente si ha la proposta di upgrade della macchina e/o training del personale, cui segue la formulazione di un contratto di vendita del prodotto/servizio.

A seguire la formulazione del contratto si ha poi la pianificazione dei tecnici interni e dei trasfertisti ad opera dei due uffici preposti e, come per il new machinery, l’acquisto dei materiali necessari. Ovviamente questi e i successivi step non si verificano se il contratto di vendita è limitato al training delle risorse del cliente.

Arrivati i materiali ordinati si procede con l’assemblaggio interno per verificare che siano correttamente funzionanti per poi procedere alla spedizione di questi al cliente.

L’intervento presso il cliente si svolge in maniera analoga al caso del new machinery, tranne per la non necessaria compilazione del documento di collaudo; anche qui vi è la possibilità del

rientro dei trasfertisti nel caso in cui si verificano dei problemi durante l'installazione degli upgrade o durante l'intervento di assistenza.

4.3 La schedulazione AS-IS dei tecnici

La schedulazione delle risorse viene realizzata ad oggi da due persone, il responsabile dei trasfertisti e il responsabile della produzione, che pianificano il lavoro dei dipendenti sotto la loro area di competenza specifica. La schedulazione dei tecnici viene quindi realizzata per le fasi di assemblaggio interno sia delle macchine che dei TIP (Technical Improvements Program), sigla con la quale si identificano gli upgrade delle macchine, da parte del responsabile della produzione, mentre per quel che riguarda le trasferte la schedulazione viene effettuata dal responsabile dei trasfertisti.

In seguito alla vendita di una macchina o di un TIP da parte della funzione commerciale, si ha in output un documento chiamato Ordine Interno (OI), come già visto nel paragrafo precedente, che rappresenta la traduzione ad uso interno del contratto di vendita e delle specifiche richieste del cliente. In base a questo viene realizzata la pianificazione e l'assegnazione delle attività da parte del responsabile della produzione. Pianificazione che avviene con mesi di anticipo rispetto all'arrivo dei gruppi di assemblare, realizzati dai fornitori. La pianificazione verrà quindi rivista, confermata e/o aggiornata (in seguito ad eventuali ritardi dei gruppi macchina dei fornitori da assemblare), quando i gruppi saranno in arrivo nello stabilimento.

Una volta emesso l'ordine interno, comincia anche il lavoro dell'Ufficio Trasferte. La prima attività si riferisce alla pianificazione delle risorse (tecnici trasfertisti) da utilizzare. Questa attività viene fatta mesi prima della consegna della macchina al cliente per cui è una valutazione di massima. In seguito, una volta ultimato il checkout della macchina con il cliente, il Project Manager concorda le date esatte di installazione per cui si può procedere all'acquisto definitivo del viaggio e alla schedulazione esatta dei tecnici.

Le due programmazioni vengono realizzate, come precedentemente anticipato, appoggiandosi ad uno stesso file Excel denominato “PLANNER_beta FULLSERVICE” da entrambi i responsabili, condiviso nell’intranet dell’azienda.

In basso viene riportata una schermata di tale file, con le informazioni parzialmente oscurate per motivi di riservatezza.

WEEK	13/11/2019	14/11/2019	15/11/2019	16/11/2019	17/11/2019	18/11/2019	19/11/2019	20/11/2019	21/11/2019	22/11/2019	23/11/2019
	MERCOLEDÌ	GIOVEDÌ	VEDERDÌ	SABATO	DOMENICA	LUNEDÌ	MARTEDÌ	MERCOLEDÌ	GIOVEDÌ	VEDERDÌ	SABATO
FABRIZIO											
LUCIANO											
CRISTIAN											
FABRIZIO											
MAURO	CARBON T...	CARBON T...	CARBON T...								
ANTONIO											
SANTI											
SALVATORE											
LORENZO											
MECCANICI	MERCOLEDÌ	GIOVEDÌ	VEDERDÌ	SABATO	DOMENICA	LUNEDÌ	MARTEDÌ	MERCOLEDÌ	GIOVEDÌ	VEDERDÌ	SABATO
ANDREA											
MAURIZIO											
FABIO											
MASSIMO	ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE
GABRIELE											
LUCA	ferie	VIAGGIO									
GUIDO											

Figura 4.2.A: Schermata del file Excel attualmente utilizzato dalla Fabio Perini Packaging per l’attività di schedulazione dei tecnici

La schermata visualizzata è divisa in due parti, la prima contornata di arancione rimane sempre fissa a sinistra durante lo scorrimento orizzontale e contiene tutti gli operatori attualmente disponibili. Gli operatori presenti nel file sono quindi tutti quelli a disposizione presso lo stabilimento di Bologna, e vengono suddivisi in due grandi famiglie sulla base della loro area di competenza, elettrica o meccanica; ciascun tecnico ricade all’interno di una e una sola di queste due suddivisioni. Ad ogni operatore viene inoltre associato un colore che ne rappresenta le possibilità di impiego:

- ELETTRICI
 - MARRONE: tecnico addetto all’assistenza telefonica (Expert Online);
 - AZZURRO: tecnico trasfertista;
 - BIANCO: tecnico per l’assemblaggio interno;

- MECCANICI
 - BIANCO: tecnico per l'assemblaggio interno;
 - AZZURRO: tecnico trasfertista;

Per l'assegnazione delle attività nel sito di Bologna non esiste personale dedicato esclusivamente alla trasferta o all'assemblaggio interno, indicativamente tutti gli operatori sono in grado di realizzare le attività interne (ciò vale tranne che per il collaudo, non attuabile da tutti gli operatori ma in genere realizzabile da tutti i trasfertisti) mentre solo un sottoinsieme di questi è abilitato alla trasferta. In pratica quindi se vi sono dei trasfertisti non assegnati a nessuna trasferta, questi vengono resi disponibili per le attività interne.

Per l'assegnazione delle attività i due responsabili seguono, nel caso in cui vi siano più tecnici ugualmente liberi per la loro realizzazione, logiche non formalizzate in quanto basate su informazioni non esplicite ma di cui sono personalmente a conoscenza e che riguardano le competenze specifiche del singolo operatore, la sua esperienza e le sue preferenze. Per esemplificare tale concetto si riporta un caso possibile: per operazioni da effettuare su macchine "obsolete", i responsabili assegneranno preferibilmente le attività a personale con esperienza interna all'azienda il più lunga possibile, in quanto probabilmente avranno già avuto a che fare negli anni passati con tale tipo di macchine.

La seconda parte del file, contornata di viola, contiene la schedulazione giorno per giorno di ogni singolo operatore, con le attività che devono essere svolte riportate nelle celle di una matrice individuata dai tecnici sull'asse delle "Y" e dal calendario sull'asse delle "X". Facendo scorrere lungo i vari giorni la schermata, la parte degli operatori rimane sempre visibile ancorata a sinistra, permettendo di aver sempre visibile l'operatore cui è associata la riga che si sta schedulando. Per ogni giorno possono essere assegnate delle attività marchiando la cella individuata dal giorno e dall'operatore con un colore specifico. Ogni colore ha un significato preciso di cui si riporta una breve legenda:

- ELETTRICI
 - GIALLO: indisponibilità dell'operatore
 - MARRONE: tecnico impiegato nell'assistenza telefonica
 - AZZURRO: operatore in trasferta

- ROSA: attività allocate, previste ma non confermate
- ROSSO: smontaggi
- BIANCO: assemblaggi interni
- MECCANICI
 - GIALLO: indisponibilità dell'operatore
 - MARRONE CHIARO: attività nella sala esperimenti
 - AZZURRO: tecnico in trasferta
 - ROSA: attività allocate, previste ma non confermate
 - VERDE: collaudo con il cliente
 - ROSSO: smontaggi
 - BIANCO: assemblaggi interni

All'interno di ogni cella vengono generalmente indicati la sigla della macchina/TIP su cui l'operatore svolgerà l'attività assegnata e il cliente per cui si sta svolgendo l'attività, in alternativa viene riportato il motivo dell'indisponibilità (FERIE/CHIUSURA/ASSEENTE...) oppure l'indicazione VIAGGIO, tipicamente a valle e a monte di una trasferta. Occorre tuttavia precisare che non essendoci una procedura formalizzata per la compilazione di questo file, queste indicazioni possono essere poste in maniera parziale e sotto diversa forma (come sigle, nomi estesi, ecc.).

4.4 Considerazioni sullo Scenario AS-IS

Dopo aver analizzato e formalizzato il Processo di Gestione della Supply Chain, che Fabio Perini sta utilizzando attualmente, è stato possibile andare ad individuare delle modalità di gestione e delle caratteristiche ritenute da migliorare.

Queste sono riconducibili ad una mancanza di integrazione tra le varie aree aziendali ed una carenza in termini di automatismi che permettano di evitare per quanto possibile una gestione manuale delle attività.

I principali aspetti ritenuti migliorabili sono i seguenti:

- Non esiste quadro di insieme, quindi la visione del rapporto tra cliente e azienda con le varie informazioni riguardanti le consegne vengono ricavate da mail o telefonate interne e non sono ricavabili dal sistema. Nel paragrafo 4.1 è chiaro come le varie aree aziendali necessitino di effettuare telefonate per mettersi d'accordo sui vari aspetti legati alla consegna da comunicare al cliente al momento della formulazione dell'offerta, così come di uno scambio intenso di informazioni per pianificare e gestire le attività di produzione delle macchine;
- Non esiste un sistema automatico di condivisione delle informazioni utili al pianificatore per l'attività stessa di pianificazione. Egli, tramite telefonate ed email deve quindi preoccuparsi di poter avere disponibili come informazioni le date di disponibilità degli operatori in accordo con le Risorse Umane e anche i tempi di consegna e realizzazione dei gruppi da assemblare. Deve inoltre rimanere aggiornato con l'ufficio acquisti sul rispetto delle date di consegna concordate con l'operatore, sempre tramite lo scambio di telefonate ed email, per poter effettuare attività di ripianificazione manuale, sul foglio Excel. Oltre al doversi procurare tali informazioni, il pianificatore deve inoltre renderle disponibili verso l'esterno;
- Non esiste un sistema di riferimento che riunisca tutte le informazioni legate alla produzione. Quindi le varie aree che compongono l'azienda potrebbero non avere le stesse informazioni nello stesso momento. Tale problema si manifesta principalmente nel disallineamento tra l'ERP attualmente utilizzato, ovvero SAP, il foglio di calcolo per la pianificazione delle risorse e infine il sistema informativo utilizzato per la gestione delle risorse umane;
- Nel paragrafo 4.1 si può osservare come le informazioni inserite nel file contenente la schedulazione delle risorse non siano in un formato standard ma vengano scritte da due persone diverse con due formati differenti. Questo modo di operare può portare poca chiarezza.
- Il sistema attualmente utilizzato non permette la realizzazione del cosiddetto Knowledge Management, che riguarda la gestione e condivisione dell'informazione come patrimonio dell'azienda e non delle singole persone (Nonaka I., 1991).

- Tramite lo strumento attualmente in uso, non è possibile alcun tipo di considerazione statistica realizzabile in maniera automatica. Per esempio, per determinare i livelli di carico degli operatori meccanici ed elettrici, devono essere condotte riunioni a parte in cui tali dati vengono dedotti ed inseriti in un foglio Excel a parte da una risorsa dedicata, che poi dovrà illustrare tali dati ai responsabili di produzione e dei trasfertisti.

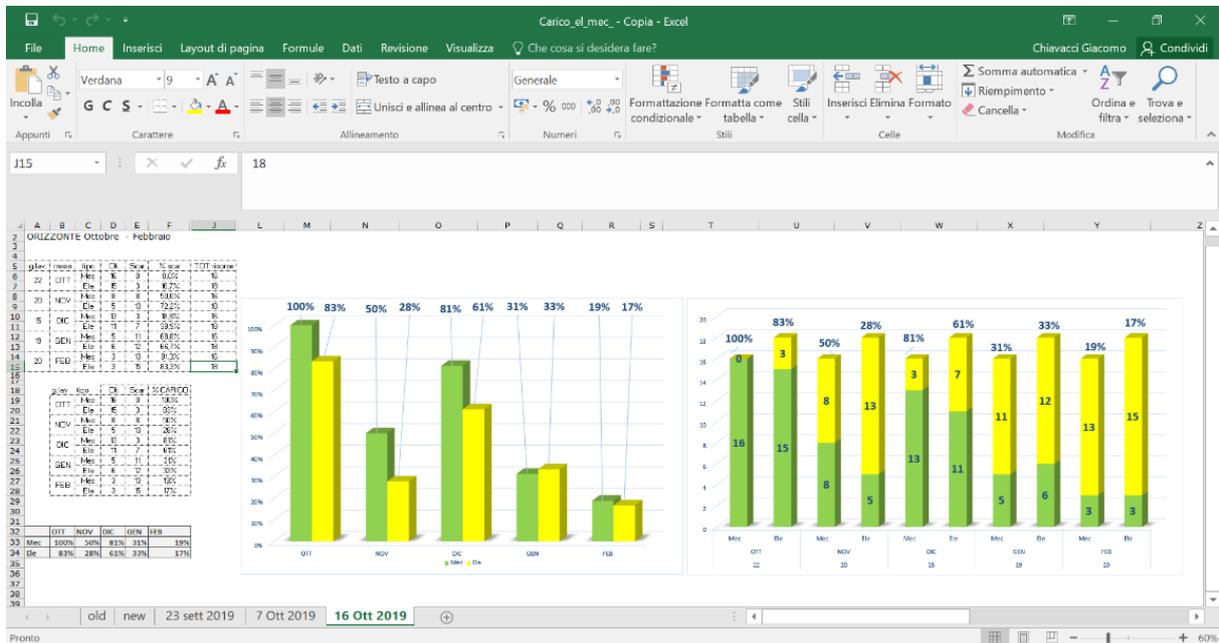


Figura 4.4.A: Schermata del file Excel attualmente utilizzato per la valutazione del livello di carico dei tecnici.

- Con l'attuale processo di pianificazione e schedulazione in atto presso lo stabilimento bolognese della Fabio Perini, è possibile riscontrare dei livelli di performance insoddisfacenti per quel che riguarda alcune attività la cui esecuzione viene programmata tramite lo strumento Excel oggetto di questo capitolo. Tra queste attività ritroviamo la corretta preventivazione dei costi di trasferta per l'installazione delle macchine presso il cliente, diretta conseguenza di una corretta preventivazione dei giorni necessari all'installazione delle macchine. Tali attività sono fondamentali in quanto sono alla base della quantificazione dei giorni venduti al cliente per quel che riguarda il montaggio esterno; una scorretta previsione di tali costi può portare ad un aumento dei costi totali sostenuti dall'azienda, riducendo così la marginalità della macchina venduta. Il costo preventivo viene calcolato dal responsabile delle trasferte.

Nonostante il nome in realtà si tratta di un accantonamento di fondi, dato che viene fatto in una fase successiva alla vendita. È una somma di diverse voci:

- *MOD (Manodopera Diretta)*: è il costo orario totale dei tecnici in trasferta, calcolato in base alla durata in giorni della trasferta stessa in base a quanto pianificato.
- *Overhead*: si riferisce ai costi fissi di struttura allocati all'installazione.
- *Rimborsi spese*: comprende le spese di viaggio, noleggio auto e alloggio.
- *Servizi Esterni*: comprende i costi per l'utilizzo di aziende esterne a cui vengono affidate le fasi iniziali dell'installazione, in genere il piazzamento della macchina e l'assemblaggio meccanico.

L'efficacia del processo di stima è stata mappata in azienda, per la sole attività relative alla trasferta, ovvero escludendo tutto ciò che concerne l'assemblaggio interno e l'acquisto dei gruppi dai fornitori, tramite l'utilizzo di quattro KPI principalmente, così definiti:

- PG = percentuale di giorni addizionali utilizzati. Questo valore si ottiene calcolando la percentuale di giorni aggiuntivi necessari nelle varie installazioni svolte in un certo periodo di tempo.

$$PG = \frac{\text{giorni effettuati} - \text{giorni venduti}}{\text{giorni venduti}}$$

- PC = percentuale di preventivi corretti. Viene definito lo scostamento percentuale come la differenza tra costo preventivo ed effettivo rapportata al costo preventivo:

$$\Delta C\% = [C_{prev} - C_{eff}] / C_{prev}$$

Il PC è la media dei $\Delta C\%$ di tutte le n installazioni.

Un preventivo si ritiene corretto per prassi aziendale se lo scostamento non supera il 10%.

- ME = margine effettivo medio. Si definisce il margine effettivo percentuale di un'installazione come:

$$ME\% = \frac{[Net\ sales - C_{eff}]}{Net\ sales}$$

Il ME è la media dei ME% di tutte le n installazioni

- MA = margine atteso medio. Definiamo il margine atteso percentuale come:

$$MA\% = \frac{[Net\ sales - C_{prev}]}{Net\ sales}$$

Il MA è la media dei MA% di tutte le installazioni

I dati in possesso dall'azienda per quel che riguarda le prestazioni di questi quattro indici sono i seguenti, e riguardano il triennio 2015-2017.

KPI	DEFINIZIONE	VALORE
PG	Percentuale di giorni aggiuntivi necessari per terminare le installazioni	19%
PC	Percentuale di preventivi corretti	19%
ME	Margine effettivo medio	-7%
MA	Margine atteso medio	8%

Appare subito chiaro osservando tali KPI quanto esista ad oggi uno scollamento sostanziale tra quanto preventivato e quanto effettivamente sostenuto. Senza stare a commentare i risultati dei primi due KPI, in quanto autoesplicativi, si vuole sottolineare la differenza tra le voci ME ed MA: la marginalità passa mediamente dall'essere preventivata pari all' 8% per la sola attività di commissioning dal cliente all'essere mediamente pari al -7% in realtà. La cattiva preventivazione dei costi si traduce quindi in un danno economico per l'azienda di notevole entità, preventivazione che può essere ampiamente migliorata tramite l'introduzione di un APS.

Proasis (2000) citando un report dell'APICS (American Production and Inventory Control Society) riporta i benefici diretti derivanti dall'introduzione di soluzioni APS pari a quanto segnalato nella tabella sottostante.

Benefici	Intensità del miglioramento
Accuratezza delle previsioni	Aumento fino al 15%
Scorte di sicurezza	Riduzione del 15-50%
Scorte medie	Riduzione del 10 – 25%
Tempi di attrezzaggio	Riduzione di circa il 20%
Output di fabbrica	Aumento del 15-20%
Mancanza di materiali	Riduzione dell'80%

Figura 4.4.B: Benefici percentuali medi riscontrabili dal campione di aziende studiato dall' AIPCS in seguito all'introduzione di una soluzione APS (Proasis, 2000)

Indicazioni analoghe, che si basano su analisi di benchmark o casi di studio reali, sono riportate da numerose società di consulenza, software vendor ed organizzazioni no-profit. A titolo di esempio si citano PRTM (1997), Cap Gemini Ernst & Young (2000) Logility (1998) e il FIR (2000). Secondo queste fonti le soluzioni APS/SCM hanno un impatto misurabile sulle prestazioni chiave di un sistema logistico-produttivo. Con riferimento alla tabella precedente è tuttavia bene notare che, trattandosi di dati medi, non è di fatto possibile utilizzare tali dati per definire i miglioramenti apportati dalle soluzioni APS/SCM in una specifica realtà aziendale, in quanto il miglioramento effettivo sarà diverso da caso a caso. Per tale motivo, nell'ultimo paragrafo relativo alla Value Assessment della soluzione APS questi aspetti non verranno quantificati e trattati; tuttavia è parso doveroso per lo meno segnalarli poiché rimangono comunque miglioramenti non quantificabili nella pratica ma tuttavia ottenibili tramite una suite APS.

CAPITOLO 5 - L'applicativo J-Flex

L'applicazione J-Flex presidia il processo di definizione di una sequenza di lavoro per le singole risorse. Si tratta di un processo di pianificazione a capacità finita nel breve periodo e per questo motivo J-Flex può essere considerato come un software APS caratterizzato da funzionalità tipiche dei MES (Manufacturing Execution System). Si ricorda che per MES si intendono quei sistemi informatizzati che tramite collegamenti diretti ai PLC delle macchine o le dichiarazioni manuali degli operatori che vi stanno lavorando, permette di gestire e controllare la funzione produttiva di una azienda: in particolare la gestione coinvolge il dispaccio degli ordini, gli avanzamenti in quantità e tempo, il versamento a magazzino e la possibilità di interfacciarsi ai sistemi ERP per avere una visione completa dell'avanzamento degli ordini, dello stato fisico delle risorse e dei materiali impiegati in tempo reale. Il MESA (Manufacturing Enterprise Solutions Association) è stata la prima associazione a definire le funzioni minime utili a definire un MES; la caratteristica principale di tali software è quello di rendere possibile l'allineamento tra gestione aziendale e produzione per evitare differenze tra il livello di pianificazione e quanto realmente attivato. Tra le funzioni di un sistema MES possiamo elencare:

- *Raccolta dati;*
- *Controllo e avanzamento delle fasi di produzione;*
- *Gestione delle risorse di produzione;*
- *Tracciabilità del prodotto e stato della macchina;*
- *Monitoraggio dei pezzi in produzione;*

È interessante notare come questa tipologia di software rappresenti effettivamente il trait d'union tra la schedulazione e la produzione, ma che di fatto non possa essere adottata senza un sistema ERP o APS alle spalle in quanto non implementa i processi di pianificazione autonomamente.

Appare utile indicare alcune caratteristiche fondamentali dell'applicativo JFlex, così da poterlo meglio inquadrare all'interno del sistema informativo aziendale:

- Il sequenziatore riceve come dati di input quanto è stato definito nel processo di pianificazione a medio periodo. Nel caso della Fabio Perini S.p.A. tali informazioni sono dedotte dagli avvisi compilati manualmente su SAP, contenenti tra le numerose informazioni il codice del cliente, la WBS dell'ordine, le date di inizio e di fine attività e l'eventuale indicazione del tecnico da confermare poi su JFlex.
- Il software JFlex assolve, sinteticamente, a due esigenze fondamentali:
 - L'assegnazione di task precedentemente pianificati nel medio periodo a risorse specifiche.
 - La definizione di una sequenza di lavoro su risorse definite, tenendo conto dell'effettiva capacità delle risorse stesse.
- L'assegnazione dei tecnici alle varie attività avviene sempre e comunque in maniera manuale, anche se il nominativo è contenuto sull'avviso di SAP. Vi possono essere due tipologie di avviso da dover compilare nell'ambiente SAP:
 - Avviso con attività e nominativo tecnico: in questo caso, durante l'assegnazione delle attività, JFlex proporrà il nominativo del tecnico contenuto nell'avviso, che l'utente potrà confermare o modificare liberamente;
 - Avviso con attività: in questo caso invece l'avviso può essere compilato indicando:
 - tecnico generico;
 - tecnico elettrico generico;
 - tecnico meccanico generico;

A seconda di quale delle tre modalità è stata scelta, in fase di assegnazione del task J-Flex proporrà all'utente rispettivamente la lista di tutti i tecnici, la lista dei tecnici con specializzazione elettrica e la lista dei tecnici con specializzazione meccanica.

- Vi è un sistema di allineamento automatico dei dati tra SAP e JFlex. Tale procedura viene effettuata di notte quando il sistema è scarico e permette di effettuare in fase

di schedulazione tutte le modifiche rispetto a quanto pianificato direttamente su J-Flex, senza dover allineare manualmente le informazioni su SAP. Qualsiasi modifica quindi, dal cambio del nominativo del tecnico, al cambio del numero dei tecnici necessari per l'intervento, allo slittamento delle date dell'intervento, viene eseguita solo su J-Flex e aggiornata in seguito su SAP. Ciò implica la possibilità di avere allineate, con al massimo uno scarto di ventiquattro ore, tutte le informazioni relative agli avanzamenti e alle attività, limitando così i problemi di allineamento e consistenza dei dati. Esiste infine una procedura manuale per l'aggiornamento automatico delle informazioni, tuttavia molto onerosa in termini di tempi computazionali da lanciare.

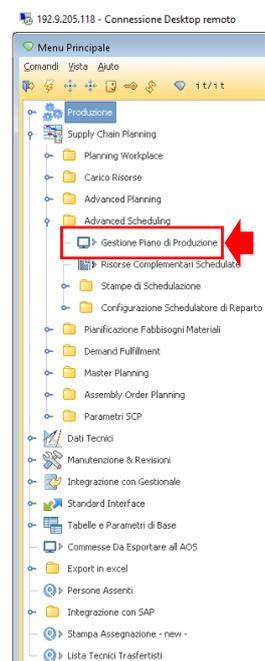
- L'applicazione è organizzata in ruoli, a cui sono associate delle caratteristiche di configurazione e di modifica dei dati contenuti nel J-Flex. È anche possibile creare degli utenti abilitati alla sola visualizzazione dello stato di avanzamento e alla "stampa" delle assegnazioni.
- J-Flex permette l'esportazione su un foglio Excel di informazioni statistiche relative allo stato delle attività programmate e all'utilizzo delle risorse, sia in maniera aggregata che in maniera singola, potendo vedere quindi il carico di lavoro rispettivamente di tutte le risorse disponibili, in modo da poter perseguire logiche di ottimizzazione, che della singola risorsa.

5.1 Struttura dell'ambiente di lavoro principale

L'applicazione di riferimento per le operazioni di sequenzializzazione delle attività prende il nome di "Gestione Piano di Produzione", ed è lanciabile attraverso l'omonima voce all'interno del menu principale di JFlex.

L'interfaccia dell'applicazione è suddivisa in quattro aree logiche:

- *Comandi generali;*
- *Centro di lavoro;*
- *Lista operazioni (di Centro);*
- *Gantt task sequenziati;*



Ogni area descritta, ad eccezione di quella che identifica i Comandi Generali, può essere massimizzata con un doppio click così da poter analizzare le singole parti con maggiore visibilità; cliccando nuovamente due volte, viene ripristinato il layout originario. Di seguito sono descritte le varie aree logiche più nello specifico.

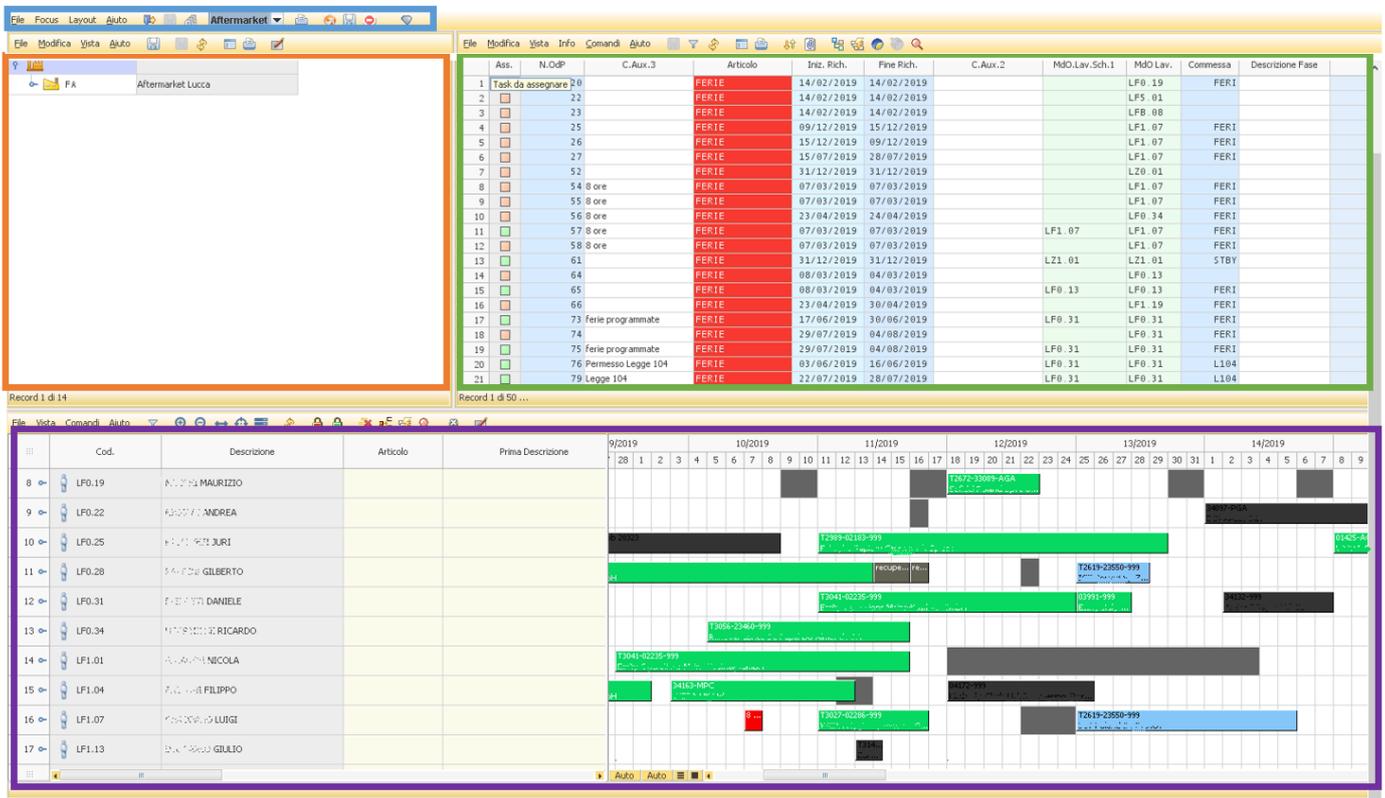


Figura 5.1.A (Pagina precedente): Il menu principale di J-Flex.

Figura 5.1.B: Schermata dell'ambiente di lavoro "Gestione Piano di Produzione"

- **Comandi Generali:** sono collocati nell'area superiore dell'applicazione ed evidenziati in azzurro nell'immagine precedente. In quest'area sono presenti i comandi dell'intera applicazione: non si tratta quindi di comandi che agiscono localmente sulle singole maschere.

Tra i comandi più significativi vi sono:

- **Esci:** raffigurato da una cartella con una freccia, è la prima icona a destra della voce aiuto. Permette di uscire dalla sessione in corso. Nel caso siano state effettuate modifiche senza aver rilasciato il piano, il sistema chiederà di rilasciare le modifiche o di uscire senza salvare;

- *Stampa*: rappresentato dall'icona di una stampante, consente di lanciare la stampa del piano sequenziato, con la possibilità di applicare dei filtri sui dati da stampare. Tali filtri possono essere applicati sulle risorse oggetto di interesse o sull'intervallo di data;
- *Lancio schedulazione*: simboleggiato da una freccia inscritta in un cerchio arancione, l'icona è posta a destra del comando di stampa. Consente il lancio della schedulazione, ovvero il ricalcolo delle sequenze di tutti i task per ogni risorsa, tranne quelli bloccati;
- *Rilascia piano di produzione*: a forma di floppy disk, tale icona consente di confermare il piano delle attività assegnate e sequenziate, rendendo persistenti le modifiche effettuate. Nel caso si esca dalla sessione di lavoro senza salvare i dati, le modifiche apportate si perderanno;
- *Scelta ruolo*: nell'immagine sovrastante tale comando è visualizzato da un rettangolo con la scritta "Aftermarket" all'interno. Nel caso all'utente siano associati più ruoli, è possibile passare dal ruolo attivo ad un altro abilitato. Al passaggio di ruolo viene richiesto il salvataggio del piano;
- **Centro di lavoro**: evidenziato in arancione, permette in base a quanto configurato per il ruolo in oggetto la visualizzazione delle risorse disponibili con una struttura ad albero di tipo gerarchico. La schermata riassume così le risorse operative registrate, raggruppate in base al livello di dettaglio desiderato seguendo la logica della struttura ad albero, partendo dallo stabilimento per scendere ai centri di lavoro fino alle singole risorse appartenenti al CdL. Ogni risorsa è caratterizzata da un codice e a fianco del codice vi è riportato il nome della risorsa nella voce "Descrizione".

Risorsa	Descrizione
FA	Aftermarket Lucca
LF0	FA-MEC-MO
LF0.01	AUGERI MASSIMO
LF0.04	ANNICOTTI FABIANO
LF0.07	ANNICOTTI FABIANO
LF0.10	ANNICOTTI LUCA
LF0.11	ANNICOTTI ROBERTO
LF0.13	ANNICOTTI NICOLA
LF0.16	ANNICOTTI MARCO

Figura 5.1.C: Schermata della sezione "Centro di Lavoro"

- Lista operazioni (di centro): quest'area, evidenziata in verde, elenca tutte le operazioni afferenti al centro di lavoro selezionato nell'area "centro di lavoro". La schermata elenca tutti i task previsti per il centro di lavoro selezionato e di ogni operazione mostra in dettaglio tutti i dati. Per ogni task, i dati fondamentali sono:
 - L'indicazione se il task è già stato assegnato (verde) o meno (rosso);
 - Il codice;
 - L'articolo;
 - La data richiesta;
 - La quantità richiesta;
 - L'eventuale risorsa a cui è stato assegnato;

Le funzioni principale di questa applicazione sono la visualizzazione delle informazioni fondamentali e la possibilità di modifica dei task del centro, inoltre sempre da quest'area è possibile assegnare i task alle risorse. Qui compariranno i task da schedulare una volta creato il relativo avviso su SAP

- Gantt task sequenziati: evidenziata in viola nella parte inferiore della schermata, questa sezione mostra il Gantt riassuntivo dei task sequenziati su ogni risorsa. Sulla parte sinistra sono elencate le singole risorse, con la loro descrizione e l'elenco dei task assegnati tramite una struttura ad albero, sulla parte destra le barrette che identificano i task. Si tratta dell'applicazione che consente il maggior grado di operatività all'interno del sequenziatore: essa assolve infatti alle principali attività di spostamento manuale delle attività assegnate (Drag&Drop), caratteristica peculiare dei software APS; Inoltre consente di visualizzare in forma grafica il piano definito e le modifiche apportate al piano stesso.

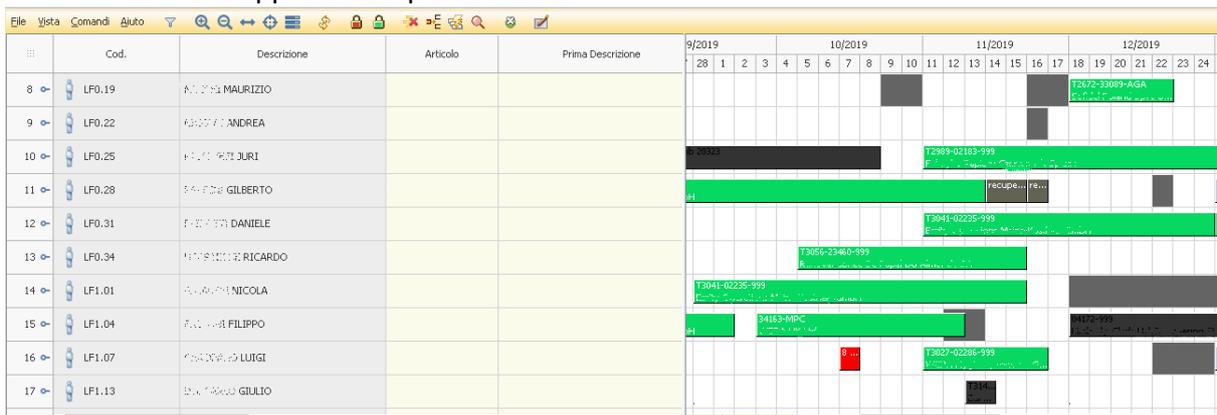


Figura 5.1.D: particolare della figura 5.1.B relativo al Gantt interattivo implementato in J-Flex

All'interno del Gantt è possibile visualizzare:

- *La linea temporale*: rappresenta la suddivisione temporale del Gantt in periodi e si autodefinisce a seconda dello zoom effettuato, contemperando le esigenze di chiarezza e di completezza dell'informazione. Nell'esempio soprariportato è visualizzabile in alto e viene riportato il numero della settimana dell'anno nella prima riga e il numero del giorno del relativo mese nella seconda. La granularità massima è in minuti, quella minima in anni.
- *Le barre*: Ogni barra rappresenta un intervallo di tempo in cui la risorsa non può essere impiegata, perché inutilizzabile (ferie, malattia ecc.) o perché impiegata in un task assegnato. La barra può assumere una colorazione in relazione alle sue caratteristiche, e la colorazione viene definita in fase di configurazione del software. Nel caso della Fabio Perini si presentano i seguenti colori:
 - Verde: task già assegnato e confermato
 - Rosso: Ferie programmate
 - Grigio: impossibilità per la risorsa di andare in trasferta
 - Azzurro: task assegnato da confermare
 - Viola: task da eseguire in trasferta

La dimensione visualizzata delle barre varia al variare dello zoom effettuato nella linea temporale, in modo da mantenere la durata del task coerente con qualsiasi intervallo visualizzato. All'interno delle barre che identificano i task vengono visualizzate generalmente due tipologie di informazioni, ovvero un codice ausiliario interno di identificazione dell'operazione e il nominativo identificativo dell'azienda cliente (oscurato per motivi di riservatezza). Le informazioni visualizzabili sono customizzabili in fase di configurazione del software.

All'interno di questa sezione sono presenti alcuni "comandi funzionali", utili per le attività di schedulazione e pianificazione; tali comandi sono presenti sulla barra degli strumenti dell'applicazione e quelli di seguito sono i principali:

- *Blocca ordinamento*: questo comando è rappresentato con un lucchetto di colore arancione e consente di congelare l'ordinamento definito per una risorsa o per alcuni dei task a lei assegnati, in modo tale che non siano possibili modifiche nel piano relativamente ai task interessati. È particolarmente utile nel caso in cui si voglia usare una schedulazione automatica all'interno del sequenziatore (l'elaborazione di schedulazione agisce quindi solo per i task non bloccati). La selezione avviene sulla griglia presente nella parte sinistra dell'applicazione in oggetto e i task bloccati, a questo punto, sono evidenziati con un pallino blu;
- *Sblocca ordinamento*: questo comando permette di eliminare il blocco precedentemente inserito. Il suo simbolo è a forma di lucchetto verde;
- *Elimina assegnazione Task a risorsa*: l'icona di questo comando è a forma di "X" rossa e consente di eliminare dal piano sequenziato i task selezionati. L'azione di eliminazione dell'assegnazione determina la modifica del colore, da verde a rosso, dell'icona del task all'interno della Lista Operazione Centro, l'eliminazione dal piano sequenziato del task su cui si è fatta l'azione e la rischedulazione dei task rimanenti assegnati alla risorsa interessata;
- *Inserisci e sequenzia un task*: consente di inserire un'attività all'interno del piano di produzione. Questo comando è molto utile nel caso si voglia inserire all'interno del piano sequenziato un'attività indiretta o fittizia;

Come accennato in precedenza, questo modulo permette di poter operare azioni manuali di modifica della sequenza dei task. Tra le possibili azioni eseguibili vi sono:

- *Drag&Drop barre dei task*: attraverso questa azione è possibile modificare il piano definito agendo graficamente sulle barre che identificano i task. L'azione si effettua posizionandosi sulla barra che si vuole modificare e trascinando la barra nella posizione in cui si vuole lasciare la barretta stessa. È possibile trascinare le barre lungo l'asse orizzontale nel caso si voglia modificare la priorità dei task all'interno della stessa risorsa. In alternativa, spostandosi lungo l'asse verticale, è possibile assegnare i task su risorse diverse.

- *Drag&Drop task in griglia*: attraverso questa azione è possibile modificare il piano definito agendo sui task presenti sulla griglia a sinistra del Gantt, agendo quindi sull’esplosione dei task assegnati alla risorsa in esame. L’azione si effettua posizionandosi sulla riga e trascinando il task nella posizione desiderata (si veda la figura più sotto per maggior chiarezza). L’azione può avvenire solo all’interno dell’albero della risorsa a cui il task da spostare è associato, non sono cioè possibili spostamenti di task tra risorse diverse.

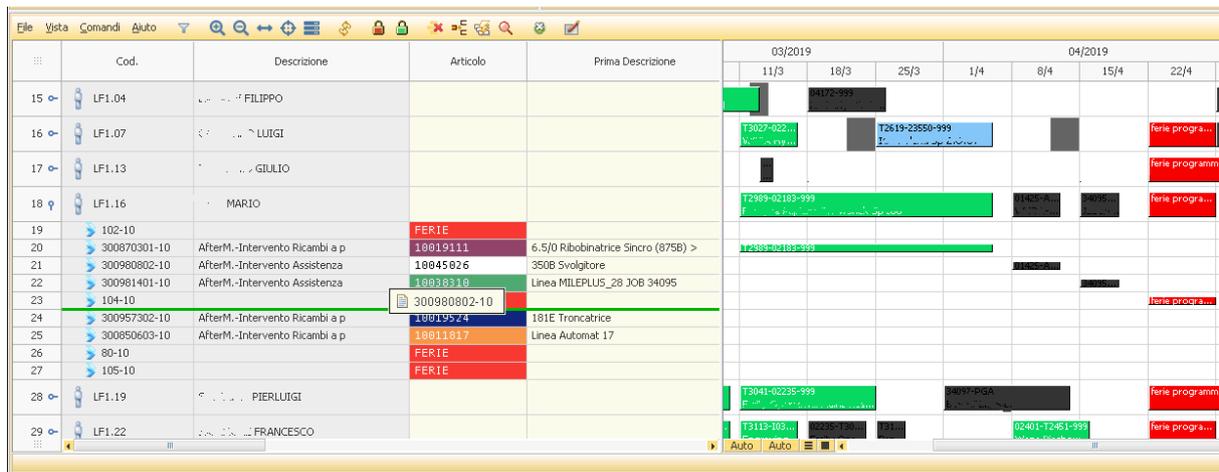


Figura 5.1.E: Schermata del Gantt di J-Flex in cui si sta effettuando un’operazione di Drag&Drop dei task in griglia. Aprendo la lista di task della risorsa LF1.16 è possibile selezionare con il tasto sinistro del mouse un task e farlo scorrere sotto agli altri task schedulati, in maniera tale da modificarne la priorità di esecuzione essendo questi ultimi ordinati in base all’inizio d’esecuzione del task.

5.2 Caricamento anagrafiche

Per poter effettuare le simulazioni utili alla realizzazione del Value Assessment presentato nell’ultimo capitolo della tesi, è stato reso disponibile dalla funzione Information Technology l’ambiente di prova della suite J-Flex utilizzata per l’implementazione della suite stessa nello stabilimento di Lucca. Si è così proceduto al caricamento di alcune anagrafiche di test affini a quelle reali dello stabilimento di Calderara di Reno, per poter poi stimare le tempistiche medie di utilizzo del software ricreando le operazioni quotidiane che svolgerebbe l’addetto alla pianificazione una volta in possesso dell’APS.

La prima operazione che quindi si è cercato di effettuare, è stata quella relativa all’inserimento delle risorse oggetto della schedulazione. Per l’inserimento manuale di un tecnico, occorre fare riferimento all’apposita sezione denominata “Inserimento Addetti”, che permette di aprire una maschera nella quale inserire le informazioni relative all’addetto stesso.

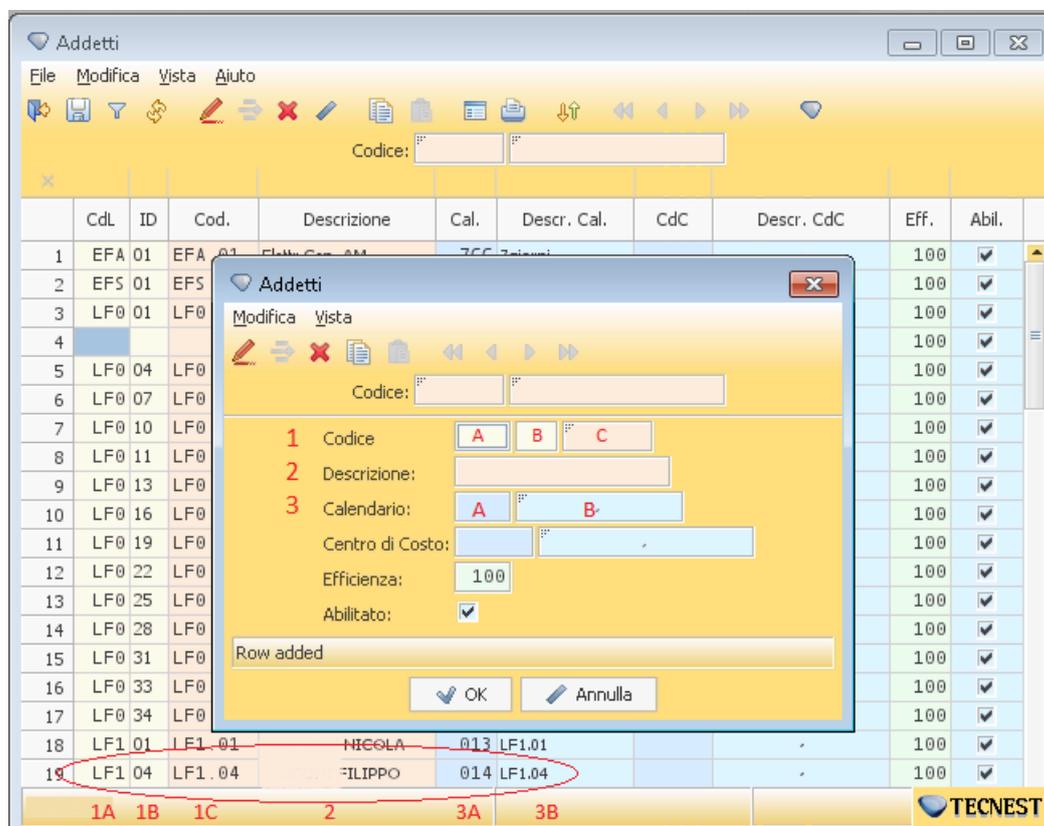


Figura 5.2.A: Schermata dell’ambiente di riepilogo delle risorse definite a sistema con aperta in primo piano la maschera di definizione manuale delle risorse.

Per l’inserimento di un addetto si rendono necessarie alcune informazioni da inserire obbligatoriamente per la corretta registrazione della risorsa. La prima di queste informazioni, al punto 1, è relativa al codice che identificherà univocamente la risorsa una volta inserita. Tale codice è composto da due aree, visualizzabili nell’immagine 5.2.A nella sezione 1A e 1B. La prima parte del codice, la 1A, identifica il centro di lavoro a cui appartiene la risorsa, da definire anche questo in una sezione apposita che verrà illustrata in seguito. La seconda parte del codice, la 1B, è assegnabile a discrezione dell’utente e identifica la specifica risorsa del

centro di costo specificato. La sezione 1C è semplicemente l'unione delle due sezioni precedenti e viene generata dal sistema una volta definite 1A e 1B.

La descrizione della risorsa, al punto 2 viene invece utilizzata per specificare il nome e il cognome dell'addetto che si sta inserendo.

L'informazione da inserire al punto 3, relativa al "calendario", permette di definire l'orario di lavoro della risorsa specifica, potendo specificarne anche le pause giornaliere e i momenti di ferie. Di default l'addetto "eredita" l'orario di lavoro standard che è stato definito per il suo centro di costo di appartenenza, ma nulla vieta in questa sezione di definirne uno ad-hoc per la risorsa. Per la creazione di un calendario ad-hoc, è necessario andare dal menu principale nella sezione "calendari" e, tramite la maschera in figura 5.2.B, specificare le informazioni relative al numero di ore lavorative giornaliere, al numero di giorni settimanali in cui lavora la risorsa, l'orario di inizio e fine e varie altre informazioni quali le pause giornaliere, settimanali e le "pause consecutive". La sezione "pause consecutive" viene sfruttata per definire le ferie dei dipendenti, informazione che il software è in realtà in grado di aggiornare automaticamente dal modulo delle risorse umane di SAP.

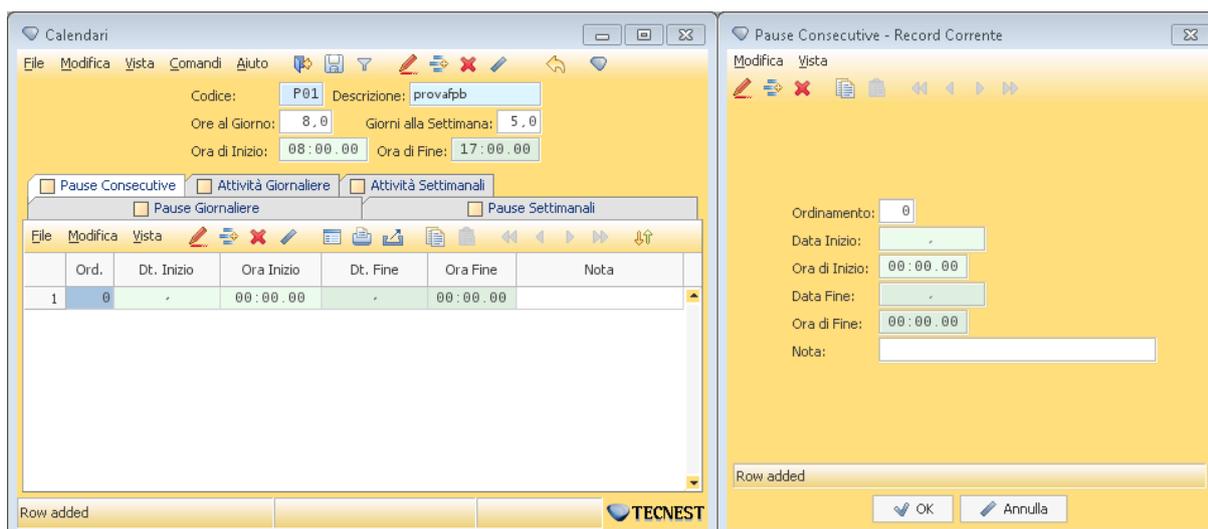


Figura 5.2.B: Schermata dell'ambiente di definizione del calendario di una risorsa, a destra una delle maschere per l'immissione delle voci facenti parte della definizione di un calendario

Una delle informazioni essenziali per la definizione degli addetti è, come accennato in precedenza, la definizione dei centri di lavoro a cui le risorse da inserire appartengono. Tale operazione si esegue tramite la sezione "Definizione Centro di Lavoro Manodopera".

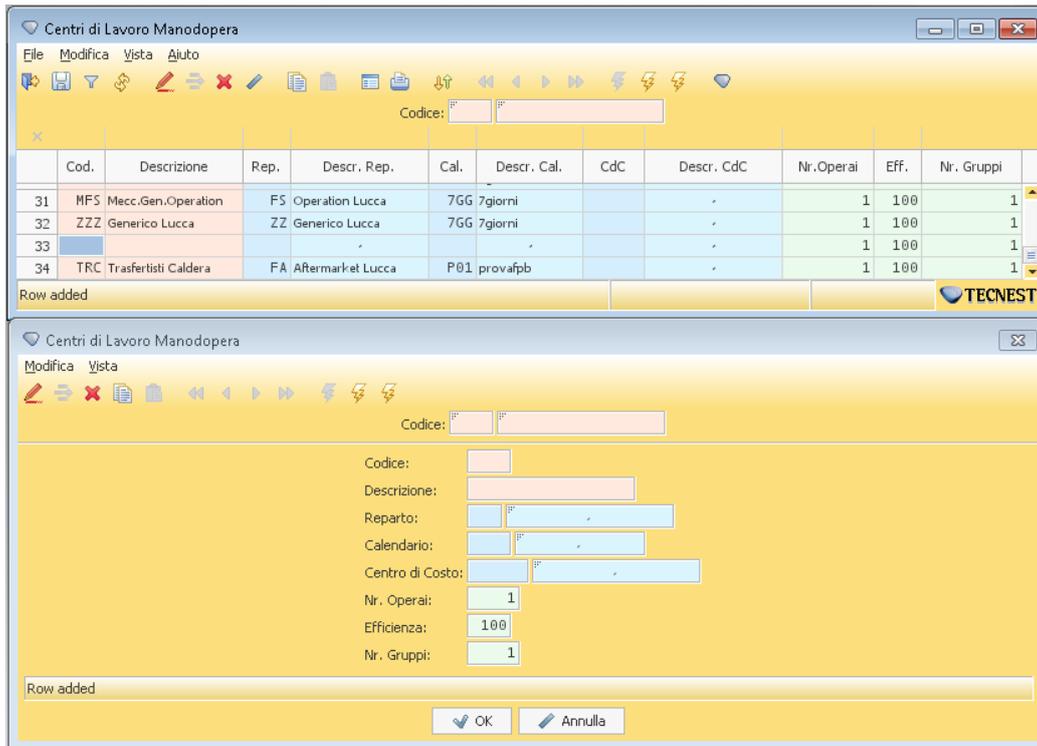


Figura 5.2.C: Schermata di riepilogo dei centri di lavoro definiti a sistema, con in basso la maschera per la definizione di un nuovo centro di lavoro

Come è possibile osservare dalla figura 5.2.C, ogni centro di lavoro è individuabile da un codice, definibile completamente dall'utente, e da una descrizione a corredo. Altre informazioni caratterizzanti il centro di lavoro sono la specifica del reparto di appartenenza, anche questo specificabile nell'apposita sezione "Specifica Reparti"; la specifica del reparto è molto semplice da eseguire e richiede semplicemente la specifica di un codice e di una descrizione, come si può vedere in figura 5.2.D.

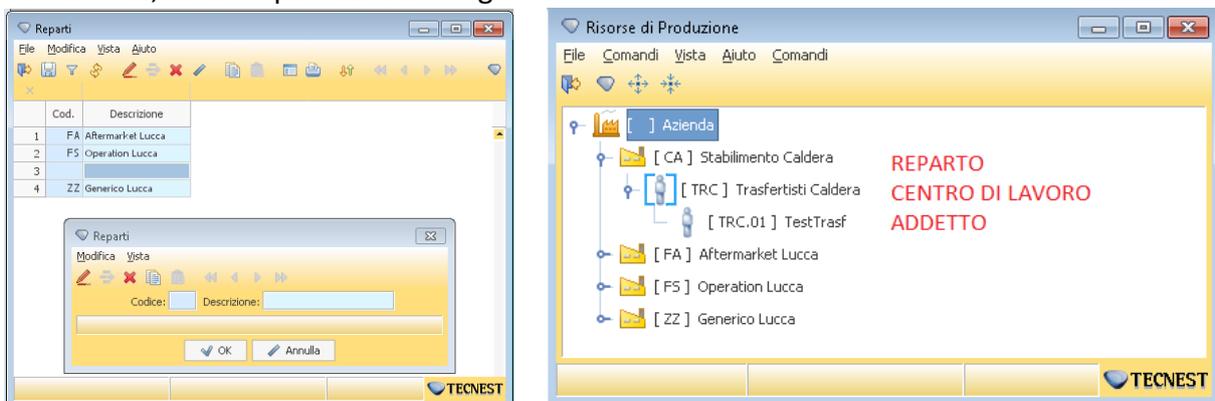


Figura 5.2.D: A sinistra, schermata dell'ambiente di definizione dei reparti; a destra, schermata riepilogativa delle risorse disponibili a sistema organizzate per addetti, centri di lavoro e reparti (sezione nota anche come "centro di lavoro").

La relazione tra Reparto, centro di lavoro e addetto è di tipo gerarchico nelle logiche di gestione del software ed è visualizzabile all'interno della sezione "Risorse di Produzione" 5.2.D; tale sezione si aggiorna automaticamente ad ogni creazione di una nuova entità.

Ultima voce da definire per la creazione di un centro di lavoro è quella relativa al calendario del centro di lavoro, che verrà ereditato di default da tutte le risorse che vi appartengono come già detto. La definizione del calendario avviene attraverso l'utilizzo delle maschere in figura 5.2.E.

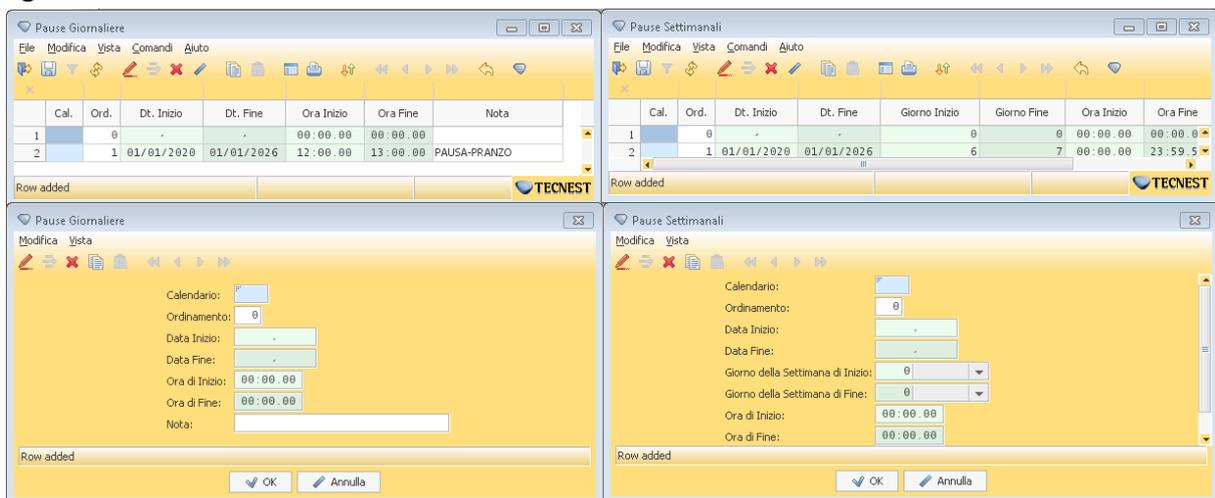


Figura 5.2.E: Schermata di definizione del calendario del centro di lavoro, con a sinistra la specifica dei momenti di pausa giornaliere e a destra dei giorni di pausa settimanali

È quindi possibile definire, una volta specificato il codice identificativo del calendario, il numero di ore di lavoro giornaliero, le varie pause giornaliere e le pause settimanali che verranno ereditate da tutti gli operatori del centro di lavoro se non diversamente specificato.

5.3 Caricamento manuale dei task

L'ambiente di prova fornito non era collegato al SAP aziendale per evitare l'accidentale modifica o eliminazione di dati e informazioni durante l'effettuazione dei vari test. Per questo motivo erano disabilitate le funzionalità relative all'importazione dei task da schedulare e all'aggiornamento dei dati con SAP.

Al fine di poter misurare la durata dell'attività di pianificazione, è stato così necessario creare una serie di task di prova manualmente, ovviamente rappresentativi di quelli reali creati all'interno della Fabio Perini e ad essi fedeli. Per la creazione dei suddetti task, si è utilizzata la funzionalità "Inserimento Ordine di Produzione", accessibile sempre dal menu principale del software (fig 5.3.A). Utilizzando tale funzionalità, si viene ad aprire la schermata in figura:

Figura 5.3.A: Maschera per l'inserimento di un ordine di produzione

Ogni ordine di produzione è identificato da un codice, da inserire nella voce "ordine di produzione" senza particolari vincoli, se non quello dettato dal buon senso che prevede l'inserimento di codici con logica progressiva e crescente.

Ad ogni ordine di produzione corrisponde un codice articolo, impossibile da inserire "manualmente" ma da scegliere da una lista di codici (fig 5.3.B) da definire precedentemente in un'apposita sezione dell'APS che non verrà approfondita in quanto poco rilevante.

	Cod.	Prima Descrizione	Seconda Descrizione
1	10000007	164E Troncatrice + Trim	-
2	10000022	491G Goffatore DESL	-
3	10000097	280F Tubiera >	-
4	10000102	6.5/0 Ribobinatrice Sinci	-
5	10000112	182E/4 Troncatrice	-
6	10000127	9.0/0 Ribobinatrice Sinci	-
7	10000130	582B Accumulatore	-
8	10000132	280F Tubiera	-
9	10000135	4.0/0 Ribobinatrice Sinci	-
10	10000170	142D Troncatrice Segam	-
11	10000180	7.6/0 Ribobinatrice Sinci	-
12	10000181	487C Goffatore P/P - D	-
13	10000182	974F Stampa a 1 colore	-
14	10000183	385A Svolgitore	-
15	10000185	550C Tecnolatore	-

	Tipo	Codice	Rag.Soc.
1	1	1	100000000 Products S.p.a.
2	1	3	100000000 France SAS
3	1	9	100000000
4	1	13	100000000 France S.C.
5	1	17	100000000 Hillas
6	1	25	100000000 verietà S.r.l.
7	1	38	100000000
8	1	53	100000000 S.p.a.
9	1	55	100000000 & Co. Ltd.
10	1	58	100000000
11	1	66	100000000
12	1	80	100000000 S.p.A.
13	1	85	100000000 NORTH AME
14	1	96	100000000
15	1	101	100000000 (SABE)

Figura 5.3.B: Finestre riportanti i codici articolo e i clienti trattati dall'azienda inseriti a sistema.

Una volta scelto il codice articolo, nella schermata riportata in figura 5.3.A si compileranno automaticamente anche i campi “Descrizione ODP” e “Disegno” (se presente).

Ulteriore informazione da inserire sono le date di inizio e di fine dell’attività, così come lo stato della commessa ad oggi, ovvero quegli stati che venivano riportati con i colori verde grigio azzurro rosso e viola illustrati nel primo paragrafo del capitolo. Tale impostazione influirà sulla colorazione del relativo rettangolo rappresentante il task una volta schedulato nell’ambiente di lavoro principale.

Analogamente al caso del codice articolo, per l’inserimento della voce cliente non è possibile digitare manualmente il nominativo del cliente di riferimento ma è necessaria la selezione del suo nominativo da una lista contenente tutti i clienti dell’azienda (fig 5.3.B); anche qua il cliente deve essere prima inserito nel database dell’APS.

Queste erano le principali caratteristiche della suite J-Flex che si sono considerate al fine dell’effettuazione delle operazioni di pianificazione e schedulazione dei tecnici in maniera congrua con quanto necessario presso la Fabio Perini Packaging S.p.A. L’applicativo J-Flex offre altre funzionalità, tipiche dei sistemi APS, come quelle relative ai moduli per la previsione della domanda o per la gestione logistica della fase di delivery, tuttavia queste funzionalità non si sono considerate in quanto non ritenute utili dall’azienda ospitante per l’area di competenza e di utilizzo del software. Nel prossimo capitolo verranno introdotte ulteriori funzionalità e aspetti dell’APS e confrontate con il loro equivalente su Excel, per poter meglio sottolineare le differenze tra i due sistemi. Le differenze che verranno descritte nel prossimo capitolo saranno poi alla base delle considerazioni sulla quantificazione economica dei benefici dovuti all’introduzione di J-Flex che verrà invece affrontata nel settimo ed ultimo capitolo.

CAPITOLO 6 – Differenze tra lo scenario AS-IS e TO-BE

Il sistema J-Flex attualmente in uso presso lo stabilimento di Lucca e che si vorrebbe adottare presso il plant di Bologna richiederebbe una lieve modifica dei processi, in maniera tale da poter essere maggiormente allineato alle attività di Calderara di Reno; permetterebbe tuttavia una volta implementato di avere una serie di vantaggi notevoli dovuti all'adozione dell'APS.

Una parte dei vantaggi più significativi risponde alle criticità della schedulazione su Excel introdotte nel capitolo 4 e viene riassunta nella tabella sottostante per poi essere illustrata in maniera più specifica punto per punto, in comparazione con quanto attualmente realizzabile con il foglio di calcolo; questa comparazione verrà inoltre sfruttata per introdurre alcune funzionalità di J-Flex.

	File Excel	APS
1	Un Task schedulato sul Gantt può riportare in descrizione: <ul style="list-style-type: none">• Nome macchina in produzione	Ogni task schedulato rimanda al relativo avviso su SAP contenente la WBS, semplificando le attività di: <ul style="list-style-type: none">• Tracciabilità• Fatturazione

1	<ul style="list-style-type: none"> • Codice (può essere o la matricola macchina o l'ordine interno) • Nome Cliente <p>Informazioni complete relative al task da reperire manualmente.</p>	
2	<p>Task inseriti manualmente da due figure appartenenti a funzioni diverse, con probabili logiche di compilazione del file differenti. Questo modo di operare implica ovviamente un forte rischio di errori manuali in fase di inserimento.</p>	<p>Task importati da SAP automaticamente previa creazione degli avvisi da parte di figure dedicate.</p> <p>La compilazione "forzata" dei campi degli avvisi su SAP implica uniformità nei dati.</p>
3	Velocità e flessibilità.	Maggiore rigidità del sistema.
4	<p>File potenzialmente eliminabile e alterabile da chiunque vi acceda.</p> <p>Assenza totale di protezione dei dati.</p>	<p>Possibilità di creare diverse tipologie di utenti, abilitati alla modifica o alla semplice visualizzazione delle informazioni.</p>
5	Inserimento manuale dei periodi di ferie delle varie risorse.	Possibilità di importare automaticamente le ferie delle risorse, evitando una duplicazione delle attività.
6	Calcolo manuale della durata in giorni del task da assegnare alla risorsa selezionata.	<p>Possibilità di definire in dettaglio (a livello delle singole ore giornaliere) il calendario delle ore di lavoro delle varie risorse.</p> <p>Durata del task spalmata automaticamente in modo da riempire le sole ore di lavoro della risorsa selezionata.</p>
7	In caso di rischedulazione del task, occorre ricompilare manualmente il file excel ogni volta, reinserendo i rettangoli colorati in ogni casella e	Task rischedulabile con estrema facilità grazie alla funzione "drag&drop", sia in termini di assegnazione a risorse diverse che in termini

7	cancellando le caselle occupate dalla precedente schedulazione.	di slittamento temporale. Riallineamento automatico delle modifiche con SAP.
8	Sovrapposizione dei task da evitare con un controllo manuale nel caso di designazione di un nuovo task ad una risorsa in possesso di task già schedulati.	Durante l'assegnazione automatica dei task ad una risorsa, il sistema vieta di default la sovrapposizione dei task su una stessa data, potendo definire delle logiche di gestione di questa situazione.
9	Sovrapposizione dei task da evitare con un controllo manuale in caso di slittamento delle date di task già inseriti.	In caso di slittamento di un task assegnato ad una specifica risorsa, se questa presenta ulteriori task successivi a quello considerato, in presenza di eventuali sovrapposizioni il task successivo viene slittato in avanti di default. Se il task causa dello slittamento viene tolto o ridimensionato, il task slittato torna nella posizione originale.
10	Nessun tipo di analisi statistica effettuabile relativa allo storico	Possibilità di esportare i dati in file Excel per poi condurre analisi statistiche.
11	Nessun tipo di analisi statistica effettuabile relativa al carico di lavoro in corso	Possibilità di visualizzare il carico delle risorse direttamente nell'ambiente apposito della suite APS.
12	Visibilità del file Excel limitata al solo stabilimento di Bologna.	Possibilità di gestire in maniera sinergica le risorse appartenenti a tutti gli stabilimenti della Fabio Perini.

Il primo punto affrontato sulla tabella costituisce uno dei maggiori punti deboli del sistema attualmente utilizzato. Come si è visto nel paragrafo 4.3 il contenuto informativo totale relativo ai task schedulati sul foglio Excel utilizzato attualmente è rappresentato dalle

informazioni ricavabili esclusivamente tramite la semplice visualizzazione dei task schedulati sul Gantt. Le uniche informazioni del task che è possibile visualizzare, quando presenti poiché non sempre inserite, sono quindi quelle relative al nome della macchina per cui si sta schedulando il task, un codice che può essere o quello della matricola della macchina o dell'ordine interno, (non vi è uno standard che chiarisca quale dei due inserire) e infine il nome del cliente per cui si sta realizzando la macchina. Se si volessero avere ulteriori informazioni di dettaglio sull'ordine, occorrerebbe rintracciare o richiedere l'ordine interno e visualizzare le e-mail contenenti la specifica delle modifiche richieste dal cliente. Al contrario, su J-Flex la creazione di un task da schedulare, come verrà illustrato in seguito, avviene tramite la creazione di un avviso su SAP, che verrà poi automaticamente importato su J-Flex stesso.

Tale avviso contiene tutte le informazioni contenute nell'ordine interno, con anche la WBS di dettaglio della macchina e le informazioni relative alle modifiche concordate con il cliente. La struttura con cui è quindi realizzato l'avviso su J-Flex permette anche di assolvere direttamente alle esigenze di fatturazione e di tracciabilità dell'avanzamento dell'ordine.

Così facendo, le informazioni relative alle macchine coinvolte nei vari task sono disponibili a tutti gli utenti abilitati e non di competenza esclusiva del personale dedicato al monitoraggio degli avanzamenti, permettendo così di diminuire il quantitativo di tempo dedicato alla circolazione delle informazioni ed un maggior livello di circolazione delle stesse, facilitando notevolmente i Project Manager o il personale del Controlling nello svolgimento delle proprie mansioni.

Il secondo punto riportato in tabella affronta una criticità del sistema già segnalata nel paragrafo 4.3. I vari task schedulati sul foglio Excel infatti mancano di coerenza per quanto riguarda il contenuto delle informazioni riportate, essendo questi inseriti come già detto da due figure appartenenti a funzioni diverse, che lavorano in ambienti e uffici diversi e che seguono procedure di compilazione consolidate sulla base dell'abitudine ma non formalizzate a livello aziendale. Ciò si traduce quindi nel fatto che i singoli task nella maggior parte dei casi riportino circa tutti le stesse informazioni, eventualmente scritte con formalismi diversi; tuttavia non è raro trovare, analizzando il file, task in cui alcune delle informazioni sopra descritte siano in parte mancanti. Questa situazione può generare quindi confusione in chi

usufruisce dell'Excel e accentra la conoscenza delle dinamiche di pianificazione nelle mani delle due figure dedicate all'attività stessa, situazione da evitare stando ai principi del Knowledge Management. Al contrario, su J-Flex i task da assegnare vengono automaticamente importati da SAP ed essendo stati generati tramite la compilazione di un avviso sull'ERP, ovvero tramite un sistema rigido che obbliga l'inserimento obbligato di una serie di dati, contengono tutti lo stesso set di informazioni, favorendo la coerenza e la chiarezza del sistema; in altri termini viene così creato uno standard.

Coerenza e uniformità dei dati tuttavia si paga, essendo il sistema J-Flex di contro abbastanza rigido, inquadrato e poco intuitivo, specialmente se paragonato ad un foglio di calcolo (terzo punto della tabella). Quest'aspetto costituisce uno dei principali ostacoli nell'adozione del software, in quanto occorrerà far accettare ai futuri utilizzatori una maggiore complicazione nelle loro mansioni quotidiane. Questa questione è stata trattata più nel dettaglio nel paragrafo 3.5.

Il quarto punto riguarda uno dei rischi praticamente ineliminabili quando si utilizza un foglio di calcolo condiviso in rete. Essendo il file condiviso sulla rete interna dell'azienda, esso è di fatto facilmente cancellabile; è però possibile arginare tale problema creando dei file di backup, da mantenere tuttavia aggiornati manualmente. Altro problema che si pone riguarda l'accidentale alterazione delle informazioni da parte di chi accede al file stesso, anche se questo aspetto è più facilmente controllabile in quanto arginabile tramite la funzione "proteggi foglio" di Excel (soluzione però non utilizzata ad oggi). Su J-Flex questi problemi non si pongono in quanto è possibile definire un account utente per utente con le relative credenziali di accesso e definire quali azioni quel singolo utente è abilitato ad eseguire.

Cliente: 148 Priorità: Ciclo: ATTIVITA_MEC -01 Attività Meccanica Compressione Coda:												
Operazioni dell'Odp Materiali dell'Odp												
File Modifica Vista Info Comandi												
Dati Principali Dati di Setup Dati di Audit												
	Ope.	Sp.	Fase	Descrizione Fase	Macchina	...	Dt. Ins.	Ora Ins.	Utente Inserimento	Dt. Modif.	Ora Modif.	Utente Ultima Modifica
1	10	0	MEC	Attività Meccanica	MEC . 01	A	10/01/2020	11:35:15	GCHIAVACCI	10/01/2020	11:35:15	GCHIAVACCI

Figura 6.A: Particolare della sezione "Dati di Audit" della schermata di modifica di una attività da schedare riportante le modifiche effettuate sul task e il nominativo di chi le ha eseguite.

Altra importante funzione riguarda la generazione, per alcuni dei parametri modificabili dagli utenti di J-Flex, di una sorta di log contenente lo storico delle modifiche eseguite e del particolare account utilizzato per attuarle, permettendo così di avere maggior controllo e sicurezza sui dati, come è possibile osservare nella figura 6.A.

i punti 5 e 6 sono relativi ad una potenzialità facilmente attuabile del software APS, realizzabile in quanto prevista dalla suite J-Flex ma non ancora pienamente sfruttata nel sito di Lucca. Prima di illustrare tale potenzialità, occorre introdurre innanzitutto uno degli aspetti cardine del funzionamento di un APS, ovvero la possibilità di definire utente per utente il calendario lavorativo e il calendario delle ferie. Tale funzionalità non è semplicemente “informativa” ma permette al software, in fase di schedulazione, di poter allocare ora per ora l’attività alla risorsa selezionata rispettandone le pause e le ferie, avendo come input la durata in ore delle attività da schedulare. Quindi ad esempio quando si andrà a schedulare su una risorsa con un calendario simile a quello in figura 6.A un’attività di 56 ore, corrispondenti a 7 giorni e partendo dal lunedì, il software non farà terminare l’attività la domenica, bensì il martedì, rispettando i 5 giorni lavorativi da 8 ore della risorsa.

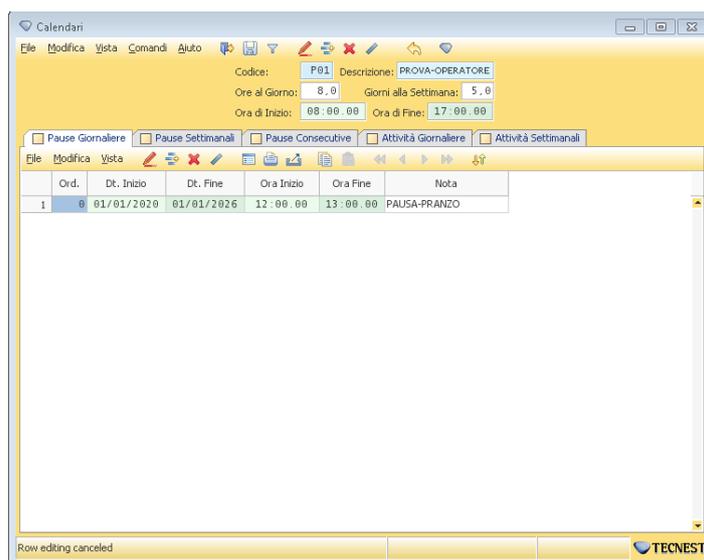


Figura 6.B: Schermata di riepilogo degli orari lavorativi definiti a calendario per l’azienda.

Il calcolo invece della durata effettiva di un’attività nella situazione attuale, deve essere condotto calendario alla mano dall’operatore, che deve tener conto delle ferie e delle pause delle risorse da gestire. Per quel che riguarda il punto 6, è possibile sulla suite APS

automatizzare l'importazione dei periodi di ferie e degli orari di lavoro dei dipendenti, se questi fossero definiti nel modulo delle risorse umane di SAP. Attualmente Fabio Perini S.p.A., in tutte le sue sedi, non ha ancora implementato il modulo delle risorse umane nonostante già utilizzi SAP come ERP. Questa però è un'opportunità di cui tener conto, perché potendo in futuro automatizzare l'importazione di tali informazioni, si eviterebbero i rischi legati alla ricopiatura manuale errata delle informazioni sull'APS e il reinserimento, inutile, di informazioni già definite in un sistema diverso. Per ora queste informazioni sono quindi sì da definire manualmente volta per volta, tuttavia una volta definite tutti i processi di allocazione avvengono in automatico, a differenza dell'utilizzo di un foglio di calcolo, in cui ogni volta occorre manualmente considerare pause e ferie.

I punti sette otto e nove si soffermano invece sulle differenze nelle modalità di modifica di quanto pianificato e rappresentano un'ottima esemplificazione utile ad illustrare i benefici che si hanno nell'adozione di un sistema sì rigido ma parzialmente automatico come un APS. Il punto sette evidenzia come un foglio di calcolo, nonostante sia molto versatile ed immediato nel suo utilizzo, nel caso di una modifica del piano o della schedulazione obblighi il pianificatore a cancellare il contenuto delle celle per i giorni in cui il task non è più previsto, cella per cella; al tempo stesso egli dovrà anche andare a colorare e ad inserire le relative informazioni nelle celle di ogni giorno in cui l'attività è stata prevista dopo la ripianificazione. Oltre a ciò, tutti gli altri sistemi che necessitano di queste informazioni, come SAP, dovranno essere riallineati sulla base delle nuove modifiche. Ciò che avviene invece in J-Flex è molto più semplice e immediato, in quanto basterà selezionare con il mouse la barra dell'attività interessata e traslarla nel nuovo inizio dell'attività pianificata. È possibile effettuare questa azione non solo cambiando l'inizio attività della risorsa inizialmente considerata, ma cambiando direttamente la risorsa, andando a rilasciare il rettangolo su un nuovo tecnico. Questa azione, effettuata sul Gantt di J-Flex, oltre ad avere una ricaduta sull'ambiente grafico andrà ad aggiornare automaticamente tutte le anagrafiche degli ordini e delle risorse coinvolte dall'attività di "Drag&Drop", come spiegato nel paragrafo 5.1. Infine, le modifiche della schedulazione verranno automaticamente importate su SAP, che si riallineerà automaticamente.

L'ottavo punto è relativo ad un altro automatismo presente in J-Flex molto utile per quel che riguarda l'assegnazione dei task alle risorse e riguarda il riconoscimento automatico di potenziali sovrapposizioni tra un task in assegnazione e gli altri già schedulati su una stessa risorsa. A questo punto è possibile definire a sistema differenti logiche di gestione di tale situazione. La più semplice di queste blocca la schedulazione scelta dal pianificatore e gli notifica a schermo la sovrapposizione dei due task, lasciandogli libero arbitrio nella gestione della situazione. Un'altra possibilità invece risiede nel far slittare in avanti automaticamente il task con la data di consegna più lontana al fine di permettere il corretto inserimento del task che si vuole schedulare. È anche possibile settare il sistema in maniera tale che il task venga assegnato ad una risorsa compatibile e libera nell'intervallo di tempo necessario all'espletamento del task; ovviamente queste ultime due logiche se selezionate verranno svolte in maniera automatica dal sistema generando però sempre una notifica a schermo nel caso si verificassero.

Il punto nove è invece relativo alla gestione di potenziali conflittualità tra due task già schedulati e successivi su una stessa risorsa. Nel caso in cui il task attualmente in esecuzione subisse dei ritardi causandone un consequenziale slittamento temporale, potrebbe andare a sovrapporsi ad un task successivo già schedulato sulla risorsa. Il sistema di default fa slittare in avanti automaticamente il task successivo, anche se sono definibili delle logiche simili a quelle delineate nel punto nove. Nel caso tuttavia in cui l'operatore intervenisse tramite azioni di "Drag&Drop" oppure il task in esecuzione subisse un recupero tornando ad essere terminabile entro quando originariamente schedulato, il task successivo slittato dal sistema tornerebbe automaticamente nella posizione originale, ripristinando le date di inizio e di fine stabilite in fase di schedulazione. Ovviamente gli automatismi appena descritti nei punti otto e nove non sono presenti nel foglio di calcolo utilizzato attualmente, dove tutte queste considerazioni devono essere eseguite manualmente e dove non è presente un sistema che notifichi le possibili incompatibilità appena descritte; viene tutto lasciato all'esperienza e all'"occhio" del pianificatore, con conseguente aumento della probabilità di errore in fase di schedulazione.

Altro vantaggio ottenibile da un APS, è la possibilità di esportare in maniera ordinata e coerente i dati su un foglio di calcolo col fine di effettuare delle analisi statistiche sui dati

aggregati tramite l'utilizzo di strumenti quali le tabelle pivot. Questa opportunità paradossalmente non è realizzabile direttamente su un file Excel compilato manualmente con delle logiche quali quelle utilizzate presso il plant di Bologna, in quanto non vi è coerenza tra i dati presenti all'interno del file; inoltre alcune informazioni, riportate sul file tramite l'ausilio di supporti grafici (come il colore delle celle) non sono elaborabili. Al contrario, il software APS avendo stipati nei propri record una serie di dati in maniera strutturata e formalizzata, ne rende possibile l'elaborazione a fini statistici. Per l'importazione dei dati su Excel è presente nella suite una sezione apposita che permette oltre alla selezione dei dati da voler importare, la creazione e il salvataggio di un preset di export predefiniti in cui si possono specificare per ogni set i dati da voler importare e il layout della tabella con cui questi verranno visualizzati su Excel. Per ogni preset salvato è poi possibile definire un codice identificativo del preset e una descrizione relativa alla tipologia di dati e alla finalità dell'importazione di quest'ultimi; le maschere per tale operazione sono riportate in figura 6.C.

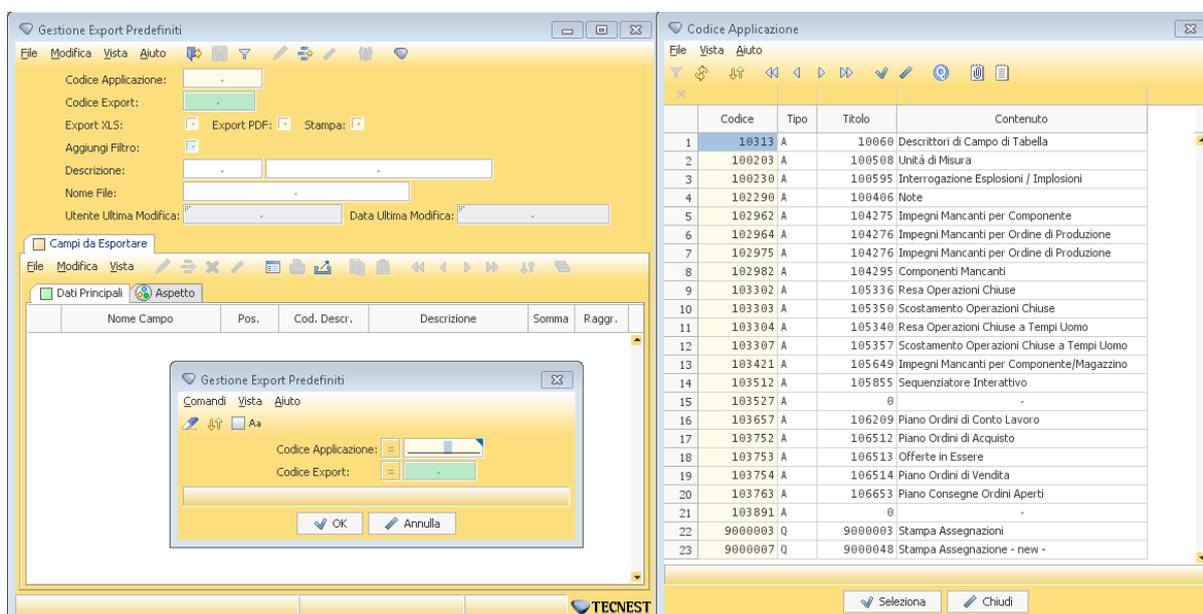


Figura 6.C: Schermata per la definizione dei parametri di esportazione dei dati di interesse su Excel a fini statistici, a destra i preset di parametri salvati per velocizzare le operazioni di esportazione dei dati.

Oltre alla possibilità di poter importare dati su Excel da poter poi elaborare successivamente, è possibile visualizzare alcune informazioni direttamente negli ambienti del software, tra queste la più importante risulta essere sicuramente il carico delle risorse, realizzato ad oggi

manualmente con un basso livello di dettaglio (a livello di skill del tecnico, ovvero tecnico o meccanico, e mese per mese) sul foglio di calcolo visualizzato in figura 4.4.A.

La finestra in figura 6.D, relativa alla visualizzazione dei diagrammi di carico presenta, oltre il menu e barre con vari strumenti, un'area grafica all'interno della quale sono rappresentati i relativi istogrammi. Gli istogrammi di carico sono connessi con i Gantt tramite eventi bidirezionali: ad esempio, se dal Gantt si ripianifica un ordine, in questa finestra il carico sarà immediatamente aggiornato; viceversa, se da questa finestra si ripianifica un ordine, gli effetti saranno subito visibili anche sul Gantt. Il carico viene costruito dinamicamente in base ai dati contenuti nel sistema.

La funzione di elaborazione del carico ha lo scopo di sommare le ore impegnate dagli ordini di produzione su una risorsa in un periodo. La durata del periodo non è fissa, ma è settabile dall'utente in base alle opzioni fornite dal sistema (Giorno, Settimana, Mese). Anche la risorsa non è di tipo fisso, ma selezionabile fra Centri di Lavoro, Reparti, Stabilimenti.

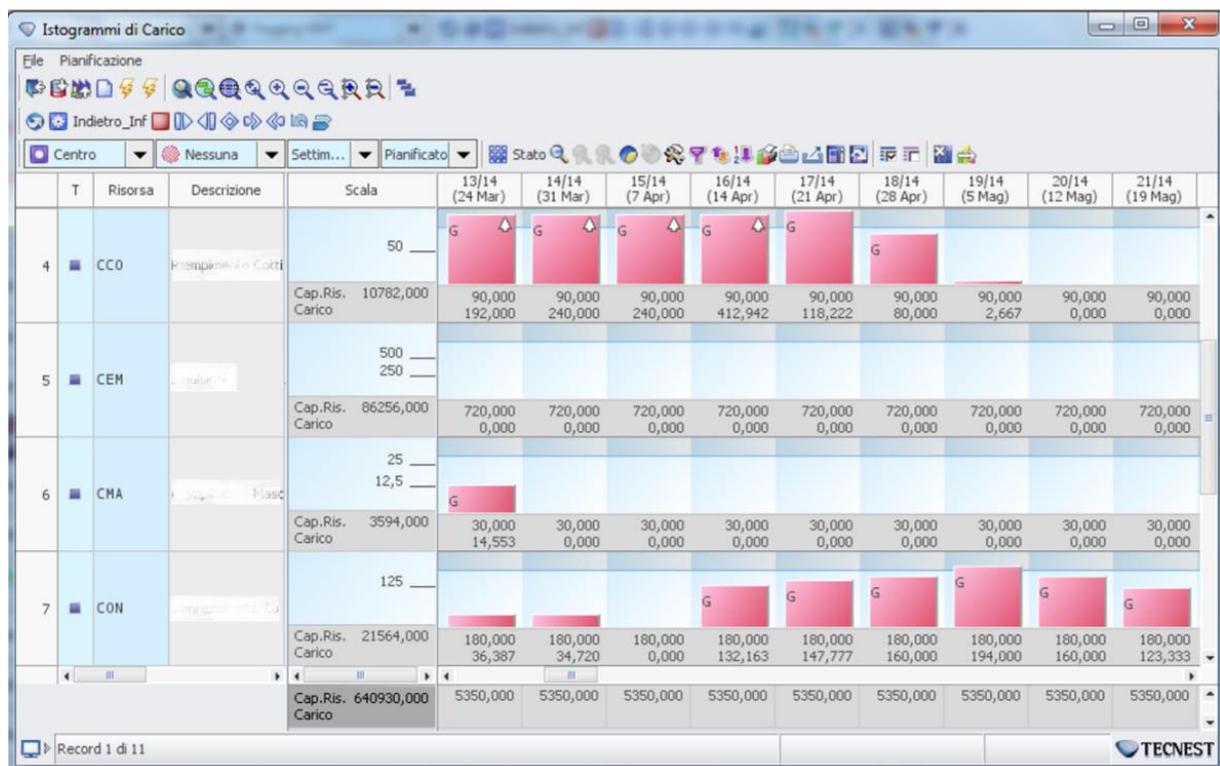


Figura 6.C: Schermata di visualizzazione del livello di carico delle risorse a sistema.

Viene indicata infine, come ultima differenza tra i due sistemi, la possibilità di poter controllare e sfruttare in ottica sinergica i tecnici di tutti gli stabilimenti della Fabio Perini (punto 12). Questa opzione non è ovviamente attuabile tramite l'utilizzo di un file Excel ed è implementabile a patto che tutti i siti produttivi utilizzino la stessa suite APS con logiche di suddivisione e gestione del personale allineate tra di loro. La possibilità di poter impegnare da ogni parte del mondo determinati tecnici per l'effettuazione di trasferte per l'installazione di macchine o di upgrade/interventi in assistenza presso i clienti più prossimi al sito di appartenenza dei tecnici, avrebbe notevoli ripercussioni in ottica di saving e al tempo stesso di servizio al cliente.

CAPITOLO 7 - Value Assessment della soluzione APS

Scopo finale della metodologia di Value Assessment proposta è quello di supportare la stima ex-post del “valore” attribuibile all’introduzione della suite APS presso lo stabilimento Fabio Perini di Calderara di Reno. Per la valutazione dei tempi di esecuzione delle attività e la conseguente monetizzazione dei costi relativi al loro svolgimento, è stato utilizzato un ambiente di prova del software per le varie simulazioni affine alla versione definitiva che potrà essere implementata in azienda, non essendo la suite ancora operativa al momento in cui la tesi è stata scritta.

La principale difficoltà incontrata durante tale analisi è dovuta all’assenza di una teoria largamente accettata sul value assessment non solo per i progetti di implementazione di un sistema APS, ma più in generale per i progetti di Information Technology (IT) (Brun A., Caridi M., 2009). Diversi lavori di survey hanno dimostrato che la maggior parte dei metodi di valutazione di soluzioni informative utilizzati nella pratica, sia ex-ante che ex-post, sono varianti che si basano su tecniche e filoni di pensiero consolidati; Inoltre, nonostante la disponibilità di approcci di ogni sorta, alcune ricerche hanno rivelato che la maggior parte delle aziende utilizza semplici tecniche di contabilità industriale, notoriamente quelle appartenenti alla classe dei metodi quantitativi e comparativi. In particolare, in base ai risultati di una survey condotta da Ballantine e Stray (1999), i metodi più diffusamente applicati dalle aziende per la valutazione dei progetti IT sono i metodi ROI e di analisi costi-benefici. La stessa analisi ha consentito di concludere che l’utilizzo “istituzionale” di una tecnica non coincide

necessariamente con la rilevanza ad essa associata: se è vero che la maggior parte delle aziende fanno uso “istituzionale” delle tecniche finanziarie per valutare investimenti in IT, altri fattori sono determinanti sulla situazione finale (Brun A., Caridi M., 2009).

La metodologia utilizzata sarà quella del Pay Back Period (PBP), suggerita come la più efficace nel framework “Metodologia di Value Assessment dei sistemi APS/SCM” edito da Alessandro Brun e Maria Caridi, professori del dipartimento di Ingegneria Gestionale presso il Politecnico di Milano. Il “tempo di ripagamento” rappresenta il tempo necessario alla realtà aziendale presa in considerazione per ripagare, in termini attualizzati all’istante zero, l’esborso iniziale di investimento e gli eventuali esborsi successivi o costi di esercizio. È definito come quel valore di “t” che annulla la funzione di pay-back:

$$PB(T_{PB})=0$$

La funzione di Pay-back è invece pari a:

$$PB(\tau) = \sum_{\tau=0}^t \frac{FF'(\tau)}{(1 + \rho)^\tau}$$

Dove:

- $FF'(0)=-I$: rappresenta l’esborso iniziale dell’investimento;
- $FF'(t)$: rappresentano i flussi di cassa netti, in termini differenziali;
- t : rappresenta l’unità di misura, nel caso in esame saranno mesi;
- ρ : rappresenta il tasso di attualizzazione dei flussi nel tempo;

T_{PB} è quindi il valore della variabile t tale per cui:

$$\sum_{\tau=0}^t \frac{FF'(\tau)}{(1 + \rho)^\tau} = 0$$

I flussi di cassa per $t>0$ presentano la componente di variazione del margine operativo netto a seguito dell’introduzione della soluzione informativa. Questa variazione potrebbe però essere conseguita al 100% solo dopo un certo transitorio dal rilascio della soluzione (“go live”) (Brun A., Caridi M., 2009).

Si ricorda che il periodo di recupero è un criterio che solo impropriamente può essere definito “di valutazione economica degli investimenti”. A rigor di logica, infatti, esso non dà alcuna informazione circa la redditività dei progetti. Esso informa invece circa la rischiosità degli stessi, rischiosità espressa in termini eminentemente temporali. Gli autori del framework individuano nel PBP il metodo migliore per la valutazione di un investimento del genere in quanto, oltre ad essere di semplice applicazione, i vari benefici apportati da una suite APS sono di difficile valutazione con le tecniche di contabilità tradizionali, come richiederebbero i metodi quantitativi e comparativi tradizionali quali il ROI (Radcliffe, 1982), il Return on Management (Strassman, 1985) o l’ “analisi costi-ricavi” (Hornngren e Sundem, 1987) (Brun A., Caridi M., 2009).

Il problema della misura dei “benefici attesi” dall’introduzione di soluzioni di Information Technology è uno dei problemi più discussi dalla letteratura mondiale. Per comprendere la natura del problema si riporta una classificazione effettuata da Brown (1994) (figura 7.A). In questa classificazione i benefici sono misurati in base alla loro “misurabilità” e alla “attribuibilità alla specifica soluzione informativa”.

<i>Debolmente</i>	INDIRETTI	STRATEGICI
<i>Fortemente</i>	HARD	INTANGIBILI
	<i>Quantificabili</i>	<i>Non quantificabili</i>

Figura 7.A: Matrice relativa alla classificazione di Brown dei benefici di un sistema IT; Sull’asse delle “Y” è posta la voce “attribuibilità alla specifica soluzione informativa e sull’asse delle “X” la “misurabilità del beneficio”.

I benefici “Hard” sono il risultato diretto dell’introduzione del sistema informativo nella realtà aziendale e quindi sono tipicamente legati a riduzioni di costo e aumento dell’efficienza di gestione. La quantificazione di questi aspetti può essere tranquillamente svolta attraverso le tradizionali tecniche di valutazione. I benefici “intangibili”, pur essendo chiaramente riconducibili al supporto tecnologico adottato, non sono di agevole misura. Un sistema di supporto alle decisioni ad esempio potrebbe migliorare la qualità delle decisioni stesse così come la struttura del lavoro dei decisori: questi miglioramenti sono però difficili da identificare e tanto più da quantificare. I benefici “indiretti” sono potenzialmente agevoli da misurare, ma non possono essere interamente attribuiti all’investimento sostenuto, in quanto l’effetto del nuovo sistema non è facilmente isolabile. I benefici “strategici” infine, sono quelli che sommano entrambe le difficoltà (misurabilità, attribuibilità) e si riferiscono all’impatto derivante nel lungo termine dalla combinazione e dalla sinergia di più fattori (Brown, 1994).

Al fine di poter decretare il livello di convenienza dell’investimento effettuato, si confronterà il tempo di ripagamento risultante nel caso della Fabio Perini con quello medio osservabile per questo tipo di sistemi informativi. In generale infatti una soluzione APS/SCM presenta tempi di ripagamento relativamente brevi (analisi di Gartner Group stimano un tempo di ripagamento degli APS di 6-9 mesi contro 1-4 anni dei sistemi ERP) (Brun A., Caridi M., 2009).

In seguito alla determinazione del tempo di Pay-Back, verranno elencati i principali benefici di tipo strategico adottabili in seguito all’implementazione della suite J-Flex. Tali benefici vengono quindi trattati a parte e non nella sezione di valorizzazione economica in quanto difficilmente stimabili in termini monetari.

7.1 Valorizzazione Economica della soluzione APS

Per poter valutare in termini economici l’adozione della soluzione APS in oggetto, si è proceduto riproducendo l’attività di schedulazione come già effettuato nello stabilimento lucchese in cui la suite J-Flex è già in uso. Tale attività è stata poi smembrata in sotto-attività, di cui si sono rilevati i tempi per la loro esecuzione; infine ogni sotto-attività è stata messa a confronto con l’analogia sotto-attività attualmente realizzata utilizzando il file Excel. Si è

proceduto in questo modo per poter così stimare i costi differenziali di utilizzo della soluzione APS da utilizzare nella stima del Pay-Back Period, andando così ad analizzare i benefici “Hard” della classificazione di Brown.

Per la stima delle varie voci di costo si sono innanzitutto considerati come costo orario aziendale del personale dedito all’attività di pianificazione 80 €/ora, indicati dal proprio referente aziendale e contenente al suo interno varie voci quali il RAL, i contributi previdenziali e assistenziali, il TFR e l’allocazione dei costi legati all’energia e alla strumentazione di cui si usufruisce in azienda. Tutti i dati riportati in tabella sono su base annua.

7.1.1. Determinazione dei costi differenziali

Per favorire la semplicità di lettura di questi calcoli si è optato per una loro schematizzazione in forma tabellare. Verranno in seguito ripresi uno ad uno e spiegati nel dettaglio.

PUNTO	MACRO ATTIVITA'	DATI ESECUZIONE ATTIVITA'	QUANTIFICAZIONE	COSTO EXCEL	COSTO APS	COSTO DIFF.
1	Inserimento periodi disponibilità risorsa	Numero medio modifiche annue disponibilità	5	3400 €	0 €	3400 €
		Numero tecnici	34			
		Durata inserimento Excel	15 min.			
2	Determinazione durata task	Esecuzioni annue Excel	140	2800 €	0 €	2800 €
		Durata attività Excel	15 min.			
3	Controllo sovrapposizione task in inserimento	Esecuzioni annue Excel	140	3733 €	467 €	3266 €
		Esecuzioni annue APS	70			
		Durata attività Excel	20 min.			
		Durata attività APS	5 min.			
4	Inserimento dei task	Esecuzioni annue Excel	140	2800 €	933 €	1867 €
		Esecuzioni annue APS	70			
		Durata attività Excel	15 min.			
		Durata attività APS	10 min.			
5	Gestione slittamento/modifica date task	Esecuzioni annue Excel	140	4667 €	933 €	3733 €
		Esecuzioni annue APS	70			
		Durata attività Excel	25 min.			
		Durata attività APS	10 min.			
6	Reperimento dati utili alla funzione Controlling	Numero esecuzioni annue	70	1867 €	467 €	1400 €
		Durata attività tramite Excel	20 min.			
		Durata attività tramite APS	5 min.			

La somma dei costi differenziali ha permesso di evidenziare un risparmio annuo pari a 16467 €, risparmio che tra l'altro è stato calcolato unicamente sulla base dei benefici cosiddetti "tangibili" e quindi più facilmente quantificabili, dovuti alla variazione della durata dell'attività di pianificazione portata avanti quotidianamente in azienda. In particolare, le voci che si sono considerate sono state le seguenti: andando per ordine, la prima attività considerata nello schema sovrastante è stata quella relativa all'inserimento dei periodi di disponibilità delle risorse come informazione essenziale per poter svolgere l'attività di pianificazione. Ad oggi il tutto viene gestito da parte o del responsabile dei trasfertisti, o del responsabile dei tecnici interni, concordando con la risorsa interessata le giornate di ferie nel rispetto dei vincoli aziendali e marcando successivamente di giallo le caselle con i giorni prestabiliti nel file Excel, come già spiegato nel paragrafo 4.3. I periodi di ferie concordati vengono poi comunicati alle risorse umane e inserite in un database. Tale attività viene effettuata in media 5 volte all'anno per ogni operatore, come comunicato dal responsabile dei trasfertisti, e richiede circa un quarto d'ora di tempo complessivo ogni volta, nel cercare di stabilire dei periodi di ferie compatibili con la realizzabilità delle attività aziendali. Considerando anche il costo orario del personale addetto alla pianificazione pari a 80 €/h e che il numero totale di tecnici presso lo stabilimento di Calderara di Reno ammonta a 34, ogni anno questa attività in carico alla pianificazione costa circa 3400 €. Il calcolo che è stato effettuato per tale quantificazione è lo stesso utilizzato anche per tutte le successive ed è esprimibile nella seguente forma:

$$\begin{aligned} \text{Costo attività} &= \\ &= \left[\frac{\text{costo orario risorsa}}{60} \right] \times [\text{durata attività in minuti}] \times [\text{numero di esecuzioni}] \end{aligned}$$

Nel caso si adottasse la soluzione APS il costo dell'attività precedente passerebbe a zero per la Pianificazione, in quanto i periodi di disponibilità verrebbero importati direttamente dall'ERP ed inseriti una sola volta dalle Risorse Umane, evitando anche una duplicazione delle mansioni non necessaria.

Altra attività eliminabile grazie all'introduzione di un sistema APS, è quella relativa al calcolo dei giorni effettivi di durata dei task da schedulare. In seguito all'inserimento su Excel dei periodi di disponibilità e non disponibilità delle risorse, occorre determinare manualmente la durata effettiva dei task da pianificare non considerando nel computo totale dei periodi di effettiva esecuzione del task i giorni relativi alle eventuali ferie, i sabati e le domeniche in quanto giorni non lavorativi per la Fabio Perini, ed eventuali altri giorni di chiusura. Tale attività, di cui si è anche già discusso nel capitolo 6 al punto 6, per pianificazioni con orizzonti temporali della durata di mesi, seppur semplici richiedono pur sempre un minimo di tempo, pari a circa un quarto d'ora. Le commesse medie all'anno come affermato in precedenza sono pari a 70, tuttavia essendo l'attività di pianificazione assegnata a due responsabili, il numero totale di esecuzione di tale attività diventa quindi 140. Considerando quindi la durata, la frequenza annua e il costo orario, tale attività, eliminabile completamente grazie all'APS in quanto svolta in maniera automatica, costa alla Pianificazione circa 2800 € all'anno.

Il terzo punto è relativo invece al controllo in fase di inserimento di possibili incompatibilità tra il task che si sta inserendo ed eventuali altri task già presenti e confermati in fase di schedulazione. Questo controllo viene fatto manualmente e sulla base di questo si decide a chi assegnare il task ed eventualmente, se non vi fossero risorse libere, se e quali task far slittare in avanti. Una sua durata è stata stimata in media pari a 20 minuti da parte del responsabile dei trasfertisti, considerando quindi tale durata per il numero totale di commesse annue, sempre moltiplicate per due per il motivo di cui sopra, tale attività costa ogni anno circa 3733 € con il sistema attualmente in uso. Adottando la suite J-flex invece, tale costo calerebbe drasticamente in quanto il tempo per tale attività verrebbe notevolmente ridotto. Come già spiegato nel capitolo 6 al punto 9, la gestione di tale situazione verrebbe parzialmente automatizzata e il compito del pianificatore diverrebbe solamente di controllo e/o conferma delle modifiche attuate dall'APS. Oltre a ciò, vi sarebbe un solo pianificatore dedicato all'attività di schedulazione dei task, quindi il numero di attività eseguite passerebbe a 70, pari al numero delle commesse annue. Con l'introduzione dell'APS, i costi annui diverrebbero pari a 467 €, generando così un differenziale di costo pari a 3266 €.

La quarta voce di costo che viene affrontata in tabella riguarda l'effettivo inserimento del task da schedulare nella piattaforma scelta. Nel caso del file Excel tale attività, una volta svolte

tutte le precedenti, è relativamente veloce e richiede semplicemente al pianificatore di colorare i giorni del calendario in cui le risorse saranno impegnate, e di inserire in ogni periodo la descrizione dei vari task. Occorre tuttavia puntualizzare che sebbene questo compito sia di natura estremamente semplice, non essendoci sistemi di controllo su quanto fatto dall'operatore è possibile che vengano commessi degli errori in queste fasi, così come nelle precedenti. Tali errori implicano ovviamente dei costi, anche semplicemente per il tempo perso per la loro correzione; tuttavia, non essendo presente alcun tipo di dato storico in azienda da cui poter trarre informazioni di tipo statistico, il peso economico di quanto detto non è stato quantificato, portando inevitabilmente ad una sottostima del costo di utilizzo del foglio di calcolo. La sottostima appena citata tuttavia ci permette di rimanere cautelativi nella stima dei benefici economici apportati dalla soluzione APS. Riprendendo a trattare il quarto punto è possibile affermare che l'attività di inserimento dei task sul file Excel prenda in media un quarto d'ora ai pianificatori per ogni task, mentre la durata dell'analoga attività sull'APS, che consisterebbe nella creazione degli avvisi su SAP, dura circa dieci minuti essendo la maggior parte dei campi da compilare composti da dei menu a tendina in cui selezionare l'informazione utile tra tutte le informazioni inseribili già presenti nei database di SAP. Inoltre, per la nuova logica di esecuzione del processo di pianificazione, verrebbe creato un solo avviso da un solo pianificatore, permettendo così il passaggio da 140 a 70 esecuzioni dell'attività di pianificazione. I costi di esecuzione passerebbero quindi da 2800 € a 933 €, permettendo un risparmio teorico di 1867 €.

Il quinto ed ultimo punto riguardante il processo di pianificazione vero e proprio riguarda invece la modifica in un secondo momento di task già schedulati. Tali modifiche possono aver luogo sia nel caso in cui task schedulati precedentemente a quello in analisi siano oggetto di ritardi vari sia nel caso di modifiche concordate con il cliente. Questo caso, l'unico considerato nella nostra stima, è il più frequente e si verifica praticamente sempre in quanto appena chiuso l'accordo economico con il cliente dall'ufficio acquisti, viene realizzata una prima schedulazione di massima da parte della pianificazione; in seguito, non appena i vari step di produzione sono stati definiti più nel dettaglio così come i vari contratti con i fornitori dei gruppi da assemblare, viene eseguita una rischedulazione sulla base di date più certe. L'attività di rischedulazione porta via ai due addetti alla pianificazione in media 25 minuti di tempo a

detta loro, mentre l'attività di modifica di un task già schedulato sull'APS è estremamente agevole ed effettuabile in una decina di minuti al massimo nel caso si verificassero delle sovrapposizioni di task da dover gestire: l'effettiva modifica di un task è estremamente veloce essendo effettuata nella GUI del software tramite azioni di Drag&Drop, si è quindi considerata una stima temporale peggiorativa. La frequenza di esecuzione dell'attività è pari a 140 e 70 rispettivamente tramite l'utilizzo del foglio di calcolo e dell'APS per i motivi sopra citati. I costi stimati per l'esecuzione di tale attività sono quindi di 4667 € nel caso dell'utilizzo dell'Excel e di 933 € tramite l'utilizzo di J-Flex, implicando un costo differenziale di 3733 €.

Il sesto ed ultimo costo è invece relativo ad una attività non direttamente ricollegabile alla pianificazione vera e propria ma ad un'altra funzione aziendale, ovvero quella del controllo di gestione. Il file Excel attualmente utilizzato viene infatti condiviso con le risorse appartenenti a tale ruolo, i "controller", che si servono di tale file per rilevare, attraverso la misurazione di appositi indicatori, lo scostamento tra obiettivi pianificati e risultati conseguiti. Ad oggi tale processo porta via al controller dedicato a tale attività circa 20 minuti per ogni commessa schedulata. Introducendo in azienda la suite J-Flex tale attività diverrebbe velocissima, in quanto molte metriche relative ai task sono già gestite dal software stesso, senza la necessità di un calcolo manuale. La durata dell'analoga attività tramite l'APS è stata stimata quindi rimanendo sui cinque minuti, essendo le informazioni utili al controller già presenti nel software e consistendo quindi l'attività semplicemente in un'esportazione di tali informazioni su un foglio di calcolo esterno. Considerando quindi le 70 commesse annue, i costi delle due soluzioni per l'esecuzione dell'attività sono pari a 1867 € e 467 €, con un differenziale di 1400 €.

7.1.2. Determinazione del tempo di Pay-Back

I costi differenziali calcolati nel precedente paragrafo verranno ora utilizzati per calcolare il tempo di Pay-Back della soluzione informatica che si vuole adottare. Considerando quindi i 16467 € all'anno che è ipoteticamente possibile risparmiare tramite l'introduzione di J-Flex, si è proceduto al calcolo della funzione di payback mese per mese con l'obiettivo di verificare se i tempi per il ripagamento della soluzione APS risultassero congrui con quelli tipici di questa tipologia di software.

Come dati di input della funzione di payback si sono quindi considerati:

- 6000 € di costi iniziali al primo mese, corrispondenti all'acquisto e installazione di due licenze J-Flex (una principale e una di back-up);
- 2560 € corrispondenti a 4 giorni di formazione da parte di un pianificatore dello stabilimento di Lucca;
- 75 €/mese di tariffa di utilizzo del software da corrispondere alla Tecnest, corrispondenti al 15% del prezzo di vendita finale;
- Costi differenziali mensili pari a $16467/12$ €, ovvero circa 1373 € al mese;
- Tasso di attualizzazione pari a 0,1;

La scelta del tasso di attualizzazione pari a 0,1 è ritenuta ragionevole dagli autori Alessandro Brun e Maria Caridi all'interno del loro elaborato che ha funto da base metodologica per la realizzazione del Value Assessment.

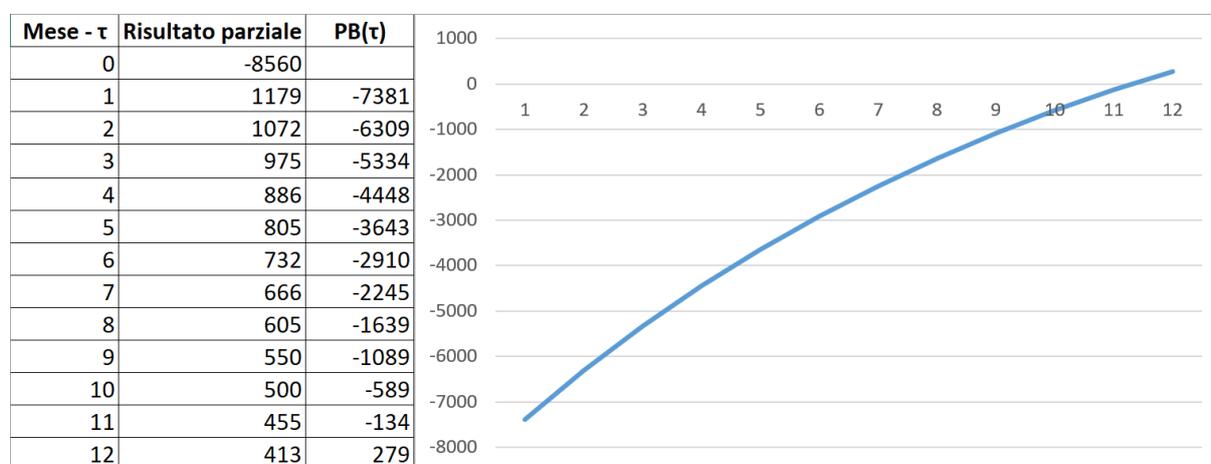


Figura 7.1.2.A: Risultati dell'esecuzione dei calcoli della funzione di payback mese per mese, in forma tabellare e in forma grafica

Con i precedenti dati si sono ottenuti i risultati riportati in figura 7.1.2.A, che evidenziano come il tempo di ripagamento della suite J-Flex da adottare si collochi tra l'undicesimo e il dodicesimo mese di adozione del software. I risultati ottenuti sono lievemente superiori ai tempi di ripagamento tipici per un'installazione APS, occorre tuttavia tener conto del fatto che le stime dei tempi di esecuzione delle attività così come le frequenze di esecuzione delle stesse siano state considerate e valorizzate in ottica cautelativa, andando probabilmente a sottostimare alcune voci.

7.2 Valutazione Strategica della soluzione APS

Con la fase di “valutazione strategica” si intende presentare una panoramica del contributo di lungo termine di una generica soluzione APS al sistema produttivo-logistico in esame.

Questo “contributo strategico” viene spesso presentato dalla letteratura come “beneficio intangibile” perché non direttamente monetizzabile a meno di ricorrere ad artifici contabili di attribuzione di un valore monetario. Sebbene non siano monetizzabili tali contributi, essi rappresentano un contributo fondamentale apportato dalla soluzione APS che non possono essere trascurati in fase di valutazione finale del sistema informativo. Tali contributi possono venire valutati sulla base di due variabili principali (Brun A., Caridi M., 2012):

- Il servizio al cliente e il vantaggio competitivo della supply chain
- L'organizzazione interna.

7.2.1. Il servizio al cliente e il vantaggio competitivo della supply chain

Nei passi precedenti sono state identificate delle prestazioni che presentano almeno una componente ritenuta non monetizzabile:

- Maggior precisione previsionale;
- Tempestività;
- Flessibilità;
- Limitazione degli errori umani;

Queste prestazioni possono essere in genere associate al concetto di “customer satisfaction” e servizio al cliente. Pur non essendo direttamente monetizzabili, esse impattano fortemente sull'immagine dell'azienda percepita dall'esterno o sul livello di servizio al cliente in sé. È utile sottolineare che in letteratura sono stati elaborati diversi modelli che tentano di quantificare e monetizzare queste “componenti” di lungo periodo. Si pensi alla monetizzazione dell'effetto negativo sull'immagine dell'azienda data dalla consegna al cliente di un prodotto difettoso (non qualità esterna): diversi autori ritengono che il costo di intervento in garanzia

(componente monetizzabile) sia nettamente inferiore rispetto al costo in termini di perdita di immagine. Questo valore potrebbe essere monetizzato facendo delle assunzioni o appoggiandosi a degli studi empirici. La metodologia applicata si propone quindi di non effettuare alcuna stima di questo tipo, ritenendo invece fondamentale presentare al decisore un vettore che riporti i possibili miglioramenti conseguibili in termini di livello del servizio e di immagine aziendale. Per quel che riguarda invece i miglioramenti intangibili relativi alle prestazioni del funzionamento della supply chain, sono stati elencati nelle fasi precedenti i seguenti punti:

- Gestione multisito globale dei tecnici;
- Maggiore protezione dei dati sensibili;
- Possibilità di effettuare analisi statistiche;

Queste voci sono ancor più difficili da tradurre in termini economici rispetto alle precedenti, in quanto non sono nemmeno riconducibili ad un aumento del valore offerto al cliente; esse fanno invece riferimento a costi opportunità e ad efficientamenti interni aziendali.

A questo punto è l'interlocutore aziendale stesso a dover stabilire se un miglioramento in tale senso possa effettivamente tradursi in un vantaggio competitivo per il sistema. Questo deve essere necessariamente fatto per guidare l'eventuale scelta di una soluzione che vada incontro alle esigenze del sistema logistico-produttivo.

7.2.2. L'organizzazione interna

L'introduzione di un sistema informativo comporta molto spesso dei cambiamenti all'interno dell'organizzazione nel quale viene implementato. Come nel caso del servizio al cliente la metodologia vuole in questo caso solo segnalare gli effetti (positivi) di lungo termine che si potrebbero registrare all'interno di un'organizzazione.

- *Evoluzione della cultura aziendale*: ogni attore agisce non più come soggetto singolo in ottica di ottimizzazione locale, ma come soggetto all'interno della supply-chain dove l'azione del singolo si somma a quella degli altri attori in ottica di ottimizzazione globale.

- *Nuova organizzazione delle attività:* grazie all'introduzione del nuovo sistema si riducono i tempi per svolgere le attività, quindi ciò consente all'operatore di dedicarsi ai propri compiti con maggior approfondimento e serenità, con la finalità di migliorare la qualità del risultato finale.
- *Nuovi ruoli delle persone:* si introducono concetti quali job-enrichment (arricchimento delle mansioni dell'utente in quanto è necessaria una maggiore preparazione, istruzione, quindi è richiesta una maggior qualificazione del personale) e job-enlargement (grazie ad una riduzione del tempo necessario allo svolgimento delle attività, le stesse persone possono svolgere più compiti, avere maggiori responsabilità, con conseguente alleggerimento della struttura organizzativa).
- *Nascita di sinergie tra le attività/funzioni:* il nuovo sistema consente una più facile comunicazione tra le diverse funzioni all'interno dell'organizzazione, quindi risulta più facile collaborare tra più persone che possiedono informazioni diverse eliminando anche eventuali barriere geografiche, è più snello e rapido l'accesso e lo scambio di informazioni, quindi è più facile condividere dati e conoscenze con conseguente snellimento delle procedure.

Conclusioni

Da quanto emerso nell'ultimo capitolo relativo alla Value Assessment, il tempo di ripagamento per l'implementazione della suite J-Flex risulta essere lievemente superiore rispetto ai tempi medi che si possono osservare in implementazioni di questo tipo, essendo risultato pari a circa 11 mesi contro i 6-9 mesi che si riscontrano in letteratura. Come già accennato nel capitolo precedente tuttavia, nell'effettuare tutte le stime per poter effettuare i calcoli differenziali utili alla determinazione del tempo di pay-back, si è usato un approccio decisamente conservativo, non andando a considerare tutte quelle casistiche relative ad eventi la cui probabilità di accadimento non era stimabile con certezza. Per esempio, nella voce riguardante le ri-schedulazioni in itinere affrontata nel quinto punto del capitolo precedente, si è andati a considerare una sola rischedulazione per commessa, nonostante nella realtà si verificano varie rischedulazioni durante l'esecuzione di ogni progetto, come intuibile dalla flow chart nel paragrafo 4.1. Altre sottostime che si sono effettivamente commesse sono dovute ad esempio alla non considerazione dei tempi di correzione dei potenziali errori manuali in fase di inserimento dei task con il processo AS-IS, eliminabili tramite l'implementazione APS; l'impatto economico di tali errori non si è considerata in quanto l'azienda non era in possesso di dati statistici utili alla loro quantificazione. Nel capitolo precedente tali sottostime sono state comunque tutte segnalate, indi per cui per un approfondimento su tale tema si rimanda al paragrafo 7.1.1.

Aspetto da tenere ulteriormente in considerazione e per nulla marginale, è che l'introduzione di tale sistema non era stata pensata inizialmente dal management con l'intenzione di efficientare il processo di pianificazione permettendone una riduzione dei costi per l'esecuzione delle attività di competenza, quanto piuttosto per aumentarne il grado di efficacia. Delle considerazioni su questo aspetto sono state affrontate nel paragrafo 4.4 quando si sono considerati i miglioramenti percentuali medi dovuti all'introduzione di uno strumento di pianificazione della tipologia APS riscontrabili in letteratura e anche nel paragrafo 7.2 in cui sono elencati i principali benefici strategici di lungo periodo. Per ovvie ragioni dovute alla limitazione temporale imposta dalla durata del tirocinio, non è stato possibile poter osservare il funzionamento di J-Flex nella fase "live", non potendo così

constatare direttamente il verificarsi o meno dei benefici indicati in letteratura. Tali benefici tuttavia vengono riportati da diverse fonti accademiche e non dovrebbero quindi costituire delle semplici “promesse” effettuate a fini di marketing.

Per completezza oltre ai benefici Intangibili risulta opportuno citare in queste considerazioni finali anche l'esistenza di alcuni rischi dovuti all'implementazione di un APS e impattanti la base tecnologica dell'organizzazione e l'organizzazione stessa. In particolare, lato “tecnologia” è doveroso sottolineare che la disponibilità e la bonifica dei dati con cui alimentare il sistema informativo è un problema critico e molto spesso trascurato. L'elaborazione di dati sporchi può solo danneggiare il sistema produttivo-logistico. La non disponibilità di dati ritarda l'effettiva entrata in funzione della soluzione; si stima che una base minima di raccolta dati con cui alimentare un sistema APS/SCM sia di 3-6 mesi. La variabilità associata alla durata dell'implementazione di una soluzione può ritardare i miglioramenti preventivati ed agire negativamente sul morale del team coinvolto nel progetto. Per quel che riguarda infine i rischi legati all'organizzazione, quando si adotta un nuovo sistema integrato è necessaria una reingegnerizzazione dei processi per riuscire a cogliere meglio le potenzialità della soluzione informativa. La reingegnerizzazione tuttavia non è un aspetto totalmente negativo, in quanto la possibilità offerta dai sistemi APS è soprattutto quella di rivedere i processi di supply chain management e pianificazione della produzione, eliminando pratiche scorrette esistenti. (A. Brun, M. Caridi, 2012).

Considerando quindi questi aspetti legati ai rischi di progetto, se correttamente gestiti è possibile affermare che, in virtù dei benefici intangibili precedentemente citati a cui è possibile aggiungere anche dei benefici tangibili dovuti all'efficientamento del processo di pianificazione (ed avendo la suite J-Flex un tempo di ripagamento entro l'anno con dei costi iniziali tutto sommato marginali per un'azienda strutturata come la Fabio Perini), l'investimento in tale soluzione software risulti effettivamente conveniente.

Ringraziamenti

Per cominciare, vorrei ringraziare la prof.ssa Mora, relatrice di questa tesi di laurea, per la disponibilità e l'interesse mostrato verso il progetto svolto.

Un grazie enorme va al mio correlatore e responsabile aziendale Stefano Raineri, per la disponibilità mostrata durante tutto il lavoro di tesi, per avermi fatto da guida e per gli insegnamenti di questi mesi.

Preziosa è stata anche la collaborazione e la disponibilità di Tommaso Frau, responsabile dei trasfertisti, a cui vanno i miei ringraziamenti.

Un sentitissimo ringraziamento è poi doveroso nei confronti della "famiglia" Fabio Perini, per l'accoglienza e per l'opportunità concessami di poter entrare a far parte di una realtà aziendale così strutturata e importante per il territorio bolognese.

All'interno di questa famiglia in particolare vorrei ringraziare i colleghi dell'ufficio "Operations-Acquisti" Valentina, Alessia, Mara detta anche "signora Orsi", Rosalia, Luca, Elisabetta, Moreno, Stefano e anche i colleghi di altri uffici Giovanni, Carlotta, Luciano, Maurizio e Ilaria, per la compagnia di questi mesi, per la disponibilità e per i momenti condivisi.

Un grazie enorme va anche alla mia di famiglia, ai miei genitori Giorgio Carlotta e a mia sorella Annita per esserci sempre stati e per il continuo supporto nonostante sia nei momenti più belli che durante le varie difficoltà incontrate.

Vorrei inoltre ringraziare le nonne Maria Rosa e Manilla, così come i miei zii Raffaella e Massimo e i miei cugini Davide e Simone, che mi hanno visto crescere e sono sempre stati vicini a me durante le tappe fondamentali della mia vita.

Un sentitissimo grazie va infine a tutti i miei amici, di Ferrara e Bologna, per aver reso la mia vita più leggera e piacevole grazie alla vostra compagnia.

Bibliografia

Paolo Tofoni (2008). Collaborative forecast ed effetto Forrester Tratto da “Supply Chain management – La gestione dei processi di fornitura e distribuzione” – di Pietro Romano e Pamela Danese. McGraw-Hill

Ross, F. (2003). Introduction to e-Supply Chain Management, engaging Technology to Build Market Winning Business Partnerships, St. Lucie Press.

Waller, Johnson, Davis (1999), Vendor-managed inventory in the retailer supply chain – Journal of Business Logistics.

Martin C. (2005). Logistics and supply chain management: creating value -adding networks. Pearson ed.

Forrester, J. W., 1961, Industrial Dynamics, MIT Press.

Zainal (2016). impact of interdependence between supply chain partners on strategic alliance outcomes: Role of relational capital as a mediating construct. Emerald Group Publishing.

Secchi R. (2012). Supply chain management e made in Italy: Lezioni da nove casi di eccellenza. Egea.

Slack N., Brandon-Jones A., Johnston R., Betts A., Danese P., Romano P., Vinnelli A., (2013). Gestione delle operations e dei processi, Pearson Italia, Milano-Torino.

Lee, Padmanabhan, Whang (1997b). The Bullwhip effect in Supply chains. Sloan Management Review.

Monden, Yasuhiro, 1998, Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-IN-Time, 3rd edition, Engineering & Management Press.

Lee, So, Tang (2000). The value of Information sharing in a two-level Supply Chain. Management science.

Timpano F. (2018). The Italian Approach to Industry 4.0: Policy Approach and Managerial Implications in a SMEs Environment.

Dominici G. (2017), Bullwhip effect in SCM. Annali della Facoltà di Economia. Università di Palermo.

Kjellsdotter Ivert (2012). Use of advanced planning and scheduling (APS) systems to support manufacturing planning and control processes.

Vincent C.S. Wiers, A. (Ton) G. de Kok (2018). Designing, Selecting, Implementing and Using APS Systems. Springer.

Gantt HL (1919). Organizing for work. Allen and Unwin, London.

Fransoo JC, Wiers VCS (2008) An empirical investigation of the neglect of MRP-information by production planners. Prod Plan Control

Hameri A-P, McKay KN, Wiers VCS (2013) A maturity model for industrial supply chains. Supply Chain Forum.

Wiers VCS (2009) The relationship between shop floor autonomy and APS implementation success: evidence from two cases. Springer.

Wiers VCS, van der STW (1997) A framework for decision support in production scheduling tasks.

Wortmann JC, Euwe MJ, Taal M, Wiers VCS (1996) A review of capacity planning techniques within standard software packages.

Zoryk-Schalla AJ, Fransoo JC, de Kok AG (2004). Modeling the planning process in advanced planning systems. Inf Manag.

de Kok TG, Fransoo JC (2003) Planning supply chain operations: definition and comparison of planning concepts. J. Ross Publishing.