



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Ingegneria Industriale
Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali
Corso di laurea in Ingegneria Meccanica

Tesi di Laurea

***Ottimizzazione della gestione dei materiali nei processi
manifatturieri: il caso Coges***

Relatore

Ch. mo Prof. Roberto Panizzolo

Laureando

Giuseppe Sgarbossa

Correlatore

Ing. Cristina Cattelan

Anno Accademico 2012-2013

Ringraziamenti

Vorrei ringraziare innanzitutto l'Ing. Cristina Cattelan, site manager di Coges S.p.a., per l'opportunità di tirocinio concessami e il Prof. Roberto Panizzolo per l'estrema disponibilità dimostrata durante lo svolgimento del progetto di tesi. Sono grato per la grande cordialità e gentilezza riscontrata in tutti i colleghi di lavoro con cui ho avuto il piacere di confrontarmi durante il mio periodo di tirocinio, gratitudine che va soprattutto alle persone con cui ho condiviso l'ufficio in questi 6 mesi.

Vorrei inoltre comunicare la mia riconoscenza ai miei familiari e a tutti i gli amici per l'appoggio e l'aiuto disinteressato sempre concessomi. Colgo l'occasione infine per ringraziare in particolar modo il mio amico Ing. Michele Novella per il supporto riservatomi durante i momenti di difficoltà incontrati negli ultimi anni di università.

Giuseppe Sgarbossa.

SOMMARIO

Nel presente elaborato si descrive uno studio volto a stimare l'impatto sulle prestazioni logistiche che si può ottenere tramite l'implementazione delle distinte di pianificazione all'interno del sistema di pianificazione e controllo di un caso industriale reale, rappresentato dall'azienda Coges S.p.a.. Lo scritto si suddivide in cinque capitoli diversi, che realizzano un percorso attraverso il quale si cerca di trasmettere prima di tutto il contesto nel quale viene a collocarsi la proposta d'intervento analizzata, per poi addentrarsi nella valutazione, tramite delle semplici simulazioni su foglio di calcolo, di quelli che possono essere gli improvements logistici connessi alle suddette soluzioni. Nel primo capitolo si riporta una presentazione di quella che è la realtà industriale rappresentata dall'azienda in cui si è svolto il progetto di stage alla base di tale elaborato. Nel secondo si descrivono quelli che sono le caratteristiche salienti dei prodotti offerti da Coges, i relativi processi produttivi che si svolgono all'interno di quest'ultima e la descrizione di come avvengono i flussi di materiali nel reparto produttivo e dai fornitori verso l'azienda focale. Nel terzo trovano spazio dei cenni teorici riguardanti le generalità del sistema di pianificazione e controllo della produzione, mentre nel quarto capitolo si descrive la sua attuazione pratica all'interno di Coges. Nella quinta e ultima parte si trovano le valutazioni che stanno alla base della costruzione delle planning bill proposte, la descrizione di come sono state svolte le simulazioni e la discussione dei dati che si ottengono da esse.

Il progetto di tirocinio con il quale si è stati inseriti in azienda ha come obiettivo quello di mettere in campo degli accorgimenti volti a contrarre il più possibile il capitale circolante investito in scorte: quale è allora lo scopo che si persegue in questo studio? In sintesi il fine è quello di ottenere una stima dell'influenza che la variazione di alcuni aspetti della pianificazione hanno sulle prestazioni logistiche del particolare sistema di pianificazione in esame. Poiché l'azienda in questione risponde al mercato, per la quasi totalità dei prodotti a catalogo, con un approccio di tipo "assemble to order", ci si è focalizzati sul tentativo di proporre dei miglioramenti nei processi coinvolti nella pianificazione delle componenti assemblaggio, che chiaramente devono essere predisposte su previsione. A tal fine si è avanzata la proposta di utilizzare, per i prodotti che presentano caratteristiche di modularità, delle distinte di pianificazione, nella configurazione prodotto fittizio medio della famiglia dotato di superbill avente per figli dei codici virtuali dotati di modular bill. Contestualmente, vista l'esigenza di contenere soprattutto le giacenze a fine mese, si è sfruttata la maggior aggregazione, a livello di domanda, di cui è dotata la common parts bill, per proporre per quest'ultima una distribuzione del fabbisogno previsto mensile su periodi

più limitati, al fine quindi di evitare la concentrazione dei fabbisogni previsti dei componenti verso la fine del mese, fenomeno questo conseguente ai lead time di produzione in gioco. Per rispondere alla necessità di stimare le variazioni di prestazioni logistiche connesse all'implementazione di tali modifiche al sistema di pianificazione, si è quindi andati a simulare con dei fogli di calcolo quelle che sarebbero state le giacenze garantite dall'algoritmo MRP ("material requirements planning") del gestionale aziendale se si fosse pianificato tramite le soluzioni proposte. In riferimento alla singola famiglia di prodotti studiata, si sono ottenute delle diminuzioni medie relative delle giacenze a fine mese per un certo numero di componenti: tramite una loro estensione ragionata all'intero insieme dei codici si è pervenuti infine ad una stima della riduzione dello stock medio valorizzato a fine mese dei componenti della famiglia di prodotti su cui si è svolto lo studio.

INDICE

SOMMARIO	V
PRESENTAZIONE DELL'AZIENDA	1
Storia dell'azienda.....	1
Linee di prodotto	2
Fatturato dell'azienda	2
Il gruppo Azkoyen	3
DESCRIZIONE DEI PROCESSI PRODUTTIVI E DEI FLUSSI DI MATERIALI	5
Lista delle famiglie di prodotti	5
Descrizione delle funzionalità basilari offerte dalle principali famiglie di prodotti.....	9
Processi produttivi interni all'azienda	14
Flussi di materiali interni.....	30
Flussi di materiali entranti.....	33
CENNI TEORICI: PIANIFICAZIONE E CONTROLLO DELLA PRODUZIONE	39
Introduzione al concetto di logistica.....	39
Pianificazione della produzione.....	43
PIANIFICAZIONE E CONTROLLO DELLA PRODUZIONE NEL CASO INDUSTRIALE IN ESAME	71
Famiglia di prodotti e codice rappresentativo: categorizzazione dei codici di vendita.....	71
Classi merceologiche: una suddivisione che riguarda tutti i codici	74
Gestione dei flussi di materiali entranti	75
Forecasting e definizione del piano principale di produzione (MPS).....	91
Distinte base e parametri gestionali utilizzati per il calcolo MRP	97
Gestione ordini clienti, pianificazione delle attività terminali (FAS) e controllo avanzamenti ...	103
Criticità nel sistema PCP osservato.....	106
PROPOSTE D'INTERVENTO	109
Costruzione delle “modular bill” per le gettoniere rendiresto	110
Analisi della domanda storica delle gettoniere	114
Simulazione delle prestazioni logistiche	130
Considerazioni finali sullo studio svolto	152
BIBLIOGRAFIA	155

PRESENTAZIONE DELL'AZIENDA

Il core business di Coges S.p.a., azienda in cui si è svolto il progetto di tesi, è la progettazione, l'assemblaggio e la commercializzazione di sistemi di pagamento per il settore del vending, ovvero della distribuzione automatica di beni di consumo, quali sistemi cashless, gettoniere rendiresto e lettori di banconote. Esempi di altri settori di impiego dei suoi prodotti sono quelli del catering, del banking e del parking. La sua sede principale è a Schio (VI) in Italia, ma l'azienda consta anche di due filiali, una a Boulogne-Billancourt (Francia) e una a Madrid (Spagna), più due uffici commerciali siti nel Regno Unito e in Brasile. Attualmente Coges conta 79 dipendenti in Europa, di cui 69 impiegati in Italia.



Storia dell'azienda

Coges viene fondata nel 1977 per la costruzione delle gettoniere elettromeccaniche, ma già negli anni successivi inizia a produrre riconoscitori di banconote e altri sistemi di pagamento. La svolta avviene nel 1987 quando Coges rivoluziona il mercato del vending grazie all'introduzione di una chiave elettronica che memorizza il credito del cliente, semplice da caricare tramite banconote e che può essere utilizzata su diverse vending machine (VMC), dando grande stimolo in Italia al settore. Negli anni novanta tali chiavi vedono l'introduzione di un modello dotata di una tecnologia che permette la trasmissione dei dati senza la necessità di contatti elettrici ed inoltre l'azienda inizia a produrre riconoscitori di moneta e gettoniere rendiresto. Dal duemila ad oggi l'azienda adotta per le sue chiavi la tecnologia transponder, mentre le gettoniere rendiresto riscuotono degli ottimi risultati di vendita. Nel 2005 Coges entra a far parte del gruppo spagnolo Azkoyen e negli anni a seguire apre gli uffici commerciali in Europa e Sud America.



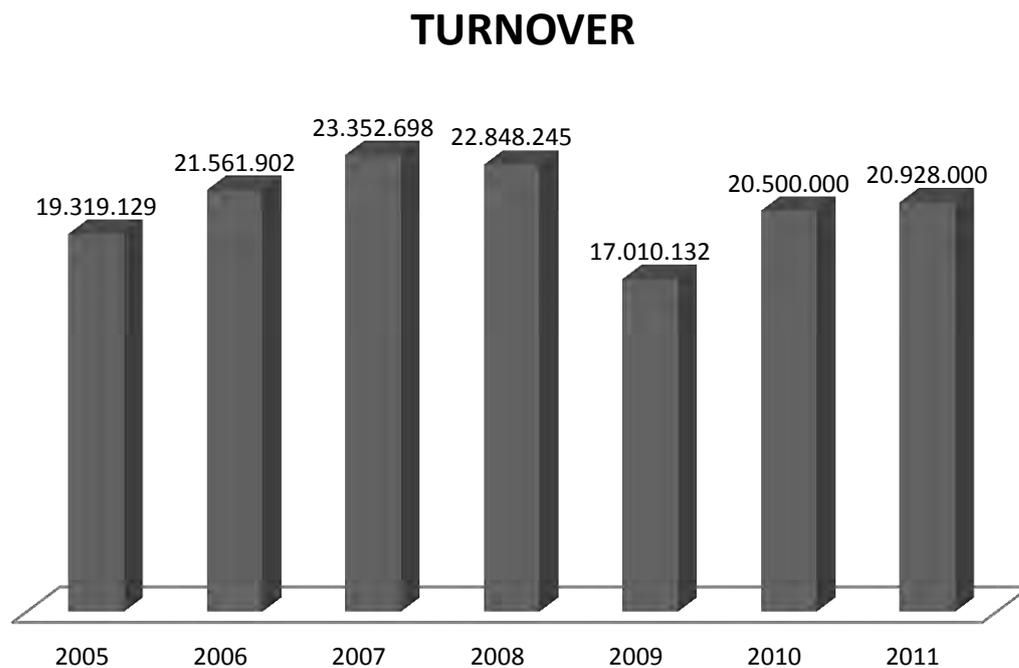
Linee di prodotto

Le principali linee di prodotti commercializzati da Coges S.p.a., la cui descrizione verrà inoltre ripresa nel secondo capitolo, sono tre:

- 1) Sistemi di pagamento cashless: sono quei dispositivi che permettono al cliente di acquistare beni di consumo da una vending Machine tramite l'ausilio di supporti di memorizzazione personali del credito, quali ad esempio chiavi e tessere.
- 2) Gettoniere rendiresto: sono dei dispositivi che oltre ad integrare le funzionalità di riconoscimento della moneta inserita nel distributore, garantiscono a quest'ultimo l'erogazione del resto.
- 3) Lettori di moneta e banconote: sono appunto quei dispositivi elettronici che permettono il riconoscimento e l'accettazione di monete, gettoni e banconote.

Fatturato dell'azienda

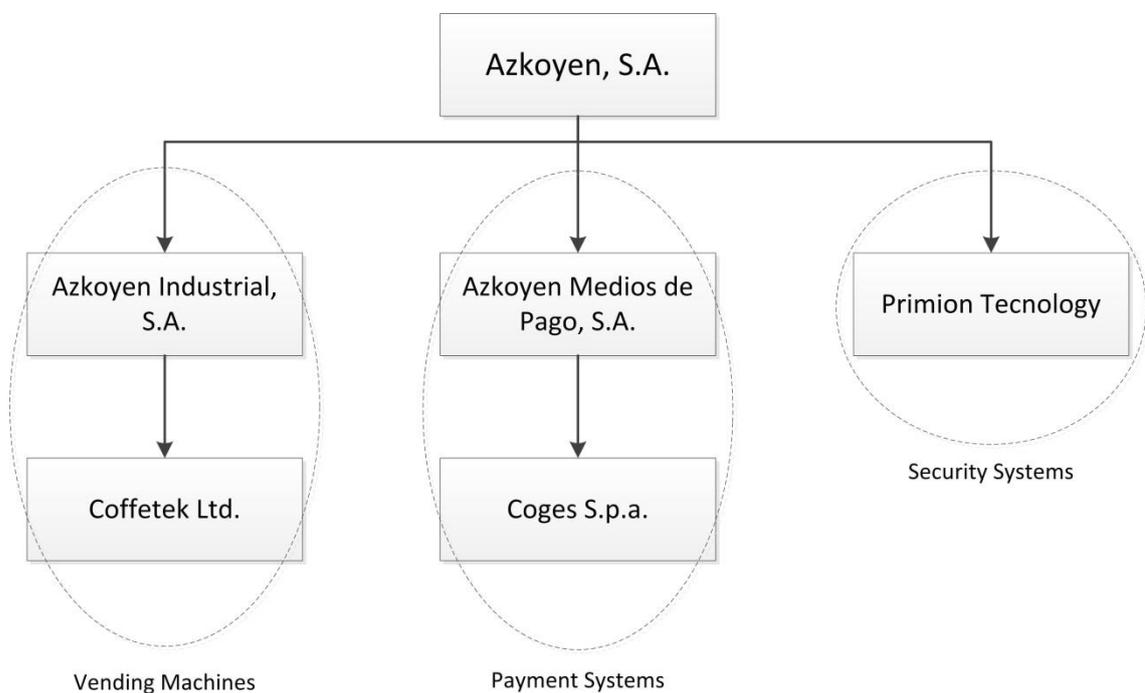
Per la distribuzione dei suoi prodotti nel territorio europeo e intercontinentale, Coges si affida ad una rete di rivenditori terzi e di uffici commerciali di proprietà; inoltre una parte limitata del suo fatturato deriva anche dalla vendita diretta di sistemi di pagamento a gestori di installazioni di distributori automatici che operano in zone limitrofe alla sede principale di Schio. Nel diagramma sottostante viene raffigurato quello che è stato il fatturato annuale dell'azienda nel recente passato; attualmente circa il 50% dello stesso deriva dalle vendite



interne all'Italia, mentre la rimanente metà da quelle verso i mercati internazionali.

Il gruppo Azkoyen

Azkoyen è un gruppo con sede principale a Navarra, in Spagna vicino al confine francese. Fondato nel 1945, viene quotato alla borsa di Madrid nel 1988 e nel 2009 il suo fatturato complessivo ammonta a circa 162,5 milioni di euro. Attualmente il gruppo Azkoyen nel suo complesso conta ben circa 800 dipendenti. Esso è costituito da 5 compagnie, tra cui appunto Coges S.p.a., con sedi in 6 paesi diversi dell'unione europea, le quali comprendono 5 centri R&D e 5 siti produttivi. Le 5 aziende che costituiscono il gruppo Azkoyen sono suddivise in 3 aree di business: vending machine, payment systems and security systems. La prima si occupa della realizzazione di distributori automatici, la seconda raggruppa quelle aziende che hanno come core business i sistemi di pagamento, tra le quali vi è appunto Coges, mentre l'ultima realizza sistemi di controllo degli accessi e delle presenze.



DESCRIZIONE DEI PROCESSI PRODUTTIVI E DEI FLUSSI DI MATERIALI

In questo capitolo dapprima si specificano più nel dettaglio quelle che sono le principali famiglie di prodotti presenti nel catalogo di Coges, andando a parlare di quelle che sono le loro funzionalità basilari e cercando di dare al contempo una semplice descrizione di come tali dispositivi le assolvono. Successivamente si passerà a parlare dei cicli produttivi che interessano le suddette famiglie di prodotti, ed infine si descriveranno le diverse tipologie di materiali di cui l'azienda deve approvvigionarsi per realizzarle e i loro flussi nel reparto produttivo e tra i fornitori e il magazzino di Coges.

Lista delle famiglie di prodotti

In base al fatturato, le principali famiglie di prodotti attualmente vendute da Coges sono le seguenti:

- sistemi ECS (“Electronic Cash-less System”);



Figura 1: tre esempi di sistemi ECS (da [3])

- chiavi e tessere ECS;



Figura 2: esempi di chiavi e tessere ECS (da [3])

- lettori di moneta;



Figura 3: esempio di lettore di moneta (da [3])

- lettori di banconote;



Figura 4: esempio di lettore di banconote (da[3])

- gettoniere rendiresto.



Figura 5: esempi di gettoniere rendiresto (da [3])

Altri prodotti che invece realizzano delle quote trascurabili del fatturato, e che per questo nel prosieguo non verranno più considerati, sono:

- dispositivi per sistemi ECS (sono un insieme di device che fungono da accessori per tali prodotti e che permettono alcune funzioni quali la telemetria degli stessi, la ricarica delle chiavi ECS da parte del gestore, l'interfacciamento per rilevazione dati del sistema di pagamento tramite lettore di chiavi o porta infrarossi, ...);
- sistemi OCS ("Office Coffee Service", sono dei dispositivi per permettere il deconto dei distributori automatici table-top a cialde);
- cambiamonete;
- carica chiavi ECS a colonna;
- distributori e stazioni di pagamento (realizzati quasi mai e perciò solo su commessa);
- accessori (categoria in cui spiccano i cablaggi e i lettori di chiavi e/o tessere venduti a parte).

Tale prima distinzione tra prodotti, realizzata al fine di permettere di comprendere su quali di essi porre attenzione tra l'elevata varietà dell'offerta Coges, si giustifica andando a guardare quali famiglie rappresentano quote rilevanti di fatturato e quali invece risultano essere marginali. In tale fase dalla lista del consegnato degli ultimi anni si sono inoltre dovute filtrate le vendite di codici che non rientrano nel core business nell'azienda, come ad esempio possono essere tutti i materiali elettronici che vengono acquistati dai sub-fornitori o rivenduti a causa del loro mancato utilizzo all'interno dell'azienda. Sempre in tale disamina iniziale delle vendite fatta per pervenire alle suddette suddivisioni, si sono potute notare all'interno di molte famiglie di codici la naturale compresenza in certi periodi temporali di prodotti che sono uno la naturale evoluzione dell'altro, ovvero di quei prodotti che sono alla fine o all'inizio del proprio ciclo di vita: ad esempio per quanto riguarda i sistemi ECS venduti nel 2012, l'81% del totale è rappresentato da prodotti nella loro fase matura e il 19% da quelli al termine del loro ciclo vitale o che non hanno avuto successo. Si è quindi dovuto prendere un "istante" di riferimento per realizzare tale distinzione logica tra prodotti che si considerano appartenenti all'attuale generazione e quelli che invece appartengono alla precedente o alla successiva, e a tal proposito si è scelto, visto il periodo in cui si è svolto lo studio, l'anno 2012.

Descrizione delle funzionalità basilari offerte dalle principali famiglie di prodotti

Sistemi ECS (Electronic Cash-less System) e chiavi/tessere ECS

La funzione principale di un tale sistema è quella di permettere ai clienti che fruiscono del distributore di acquistare da quest'ultimo senza la necessità di ricorrere continuamente all'utilizzo del contante. Fisicamente i dispositivi di cui è composto sono solitamente due, una "centralina" preposta a gestire e collegare le varie componenti del sistema di pagamento e un lettore di supporti di memorizzazione. Inserendo o avvicinando a quest'ultimo l'apposito dispositivo personale di memorizzazione, noleggiato o venduto dal gestore ai clienti, vi viene registrato il valore del credito a loro disposizione, che quindi possono sfruttarlo anche per future transazioni. Ovviamente l'installazione di tale tipologia di dispositivi risulta essere funzionale alla clientela se quest'ultima ha la possibilità di usufruirne abitualmente, per cui i sistemi cash-less si trovano principalmente nei distributori posizionati in scuole e luoghi di lavoro. I vantaggi per il gestore nell'installarli è quello di invogliare il cliente all'acquisto, ma anche poter ottenere da quest'ultimo il contante in anticipo rispetto a quanto accadrebbe normalmente.

La centralina deve poter dialogare con tutti i dispositivi che concorrono a gestire il credito del cliente: esso viene letto e aggiornato nel supporto di memoria personale, può essere aumentato tramite l'introduzione di contante in un lettore di moneta o banconote, può essere decrementato dall'erogazione conseguente ad una selezione di costo inferiore al suo valore, può venir restituito sotto forma di contante. Inoltre tale dispositivo può integrare altre funzionalità, come ad esempio la memorizzazione dello storico riguardante le transazioni e le erogazioni, la trasmissione dati tramite rete mobile e la gestione delle transazioni tramite tecnologia NFC ("Near Field Communication").

I supporti di memorizzazione solitamente si presentano nel formato di tessera o più comunemente in quello di dispositivi che richiamano la forma di una chiave.

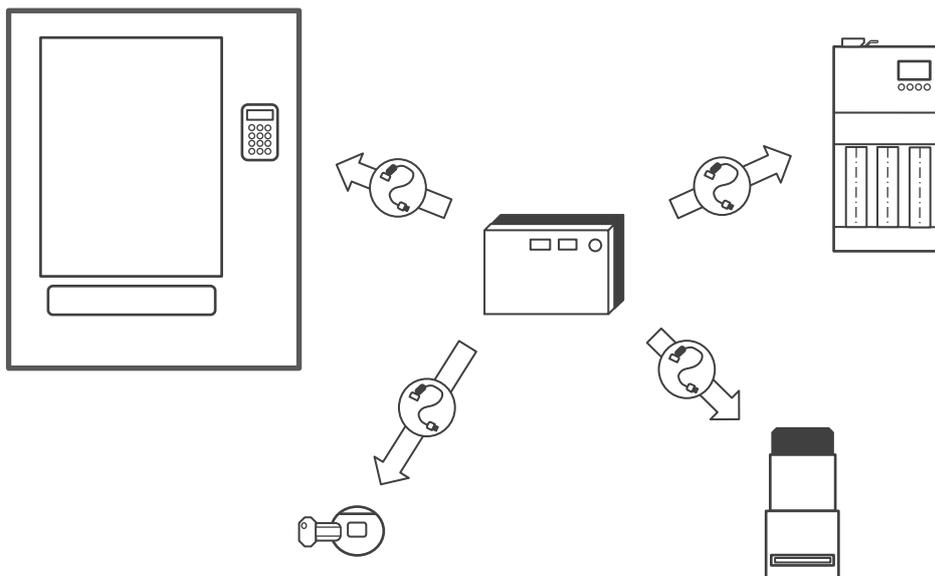


Figura 6: dispositivi che possono venir collegati alla centralina del sistema ECS

Gettoniere Rendiresto e lettori di moneta

Le funzioni che basilarmente sono esplicate da tale dispositivo sono il riconoscimento della moneta inserita, la comunicazione del relativo valore al sistema che sovrintende alla transazione, la ricezione sempre dallo stesso dell'eventuale resto e la sua successiva erogazione; per assolvere alle prime due è sufficiente avere un riconoscitore seguito da uno smistatore che separa le monete accettate, da inviare alla cassa, da quelle rifiutate. Tale dispositivo è detto "lettore di monete" e viene anch'esso distribuito da Coges.

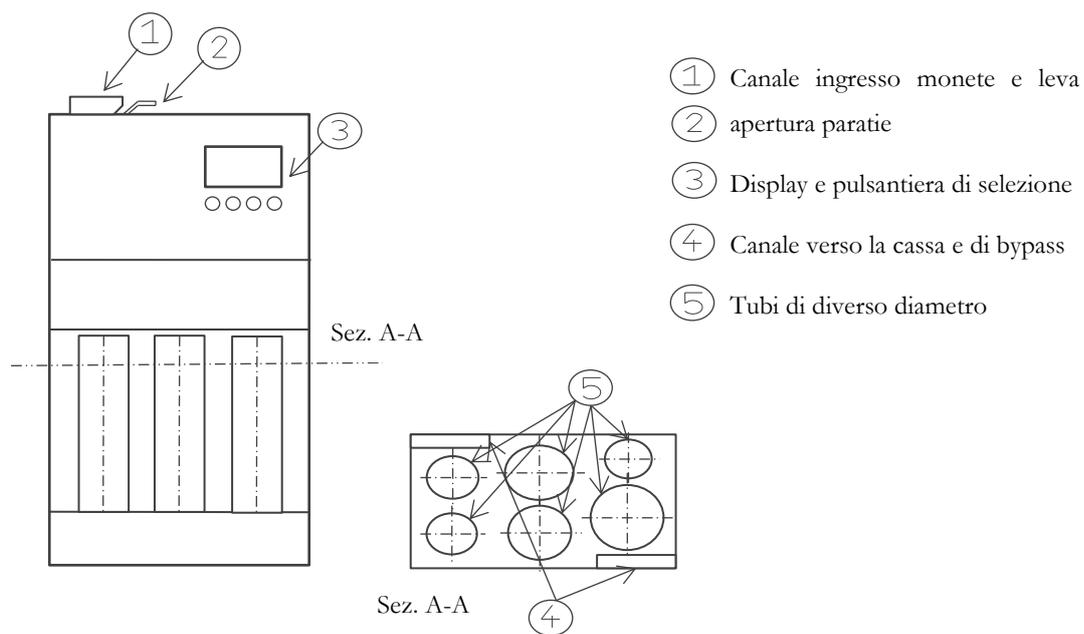


Figura 7: gettoniera renderesto

Per poter assolvere alle due rimanenti funzioni, la gettoniera rendiresto deve indirizzare parte delle monete lette in diversi recipienti, che normalmente risultano essere dei tubi di diametro calibrato a seconda del tipo di moneta da contenere (vedi nota per ulteriori informazioni sulla gestione del loro riempimento); l'erogazione del resto viene quindi effettuata estraendo da essi il numero e la tipologia di moneta necessaria a realizzare il valore desiderato. Alcuni tipi di gettoniera possono integrare, oltre alle succitate funzioni di base, anche quelle espletate dalla centralina del sistema ECS, onde per cui possono in tal caso essere proposte anche con il lettore di schede o chiavi.

Nota sulla gestione dei tubi: parametro fondamentale su cui si basa il funzionamento del dispositivo è il livello di riempimento dei tubi. Se viene riconosciuta una moneta per la quale è presente un tubo, ovvero è di un tipo che si prevede venga dato come resto, il numero già presente in esso viene confrontato con il livello massimo preimpostato (il cui valore viene settato dal gestore a seconda dei suoi riscontri storici sui flussi accettati e restituiti per quel tipo di moneta); se il primo è minore del secondo allora la moneta viene inviata al tubo, altrimenti essa va direttamente in cassa. Può inoltre essere settato un livello minimo, necessario ad esempio al corretto funzionamento del sistema di estrazione, per il quale la gettoniera non eroga più il resto da quel tubo. Il numero di monete presente istantaneamente in uno di questi contenitori è noto al sistema a partire dalla quantità preinserita dal gestore al primo avvio, se si vuole che l'erogazione del resto avvenga fin dall'inizio, e dal flusso entrante ed uscente, ma normalmente è presente anche un circuito di controllo basato sul riscontro diretto del numero, o di alcuni particolari livelli, di monete istantaneamente presenti nel tubo.

Lettori di banconote

Le sue funzioni si limitano al riconoscimento della banconota e alla comunicazione del relativo valore al “master” del sistema di pagamento; eventualmente può essere presente un impacchettatore (“stacker”) che ha lo scopo di fare in modo che le banconote all'interno della cassa si presentino sotto forma di un fascio compatto.

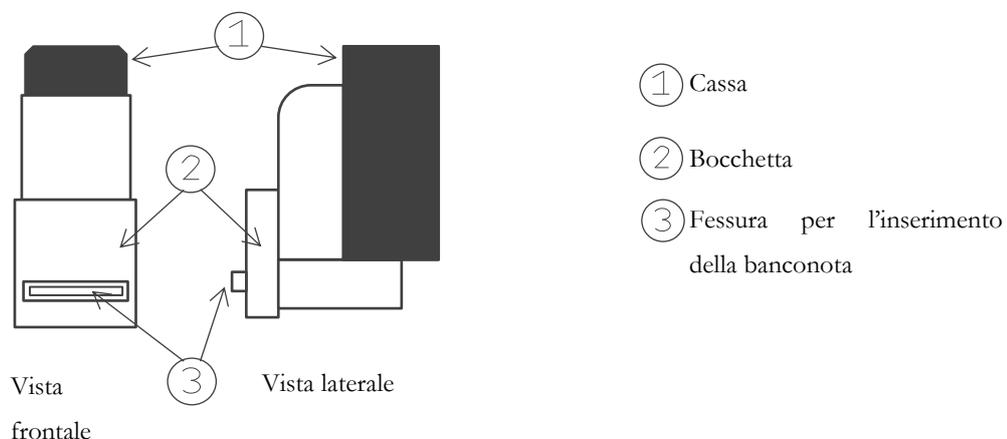


Figura 8: lettore di banconote

Dispositivi elettronici ed elettromeccanici

Prima di passare alla descrizione dei processi produttivi presenti all'interno di Coges è utile distinguere i vari prodotti in due macro-gruppi, quello dei dispositivi elettronici e quello dei dispositivi elettro-meccanici: i primi, a differenza dei secondi, sono generalmente composti da un numero limitato di componenti di assemblaggio, e ciò comporta inoltre che i relativi processi di assemblaggio siano relativamente molto meno articolati.

A livello fisico, escludendo cioè la parte firmware, un sistema ECS, centralina e lettore, e i relativi supporti di memoria, chiavi o tessere, sono sostanzialmente dei dispositivi elettronici, ovvero sono formati da una scheda logica e da dei gusci che fungono da contenitore esterno. Per questo motivo tali prodotti presentano solitamente un'unica fase di assemblaggio, almeno per quanto riguarda quelli per i quali tale fase avviene all'interno di Coges.

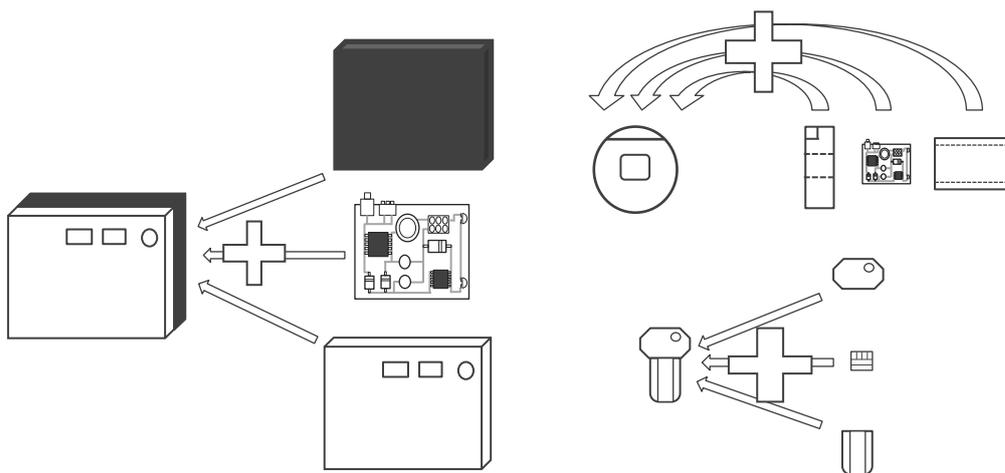


Figura 9: componenti fisici dei sistemi ECS, delle chiavi e dei lettori

I lettori di banconote e, soprattutto, le gettoniere rendiresto sono invece dei dispositivi elettromeccanici, costituiti quindi anche da una parte “meccanica” (motori elettrici e organi di trasmissione del moto), e sono dotati inoltre degli strumenti ottici necessari al riconoscimento delle banconote ed elettromagnetici per la lettura delle monete.

Nei lettori di banconote gli organi meccanici devono provvedere sostanzialmente al trascinarsi della banconota, attraverso la zona di riconoscimento e oltre se essa viene accettata, oppure provvedere alla restituzione in caso di rifiuto. Inoltre può essere presente

un impacchettatore, ovvero un sistema meccanico atto a fare in modo che le banconote nella cassa si presentino come un fascio compatto.

- ① La banconota inserita viene trascinata tramite una coppia di cinghie gommare
- ② Zona di riconoscimento
- ③ Se accettata essa prosegue o altrimenti viene restituita invertendo il senso di rotazione delle pulegge
- ④ L'impacchettatore spinge la banconota nella cassa

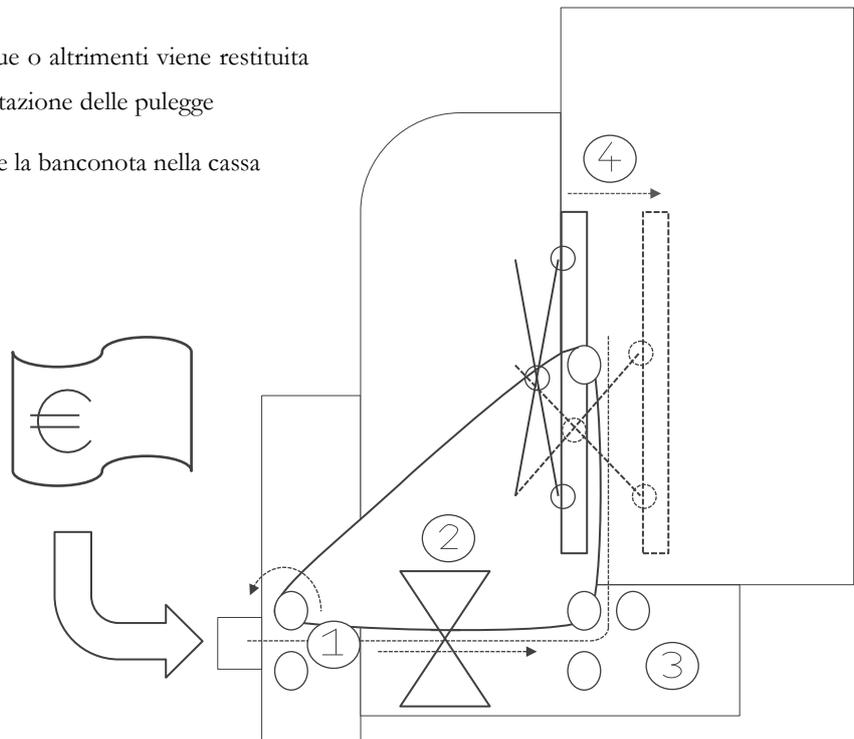


Figura 10: sistemi meccanici presenti nel lettore di banconote

Nelle gettoniere lo smistamento delle monete avviene tramite una tramoggia mobile, posta a valle della zona di riconoscimento, che le indirizza nei diversi canali di uno scivolo multiplo, i quali guidano le monete verso i vari tubi oppure verso i canali di by-pass per la cassa o per la restituzione. Al di sotto dei tubi è presente il sistema meccanico preposto all'estrazione delle monete dai essi. Inoltre possono essere presenti ulteriori sistemi, ad esempio per il blocco del gruppo tubi nella sua sede o per la verifica del loro livello di riempimento.

Il processo di assemblaggio di gettoniere e lettori di banconote sarà quindi formato da una serie molto più articolata di fasi, comprendenti inoltre anche alcune attività ("task") di collaudo dei singoli assiemi.

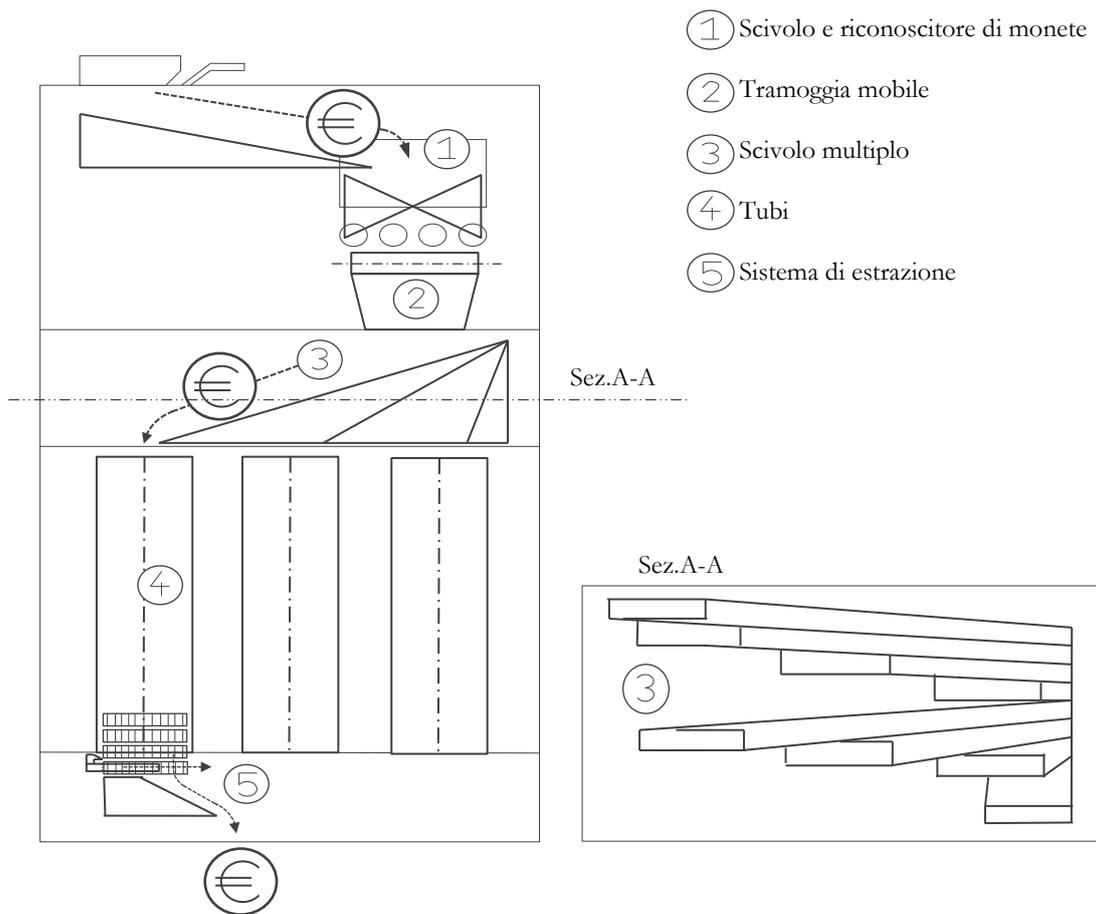


Figura 11: sistemi meccanici presenti nella gettoniera

Processi produttivi interni all'azienda

I processi industriali che attualmente si svolgono all'interno di Coges riguardano, quasi esclusivamente, quelli che solitamente caratterizzano la parte terminale del ciclo produttivo, ovvero l'assemblaggio, il collaudo e la programmazione dei dispositivi. La realizzazione dei componenti necessari viene quindi svolta interamente in outsourcing presso dei fornitori. Vi sono inoltre alcuni prodotti che vengono anche assemblati presso dei subfornitori, come nel caso delle chiavi cashless della passata generazione, o altri che sono direttamente acquistati da fornitori esterni, come nel caso delle tessere cashless e dei lettori di moneta; per quest'ultimi il fornitore risulta essere un'altra azienda facente parte dello stesso gruppo. Questi tre prodotti non presentano quindi nessuna fase di lavorazione interna all'azienda.

Prima di passare a descrivere i processi di assemblaggio, per i restanti prodotti, è utile fare le seguenti precisazioni:

- le tre tipologie di componenti di assemblaggio fondamentali, presenti praticamente in quasi tutti i dispositivi, sono le schede elettroniche (nelle chiavi cashless di attuale generazione si tratta solamente di un chip più un'antenna), le parti plastiche a disegno (realizzate per presso-iniezione da sub-fornitori specializzati) e i cablaggi (che chiaramente però non si trovano nelle suddette chiavi);
- l'assemblaggio è quasi esclusivamente di tipo manuale, tranne nel caso delle chiavi cashless di attuale generazione per le quali invece si ricorre ad un'automazione, e le varie fasi avvengono, viste le dimensioni di assiemi e sottoassiemi con cui si ha normalmente a che fare, su dei banchi di lavoro; visto l'interesse diretto dell'azienda a limitare il più possibile i tempi di lavorazione, essa ha dato molta importanza all'assemblaggio nella progettazione dei propri prodotti ("Design For Assembly", DFA), impegno che si fa notare nella modellazione delle geometrie dei particolari plastici, le quali necessitano di un impiego limitato della viteria negli accoppiamenti, grazie anche al ricorso ad incastri a scatto ("snap fit"), e sono studiate per facilitarne l'accoppiamento reciproco;
- per quanto riguarda l'analisi delle possibili "Group of Assembly" (GA), i prodotti che presentano elevate comunanze dal punto di vista del processo, che nel caso dell'assemblaggio coincide anche con il dire che sono realizzati con alcuni assiemi uguali (o quasi), sono le tre tipologie di gettoniere rendiresto riportate in Figura 5; discorso più limitato si ha invece nel caso dei tre sistemi ECS riportati in Figura 1, che nonostante non presentino un flusso di materiali in comune (a parte i lettori di chiavi, che però vengono semplicemente riuniti alla centralina e al cablaggio nel momento dell'imballaggio e che inoltre sono presenti anche nelle gettoniere con cash-less integrato) possono condividere alcune strumentazioni di collaudo e programmazione, che constano semplicemente di una stazione di lavoro fornita di pc e di banchi muniti delle interfacce necessarie per la programmazione in parallelo di più schede;
- normalmente i set-up, se così possono essere chiamati, consistono per le fasi di assemblaggio nella preparazione della stazione di lavoro: normalmente quest'ultime sono dedicate ad una o comunque a poche fasi diverse, per cui in

esse si trovano già disponibili i componenti necessari a meno dei semi-assemblati di monte, per la cui movimentazione, tramite carrelli a spinta o a mano dei colli che li contengono, si è deciso di utilizzare gli stessi operatori, visti i brevi percorsi garantiti dal layout e la frequenza dei viaggi non troppo elevata; nel caso delle postazioni di programmazione finali i tempi di attrezzaggio includono, oltre ai suddetti tempi di alimentazione, anche quelli che servono al settaggio dei parametri necessari nelle strumentazioni (ovviamente quando il cambio di codice tra un lotto e il successivo lo rende necessario);

- nel corso degli anni 2011 e 2012 si sono effettuati cambiamenti significativi per quanto riguarda la disposizione delle giacenze, spostando i codici ad elevata rotazione dal magazzino al reparto produzione in modo da migliorare l'efficienza del flusso dei materiali nel suo complesso e diminuire al contempo il carico in risorse umane necessario alla relativa gestione; per l'aggiornamento delle giacenze viste dal sistema informativo si è provato a ricorrere allo scarico retroattivo ("backflash"), ovvero alla segnalazione al sistema dell'avvenuto consumo dei componenti di assemblaggio contestualmente al versamento del codice padre.

Chiavi cashless con tecnologia RF

Complessivamente il loro ciclo di lavorazione (interno) risulta essere molto semplice: il chip dotato di antenna viene staccato dalla "rolla", che è l'unità di carico (UDC) primaria con cui il fornitore li consegna all'azienda, e attaccato sulla base della chiavetta, sulla quale viene poi forzato il cappuccio che si accoppia grazie ad un incastro a scatto; successivamente essa viene "resettata" passando vicino ad un apposito lettore, e infine viene posta ordinatamente in scatole di capacità prefissata. Visto inoltre l'elevato quantitativo da produrre annualmente si è ricorsi, per svolgere tale processo, ad un'automazione: essa monta in serie una chiave per volta con un ciclo di lavorazione molto rapido, che garantisce una cadenza di molte centinaia di pezzi all'ora.

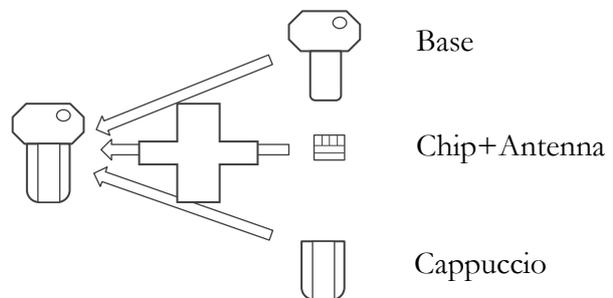


Figura 12: composizione chiave ECS RF

La numerosità dei chip contenuti in una rolla, che è diverse migliaia, fissa quella che è la dimensione standard dei lotti; basi e cappucci vengono caricati in delle tramogge solitamente nella medesima quantità, facilmente identificabile dall'operatore grazie al fatto di avere richiesto al fornitore di parti plastiche delle unità di carico della stessa numerosità. Per quanto riguarda invece le scatole per la fase di imballaggio, esse vengono piegate manualmente da un operatore a partire dalla forma stampata e ritagliata, e successivamente caricate nell'apposito scompartimento anche durante il funzionamento della macchina, onde per cui essa è un'attività di attrezzaggio "esterna". Per le versioni a catalogo del prodotto, osservabili nella Figura 2 in basso a sinistra, la base è sempre di colore grigio, mentre i cappucci sono disponibili in cinque colori diversi, quindi se non vi è continuità tra i codici di due lotti successivi l'attività di caricamento nella tramoggia contenente i cappucci è "interna", ovvero deve avvenire a macchina ferma, come del resto lo è per forza la sostituzione della rolla di chip. Per contenere i tempi che l'operatore preposto deve dedicare ad alimentare l'automazione, tutti i materiali necessari, considerato anche il fatto che non vengono utilizzati in nessun altro prodotto, sono stoccati nelle sue vicinanze; complessivamente il tempo di attrezzaggio della macchina è contenuto in pochi minuti. Il flusso di materiali che interessa tale prodotto si esaurisce attorno alla singola stazione di lavoro automatizzata in cui il suo assemblaggio, come esemplificato in Figura 13.

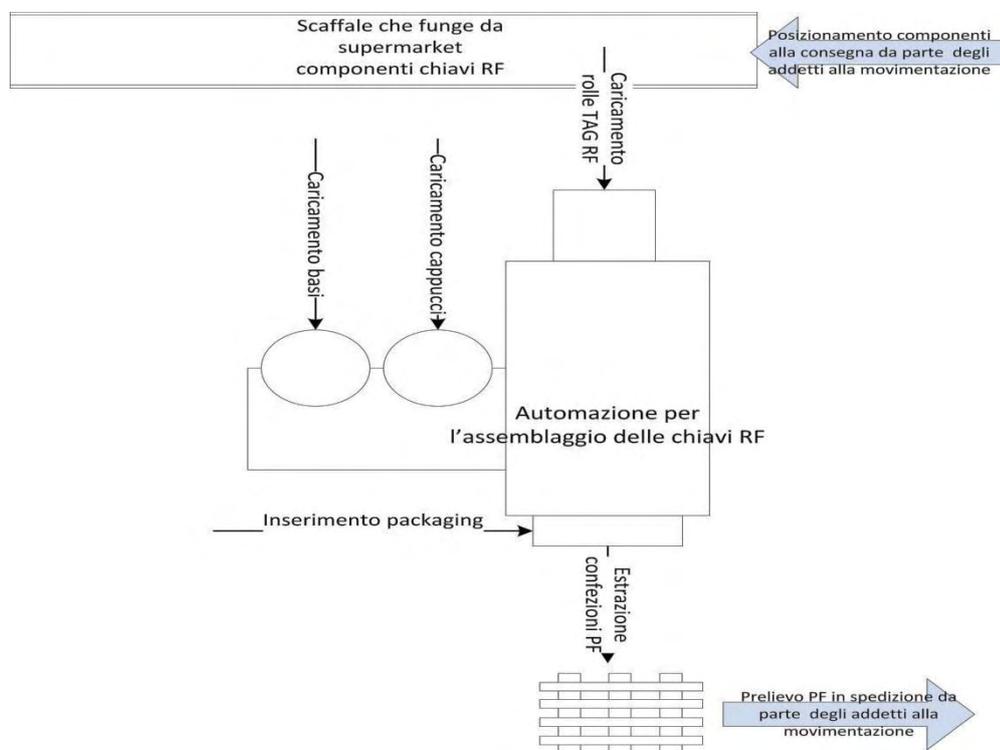


Figura 13: flusso dei materiali all'interno del reparto produttivo che interessano la chiave RF

Sistemi ECS

Per tale famiglia, se si va ad analizzare quello che è stato il consegnato nel recente passato, si hanno molti tipi di prodotti ma la maggior parte di essi sono soluzioni alla fine o all'inizio loro vita: focalizzandosi su quelli di attuale generazione si hanno tre tipologie di sistemi ECS (vedi immagini in Figura 1). Come già accennato il prodotto finale è composto da due dispositivi distinti, il lettore di supporti di memoria e la centralina. Si hanno fondamentalmente due tipi di lettori, un primo che legge solamente le chiavi Coges di tipo RF, che mediamente rappresenta la quota predominante delle vendite, e un secondo che inoltre legge anche i supporti di memoria in formato tessera. La centralina con cui viene venduto il prodotto è il dispositivo che, a seconda del tipo inserito nel prodotto, ne determina il nome, quindi ragionando sul gruppo di sistemi ECS di attuale generazione si ha a che fare con tre tipi di centralina.

Poiché il lettore è un dispositivo che deve essere presente semplicemente nella fase di imballaggio del prodotto finito ed inoltre dev'essere presente anche nelle gettoniere rendiresto che integrano le funzionalità cash-less, il suo ciclo di lavorazione risulta essere separato da quello del sistema ECS. Qui di seguito si riporta quello che riguarda il lettore di chiavi, ovvero quello che abbiamo detto essere presente nella maggior parte dei sistemi vendute; chiaramente la possibilità poi nel sequenziamento di realizzare in parallelo alcune fasi, impiegando cioè più di un operatore, dipende anche dalle strumentazioni che esse possono richiedere e, nel caso, dal numero a disposizione di quest'ultime: solitamente le strumentazioni che sono presenti in numero limitato sono quelle per la programmazione e il collaudo.

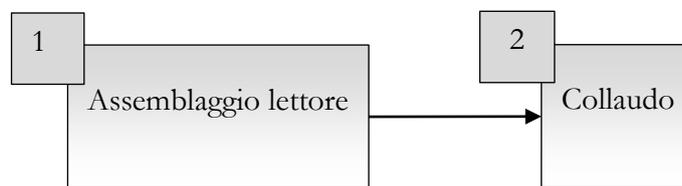


Figura 14: ciclo di lavorazione dei lettori di chiavi

fase1 Questa è una fase di assemblaggio manuale nella quale la scheda del lettore viene racchiusa all'interno di due gusci; poiché non abbisogna di nessuna strumentazione essa può venire effettuata dall'operatore su un banco di lavoro

qualsiasi che non sia dedicato, ma solitamente avviene nello stesso banco in cui vi è la strumentazione di collaudo per la fase successiva o in uno vicino, in questo modo si diminuisce la distanza che il materiale deve percorrere a valle ed inoltre operando sempre nella medesima posizione è possibile predisporre sul banco e nelle vicinanze lo stock dei componenti necessari, così da migliorare anche il flusso di materiali a monte.

fase2 In questa fase il lettore assemblato viene testato con un apposito banco di collaudo e successivamente viene inserito, insieme al cavo a corredo e alla ghiera di fissaggio con il distributore, in un sacchetto di nylon che funge da imballaggio secondario.

Allo stesso modo il ciclo di lavorazione che conduce alla realizzazione del sistema ECS si articola in sole due fasi; si ribadisce ancora una volta che si sta ragionando solamente per i tre prodotti in questione.

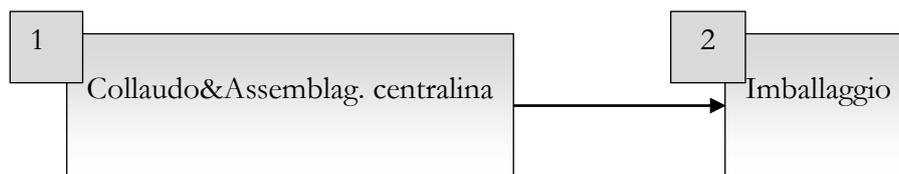


Figura 15: ciclo di assemblaggio sistema ECS

fase1 Questa fase vede l'alternarsi di due attività distinte che avvengono in parallelo grazie al fatto che una di queste richiede un tempo ciclo su un'attrezzatura dedicata tale da permettere all'operatore di svolgere nel mentre un'altra attività; una task è rappresentata dalla programmazione delle schede, nella quale l'operatore collega ad un banco appositamente costruito un certo numero di schede, ne avvia la programmazione in parallelo e infine le estrae; durante la programmazione l'operatore ha a disposizione il tempo necessario a realizzare un'altra attività, che consiste nella chiusura all'interno di due gusci plastici delle schede programmate nel ciclo precedente.

fase2 Nella medesima stazione o in una vicina, centralina, cablaggio a corredo e il lettore di supporti di memoria vengono imballati assieme in un cartone piegato al momento dallo stesso operatore. Per completare tale fase quindi dev'essere a

disposizione dell'operatore il lettore di chiavi o tessere assemblato e collaudato, quindi uno schema delle precedenze tecnologiche vedrebbe a monte di tale fase le altre due che compongono il ciclo di lavorazione necessario a realizzare il lettore di supporti di memoria nella versione richiesta dal codice prodotto finito che si sta assemblando.

Il flusso di materiali per la realizzazione di tale prodotto all'interno del reparto produttivo solitamente si esaurisce in due stazioni di lavoro vicine tra loro, una in cui vengono appunto assemblati e collaudati i lettori CL e l'altra in cui sono collaudate e assemblate le centraline e nella quale solitamente avviene contestualmente anche l'imballaggio dei sistemi ECS. Poiché di norma i lettori vengono prodotti con lotti settimanali, mentre i lotti dei sistemi ricalcano gli ordini clienti, il flusso tra le due stazioni non è continuo, ma i lettori vengono stoccati in un buffer interoperazionale prossimo alla posizione in cui si trovano i componenti necessari ai sistemi; inoltre bisogna considerare che l'assemblaggio dei lettori deve soddisfare anche le richieste delle gettoniere con cashless integrato. In Figura 16 è raffigurato il flusso dei materiali appena descritto.

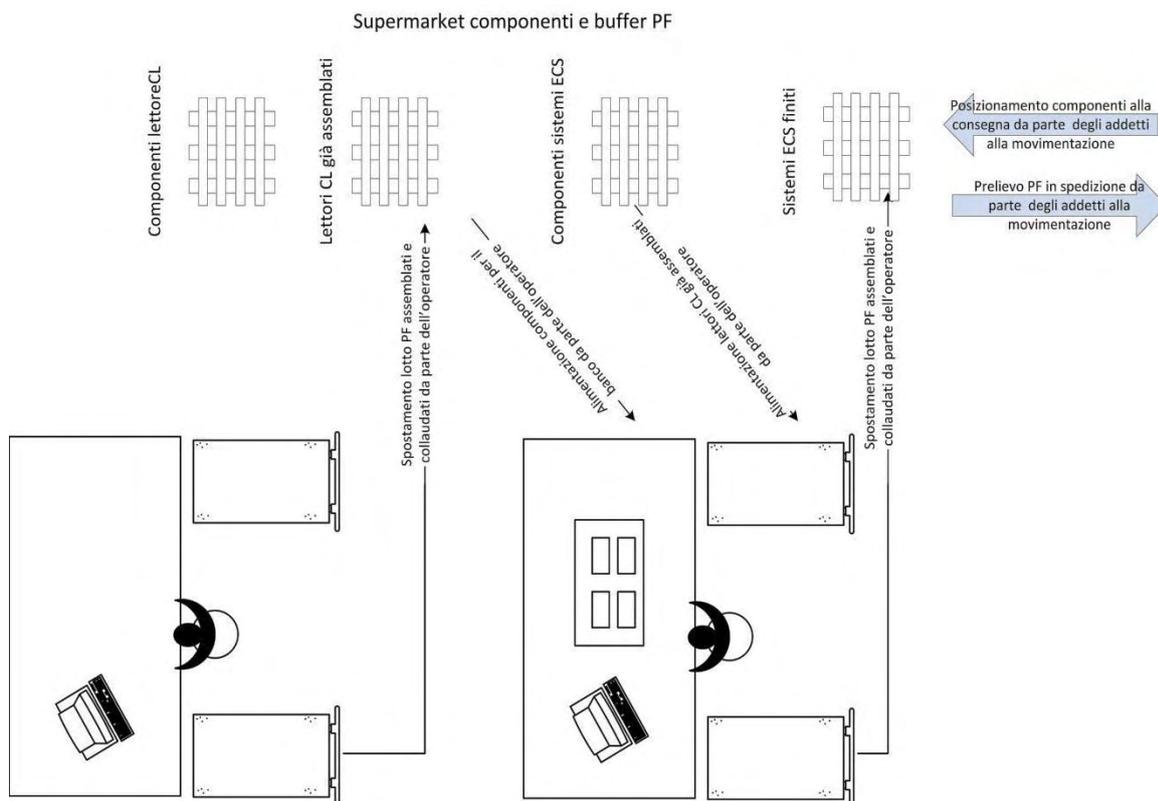


Figura 16: flusso di materiali per la realizzazione dei sistemi ECS

Lettori di Banconote

Attualmente la famiglia dei lettori di banconote consta praticamente di un unico prodotto; guardando le vendite si possono però ancora scorgere la consegna saltuaria di alcuni modelli di generazioni passate che possono venir ancora richiesti per alcune caratteristiche particolari, quali l'ingombro più contenuto, e che vengono assemblati a partire dalle rimanenze che si hanno dei loro componenti o semilavorati. Nel prosieguo si parlerà quindi di lettori di banconote sottintendendo il fatto che ci si sta riferendo al prodotto della famiglia di attuale generazione. Come già sottolineato, essendo i lettori di banconote dei dispositivi elettromeccanici, essi necessitano di un ciclo di lavoro più articolato rispetto ai due prodotti visti finora: dapprima vengono realizzati tre sotto-assiemi distinti, i quali a loro volta sono necessari a realizzare quello che viene detto "lettore semilavorato"; a parte vengono assemblate la cassa e la bocchetta che riunite al suddetto semilavorato formano il lettore completo, che infine viene programmato e imballato insieme al cablaggio necessario ad interfacciarlo al "master" del sistema di pagamento e ad una piastra per il fissaggio del dispositivo al distributore. Il ciclo di lavorazione complessivo è separato in due parti. Nella prima vi sono l'insieme di fasi necessarie ad ottenere il codice che abbiamo detto essere indicato come "lettore semilavorato": tale assemblato risulta essere uguale per ogni versione del lettore, onde per cui si è pensato, al fine di migliorare l'efficienza dei flussi di materiali, di realizzare una mini cella composta da una serie di stazioni di assemblaggio poste in linea e dedicate ognuna ad una delle fasi del ciclo di lavoro necessario ad ottenere il semilavorato in questione:

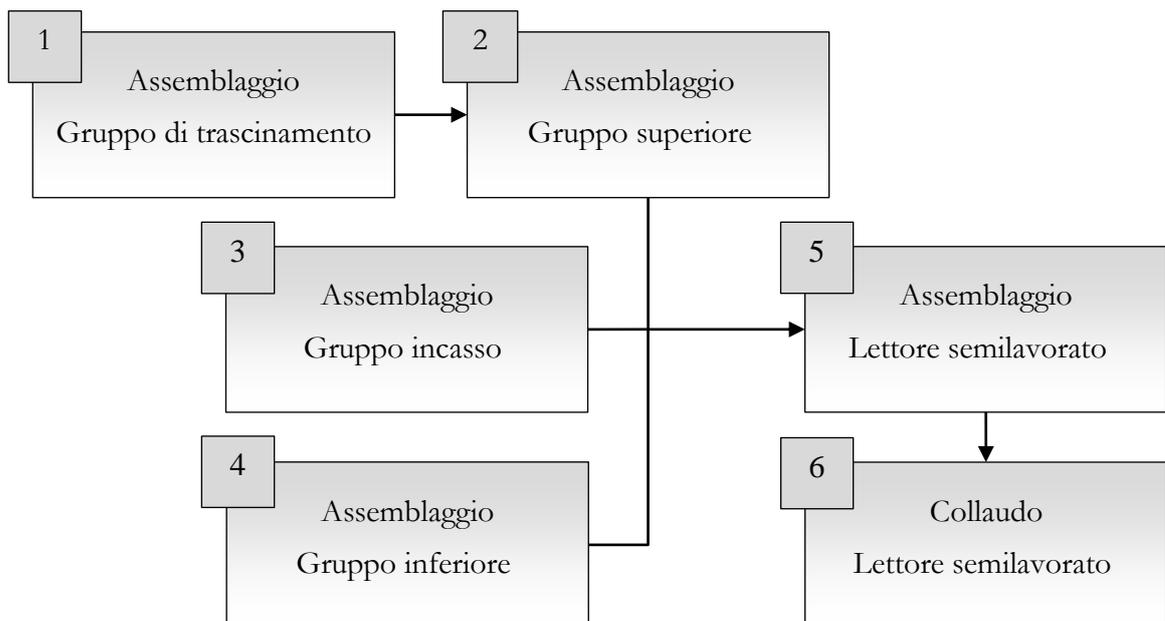


Figura 17: ciclo di lavorazione per ottenere il particolare "lettore semi-assemblato"

Le fasi dalla 1 alla 5 sono tutte attività di assemblaggio manuale, in cui l'unica strumentazione utilizzata sono degli avvitatori pneumatici o elettrici: vi sono delle eccezioni nella fase 1 e nella fase 3, durante le quali l'operatore, dopo aver realizzato un certo numero di sottogruppi, formati da motorino elettrico e dalla successiva catena di organi per la trasmissione del moto, li collauda su di un apposito banco; tale attività ha un tempo di "run" che permette all'operatore di proseguire in parallelo con assemblaggio. Nella fase 5 i tre assiemi, gruppo inferiore, superiore e incasso, vengono uniti al telaio del lettore, si posizionano due gusci sulla parte frontale, viene inserito il meccanismo necessario ad azionare il piatto spingitore e infine si colloca quest'ultimo. A parte la fase 6, tutte le altre risultano essere abbastanza ben bilanciate per quanto riguarda la loro capacità produttiva; questo perché l'operazione di collaudo del semilavorato è un'attività del ciclo temporanea che dovrebbe decadere una volta superata la fase di affinamento della qualità garantita dalle componenti di assemblaggio, soprattutto per quanto riguarda le parti plastiche, realizzate dai fornitori.

Con dei cicli di lavorazione separati vengono assemblati la cassa e la bocchetta del lettore di banconote, in primo luogo perché tali operazioni risultano avere dei tempi di lavorazione unitari significativamente inferiori alle singole fasi del ciclo di assemblaggio del lettore semilavorato, il che porta a realizzarli tramite lotti disaccoppiati, temporalmente e quantitativamente, rispetto a quest'ultimo, ma soprattutto perché, in virtù del fatto che la loro realizzazione risulta essere un'operazione relativamente poco critica, essi sono candidati nelle situazioni di picco del fabbisogno ad essere realizzati presso terzi.

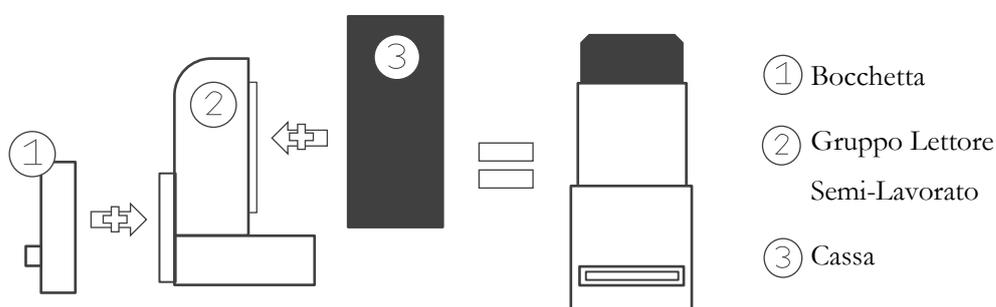


Figura 18: unione dei tre semilavorati nella prima fase del ciclo terminale di realizzazione del lettore

Cassa, bocchetta e lettore semilavorato sono i componenti di assemblaggio necessari alla prima fase del ciclo di lavorazione terminale, mostrato schematicamente in Figura 19, nella quale vengono uniti insieme (Figura 18) prima di procedere alla programmazione del lettore, la quale dipende dalla tipologia di banconote che dovranno essere riconosciute, e ad un successivo test di accettazione utilizzando la valuta in questione; durante la programmazione viene inoltre inserito a livello software il codice identificativo del prodotto, codice che è riportato inoltre su di un’etichetta incollata sul lettore alla fine del test. Nella seconda fase l’operatore piega manualmente la scatola e, prima di inserirvi il lettore, pone quest’ultimo all’interno di un sacchetto trasparente per prevenire gli strisciamenti che possono essere causati durante il trasporto dagli altri materiali che successivamente vengono posti all’interno dello stesso collo, che sono il cablaggio a corredo, il necessario per il fissaggio del dispositivo al distributore e la manualistica; infine l’operatore dispone il prodotto finito imballato su di un pallet.

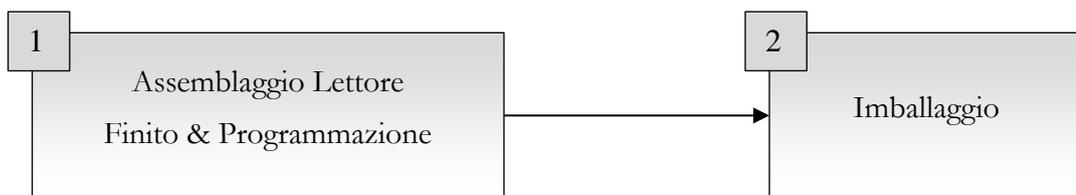


Figura 19: ciclo di lavorazione terminale del lettore di banconote

Si noti fin d’ora che il materiale “lettore semi-lavorato”, che è quello che presenta il costo standard preponderante tra i codici necessari al ciclo di lavorazione terminale appena descritto (dato che al contempo richiede un ciclo di assemblaggio oneroso e necessità di un numero elevato di codici di acquisto, comprendente tutte le schede elettroniche, che sono i componenti a maggior valore), risulta comune a tutte le versioni di tale prodotto, a tutto vantaggio della pianificazione, poiché la differenziazione avviene solamente nelle fasi terminali del ciclo produttivo. Dal punto di vista fisico le varie versioni del prodotto si differenziano per il tipo di bocchetta, per la capienza della cassa e per il tipo di cablaggio a corredo: tali combinazioni sono correlate a differenti codici prodotto finito, a differenza del firmware installato in fase di programmazione, che si ribadisce dipendere dalla tipologia di valuta da riconoscere. In Figura 20 si riporta inoltre quello che è il flusso dei materiali all’interno del reparto produttivo inerente all’assemblaggio del lettore di banconote. Si può notare come la cella che realizza il codice lettore SL sia disposta in linea: i relativi banchi di lavoro sono già predisposti con le attrezzature e i componenti, i quali si trovano all’interno

di contenitori che al bisogno vengono riempiti dagli stessi operatori presso il supermarket allestito nelle vicinanze. La cassa e la bocchetta vengono invece assemblate in modo discontinuo in banchi di lavoro anche generici e portati al buffer che si trova presso la stazione di programmazione, nella quale verranno uniti al semilavorato all'inizio della fase che li vi si svolge.

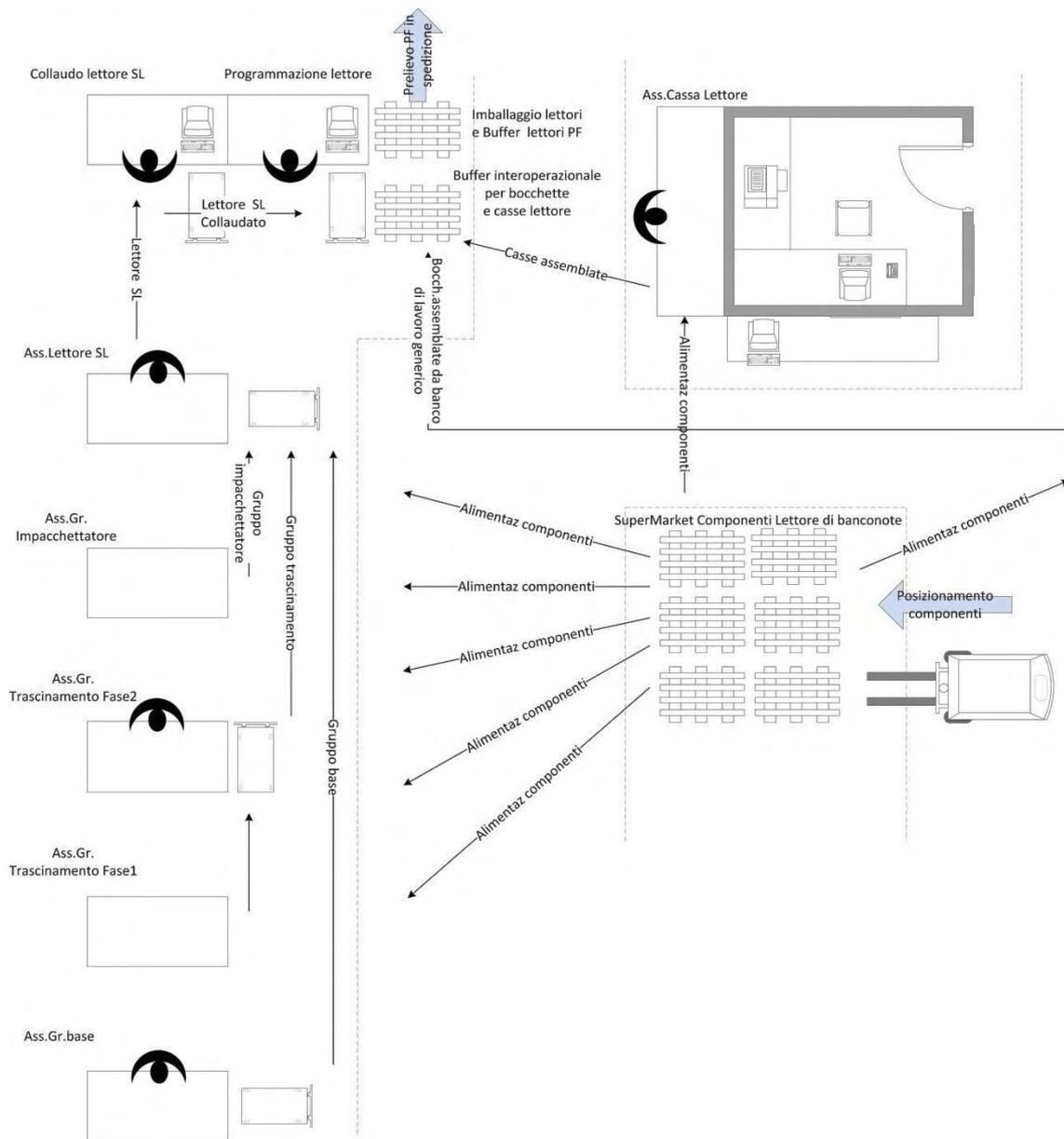


Figura 20: flusso dei materiali all'interno del reparto produttivo inerenti all'assemblaggio del lettore di banconote

Gettoniere rendiresto

Prima di descriverne il processo produttivo è utile sottolineare che nonostante in azienda siano presenti quattro codici rappresentativi per indicare le gettoniere di attuale

generazione si ha a che fare in realtà con due prodotti, la gettoniera tipo1 e la gettoniera tipo2; la prima però presenta a livello software e hardware anche le funzionalità che sono svolte dalla scheda logica di un sistema ECS, per cui viene proposta anche comprensiva del lettore di chiavi o tessere, divenendo così un prodotto che integra anche le funzioni cash-less. L'azienda ha deciso per tale motivo di realizzare altre due famiglie a se stanti, a seconda del lettore integrato, per tale tipologia di prodotti, ma a livello fisico le differenze si limitino al fatto di includere o meno nella confezione finale il lettore di supporti di memoria: poiché quest'ultimo è lo stesso codice che viene proposto nei sistemi ECS, il ciclo di lavorazione è quello già riportato nel relativo paragrafo. Per quanto riguarda il materiale indicato come "gettoniera tipo1 semilavorata" il ciclo di lavorazione è quello riportato in Figura 21. Anche in questo caso abbiamo a che fare con fasi di assemblaggio manuali, a parte la fase3 che comprende anche il collaudo del gruppo espulsore una volta che questo è montato. Nel caso della gettoniera tipo2 il ciclo di lavorazione è in comune fino alla fase3, ovvero il codice "gruppo espulsore" è il medesimo, mentre il gruppo bloccaggio cassetto, nonostante presenti dei componenti comuni con quello della tipo1, risulta essere più semplice, poiché non integra il sistema di chiusura con codice presente nell'altro caso, e questo fatto si rispecchia in una capacità oraria superiore della fase in cui viene realizzato (fase 4 in Figura 22).

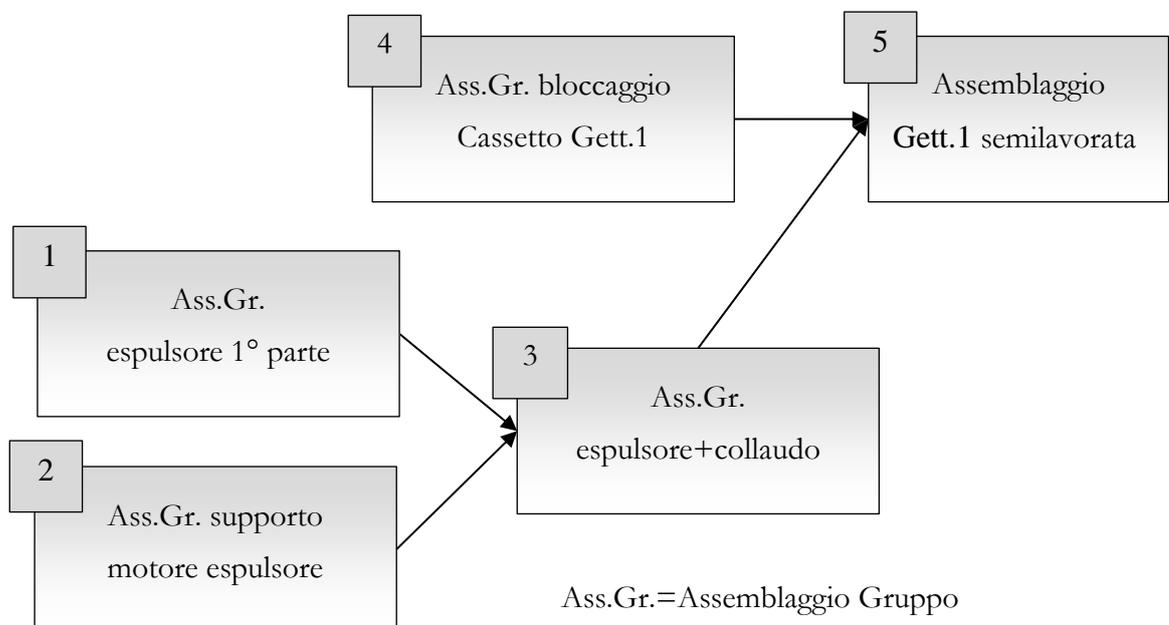


Figura 21: ciclo di lavorazione "gettoniera tipo1 semilavorata"

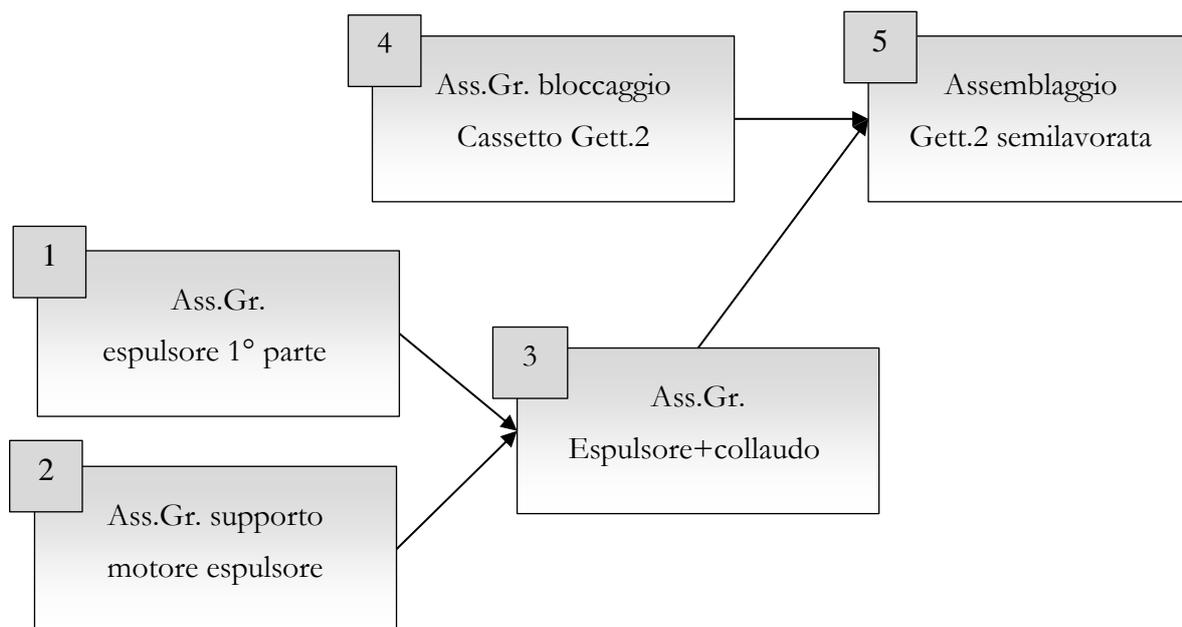


Figura 22: ciclo di lavorazione "gettoniera tipo2 semilavorata"

Nella fase5, per entrambi i prodotti, si assembla il gruppo indicato come “gettoniera semilavorata”, fissando ad un telaio la scheda logica centrale del dispositivo, sul quale successivamente vengono disposti il gruppo espulsore e il gruppo bloccaggio cassetto; si provvede poi a collegare i cablaggi di quest’ultimi alla predetta scheda elettronica ed infine si inserisce su quest’ultima il cablaggio che servirà per interfacciare la gettoniera al distributore o, nel caso della gettoniera di tipo2, all’eventuale sistema ECS. Si noti quindi che è in tale fase che vi deve essere la scelta sul tipo di cablaggio da installare sul dispositivo. Contestualmente avviene la realizzazione del cosiddetto “gruppo riconoscitore” della gettoniera, il cui ciclo è schematizzato in Figura 23: nella fase2 e 3 si ha l’incollaggio delle bobine necessarie al sistema di riconoscimento delle monete su dei gusci plastici; nella 4° fase abbiamo invece il montaggio vero e proprio del riconoscitore, nella quale avviene in parallelo il collaudo del gruppo precedentemente montato, ovvero l’operatore quando ha terminato di assemblare un pezzo lo pone direttamente sul banco di collaudo posto nelle immediate vicinanze e fa partire la routine preimpostata, durante la cui “corsa” provvede a realizzare il pezzo successivo. Il riconoscitore, e quindi il relativo ciclo di lavorazione, è praticamente il medesimo per i due tipi di gettoniera, ma il codice materiale è diverso poiché cambiano il colore dei due gusci plastici frontali e le due etichette utilizzate.

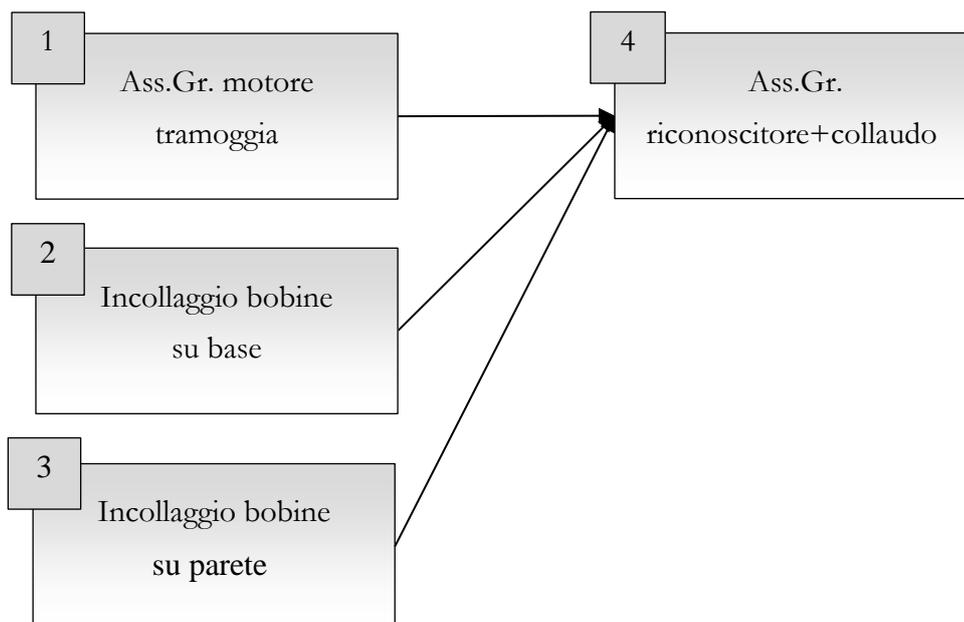


Figura 23: ciclo di lavorazione del "gruppo riconoscitore" delle gettoniere

Altro materiale che deve essere realizzato prima dell'assemblaggio finale della gettoniera, oltre all'eventuale lettore di chiavi o tessere, è il "gruppo tubi", che dipende chiaramente dal tipo di valuta e dalla combinazione dei tagli che il gestore vuole che vengano dati come resto dal distributore, scelta che si ripercuote chiaramente sulla geometria dei componenti che formano i recipienti in cui le monete vengono prima impilate e poi estratte: essi sono i tubi, il cui diametro è calibrato in funzione di quello della moneta che dovranno contenere, e le forcelle posizionate sul loro fondo, che fungono da guida per l'unghia del sistema di estrazione e il cui spessore definisce quello della fessura di estrazione dal tubo. Il codice del "gruppo tubi" dipende quindi dalla combinazione dei 5 tubi e delle 5 forcelle che vi vengono montate; si sottolinea inoltre che le due gettoniere considerate montano lo stesso tipo di tale assieme. Questo codice viene assemblato in una singola fase, che presenta una capacità oraria per singolo operatore, secondo i tempi a sistema, abbastanza elevato.

Infine si ha, in un'unica fase, l'assemblaggio dei tre succitati gruppi (vedi Figura 24), la programmazione, il collaudo e l'imballaggio della gettoniera: l'unione, come avviene anche nel caso del lettore di banconote, avviene tramite degli incastri a scatto con un'operazione di pochi secondi, successivamente l'operatore provvede a collegare la gettoniera alla stazione di programmazione, connessa ad un personal computer, dal quale comanda l'avvio del caricamento del firmware; quest'ultimo dipende dal tipo di moneta da riconoscere e

viene impostato in fase di attrezzaggio all'inizio del lotto. Poiché la programmazione ha una durata di qualche minuto, l'operatore nel frattempo esegue un collaudo manuale della gettoniera che ha precedentemente terminato il caricamento del firmware; inoltre per un pezzo ogni due provvede a collegare il dispositivo ad un banco costruito appositamente per realizzare un test intensivo. Infine a gruppi di una certa numerosità provvede periodicamente all'imballaggio. Tale fase risulta essere la più dispendiosa in termini temporali, e quindi per evitare l'effetto collo di bottiglia vi sono a disposizione più stazioni di lavoro dedicate a tale compito, due per la gettoniera di tipo1 e due per quella di tipo2, per permettere quindi una discreta capacità produttiva; si sottolinea che si è parlato di stazioni di lavoro dedicate al singolo tipo di gettoniera e questo perché le strumentazioni di programmazione risultano essere specifiche.

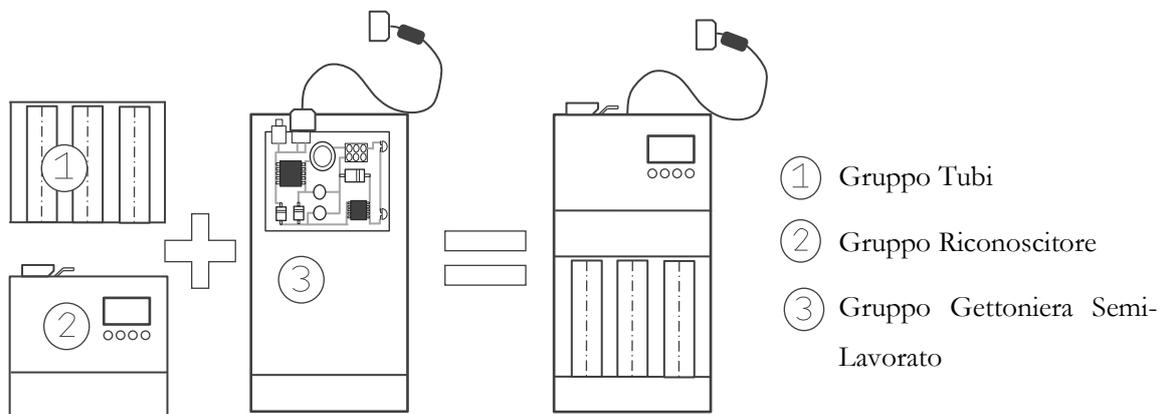


Figura 24: assiemi uniti nell'assemblaggio finale delle gettoniere

Si chiude il discorso riguardante il ciclo produttivo delle gettoniere ricordando che esse vengono realizzate di due tipi, e che quella di tipo1 viene venduta con o senza lettore di chiavi (o tessere); le varie versioni, che poi determinano il codice prodotto finito, dipendono dal tipo di cablaggi presenti (per il collegamento al distributore), e dal codice gruppo tubi, ovvero dalla componenti fisiche montate sul dispositivo (questo all'interno dell'azienda vale inoltre come criterio generale); vi è però un altro parametro, detto “modello”, che viene impostato in fase di caricamento del firmware e che riguarda alcuni pre-settaggi, come ad esempio la lingua dei menu mostrati sul display.

Per quanto concerne il flusso dei materiali interni al reparto produttivo, inerenti all'assemblaggio delle gettoniere in questione, se ne riporta un quadro d'insieme in Figura 25 e Figura 26. Come si può notare in Figura 25, vi sono tre stazioni in linea necessarie alla realizzazione del gruppo espulsore, che come detto risulta essere comune ad entrambi i tipi di gettoniera. Il gruppo tubi viene invece assemblato su di un banco di lavoro generico attrezzato all'occorrenza (in realtà l'unica necessità è predisporvi la componentistica). Vi è poi una stazione in cui avviene l'assemblaggio del gruppo cassetto per entrambi i tipi di gettoniera, anche perché questi due assiemi, come già detto, condividono buona parte della componentistica (la differenza sta in alcuni componenti ulteriori montati nel caso della gettoniera di tipo1). Allo stesso modo anche il gruppo "gettoniera SL" e il gruppo riconoscitore di entrambe le gettoniere vengono ad essere assiemati nei medesimi banchi di lavoro. Nella Figura 26 si vedono infine le quattro stazioni di programmazione e collaudo dalle quali escono le gettoniere finite già imballate.

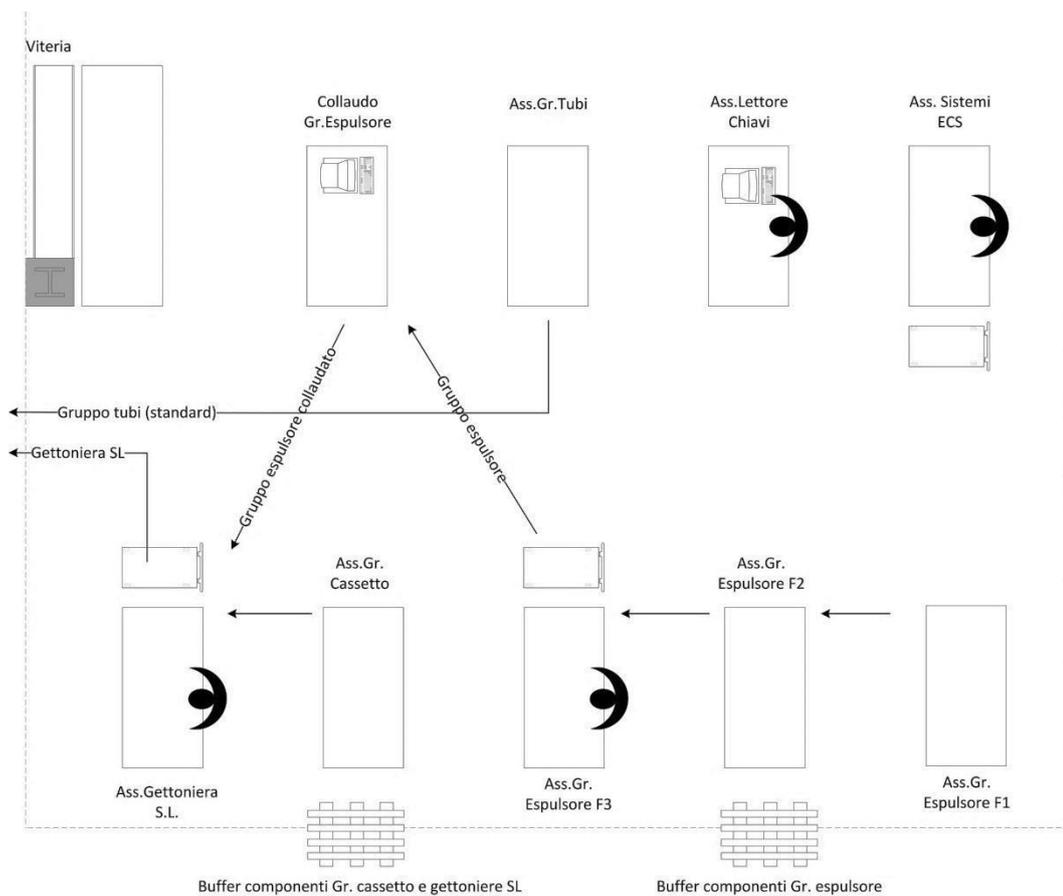


Figura 25: flusso di materiali necessari per pervenire ai gruppi gettoniera SL tipo 1 e 2 e al gruppo tubi

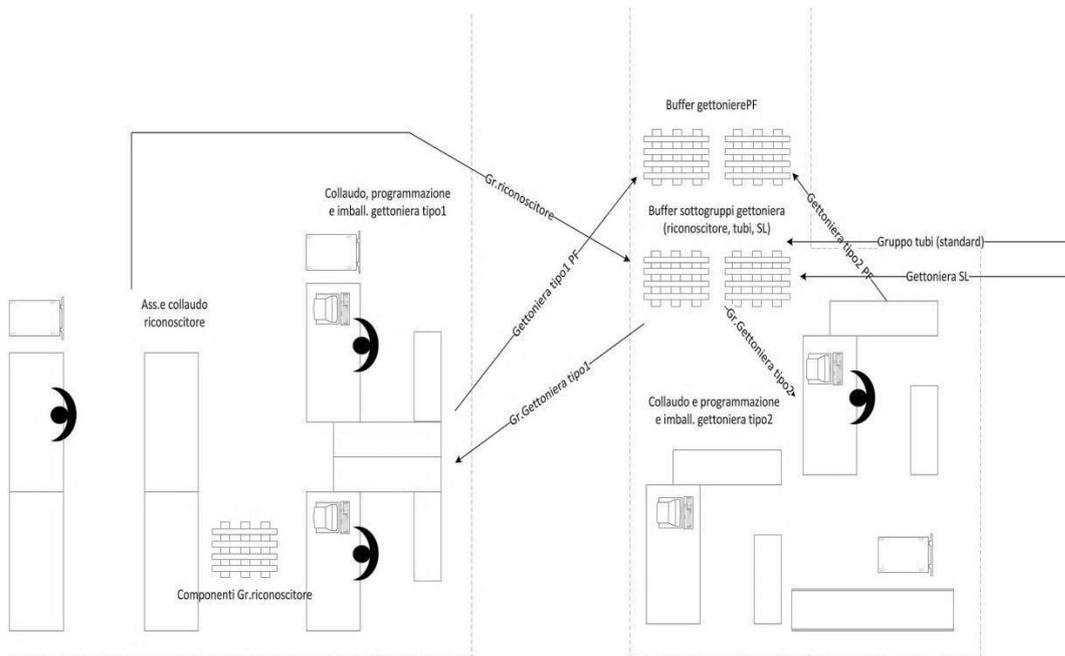


Figura 26: flusso dei materiali successivi e riguardanti il gruppo riconoscitore che portano all'ottenimento delle gettoniere finite

Flussi di materiali interni

Internamente i materiali, sia che si tratti di componenti di acquisto, di prodotti finiti o di assiemi, vengono solitamente movimentati all'interno di "colli", che, a seconda della loro numerosità e ingombro, possono venir trasportati a mano, tramite carrelli a spinta oppure trovarsi disposti su pallet, i quali vengono ad essere movimentati solitamente con carrelli elevatori, oppure tramite transpallet manuali.

I due attori principali che attivamente realizzano il flusso fisico dei materiali sono il reparto produttivo e il magazzino: prima di addentrarsi in tale descrizione è utile ribadire ulteriormente che l'azienda ha da qualche anno adottato una nuova politica di gestione dei materiali, togliendo quelli ad elevato indice di rotazione, ovvero tutti quei codici di utilizzo abituale, del magazzino e disponendoli, opportunamente, direttamente all'interno del reparto di assemblaggio. All'interno di quest'ultimo i materiali sono movimentati direttamente dagli operatori coinvolti nelle operazioni che li riguardano: i componenti di assemblaggio vengono prelevati al bisogno dalle locazioni prestabilite, nei pressi delle stazioni di lavoro oppure dalle postazioni in cui gli addetti alla movimentazione del magazzino preparano quanto richiesto nelle liste di picking, i sottogruppi sono, solitamente, movimentati dagli operatori che compiono le fasi a valle e i prodotti finiti vengono disposti su dei pallet in attesa di essere prelevati dagli addetti del magazzino alle spedizioni. Gli

addetti alla movimentazione del magazzino, oltre a prendere in carico i pallet di prodotti finiti e ad eseguire le opportune operazioni di smistamento di quest'ultimi al fine di ottenere le unità di carico definitive per ottemperare agli ordini di consegna, hanno il compito di preparare, per quei componenti stoccati nel magazzino principale, le quantità riportate nelle liste di prelievo degli ordini di produzione.

Nel reparto di produzione, il cui layout è mostrato schematicamente in Figura 26, vi sono alcune stazioni di lavoro che vengono adibite, o per le strumentazioni che vi si trovano o per il loro posizionamento lungo un determinato flusso di materiali, a specifiche fasi di lavorazione (chiaramente se quest'ultime vengono svolte con regolarità), mentre altri banchi non hanno assegnata una particolare attività, ma vengono allestiti se necessario per lavorare su lotti di codici realizzati saltuariamente oppure per “parallelizzare” alcune fasi in caso di picchi di fabbisogno. Si è inoltre già rappresentato nelle precedenti illustrazioni il flusso di materiali che porta all'ottenimento dei particolari “gettoniera semi-lavorata” e “lettore di banconote semi-lavorato”, e le movimentazioni che riguardano i sottogruppi che convergono alla fase di assemblaggio finale sempre riguardanti le gettoniere e i lettori di banconote; per gli altri prodotti invece si è già accennato che il ciclo di lavoro si esaurisce con le attività svolte in una o al massimo due stazioni di lavoro. I sottogruppi vengono movimentati solitamente all'interno di scatole, di forma predefinita e riutilizzabili, trasportate singolarmente a mano dagli operatori o altrimenti tramite l'impiego di carrelli a spinta, mentre per quanto riguarda i componenti di assemblaggio si cerca, per quanto possibile, di movimentare sempre delle quantità che si trovino già ad essere confezionate nell'imballaggio predisposto dal fornitore. Oltre ai materiali che si trovano nel reparto di produzione perché relativi ad ordini rilasciati o perché facenti parte di quel gruppo di materiali di acquisto direttamente stoccati al suo interno, vi sono altre due tipologie di materiali che rientrano formalmente nelle responsabilità di tale divisione, ovvero i prodotti finiti derivanti da rientri commerciali, che si presume possano essere rigenerati o i cui componenti cannibalizzati e che vengono posizionati nel “magazzino resi” (vedi Figura 27), e i materiali di acquisto o i sottogruppi che vengono trovati non funzionanti ma potenzialmente riparabili, che vengono posizionati nel “magazzino riparazioni” (vedi sempre Figura 27); in entrambi i casi, i materiali che vi si trovano non vengono considerati per il sistema come fossero disponibili, ovvero si trovano in uno stato detto “bloccato”.

I materiali che invece rientrano nelle responsabilità del magazzino sono tutti quei codici di acquisto che non sono direttamente posizionati all'interno del reparto produttivo, perché a basso indice di rotazione o perché troppo voluminosi, i prodotti finiti versati alla fine del

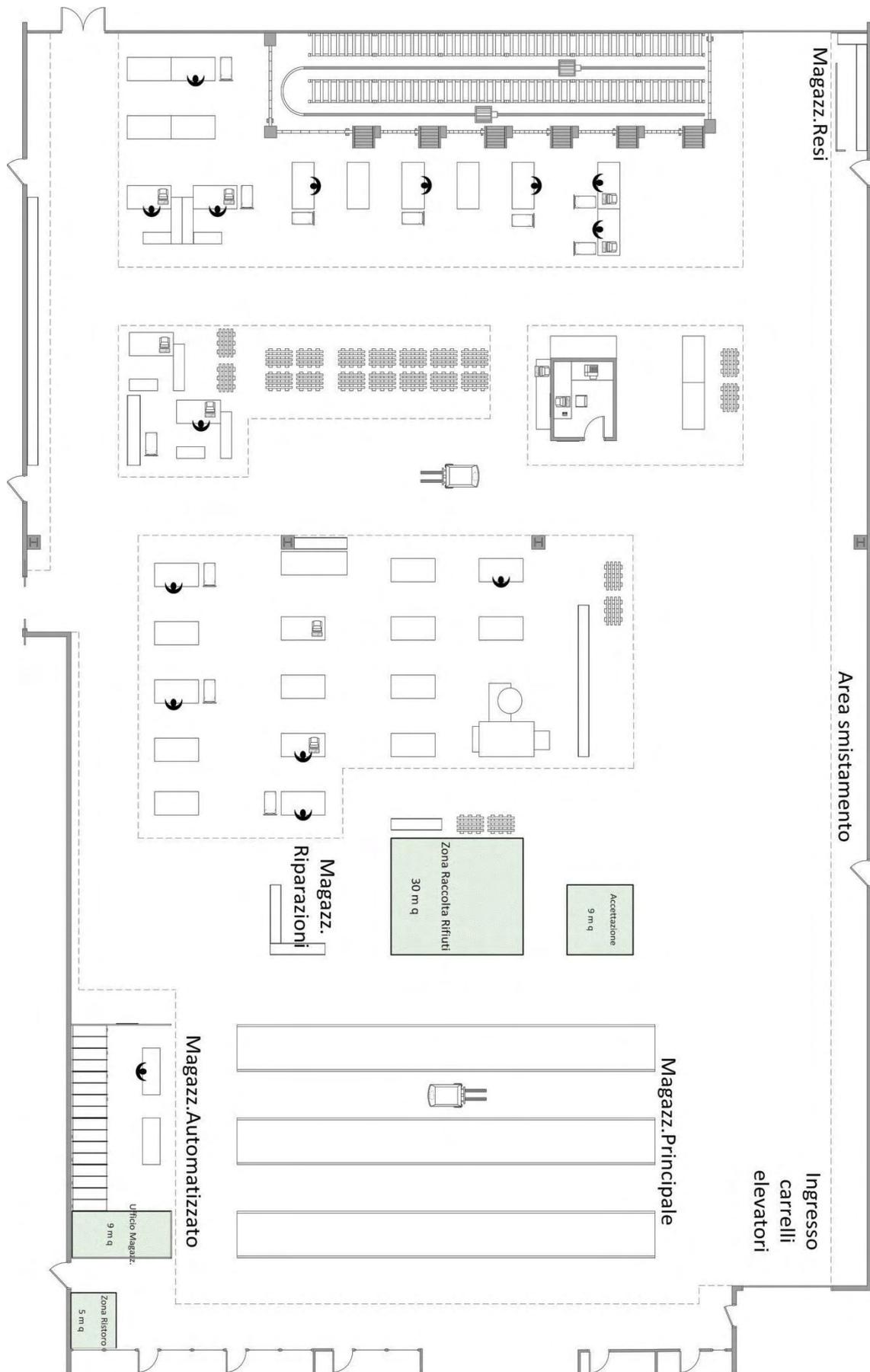


Figura 27: schema del layout dell'ambiente dedicato alla produzione e ai magazzini

loro ciclo produttivo in attesa di spedizione e tutti quei componenti, solitamente di acquisto, che transitano per l'azienda per operazioni di smistamento delle unità di carico e per controlli qualità (CQ) per essere poi spediti ai fornitori per le operazioni in conto lavoro. Osservando lo schema del layout dell'ambiente unico in cui si trovano a convivere il reparto produttivo ed il magazzino, riportato in Figura 27, si possono notare le due aree adibite alle svolgimento delle operazioni logistiche e allo stoccaggio dei materiali che competono al controllo magazzino: nell'area di smistamento avvengono le suddette operazioni di creazione delle unità di carico di spedizione, solitamente dei pallet, e l'identificazione, per il conseguente posizionamento, dei colli in ingresso. Nel magazzino principale vi sono due strutture per l'immagazzinamento, una è rappresentata da una serie di scaffalature per pallet a singola profondità, in cui sono posizionati i materiali ad elevato ingombro o a bassissimo indice di rotazione, e l'altra da due magazzini automatici per colli di tipo "modula", per tutti gli altri codici.

Flussi di materiali entranti

Come già accennato, Coges ha progressivamente demandato in "*outsourcing*", anche grazie ad un approccio in tal senso attuato a livello di sviluppo dei prodotti, la realizzazione di tutte le componenti di assemblaggio, mantenendo al proprio interno sostanzialmente solo quest'ultima come fase del processo produttivo, oltre chiaramente a quelle di programmazione, collaudo, imballaggio e alcuni controlli qualità dei suddetti particolari. Per quanto riguarda i flussi di materiali entranti si descrivono in seguito le varie tipologie di componenti di assemblaggio acquistate dall'azienda, soffermandosi soprattutto su quelle che risultano essere più critiche, ad esempio perché presentano elevati valori d'impiego (= "costo unitario del codice" \times "relativa domanda media nel periodo di riferimento"), lunghi lead time di approvvigionamento oppure perché sono particolari che rientrano nelle competenze distintive ("*core competencies*") di Coges.

Una prima suddivisione delle componenti di acquisto può essere fatta guardando alle modalità con cui i fornitori realizzano i materiali in questione, ovvero se quest'ultimi vengono realizzati su specifica di Coges, oppure se appartengono ad un catalogo, chiaramente nel primo caso, rispetto al secondo, le varie divisioni dell'azienda vengono ad essere maggiormente coinvolte nell'insieme delle attività necessarie all'approvvigionamento.

- 1) Tra i materiali prodotti *su specifica* si hanno tre categorie principali, per valore d'impiego e varietà dei codici: le schede elettroniche, le componenti plastiche e i cablaggi. Per queste tre tipologie di materiali di acquisto si è scelta una strategia di

approvvigionamento di tipo “dual sourcing”, in modo da limitare fenomeni di dipendenza dai singoli fornitori e al contempo riuscire a curare in modo semplice e adeguato le relazioni con essi (da [2]); in realtà però le quantità d’acquisto del singolo codice non permettono di ottenere prezzi favorevoli e lotti sufficientemente frequenti se suddivise tra più fornitori, per cui tale strategia di approvvigionamento è applicata guardando alla categoria di materiali, ovvero, ad esempio, per la realizzazione delle schede elettroniche si è diviso l’insieme di tali componenti in due diversi gruppi e ad ognuno di essi si è associato un fornitore, per cui si ha che un singolo tipo di scheda viene realizzato presso un unico assemblatore.

- Le *schede elettroniche* vengono progettate da Coges e realizzate esternamente presso due fornitori, perseguendo cioè la suddetta strategia di tipo “dual sourcing”, maggiormente focalizzati su tale processo e che quindi hanno la possibilità di realizzare a riguardo economie di scala. Seguendo la classificazione proposta da “Clark” e “Fujimoto” (da [1]) esse rientrano nella categoria delle “*parti controllate e massimo livello di dettaglio*”: la loro fornitura, la cui gestione si descriverà per esteso nel quarto capitolo, è regolata, a seconda della scheda in questione, sia tramite ordini di conto lavoro che di conto pieno: in quest’ultimo caso si rende inoltre necessario ricorrere alla sottoscrizione di accordi quadro con i fornitori. In breve, nel primo caso l’acquisto e la gestione, in senso logistico, delle componenti elettroniche non standard (che normalmente sono quelle attive) è a carico di Coges, che quindi riconoscerà al terzista il costo della lavorazione e della rimanente parte della componentistica (quella passiva), nel secondo caso acquisto e pianificazione di tutti i materiali necessari è a carico del fornitore. Una situazione particolare si presenta nel caso del TAG RFID inserito nelle chiavi di attuale generazione, nel cui caso Coges attualmente funge da intermediario commerciale tra fornitore di secondo e primo livello.
- Le *componenti plastiche* disegnate da Coges vengono realizzate, sempre da due fornitori diversi, tramite presso-iniezione plastica: gli stampi utilizzati sono acquistati da Coges, che quindi ne detiene la proprietà e perciò deve ovviamente sobbarcarsi anche della relativa manutenzione o delle possibili modifiche. I parametri a cui debbono sottostare tali forniture riguardano, oltre al rispetto delle tolleranze geometriche e della loro definizione cromatica, anche le caratteristiche di resistenza strutturale, statica e dinamica, e agli stress

termici; ai fini della sicurezza, il materiale polimerico deve inoltre risultare autoestinguento. Anche se il prezzo unitario concordato con il fornitore richiede la comunicazione del quantitativo di acquisto annuo previsto, l'approvvigionamento non è vincolato tramite la definizione di accordi quadro, ma avviene tramite il rilascio di singoli ordini: le relative quantità ricalcheranno perciò il lotto di produzione del fornitore e dovranno quindi sottostare ai vincoli che quest'ultimo pone sulla loro dimensione minima.

- I *cablaggi* vengono prodotti esternamente su specifica di Coges e normalmente il lead time di acquisto che presentano è dell'ordine dei 2 o 3 mesi circa: tali tempistiche sono motivate dal fatto che alcuni componenti necessari al fornitore per realizzarli, in particolare i connettori, devono essere acquistati specificatamente per i prodotti ordinati da Coges, per cui se il fornitore non è disposto a predisporre delle giacenze per essi, il lead time subito dall'azienda è quello comprensivo del tempo di approvvigionamento dai fornitori di secondo livello. Anche per tale categoria di componenti l'approvvigionamento avviene tramite singoli ordini di acquisto, ovvero non si ricorre alla stipulazione di contratti quadro. Seguendo la medesima suddetta categorizzazione, cablaggi e componenti plastiche rientrano in quelle che vengono dette "*parti a scatola nera*", ovvero materiali per i quali il cliente comunica al fornitore quelle che sono le specifiche richieste e poi di fatto può disinteressarsi di come il materiale viene effettivamente realizzato; in realtà nel caso delle plastiche a disegno vi è un impegno non indifferente da parte dell'azienda nella definizione del processo produttivo visto che essa sovrintende alla realizzazione degli stampi per l'iniezione plastica, onde per cui si sarebbe un po' al limite tra tale categoria di materiali e quella "a massimo livello di dettaglio".

Vi sono inoltre altri materiali di secondaria importanza, in termini di valore d'impiego, acquistati su specifica da Coges, come ad esempio delle minuterie metalliche (alberini, ingranaggi, seeger, ...), alcune molle, una cinghia dentata, gli imballaggi e le etichette.

- 2) La rimanente parte dei materiali di acquisto fanno parte del *catalogo* dei relativi fornitori, rientrando quindi nella categoria delle "*parti di proprietà del fornitore*" (OEM, Original Equipment Manufacturer) secondo la già citata suddivisione ([1]); per Coges

si tratta ad esempio dei componenti elettronici delle schede in conto lavoro, dei motorini elettrici e degli schermi LCD.

Di seguito si riporta in Figura 28 una schema riassuntivo della suddivisione sopra descritta dei componenti di assemblaggio, ovvero una loro categorizzazione in base a quanto l'azienda è coinvolta, a livello progettuale e logistico, nella loro realizzazione.

Vista l'elevato numero di materiali, la maggior parte dei quali su specifica, di cui Coges deve approvvigionarsi, il controllo qualità dei componenti d'assemblaggio diviene una fase fondamentale. Per alcuni casi è possibile (ed economicamente vantaggioso) realizzare dei controlli direttamente alla fine del processo produttivo del fornitore, come ad esempio l'istituzione dei banchi di collaudo delle schede elettroniche; negli altri i controlli avvengono a campione sui lotti di materiali in ingresso in base al grado di confidenza che si ha nei riguardi del fornitore e nei riguardi del codice, ovvero, semplificando, essi risulteranno più attenti e frequenti quando si avrà a che fare con nuovi fornitori e materiali.

Altri flussi di materiali entranti si possono avere quando nella pianificazione si riscontrano dei sovraccarichi del fabbisogno di capacità produttiva (in tal caso si parla in sostanza di ore lavoro del reparto assemblaggio) rispetto alla disponibile: in tal caso non è raro ricorrere a dei terzisti per realizzare alcuni preassemblaggi. Chiaramente, se chi realizza tali preassemblaggi è una ditta differente dal produttore del componente, si dovranno governare i flussi di materiale verso il terzista designato e tener conto nella pianificazione delle sue tempistiche e delle modalità di consegna concordate. Al termine della descrizione di quelli che sono i principali flussi entranti, la cui gestione verrà trattata nel quarto capitolo, si riporta in **Figura 29** una rappresentazione grafica sinottica di quelli che sono i flussi fisici inter-aziendali: lo schema chiaramente non è esaustivo, ma mostra quello che è il supply network in cui l'azienda si trova ad operare. Si vedono i principali supplier di primo e secondo livello, e si riporta quali sono i tre canali di distribuzione dei prodotti su cui si basa l'azienda: la stragrande maggioranza del fatturato deriva dalle consegne verso i rivenditori nazionali e internazionali e tramite gli uffici commerciali di proprietà con sedi in Spagna, Francia ed Inghilterra, mentre una quota marginale deriva dalla vendita diretta.

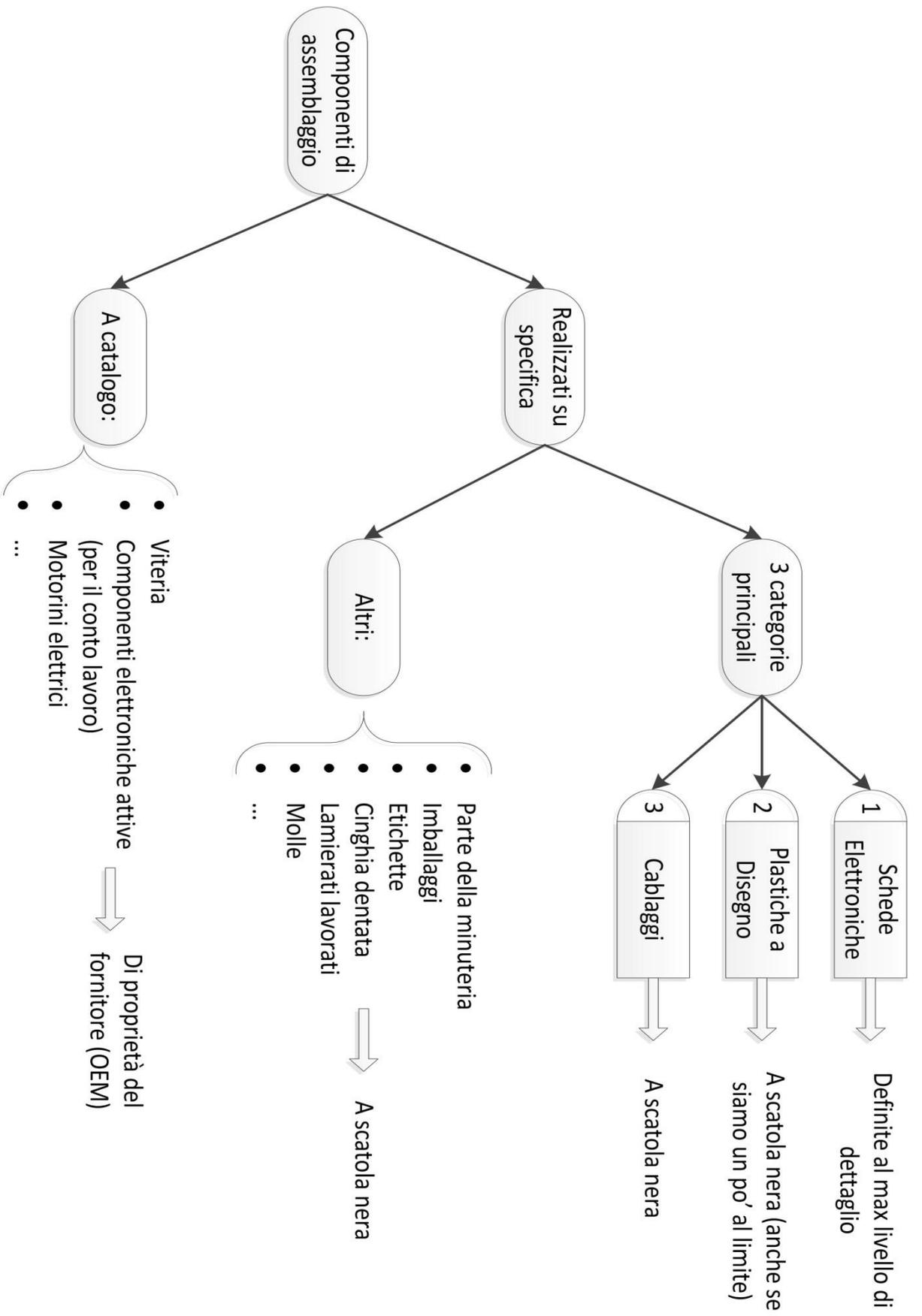


Figura 28: schema della suddivisione delle componenti di assemblaggio

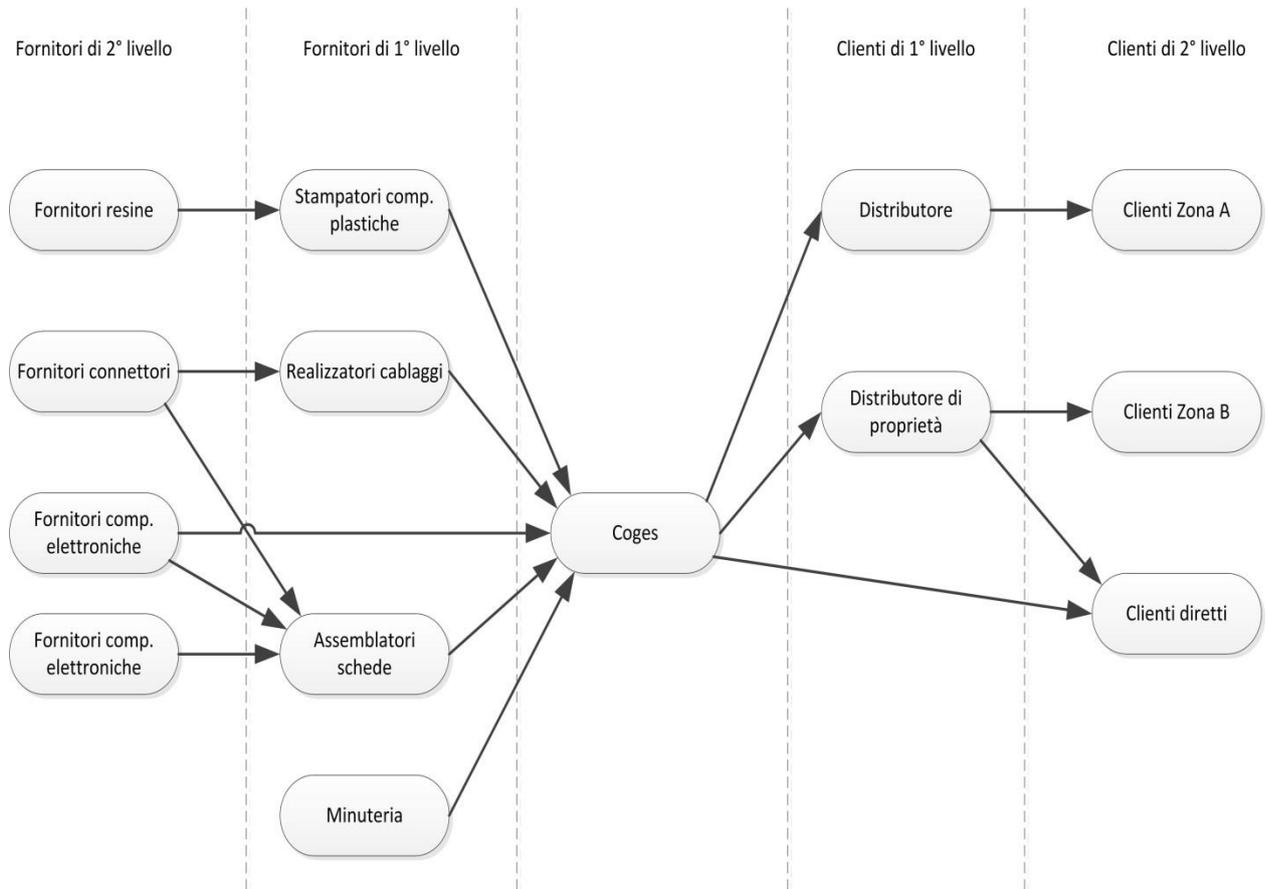


Figura 29: livelli della Supply Chain (da [2])

CENNI TEORICI: PIANIFICAZIONE E CONTROLLO DELLA PRODUZIONE

Introduzione al concetto di logistica

Una possibile definizione della *logistica* (da [1]) può essere la seguente: essa è quell'insieme di attività che fanno in modo che si realizzino e si mantengano nel tempo le “sette condizioni giuste”:

1. il *prodotto* giusto;
2. nella *quantità* giusta;
3. nella *condizione* giusta;
4. nel *luogo* giusto;
5. al *momento* giusto;
6. al *cliente* giusto;
7. al *prezzo* giusto.

Quanto è importante? Come si può intuire dalla definizione, il suo obiettivo principale è quello che in letteratura viene definito come “*livello di servizio*” al cliente, per cui è logico che l'attenzione e le risorse investite per tali attività siano funzione di quanto esso sia un *fattore competitivo* nel mercato in cui l'azienda si trova ad operare; in altre parole più le prestazioni sul fronte del servizio al cliente risultano essere rilevanti strategicamente ai fini del successo di vendita e maggiori saranno gli sforzi profusi a tal riguardo.

Come essa si esplica? Pragmaticamente quello di cui la logistica si occupa, al fine di ottenere il suddetto obiettivo, è il governo del *flusso dei materiali* nel suo complesso, dall'acquisto della materia prima all'invio dei prodotti finiti ai punti di distribuzione periferici. Uno schema di riferimento potrebbe essere quello riportato in Figura 30: in essa si riportata una sintesi logica formata unendo la *distinta base* di un ipotetico prodotto con la relativa rete di distribuzione. Ogni casella è rappresentativa di un materiale e della sua locazione (*cosa e dove*), informazioni che vengono condensate tramite l'impiego di *codici* e che sono oggetto di governo da parte della logistica, ovvero di definizione della quantità che dev'essere presente di tale codice in un particolare momento (*quanto e quando*). Ovviamente nella parte a sinistra del *prodotto finito* le casella rappresentano materiali diversi immagazzinati nei luoghi a loro adibiti all'interno dei siti produttivi dell'azienda, mentre nella parte di destra abbiamo a che fare con il medesimo materiale, il prodotto *i*-esimo, ma reso disponibile nei diversi punti del suo sistema distributivo. Tra una casella e l'altra vi sono l'insieme delle attività necessarie a passare dal/*i* codice/*i* a monte al/*i* codice/*i* a valle,

le quali saranno caratterizzate dal periodo di tempo che serve per il loro svolgimento, parametro noto come *tempo di attraversamento* (o *lead time*).

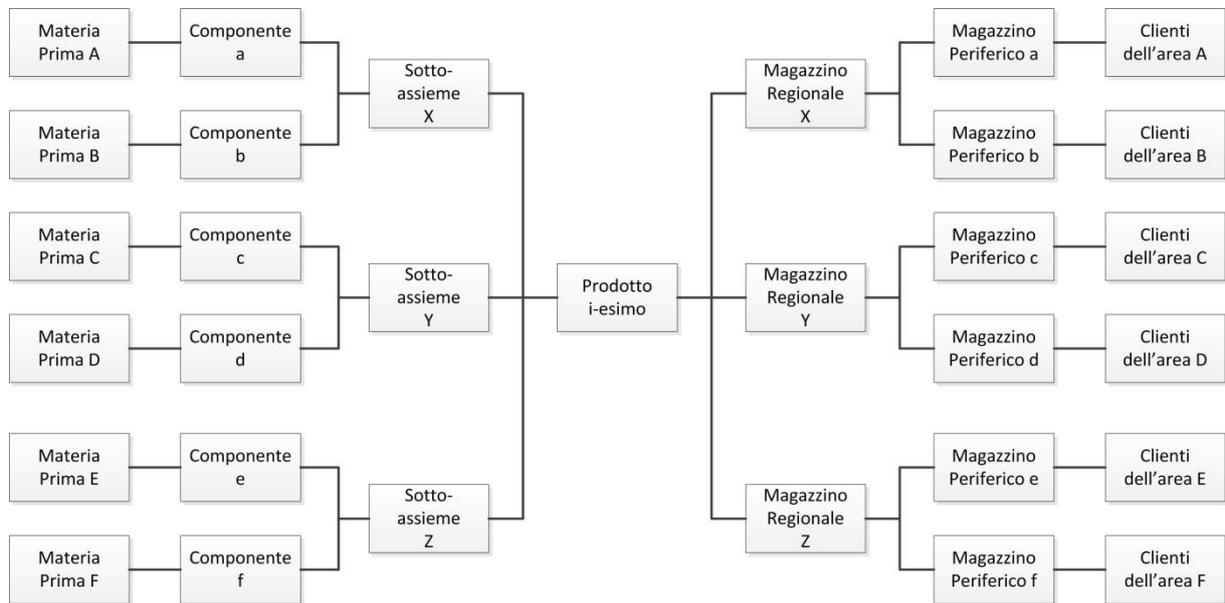


Figura 30: schema dei codici oggetto della logistica (da [1])

La logistica esplica la sua funzione di governo sul sistema produttivo o distributivo dell'azienda tramite l'*emissione* degli *ordini*: in essi si comunica il codice da ottenere, la quantità e il momento a cui dev'essere reso disponibile; se ad esempio si vuole che al tempo t_0 sia resa disponibile una certa quantità del sotto-assieme X, la struttura logistica dovrebbe premurarsi di rilasciare l'ordine relativo entro l'istante t_0+LT , avendo indicato con LT il lead time delle attività coinvolte. Escludendo imprevisti e ammettendo che siano disponibili al momento opportuno la capacità produttiva e le quantità di componenti necessari, il suddetto ordine di produzione rilasciato si chiude una volta che si rende disponibile quanto ordinato.

I parametri di *performance* dell'attività logistica (da [1])

possono venire in qualche modo riassunti nei seguenti tre:

1. garantire il già citato *livello di servizio al mercato*, almeno per quel che riguarda il suo aspetto temporale, ovvero si sta parlando del rispetto delle date di consegna (*puntualità*) e della riduzione dei suoi tempi (*rapidità*);
2. contenere l'entità del *capitale circolante* sotto forma di scorte, siano esse materie prime, componenti, semilavorati o prodotti finiti;
3. limitare l'entità dei *costi logistici*, ovvero di tutti quegli esborsi connessi alla struttura logistica di governo.

Per quel che riguarda l'ultima voce è utile sottolineare le difficoltà che si hanno nella sua definizione, a causa del gran numero di situazioni aziendali e di voci di costo che possono venir in qualche modo addebitate allo svolgimento delle attività logistiche; a livello indicativo possiamo citare almeno quattro categorie di costi logistici (da [1]), i *costi per la movimentazione fisica delle merci* (come ad esempio i costi per i trasporti interni ed esterni), i *costi di natura finanziaria o assimilabile* (come ad esempio il costo in interessi sul capitale investito in scorte o i costi legati al "passare del tempo" come quelli causati da fenomeni quali il danneggiamento o l'obsolescenza), i *costi generali non relativi al personale* (come ad esempio le quote di ammortamento delle attrezzature delegate alle funzioni di movimentazione dei materiali, i costi per l'insieme di hardware e software necessari alle funzioni gestionali e i costi dell'energia per gli ambienti di interesse logistico) e i *costi generali relativi al personale* (costi del personale preposto alle funzioni di governo del flusso dei materiali interno ed esterno e anche di quello necessario all'aspetto amministrativo correlato).

Trade-off e curva di frontiera

Come si può ben intuire il primo obiettivo della logistica, quello del livello di servizio dal punto di vista temporale, e i rimanenti due, che possiamo considerare separatamente o conglobare in un'unica voce di costo complessiva, risultano essere tra loro antitetici, ovvero per ottenere migliori prestazioni dal punto di vista della rapidità e della puntualità di consegna è chiaro come si debba andare ad investire maggiormente in scorte e struttura logistica, contrariamente al desiderabile. Questo è il problema di fondo con cui si deve confrontare il gruppo di persone preposte a decidere della struttura logistica aziendale, ovvero definire quella situazione di compromesso che permette di non penalizzare eccessivamente nessuno dei tre parametri di prestazione: concetto noto come

“bilanciamento” o “trade-off”. Esso può essere meglio compreso osservando il diagramma sottostante (Figura 31), in cui si ha in ascissa il livello di servizio e in ordinata l'indice che rappresenta l'entità dei costi in scorte e logistici, per cui il generico punto X è rappresenta le prestazioni logistiche di una determinata azienda. Pensando ipoteticamente di poter valutare, in un determinato momento storico, le prestazioni di moltissime altre aziende e disegnando il *fronte di Pareto* relativo al problema “massimo livello di servizio” – “minimo indice di costo”, si dovrebbe ottenere un andamento simile a quello della curva a in Figura 31. Essa rappresenta perciò le aziende con prestazioni logistiche ottimali (aziende dette anche “best in class”), ovvero se si ragiona, ad esempio, a parità di livello di servizio l'azienda in questione deve sostenere un (indice di) costo C_X superiore a quello C_Y necessario all'azienda migliore.

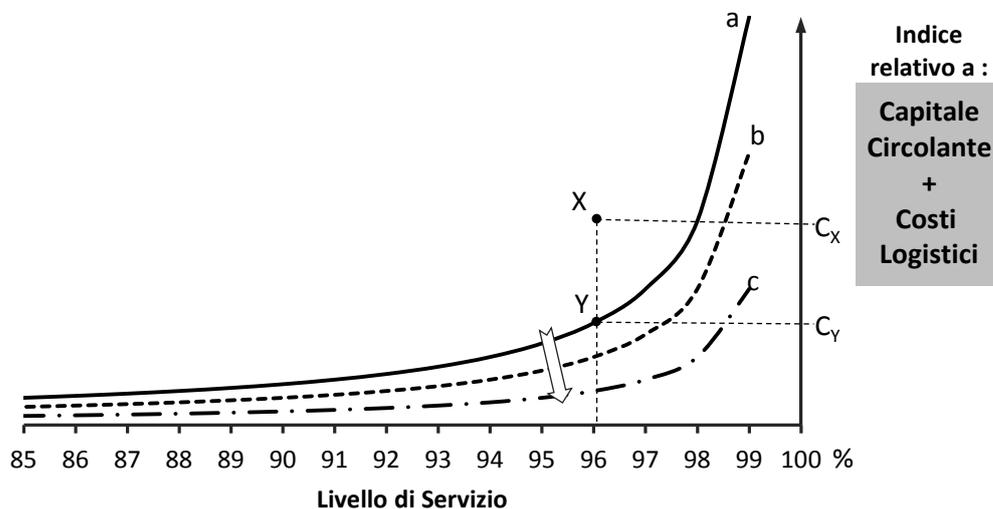


Figura 31: diagramma esemplificativo del concetto di curva di frontiera (da [1])

Tale curva viene anche indicata come *curva di frontiera*, poiché l'area che sottende rappresenta situazioni non possibili, e ribadisce anch'essa il concetto di trade-off tra livello di servizio e costi sostenuti per garantirlo. Ovviamente tale curva, e quindi l'area sottesa, non è fissa nel tempo, ma avanza progressivamente, curva b e c, con l'evoluzione delle tecnologie e delle attrezzature a disposizione delle attività logistiche.

Pianificazione della produzione

Riferendoci alla Figura 30, si può separare la logistica che governa l'insieme dei processi necessari ad ottenere il prodotto, ovvero quella che riguarda la parte a sinistra del diagramma, da quella preposta a governarne il sistema distributivo, ovvero quella afferente all'albero di destra; indicheremo (da [1]) la prima come *logistica manifatturiera*, mentre la seconda come *logistica distributiva*. Quella su cui nel prosieguo ci si focalizzerà sarà sostanzialmente la logistica manifatturiera: compito fondamentale delle persone preposte a svolgere tale attività è lo studio e l'implementazione di un *sistema di pianificazione della produzione*, ovvero di quell'insieme di processi che hanno lo scopo di definire e controllare i piani di produzione.

Il modello proposto per il sistema di pianificazione (da [1]), e che cerca in qualche modo di essere il più generale possibile, suddivide il tipo di attività in base a due parametri, l'*orizzonte temporale di pianificazione*, legato al periodo di tempo necessario all'azienda per governare la risorsa in questione, e quello che si definisce *livello di pianificazione*, che è indicativo della tipologia delle attività svolte.

L'orizzonte di pianificazione

Si è parlato in termini generici di "risorse" oggetto di governo da parte delle attività logistiche: fondamentalmente, come già accennato, esse sono due, le *quantità di materiali* e la *capacità produttiva* necessaria per ottenerle. Risulta chiaro che, almeno per un'azienda produttrice di beni, le due voci non sono tra loro interdipendenti, infatti la definizione delle quantità dei vari codici da ottenere determinano la richiesta delle risorse produttive necessarie e viceversa se non vi è la possibilità di modificare la capacità produttiva in un determinato periodo essa può limitare le quantità ottenibili di alcuni materiali. Il periodo di tempo che l'azienda impiega per arrivare ad ottenere il determinato codice, ovvero la somma dei lead time di tutte le operazioni a monte (acquisto, lavorazione, assemblaggio, ...), o quello necessario per comandare determinate risorse produttive (capacità produttiva, macchinari e ore manodopera, dell'azienda o dei terzisti) definisce l'anticipo, o precessione, con cui essa deve decidere in merito; normalmente ci si riferisce a tre orizzonti temporali, di lungo, medio e breve termine.

Detto questo è logico osservare che tanto più elevata è la precessione considerata e tanto maggiore sarà il grado di aggregazione, in termini temporali e di tipologia di codice, con cui si avrà a che fare. Infatti se alcune risorse richiedono molto tempo all'azienda per essere acquisite o governate, ad esempio due o tre trimestri, e il loro impiego dipende

principalmente da un certo parametro, che solitamente può essere la quantità di vendita di un certo prodotto, è chiaro come quest'ultimo non possa con tale anticipo essere conosciuto con precisione, sia a livello qualitativo, sia a livello temporale; ovvero, se ci si riferisce come detto alle vendite, non è pensabile poterne prevedere il reale mix e l'entità con cui si presenteranno in un determinato giorno o settimana posto così lontano nel futuro. In tal caso si sta ragionando con un'ottica di *lungo termine*, per cui le informazioni a disposizione si troveranno per forza di cose ad uno stato molto aggregato, ad esempio di fatturato trimestrale o di vendite di un'intera famiglia di prodotti in un lasso simile di tempo. Normalmente in tale fase la determinazione quantitativa delle risorse avviene tramite quelli che si definiscono *standard aggregati o rappresentativi*, ovvero dei coefficienti, definiti a partire da osservazioni storiche, che le legano al suddetto parametro di riferimento; si ribadisce che le risorse che devono sottostare ad una pianificazione di questo tipo sono tutte e sole quelle che richiedono lunghi periodi per essere reperite o modificate (tipico esempio potrebbero essere le ore manodopera).

Cosa si intende invece per medio e breve periodo? La differenza fondamentale tra i due orizzonti temporali non risiede tanto nelle estensioni temporali, quanto nella tipologia delle informazioni dalle quali scaturiscono le successive attività. Nel caso dell'orizzonte a *medio termine* l'oggetto della pianificazione sono quelle risorse che devono già essere disponibili al momento della ricezione dell'ordine (ottica "*To Stock*"), onde per cui la loro definizione quantitativa sarà comandata, sostanzialmente, da delle previsioni di vendita. Nella pianificazione a *breve termine* invece si comandano quelle risorse che, per necessità o per disponibilità temporale, vengono definite a fronte degli ordini cliente, ovvero tali attività hanno come input preponderante il portafoglio ordini (ottica "*To Order*"). Risulta chiaro perciò che un primo adattamento del modello presentato deve tener conto della *modalità di approccio al mercato* dell'azienda ("*Make To Stock*", MTS, "*Assemble To Order*", ATO, "*Make To Order*", MTO, "*Purchase To Order*", PTO, "*Engineer To Order*", ETO) .

Nella Figura 32 si riporta (da [1]) a titolo esemplificativo una possibile definizione dei tre sopracitati orizzonti temporali:

- come orizzonte di lungo termine (LT) si è considerato un periodo oggetto di pianificazione di un trimestre e una precessione di tre trimestri, ovvero si suppone di dover stabilire quantitativamente le risorse necessarie nell'arco di un trimestre e che esse necessitino di circa nove mesi per modificate o acquisite.

- Come orizzonte di medio termine (MT) si è preso il quarto mese a partire dall'istante in cui si deve decidere in merito a tale periodo.
- Come orizzonte di breve termine (BT) si è scelto un periodo di una settimana e un'uguale valore per quel che riguarda la precessione.

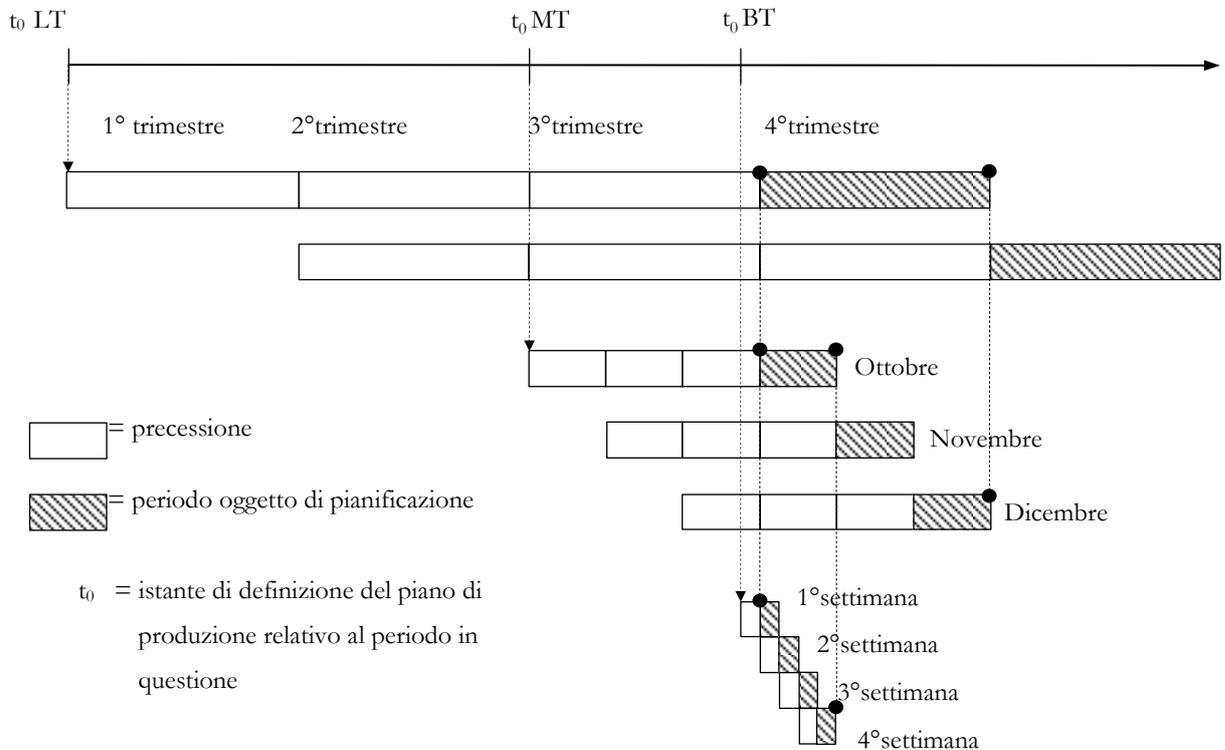


Figura 32: schema esemplificativo della definizione dei tre orizzonti temporali (da [1])

Ovviamente la definizione del particolare modello temporale dipenderà dalle specifiche esigenze del contesto aziendale considerato. Bisogna inoltre sottolineare la discrepanza che solitamente esiste tra il periodo oggetto di pianificazione e l'intervallo di tempo di riferimento (detto “*time bucket*”): per fare un esempio nella pianificazione di lungo termine riportata in Figura 32 si hanno tre mesi come periodo oggetto di pianificazione, ma potrebbe essere che si pianifichi su base mensile, ovvero in termini di pezzi/mese.

Il livello di pianificazione

Il livello (da [1]) è un parametro utilizzato per categorizzare i vari processi logici attuati nell'ambito della pianificazione della produzione.

Con 1° livello di pianificazione si indica la definizione dei cosiddetti *piani di produzione*, ovvero delle quantità di prodotti finiti da ottenere nel periodo in questione; a seconda dell'orizzonte temporale considerato si distinguono in:

- 1) Il *Piano Aggregato di Produzione* (o *Production Plan*, PP) nel caso di un orizzonte a lungo termine; l'informazione principale che solitamente guida la sua definizione è rappresentata dalle previsioni commerciali che, come già sottolineato, in questa fase non possono far altro che presentarsi in forma aggregata. Ovviamente la domanda prevista non è l'unico parametro in ingresso, anche perché è con tale orizzonte che di solito possono avvenire le scelte di modifica sostanziale alla capacità produttiva.
- 2) Il *Piano Principale di Produzione* (o *Master Production Schedule*, MPS) nel caso di un orizzonte a medio termine; esso viene solitamente definito a partire dalle previsioni commerciali disaggregate, ma allo stesso tempo dovrà risultare compatibile con le risorse critiche, materiali ad elevato lead time e capacità produttiva, predisposti in sede di piano aggregato di produzione per il periodo in questione.
- 3) Il *Piano delle Operazioni Terminali* (o *Final Assembly Schedule*, FAS) riguarda l'orizzonte di breve termine; definisce le quantità di prodotti finiti da realizzare al massimo dettaglio a partire, sostanzialmente, dagli ordini clienti ricevuti e anch'esso deve pervenire a delle quantità coerenti con quanto preventivato nei piani precedentemente citati.

Di norma tali piani non vengono predisposti solamente per il periodo oggetto della pianificazione, ma anche per alcuni dei successivi e questo al fine di ottenere uno scenario futuro utile a prendere decisioni anche riguardo al periodo in questione.

Il 2° livello di pianificazione indica invece quella fase che ha il compito di definire la sequenza delle attività necessarie ad ottenere i vari prodotti nelle quantità e nei momenti definiti al 1° livello di pianificazione. Se il materiale oggetto di pianificazione è ottenuto tramite processi interni all'azienda, la sua realizzazione sarà comandata da un *ordine di produzione*, mentre se il codice viene acquistato da un fornitore, la sua acquisizione avverrà tramite degli *ordini di acquisto*. Pianificare l'insieme delle attività necessarie ad ottenere le quantità dei prodotti desiderati nei momenti opportuni coincide quindi con la definizione quantitativa degli ordini e il loro posizionamento temporale. Quando quest'ultimi sono semplicemente fissati all'interno del suddetto piano, ma non sono ancora stati comunicati a chi di dovere per dare attuazione pratica alle attività da loro comandate, vengono detti *ordini*

pianificati (“*planned orders*”); solitamente il passaggio allo stato di *ordini rilasciati* (“*released orders*”) è comandato dal personale preposto e non avviene automaticamente all’ingresso nelle relative finestre temporali. Quando si ha a che fare con materiali realizzati tramite processi interni all’azienda è chiaro che la pianificazione degli ordini (di produzione) sia contestuale anche a quella delle capacità produttive delle relative attività.

Gli ordini che da pianificati vengono rilasciati diventano di pertinenza del 3° livello di pianificazione: infatti le attività che rientrano in tale fase sono quelle che hanno come scopo l’attuazione degli ordini rilasciati. Se il materiale in ordine è di produzione il controllo delle attività da esso avviate consiste nella definizione delle sequenze di lavoro (“*schedulazione*”) in funzione dello stato attuale del sistema produttivo; se invece il materiale è d’acquisto il controllo consiste nel monitoraggio delle prestazioni dei fornitori.

Piano aggregato di produzione (PP) e 2° livello di pianificazione a lungo termine

Nella seguente Tabella 2 si cerca di riassumere, seguendo la classificazione precedentemente proposta che guarda al livello e all’orizzonte temporale, i processi solitamente coinvolti nella pianificazione e controllo della produzione (“PCP”).

Per quanto riguarda l’orizzonte di pianificazione di lungo termine, al primo livello troviamo la formulazione del già citato piano aggregato di pianificazione, o Production Plan (PP), il cui scopo è appunto il governo di tutte quelle risorse produttive che necessitano di elevati lead time per essere acquisite, e per tale motivo sono anche dette critiche: esempi tipici, per quanto riguarda la capacità produttiva, sono la manodopera, l’acquisto di macchinari o le modifiche ad un impianto che necessino appunto di lunghe attese, mentre per quanto riguarda i materiali di acquisto un esempio potrebbero essere quei particolari per i quali è necessario che l’azienda si prenoti per tempo la capacità produttiva del fornitore. Il piano aggregato viene definito a partire da quelle che sono le previsioni commerciali con elevato orizzonte temporale, che per forza di cose avranno come oggetto uno, o qualche, parametro quantitativo dotato di elevato grado aggregazione: a seconda del bene commercializzato dall’azienda possiamo ad esempio avere le tonnellate di prodotto in uscita da un impianto, i pezzi per i prodotti organizzati in poche famiglie o il fatturato. Chiaramente, in linea di principio, la cadenza delle previsioni commerciali dovrebbe ricalcare quella di realizzazione del production plan. Quest’ultimo riporta invece quelle che sono i valori degli stessi parametri quantitativi che dovranno essere prodotti nei time bucket contenuti nel periodo oggetto di pianificazione e che possono differire dalle

previsioni commerciali a seguito di alcune valutazioni del responsabile preposto alla sua definizione, riflessioni che possono chiamare in causa anche processi che si sono detti appartenenti al 2° livello di pianificazione, rendendo di fatto la definizione del PP un processo iterativo (caratteristica peraltro condivisa anche dai piani di produzione a medio e breve termine). Il primo passo è quello di valutare il fabbisogno di risorse critiche corrispondente alle previsioni commerciali e per far questo si ricorre ai cosiddetti “*standard rappresentativi*”, che non sono altro che i coefficienti che esprimono il legame tra il parametro quantitativo (aggregato) previsto e le risorse in questione; alcuni esempi di standard rappresentativi potrebbero essere il numero di ore manodopera per pezzo della famiglia, il numero di ore dell’impianto per tonnellata prodotta, il numero di tonnellate di materia prima per tonnellata di materia prima. Si sottolinea inoltre che tali coefficienti sono solitamente di evidenza storica e non vengono desunti da quelli fisici poiché quest’ultimi non considerano le svariate contingenze che possono influire sulla capacità produttiva media. A questo punto si deve realizzare quella che in gergo è nota come “riconciliazione” tra fabbisogni e disponibilità di capacità produttiva (“CP”, normalmente nota a partire dal calendario aziendale), ovvero si confrontano nei vari time bucket queste due quantità considerando inoltre anche le scorte e i periodi di pianificazione non confermata al fine di avere indicazione sul trend dei fabbisogni successivi. Per meglio comprendere quanto detto si riporta in Tabella 1 un esempio numerico in cui la risorsa critica considerata sono le ore di manodopera.

Mese	Trimestre in via di pianificazione			Trimestre successivo (pianificaz. non confermata)		
	Ott.	Nov	Dic	Gen	Feb	Mar
Fabb.CP	1000	1200	700	500	950	1500
Giorni.Lav.	21	22	15	16	19	22
Disp.CP	1008	1056	720	768	912	1056
Scorte	158	14	34	302	264	-180
Delta	+8	-144	+20	+268	-38	-444

Tabella 1: esempio di riconciliazione tra fabbisogno e disponibilità di CP

Scorte = giacenze a fine mese riferite al parametro quantitativo, viste però come ore di manodopera (sempre tramite lo standard rappresentativo)

Scorte(fine Settembre) = 150 [h]

Disp.CP = la disponibilità di ore manodopera è uguale ore manodopera giornaliera (considerando ad esempio 1 turno e 6 operatori si hanno 48 h/giorno) moltiplicate per il numero di giorni lavorativi del mese

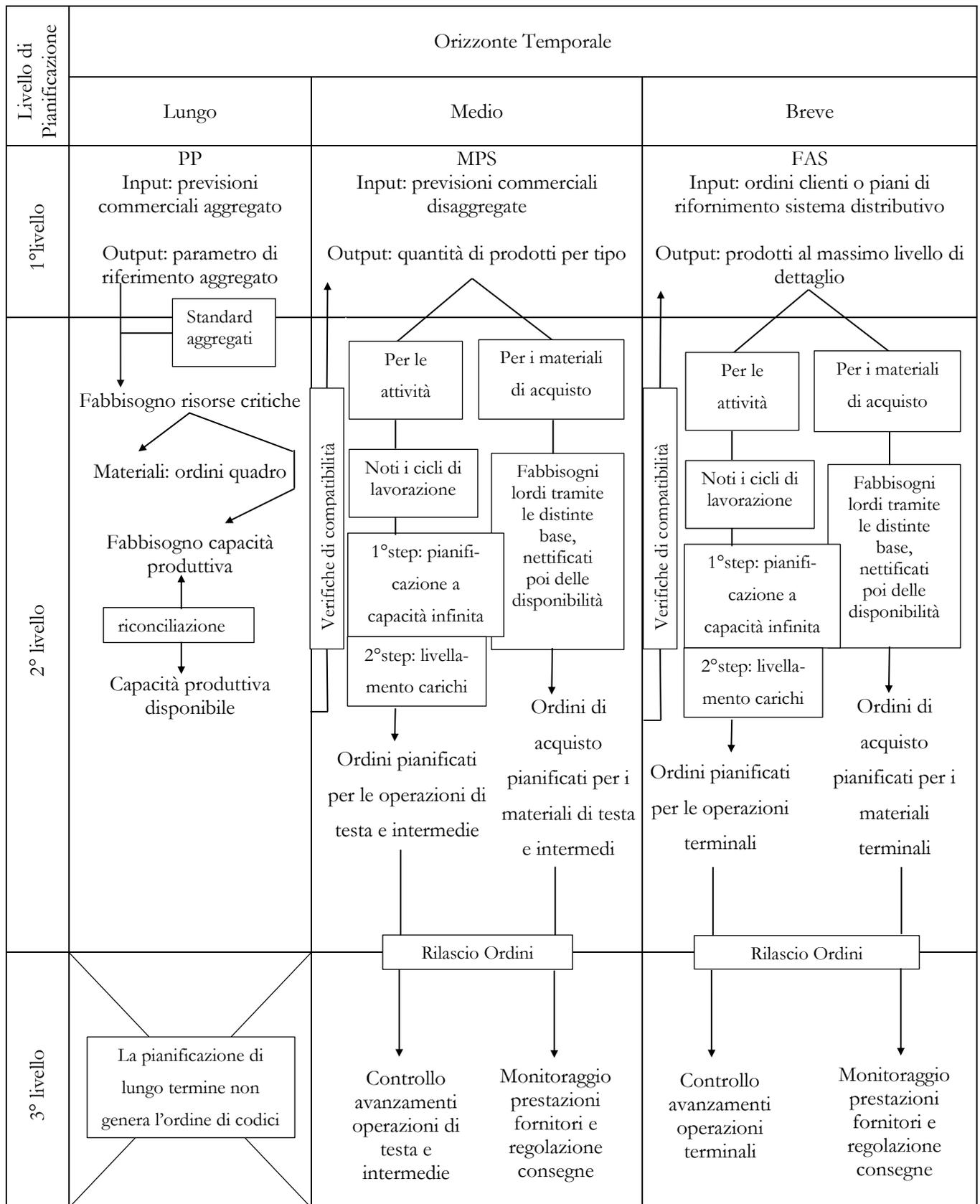


Tabella 2: schema sinottico dei processo di pianificazione della produzione (da [1])

Dall'esempio numerico sopra riportato si possono fare le seguenti osservazioni:

- Ricorrendo al semplice immagazzinamento in scorte non sorgono grosse difficoltà per il trimestre oggetto di pianificazione in via confermata: in tal caso quello che si fa è ricorre ad un *livellamento del carico* per quanto riguarda la risorsa in questione, demandando alle giacenze l'onere di sopperire alle discrepanze tra CP disponibile e richiesta.
- Se invece non si volesse avere a fine mese delle giacenze di prodotti finiti a magazzino bisognerebbe andare a modificare la CP disponibile: per quanto concerne la manodopera, la capacità produttiva può essere aumentata tramite il ricorso a straordinari, doppi turni, assunzioni o tramite il ricorso a terzisti; se viceversa si riscontrasse un continuo eccesso e la si volesse diminuire alcune azioni potrebbero essere la cassa integrazione o le dimissioni incentivate.
- Analoghi ragionamenti, ovviamente con le azioni disponibili del caso, si avrebbero con altre risorse produttive quali la capacità di un impianto, di un reparto, di una cella o di una macchina; comunque in tal sede si è chiamati a decidere manovre che riguardano o le giacenze immagazzinate o la variazione della disponibilità.
- L'ulteriore visibilità garantita dai periodi di pianificazione non confermata permette di avere informazioni aggiuntive per valutare quali azioni siano preferibili: ad esempio, pensando che la risorsa in questione sia invece la potenzialità di un impianto, se un periodo in cui si presenta un eccesso di fabbisogno di CP, rispetto alla disponibile, fosse seguito da previsioni che vedono un domanda bassa si avrebbe un'indicazione per preferire il ricorso ad un subfornitore rispetto ad un investimento per l'aumento della CP dell'impianto.
- Nell'esempio non si è visto il calcolo del fabbisogno della risorsa critica, ma esso può avvenire tramite diversi metodi a seconda del particolare contesto produttivo: alcuni esempi (da [1]) sono il metodo dei *coefficienti globali* ("Overall Factor"), quello delle *distinte di capacità* ("Capacity Bill") e quello dei *profili di impegno risorse* ("Resource Profiles").

Nel secondo livello di pianificazione, per quanto riguarda la capacità produttiva, si ha banalmente la pianificazione delle azioni che sono state decise a tale riguardo per far fronte alle previsioni commerciali. Per quanto riguarda i materiali di acquisto, la loro

pianificazione sul lungo periodo si esplica tramite la definizione dei cosiddetti *ordini quadro* o *aperti*: senza entrare nel merito si sottolinea come l'informazione sulla quantità richiesta in un determinato periodo fornita dal PP sia chiaramente fondamentale per l'ufficio acquisti ai fini della trattativa con i fornitori di quei particolari critici.

Piano principale di produzione (MPS)

Come il piano aggregato anche il piano principale di produzione viene formulato sulla base di previsioni commerciali, le quali però, proprio in virtù dell'orizzonte temporale inferiore, vengono normalmente realizzate in termini di prodotti finiti, o comunque sottogruppi rispetto alle famiglie considerate nel PP: chiaramente non si avranno in questa fase le indicazioni sulle possibili personalizzazioni, le quali diverranno note solo al momento di ricezione dell'ordine da parte del cliente. Il piano principale di produzione, almeno in prima battuta, è anch'esso formulato in termini di prodotti finiti, o di loro raggruppamenti logici, le cui quantità debbono essere al contempo coerenti con quelle del piano aggregato e sottoposte a verifiche di compatibilità con la CP disponibile: a tale livello esse vengono realizzate in modo "grezzo" tramite l'impiego di standard rappresentativi, come succedeva nel caso del PP: un algoritmo che svolge tale funzione è solitamente indicato come "Rough Cut Capacity Planning", RCCP. Non è detto però che a tale livello non vi sia incompatibilità con la CP disponibile nel dettaglio e che la data di rilascio al più tardi di alcuni materiali non cada nel passato: tali verifiche possono avvenire solamente al secondo livello di pianificazione.

Ma qual è effettivamente l'oggetto della pianificazione di medio termine? Come già accennato esso risulta in definitiva essere tutto quell'insieme di codici, e quindi di attività per ottenerli, che devono già essere disponibili all'ottenimento dell'ordine del cliente: il "livello" della distinta base ("bill of materials") a cui si pongono tali codici dipende dalla modalità di risposta al mercato dell'azienda per il prodotto in questione. Ad esempio se l'approccio è di tipo "Make To Stock" alla ricezione dell'ordine i prodotti finiti sono già presenti nel relativo magazzino, pronti per essere prelevati e consegnati, per cui sono quest'ultimi ad essere l'oggetto della pianificazione a medio termine: con una risposta di tipo "Assembly To Order" saranno invece i componenti di assemblaggio, mentre nel caso "Make To Order" l'oggetto di pianificazione sono i materiali di acquisto. Nel caso di approccio al mercato di tipo "Purchase To Order" e "Engineer To Order" la pianificazione di medio termine non ha ragion d'essere in quanto tutte le attività produttive vengono fatte

su ordine cliente e quindi vengono pianificate in ambito di piano della operazioni terminali (“Final Assembly Schedule”, FAS). In Tabella 3 si riportano schematicamente quelle che sono le attività che devono essere svolte su previsione e quindi con logica “To Stock”: viceversa le caselle vuote delle righe indicano quelle che sono le attività che vengono svolte solo a fronte dell’ordine cliente, ovvero con logica “To Order” .

tipo risp. al mercato	progettazione	acquisti	fabbricazione	assemblaggio
MTS				
ATO				
MTO				
PTO				
ETO				

Tabella 3: attività svolte su previsione in funzione del tipo di risposta al mercato.

In questo ambito degli strumenti che possono rivelarsi utili al fine di semplificare tale fase e al contempo migliorare la corrispondenza tra quantità di risorse predisposte secondo previsione e quella che risulta essere la loro reale necessità, a fronte degli ordini cliente, sono le cosiddette *distinte di pianificazione* (“planning bill”). A titolo di esempio si consideri un’azienda che per un certo tipo di prodotto si appropria al mercato con una logica di tipo ATO e che quest’ultimo sia formato per semplicità da due gruppi di componenti di assemblaggio, uno comune a tutte le versione del prodotto e l’altro particolare: questi insiemi di codici fisici formano quelli che vengono etichettati come “kit” e il legame logico che intercorre tra kit e componenti di assemblaggio ad esso afferenti risulta essere espresso da quella che viene appunto definita “*kit bill*”. A questo si può costruire un’ulteriore sovrastruttura logica che lega i vari kit ad un codice, anch’esso virtuale, di livello superiore e che rappresenta il “*prodotto medio*”. Questo è un caso banale di quella che viene chiamata “*super bill*” poggiante su kit: in Figura 33 viene schematizzata nel caso di prodotto avente quattro versioni differenti. Se il prodotto presenta invece caratteristiche modulari al posto dei kit conviene utilizzare quelli che vengono indicati come moduli e le distinte che legano quest’ultimi ai codici fisici sono appunto dette “*modular bill*”.

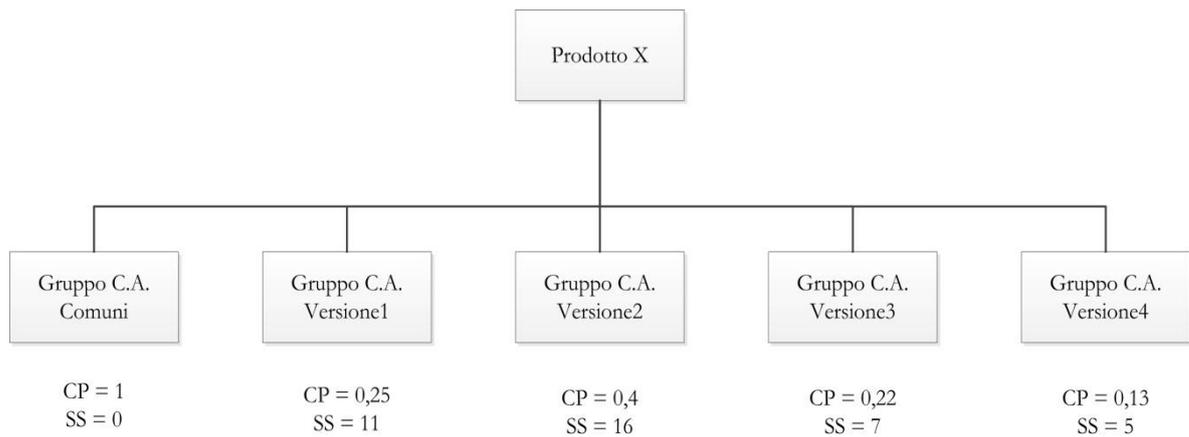


Figura 33: semplice esempio di super bill del generico prodotto X, disponibile in 4 versioni

Nella schema si riportano al di sotto di ogni elemento subordinato, kit o modulo, i relativi coefficienti di popolarità (CP), che sono i coefficienti di proporzionalità esistenti tra la quantità di prodotto X e quelle dei suoi figli, e le scorte di sicurezza (SS), alle quali è demandato il compito di assicurare il mix di vendita e che quindi in linea generale dovrebbero essere fissate anche in funzione della variabilità che affligge la richiesta della particolare versione del prodotto. I coefficienti di popolarità sono calcolati con logica rolling guardando alle vendite storiche delle varie versioni del prodotto X. Quello che si realizza utilizzando questo tipo di planning bill si definisce MPS a due livelli: a livello zero (MPS0) si ragiona in termini di prodotti virtuali medi, i quali congruentemente dovranno essere anche l'oggetto delle previsioni commerciali a medio termine, mentre a livello uno (MPS1) si ragiona in termini di kit o moduli, i quali a loro volta avranno come elementi subordinati i componenti di assemblaggio che sono invece dei codici fisici, e perciò dei materiali dotati di distinta base o di acquisto.

La struttura di dati in cui solitamente viene ad essere definito l'MPS è un record in cui una delle due coordinate è chiaramente il tempo, e per questo viene anche indicata come *"Time Phased Record"*. In Tabella 4 se ne riporta una semplice rappresentazione con la settimana come periodo unitario di riferimento (*"time bucket"*): nelle righe troviamo in ordine le previsioni di vendita, la disponibilità in casa (a fine del periodo), gli ordini MPS, ovvero le quantità da realizzare nel periodo di quello che è l'oggetto della pianificazione, e infine le disponibilità iniziali del codice in questione, virtuale o fisico che sia. Nella stessa tabella possiamo inoltre distinguere il criterio utilizzato per realizzare l'MPS, ovvero, date le previsioni, si sono pianificati lotti di dimensione variabile e livello obiettivo per la disponibilità in casa di 10 unità.

Settimana	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Prev.Vend.	8	8	8	8	15	15	15	15	15
Disp.in casa	10	10	10	10	10	10	10	10	5
MPS	5	8	8	8	15	15	15	15	15
Disp.iniziale	13								

Tabella 4: semplice esempio di time phased record di un MPS con cadenza settimanale

Aggiungendo anche gli ordini clienti già acquisiti nelle relative settimane di consegna è possibile introdurre un'altra variabile solitamente considerata nella pianificazione di medio, ma soprattutto di breve, termine che è la “*disponibilità a promettere*” (o “*Available To Promise*”, ATP), che mi indica qual è la numerosità dell'oggetto in questione che sicuramente si avrà a disposizione nel time bucket: se sono nel primo periodo futuro essa sarà pari alla disponibilità iniziale aumentata della dimensione del possibile ordine pianificato in esso per il codice in questione e detratta degli ordini clienti già acquisiti per tutti i periodi precedenti al successivo ordine pianificato (MPS); nei periodi successivi l'unica disponibilità certa è quella definita da quest'ultimi, sempre diminuita della somma degli ordinativi posizionati tra il periodo in questione e quello prima del successivo ordine MPS. In Tabella 5 si riporta un esempio di time phased record con l'indicazione della disponibilità a promettere: per meglio evidenziarne il calcolo si è preso un diverso criterio di definizione dei lotti (politiche di “*Lot Sizing*”), ovvero con dimensione fissa pari a 30 unità e senza nessun livello di sicurezza.

Settimana	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Prev.Vend.	8	8	8	8	15	15	15	15	15
Ordini Cl.	3	5	2		3	1			
Disp.in casa	35	27	19	11	26	11	26	11	
MPS	30				30		30		30
ATP	33				26		30		30
Disp.iniziale	13								

Tabella 5: esempio di time phased record con l'introduzione dell'ATP

In realtà però il parametro che mi mostra effettivamente qual è la reale disponibilità a promettere in determinati periodi è l'ATP cumulata, perché guardando gli ordini che si hanno in casa ad oggi si deve considerare anche le quantità residue non ancora riservate nei periodi precedenti: ad esempio ragionando ancora sulla Tabella 5, stando agli ordini

incamerati, al quinto periodo si ha ancora a disposizione l'ATP relativa ai primi quattro, quindi in realtà per il periodo 5 e 6 si potrebbe promettere la somma delle due quantità, ovvero $33+26=59$ pezzi. Altra osservazione da fare riguarda il calcolo della disponibilità nei periodi: esso considera come fabbisogno previsto in un time bucket la quantità più grande tra ordini cliente e previsione di vendita: tale fatto viene solitamente descritto dicendo che *“gli ordini assorbono le previsioni?”*; molti sistemi mostrano infatti direttamente le quantità residue delle previsioni di vendita, per cui in tal caso se vi sono periodi in cui tale grandezza risulta nulla significa che in essi gli ordini acquisiti hanno superato le previsioni.

Piano delle operazioni terminali (FAS)

Come nel caso dell'MPS, anch'esso sfrutta il time phased record come struttura di dati, ma qui l'oggetto della pianificazione sono, per qualsiasi tipo di risposta a mercato, i prodotti finiti al massimo livello di dettaglio; in funzione di tale parametro cambieranno però quelli che sono i materiali e le attività produttive governate dalle scelte fatte su tale orizzonte di pianificazione coerentemente con quanto mostrato in Tabella 3, poiché in linea di principio il FAS dovrebbe avere in ingresso gli ordini clienti. Secondo tale rigida modellizzazione, per una modalità di approccio al mercato di tipo make to stock non vi dovrebbero essere delle risorse pianificate a fronte degli ordini cliente, almeno per quanto riguarda la logistica produttiva, ovvero in tal caso il FAS è un piano di distribuzione e ha come informazioni in ingresso, oltre al portafoglio ordini, le giacenze attuali dei prodotti finiti e i versamenti futuri previsti.

Coerenza tra i piani di produzione di medio e breve termine

Nella seguente

Tabella 6 si riassumono quelli che sono l'oggetto e i dati di partenza della piani MPS e FAS a seconda della modalità di risposta al mercato. Per approcci ATO e MTO è chiaro che ci si ritrova a dover pianificare per lo stesso periodo, con precessioni differenti, delle quantità tra loro dipendenti: ad esempio nel caso *“assemble to order”* si pianifica su previsione quella che sarà la disponibilità dei componenti di assemblaggio, mentre si organizza l'assieme dei prodotti finiti in un secondo momento e a fronte degli ordini clienti, onde per cui le quantità e il mix di vendita del periodo in questione sono strettamente legate a quanto predisposto in sede di MPS.

	MTS	ATO	MTO
MPS	Prodotti Finiti ----- Previsioni	Codici Intermedi ----- Previsioni	Materiali di Acquisto ----- Previsioni
FAS	Prodotti Finiti ----- Portafoglio Ordini	Prodotti Finiti ----- Portafoglio Ordini	Prodotti Finiti ----- Portafoglio Ordini

Tabella 6: oggetto e dati in ingresso delle pianificazioni a medio e breve termine in funzione del tipo di risposta al mercato (da [4])

Come si fa a garantire la “coerenza” tra i due piani? In letteratura (da [4]) esistono tre metodi:

- 1) “*Top Down*” su codice *padre fisico* : in questo caso si pianifica anche in sede di MPS in termini di codici PF. Se il numero di quest’ultimi è molto elevato si avranno a disposizione delle famiglie statistiche limitate per i singoli codici, onde per cui si otterranno degli errori percentuali elevati quando si andranno a realizzare a riguardo delle previsioni quantitative. Tale approccio risulta buono quando si ha a che fare con una gamma limitata di prodotti finiti.
- 2) “*Bottom Up*” su codice *figlio fisico*: questo approccio consiste nell’andare a prevedere il consumo futuro dei codici oggetto di pianificazione senza considerare la distinta base, ovvero senza fissare a priori quelle che saranno le reali quantità dei vari codici PF realizzabili nel periodo. Se quest’ultimi presentano forti comunanze a livello dei codici oggetto di pianificazione si avrà a che fare con domande molto più uniformi e quindi prevedibili.
- 3) “*Top Down*” su codice *padre virtuale*: in questo caso si creano dei codici fittizi che rappresentano la configurazione media di una certa famiglia di codici prodotto finito che presentano caratteristiche progettuali o commerciali tali da fare in modo che si prestino ad una pianificazione comune. Per il codice fittizio si crea una distinta detta di pianificazione (“*planning bill*”), di cui si è già mostrato un esempio nel paragrafo riguardante il piano principale di produzione (MPS): quelli che si erano detti coefficienti di popolarità (o di mix) sono quelle costanti

di proporzionalità che legano il particolare insieme di codici oggetto della pianificazione alla singola unità di codice medio. Solitamente essi vengono ricalcolati con logica rolling 3 o 4 volte all'anno, non per forza in modo automatico, e su uno storico di 12 mesi. Per far fronte alle naturali discrepanze tra mix di vendita che si possono avere sul singolo periodo (“*micro*”) e quello medio osservato in un arco di tempo molto più esteso (“*macro*”) si utilizzano delle scorte di sicurezza (SS) sui figli della distinta di pianificazione, calcolate guardando la varianza della loro domanda.

2° livello di pianificazione a medio e breve termine: gestione dei materiali

Si è già detto che la realizzazione del piano aggregato di produzione presenta una verifica “grezza” di quelle che sono le risorse produttive, visto che si ha a che fare con dati in ingresso per forza di cose dotati di forte grado di aggregazione e che le risorse oggetto di pianificazione sono in numero limitato poiché risultano essere solamente quelle critiche. Nel caso di FAS e MPS invece la verifica della disponibilità delle risorse produttive, materiali e capacità produttiva, risulta più dettagliata anche perché deve produrre in uscita un piano, con date e quantità, di acquisti e ordini produzione. Per quanto riguarda i materiali la pianificazione prende anche il nome di *gestione dei materiali* (GM) e può avvenire con due logiche differenti, ovvero guardando ai consumi storici, approccio detto appunto “*look back*”, oppure osservando quelli che sono i fabbisogni futuri, cioè con logica “*look ahead*”.

1. La gestione dei materiali “look back”, anche detta *a scorta*, può avvenire tramite diversi modelli, i quali possono venire classificati in funzioni di due parametri (da [4]), la *frequenza di revisione della giacenza*, che può essere continua o periodica, e la *quantità di riordino*, variabile o costante. Uno dei sistemi più noti è quello conosciuto come “*punto di riordino*” (“*Re-Order Point*”, ROP), nel quale la giacenza viene monitorata continuamente, il segnale di riordino consiste nel superamento di un loro livello prefissato, detto appunto livello di riordino (R), e l'ordine viene rilasciato per quantità costanti (Q): esso è quindi un sistema a revisione continua e lotti di dimensione costanti, ma esiste anche in versione con controllo periodico del livello delle giacenze. Il livello di riordino “R” viene calcolato considerando la domanda media “ d_m ” del codice in questione in un determinato intervallo temporale di riferimento, ad esempio la domanda media settimanale, e il lead time LT, indicato secondo la stessa unità temporale; “R” è posto pari alla giacenza alla quale si dovrebbe rilasciare l'ordine affinché, se la domanda

ricalcasse perfettamente quella media, si avesse uno stock pari alle solo scorte di sicurezza (SS) al momento di ottenimento del lotto di riordino, ovvero:

$$R = SS + d_m \times LT$$

L'andamento delle giacenze che si ottiene da tale modello è il classico “dente di sega” riportato in Figura 34.

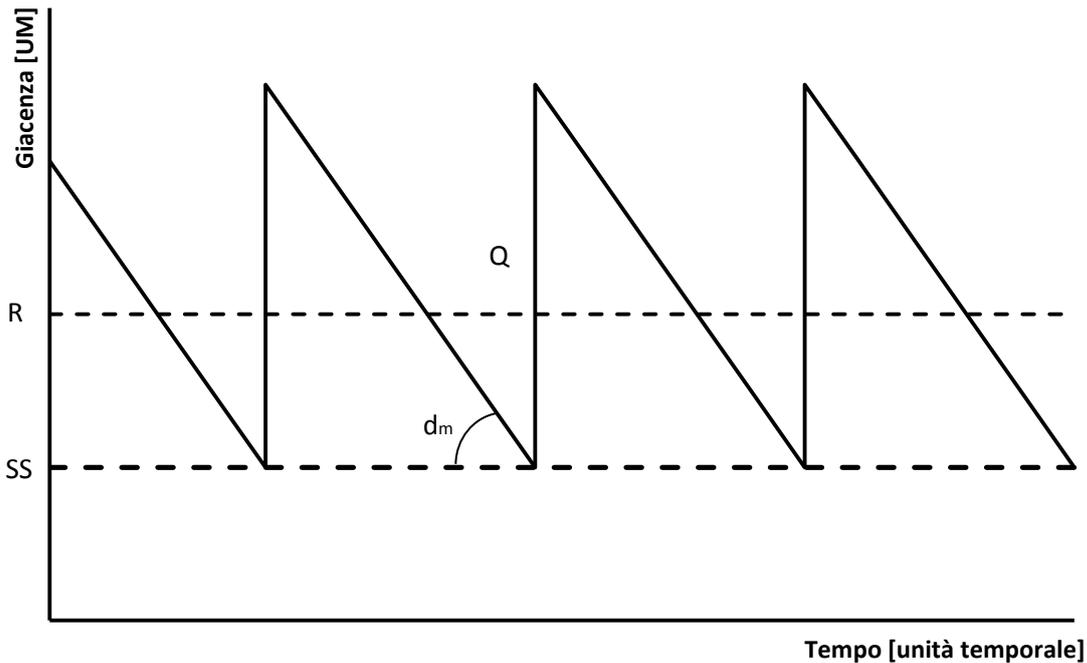


Figura 34: andamento delle giacenze con gestione di tipo ROP

Il lotto di riordino può essere calcolato in diversi modo, ma, in assenza di particolari vincoli, un modello storicamente molto diffuso è quello del lotto economico (“Economic Order Quantity”, EOQ), proposto da F.W.Harris nell’ormai lontano 1913. In esso ci si basa sull’andamento ipotetico che hanno le giacenze in una logica di tipo ROP e che, come si può facilmente osservare, presenta una giacenza media ipotetica pari alla somma delle scorte di sicurezza con la metà del lotto di riordino. Si noti inoltre che tale modello presuppone, nella sua formulazione di base, dei versamenti a magazzino consistenti ed istantanei e quindi a volte esso è poco adatto a descrivere l’andamento della giacenza di codici di produzione nel caso in cui il loro versamento avvenga invece in una certa finestra temporale. Il calcolo del lotto economico parte dalla valutazione di due costi, quello finanziario connesso al mantenimento delle

giacenze (CM) e quello legato all'emissione degli ordini (CE); il primo è pari al valore delle giacenze medie moltiplicate per il costo del denaro (i) per l'azienda, mentre il secondo è calcolato semplicemente come prodotto del costo unitario di emissione dell'ordine (k_E) per il numero di ordini. Chiaramente, visto che il tasso di interesse “ i ” si intende su base annuale, anche il numero di ordini (N) deve riferirsi al medesimo lasso temporale, inoltre N può esprimersi anche come il rapporto tra la domanda nel periodo e la dimensione del lotto di riordino. Minimizzando il costo totale (CT), derivante dalla somma di CM e CE, si calcola infine il relativo valore del lotto di riordino Q , ovvero EOQ.

$$CT = CM + CE = \left(\frac{Q}{2} + SS\right) \times V_U \times i + k_E \times N = \left(\frac{Q}{2} + SS\right) \times V_U \times i + k_E \times \frac{D_m}{Q}$$

$$\frac{\partial CT}{\partial Q} = 0 = \frac{V_U \times i}{2} - k_E \times \frac{D_m}{Q^2} \quad Q = EOQ = \sqrt{\frac{2 \times k_E \times D_m}{V_U \times i}}$$

V_U = valore unitario del codice

D_m = domanda media annuale = $d_m \times npa$ (con npa numero di periodi nell'anno)

Le scorte di sicurezza (SS) possono anch'esse venir calcolate utilizzando diversi modelli: il più semplice le calcola come prodotto della deviazione standard (σ) della variabile casuale domanda (nel periodo di riferimento), o dello scarto quadratico medio visto che nella pratica il campione è finito, per un *fattore di sicurezza*. Ricordando il cambio di coordinate per passare alla gaussiana normalizzata si constata che tale fattore è anche pari alla variabile gaussiana normalizzata (z), onde per cui visto che è nota la relazione tra quest'ultima e il complementare a uno della funzione di ripartizione $F(z)$ che esprime la probabilità di un consumo superiore ad un dato valore di z , si può fissare quest'ultima e calcolarsi il relativo valore di z .

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad \rightarrow \quad SS = x - \mu = z \times \sigma$$

La procedura proposta, e schematizzata qui di seguito, consiste quindi prima di tutto nel definire come livello di servizio (LS) del codice la probabilità che non vi sia stock out in un ciclo d'ordine e di fissarne il valore richiesto; l'integrazione della funzione di densità di probabilità di Gauss è nota e tabellata, per cui in essa si trova per la data $F(z)$

il relativo valore di z ; infine, nota la deviazione del nostro campione di domande, si calcolano le scorte di sicurezza semplicemente moltiplicando z per σ .

- $LS = \text{prob. di non avere stock out in un ciclo d'ordine} = 1 - (1 - F(z)) = F(z)$
- $\text{fix } LS = F(z) \rightarrow z \text{ da tab.}$
- $\text{noto } \sigma \text{ della domanda} \rightarrow \text{calcolo } SS$

Due osservazioni sono d'obbligo: prima di tutto bisogna tener conto che la deviazione standard che si è calcolato riguarda delle domande su di un certo periodo di riferimento, ma quello che si deve valutare è la varianza del consumo in un lasso di tempo pari al LT del codice, il quale può in generale essere diverso, per cui la deviazione va corretta secondo la relazione:

$$\sigma_{LT} = \sigma \times \sqrt{LT}$$

LT dev'essere ovviamente espresso secondo l'unità temporale utilizzata per la domanda. Seconda cosa riguarda il tipo di variabilità alla quale si presuppone che tali scorte debbano far fronte: si è presentata una formulazione che considera semplicemente l'incertezza che affligge la domanda, ma ipotizza il lead time costante. Esiste un calcolo semplificato delle scorte di sicurezza che considera entrambi i contributi, ovvero tiene conto della variabilità sia del consumo che del LT, ma solitamente è di difficile applicazione pratica per le evidenti difficoltà nell'avere a disposizione un campione significativo di acquisti dello stesso codice alle medesime condizioni: per esempio se un codice viene acquistato 3 volte l'anno, per ottenere 30 dati ci si deve riferire allo storico di un decennio, il quale è un lasso di tempo in cui difficilmente le condizioni di approvvigionamento rimangono le medesime, perché ad esempio sono cambiati i fornitori oppure l'evoluzione tecnologica ha comunque portato ad una diminuzione dei tempi di consegna e ad un incremento della loro puntualità.

2. Con una logica di tipo "look ahead" nella gestione dei materiali si cambia completamente il punto di vista poiché i suoi fabbisogni non derivano più dall'osservazione del consumo storico, ma vengono calcolati a partire da quelli che sono invece le necessità future: se si ragiona su codici prodotto finito i loro fabbisogni derivano da un piano di produzione, mentre per quanto riguarda i codici figli si utilizzano le distinte basi tempificate (gestionali) per calcolarli a partire da quelli dei padri. Un algoritmo che realizza quest'ultimo passaggio è diffusamente noto come

“MRP”, acronimo di “Material Requirements Planning“, per la prima volta realizzato nel 1970 da Orlicky. Tale calcolo dev’essere alimentato con tutta una serie di dati , riportati schematicamente in Figura 35, e produce in output un piano di *proposte di riordino*, ovvero definisce quantitativamente e temporalmente tutta una serie di ordini pianificati (OP). Nel disegno sono indicati anche dei parametri gestionali: essi sono ad esempio le scorte di sicurezza dei codici, i vincoli sui lotti minimi o i criteri di “*lot sizing*” adottati, le tecniche di emissione dell’ordine, eventuali lead time di sicurezza.

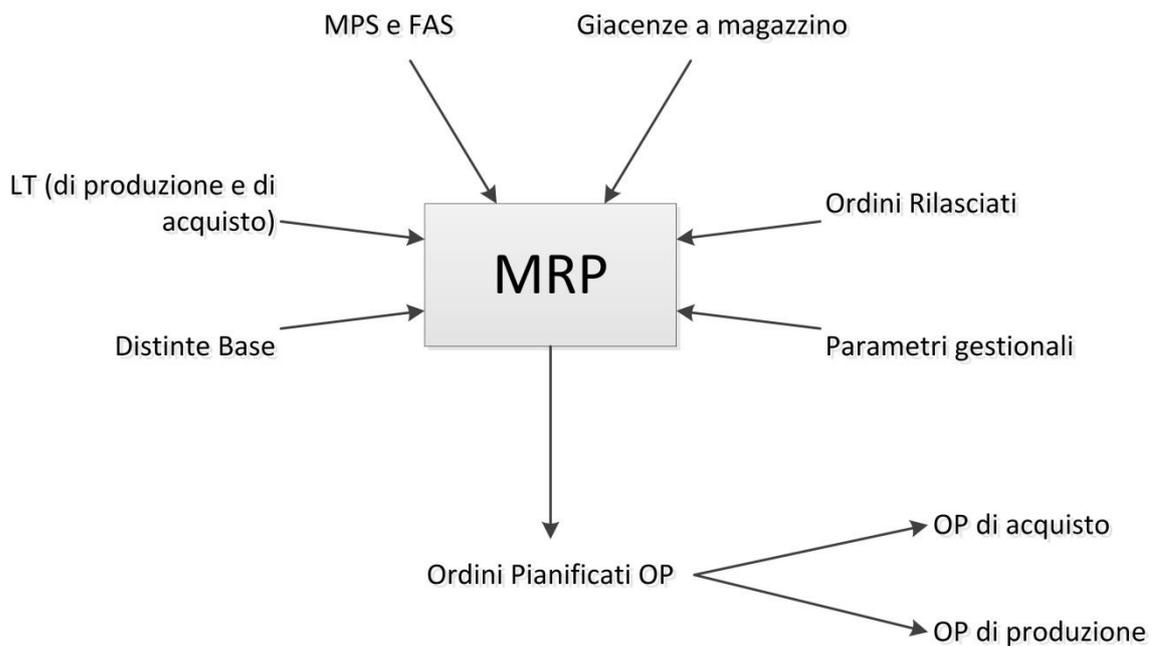


Figura 35: quadro riassuntivo dei dati in ingresso ad un algoritmo MRP (da [3])

L’elaborazione MRP riguarda contestualmente due aspetti, quello di posizionamento temporale e quello di definizione delle quantità di riordino: il primo può avvenire secondo due logiche distinte, dette “*back al più tardi*” e “*back al più presto*”. Nella definizione di tipo “*back al più tardi*” si parte dalla data del fabbisogno del prodotto finito (T_0), derivante dal FAS o dall’MPS, e si risale all’indietro rispettando i singoli LT dei codici e prendendo come data del fabbisogno dei figli quella di inizio del padre: in questo modo tutte le date di fine ed inizio delle attività sono “al più tardi”, privilegiando quindi l’aspetto finanziario poiché minimizza le giacenze medie dei codici; tale approccio necessita però di notevole precisione per quanto riguarda il rispetto delle finestre temporali assegnate alle varie attività, poiché un ritardo in una qualsiasi di esse

mi comporta, almeno secondo i LT a sistema, la posticipazione della data T_0 alla quale si era pianificato dovesse essere disponibile il lotto pianificato di prodotti finiti.

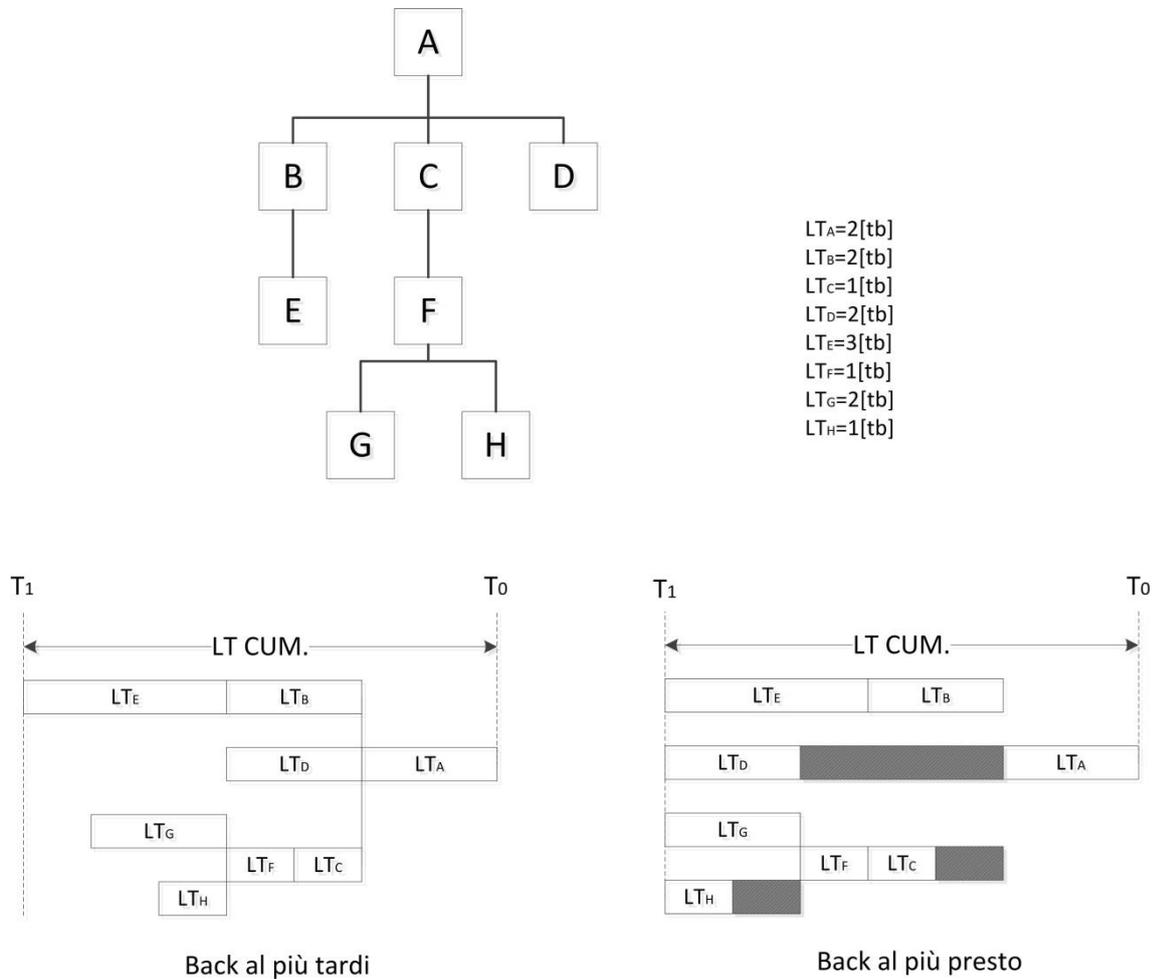


Figura 36: esempio di posizionamento temporale con logica back al più tardi e al più presto (da [4])

Con una logica di tipo “back al più presto” si definiscono le date di rilascio pianificate per i vari codici a partire dall’istante T_1 , trovato sottraendo a T_0 il lead time cumulato (LT CUM.), ovvero la sommatoria dei singoli lead time che si incontrano lungo il “*percorso critico*”, che è quello lungo il quale si trova appunto il lead time cumulato più grande e che individua perciò la data di inizio “al più tardi” dell’insieme di attività per ottenere il prodotto finito partendo “da zero” (osservando l’esempio in Figura 36 quest’ultima ovviamente coincide con T_1 e mi definisce la data al più tardi entro la quale devo per forza rilasciare l’ordine per il codice E se voglio ottenere A in T_0). A partire da T_1 si posizionano le date di rilascio pianificate dei codici “al più presto”: riferendosi sempre alla Figura 36, in cui “tb” sta per time bucket, si può notare che in tal caso si hanno per i codici che non si trovano lungo il percorso critico dei margini che

permettono di non posticipare T_0 anche se le relative attività di approvvigionamento dovessero subire dei ritardi. Con tale logica si otterranno chiaramente delle giacenze medie dei codici più elevate, ma il calcolo MRP risulterà al contempo meno “nervoso”, poiché vi sono meno probabilità di sfiorare le date di fine al più tardi.

Per quanto riguarda la definizione quantitativa si propone un esempio di Time Phased Record, riportato in Tabella 7, relativo ad un prodotto con distinta base formata da due codici, A e B, con LT del codice A pari a 2 unità temporali e coefficiente di impiego di B uguale a 3: si osservi innanzitutto che il LT del codice B dev’essere minore o uguale a 3 (time bucket), altrimenti non sarebbe possibile pianificarne l’ottenimento di un lotto nel terzo periodo.

A	1	2	3	4	5	6
Fabb.Lordi	10	5	20	10	5	10
Ord.Aperti			30			
Disponib.	10	5	15	5	0	0
Fabb.Netti						10
Ord.Pianif.						30
In Casa	20					
SS	0					

B	1	2	3	4	5	6
Fabb.Lordi	0	0	90	0	0	0
Ord.Aperti						
Disponib.	50	50	0	10	10	10
Fabb.Netti			50			
Ord.Pianif.			50			
In Casa	50					
SS	10					

Tabella 7: esempio di TPR proposto dal calcolo MRP

Un’indicazione fondamentale non riportata in figura riguarda la politica di “lot sizing” del codice, ovvero il criterio con cui l’algoritmo definisce la quantità del lotto di riordino necessario a soddisfare il fabbisogno netto. Le cinque casistiche più comuni (da [4]) sono:

1. Lotto = Fabbisogno (netto nel periodo).
2. $\text{Lotto} \geq \text{Lotto Minimo}$ (con due varianti, una che ragiona per multipli del lotto minimo e l'altra che prende il fabbisogno netto se rispetta il vincolo).
3. Copertura temporale prefissata (in tal caso si aggregano i fabbisogni netti in un intervallo di tempo predefinito)
4. Lotto = EOQ.
5. Metodo del minimo costo unitario (nel quale vi è un algoritmo iterativo che vaglia diverse possibilità di soddisfacimento dei fabbisogni netti, a livello di posizionamento temporale e dimensione dei lotti, ne calcola il costo unitario, inteso come somma del costo unitario di mantenimento con quello unitario di emissione, e prende il caso in cui tale grandezza è minima).

I vantaggi indubbi che un calcolo MRP presenta (da [4]) rispetto ad una gestione che guarda ai consumi storici riguardano soprattutto due aspetti:

- Il fabbisogno dei codici “figli” dipende effettivamente da quello dei padri, per cui è corretto che esso venga calcolato a partire da quest'ultimo.
- Risolve il problema dei sovradimensionamenti delle scorte di sicurezza che si renderebbero necessari con logiche ROP, o altre a scorta, quando si ha a che fare con distinte anche modestamente profonde e politiche di lot sizing, sui codici che si trovano a basso livello della DB, con lotto diverso dal fabbisogno: questa contesto genera infatti quella che è nota come “*lumpy demand*”, ovvero dei fabbisogni impulsivi, dei codici figli che si enfatizza scendendo lungo la distinta base.

2° livello di pianificazione a medio e breve termine: il calcolo dei fabbisogni di capacità

Lo strumento che attualmente si utilizza per pianificare nel dettaglio il fabbisogno delle capacità produttive è un'elaborazione nota con la sigla CRP, che sta per “*Capacity Requirements Planning*”, i cui input ed output sono schematizzati in Figura 37, si noti che in ingresso tale calcolo ha gli ordini pianificati che derivano dall'MRP, onde per cui esso è consecutivo a quest'ultima.

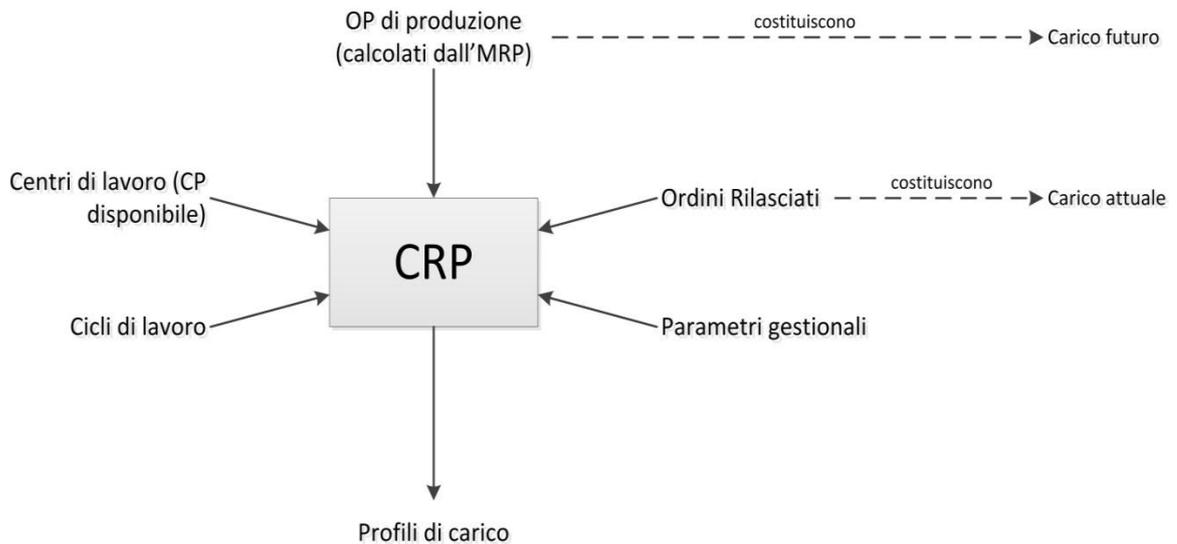


Figura 37: schema dei dati elaborati e prodotti da un calcolo CRP (da [4])

Il calcolo CRP si può concettualmente suddividere nelle seguenti fasi (da [4]):

fase1 *Calcolo dei carichi elementari*: l'ordine pianificato proposto dall'MRP indica "cosa", "quanto" e per "quando" produrre, quindi noto il ciclo di lavoro del codice in questione (nel quale sono descritti la sequenza delle operazioni con i relativi tempi di lavorazione unitari e tempi di set-up, più altri, quali quelli di movimentazione e attesa medi tra due attività consecutive) esso calcola i carichi elementari, o "job", semplicemente come somma del tempo di attrezzaggio con quello di lavorazione.

fase2 *Posizionamento temporale dei carichi elementari*: anche in questo caso il posizionamento temporale può essere fatto a partire dalla data di fine dell'OP, proposta dall'MRP, e sottraendo via via i carichi elementari, ovvero con logica "al più tardi", oppure aggiungendoli a partire dalla data iniziale, seguendo cioè l'approccio "al più presto"; visto che teoricamente la somma dei carichi elementari con gli altri tempi prescritti nel ciclo di lavoro (detti "non operativi") dovrebbe coincidere con il tempo di attraversamento (TA), che è il lead time considerato in sede di MRP, non vi dovrebbero essere differenze in tale fase tra una logica e l'altra, almeno ragionando per ordini pianificati la cui data di rilascio al più tardi non è messa in discussione da eventuali ordini rilasciati in ritardo di codici figli o "nipoti" di quello in questione: in quest'ultimo caso ragionando al più presto otterrei una data di versamento successiva alla pianificata che farebbe traslare in avanti le finestre temporali degli OP dei codici padre. Si noti che in questo genere di calcoli si ragiona in termini di ore/risorsa, sia essa una macchina o un centro di lavoro, per cui il calcolo CRP

deve disporre del calendario aziendale per poter disporre temporalmente i carichi in modo corretto.

fase3 *Calcolo dei profili di carico per ogni macchina/centro di lavoro:* in tale fase l'algoritmo va a sommare i carichi elementari che insistono sugli stessi periodi e sulla stessa risorsa; una visualizzazione semplificata di tale passaggio con due ordini pianificati, X e Y, e due macchine, M1 e M2, è mostrata in Figura 38; i profili di carico che così si ottengono sono dunque la distribuzione dei carichi elementari su ogni macchina nei vari periodi, secondo l'unità temporale presa a riferimento. Chiaramente l'orizzonte temporale considerato sarà lo stesso del calcolo MRP, visto che oltre non vi sono OP.

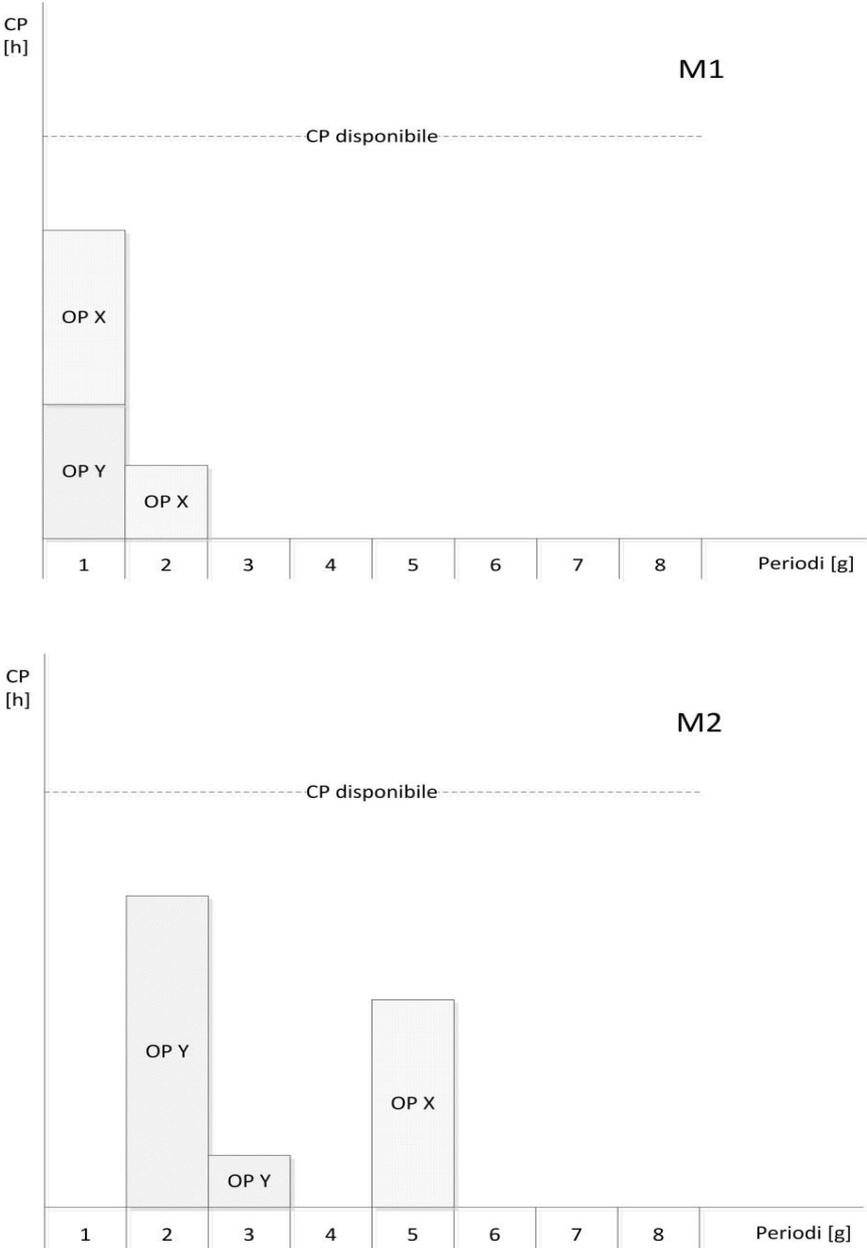


Figura 38: semplice esempio di costruzione dei profili di carico

I profili di carico che si ottengono a questo punto sono due a seconda dell'approccio seguito nel posizionamento temporale dei carichi; essi possono presentare dei sovraccarichi rispetto alla capacità disponibile (nel periodo), come anche dei sottocarichi, meno indesiderati, ma che comunque sinonimo di inefficienze del sistema produttivo poiché indicano che non vi è completo sfruttamento delle risorse. Un calcolo dei profili di carico come descritto è detto a *capacità illimitata* perché appunto non si considera la CP disponibile dei centri nel posizionamento dei carichi, per cui l'eventuale *livellamento* dei carichi spetta alla componente umana, conscia del fatto che nel profilo realizzato utilizzando le date "al più presto" dei carichi elementari quest'ultimi si potranno solamente posticipare e viceversa per il profilo realizzato con l'approccio "al più tardi". In un calcolo di tipo a *capacità limitata* invece il posizionamento considera la capacità disponibile del centro di lavoro: i carichi elementari vengono "caricati" sui relativi centri di lavoro considerando delle regole di priorità, per cui quelli che hanno la precedenza verranno posizionati per prima e così via, mentre i carichi con priorità inferiore saranno caricati per ultimi per cui se vi è saturazione sono candidati ad essere spostati temporalmente. Le regole di priorità introdotte nella CRP guardano a due tipologie di prestazioni:

- prestazioni *esterne*: sono quelle che guardano alle esigenze che vengono dal di fuori del sistema produttivo e alcuni esempi sono l'importanza del cliente correlato all'OP o il margine di contribuzione (MDC) del relativo prodotto finito;
- prestazioni *interne*: esse guardano invece al sistema produttivo e un esempio su tutti è il grado di comunanza del codice a cui si riferisce l'ordine (pianificato o rilasciato).

Anche il caricamento può seguire due modalità differenti:

- caricamento *verticale*: in questo caso l'algoritmo ragiona a partire dal periodo, ovvero inizia a caricare la singola unità temporale del profilo in funzione della priorità dei carichi, quando trova carichi esuberanti la CP disponibile li sposta (se sta ragionando al più tardi li anticiperà e viceversa) e fatto questo si sposta al periodo successivo, avanti o indietro sempre a seconda se si sta posizionando, rispettivamente, al più presto o al più tardi; con questa tipologia di posizionamento l'algoritmo deve tener anche conto che quando vi è uno spostamento esso modifica le finestre temporali degli altri carichi dello stesso ordine che devono ancora essere caricati;

- caricamento *orizzontale*: così la CRP guarda all'ordine, ovvero posiziona nei vari periodi tutti i carichi del singolo ordine partendo da quelli a priorità più elevata; quando posiziona un carico in esubero lo sposta e visto che in tale processo si segue anche l'ordine temporale dei carichi dell'ordine (che chiaramente dipende se si è al più tardi o al più presto) si avrà già automaticamente una distribuzione dei carichi in base alle precedenze.

Si comprende comunque che gli algoritmi che realizzano la CRP a capacità finita sono complessi e delicati poiché non è improbabile che la fase di caricamento incappi in situazioni di infattibilità legate ai vincoli dettati dalle date di inizio al più presto dei carichi ragionando al più tardi e dalle date di fine al più tardi caricando al più presto. L'algoritmo è perciò ricorsivo e non è confinato ad uno dei due approcci di posizionamento temporale.

3°livelli di pianificazione: controllo degli avanzamenti

I primi due livelli di un sistema di PCP riguardano la pianificazione ovvero producono in uscita, semplificando, tutta una serie di richieste d'ordine, posizionate temporalmente e definite quantitativamente. Nel terzo livello vi sono invece sono quei processi preposti a controllare il reale avanzamento degli ordini, di produzione o di acquisto, una volta che questi sono stati rilasciati; il modulo software preposto a tali funzioni è indicato con la sigla SFC, sinonimo di "*Shop Floor Control*", e può presentarsi con diversi gradi di complessità, ma 5 sono i compiti fondamentali che esso deve svolgere:

1. *Verifica e rilascio degli ordini:*

queste sono un insieme di attività che devono essere svolte nel passaggio degli ordini da pianificati (OP) a rilasciati (OR). Le verifiche più complicate riguardano gli ordini di produzione: per quanto riguarda i materiali si andrà a valutare se la giacenza dei codici figli è attualmente sufficiente a realizzare la quantità d'ordine. Tale procedura è automatica per quanto riguarda le giacenze a sistema, ma se quest'ultime sono di poco superiori a quelle necessarie solitamente si realizza anche un controllo fisico, in modo da prevenire problemi legati a possibili discrepanze e nel contempo realizzare un allineamento tra i due valori. La verifica della capacità avviene invece guardando il carico che grava su alcune centri di lavoro, che possono essere quelli "collo di bottiglia" o quelli che vengono impegnati nelle prime fasi del ciclo: se essi non sono in grado di lavorare su tale lotto è inutile che via sia il rilascio dell'ordine perché l'unico effetto sarebbe l'aumento del WIP ("Work In Process" o "Progress"). Se tali verifiche hanno esito positivo si può procedere al rilascio dell'ordine di

produzione, il quale richiede tuttora l'approntamento di tutta una serie di documenti che accompagnano l'ordine nel suo percorso lungo il sistema produttivo; normalmente si hanno la lista di prelievo (*"picking list"*), la bolla di lavoro ed eventuali disegni tecnici nel caso vi siano fasi non standard per l'operatore.

2. *Schedulazione ("Scheduling"):*

questa è il processo che mi determina quale sarà il lotto che dovrà essere lavorato successivamente. Vi sono due approcci differenti con i quali pervenire alla scelta di quali lotti far avanzare:

- approccio *push*: in esso si parte da tutta una serie di dati (tempi, date di inizio e fine) per pervenire a tale decisione; ho due tecniche alternative, il *"sequencing"*, nel quale si costruiscono dei modelli che simulano il funzionamento del sistema produttivo e poi si lanciano alla ricerca di soluzioni di ottimo per quanto riguarda alcuni parametri di performance, il *"dispatching"*, in cui si utilizzano delle regole di priorità guardando ai dati che ho a disposizione. In quest'ultimo caso vi sono vari tipologie di regole alle quali ricorrere (da [3]): vi sono quelle che "guardano verso l'interno" del sistema produttivo, come ad esempio la MSUT (*"Minimum Set-Up Time"*, utilizzata per quelle macchine che presentano elevati tempi di attrezzaggio), quelle che "guardano all'esterno", come la EDD (*"Earliest Due Date"*, nella quale si guarda la data di fine al più tardi del job, cercando quindi di privilegiare i tempi di consegna), quelle *generiche*, i cui esempi tipici sono le regole LIFO e FIFO, e quelle *miste*, ovvero che cercano di considerare unitamente le esigenze interne ed esterne al sistema produttivo; un tipico esempio di quest'ultime è la regola CR (*"Critical Ratio"*), nella quale si sceglie il job che presenta un valore inferiore di tale parametro:

$$CR = \frac{\text{data di consegna} - \text{istante attuale}}{\text{tempo di lavorazione rimanente}}$$

Un modo intelligente di scegliere quali regole utilizzare deve tener conto delle particolari esigenze che mostrano i diversi centri di lavoro: nelle macchine di testa si avrà l'obiettivo di mandare avanti più lotti possibile per garantire l'alimentazione alle successive per cui si utilizzeranno regole che guardano al minor tempo di lavorazione, per macchine centrali un buon compromesso potrebbe essere una regola mista, tipo CR, mentre nelle stazioni terminali

l'obiettivo sarà quello di garantire la consegna per cui le regole che guardano all'esterno potrebbero essere le più adatte.

- Approccio “*pull*”: sia che usi la tecnica sequencing che quella dispatching, con un approccio di tipo push è il sistema centrale che, in base alle sue elaborazioni, comunica alle stazioni di lavoro quella che è la sequenza dei lotti. Nell'approccio pull invece il controllo di produzione sequenzia le operazioni solamente delle stazioni terminali, mentre tutte le altre decidono il lotto da lavorare in base alle esigenze che palesano quelle a valle. Tale sistema viene regolato tramite il cosiddetto “Kanban” (“cartellino”), i quali fungono, almeno nell'implementazione classica a due kanban, da segnale sia per le stazioni di lavoro, sia per il sistema di movimentazione dei materiali; nell'applicazione più completa esiste anche un terzo kanban, che è quello utilizzato sui materiali di acquisto e che “tira” le consegne dei fornitori.

3. *Raccolta dati e monitoraggio:*

il sistema SFC raccoglie dati sia per i suoi calcoli, sia a scopo informativo, per permettere di conoscere lo stato di avanzamento dell'ordine, l'operazione presso cui esso è in transito e la risorsa che sta impegnando, eventuali ritardi rispetto le date pianificate.

4. *Feedback e azioni correttive:*

questa fase viene attuata tramite uno strumento detto “*input/output control*”, costituito da un record aggiornato periodicamente che mostra il flusso entrante ed uscente nei diversi centri, ovvero il carico gravante e quello smaltito nei diversi periodi in termini (ad esempio in termini di pezzi o ore), e li confronta con i valori pianificati. Si vanno a guardare gli scostamenti e in caso di necessità si decidono le possibili azioni a breve termine da attuare; alcuni esempi sono l'aumento o la diminuzione dell'orario di lavoro, il ricorso a terzisti, l'uso di altri centri di lavoro alternativi, il “lot splitting” (ovvero la suddivisione della dimensione dei lotti decisa in sede di pianificazione).

5. *Analisi chiusura ordini:*

l'ordine di produzione viene formalmente chiuso quando vi è il versamento a magazzino del codice in questione; tale transazione determina anche la sua cancellazione dallo stato di ordine “attivo” nel sistema produttivo.

PIANIFICAZIONE E CONTROLLO DELLA PRODUZIONE NEL CASO INDUSTRIALE IN ESAME

Questo capitolo descrive diversi aspetti riguardanti la pianificazione e il controllo della pianificazione all'interno di Coges, iniziando dalla suddivisione in famiglie di prodotti e codici rappresentativi operata per aggregare logicamente la varietà di codici prodotto finito e toccando anche quelle che sono le situazioni particolari che l'azienda affronta nell'approvvigionarsi di alcune tipologie di componenti per l'assemblaggio. Successivamente si vedranno dei processi coinvolti nella definizione di alcuni parametri gestionali quali le scorte di sicurezza e i lotti di acquisto desiderati, per finire con la descrizione vera e propria della metodologia seguita e delle divisioni aziendali coinvolte nella definizione del piano di produzione principale.

Famiglia di prodotti e codice rappresentativo: categorizzazione dei codici di vendita

Coges S.p.a. progetta, assembla e distribuisce dispositivi che fondamentalmente rientrano nella categoria dei sistemi di pagamento per il mercato della distribuzione automatica ("vending"). Ai fini della logistica produttiva e distributiva si sono chiaramente realizzate delle aggregazioni logiche sull'insieme dei codici prodotto finito, sviluppando una struttura articolata su due livelli posta al di sopra di quello in cui si trovano i codici di vendita: al livello superiore l'etichetta utilizzata è quella della "*famiglia di prodotti*", mentre su quello inferiore si parla di codice "*codice rappresentativo*".

Con *famiglia* si indica un insieme di prodotti che presentano in comune delle caratteristiche fondamentali e normalmente, per ottenere una suddivisione che si astragga dalla realizzazione pratica dei diversi prodotti, esse riguardano le funzioni principali assolute; nel caso in questione si parlerà quindi della famiglia dei sistemi ECS, di quella dei lettori di banconote, di quella delle gettoniere e così via. Una situazione particolare che si riscontra è quella di prodotti che oltre alle funzioni che definiscono una certa famiglia ne integrano delle altre ritenute di primaria importanza: vi è la possibilità in tale caso di creare per essi una famiglia a se stante per distinguerli da quelli che invece non le presentano; in Coges un esempio di tale operazione, già descritto nel secondo capitolo, riguarda le gettoniere rendiresto che integrano anche le funzioni cash-less, visto che per esse si è generata una famiglia a parte. Nel caso vi siano prodotti anche con caratteristiche dissimili, ma il cui

fatturato, se considerati singolarmente, non suggerisca l'istituzione di tutta una serie famiglie a se stanti si può ricorrere ad aggregazioni che guardino ad altre caratteristiche condivise: tipico esempio sono gli accessori o i ricambi di una certa famiglia di prodotti. Alle volte invece, situazione che non si presenta nel caso in esame, si può avere a che fare con tutta una serie di prodotti che svolgono fondamentalmente le stesse funzioni ma per i quali si ricorre comunque ad una loro suddivisione per sottolineare le diverse fasce di mercato a cui ogni tipologia fa riferimento.

Il *codice rappresentativo* è l'etichetta, come già accennato, utilizzata per la categorizzazione dei vari prodotti ad un livello inferiore alla famiglia, ovvero solitamente una famiglia comprende più codici rappresentativi. A questo punto normalmente oltre a condividere le funzioni espletate, considerando anche quelle di secondaria importanza, i prodotti afferenti ad un determinato codice rappresentativo risultano essere molto simili fisicamente, per cui sono accumulati da gran parte della componentistica, del ciclo di lavorazione e solitamente anche dal nome; viceversa però, nel caso in cui siano presenti delle diversità considerate sensibili, possono anche esserci più codici rappresentativi per prodotti che presentano lo stesso nome. Alle volte inoltre, sempre per gli stessi motivi indicati parlando delle famiglie di prodotti, può risultare comodo raggruppare un insieme molto eterogeneo di codici sotto lo stesso codice rappresentativo: un esempio potrebbero essere tutta quella serie di materiali generici che l'azienda vende ma di cui non è interessata a pianificarne la realizzazione. Si sottolinea che la definizione di questi codici rappresentativi risulta comunque essere un compromesso delle esigenze dal punto di vista commerciale e da quello della logistica produttiva: questo è particolarmente vero all'interno di Coges perché è con tale stato di aggregazione dei codici che vengono predisposti il budget commerciale annuale e le previsioni commerciali, di cui si parlerà in seguito.

Al livello sottostante i codici rappresentativi vi sono poi i *codici prodotto finito*, che nel caso dell'azienda in questione rappresentano la specifica versione del prodotto; questo è vero in generale almeno dal punto di vista della configurazione "fisica" del prodotto di vendita, poiché vi sono alcuni dispositivi, come le gettoniere rendiresto, i sistemi ECS e i lettori di banconote, che a parità di codice (prodotto finito) possono presentare delle differenze dal punto di vista di alcuni pre-settaggi firmware impostati in fase di programmazione del dispositivo: per identificare univocamente il prodotto finito si deve perciò introdurre oltre al codice un ulteriore parametro, già nominato e detto "*modello*", il quale viene pertanto ad essere indicato nei relativi ordini di produzione. Poiché tale caratteristica non riguarda quelle fisiche dei dispositivi, ma è solamente un parametro che

l'operatore preposto deve inserire in fase programmazione, la quale è un'attività terminale del ciclo produttivo, il "modello" non è significativo ai fini della pianificazione di medio periodo.

Di seguito, in Figura 39, si riporta lo schema della gerarchia aggregativa precedentemente descritta riguardante alcuni dei prodotti venduti da Coges; si notino le due famiglie distinte delle gettoniere rendiresto, con e senza cashless a bordo, e la scelta fatta nel caso di tutta una serie di accessori normalmente poco richiesti e raggruppati all'interno del medesimo codice rappresentativo.

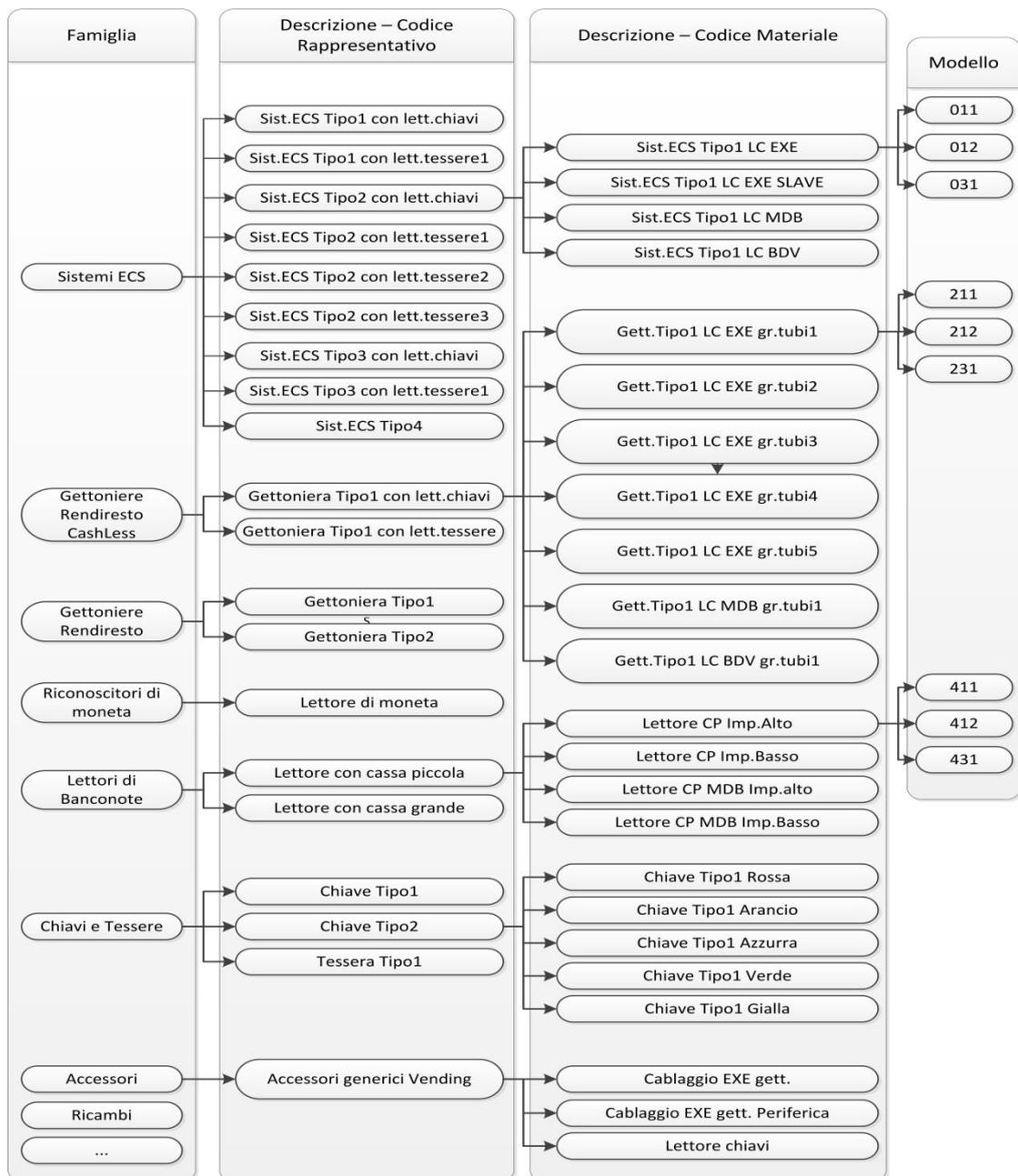


Figura 39: schematizzazione dei vari livelli di aggregazione dei prodotti venduti

Chiaramente tale figura è tutt'altro che esaustiva nei riguardi della totalità dei prodotti venduti dall'azienda, ma vi si riportano quelle che sono le "principali" famiglie di prodotti, sottintendendo come parametro discriminante il fatturato realizzato dai codici a loro afferenti. Ovviamente scorrendo il consegnato dell'azienda, come già peraltro sottolineato, si nota anche la presenza di prodotti alla fine o all'inizio del loro ciclo di vita: nel primo caso sono quei prodotti dei quali l'azienda possiede ancora delle quantità invendute o dei componenti necessari alla loro realizzazione, e per i quali si presuppone vi possano comunque essere nel futuro delle richieste saltuarie o un loro utilizzo come ricambi; nel secondo sono quei prodotti che sono stati venduti ad alcuni clienti di fiducia per la fase di "field test". Si possono quindi incontrare prodotti di vecchia o nuova concezione appartenenti alle principali famiglie già illustrate, ma anche altri codici che fanno parte di altre famiglie di secondaria importanza: guardando al passato sono quelle tipologie di prodotti su cui l'azienda non ha più considerato profittevole focalizzarsi, per i limitati margini, lo scarso successo di mercato ottenuto dalle proprie soluzioni o perché vi è stata una ingente contrazione del relativo mercato, guardando al futuro sono invece quei dispositivi che rappresentano una novità nelle proposte dell'azienda.

Classi merceologiche: una suddivisione che riguarda tutti i codici

All'interno di Coges il codice materiale, a parte rari casi particolari (come ad esempio gli stampi per le componenti plastiche), consiste in una sequenza di 6 numeri; sussiste inoltre un legame codice materiale – gruppo merci, facilmente riscontrabile poiché espresso da degli intervalli numerici: per fare un esempio tutti i codici che sono compresi tra 900000 e 999999 sono dei prodotti finiti, quelli compresi tra 504600 e 549999 sono tutte plastiche a disegno, e così via. In questo modo per verificare l'appartenenza di un codice ad una determinata classe merceologica solitamente è sufficiente osservare le prime cifre, partendo da sinistra, delle sei che compongono il codice materiale. All'interno delle singole fasce poi, i codici non sono posizionati a caso, ma vengono ordinati creando di fatto dei sottointervalli utili a comprendere direttamente dal codice la natura del relativo materiale: per fare un esempio, nel caso dei prodotti finiti tale ulteriore suddivisione ricalca quelle che sono le famiglie. Al sistema i codici materiale hanno inoltre associato un altro parametro per indicare se essi appartengono alla categoria delle materie prime ("ROH"), dei semilavorati ("HALB") o dei prodotti finiti ("FERT").

Gestione dei flussi di materiali entranti

In questo paragrafo si andranno dapprima a descrivere le modalità con cui vengono gestiti gli approvvigionamenti, focalizzandosi su quelle che sono le principali macrocategorie di codici di acquisto, e successivamente si parlerà di due casi particolari di flussi di materiali esterni all'azienda, ovvero quelli necessari alla realizzazione delle due già citate tipologie di "chiavette". Le tre classi di materiali di acquisto che vengono considerate sono quelle già indicate nel capitolo due, ovvero le schede elettroniche, i cablaggi e le plastiche a disegno. Per dar ragione del perché ci si focalizza su tali classi di materiali, di seguito si riporta in Tabella 8 quanto il loro costo incide mediamente a livello delle componenti di acquisto sul singolo prodotto, guardando alle quattro famiglie più importanti di prodotti di vendita (i lettori di supporti di memoria, per i sistemi ECS, si sono considerati a parte e si sono presi solo quelli per la lettura esclusiva delle chiavi con tecnologia transponder); per fare questa media si è pesato guardando alla domanda (media) delle varie versioni dei codici prodotto finito in questione. Per quanto riguarda le gettoniere e i lettori di banconote vi sono anche altri materiali che incidono significativamente come costo, e questo lo si nota anche guardando la differenza tra il valore totale e quello della somma delle suddette tre classi merceologiche: nel caso delle gettoniere tali materiali sono ad esempio i motori elettrici, il display/tastiera e alcuni componenti elettrici, mentre per i lettori si hanno le due cinghie dentate del gruppo di trascinamento, la piastra per il fissaggio al distributore e la bocchetta metallica, questi però presentano il vantaggio, dal punto di vista della pianificazione degli approvvigionamenti, di ricadere quasi tutti tra i componenti comuni di un prodotto, ovvero non sono funzione della sua particolare versione. I cablaggi invece, nonostante non rappresentino sempre quote rilevanti nel costo complessivo dei componenti, dipendono dalla versione richiesta dal cliente, ed al contempo presentano elevati lead time di acquisto. Un'altra categoria di codici molto importante era un tempo rappresentata dalle componenti per la realizzazione in conto lavoro delle schede elettroniche, ma recentemente per pervenire all'ottenimento della maggior parte di quest'ultime si è passati, come si sottolineerà anche nel prosieguo, da tale modalità di approvvigionamento ad una a conto pieno, limitando di molto i volumi gestiti dall'azienda di tale tipologia di codici: chiaramente in tal caso il codice di acquisto diventa quello posto al livello subito inferiore, ovvero la scheda elettronica assemblata.

SISTEMI ECS SENZA LETTORI	% sul tot
costo medio scheda	76%
costo medio cablaggi	16%
costo medio plastiche	6%
costo medio altri MA	2%

LETTORI CHIAVI (tipo RF)	% sul tot
costo scheda	65%
costo cablaggi	14%
costo plastiche	21%
costo altri MA	0%

GETTONIERE SENZA LETTORI	% sul tot
costo medio schede	55%
costo medio cablaggi	5%
costo medio plastiche	18%
costo motori&display	12%
costo medio altri MA	10%

LETTORI BANCONOTE	% sul tot
costo schede	56%
costo medio cablaggi	7%
costo medio plastiche	20%
costo cinghie	4%
costo medio bocc.met&piastra di fix	5%
costo medio altri MA	9%

Tabella 8: costo medio, pesato sulla domanda, delle varie categorie di codici di acquisto per le suddette 4 famiglie di prodotti

Schede elettroniche

Le schede elettroniche delle centraline dei sistemi ECS, quelle presenti nelle gettoniere rendiresto, nei lettori di banconote e nelle chiavi di precedente generazione, ovvero gran parte di quelle che presentano elevato volumi, vengono realizzate presso dei fornitori esterni con cui è stipulato un contratto quadro in cui si definiscono le modalità di rilascio degli ordini di acquisto e quelle di consegna: poiché alcune della componenti attive necessarie al montaggio della scheda sono dei “long delivery items”, e quindi richiedono dei lead time per il fornitore nell’ordine dei 4-5 mesi, si è concordato che Coges debba rendere disponibile al fornitore quelli che sono i fabbisogni previsti delle varie schede derivanti dai forecast, descritti più precisamente in seguito, e dal budget commerciale, per mettere in condizioni il fornitore di pianificare al meglio il loro acquisto; essi non risultano in nessun modo vincolanti per Coges, anche se è ancora in discussione l’idea di renderli tali per

quanto riguarda il ritiro di questi componenti ad elevato lead time. Per quanto riguarda gli ordini di acquisto l'azienda è tenuta a rilasciare entro ogni fine del mese quelli attinenti al mese seguente al successivo, ovvero se si è nel mese "i-esimo", entro la fine dello stesso il fornitore deve ricevere gli ordini delle schede da consegnare nel mese "i+2"; in tal modo esso dispone sempre ad inizio mese di ordini che coprono i due successivi. Abbiamo quindi una formulazione degli ordini di acquisto con modalità "rolling" a cadenza mensile, con periodo oggetto di un mese e con un'uguale precessione temporale. Coges ha inoltre l'obbligo di ritiro per le quantità ordinate e non ritirate entro i due mesi successivi a quello in cui dovrebbero essere ritirate. La consegna delle schede avviene invece con cadenza settimanale: vista la vicinanza dei fornitori utilizzati per il montaggio delle schede il lead time, che in tal caso comprende semplicemente il trasporto e la logistica di quest'ultimi, è pari a circa un giorno, per cui è sufficiente comunicare le quantità un giorno lavorativo prima del fine settimana per averle disponibili già per il primo della successiva. Il fornitore è inoltre tenuto a garantire la consegna di una quantità totale mensile fino ad un 20% superiore a quella ordinata.

Le schede utilizzate per i lettori di chiavi e tessere, ma anche per altre che presentano domande marginali e di tipo spot, vengono invece gestite in conto lavoro e senza l'istruzione di ordini aperti, per cui presentano dei lead time, di circa di 4 settimane, che comprendono il tempo di attraversamento del processo produttivo dei fornitori: come già anticipato però, le componenti attive vengono acquistate e inviate da Coges al terzista, onde per cui l'azienda deve gestirle sia dal punto di vista della pianificazione, poiché deve programmarne gli acquisti, che come logistica, perché per la maggior parte transitano e vengono immagazzinate nel suo magazzino centrale: tali componenti sono caratterizzate a loro volta da un certo lead time, che normalmente può essere anche molto lungo, dai tre fin anche ai sei mesi. Per questo motivo il loro acquisto viene pianificato in parte, per quelli che presentano un lead time sufficientemente limitato, grazie all'MRP basato sui piani di produzione a medio termine non confermati (MPS non confermato), e in parte ci si affida ai fabbisogni lordi derivanti dal budget commerciale annuale. Chiaramente si deve guardare al lead time cumulato (LTC) derivante dalla somma del tempo di approvvigionamento, di quello di montaggio della scheda e di quello di produzione interna: poiché il forecast realizzato ai fini della pianificazione della produzione, come vedremo, presenta un orizzonte di 5 mesi, tenendo conto che il periodo oggetto della pianificazione è il mese, che il lead time di produzione interna varia dai 5 agli 8 giorni lavorativi (almeno stando ai tempi di attraversamento fissati per il calcolo MRP) e che quello richiesto dall'assemblatore di

schede è di circa un altro mese, abbiamo che i componenti elettronici con lead time di acquisto superiori ai 2-2,5 mesi devono essere acquistati guardando al budget commerciale, adeguatamente rivisto a seconda della situazione che si riscontra al momento di rilascio dell'ordine.

Plastiche a disegno e cablaggi

Le componenti plastiche vengono, come già accennato, realizzate per presso-iniezione da fornitori maggiormente focalizzati su tali processi industriali; gli stampi necessari sono di proprietà di Coges, che quindi deve provvedere alle possibili modifiche stampo, nel caso si decida di cambiare la geometria dei relativi stampati, alla loro manutenzione ordinaria e al loro trasporto nel caso si decida di rivolgersi ad un diverso fornitore. Il lead time che normalmente i fornitori richiedono per realizzare e consegnare un lotto di produzione (in gergo una “stampata”) risulta essere nell'ordine delle 3-4 settimane, a seconda del componente e del terzista. Oltre ai gusci esterni, sono realizzati in materiale plastico i vari pulsanti, i prismi per la rifrazione luminosa del sistema di riconoscimento dei lettori di banconote, i tubi, gli scivoli e la tramoggia mobile delle gettoniere, degli ingranaggi, delle parti in movimento e altro ancora.

I cablaggi, sia quelli per connettere tra loro e con il distributore automatico i vari dispositivi del sistema di pagamento, sia quelli interni ai prodotti stessi, presentano solitamente per Coges un lead time abbastanza elevato, che è nell'ordine dei 2 mesi circa (60 giorni solari); questo è conseguenza del fatto che molte volte per poter abbattere i costi, e quindi poter offrire prezzi contenuti, i fornitori devono produrre tali componenti in “facilities” poste in stati che presentano un basso costo della manodopera, onde per cui una grossa fetta del lead time di approvvigionamento può essere rappresentata dai tempi logistici e di trasporto, comprese le attese per realizzare dei volumi di spedizione consoni ai mezzi utilizzati.

“Conto pieno” o “conto lavoro”?

In Figura 40 sono riportati in modo riassuntivo i lead time (LT) concernenti l'approvvigionamento delle tre categorie più importanti di particolari su specifica acquistati da Coges, ovvero, presupponendo che a zero vi sia l'esigenza che il componente si trovi in casa, viene indicato quale è l'anticipo con cui devono essere rilasciati gli ordini di acquisto (Oda) ai fornitori affinché questo avvenga: chiaramente i lead time riportati sono

semplicemente indicativi per la tipologia di materiale e possono modificarsi nel tempo, al variare degli accordi e dei fornitori.

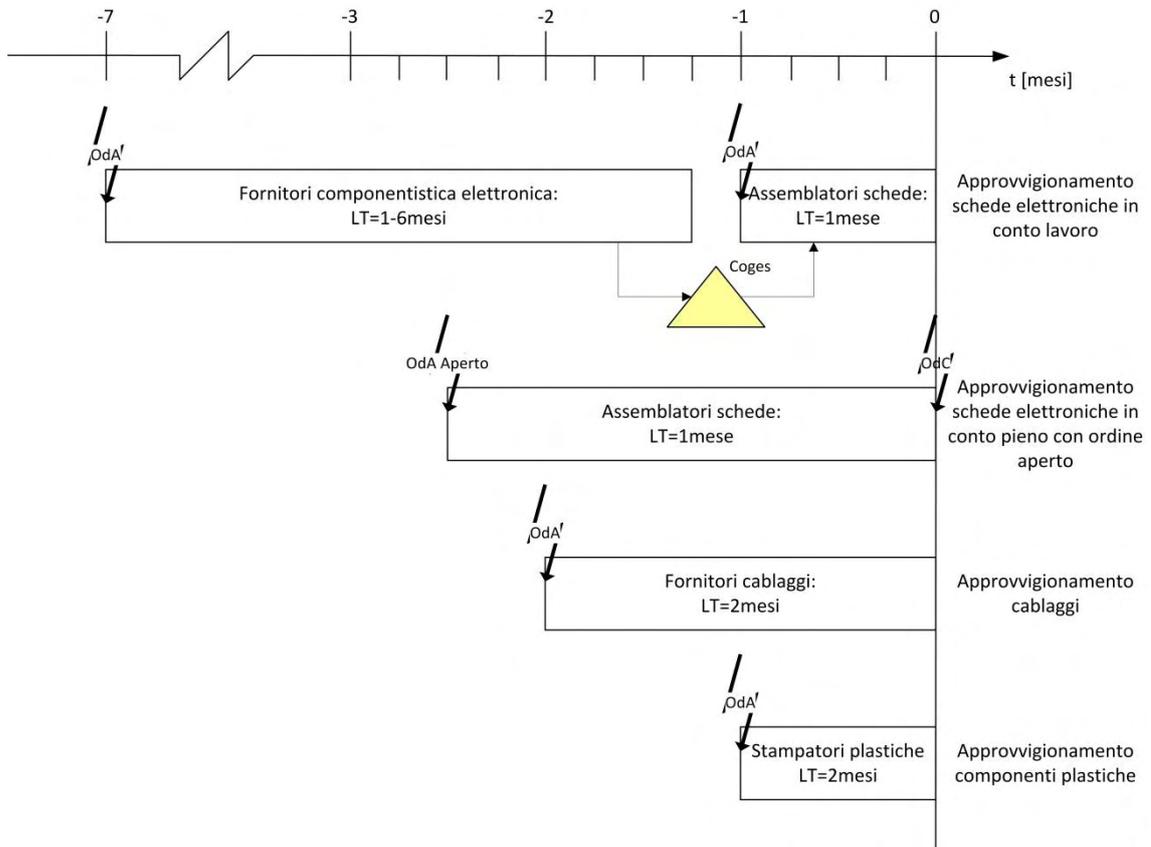


Figura 40: schema sinottico dei LT che Coges ha nell'approvvigionarsi delle tre suddette principali tipologie di componenti

Per quanto riguarda le schede elettroniche risulta chiara la differenza che intercorre tra la gestione con ordine aperto in conto pieno e quella con consegna unica in conto lavoro. Nel primo caso il fornitore si sobbarca di maggiori costi logistici e di investimenti in capitale circolante attenenti sia alla gestione della componentistica attiva, sia legati all'istituzioni di scorte ed ad un numero di movimenti maggiori riguardanti i suoi prodotti finiti, a tutto vantaggio dell'entità dei costi logistici e in scorte sostenuti da Coges; chiaramente il fornitore conteggia tali costi aggiuntivi per definire quello che è il prezzo unitario per scheda. Nel secondo caso l'azienda deve affrontare tutta una serie di attività: deve pianificare, acquistare, gestire la disponibilità nel magazzino dei terzisti, movimentare (compresi il rientro annuale degli scarti) e approntare delle scorte della componentistica attiva; le consegne delle schede elettroniche finite avvengono non con cadenza all'incirca settimanale, ma nella data derivante dalla somma del relativo LT, che in tal caso è direttamente correlato ai tempi di attraversamento dei lotti lungo il sistema produttivo del

fornitore, con quella in cui l'ordine di acquisto viene rilasciato dall'ufficio preposto: poiché gli acquisti di materiale, tranne rari casi, sono guidati dall'MPS e quest'ultimo, come si vedrà, ha cadenza mensile, per le schede elettroniche gestite in conto terzi le consegne avvengono indicativamente con la medesima frequenza.

La scelta di una tipologia di gestione rispetto all'altra non è vincolata al particolare fornitore (infatti Coges ha in essere entrambi i tipi di accordi di fornitura con il medesimo assemblatore di schede), ma è conseguenza di tutto un insieme di valutazioni a carico del responsabile degli acquisti, il quale deve stimare costi e prestazioni connesse alle diverse soluzioni possibili. Pensando di ricondursi anche ai tre macroindicatori di performance della logistica (indicati in [1]), i fattori di cui si dovrebbe almeno tener conto sono:

1. *Livello di servizio* che la soluzione garantisce al cliente: a priori non è affatto facile valutare quelle che possono essere le ricadute di diverse modalità e tempistiche nella gestione degli ordini e delle consegne sulle capacità del sistema di approvvigionamento di rispondere alle richieste del sistema produttivo, a loro volta trainate da quelle del mercato. In entrambi i casi gli ordini di acquisto ("OdA") devono essere rilasciati con circa 1 mese, 1 mese mezzo dal momento di ottenimento della fornitura; nel caso di conto pieno si ha inoltre una gestione con ordine aperto e quindi si può variare le consegne di materiale sul breve termine in modo da meglio seguire la reale domanda, però in caso di picco di quest'ultima si sarà comunque vincolati dalla variazione positiva massima, relativamente alla quantità d'ordine per il mese, concordata con il fornitore; nel caso di gestione in conto lavoro per far fronte ai picchi si potrà fare affidamento solamente sull'effetto di compensazione offerto proprio dal fatto di non poter diminuire le consegne rispetto ai volumi richiesti negli OdA (ovvero se nel mese precedente si è avuta una domanda inferiore alla stimata, si potrà disporre ad inizio mese di una quantità residua presente a magazzino; chiaramente tale effetto non si palesa nel caso di due periodi consecutivi con consumi superiori al pianificato), che solitamente possono venir maggiorati di una certa quantità a scopo cautelativo, oppure si deve ricorrere all'istituzione di scorte di sicurezza per il codice in questione. Un modo per analizzare comunque in linea di massima come si comportano i due sistemi di approvvigionamento potrebbe essere quello di ricorrere a delle semplici simulazioni.

2. *Capitale circolante immobilizzato in scorte*: in via semplificata lo si può valorizzare introducendo un certo indice di redditività del denaro che però viene ad essere maggiorato per considerare anche quelle che sono le voci legate ai costi logistici (ovvero il parametro di performance successivo), quali lo stoccaggio, l'obsolescenza, e la movimentazione delle

scorte; in letteratura si trovano dei valori di riferimento che si attestano mediamente all'incirca attorno al 20-25% (solitamente si è sul limite superiore per le piccole aziende e viceversa per le grandi). Chiaramente dal punto di vista dell'immobilizzazione in scorte (del capitale) la gestione con ordini aperti e consegne dilazionate degli OdA favorirà tale prestazione poiché con essa non si dovranno conteggiare le scorte della componentistica attiva, che invece si hanno nell'altro caso, ed un livello di schede elettroniche residue a fine mese (visto che si ragiona con "data fattura fine mese") sicuramente inferiore.

3. Costi logistici: inizialmente bisogna isolare quelli che sono i fattori che presentano delle differenze nei due casi e cercare di stimarne l'impatto economico. Con la strategia di approvvigionamento tramite ordine aperto si devono gestire gli ordini di consegna settimanali e si avranno un numero maggiore di entrate di schede elettroniche, mentre con il conto lavoro si ha da considerare il peso logistico del flusso entrante ed uscente della componentistica elettronica attiva e i costi correlati alla loro possibile obsolescenza; detto questo bisogna chiarire se effettivamente tali differenze impattano sensibilmente sui costi logistici, visto che, almeno per quanto riguarda quelli correlati al personale, agli spazi e alle attrezzature, essi non variano proporzionalmente con il numero di movimenti gestiti nel periodo, ma hanno solitamente un andamento a gradini, ovvero la struttura logistica, e i costi ad essa connessi, si modifica quando si hanno variazioni relativamente elevate nei flussi di materiali da essa gestiti.

4. Costi direttamente implicati nella realizzazione del codice: nel caso di conto pieno il costo di una scheda è semplicemente quello applicato dal fornitore, mentre nel caso di conto lavoro si ha da considerare la somma del costo della componentistica attiva e il prezzo preteso dal fornitore per la prestazione resa (realizzazione e rimanente parte della componentistica).

Per realizzare una valutazione di massima tra i costi connessi alle due diverse soluzioni, non conteggiando quindi il livello di servizio e supponendo di considerare i costi logistici semplicemente utilizzando l'indice di redditività "maggiorato", si possono andare a confrontare i loro costi totali (CT) connessi all'approvvigionamento della singola scheda in una anno, per la cui stima si propone la relazione scritta di seguito:

$$CT = D_a^s \times C_u^s + \left[\sum_j \bar{S}_j^c \times C_{u,j}^c \times i \right] + \bar{S}^s \times C_u^s \times i$$

CT = costi totali annui per l'approvvigionamento della scheda in questione

D_a^s = domanda annua della scheda

C_u^s = costo unitario della scheda: nel caso di conto lavoro esso è dato dalla somma del prezzo di realizzazione unitario della scheda richiesto dal fornitore, $C_{u,f}^s$, con la somma del costo unitario dei vari componenti forniti dall'azienda, $C_{u,j}^c$, ovvero: $C_u^s = C_{u,f}^s + \sum_j C_{u,j}^c \times CI_j$ con CI_j coefficiente di impiego del componente.

\bar{S}_j^c = stock medio del componente j-esimo

\bar{S}^s = stock medio della scheda

i = indice di redditività maggiorato per considerare, in via semplificata, anche i costi logistici connessi alle scorte ($\cong 20 \div 25\%$)

Nel cercare di applicare tale relazione ci si deve ovviamente confrontare con alcune problematiche di natura pratica: primo fra tutti la valutazione delle giacenze medie dei componenti \bar{S}_j^c e delle schede \bar{S}^s . Per la modalità attuale di gestione si potrà contare su degli andamenti storici, mentre per le alternative al vaglio si può pensare, in via approssimata, di prendere il livello di giacenze medie indicate da una gestione di tipo ROP ("Re-Order Point"), ovvero metà del lotto di riordino con aggiunte le scorte di sicurezza. Se più schede montano lo stesso componente si può suddividere il valore del relativo stock medio \bar{S}_j^c in base ai coefficienti di impiego che il componente in questione ha sulle diverse schede.

Dividendo il costo totale per la domanda annua (stimata se ci riferiamo al futuro), $CT \div D_a^s$, otteniamo un costo per la singola scheda elettronica che conteggia in qualche modo anche le immobilizzazioni finanziarie nelle sue scorte, comprese quelle della componentistica elettronica attiva nel caso di conto lavoro, e i costi logistici correlati.

Pensando di ottenere due valori simili per le due strategie di approvvigionamento, quali sono le considerazioni che possono far propendere per l'adozione di una rispetto all'altra? In Coges si è scelto recentemente di passare nella quasi totalità delle schede da una gestione della fornitura in conto lavoro ad una in conto pieno poiché si è voluto perseguire l'obiettivo di contrarre il più possibile gli investimenti in capitale circolante. Quali possono essere invece i vantaggi dell'altra tipologia di gestione? Primo fra tutti la possibilità di un miglior controllo sulla componentistica utilizzata dal fornitore di primo livello (anche se in tal caso Coges ha vincolato gli assemblatori di schede a rivolgersi per il loro acquisto

agli stessi fornitori ora di secondo livello), secondo la possibilità di modificare il tipo di componente senza incorrere in conflittualità con il terzista (il che normalmente porta all'impiego di tale strategia almeno per i primi lotti delle nuove schede) e terzo la minor dipendenza dalle sue prestazioni logistiche; un quarto motivo, che però viene già ad essere considerato nel calcolo dei costi totali, è la possibilità di economie di scala quando si è nel caso di componenti utilizzati da più fornitori di primo livello, e impiegati da quest'ultimi specificatamente per il cliente in questione. La scelta finale su quale strategia di approvvigionamento adottare dipende quindi sia dalle decisioni aziendali riguardanti quale prestazione logistica prediligere sia dal grado di confidenza che si ha sulla "stabilità" della configurazione della scheda in questione.

Chiavi per i sistemi ECS

Una tipologia di prodotti importante, dal punto di vista del fatturato realizzato, che presenta delle peculiarità nel flusso dei materiali, interno ed esterno, è quello delle chiavi per i sistemi ECS, la cui famiglia di prodotti, nell'aggregazione logica presente in azienda, include anche le tessere ECS. Come già descritto, attualmente vengono vendute due tipi di chiavi, che indichiamo come chiave ECS tipo1 e chiave ECS tipo2: il primo tipo di chiavi rappresenta il prodotto dell'attuale generazione, mentre il secondo è destinato ai sistemi ECS distribuiti nel passato e che presentano una tecnologia di precedente generazione per quel che riguarda appunto il duo dispositivo di memoria e relativo lettore. Le due chiavi non hanno nessun materiale in comune e non presentano nemmeno nessun processo produttivo, interno o esterno, in comune, a parte lo stampaggio per pressoiniezione plastica dei gusci (solo il processo, perché i gusci hanno poi geometria diversa), per cui di seguito si possono descrivere i due casi in modo completamente disaccoppiato, partendo per prima dalle chiavi ECS che sono presenti sul mercato da più tempo, ovvero quelle di tipo2.

- Chiave tipo2:

al pari di tessere e riconoscitori di monete, questo prodotto viene realizzato completamente all'esterno dell'azienda, ma a differenza di questi Coges gestisce l'acquisto dei suoi componenti, segue da vicino il processo di assemblaggio che avviene presso il terzista e svolge anche una fase di controllo qualità su dei componenti prima dell'assemblaggio. La scheda elettronica al loro interno viene realizzata presso un assemblatore di schede, tra quelli a cui l'azienda già si rivolge per le altre, e recentemente anche per essa si è passati da

una gestione in conto lavoro con consegna unica (degli Oda) ad una in conto pieno senza però l'impiego di ordini aperti, e questo perché non vi sarebbe alcun vantaggio in consegne più frequenti visto che il terzista a valle lavora con lotti discretamente elevati, ovvero che rappresentano una copertura della domanda di chiavi tipo2 circa mensile. La scheda prima di arrivare al terzista transita all'interno di Coges per il suddetto controllo qualità (a campione) della stessa, mentre i gusci di plastica vi vengono inviati direttamente dallo stampatore.

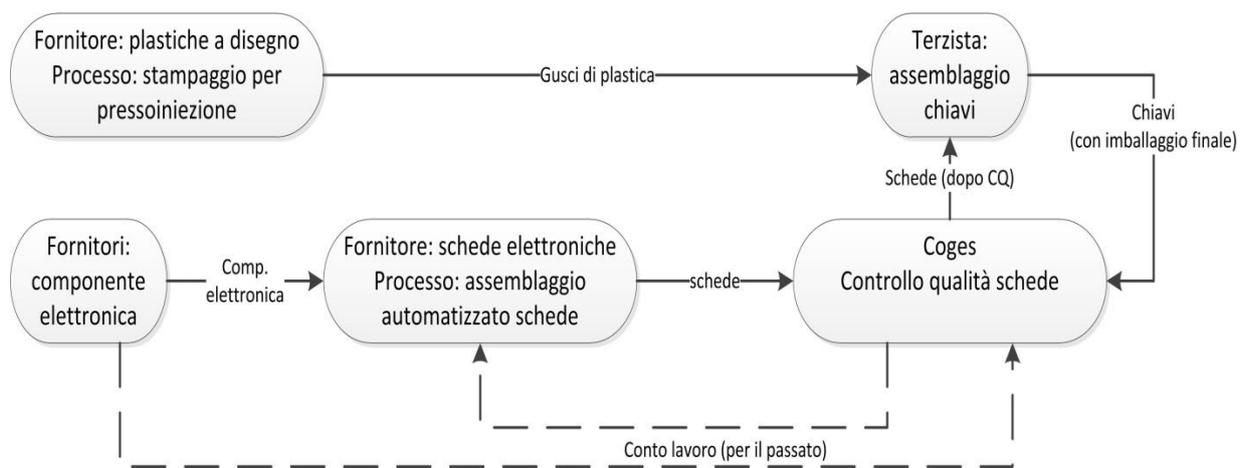


Figura 41: flusso materiali relativo alla chiave ECS tipo2

Per motivare la particolare pianificazione e gestione che accompagna la realizzazione di tale prodotto, è necessario conoscere il processo di assemblaggio delle chiavi, della tipologia in questione, presso il terzista. Esso può essere suddiviso in tre fasi:

1. in un primo momento vengono disposte le basi in plastica su dei “reel”.
2. Successivamente viene inserita la scheda all'interno di ciascuna base e poi versata una resina, la quale serve soprattutto come deterrente contro la manomissione del dispositivo; la resinatura risulta essere l'unica fase che comporta effettivamente un tempo di set-up, necessario cioè alla preparazione dell'attrezzatura.
3. Infine viene agganciato il cappuccio e una volta imballate le chiavi vengono consegnate a Coges.

La distinta base delle chiavi, come anche nel caso dell'altro tipo di chiavi, è organizzata su due livelli, anche se il secondo non è più attivo dal punto di vista gestionale dopo il passaggio all'acquisto con modalità di conto pieno della scheda, poiché in esso si trovavano solamente i componenti di quest'ultima (il chip acquistato dal produttore nel caso dell'altro

tipo di chiavi), mentre al primo abbiamo, oltre alla scheda, le componenti plastiche, che fungono da base e coperchio, e l'imballaggio.

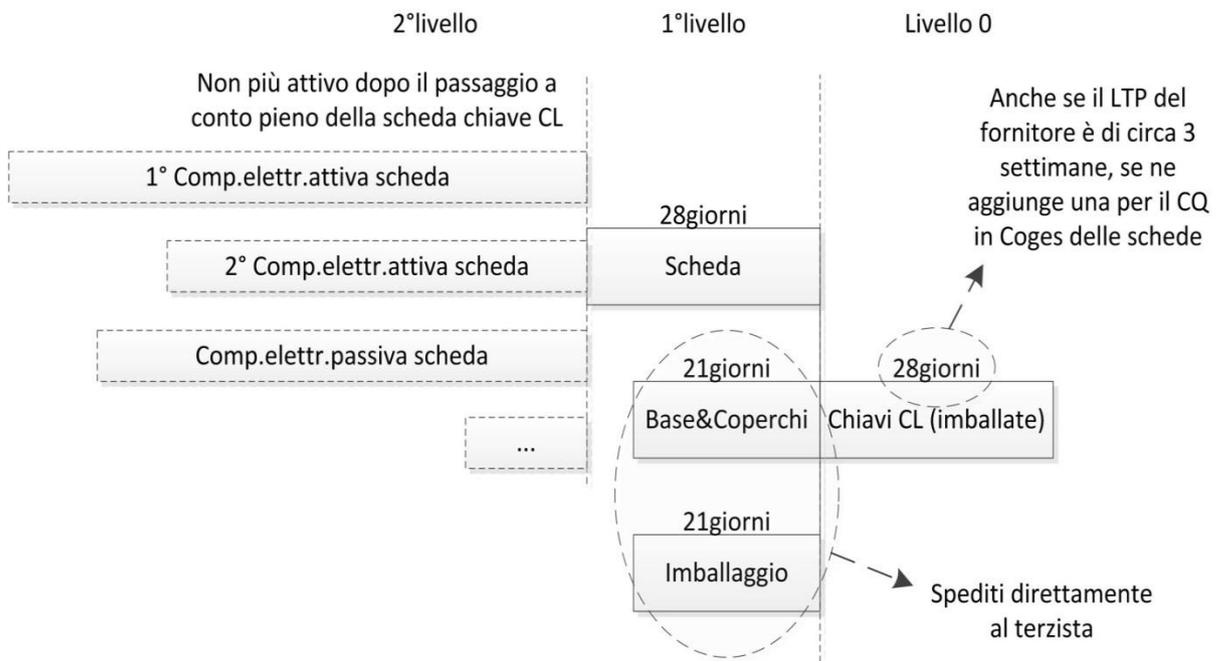


Figura 42: DB tempificata chiavi tipo2

Quindi al primo livello abbiamo tutti i componenti che devono essere a disposizione del terzista per poter procedere all'assemblaggio: con esso si è concordato di ragionare, per quanto riguarda la gestione della sua produzione, mensilmente e con lotti di quantità prefissata che ricalchino la domanda media delle chiavi tipo2 (al momento si parla di lotti di qualche decina di migliaia di pz/mese). Poiché, come già anticipato, il fabbisogno previsto del piano di produzione cade il primo giorno (lavorativo) del mese, esso produrrà, quasi sicuramente a meno che non vi siano state nei mesi precedenti domande molto inferiori alla media, un ordine pianificato di chiavi con data di rilascio al più tardi posta durante la prima settimana del mese precedente, che a sua volta produrrà se necessario, a seconda cioè del mix di vendita riportato nel piano principale di produzione e della disponibilità delle componenti di primo livello nei magazzini del terzista, le RDA inerenti a quest'ultimi. L'ordine di acquisto delle chiavi tipo2 viene rilasciato contestualmente all'invio da parte di Coges delle schede collaudate, che solitamente avviene entro la fine della prima settimana del mese. A questo punto ci si è accordati con il terzista sul fatto che le tre fasi del processo di assemblaggio abbiano ognuna una finestra temporale di una settimana, ovvero durante la

seconda settimana del mese dovrebbe avvenire la preparazione dei “reel” di basi, durante la terza la resinatura e nella quarta il fissaggio dei coperchi e l’imballaggio. In questo modo la gestione della produzione di Coges ha, a meno di situazioni particolari, la possibilità di modificare la ripartizione del lotto per quanto riguarda le basi, che solitamente di default sono tutte di colore grigio, entro la fine della seconda settimana del mese ed inoltre comunica entro la fine della terza il mix cromatico che desidera per quanto riguarda i cappucci (vedi Figura 43).

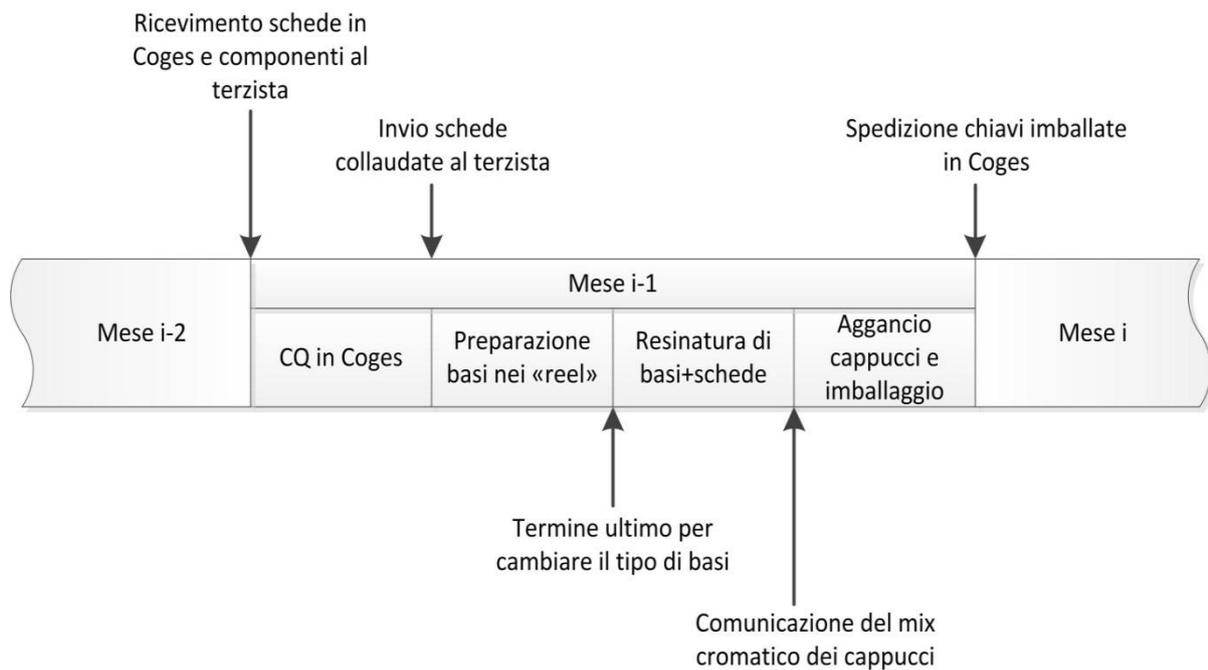


Figura 43: gestione del terzista per quanto riguarda il mix cromatico del lotto di chiavi tipo2

Come ragiona l’ufficio produzione quando deve comunicare al terzista la ripartizione del lotto nei vari colori con cui possono presentarsi le chiavi?

Esso predispone tale suddivisione in modo che le giacenze che si ottengono delle chiavi al momento della consegna al netto degli ordini clienti già acquisiti ricalchino la popolarità storica dei vari colori. Qui di seguito si propone un calcolo esemplificativo per ottenere il mix cromatico da comunicare alla fine della terza settimana del mese al terzista.

ordine mensile (per hp = domanda media mensile) = Q =	30000	pz
stock tot chiavi CL dopo la consegna = X =	28000	pz

colore cappuccio	Rosso	Blu	Giallo	Verde	
popolarità storica (Psi)	51	25	14	10	%
disponibilità attuale	7000	500	3000	1500	pz
ordini acquisiti	6000	3500	2500	2000	pz
disponibilità netta (DNi)	1000	-3000	500	-500	pz
disponibilità dopo la consegna (DCi)	14280	7000	3920	2800	pz
quantità da ordinare (Qi)	13280	10000	3420	3300	pz

Tabella 9: esempio di dati a disposizione al momento di comunicare il mix cromatico al terzista e delle quote Q_i in ordine in base all'approccio descritto più in basso

Le quantità da ordinare delle chiavi nelle varie colorazioni (Q_i) viene calcolata tramite le relazioni riportate qui di seguito: nel primo sistema di equazioni si esprimono semplicemente due vincoli, ovvero che la quantità che si ha in casa al netto degli ordini clienti già acquisiti (DNi) sommata il lotto del colore da ordinare deve dare una giacenza in casa totale (X) che rispecchi la suddivisione dei colori in base al suo mix macro (cioè la popolarità storica, Psi, dei vari codici a catalogo) e che la somma delle quantità dei singoli colori dev'essere uguale al lotto mensile (Q). Successivamente si riportano i passaggi per pervenire alle quote delle chiavi dei singoli colori Q_i .

$$\left\{ \begin{array}{l} DN_R + Q_R = \frac{PS_R}{100} \times X \\ DN_B + Q_B = \frac{PS_B}{100} \times X \\ DN_G + Q_G = \frac{PS_G}{100} \times X \\ DN_V + Q_V = \frac{PS_V}{100} \times X \\ Q_R + Q_B + Q_G + Q_V = Q \end{array} \right.$$

$$\left(\frac{PS_R}{100} \times X - DN_R\right) + \left(\frac{PS_B}{100} \times X - DN_B\right) + \left(\frac{PS_G}{100} \times X - DN_G\right) + \left(\frac{PS_V}{100} \times X - DN_V\right) = Q$$

$$\sum \frac{PS_i}{100} \times X = Q + \sum DN_i$$

$$X = \frac{Q + \sum DN_i}{\sum \frac{PS_i}{100}} = \frac{Q + \sum DN_i}{1}$$

$$DC_i = DN_i + Q_i = \frac{PS_i}{100} \times X$$

$$Q_i = \frac{PS_i}{100} \times X - DN_i$$

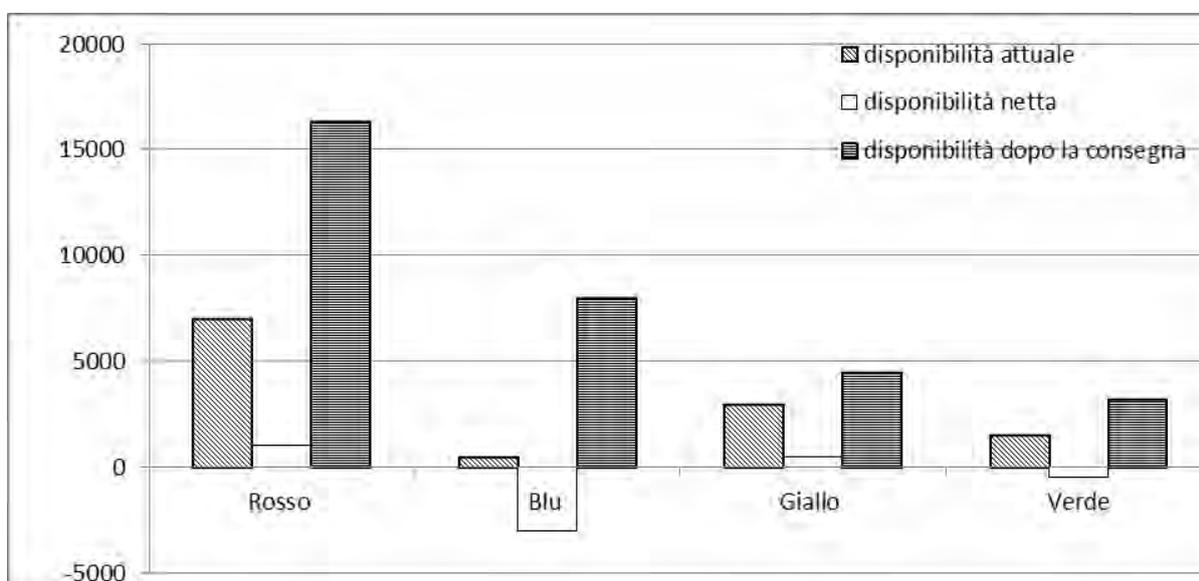


Figura 44: grafico delle disponibilità attuali, al netto degli ordini e successivamente alla consegna

Chiaramente le quantità vengono poi arrotondate considerando la capacità dei “reel” utilizzati dal terzista. Bisogna inoltre sottolineare nuovamente che l’ipotesi di base di tale criterio di gestione è che il lotto di assemblaggio del terzista sia pari alla domanda media nel periodo (casomai aumentata di una piccola quantità di sicurezza) che intercorre tra una consegna e la successiva; se ad esempio la domanda media mensile raddoppiasse, pensando di non variare la numerosità del lotto, sarebbe sufficiente passare a consegne con cadenza quindicinale.

Da osservare è anche la modalità di risposta al mercato che si ha con tale criterio di approvvigionamento, soprattutto a causa della cadenza mensile dei lotti: essa si avvicina

molto ad una logica di tipo MTS (“Make To Stock”), anche se, ordinando seguendo la domanda media ed in mancanza dell’istituzione di scorte di sicurezza per ogni tipo di chiave, è chiaro che nella seconda metà del mese sarà molto probabile avere degli ordini clienti che dovranno aspettare la consegna relativa a quello successivo per essere evasi. Questo per quanto riguarda le quattro combinazioni standard di colori: se invece il cliente richiede delle chiavi con un diverso colore della base è chiaro che il tempo di consegna dipende dal momento in cui viene formulato l’ordine, ovvero esso può variare da due settimane circa, se pervenuto prima della metà del mese, fino ad un mese e mezzo se l’ordine viene fatto immediatamente dopo la scadenza del termine ultimo per variare la composizione dei reel di basi prima della resinatura: chiaramente è da tener conto che il terzista deve avere a disposizione i gusci nei colori necessari per poter alimentare le varie fasi di assemblaggio, per cui nel caso bisogna considerare anche il lead time del fornitore di componenti plastiche. Comunque le personalizzazioni fuori catalogo normalmente interessano uno specifico cliente che richiede non un singolo ordine, ma tutta una serie di ordinativi a programma.

- Chiave tipo1:

Il circuito presente al suo interno è formato da un chip “customizzato”, realizzato e venduto a Coges dal produttore stesso, al quale viene incollata un’antenna presso un diverso fornitore. Il produttore vende a Coges, in lotti molto numerosi (nell’ordine delle centinaia di migliaia di pezzi per quanto riguarda quelli di produzione, che poi alla vendita sono inferiori a causa degli scarti di processo), i chip aggregati ancora sotto forma di “wafer”, che a sua volta invia quest’ultimi presso un secondo fornitore che grazie ad una automazione estrae i chip dal wafer e li incolla direttamente sulle antenne che si trovano disposte lungo un nastro: una volta riarrotolato esso funge anche da SKU (“stock keeping unit”), detta “rolla”, con cui Coges vede entrare il TAG fornito di antenna, la quale ne contiene un numero dell’ordine di qualche migliaio di pezzi. Un problema che affligge tali processi è l’elevato tasso di scarto. Il wafer presenta già segnalati, dopo un controllo a valle del processo di realizzazione, quelli che sono i chip che accusano difettosità, ma chiaramente il loro costo non viene corrisposto al produttore, per cui in tal caso l’impatto che la resa del processo produttivo ha sui costi è valutato direttamente da quest’ultimo. Situazione diversa si ha invece quando il componente lavorato presso il fornitore è di proprietà dell’azienda, visto che in tal caso gli scarti di processo comportano una perdita economica per quest’ultima, oltre che un fattore da tener conto durante la pianificazione dell’acquisto del componente dal fornitore di 2° livello: quello che solitamente si fa è

accordarsi per una percentuale di scarti “fisiologica” del processo, ovvero fino a tale soglia si considera connessi al processo in questione e non sono quindi responsabilità del fornitore, mentre se si verifica una quota eccedente il loro costo dev’essere rimborsato da quest’ultimo. Periodicamente, solitamente una volta l’anno, la massa di scarti accumulata dal cliente viene consegnata all’azienda, sia come verifica pratica della buona fede del fornitore, sia per fare in modo che spetti al proprietario provvedere al loro smaltimento. Per evitare conflittualità con il fornitore, ma soprattutto per fare in modo di diminuire l’investimento in capitale circolante si è passati recentemente anche in questo caso ad un approccio in conto pieno, ma con l’intermediazione di Coges nell’acquisto dei chip: in pratica è l’azienda che contratta e acquista i chip dal produttore, ma quando vi è l’ordine di un lotto, esso viene rivenduto subitaneamente al fornitore di primo livello, senza che nemmeno fisicamente transiti all’interno dell’azienda. Chiaramente il prezzo di rivendita del TAG lavorato a Coges considererà in questo caso anche l’onere rappresentato dagli scarti e dall’investimento in capitale circolante per il fornitore, anche se, per quanto riguarda il secondo fattore, bisogna considerare le tipologie di fatture emesse dal produttore per l’acquisto dei chip da parte di Coges e di quelle emesse da quest’ultima per la loro vendita al fornitore.

Per quanto riguarda le modalità d’ordine si è pattuito con il fornitore di primo livello di rilasciare Oda mensilmente con due consegne dilazionate nell’arco dello stesso: l’ufficio acquisti ha fissato la prima ad inizio mese per una quantità pari ai 2/3 del fabbisogno mensile previsto e la seconda a metà mese per il rimanente terzo. All’interno di Coges le “rolle” di TAG RFID scandiscono anche i lotti di produzione, che quindi avranno la stessa numerosità: esse vengono inserite in un’automazione che stacca i TAG e li pone sulle basi delle “chiavi”, forza i coperchi su quest’ultime,

provvede al reset delle chiavi (testandone quindi il funzionamento), all’occorrenza realizza un stampa al laser sul retro e alla fine le inscatola in confezioni da cento pezzi.

Solitamente, a parte quindi dei particolari ordini clienti, le basi delle chiavi sono tutte di colore grigio, mentre i cappucci si differenziano per i cinque possibili colori del cappuccio (rosso, azzurro, verde, giallo e arancio). C’è inoltre da sottolineare che mentre per le chiavi tipo2 la base è la parte

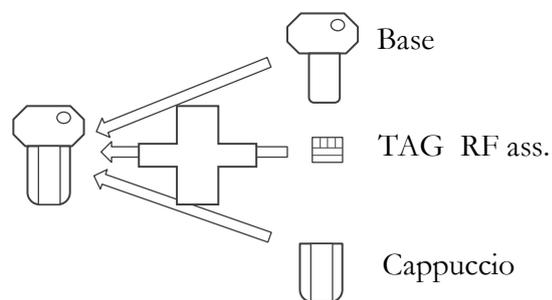


Figura 45: componenti di una chiave tipo1

sottostante del manufatto, per quelle tipo1 è la parte superiore: questo fatto può creare un po' di confusione, poiché mentre qui si è indicato con il termine “base” il particolare plastico, oltretutto avente normalmente lo stesso colore (grigio), su cui viene posto la scheda/chip, in anagrafica si ha che la parte sottostante viene sempre indicata con il termine “base”, mentre quella soprastante con il termine “coperchio”. In Figura 46 è schematizzato il flusso di materiali a monte dell'azienda inerenti alle chiavi tipo1, trascurando quello relativo all'approvvigionamento delle scatole di imballaggio. La schedulazione del processo di realizzazione delle chiavi tipo1 appena citato, avvenendo questo all'interno dell'azienda e visti i relativi tempi di attraversamento dei lotti, è in tal caso affidata ad una pianificazione di breve termine (FAS).

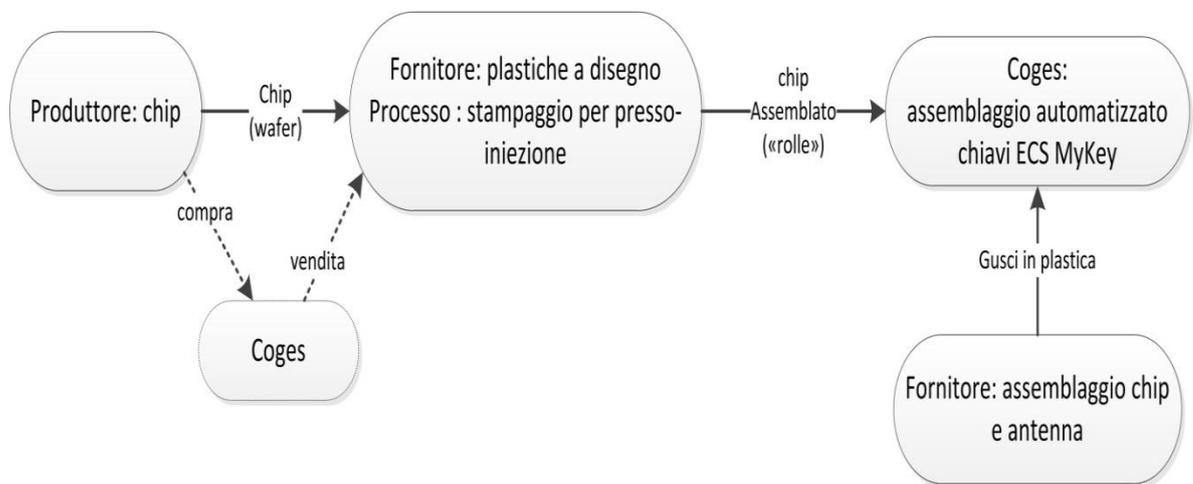


Figura 46: flusso dei materiali relativo alla chiave ECS tipo1

Forecasting e definizione del piano principale di produzione (MPS)

All'interno di Coges, la definizione di quelle che sono le previsioni di vendita riguardanti i periodi a venire prendono il via da due attività svolte dalla divisione commerciale dell'azienda:

1. la realizzazione del *budget commerciale* per l'anno a venire, redatto tra settembre e ottobre: in esso ogni “area manager” fissa quelle che sono le domande, in termini di codice rappresentativo, per i mesi dell'anno futuro nei relativi mercati di competenza, grazie alla conoscenza degli stessi e tenendo presente anche l'influenza che possono avere alcuni fattori legati alla concorrenza e alle possibili azioni

dell'azienda stessa (come ad esempio le politiche commerciali o l'introduzione di nuovi prodotti).

2. Ogni mese inoltre le quantità, già fissate in sede di budget commerciale, per i cinque mesi a venire, che quindi corrisponde all'orizzonte temporale di quello che poi internamente è indicato come *forecast*, vengono riviste in funzione della situazione attuale. Le quantità dei prodotti sono sempre a livello di codici rappresentativi e hanno il mese come time bucket, ovvero in breve si ha a che fare con delle domande mensili previste di codici rappresentativi.

Come vengono utilizzate tali dati per le attività di pianificazione della produzione? Il budget commerciale funge da base di partenza per tutte quelle valutazioni che abbisognano di una stima delle quantità futura di vendita su di un tale arco di tempo o con un orizzonte temporale medio/lungo: per quanto riguarda la pianificazione della produzione un'attività molto importante che utilizzata in input il budget commerciale è la definizione dei volumi dei materiali di acquisto per l'anno venturo, informazioni queste fondamentali all'ufficio acquisti nelle contrattazioni con i fornitori attuali e potenziali. Le quantità, mensili e aggregate sotto forma di codici rappresentativi, riportate nel budget commerciale, risultante dalla somma dei singoli budget redatti da ogni area manager della divisione commerciale, vengono considerate annualmente e disaggregate a livello di codici prodotto finito, tramite l'impiego di coefficienti di popolarità storici, dal responsabile dell'ufficio produzione; sempre a carico di tale divisione avviene la successiva elaborazione "top down", ovvero tramite un calcolo MRP si passa dalle quantità dei codici finiti ai volumi dei materiali di acquisto necessari per ottenerli; questi sono utilizzati dall'ufficio acquisti come dati di partenza per le contrattazioni con i fornitori, attività queste che si concentrano quindi nel periodo che va dagli ultimi mesi dell'anno che sta volgendo al termine ai primi del venturo, ed inoltre servono per ottenere il proprio budget allo stesso ufficio acquisto. In Figura 47 si riporta lo schema di come si svolgono le elaborazioni descritte e a chi competono.

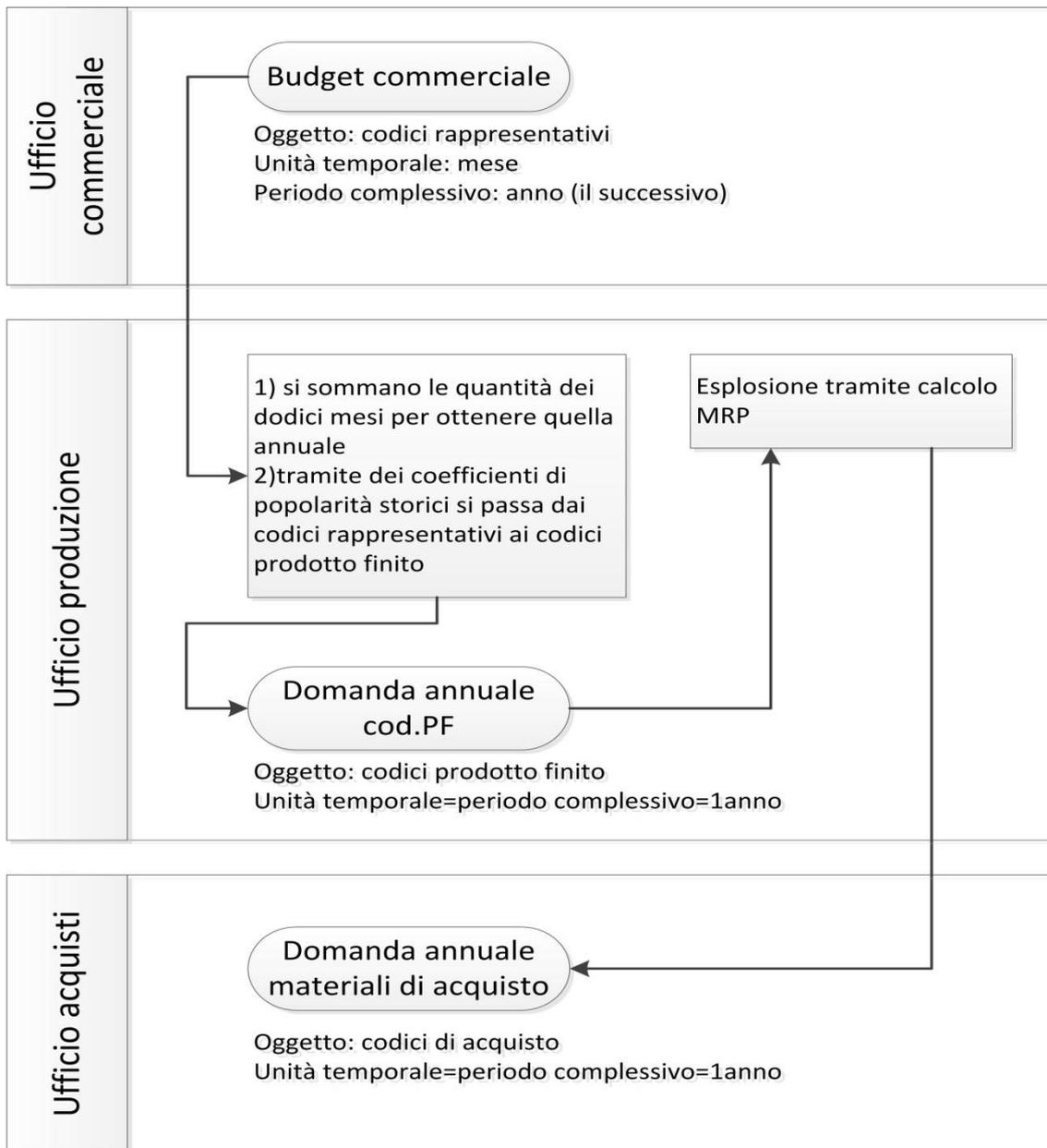


Figura 47: processi, e relative competenze, per passare dal budget commerciale al volume annuo dei materiali di acquisto

Per quanto riguarda i forecast utilizzati dal responsabile della produzione per arrivare a definire il piano principale (MPS), essi derivano dai seguenti processi ripetuti periodicamente ogni fine mese:

fase1 innanzitutto i vari area manager della divisione commerciale rivedono per i cinque mesi a venire quelle che sono le previsioni precedentemente realizzate, che sono per i quattro mesi successivi derivanti dalla revisione eseguita da loro stessi il mese precedente e per l'ultimo consistono invece nei valori fissati in sede di budget

annuale. Il modello temporale di tale logica rolling è esemplificata in Figura 48: entro metà ottobre dell'anno precedente, in figura il 2011, alla data t_R viene ad essere definito il budget commerciale per l'anno 2012: si ha quindi una precessione ("PB") e delle quantità, in termini di codici rappresentativi, fissate per ogni mese dell'anno (caselle indicate con "B"). Se si pensa ad esempio di essere verso la fine di febbraio, in data t_R (feb) ogni singolo direttore commerciale procede alla definizione del forecast per i cinque mesi a venire, partendo dai volumi fissati alla tornata precedente, ovvero in gennaio, per i mesi di marzo, aprile, maggio e giugno e revisionando invece per luglio quelle che sono le quantità presenti nel budget; in Figura 48 si è inoltre indicato all'interno delle caselle la precessione ("P") con cui avviene la realizzazione dei forecast, che solitamente è nell'ordine circa della settimana, e si sono suddivisi i periodi oggetto di previsioni per i quali quest'ultime sono confermate ("C") da quelli in cui forecast saranno invece oggetto di revisione nei periodi successivi ("NC"). Sempre seguendo l'esempio, le quantità fissate a fine gennaio saranno cioè quelle definitive per il mese di febbraio, mentre quelle relative ai mesi successivi saranno rimesse in discussione.

fase2 I forecast redatti da ogni area manager vengono successivamente riuniti semplicemente sommando le quantità a parità di periodo; i dati che si ottengono divengono così le previsioni che alla fine di ogni mese sono disponibili nei riguardi delle vendite dei 5 mesi successivi. A questo punto però tale forecast, che si ribadisce ha come time bucket il mese, non presenta in pratica precessione, ha un orizzonte temporale complessivo di 5 mesi ed è compilato in termini di codici rappresentativi, viene ad essere oggetto di discussione da parte di un team formato dal site manager, dagli stessi area manager della divisione commerciale, e dai responsabili dell'ufficio acquisti e produzione; al termine di tali riunioni mensili si ha quindi in uscita il forecast in versione "definitiva", che chiaramente presenta lo stesso modello temporale descritto in Figura 48 e le quantità vi si trovano ancora aggregate in termini di codici rappresentativi.

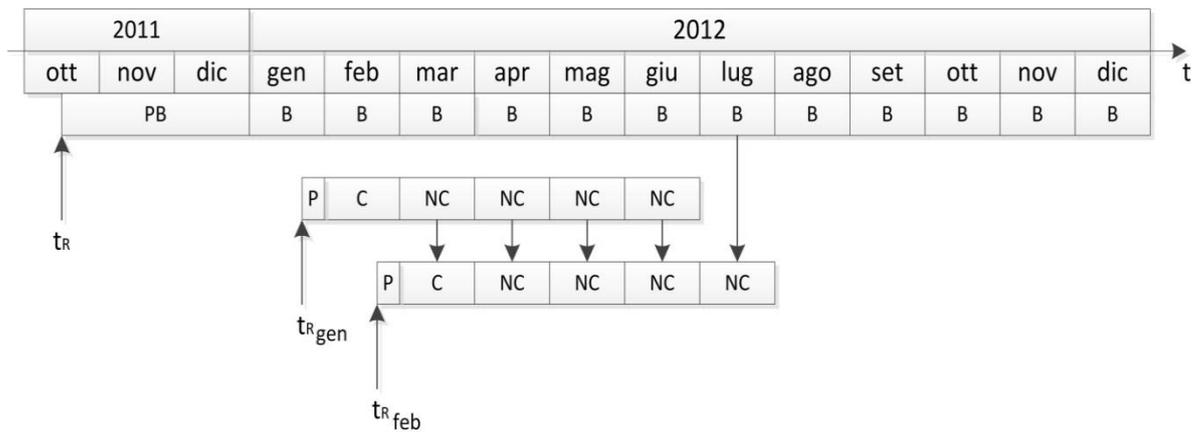


Figura 48: modello temporale della logica rolling per la realizzazione dei forecast da parte dell'ufficio commerciale

fase3 In quest'ultima fase, che compete al responsabile della produzione, vi è la disaggregazione delle quantità di codici rappresentativi nei codici materiale tramite l'impiego di coefficienti di popolarità storici; a questo punto le quantità così ottenute vengono inserite a sistema divenendo così il piano di produzione che copre i 5 mesi successivi e che resterà in vigore fino al nuovo inserimento. Il time bucket con cui si ragiona per quanto riguarda il piano di produzione è quindi il mese, onde per cui tutti i fabbisogni previsti, detratte le quantità in ordine già incamerate per gli stessi codici, sono temporalmente posizionate al primo giorno lavorativo dello stesso e quelli dei componenti di acquisto vengono calcolati dall'MRP, considerando i lead time dei padri inseriti a sistema, con logica "back al più tardi"; se tali codici vengono realizzati presso un fornitore tramite contratti di conto lavoro significa che una parte dei materiali necessari a quest'ultimo per la loro realizzazione dev'essere inviata da Coges, per cui il calcolo MRP dovrà inoltre valutare i fabbisogni di tali figli e per far questo esso considera le disponibilità dei vari codici che sono "in carico" al magazzino del fornitore. Poiché tali valori sono desunti dalle transizioni di "scarico" all'istante della consegna del codice padre a Coges e di "carico" all'atto dell'invio dei codici figli al fornitore, nei momenti in cui le disponibilità a sistema nel magazzino di quest'ultimo sono basse possono venir realizzati degli allineamenti, tramite conteggio da parte degli addetti del fornitore, anche perché il processo produttivo può presentare degli scarti che quindi diminuiscono l'effettiva quantità disponibile a quest'ultimo. A prescindere da queste operazioni saltuarie, avviene ogni fine anno la restituzione a Coges del materiale trovato scarto dal fornitore, "in

macchina” (ovvero durante il processo produttivo) o nei controlli qualità, e questo solitamente coincide anche ad un’attività di allineamento generalizzata tra le quantità reali, trovate tramite inventario, e quelle che si hanno a sistema dopo aver caricato a magazzino gli scarti rientrati.

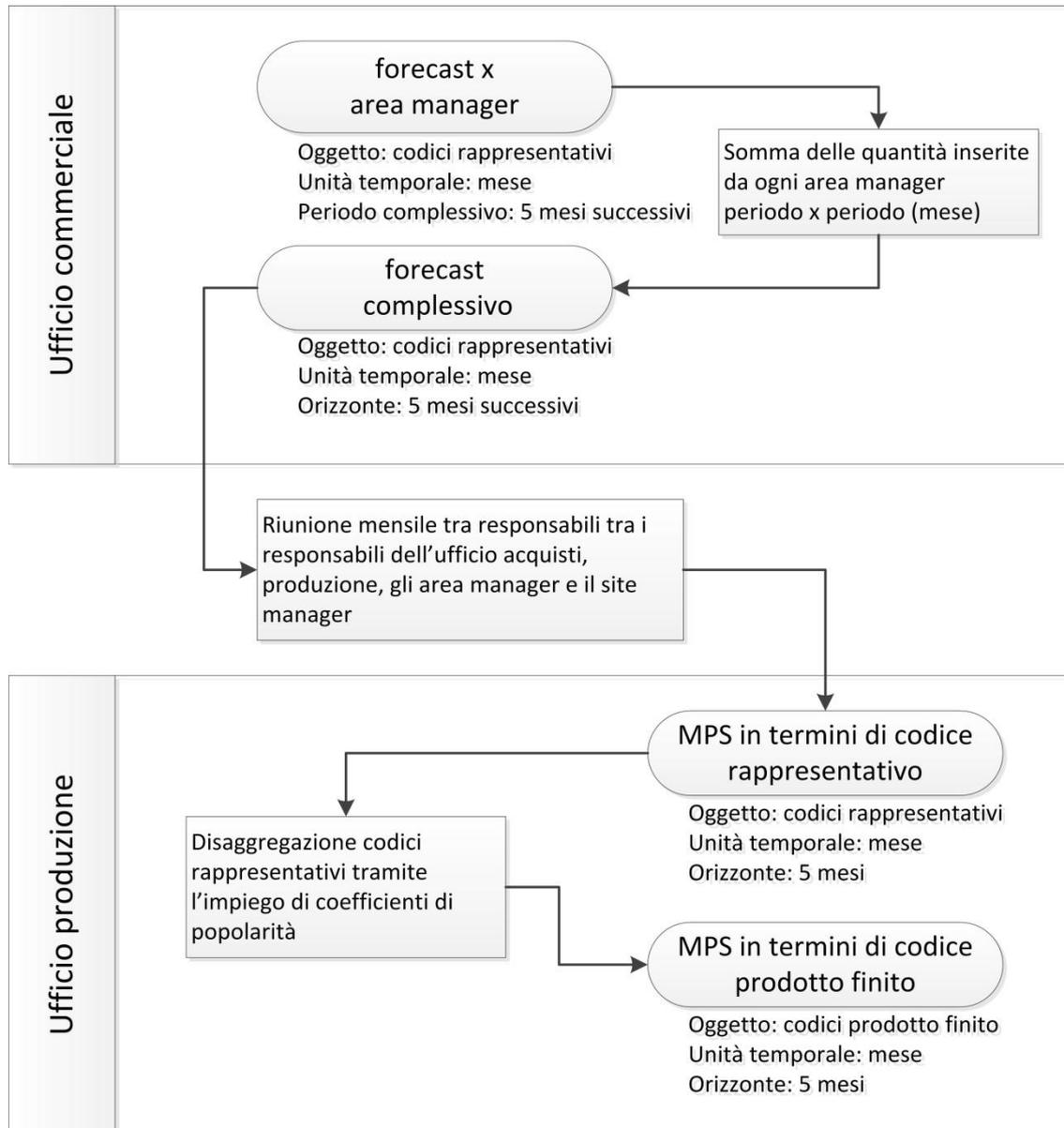


Figura 49: attività per ottenere il piano di produzione a partire dai forecast dei singoli area manager

Chiaramente le quantità che si ottengono immediatamente a valle dell’impiego dei coefficienti di popolarità vengono ad essere arrotondate seguendo il buon senso. Nella pratica inoltre il responsabile della produzione realizza la disaggregazione da codici rappresentativi a codici materiali basandosi non solamente sulle proporzioni suggerite dalla domanda storica, ma sfrutta inoltre anche informazioni di carattere

commerciale; ad esempio, anche in mancanza di formalizzazione tramite ordini a programma, esso può essere a conoscenza delle consuetudini d'ordine che caratterizzano alcuni distributori esterni (magari i più importanti a livello di fatturato) o avere delle indicazioni da parte della divisione commerciale su delle grosse commesse molto probabili, ma non ancora acquisite.

Distinte base e parametri gestionali utilizzati per il calcolo MRP

Le *distinte base gestionali* differiscono da quelle tecniche poiché esse derivano sì da quest'ultime, ma sono il risultato delle scelte di “make or buy” effettuate e dei codici che si è deciso vengano effettivamente ad essere gestiti a livello di magazzino: tali modifiche alla distinta dei materiali *progettuale* sono attuate a livello di sistema alimentando particolari campi nell'anagrafica materiale. Indicando che un determinato materiale è di acquisto, ad esempio perché si è deciso di non realizzarlo più internamente, ma di approvvigionarsene direttamente da un fornitore, si comunica al sistema che i suoi ordini pianificati sono in realtà delle richieste di acquisto e perciò esse non generano dei fabbisogni di codici figli, onde per cui il “ramo” della distinta sottostante a tale codice diventa di fatto inattivo per quanto riguarda il calcolo MRP. Un'altra modifica applicata in Coges alle distinte base riguarda l'utilizzo di codici cosiddetti “*dummies*” (noti anche, da [4], come *codici fantasma*, “*phantom items*”): vi si ricorre quando non si è interessati a gestire disponibilità del materiale in questione; questo succede ad esempio nel caso in cui si abbia a che fare con un codice intermedio al processo produttivo per il quale non si ha la necessità di eseguire transazioni a magazzino. Quando l'algoritmo incontra nel calcolo un codice che presenta tale caratteristica, comunicatagli tramite un “flag” nell'apposito campo, prende un lead time nullo di realizzazione e considera automaticamente i suoi ordini quantitativamente coincidenti con i fabbisogni. Tramite i due provvedimenti appena citati si passa da distinte base progettuali “profonde” fino a 6 livelli, nel caso di lettori di banconote e gettoniere rendiresto, a distinte gestionali, almeno dopo il passaggio a conto pieno per quanto riguarda la modalità di fornitura della maggior parte delle schede, molto più “piatte” con al massimo 2 o 3 livelli. Riassumendo, le distinte base gestionali dei prodotti Coges “raffigurano” dei processi produttivi di assemblaggio articolati su uno o due livelli, a seconda del codice in questione, i cui componenti possono essere direttamente dei materiali di acquisto, oppure presentare un ulteriore livello legato a forniture in conto lavoro, lavorazioni esterne o

preassemblaggi presso terzisti. Di seguito si riportano i principali parametri gestionali fissati a livello di sistema in funzione delle diverse tipologie di codice:

- *Codici di produzione*: i due principali parametri di cui necessita l'algoritmo MRP sono in questo caso il lead time di produzione (LTP), che secondo letteratura dovrebbe essere il tempo di attraversamento necessario all'attuale configurazione del sistema produttivo per ottenere il codice in questione a partire dai propri "figli", e la politica di "lot sizing" adottata nella definizione delle quantità d'ordine pianificato. Per quanto riguarda il *lead time di produzione* utilizzato in Coges per il calcolo MRP, esso non è pari ai tempi di attraversamento, ma deriva da delle considerazioni che combinano i tempi "fisiologici" del sistema produttivo con una prassi di gestione degli ordini cliente concordata con l'ufficio commerciale, secondo la quale quest'ultimo cerca di fissare come data di consegna prevista l'ultimo giorno lavorativo della settimana in cui si presume essa avvenga; utilizzando un LTP di 5 giorni lavorativi per i codici prodotto finito (PF), il sistema posizionerà temporalmente gli ordini pianificati per la fase assemblaggio finale l'ultimo giorno della settimana precedente a quella in cui dovrebbe avvenire la consegna, così da permettere in tale data all'ufficio produzione di pianificare la realizzazione dei prodotti finiti per la settimana successiva: in tale fase gli addetti al controllo produzione devono cercare inoltre di "sincronizzare" gli istanti di fine lavorazione di lotti di prodotti diversi, poiché normalmente gli ordini cliente sono composti da molte "righe". Il lead time di produzione per i codici di primo livello è invece posto normalmente uguale a 3 giorni lavorativi, in modo da ottenere, vista la suddetta prassi, le date "al più tardi" di rilascio degli ordini relativi ai sotto-assiemi (SA) nel secondo giorno della settimana precedente a quella di consegna. Nella Figura 50 si schematizza tale modello temporale, che di fatto determina frequenza e orizzonte dei piani relativi alle attività di assemblaggio, che, per quanto si desume dai tempi in gioco, coincide con un piano delle operazioni terminali (FAS). Per quanto riguarda invece le *politiche di "lot sizing" degli ordini di produzione*, esse si differenziano a seconda che il codice sia un sotto-assieme o un prodotto finito. Nel primo caso, sempre sfruttando l'effetto prodotto dall'aver cadenzato le date di consegna degli ordini cliente e della pianificazione delle operazioni di assemblaggio, si può ragionare "a copertura prefissata", rilasciando quindi le quantità necessarie alla settimana successiva in base agli ordini cliente già acquisiti, più una certa quota fissata in base alla sensibilità del logistico: esso definisce quest'ultima valutando congiuntamente il grado di "saturazione" della capacità produttiva settimanale rappresentato dagli ordini cliente, le quantità fissate nel

piano principale e gli ordini relativi ai periodi successivi, onde per cui tale definizione avviene in modo “manuale” e non tramite una routine dell’algoritmo MRP. Nel secondo caso le dimensioni dei lotti, vista anche la maggior differenziazione che hanno i prodotti finiti rispetto ai sotto-assiemi, ricalcano (quasi) fedelmente quelle che sono le quantità degli ordini del portafoglio, grazie anche al fatto che le aggregazioni, sempre gradite, non sono un fattore così determinante nella pianificazione degli ordini di assemblaggio visti i tempi di attrezzaggio molto limitati con cui si hanno a che fare. Risulta chiaro quindi che le politiche di “lot sizing”, come anche la schedulazione temporale degli ordini di produzione, non vengono gestite automaticamente dal gestionale: il criterio per il dimensionamento del lotto fissato nel sistema è perciò quello “lotto per lotto” (“Lot For Lot”, LFL). Fa eccezione, oltre al caso già visto delle chiavi tipo1, il lettore di banconote semi-assemblato, per il quale si introduce il criterio “lotto prefissato” (“Fixed Order Quantity”, FOQ), nella versione a multipli di una determinata quantità, in modo da richiamare anche nel calcolo MRP il fatto che nella relativa “cella” di assemblaggio si rilasciano degli ordini per piccoli lotti di dimensione prefissata al fine di “guidare” il carico delle singole stazioni di lavoro.

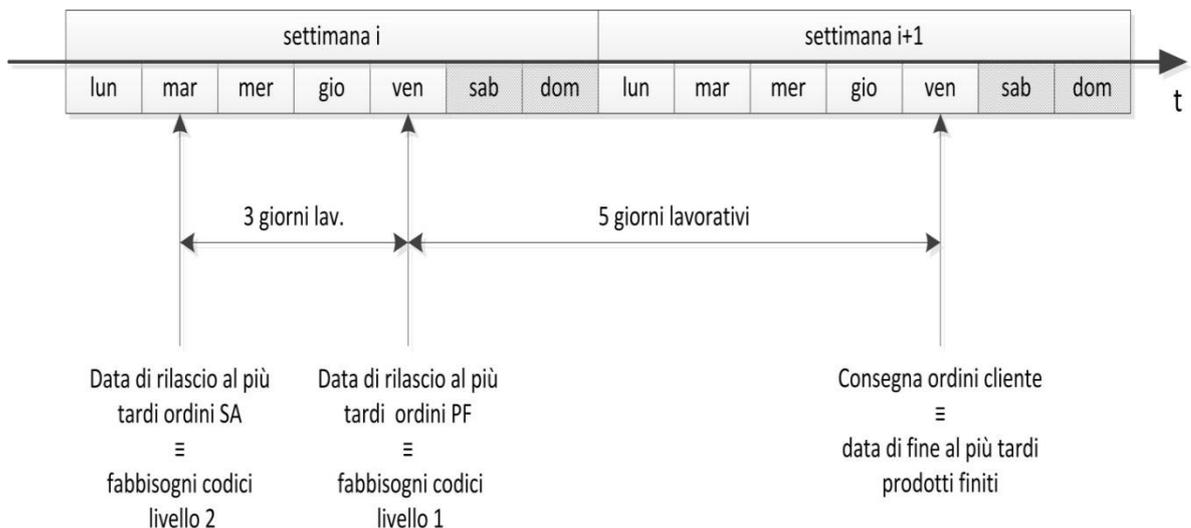


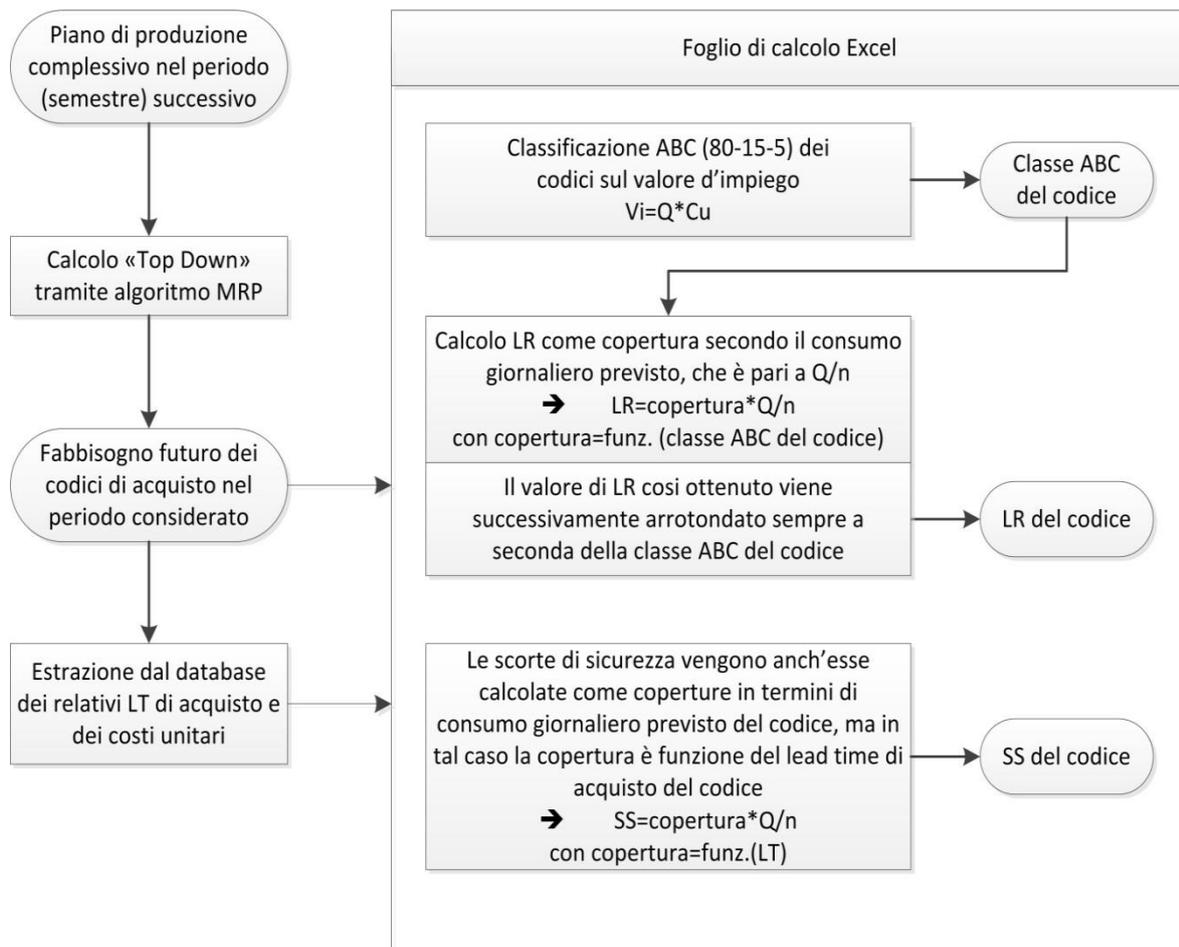
Figura 50: modello temporale per descrivere le tempistiche con cui vengono pianificati gli ordini di produzione di codici PF e sotto-assiemi

Si sottolinea infine che non vengono introdotti a sistema sui codici di produzione delle scorte di sicurezza o dei lead time di sicurezza, ma le incertezze che si hanno su tale tipologia di materiali, che quindi riguardano la loro domanda o i tempi di attraversamento, vengono ad essere gestite direttamente dal controllo produzione al momento delle suddette operazioni pianificazione, ad esempio tarando le possibili

maggiorazioni che si possono adottare nel rilascio degli ordini di produzione per i sotto-assiemi.

- *Codici di acquisto*: in questo caso il lead time, i possibili vincoli sulla dimensione dei lotti e le particolari modalità di approvvigionamento sono funzione innanzitutto del lavoro di contrattazione e selezione dei fornitori svolto dall'ufficio acquisti: le caratteristiche del fornitore, nei riguardi di un determinato codice materiale, vengono condensati in un insieme di parametri che, nell'ERP di Coges, prende il nome di "inforecord", in cui si trovano riportati, oltre al codice fornitore, ad esempio il lead time di approvvigionamento, i vincoli riguardanti la quantità minima di acquisto e il prezzo applicato; nel caso sia prevista dal fornitore una scontistica in funzione del volume di acquisto, sono riportati gli scaglioni con i relativi prezzi unitari. Se vi sono più fornitori dai quali è possibile rifornirsi dello stesso codice, ognuno di essi avrà associato un record ed in uno di quest'ultimi si dovrà riportare, tramite spunta di un opportuno flag, l'indicazione che lo identifica come scelta preferenziale: a questo punto il sistema sa quali lead time di approvvigionamento e vincoli sul lotto di riordino considerare al momento del calcolo MRP. Ma se il fornitore preferenziale non presenta vincoli sulla quantità d'ordine? O anche se quest'ultimi esistono chi ci dice che acquistare per lotti minimi è la soluzione ottimale nel caso specifico? Inoltre c'è da considerare che nel caso degli acquisti i lead time sono significativi e praticamente sempre pianificati in base al piano di produzione MPS, con tutte le incertezze che ne derivano, per cui per tale categoria di codici si utilizzano, anche se non in tutti i casi, delle scorte di sicurezza. Per fissare lotto di riordino e scorte di sicurezza dei codici di acquisto è presente in Coges una procedura, detta appunto "calcolo dei parametri", realizzata tramite un foglio di calcolo "excel" e ripetuta semestralmente: i dati in ingresso sono i lead time, il costo e il fabbisogno complessivo dei codici di acquisto per un determinato orizzonte futuro. Solitamente si prende come periodo il semestre successivo e si derivano i fabbisogni dei materiali di acquisto tramite un calcolo "top down" a partire dalle quantità riportate nel piano di produzione (anche se l'orizzonte di quest'ultimo è di solo 5 mesi si può utilizzare per il sesto i dati del budget oppure derivarne le quantità in base alla media del piano e ai giorni lavorativi del mese in questione); a questo punto si ha anche la lista di codici di acquisto che mostrano domanda futura (prevista), per cui si procede ad estrarne i lead time e il prezzo di acquisto dal database. A questo punto si utilizzano tali dati in un foglio di calcolo excel, nel quale prima di tutto si realizza una classificazione ABC sul valore d'impiego, utilizzando il costo unitario e la domanda prevista nel

semestre successivo, del tipo 80-15-5. A questo punto si calcola il lotto di riordino “desiderato” come una copertura (della domanda) funzione della classe del codice, ovvero presa la domanda per giorno lavorativo del codice, che è pari al fabbisogno complessivo nel periodo diviso il numero di giorni lavorativi che esso presenta, la si moltiplica per un coefficiente che dipende dalla classe del codice: più quest’ultimo ha un valore d’impiego elevato e minore sarà la copertura che il lotto di riordino (LR) dovrà assicurare; i numeri così ottenuti vengono infine ad essere arrotondati, con due procedure diverse a seconda che i codici siano di classe A e B, oppure di classe C. Per quanto concerne la definizione delle scorte di sicurezza (SS), anch’esse vengono ad essere calcolate con una logica che guarda alla copertura in base al consumo giornaliero previsto, ma in tal caso il parametro considerato è il lead time del codice, ovvero maggiori sono i tempi di consegna del codice e più elevata sarà la copertura che le scorte di sicurezza dovranno garantire. L’associazione tra durata SS e LT viene fatta per fasce di quest’ultimo: per tempi di consegna entro il mese la scorta di sicurezza è posta nulla, per lead time compresi tra il mese e i due mesi si prende una copertura di dieci giorni lavorativi (pari cioè a circa metà mese), tra i due e i tre mesi 15 giorni lavorativi, oltre i tre mesi si fissano 20 consumi giornalieri. Lo schema procedurale appena descritto per pervenire ai lotti di riordino e alle scorte di sicurezza dei codici di acquisto viene riportato schematicamente in Figura 51, infine i valori di LR e SS trovati vengono inseriti negli appositi campi dell’anagrafica materiali dell’ERP, andando quindi ad aggiornare i relativi parametri gestionali necessari al calcolo MRP per posizionare temporalmente e quantitativamente le richieste di acquisto (RDA). C’è da sottolineare ovviamente che il lotto di riordino indicato da tale calcolo può essere adottato solamente se superiore al volume minimo di acquisto indicato dal fornitore: il sistema ha a disposizione entrambi i parametri e sa che il vincolo a priorità maggiore è rappresentato da quest’ultimo, per cui il valore del lotto di riordino utilizzato nel calcolo MRP è posto pari al valore indicato dal calcolo dei parametri se esso supera il lotto minimo, altrimenti viene utilizzato quest’ultimo; altra situazione non infrequente che non permette di utilizzare il valore del LR calcolato con tale procedura è quella per cui il lotto indicato dal fornitore corrisponde anche ad una unità di carico da considerare, per diverse ragioni, indivisibili.



Q=fabbisogno del codice nel periodo C_u =costo unitario del codice $n=n^\circ$ giorni lavorativi nel periodo considerato
 LT=lead time di acquisto del codice SS=scorte di sicurezza V_i =valore d'impiego del codice
 LR=lotto di riordino

Figura 51: schema del processo detto "calcolo dei parametri"

Nell'ultimo periodo in Coges, al fine di migliorare ulteriormente le prestazioni in termini di pianificazione degli approvvigionamenti, si è cercato di andare oltre a tale procedura, fissando con un approccio mirato alle particolari caratteristiche di alcuni codici, dal punto di vista della domanda e della fornitura, modalità e parametri di gestione: ad esempio per quanto riguarda molte schede elettroniche, che si sa presentano valore d'impiego molto elevato, esse vengono ora acquistate tramite ordini aperti con consegne settimanali; al fornitore devono però essere inviati gli ordini riguardanti la quantità mensile con un anticipo significativo (superiore al mese), per cui si è deciso di gestire quest'ultimi a livello di MRP, tramite il relativo lead time e dei lotti a copertura, lasciando per il momento comunicazione e gestione delle quantità settimanali alla responsabilità diretta dell'ufficio acquisti e produzione. Un altro esempio di situazione particolare affrontata sono i codici di

acquisto riguardanti versioni dei prodotti a domanda saltuaria, i cui codici perciò non sono presenti a piano e quindi secondo quest'ultimo non verrebbero mai acquistati: per evitare rotture di stock, e poter quindi rispondere ad eventuali ordini cliente con tempi di consegna accettabili, si è deciso di fissare per loro delle SS pari alla quantità minima che si desidera sia sempre in casa, per definire la quale si è andati ad analizzare i consumi storici dei codici stessi.

Gestione ordini clienti, pianificazione delle attività terminali (FAS) e controllo avanzamenti

L'input fondamentale che l'ufficio responsabile della produzione ha a disposizione per pianificare quelle che sono le attività di assemblaggio finali è chiaramente il portafoglio ordini (PO), al cui riempimento è preposto il personale della divisione commerciale; senza voler entrare nei dettagli dei processi coinvolti nelle attività di acquisizione e gestione degli ordini cliente si propone comunque in Figura 52 un loro schema esemplificativo. In tale figura si può notare come il gestionale utilizzi il piano di produzione per realizzare un controllo sulla fase di inserimento degli ordini cliente da parte degli addetti della divisione commerciale: quando quest'ultimi compilano le richieste d'offerte sul terminale il sistema controlla che i codici e le relative quantità rientrino nel piano del mese; da notare che i fabbisogni di quest'ultimo, detratti gli ordini clienti già acquisiti per il periodo (e per gli stessi codici), si posizionano temporalmente al primo giorno lavorativo del relativo mese (mentre quando si entra in quest'ultimo alla data attuale) e visto che non viene fatto nessun calcolo sulla capacità produttiva, in via teorica il sistema potrebbe accettare anche ordini che coprono l'intero piano con data di consegna il primo del mese (o quella attuale se ci si trova nel mese in questione), ma nella pratica il personale inserisce le richieste d'offerta solitamente con consegna posta all'ultimo giorno della settimana successiva.

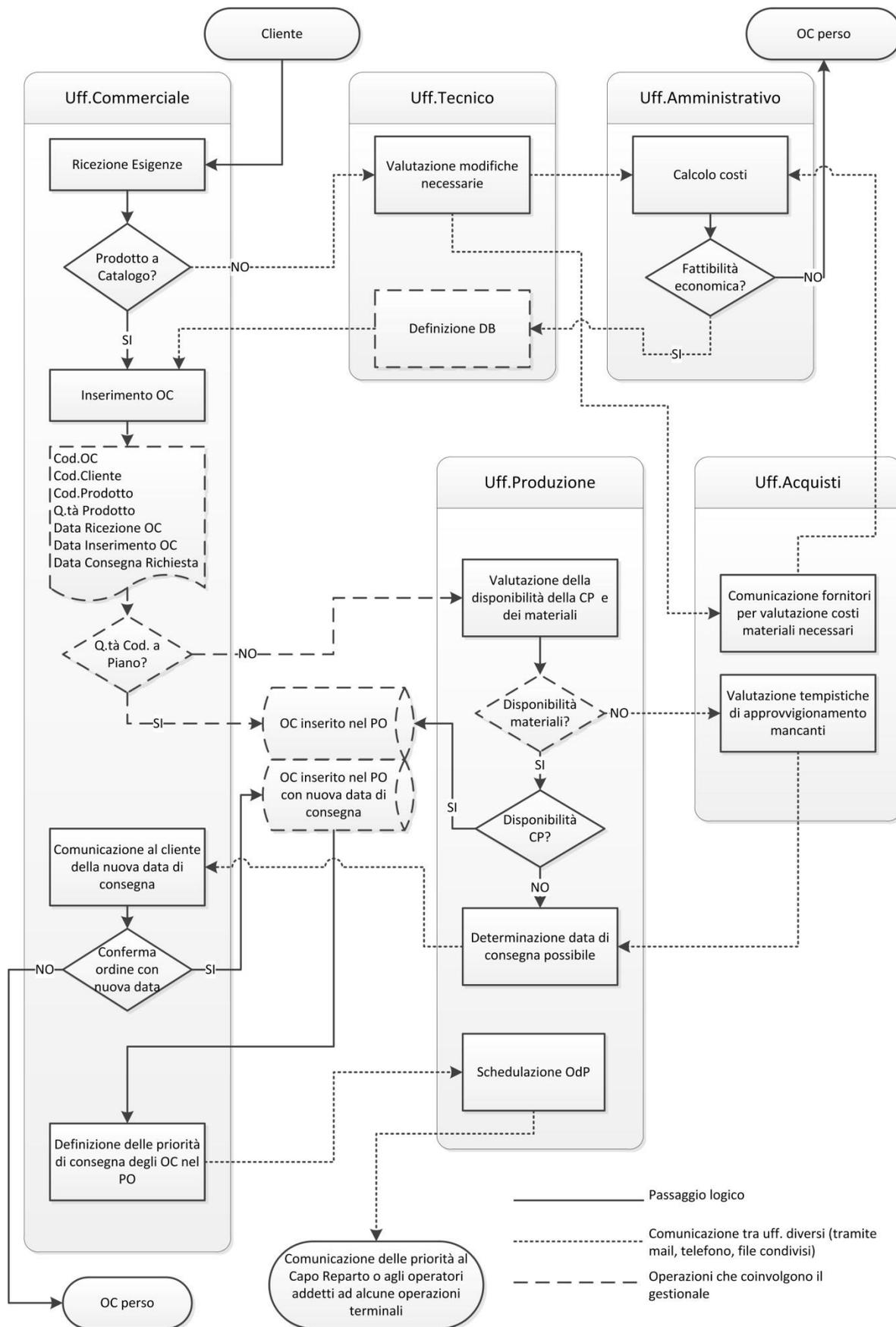


Figura 52: schema sinottico dei processi aziendali attuati nell'ambito della gestione degli ordini cliente

Come detto, se codice e quantità rientrano nella quota mensile del piano non ancora assorbita dagli ordini clienti, allora l'inserimento può essere eseguito con la data indicata e conseguentemente viene inviata la conferma d'ordine al cliente, altrimenti sono possibili due situazioni: se il codice è a piano ma la quantità eccede quella prevista per il mese, il sistema accetta una data che si pone in un periodo successivo che presenta quantità a piano ancora disponibili (praticamente il mese seguente), se invece il codice non si trova in nessuno dei piani per i mesi futuri il sistema propone il lead time cumulato di realizzazione del codice lungo il percorso critico (ovvero il più lungo). Tali due tipologie di ordini clienti vengono ad essere raccolte nel gestionale in un determinato "contenitore" che gli addetti dell'ufficio pianificazione della produzione (UPP) controllano frequentemente: quando trovano questi ordini "posticipati" vanno a realizzare una verifica sulla disponibilità dei materiali necessari ad assemblare quanto richiesto, la quale, se ha esito positivo permette loro di rilasciare degli ordini di produzione con data di consegna ravvicinata, altrimenti si innesca tutta una serie di azioni e di solleciti coordinati con l'ufficio acquisti per ottenere delle date di consegne accettabili dal cliente.

Nel paragrafo precedente si è parlato di una linea guida che gli addetti dell'ufficio commerciale dovrebbero seguire per quanto riguarda la scelta delle date di consegna degli ordini da inserire a sistema, le quali chiaramente dovrebbero coincidere con quelle concordate con i clienti. L'obiettivo, anch'esso già introdotto, dovrebbe essere quello di concentrare le date di rilascio al più tardi degli ordini pianificati proposti dall'MRP in determinati periodi della settimana, in modo che quest'ultimo proponga una certa cadenza per quanto riguarda le operazioni di pianificazione degli ordini di produzione: in tali giorni il logistico avrà dal calcolo MRP le indicazioni degli ordini di produzione (quali codici e quanti realizzarne) che dovrà rilasciare per far fronte agli ordini cliente della settimana in questione. A questo punto il pianificatore, guardando alle esigenze del sistema produttivo, alle necessità di sincronizzare la realizzazione di lotti di prodotti diversi relativi ad ordini "multipli" e alle priorità comunicategli dall'ufficio commerciale, definisce il piano dei lotti da assemblare nei cinque giorni (lavorativi) successivi: secondo il modello temporale visto, al venerdì pianificherà le attività necessarie alla realizzazione dei prodotti finiti, al martedì quello dei sottogruppi di assemblaggio. In realtà però questa prassi di posizionare temporalmente le date di consegna all'ultimo giorno lavorativo della settimana, nella pratica non è perseguita in modo così rigido, soprattutto perché le esigenze del cliente chiaramente rivestono nell'ambito commerciale un ruolo predominante, onde per cui chi si occupa della pianificazione troverà già nel portafoglio ordini della settimana l'indicazione delle priorità,

dal punto di vista temporale, da seguire al momento dell'attività di rilascio degli ordini di produzione. In ultima analisi si ha quindi che l'algoritmo di calcolo MRP non viene utilizzato per la schedulazione "dettagliata" delle operazioni di assemblaggio, la quale invece spetta interamente al logistico, ma serve a quest'ultimo per avere un'indicazione degli ordini di produzione, derivanti direttamente dagli ordini cliente, che impegnano il periodo oggetto di pianificazione; esso, come già sottolineato, nel caso vi sia nel periodo della capacità produttiva non saturata, può decidere di rilasciare degli ordini relativi a quanto necessario nelle settimane seguenti oppure realizzare delle quantità di codici che certamente saranno richieste a breve.

Per quanto riguarda il controllo degli avanzamenti c'è da sottolineare il tentativo di adozione dello "*scarico retroattivo*" per quei materiali che si trovano "in carico" al reparto assemblaggio, coerentemente al fatto che essi sono posizionati nelle vicinanze delle stazioni di lavoro; dopo una fase di test sulla linea di assemblaggio delle gettoniere, si è deciso di non adottarlo a causa di alcuni problemi correlati all'attuale configurazione del sistema di rilevazione delle fasi del ciclo di lavorazione tramite lettura di codici a barre. Per questo motivo si è ripiegati sull'utilizzo di transazioni di scarico manuali affidate per il momento al capo reparto: tali transazioni dovrebbero avvenire all'inizio delle attività di assemblaggio relative all'ordine di produzione in questione, ma in pratica l'unico vincolo che il gestionale pone è che tutti i codici figli siano scaricati, nelle quantità necessarie, prima che avvenga la transazione che segnala il versamento dei padri, la quale si ha al termine dell'ultima fase del relativo ciclo di produzione ed è comunicata al gestionale, dall'operatore che l'ha svolta, tramite il suddetto sistema lettura di codici a barre. Quest'ultimo è utilizzato, oltre che per comunicare al sistema i versamenti dei codici padre al termine di un ordine produzione, anche per acquisire gli istanti di inizio e fine di una determinata fase del ciclo di lavorazione relativo ad un determinato ordine di produzione e l'operatore che ha svolto tale attività, ovvero è utilizzato per la raccolta dati e il monitoraggio sullo stato di avanzamento degli ordini di produzione.

Criticità nel sistema PCP osservato

Prima di tutto è utile, anche se ormai evidente, sottolineare che l'utilizzo dell'elaborazione MRP all'interno di Coges viene utilizzata solo in parte ai fini della schedulazione degli ordini di produzione, mentre il suo impiego fondamentale è quello del posizionamento, temporale e quantitativo, degli ordini di acquisto delle componenti di

assemblaggio. Considerando inoltre che gli ordini di produzione, relativi sia ai prodotti finiti che ai presseassemblati realizzati internamente, vengono ad essere quasi esclusivamente pianificati a fronte ordini cliente, ovvero nel breve termine, risulta chiaro che per tentare di migliorare le prestazioni logistiche dal punto di vista delle giacenze bisogna concentrarsi sulla gestione delle componenti di assemblaggio, le quali sono praticamente tutte dei materiali di acquisto; per far questo Coges ha recentemente modificato le modalità di approvvigionamento dei materiali ad elevato valore d'impiego, passando per buona parte delle schede elettroniche a forniture tramite ordini aperti con consegne settimanali pilotate nel brevissimo periodo (1, massimo 2 giorni) e dilazionando l'approvvigionamento dei TAG RFID delle chiavi tipo1 in due consegne mensili. Anche per tali codici però, come del resto per tutti gli altri, le quantità d'ordine, visti i relativi lead time di approvvigionamento, vengono ad essere necessariamente pianificate nel medio periodo, rendendo quindi di fondamentale importanza le relative attività. Le due criticità che affliggono tali processi, e per le quali si cercherà di proporre degli interventi migliorativi, riguardano principalmente i seguenti aspetti:

- 1) La coerenza tra le quantità riportate nel piano di produzione e la reale domanda che si presenta nel corrispondente periodo: è già stato detto che l'azienda ricorre in questo caso ad un approccio top down su codice prodotto finito, ma esso può mostrare delle prestazioni non ottimali nel caso di prodotti che presentano un numero elevato di versioni, ovvero di codici PF differenti.
- 2) Il modello temporale seguito nella pianificazione di medio termine, sulla quale si basano gli acquisti di praticamente tutti i materiali, presenta il mese come unità temporale di riferimento ("time bucket"): il sistema posiziona i fabbisogni dei prodotti finiti del piano concentrati al primo giorno lavorativo del mese, onde per cui tramite esso non è possibile, supponendo chiaramente che gli ordini a programma rappresentino una quota relativamente piccola dei volumi del MPS, proporre dei lotti di acquisto che dilazionino le quantità mensili previste.

PROPOSTE D'INTERVENTO

Al termine del capitolo precedente si sono già introdotti quali sono i due aspetti della PCP sui quali ci si focalizzerà nel tentativo di pervenire a dei possibili miglioramenti da apportare alla stessa, ovvero:

1) Coerenza piano di produzione – domanda reale:

si è fatto riferimento, nel capitolo tre, ai tre criteri utilizzabili per definire quantitativamente i fabbisogni di quei codici il cui ottenimento deve avvenire su previsione (ovvero di quei materiali che dovrebbero trovarsi nel magazzino di disaccoppiamento tra le attività svolte con logica “To Stock” e “To Order”) al fine di permettere nel periodo in questione la realizzazione di quanto pianificato, cercando di perseguire al contempo gli obiettivi logistici. Si è inoltre accennato che nel caso di Coges tali materiali sono le componenti di assemblaggio e che essa utilizza, praticamente per tutti i codici, l'approccio di tipo “Top Down” su codice padre “fisico”, pianificando quindi la loro disponibilità tramite una “esplosione” MRP fatta a partire dalla domanda prevista dei prodotti finiti (anch'essa derivante da un processo già illustrato). Valendo in generale la regola che “tanto più piccola è la famiglia statistica su cui si realizza una previsione quantitativa intrinseca, ovvero basata sullo studio delle serie storiche, e tanto più elevato si dimostra essere l'errore (relativo) commesso”, si comprende il perché tale approccio risulti non sempre efficace quando applicato a prodotti dotati di molte versioni codificate: da questo punto di vista la famiglia di prodotti che nel caso di Coges viene ad essere imputata ideale nel tentativo di ottenere un “improvement” gestionale attraverso l'introduzione di un approccio di tipo “Top Down” su codice virtuale, tramite la costruzione di apposite distinte di pianificazione, è quello delle gettoniere.

2) Diminuzione del “time bucket” utilizzato per i fabbisogni derivanti dal piano:

il tentativo è quindi quello di posizionare i fabbisogni previsti più vicini temporalmente a quelli reali, al fine di ottenere una minor anticipo nella definizione delle date di consegna (dei materiali di acquisto) tramite calcolo MRP e al contempo permettere a quest'ultimo di proporre lotti di riordino per quantità inferiori a quelle mensili. Chiaramente tale passaggio non è auspicabile nel caso di quei codici che mostrano una domanda saltuaria o comunque caratterizzata da elevata variabilità se osservata in periodi temporali più limitati: per valutare la fattibilità della proposta si andrà quindi, focalizzandosi sul predetto insieme di prodotti, ad osservare la serie delle domande storiche dei codici rappresentativi, dei codici prodotto

finito e dei moduli delle “modular bill”, che si premette sarà la tipologia di distinta adottata nei riguardi dei figli della “super bill”. In quest’ultimo caso quello che si vuole cercare di sfruttare è l’effetto di aggregazione della variabilità (“risk pooling effect”) che si manifesta osservando il consumo di (gruppi di) codici che presentano elevati gradi di comunanza su molti o su tutti i prodotti finiti dell’insieme considerato.

Costruzione delle “modular bill” per le gettoniere rendiresto

Il processo di modularizzazione parte dall’identificazione delle funzioni, o caratteristiche, del prodotto per le quali esso viene proposto in differenti configurazioni: nel particolare caso in esame, considerando il fatto che le due tipologie di gettoniera (che indicheremo come gettoniera tipo1 e tipo2) condividono, trascurando i lettori CL (“cashless”) presenti opzionalmente solo in una delle due, più dell’80% dei componenti, comunanza che si ripropone anche a livello di alcuni sottogruppi, si è scelto al fine di massimizzare l’effetto “risk pooling” di considerare congiuntamente questi due prodotti in tale processo, prospettando quindi la costruzione di una “sovrastuttura” (super bill) unica per entrambi i prodotti. Tutte le componenti di assemblaggio che questi due prodotti presentano in comune in tutte le loro possibili configurazioni vengono ad essere compresi in un modulo “codici comuni” (“common parts bill”), mentre gli altri moduli raggruppano quei codici che invece vengono a dipendere dalla scelta fatta dal cliente per quanto riguarda le caratteristiche opzionali: di seguito in Tabella 10 sono elencate le caratteristiche del prodotto che presentano delle opzioni e le relative differenti possibilità di cui ognuna di esse dispone.

Caratteristiche	Opzioni
-Tipo gettoniera	2 Tipo1 ; Tipo2
-Cablaggi distributore	3 EXECUTIVE ; MDB ; BDV
-Cablaggio periferica	1 MDB Periferica (solo BDV e Aeterna EXE.)
-Lettore CashLess (solo Tipo1)	2 Chiavi ; Tessere
-Tubo (5 per gettoniera)	8 tipi diversi
-Forcelle (5 per gettoniera)	11 tipi diversi
-Battuta&Leva	3 possibili combinazioni
-Etichetta euro	1 per gettoniere destinate all’area euro

Tabella 10: principali opzioni gettoniere rendiresto

Il cablaggio necessario per connettere la gettoniera al distributore automatico dipende dal protocollo di comunicazione accettato da quest’ultimo e può essere di tre tipi a seconda

quindi dello standard richiesto dal gestore. In alcune particolari versioni, quali la gettoniera tipo2 con cablaggio EXECUTIVE (abbreviato spesso per praticità in “EXE”) e in entrambe nel caso del cablaggio BDV, viene ad essere preinstallato un secondo cavo, sfruttabile per connettere direttamente al dispositivo una periferica (quale ad esempio un lettore di banconote), rappresentando dunque una caratteristica opzionale non obbligatoria. Tale situazione si ripresenta anche nel caso dei lettori di supporti di memoria ECS, i quali sono presenti come caratteristica accessoria solo in abbinata con la gettoniera di Tipo1, la quale si è già detto può integrare tali funzionalità a differenza dell'altra tipologia di gettoniera. Per quanto riguarda i tubi e le forcelle, se lo scopo è quello di evitare le possibili combinazioni con le quali essi possono presentarsi nel generico prodotto, poiché nel relativo assieme se ne trovano 5 coppie generalmente non uguali (il che porta ad un numero teorico di combinazione pari a $8^5 \times 11^5 = 5.277.319.168$), si devono costruire singoli moduli per ogni tubo e forcella: si osserva inoltre che se sussistessero dei vincoli per quanto riguarda il posizionamento di un determinato tubo o forcella negli spazi del relativo assieme (non è comunque questo il caso), potrebbe risultare vantaggioso, solo se vi è poca comunanza degli stessi tubi o forcelle nelle diverse posizioni possibili, considerare come caratteristiche distinte dotata di varianti le 5 posizioni tubo e le 5 posizioni forcella. La soluzione precedente proposta risulta idealmente la più sensata, ma successivamente, nell'analisi storica, si evidenzierà una domanda concentrata su alcune particolari combinazioni, per cui in pratica si potrebbe anche scegliere tra il suddetto approccio e uno che considera come moduli le combinazioni con una domanda significativa, ripiegando ad un criterio a punto di riordino per quei tubi e forcelle che invece sono esclusi dal predetto gruppo.

Le altre due caratteristiche rivestono un ruolo di secondaria importanza, sia per il costo dei relativi materiali sia per una questione di popolarità delle opzioni, e consistono nel binomio piastra battuta monete, che può essere di 2 materiali diversi, e leva rallenta monete, anch'essa di due tipi, che si trovano nel gruppo riconoscitore e che dipendono dal tipo di valuta introdotta, e un'etichetta presente solamente nelle gettoniere destinate alla zona euro, e che quindi consiste in una opzione non obbligatoria. Per quanto riguarda i moduli “battuta&leva”, essi rappresentano già di per se stessi delle combinazioni delle possibili piastre di battuta e leve rallenta monete che possono venir installate nel gruppo riconoscitore: questa scelta è stata fatto considerando che per ognuna di queste due caratteristiche, prese distintamente, si hanno, come già detto, 2 possibili opzioni, il che porta ad un numero di combinazioni di 4; considerando inoltre che una di queste non è

nemmeno disponibile, si ottiene per tale coppia di particolari un numero di combinazioni inferiori, seppur di uno, a quello che si avrebbe considerando le due caratteristiche separatamente. Si vedrà comunque, analizzando la domanda storica dei moduli, che quest'ultima elucubrazione risulta abbastanza futile, poiché delle 3 suddette combinazioni, solo una è presente nelle versioni normalmente vendute, mentre le altre due sono relegate a configurazioni caratterizzate da una richiesta molto limitata e saltuaria.

Le anomalie descritte, riassunte in Tabella 11, indicano che praticamente non tutte le combinazioni delle varie opzioni per le diverse caratteristiche sono tecnicamente possibili o proposte commercialmente. Si noti che nel caso del cablaggio MDB per periferica, si poteva optare per una soluzione alternativa, ovvero non considerandolo come caratteristica a se stante, ma ponendolo assieme al cavo BDV nel relativo modulo e creando inoltre una nuova opzione “tipo2 EXE” per la caratteristica “cablaggio distributore”; tale via non si è però intrapresa al fine di non disaggregare i dati relativi alla domanda dei cablaggi.

Caratteristiche	Anomalie
-Cablaggio periferica	Caratteristica “obbligatoria” nel caso di cablaggio distributore BDV e nel caso di gettoniere Tipo2 con cablaggio distributore EXECUTIVE
-Lettore CashLess	Caratteristica “opzionale” nel caso di gettoniera Tipo1
-Etichetta euro	Caratteristica “opzionale”

Tabella 11: anomalie nelle caratteristiche dotate di varianti considerate

Si devono inoltre chiarire due aspetti riguardanti la costruzione delle modular bill:

- la profondità della distinta materiale fino alla quale ci si spinge nella costruzione dei moduli: a tal proposito si è accennato nel capitolo precedente al fatto che le distinte basate gestionali dei prodotti, viste le scelte di “make or buy” fatte e tramite l’impiego di codici “dummies”, si presentano strutturate in 1 o 2 livelli (al terzo si trovano i materiali figli degli eventuali codici approvvigionati in conto lavoro); nel caso delle gettoniere si ha a che fare con 2 livelli, per cui se si vuole riproporre gli stessi lead time presenti nella distinta base, per posizionare i fabbisogni delle componenti di assemblaggio, si deve ricorrere a delle modular bill organizzate su più livelli, come quella esemplificata in Figura 53. In tale rappresentazione si mostra inoltre il caso di assiemi con due lead time diversi, indicati genericamente con X e Y. Bisogna anche fare attenzione ai coefficiente di utilizzo dei livelli successivi al primo: se si sono aggregati nello stesso “sotto modulo”, come in figura, codici che si trovano in più assiemi, nel caso quest’ultimi

presentino lo stesso LT, si deve tener presente se tali sottogruppi mostrano dei coefficiente di impiego diversi da 1 andando a moltiplicare per i relativi valori quelli dei figli. Una via alternativa potrebbe essere quella di creare dei “sotto-moduli” per ognuno degli assiemi interessati dal modulo in questione.

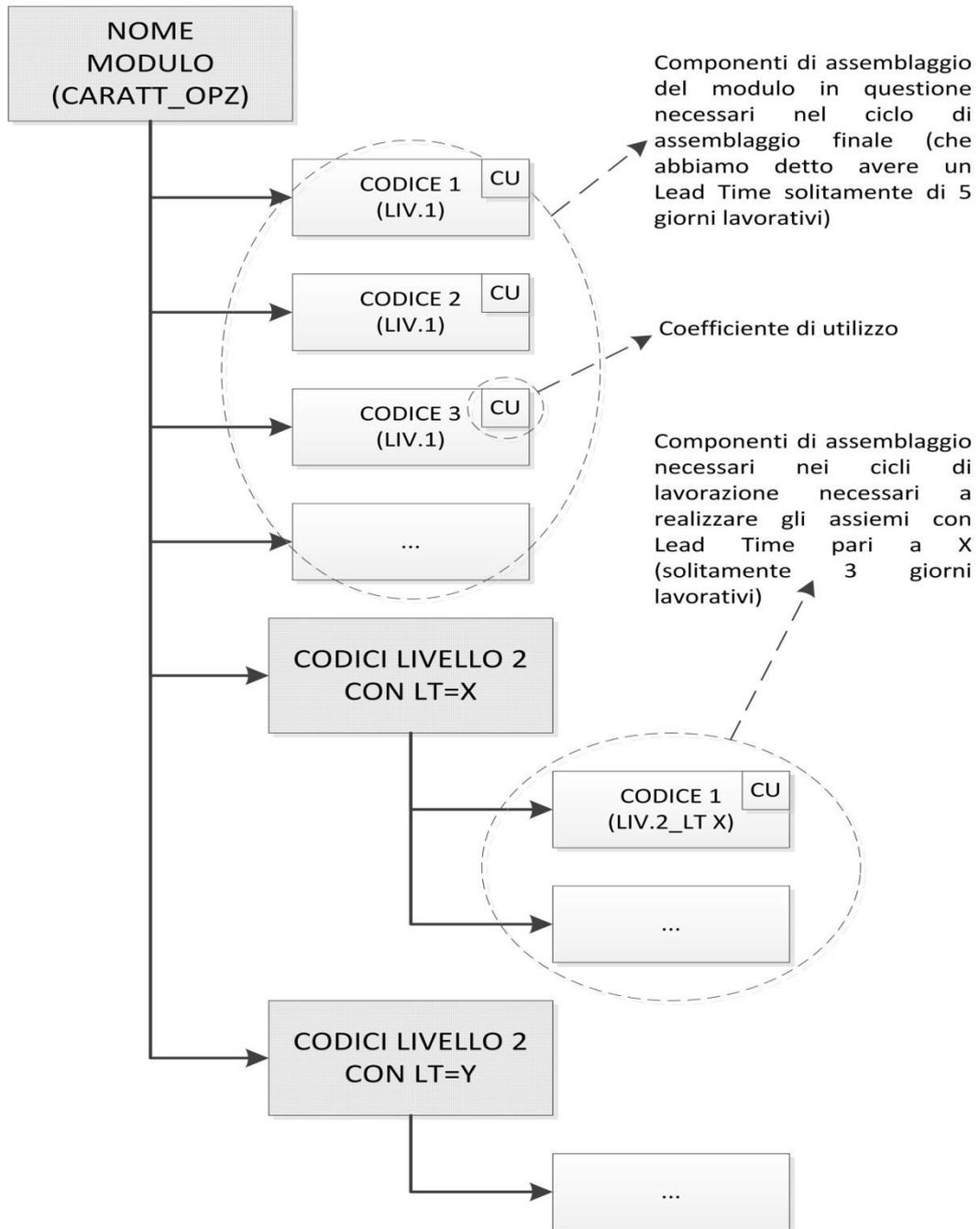


Figura 53: esemplificazione di modular bill "multi-livello"

Il ricorso a distinte modulari multilivello può essere evitato trascurando la differente precessione, rispetto al fabbisogno pianificato del finito, che presentano i codici sui diversi livelli, ovvero utilizzando come Lead time per tutti i codici del modulo quello cumulato: questo approccio risulta sensato solamente se i tempi di attraversamento necessari alla realizzazione dei sottogruppi risultano limitati, altrimenti si otterrebbero degli anticipi troppo accentuati per quanto riguarda i fabbisogni dei codici di livello 1, i quali potrebbero portare a un peggioramento nell'andamento delle scorte. Nel caso in esame si tratterebbe di utilizzare un lead time di 8 giorni (lavorativi) per quei moduli che presentano anche codici di 2° livello, anticipando di fatto il fabbisogno dei codici di livello 1 in essi contenuti di 3 giorni (lavorativi).

- Un secondo aspetto riguarda l'aver generato dei moduli per delle caratteristiche che vengono ad essere "comandate" anche dai codici rappresentativi: per determinare il fabbisogno futuro di tali moduli non si può ricorrere all'impiego di coefficienti di popolarità storica (CP) determinati sulla base della domanda dei mesi passati, altrimenti si avrebbe una conflittualità con il processo di forecasting realizzato dalla divisione commerciale; una via perseguibile potrebbe essere quella di calcolare i CP non tramite l'approccio "classico", ma facendo in modo invece che essi ricalchino quelle che sono le proporzioni espresse dai codici rappresentativi, o alternativamente si potrebbe pensare di "staccare" i relativi moduli dalla relazione padre-figlio descritta dalla superbill, eliminando di fatto il calcolo dei loro fabbisogni tramite elaborazione MRP e andando quindi a fissarli direttamente pari a quelli indicati dalle quantità di forecast. Nel caso in esame i moduli coinvolti da tale fenomeno sono quelli relativi al tipo di gettoniera Tipo1/Tipo2 e alla tipologia di lettore cashless eventualmente presente nelle gettoniere Tipo1.

Analisi della domanda storica delle gettoniere

La dinamicità che contraddistingue il settore dell'elettronica, e che quindi coinvolge di riflesso anche quello dei sistemi di pagamento per il settore del vending, ha come conseguenza diretta una vita relativamente breve dei singoli prodotti, onde per cui gli storici che si hanno a disposizione per quanto riguarda la loro domanda risultano essere relativamente limitati; un secondo motivo per il quale si è deciso appunto di concentrarsi sulle gettoniere riguarda proprio il fatto che per i due prodotti di attuale generazione, Tipo1 e Tipo2, si hanno attualmente a disposizione dei dati che coprono un discreto numero di

anni. Per osservare la domanda passata dei prodotti finiti bisognerebbe fare riferimento allo storico degli ordini clienti, poiché l'informazione necessaria è, oltre ovviamente al codice e alla quantità, la data di consegna richiesta. Tale lista delle righe d'ordine cliente si è avuta a disposizione solamente per quanto riguarda l'anno 2012, per cui, volendo considerare il quadriennio 2009-2012, si è dovuti ripiegare su quella del consegnato; chiaramente quest'ultimo non esprime direttamente quella che è stata la domanda del mercato poiché esso è il risultato di tutta una serie di contingenze, soprattutto in ambito produttivo. Andando comunque a valutare la lista dell'ordinato relativa al 2012, si può notare un backorder che interessa il 25% degli ordini e che quantitativamente si attesta mediamente sui 6,25 giorni (solari); a prima vista può spaventare il dato relativo alla quota degli ordini "in ritardo", ma si deve anche considerare che il 29% degli ordini presenta un tempo di consegna richiesto, prendendo come data di inizio quella di inserimento, uguale o inferiore ai 3 giorni lavorativi; escludendo chiavi e tessere cashles, per le quali si può anche supporre una risposta al mercato di tipo MTS, si ha comunque che il 9% degli ordini presenta una data di consegna richiesta compresa nei tre giorni lavorativi successivi a quella di inserimento dell'ordine a gestionale. Non volendo in questa sede indagare ulteriormente le cause correlate a tali fenomeni, si chiude l'argomento osservando che, se si escludono quegli ordini che presentano un tempo di consegna richiesto superiore ai 30 giorni solari, che si presume siano quindi ordini a programma, si osserva nel 2012 un tempo di consegna medio, calcolato come intervallo tra data di inserimento ordine e data di uscita merci, pari a 7,72 giorni solari, il che permette in qualche modo di essere rassicurati nel considerare il consegnato in vece dello storico delle richieste e conferme d'ordine. Di seguito si osserveranno gli andamenti storici di quelle che sono state le vendite del prodotto in questione nel quadriennio 2009-2012, prima a livello di aggregazione di codici rappresentativi, poi a livello di codici prodotto finito e infine a livello dei moduli costruiti nel paragrafo precedente.

Domanda mensile codici rappresentativi

Per quanto riguarda le gettoniere si ha a che fare con 4 diversi codici rappresentativi, uno per la gettoniera Tipo2 e tre per quella Tipo1, a seconda che essa integri o meno un lettore di "chiavi" o uno "tessere". In Figura 54 è riportato l'andamento del consegnato mensile di tali codici rappresentativi: innanzitutto bisogna osservare che la gettoniera di Tipo2 inizia ad essere proposta in volumi al mercato verso la metà del 2009 e le sue vendite entrano "a regime" solo verso gli ultimi mesi dello stesso anno; considerato anche il fatto che per quella Tipo1 si ha un incremento rilevante del consegnato alla fine di tale anno, si

CONSEGNE MENSILI COD. RAPP. R.

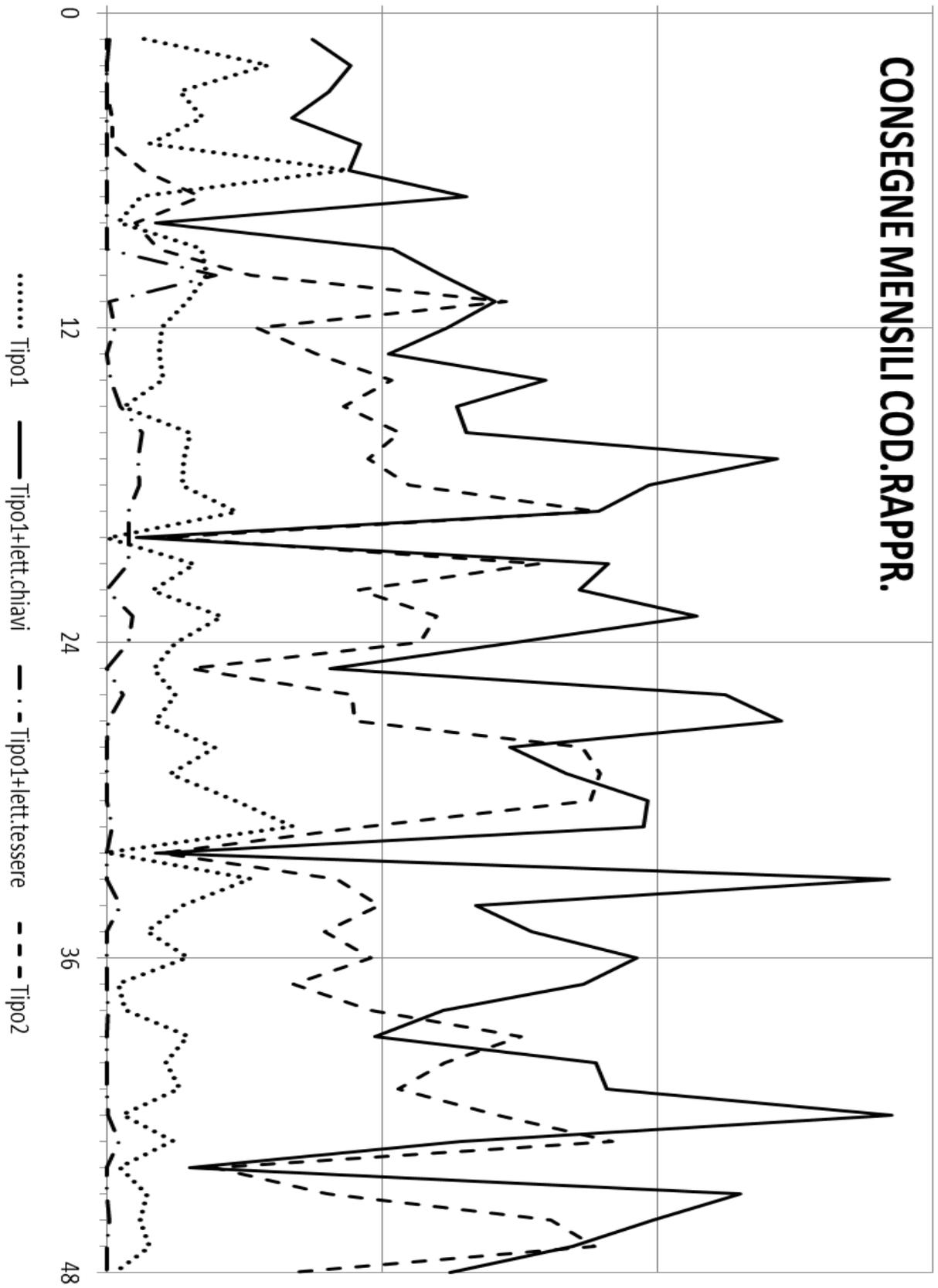


Figura 54: andamento consegne codici rappresentativi gettoniere nel quadriennio 2009-2012

potrebbe pensare di focalizzarsi sul rimanente triennio per ottenere una caratterizzazione significativa della domanda. Seconda valutazione a livello qualitativo che può essere effettuata è la mancanza della presenza di particolari effetti di stagionalità, a parte quelli legati al calendario che comprimono pesantemente i volumi nel mese di agosto e lievemente in quelli di gennaio e dicembre. Tralasciando l'anno 2009 e filtrando i dati relativi al mese di agosto, si ha una consegna media mensile, complessiva di entrambi i tipi di gettoniera, che si aggira indicativamente sul migliaio e mezzo di unità, la cui ripartizione, ragionando annualmente, è quella riportata in Tabella 12 nella colonna indicata come Consegna Media Relativa Percentale (CMR%): si nota innanzitutto che le vendite si concentrano sul modello Tipo1 con lettore di chiavi integrato e sulla gettoniera Tipo2, inoltre si può osservare che la domanda di gettoniere Tipo1 senza lettore si è affievolita nel 2012, mentre quella delle gettoniere Tipo1 con lettore di tessere da marginale è passata, guardando anche lo Scarto Quadratico Medio Relativo (SQMR) che affligge le consegne mensili, ad essere saltuaria. Perciò l'utilizzo di quest'ultimo codice rappresentativo viene di fatto normalmente impiegato dall'ufficio commerciale più che altro per indicare quali sono le quantità da predisporre dei componenti d'assemblaggio specifici, ovvero quelli necessari per il lettore di tessere, senza che vi sia nulla che lasci presagire una sua richiesta in un determinato mese.

Codice rappresentativo	2010		2011		2012	
	CMR%	SQMR	CMR%	SQMR	CMR%	SQMR
Tipo1	9%	0,41	10%	0,49	5%	0,60
Tipo1+lett.chiavi	54%	0,23	56%	0,29	55%	0,30
Tipo1+lett.tessere	2%	0,65	1%	1,61	0%	1,80
Tipo2	36%	0,26	33%	0,42	40%	0,33
Tot	100%	0,21	100%	0,25	100%	0,21

Tabella 12: consegne medie mensili relative percentuali (CMR%) e scarto quadratico medio relativo (SQMR) delle consegne mensili nei 3 anni considerati

Infine si osserva che si può ottenere un ulteriore lieve miglioramento degli scarti quadratici medi andando a prendere come variabile quello che è stato il consegnato mensile per giorno lavorativo dello stesso, al fine di considerare anche gli effetti legati al fatto di averne a disposizione un numero inferiore in alcuni mesi.

Domanda mensile codici prodotto finito

Si è già detto in precedenza che il codice PF all'interno di Coges è univocamente correlato alla configurazione fisica del prodotto: a causa soprattutto della grande quantità di differenti gruppi tubi che possono venire installati in entrambi i tipi di gettoniera rendiresto, tale categoria di prodotti è caratterizzata da un elevato numero di codici prodotto finito. Chiaramente non sono state codificate (processo che implica anche la compilazione della relativa distinta base) tutte le possibili combinazioni, ma in anagrafica materiali si trovano comunque i codici per tutte le configurazioni finora vendute: complessivamente per entrambi i tipi di gettoniera si trovano in sistema ben 202 differenti codici, di cui però solo 137 sono stati venduti nel quadriennio 2009-2012. La distribuzione della domanda storica su questa grande varietà di codici risulta però essere molto concentrata solo su alcuni di essi: a questo proposito si presenta in Tabella 13 i codici prodotto finito (PF) che hanno presentato, nei 4 anni considerati, le quote più significative relativamente alle quantità consegnate dei codici rappresentativi e del complessivo dato da entrambi i modelli. Nel caso del modello Tipo1 si può notare come la popolarità, ragionando su base annuale, si concentri addirittura su un unico prodotto: contestualmente c'è da osservare che i codici PF 950000, 950600 e 951200, che rappresentano i prodotti a domanda preponderante per i tre differenti codici rappresentativi, non sono altro che la medesima configurazione a livello di gruppo tubi e cablaggio in dotazione, mentre differiscono solamente per quanto riguarda il lettore cash less eventualmente abbinato. Nel caso delle gettoniere Tipo2 si assiste invece ad una maggiore differenziazione a livello di varianti che presentano una discreta popolarità (su base annuale) e questo è connesso al fatto che tale tipologia di gettoniera è quella solitamente venduta nei mercati internazionali, anche nelle zone extraeuropee e quindi dove si hanno differenti valute che chiaramente comportano sicuramente delle configurazioni ad hoc per quanto riguarda il gruppo tubi. Nell'ambito della realizzazione mensile del piano di produzione il logistico, come già più volte indicato, è chiamato a suddividere le quantità previste nel forecast per i 5 mesi a venire in termini di codici rappresentativi nei volumi di codici prodotto finito secondo la popolarità che quest'ultimi hanno presentato nei 4-5 mesi precedenti: se oltre alle quote di ripartizione, di cui ci si può fare un'idea guardando quanto riportato Tabella 13, si osservano su base annua gli scarti quadratici medi relativi che affliggono le consegne mensili dei vari codici PF (in Tabella 14 si riportano solo quelli relativi ai codici che presentano un valore di tale parametro inferiore all'unità) si nota che al contempo non sono molti i codici che presentano una domanda non saltuaria, per cui il suddetto processo

2009				2010				2011				2012			
cod rapp		%su q.tà		cod PF		%su q.tà		cod rapp		%su q.tà		cod PF		%su q.tà	
cod rapp		comple.		cod PF		comple.		cod rapp		comple.		cod PF		comple.	
Tipo1	950000	73%	15%	950000	76%	6%	Tipo1	950000	74%	7%	Tipo1	950000	89%	4%	
950000	950001	5%	1%	950002	5%	0%	950000	950002	6%	1%	950000	950012	5%	0%	
19%	950080	3%	1%	950005	4%	0%	10%	950012	6%	1%	5%	950400	3%	0%	
	950050	3%	1%	950012	3%	0%		950052	6%	1%		950051	2%	0%	
TOT	TOT	85%	17%	TOT	89%	8%	TOT	TOT	91%	9%	TOT	TOT	98%	5%	
Tipo1 Key	950600	89%	53%	950600	94%	50%	Tipo1 Key	950600	89%	50%	Tipo1 Key	950600	87%	48%	
950600	952600	2%	1%	950601	4%	2%	950600	950601	5%	3%	950600	950601	5%	3%	
59%	950610	2%	1%	950630	1%	1%	56%	950630	2%	1%	55%	950675	2%	1%	
	950630	1%	1%	950603	1%	0%		950610	1%	1%		950630	1%	1%	
TOT	TOT	94%	56%	TOT	99%	53%	TOT	TOT	97%	55%	TOT	TOT	96%	53%	
Tipo1 Card	951220	88%	2%	951200	89%	2%	Tipo1 Card	951200	75%	0%	Tipo1 Card	951200	100%	0%	
951200	951600	8%	0%	951201	8%	0%	951200	951201	25%	0%	951200	951200	0%		
5%					2%		1%								
TOT	TOT	96%	2%	TOT	98%	2%	TOT	TOT	100%	0%	TOT	TOT	100%	0%	
Tipo2	954000	64%	11%	954000	54%	19%	Tipo2	954000	48%	16%	Tipo2	954000	30%	12%	
954000	954010	10%	2%	954020	9%	3%	954000	954020	5%	2%	954000	954233	18%	7%	
17%	954011	6%	1%	954260	5%	2%	33%	954200	4%	1%	40%	954200	10%	4%	
	954200	4%	1%	954006	4%	1%		954235	4%	1%		954026	6%	2%	
	954020	4%	1%	954050	3%	1%		954009	3%	1%		954009	4%	2%	
	954050	3%	1%	954205	3%	1%		954010	3%	1%		954207	3%	1%	
	954230	3%	1%	954200	3%	1%		954006	3%	1%		954235	3%	1%	
	954001	2%	0%	954204	3%	1%		954205	3%	1%		954450	2%	1%	
	954007	1%	0%	954010	2%	1%		954260	3%	1%		954252	2%	1%	
	954300	1%	0%	954003	2%	1%		954050	2%	1%		954445	2%	1%	
TOT	TOT	99%	18%	TOT	87%	31%	TOT	TOT	79%	26%	TOT	TOT	80%	32%	

Tabella 13: quote annue dei codici PF rispetto ai volumi del corrispondente codice rappresentativo e del complessivo dato da entrambi i tipi di gettoniere

2009		2010		2011		2012	
cod.PF	SQMR	cod.PF	SQMR	cod.PF	SQMR	cod.PF	SQMR
950600	0,34	954000	0,35	950600	0,41	950600	0,41
950000	0,72	950600	0,36	954000	0,52	954000	0,59
		950000	0,53	950000	0,65	954009	0,60
		951200	0,70	954200	0,67	950000	0,76
		954200	0,82	954205	0,80	954003	0,80
		954020	0,86	954009	0,99	954205	0,82
						950601	0,90
						954207	0,99

Tabella 14: codici prodotto finito (PF) che presentano scarti quadratici medi relativi (SQMR) su base annua delle consegne mensili inferiori all'unità

di disaggregazione non può far altro, con queste caratteristiche della domanda, che ripartire le quantità del codice rappresentativo su un massimo di due, tre o forse massimo quattro codici prodotto finito nel caso della gettoniera di Tipo2, a meno che non sovengano particolari indicazioni da parte della divisione commerciale. Tutte le osservazioni appena fatte riguardanti la caratterizzazione della domanda storica dei prodotti in questione saranno inoltre utili più avanti quando si dovranno analizzare a posteriori le performance delle proposte avanzate.

Domanda storica dei “moduli”

Prima di tutto bisogna desumere la domanda storica dei moduli a partire da quella dei codici prodotto finito e per farlo si è costruita la matrice che lega i codici PF ai relativi moduli: in tal modo si è potuti risalire dalla lista del consegnato alla domanda dei moduli, la quale permetterà di chiarire quali scelte gestionali adottare nei riguardi di alcuni di essi.

Caratt. Cod.PF	Tipo gettoniera	Cablaggio	Lettore cashless	...
950000	Mod.Tipo1	Mod.EXE	X	...
950600	Mod.Tipo1	Mod.EXE	Mod.Key	...
954000	Mod.Tipo2	Mod.EXE	X	...
954200	Mod.Tipo2	Mod.MDB	X	...
...

Tabella 15: esempio costruzione per il gruppo di codici in questione della matrice che lega i codici PF ai relativi moduli presenti nella particolare configurazione

In Tabella 16 sono riportate le quote annuali, nei quattro considerati, che i vari moduli presentano rispetto la quantità totale dei due tipi di gettoniera venduta: si può notare come determinati moduli possiedano una popolarità molto marginale; questa caratteristica unita a

degli elevati scarti quadratici medi relativi delle consegne mensili (SQMR CM), sintomo di una domanda afflitta da grande variabilità, evidenzia una loro richiesta saltuaria, il che rende

Caratt.	Modulo	2009		2010		2011		2012	
		% su tot	SQMR (CM)	% su tot	SQMR (CM)	% su tot	SQMR (CM)	% su tot	SQMR (CM)
tipo gett	MTIPO1	82%	0,35	64%	0,37	67%	0,40	60%	0,36
	MTIPO2	18%	1,44	36%	0,36	33%	0,49	40%	0,39
cable	MEXE	97%	0,46	91%	0,34	90%	0,37	78%	0,32
	MMDB	3%	1,48	9%	0,85	10%	0,74	21%	0,57
	MBDV	0%	1,74	0%	2,05	0%	2,43	1%	1,53
cable p.	MMDBP	16%	1,41	28%	0,36	24%	0,53	20%	0,37
lettore CL	MPKEY	58%	0,36	53%	0,37	56%	0,40	55%	0,39
	MPCARD	2%	2,83	2%	0,61	0%	1,74	0%	1,91
eticch.	MEUR	87%	0,43	88%	0,33	86%	0,36	79%	0,31
battut &leva	MSTD	94%	0,43	93%	0,34	94%	0,36	97%	0,31
	MP1	2%	1,59	5%	0,86	4%	1,34	1%	2,82
	MP2	4%	1,90	2%	1,46	2%	1,31	2%	1,75
tubi	502730	1%	1,24	2%	0,71	1%	1,08	1%	1,33
	502732	18%	0,43	18%	0,35	18%	0,36	17%	0,30
	502736	36%	0,48	36%	0,34	35%	0,37	34%	0,32
	502740	19%	0,49	19%	0,35	20%	0,37	24%	0,37
	502742	24%	0,45	23%	0,32	24%	0,39	21%	0,29
	502744	1%	1,41	1%	0,87	1%	1,06	3%	0,64
	502746	0%	DIV/0	0%	2,05	0%	2,72	0%	3,25
	502747	0%	DIV/0	0%	1,91	0%	1,47	0%	2,24
forcelle	542011	0%	DIV/0	0%	DIV/0!	0%	DIV/0	0%	1,70
	542012	0%	DIV/0	0%	DIV/0!	0%	DIV/0	1%	2,22
	542035	0%	DIV/0	0%	DIV/0!	0%	1,53	0%	1,13
	542044	0%	2,07	1%	0,96	1%	1,50	0%	1,62
	542046	0%	3,32	0%	1,51	0%	2,74	0%	2,78
	542048	0%	DIV/0	0%	2,75	1%	2,19	3%	1,23
	542050	20%	0,55	21%	0,34	21%	0,39	19%	0,31
	542052	44%	0,46	40%	0,34	40%	0,35	38%	0,30
	542054	1%	1,63	1%	0,68	2%	0,85	1%	0,98
	542056	35%	0,45	36%	0,34	35%	0,36	36%	0,34
	542058	0%	DIV/0	0%	1,53	1%	0,98	1%	1,47
compless.		100%	0,47	100%	0,34	100%	0,37	100%	0,31

Tabella 16: quota annuale della domanda dei vari moduli (%su tot) e scarto quadratico medio relativo delle consegne mensili (SQMR CM)avute durante i vari anni

poco sensato, almeno secondo le indicazioni storiche, prevederne un loro seppur esiguo approvvigionamento continuo (in Tabella 16 si possono notare alcune caselle che riportano l'indicazione "DIV/0" conseguentemente al fatto che durante il relativo anno non si è

avuto consumo del modulo). Come ci si può comportare nei riguardi di tali gruppi di codici? Una possibile via è quella di staccare il modulo dalla relazione padre figlio espressa dalla superbill, che si ha al livello superiore, o alternativamente porre il corrispondente coefficiente di popolarità nullo; nel primo caso si potrebbe andare a gestire l'approvvigionamento dei codici ad esso afferenti con una logica di tipo ROP, nel secondo si avrebbe la possibilità di porre sul modulo delle scorte di sicurezza da calcolarsi in base quantità che converrebbe avere a disposizione in casa secondo i consumi storici; a fronte di indicazioni di natura commerciale che suggeriscono un loro fabbisogno futuro è inoltre sempre possibile ristabilire il legame espresso dalla superbill oppure andare a modificare di conseguenza il coefficiente di popolarità. In entrambi i casi, se si ha a che fare con un modulo che si riferisce ad una caratteristica obbligatoria, se si vuole che la somma dei coefficienti di popolarità afferenti a quest'ultima continui ad essere unitaria si deve andare a modificare il calcolo dei coefficienti di quelli ad esso complementari, sottraendo alla domanda media totale a denominatore quella che presenta tale modulo a richiesta saltuaria. Chiaramente quest'ultima, o la sommatoria se si hanno più di questi moduli che insistono sulla stessa caratteristica, deve risultare marginale, altrimenti si avrebbe un effetto di sovradimensionamento nella valutazione dei fabbisogni dei moduli complementari. Seconda osservazione riguarda la popolarità dei moduli per caratteristiche "opzionali", ovvero quelle non necessariamente presenti in un prodotto dell'insieme considerato: nel caso in esame ci si riferisce in particolare alle caratteristiche "lettore CL" (CashLess), "cablaggio MDB periferica" ("cable p." in Tabella 16) e "etichetta euro", per le quali è palese il fatto che la somma dei coefficienti di popolarità dei moduli afferenti non sia unitaria. Altra particolarità riguarda i moduli relativi ai tubi e alle forcelle presenti nel gruppo tubi (che in realtà sono singoli codici, come si può desumere dall'etichetta per loro scelta in Tabella 16): essi sono presenti in numero di 5 all'interno del singolo prodotto, per cui se al denominatore vi è la domanda media complessiva dei due tipi di gettoniera, la somma dei coefficienti di popolarità dei moduli sarà appunto cinque e non uno.

Omettendo di rappresentare i moduli caratterizzati da una domanda saltuaria e marginale, in Figura 55 viene proposta in forma schematica quella che potrebbe essere la superbill da costruire per quanto riguarda il duo di prodotti gettoniera Tipo1 e Tipo2, al fine di aiutare la pianificazione dell'acquisto dei relativi componenti di assemblaggio.

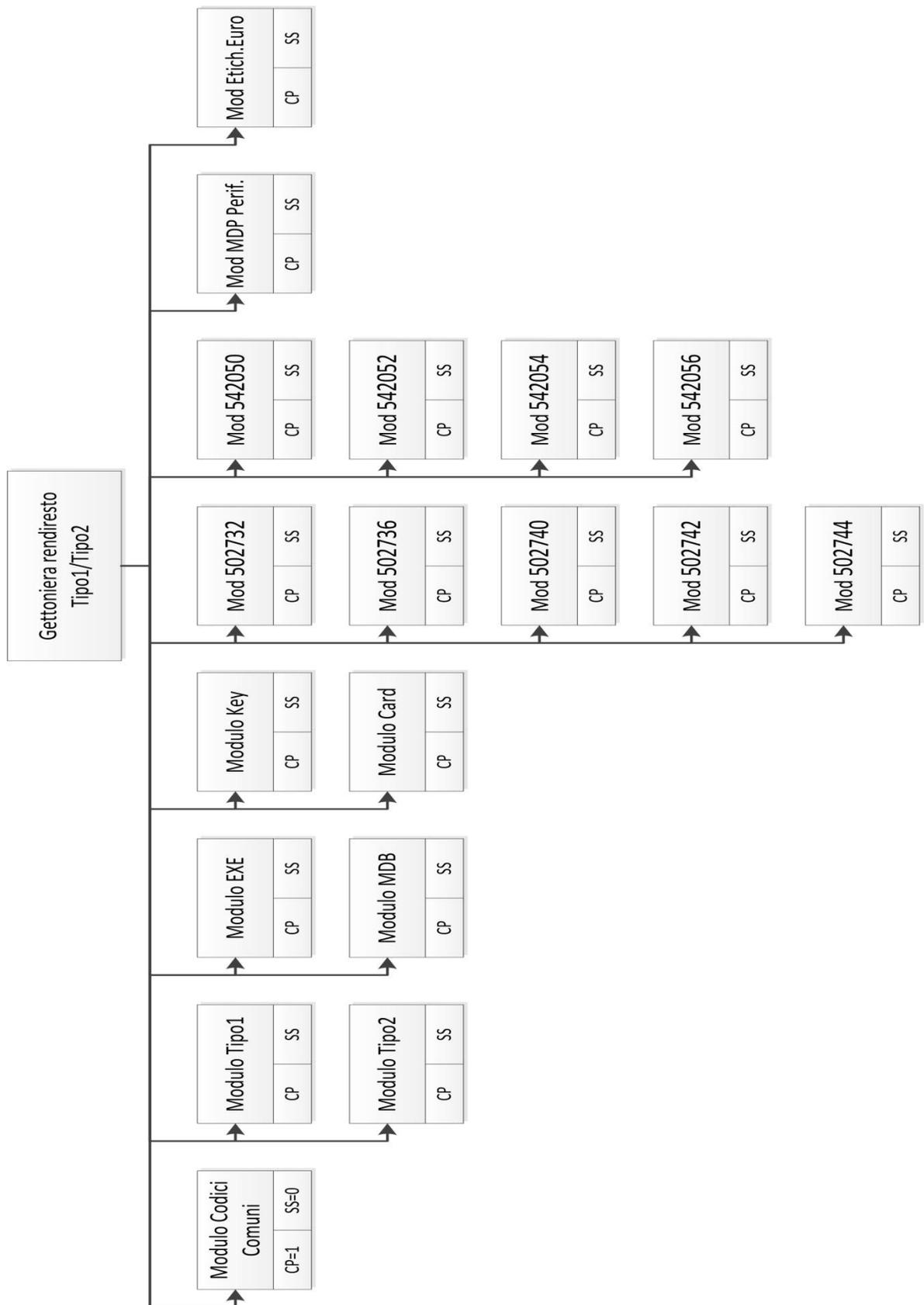


Figura 55: schema della possibile "Super Bill" per le i due tipi di gettoniere in questione

Riassumendo quelle che sono le particolari caratteristiche che presentano alcuni moduli, si ha a che fare con:

1) Moduli a domanda marginale:

quando al momento dell'aggiornamento dei coefficienti di popolarità si verifica che la domanda di un modulo nel recente passato presenta volumi risibili e una domanda di tipo spot, solitamente non se ne pianifica il fabbisogno futuro, per cui si deve andare a modificare il calcolo dei coefficienti di quelli ad esso complementari (per la medesima caratteristica) se si vuole che la somma dei coefficienti di popolarità di quest'ultimi sia ancora unitaria. Indicando con la sigla MSX_i il modulo specifico i -esimo relativo alla caratteristica X , normalmente il coefficiente di popolarità CP al termine del generico mese j -esimo del modulo viene calcolato come:

$$CP_{MSX_i}(j) = \frac{\sum_{j-s}^j DM_{MSX_i}(j)}{\sum_{j-s}^j DM_{MC}(j)} = \frac{\sum_{j-s}^j DM_{MSX_i}(j)}{\sum_{j-s}^j \sum_X DM_{MSX_k}(j)}$$

In cui $DM_{MSX_i}(j)$ è la domanda mensile del modulo i nel mese j , $DM_{MC}(j)$ è la domanda del modulo parti comuni, s è il parametro che esprime quanti mesi nel passato si utilizzano per definire i coefficienti di popolarità e la sommatoria interna al denominatore con pedice X indica che si sta sommando la domanda di tutti i moduli relativi alla medesima caratteristica. Al denominatore si ha ovviamente la domanda dell'insieme di codici prodotto finito afferenti alla super bill in questione nel medesimo intervallo temporale, che, come si vede anche nella relazione soprastante, normalmente risulta pari alla domanda di tutti i moduli relativi alla medesima caratteristica X . Se per quest'ultima esiste un insieme N di moduli a richiesta saltuaria e marginale per i quali non si intende approvvigionarsi in modo continuativo, la formula per ottenere i coefficienti di popolarità degli altri moduli complementari viene modificata detraendo dal denominatore la loro seppur esigua domanda.

$$CP_{MSX_i}(j) = \frac{\sum_{j-s}^j DM_{MSX_i}(j)}{\sum_{j-s}^j \sum_X DM_{MSX_k}(j) - \sum_{j-s}^j \sum_N DM_{MSX_k}(j)}$$

Si ribadisce anche il fatto che in fase di aggiornamento dei coefficienti di popolarità dei moduli delle super bill, che non è detto sia necessariamente a cadenza mensile, si debba anche controllare che la domanda di tale gruppo di moduli mantenga le caratteristiche di marginalità e saltuarietà, per non incorrere in problemi di indisponibilità dei relativi componenti e di sovrastima dei fabbisogni dei moduli complementari.

2) Moduli per caratteristiche “opzionali”:

sono quei moduli realizzati per le caratteristiche che risultano essere opzionali nel prodotto, ovvero per quelle che non sono necessariamente presenti in tutti i prodotti dell’insieme complessivo a cui si riferisce la super bill. Per questo motivo il coefficiente di popolarità CP di tale tipologia di moduli può essere valutato ancora tramite la stessa relazione già vista (e ribadita qui sotto), nella quale si ha appunto a denominatore la domanda complessiva nel periodo che va dal mese $j-s$ al mese j di tutta quella “famiglia” di codici ai quali la planning bill si riferisce, ma quest’ultima quantità risulta essere maggiore alla sommatoria della domanda di tutti i moduli relativi alla caratteristica in questione, ovvero:

$$\sum_{j-s}^j DM_{MC}(j) > \sum_{j-s}^j \sum_X DM_{MSX_k}(j)$$

$$CP_{MSX_i}(j) = \frac{\sum_{j-s}^j DM_{MSX_i}(j)}{\sum_{j-s}^j DM_{MC}(j)}$$

Si ha perciò che la somma dei coefficienti di popolarità di tutti i moduli che si riferiscono ad una caratteristica del tipo in esame sarà conseguentemente inferiore all’unità.

3) Moduli “mutipli”:

sono quei moduli che si presentano in numero superiore ad uno all’interno di un prodotto ed è una situazione particolare che si presenta nel caso in esame conseguente alla modalità con la quale si sono costruiti i moduli relativi ai tubi e alle forcelle, che porta ad avere installati sul singolo prodotto 5 “moduli tubo” e 5 “moduli forcella”. In questo caso la somma della domanda storica di tutti i moduli appartenenti ad una tale caratteristica sarà il prodotto della domanda totale della “famiglia” in questione per il numero di moduli che sono presenti per tale caratteristica nel singolo prodotto, ovvero 5 nella situazione in questione; utilizzando le sigle già introdotte e indicando con CIM tale coefficiente di impiego del modulo nel prodotto, si ha cioè che:

$$\sum_{j-s}^j \sum_X DM_{MSX_k}(j) = CIM \times \sum_{j-s}^j DM_{MC}(j)$$

Se il coefficiente di popolarità per tale tipologia di moduli viene calcolato secondo la solita relazione:

$$CP_{MSX_i}(j) = \frac{\sum_{j-s}^j DM_{MSX_i}(j)}{\sum_{j-s}^j DM_{MC}(j)}$$

Si potranno avere per tali moduli dei coefficienti di popolarità, che legano la loro quantità a quella del padre virtuale, superiori all'unità, conseguenza del fatto che un prodotto venduto contiene mediamente più d'uno stesso modulo; ragionando per il caso in esame, vorrebbe semplicemente dire che mediamente in una gettoniera venduta si hanno installati più di un tubo o forcella del medesimo tipo.

A questo punto si è arrivati a delineare le caratteristiche della superbill "sovrastante" i moduli e le modalità di calcolo dei CP di quest'ultimi nei diversi casi, ma si deve ancora capire se è ragionevole ridurre il time bucket utilizzato nell'inserimento del piano di produzione: per far questo si va a valutare nei diversi anni lo scarto quadratico medio relativo che presenta la domanda dei moduli su tre diverse unità temporale, ovvero quello della domanda settimanale, quindicinale e mensile per vedere appunto se quest'ultima presenta la regolarità necessaria a suggerire una dilazione delle quantità del piano all'interno del singolo mese. A tale proposito si riportano in Tabella 17 gli scarti quadratici medi della domanda nelle tre differenti unità temporale precedentemente citate. In tale tabella si può osservare che:

- alcuni valori vengono ad essere barrati poiché riguardano quei moduli che presentano appunto una domanda con delle caratteristiche tali da consigliare di porre nulli i relativi coefficienti di popolarità, diventando di fatto dei moduli non predisposti su piano.
- Lo scarto quadratico medio delle domande osservate su periodi più ristretti ovviamente tende via via a peggiorare,.
- Escludendo i dati relativi al mese di agosto si hanno dei miglioramenti abbastanza sensibili degli scarti quadratici medi della domanda, come si può notare dai valori riportati in Tabella 18, in cui si sono già esclusi i moduli che presentano una

domanda troppo “discontinua” per andarne a calcolare dei coefficienti di popolarità significativi. Lievi miglioramenti, per cui si tralascia di mostrarne i valori, di tale grandezza si hanno considerando la domanda su giorno lavorativo del periodo.

ANNO PERIODO MODULO	2009			2010			2011			2012		
	mese	1/2 mese	sett	mese	1/2 mese	sett	mese	1/2 mese	sett	mese	1/2 mese	sett
MTIPO1	0,35	0,40	0,56	0,37	0,44	0,52	0,37	0,46	0,48	0,36	0,52	0,67
MTIPO2	1,44	1,70	1,85	0,36	0,52	0,66	0,36	0,61	0,67	0,39	0,48	0,65
MEXE	0,46	0,50	0,59	0,34	0,40	0,46	0,34	0,42	0,41	0,32	0,44	0,57
MMDB	1,48	2,14	2,65	0,85	1,17	1,53	0,85	0,92	1,21	0,57	0,73	1,00
MBDV	1,74	2,51	3,69	2,05	3,01	4,37	2,05	2,96	4,25	1,53	2,38	3,47
MMDBP	1,41	1,67	1,81	0,36	0,53	0,67	0,36	0,66	0,76	0,37	0,44	0,73
MCHIAVI	0,36	0,42	0,52	0,37	0,45	0,53	0,37	0,49	0,54	0,39	0,54	0,72
MTESSERE	2,83	4,12	5,91	0,61	0,96	1,49	0,61	2,51	3,26	1,91	2,87	4,05
MEUR	0,43	0,46	0,56	0,33	0,40	0,47	0,33	0,41	0,42	0,31	0,42	0,53
MSTD	0,43	0,47	0,55	0,34	0,40	0,46	0,34	0,40	0,40	0,31	0,42	0,51
MNOSTD1	1,59	2,39	3,56	0,86	1,37	2,16	0,86	2,11	3,08	2,82	3,18	5,22
MNOSTD2	1,90	2,70	3,94	1,46	2,29	3,25	1,46	1,92	2,83	1,75	2,67	3,87
502730	1,24	1,93	2,56	0,71	1,21	1,77	0,71	1,62	2,23	1,33	1,60	1,90
502732	0,43	0,47	0,56	0,35	0,41	0,46	0,35	0,40	0,41	0,30	0,42	0,50
502736	0,48	0,53	0,60	0,34	0,40	0,46	0,34	0,41	0,41	0,32	0,42	0,51
502740	0,49	0,53	0,65	0,35	0,44	0,50	0,35	0,40	0,43	0,37	0,47	0,63
502742	0,45	0,51	0,66	0,32	0,42	0,49	0,32	0,50	0,50	0,29	0,44	0,53
502744	1,41	1,83	2,81	0,87	1,24	1,90	0,87	1,24	1,59	0,64	0,92	1,54
502746	DIV/0	DIV/0	DIV/0	2,05	3,07	4,45	2,05	3,98	5,65	3,25	4,70	6,65
502747	DIV/0	DIV/0	DIV/0	1,91	2,89	3,06	1,91	2,05	2,89	2,24	2,96	3,06
542011	DIV/0	DIV/0	DIV/0	DIV/0	DIV/0	DIV/0	DIV/0	DIV/0	DIV/0	1,70	2,28	3,33
542012	DIV/0	DIV/0	DIV/0	DIV/0	DIV/0	DIV/0	DIV/0	DIV/0	DIV/0	2,22	3,30	4,72
542035	DIV/0	DIV/0	DIV/0	DIV/0	DIV/0	DIV/0	DIV/0	1,86	2,79	1,13	1,89	2,81
542044	2,07	3,09	4,49	0,96	1,68	2,47	0,96	1,67	2,54	1,62	2,31	2,88
542046	3,32	4,80	6,86	1,51	2,35	3,43	1,51	4,00	5,69	2,78	4,06	5,76
542048	DIV/0	DIV/0	DIV/0	2,75	4,02	4,66	2,75	3,26	4,66	1,23	1,51	2,33
542050	0,55	0,60	0,71	0,34	0,42	0,54	0,34	0,45	0,47	0,31	0,46	0,60
542052	0,46	0,52	0,63	0,34	0,42	0,48	0,34	0,43	0,44	0,30	0,43	0,48
542054	1,63	2,12	2,79	0,68	1,17	1,63	0,68	0,96	1,42	0,98	1,36	1,63
542056	0,45	0,49	0,58	0,34	0,40	0,46	0,34	0,41	0,40	0,34	0,44	0,56
542058	DIV/0	DIV/0	DIV/0	1,53	2,39	3,52	1,53	1,40	2,11	1,47	2,25	2,94
TOT	0,47	0,51	0,60	0,34	0,41	0,46	0,34	0,42	0,41	0,31	0,43	0,52

Tabella 17: scarti quadratici medi relativi della domanda dei moduli osservata mensilmente, su metà mese e settimanalmente per i 4 anni in esame

Semplificando, lo scarto quadratico medio, detto anche deviazione standard, misura quanto una popolazione di dati è “lontana” dal suo valore medio; nell’applicazione in esame la media, della variabile “domanda”, è quella che praticamente viene adottata quando

si calcolano i coefficienti di popolarità dei moduli, ovvero tramite la superbill quello che si otterrà non sono altro che dei fabbisogni previsti dei moduli che ricalcano quelle che sono state le proporzioni medie, su base della domanda storica, tra le opzioni a disposizione (detto “mix macro”) per le varie caratteristiche dotate di varianti. Per cautelarsi contro le differenze che vi possono essere tra tali rapporti medi e quelle che si rivelano poi essere realmente le quantità di ogni opzione richieste nel periodo oggetto di pianificazione (detto “mix micro”) si introducono normalmente delle Scorte di Sicurezza (SS) sui moduli della super bill, le cui entità vengono solitamente calcolate in base alle variabilità che affliggono le domande dei modulo seguendo la logica già vista nella definizione delle scorte di sicurezza per i codici gestiti con logica ROP, anche se in tal caso non si può essere altrettanto rigorosi concettualmente poiché la domanda prevista (del modulo) nel periodo non è posta generalmente pari a quella media (storica), ma sono solo le proporzioni tra le quantità dei moduli afferenti alla medesima caratteristica ad essere prese pari a quelle medie (mix macro). Solamente se si pensasse di porre la quantità prevista del padre virtuale della superbill pari alla sua domanda media, entità che invece viene ad essere definita a valle del processo di forecasting, ci si troverebbe nella situazione di avere dei fabbisogni previsti dei moduli per il periodo che ricalcano la loro domanda media storica.

Presupponendo di poter comunque estendere il ragionamento di fondo, si comprende come a parità di fattore di sicurezza assunto (che si è visto corrispondere alla variabile casuale gaussiana normalizzata “z”), ovvero fissando la probabilità di non avere stock out nel ciclo d’ordine, quanto più elevato è lo scarto quadratico medio della domanda e tanto più elevate saranno le scorta di sicurezza da approntare. Ricordandosi la relazione:

$$SS = z \times \sigma_{LT} = z \times \sigma \times \sqrt{LT} = z \times \left(\frac{\sigma}{\mu} \times \mu \right) \times \sqrt{LT}$$

,poiché il Lead Time dipende dal particolare codice considerato e la media μ della sua domanda è un dato di fatto, fissato il fattore di sicurezza z che si desidera, è chiaro come le

ANNO PERIODO MODULO	2009			2010			2011			2012		
	mese	1/2 mese	sett	mese	1/2 mese	sett	mese	1/2 mese	sett	mese	1/2 mese	sett
MTIPO1	0,24	0,30	0,54	0,24	0,33	0,47	0,28	0,36	0,46	0,26	0,45	0,66
MTIPO2	1,41	1,67	1,86	0,26	0,44	0,66	0,42	0,54	0,67	0,33	0,43	0,65
MEXE	0,38	0,43	0,58	0,21	0,29	0,41	0,24	0,31	0,39	0,23	0,37	0,56
MMDB	1,39	2,03	2,59	0,76	1,09	1,52	0,70	0,88	1,23	0,49	0,66	0,99
MMDBP	1,39	1,64	1,83	0,27	0,46	0,70	0,45	0,59	0,76	0,36	0,43	0,73
MCHAIVI	0,26	0,34	0,50	0,23	0,34	0,51	0,29	0,40	0,52	0,30	0,47	0,70
MEUR	0,33	0,38	0,54	0,21	0,29	0,41	0,24	0,31	0,40	0,22	0,36	0,52

MSTD	0,35	0,39	0,53	0,21	0,30	0,40	0,23	0,29	0,38	0,21	0,35	0,50
502732	0,34	0,39	0,54	0,23	0,31	0,42	0,23	0,30	0,39	0,21	0,35	0,50
502736	0,40	0,45	0,59	0,22	0,30	0,41	0,25	0,31	0,39	0,22	0,35	0,50
502740	0,41	0,45	0,63	0,23	0,34	0,44	0,24	0,29	0,42	0,27	0,40	0,62
502742	0,40	0,47	0,65	0,18	0,32	0,50	0,27	0,41	0,49	0,19	0,37	0,53
502744	1,31	1,73	2,75	0,78	1,15	1,85	0,99	1,17	1,61	0,56	0,85	1,49
542050	0,47	0,52	0,69	0,21	0,31	0,49	0,27	0,35	0,46	0,22	0,40	0,60
542052	0,40	0,46	0,62	0,21	0,32	0,44	0,23	0,34	0,42	0,20	0,36	0,46
542054	1,54	2,01	2,73	0,58	1,08	1,70	0,77	0,89	1,44	0,92	1,30	1,67
542056	0,36	0,41	0,56	0,22	0,30	0,41	0,24	0,31	0,39	0,25	0,36	0,54
TOT	0,39	0,44	0,58	0,21	0,30	0,41	0,25	0,32	0,39	0,21	0,36	0,51

Tabella 18: scarti quadratici medi della domanda osservata con periodi di riferimento diversi escludendo i dati che si riferiscono al mese di agosto

scorte di sicurezza che dovrebbero essere approntate secondo tale modello sono direttamente proporzionali allo scarto quadratico medio relativo σ/μ .

A livello indicativo solitamente si cerca comunque di evitare situazioni in cui la riduzione del time bucket porta ad avere a che fare con una distribuzione delle domande affette da una deviazione standard relativa superiore allo 0,4-0,5. A tal proposito, guardando i valori dello scarto quadratico medio per i vari moduli nelle tre diverse unità temporali riportati in Tabella 18 oppure in Tabella 19 (nella quale invece si è preso come campione non il singolo anno, ma il triennio 2010-2012, vista l'anomalia che affligge il 2009), si può osservare che nel caso di alcuni moduli la domanda su periodi di tempo più limitati del mese non dimostra una "uniformità" tale da permettere di introdurre per essi delle scorte di sicurezza di entità limitata. L'idea che si ha a questo punto è quella di prendere differenti time bucket a seconda della variabilità della domanda dimostrata dal modulo, ovvero andare

Tabella 19: scarto quadratico medio relativo delle domanda dei moduli, nei tre diversi periodi di riferimento, osservata nel triennio 2010-2012, filtrando i dati relativi ai mesi di agosto

PERIODO MODULO	triennio 2010 - 2012		
	mese	1/2 mese	sett
MTIPO1	0,27	0,38	0,53
MTIPO2	0,34	0,47	0,65
MEXE	0,24	0,33	0,46
MMDB	0,74	0,93	1,28
MMDBP	0,40	0,53	0,72
MCHIAVI	0,28	0,41	0,58
MEUR	0,23	0,32	0,45
MSTD	0,22	0,32	0,44
502732	0,23	0,32	0,44
502736	0,23	0,32	0,43
502740	0,27	0,36	0,53
502742	0,23	0,38	0,49
502744	0,85	1,12	1,81
542050	0,24	0,35	0,51
542052	0,22	0,34	0,44
542054	0,78	1,09	1,56
542056	0,24	0,32	0,45
TOT	0,23	0,33	0,44

a distribuire i fabbisogni previsti nelle varie settimane del mese o dilazionandole in due all'interno di quest'ultimo per quanto riguarda quei gruppi di codici che mostrano una domanda storica sufficientemente uniforme, e invece mantenere il mese come unità

temporale per posizionare i fabbisogni degli altri. Il modulo candidato sicuramente per tentare di modificare il modello temporale della sua pianificazione, passando cioè da fabbisogni previsti posizionati mensilmente a settimanalmente o ogni quindici giorni (in realtà nelle elaborazioni si sono divisi in due i giorni lavorativi del mese), è quello “codici comuni”, anche perché, come si nota in Tabella 20, i componenti ad esso afferenti rappresentano la quota più rilevante a livello di costo dei codici di acquisto nel prodotto medio (che si ottiene guardando alla popolarità delle varianti per le caratteristiche che ne presentano). Gli altri moduli che presentano una domanda sufficientemente “stabile” hanno invece un costo dei codici più limitato.

MCOM	MTIPO1	MTIPO2	MEXE	MMDB	MBDV	MMDBP
59%	20%	8%	2%	1%	0%	0%
MCHIAVI	MTESSERE	MEUR	MSTD	MNOSTD1	MNOSTD2	TUBI+FORC
7%	0%	0%	0%	0%	0%	2%

Tabella 20: costo, relativo %, dei componenti dei vari moduli nel prodotto medio, ottenuto guardando alla popolarità delle varianti

A questo punto si è quindi arrivati a definire:

- la struttura delle diverse modular bill delle gettoniere rendiresto Tipo1 e Tipo2, e della super bill sovrastante;
- come calcolare i coefficienti di popolarità, anche nel caso di quei moduli, i quali sono stati anche identificati, che presentano delle peculiarità;
- un possibile modo di valutare le scorte di sicurezza dei moduli (ovvero dei componenti afferenti a quest’ultimi);
- per quali di essi è più vantaggioso indagare una riduzione del time bucket di posizionamento dei loro fabbisogni.

Resta da chiarire se le prestazioni connesse a queste modifiche alla PCP sono tali da giustificare gli oneri necessari alla loro implementazione.

Simulazione delle prestazioni logistiche

Quali improvement delle prestazioni logistiche ci si potrebbe aspettare dall’implementazione delle succitate modifiche rispetto alla gestione attuale? Una loro stima consentirebbe all’azienda di valutare se esse presentano vantaggi tali da giustificarne gli oneri economici necessari alla loro messa in opera. Per far questo si è provveduto a realizzare delle semplici simulazioni su foglio excel che mostrano quello che sarebbe stato

l'andamento delle giacenze garantito dal calcolo MRP con differenti periodi per quanto riguarda il posizionamento temporale dei fabbisogni previsti e se si avessero impiegate delle planning bill come quelle viste per la pianificazione dell'acquisto dei componenti di assemblaggio. Prima di tutto si descriverà quello che è il modello messo in piedi sul foglio di calcolo evidenziandone quelli che sono le possibilità e i naturali limiti. Successivamente si andrà ad utilizzare quest'ultimo su delle distribuzioni di domande generate casualmente, nel rispetto di quelle che sono le caratteristiche che la domanda dell'intera famiglia ha presentato nel triennio 2010-2012, andando a vedere come tale sistema PCP si comporta, teoricamente, nei riguardi di alcuni dei codici comuni ai due prodotti in questione: i risultati di tali simulazioni di tipo "montecarlo" saranno quindi utilizzati per vedere la sensibilità che le prestazioni logistiche mostrano nei riguardi di alcuni parametri. Infine si utilizzerà il modello su di una serie storica di domande, andando perciò a confrontare quelle che sono le performance delle soluzioni proposte con quelle realmente avute tramite il sistema di pianificazione attuale, sia per alcuni codici appartenenti sia alla common parts bill che a delle modular bill.

Descrizione del modello

In sintesi il foglio excel realizzato non fa altro che calcolare ricorsivamente il timed phased record tipico di algoritmo MRP in modo semplificato, avanzando ad ogni iterazione di una unità temporale, la quale è rappresentata dalla settimana, e realizzando contestualmente quelle che sono le valutazioni tipiche di tale elaborazione, ovvero prende lo stock di inizio periodo pari a quello che si ha al termine del precedente, ne detrae la domanda osservata per il codice in questione, ottenuta anticipando del lead di assemblaggio cumulato gli ordini cliente dei prodotti finiti, pervenendo alla giacenza di fine periodo "attuale" e calcola, detraendo da quest'ultima i fabbisogni futuri previsti e le quantità residue del piano a fine settimana, le disponibilità per i periodi futuri; quando tale disponibilità risulta essere negativa in una settimana distante da quella attuale di un intervallo temporale pari al lead time di acquisto rilascia un ordine per il codice in questione rispettando quelle che sono le sue politiche di lot sizing. Nel modello adottato sussistono quindi le seguenti ipotesi semplificative:

- Il time bucket considerato è la settimana, per cui si ragiona in tali termini temporali, ovvero i lead time di acquisto e produzioni sono approssimati con tale unità; anche la domanda reale, cioè le consegne dei prodotti ai clienti (teoricamente nelle date da loro richieste), viene ad essere aggregata per settimane.

- I fabbisogni reali per il codice, derivanti dagli ordini dei prodotti finiti, sono solo quelli che si hanno nella settimana posta nel futuro un numero di time bucket pari al lead time cumulato di assemblaggio necessario per arrivare al prodotto finito, ovvero, per esempio, se ci si trova nella settimana i -esima e il ciclo di produzione a valle del codice dura 2 settimane, la domanda reale del codice è pari alla domanda dei prodotti che montano il modulo in questione nella settimana $i+2$ moltiplicata per il coefficiente di utilizzo del codice nella relativa modular bill. Per cui si ipotizza fondamentalmente che gli ordini acquisiti in una determinata settimana siano solamente quelli relativi ai prodotti finiti della settimana futura posizionata temporalmente secondo il lead time di produzione del codice in questione; ovvero se quest'ultimo vale 2 settimane, si suppone che nella settimana i -esima si abbiano solamente gli ordini cliente relativi alla settimana $i+2$.
- I fabbisogni previsti vengono calcolati con logica rolling a cadenza mensile, tramite la valutazione della media mobile sinistra di ordine 5 della domanda reale mensile per giorno lavorativo degli stessi. Si pensi di essere al termine del mese i -esimo, di avere fissato una precessione di 1 mese e un orizzonte del piano di produzione di 5 mesi, ovvero di voler stimare il fabbisogno previsto dei mesi $i+2$, $i+3$, $i+4$ e $i+5$; in tale istante si prende la domanda mensile, complessiva dei due prodotti, divisa per i relativi giorni lavorativi dei mesi $i-4$, $i-3$, $i-2$, $i-1$ e i , se ne fa una media, ottenendo quindi la succitata media mobile sinistra di ordine 5, e la si moltiplica per i giorni lavorativi dei mesi su cui tale previsione dovrà insistere, ottenendo perciò i fabbisogni mensili pianificati che riguardano il complessivo delle gettoniere Tipo1 e Tipo2 che dovranno essere vendute nei periodi in questione (mesi dall' $i+2$ all' $i+5$), ovvero del padre virtuale della super bill, che chiaramente coincidono con il fabbisogno del common parts bill. Per quanto riguarda i fabbisogni dei moduli "specifici", essi vengono naturalmente calcolati tramite moltiplicazione delle precedenti quantità per i relativi coefficienti di popolarità, i quali vengono anch'essi valutati guardando alla domanda storica media dei singoli moduli nei cinque mesi precedenti.
- I fabbisogni previsti per i mesi a venire possono venire inoltre distribuiti o meno su dei periodi oggetto di pianificazione diversi dal mese: nel caso in esame si andrà a valutare una dilazione dei fabbisogni mensili in due trance e anche un loro posizionamento temporale a livello settimanale. Se si ragiona mensilmente si avrà quindi che tutto il fabbisogno mensile previsto è concentrato nella prima settimana, nel caso quindicinale nella prima delle due, mentre nel caso settimanale, visto il time bucket adottato, si avrà

un fabbisogno previsto del codice in ogni unità temporale futura. Inoltre bisogna considerare nei primi due casi che vi sono delle quantità residue del piano, ovvero quando si entra nel periodo potrebbe essere che al termine di una settimana ci siano delle quantità previste non ancora “assorbite” dalla domanda già verificatasi in esso.

- Chiaramente il modello non prevede tutta quella serie di aggiustamenti che spettano alla componente umana coinvolta nei processi di pianificazione e acquisto, poiché rilascia gli ordini di acquisto del codice solo alla data (settimana) ultima possibile secondo le disponibilità future previste e segue fedelmente la politica di lot sizing prefissata per il codice, perciò non può adottare tutta quella serie di attività tipiche del terzo livello della pianificazione, quali i solleciti, gli anticipi rispetto alla date delle RDA, le dilazioni dei lotti non possibili secondo le distribuzioni dei fabbisogni futuri inserite, il ricorso a fornitori diversi.
- Altra osservazione riguarda i parametri gestionali: durante una simulazione, essi vengono presi chiaramente costanti, ma, quando si andrà a confrontare i risultati del modello con l'andamento delle giacenze avutesi nella realtà, bisogna considerare che in quest'ultimo caso possono essere avvenute delle modifiche a tali parametri nel corso del periodo campione, quali ad esempio modifiche delle scorte di sicurezza, variazione del lead time di approvvigionamento o delle politiche di lot sizing (a causa ad esempio del cambio del fornitore) o anche modifiche ai lead time di produzione.

A titolo di esempio si riporta nel seguito alcune schermate raffiguranti il foglio di calcolo utilizzato per simulare il funzionamento storico dell'MRP su alcuni codici; nella Tabella 21 si può notare come in colonna si trovino indicati l'indice dei vari time bucket, ovvero le settimane, con i relativi mesi di appartenenza, le quantità in consegna degli ordini di acquisto rilasciati (OR) e gli stock osservati a fine settimana (SFS); quest'ultime due grandezze sono riportate nell'intestazione solo a scopo consuntivo, ma è chiaro che esse vengono calcolate e quindi sono note solo a posteriori. Ogni record riporta la settimana “attuale”, con relativo mese, e nelle varie righe si hanno: la domanda reale (DSR) del codice osservata nella settimana, ottenuta anticipando del lead time di produzione (LTP) quella dei prodotti finiti che lo montano, lo stock all'inizio del time bucket (SI), chiaramente posto uguale a quello finale del precedente, lo stock a fine settimana (SFS), ottenuto detraendo la domanda reale, la domanda prevista (DP), la disponibilità futura (Disp.), che si ottiene sottraendo dallo SFS la domanda prevista e le eventuali scorte di sicurezza (SS, che in tal caso sono nulle), gli ordini in rilascio (OIR) e quelli già rilasciati (OGR). Nell'esempio riportato il periodo di pianificazione (PP) utilizzato è il mese, per cui si può notare come la

domanda prevista si trovi concentrata nella prima settimana del mese anticipata del lead time di produzione (LTP), che in tal caso, anche se non riportato, si osserva facilmente valere 2 settimane. Nel time bucket attuale si riporta inoltre il fabbisogno del piano di produzione residuo all'interno del periodo di pianificazione, che si trova detraendo dalla quantità del piano la domanda reale già avvenuta nel medesimo periodo: si nota inoltre che nel caso ci si trovi nella settimana antecedente un nuovo fabbisogno previsto si ha un controllo che annulla le eventuali quantità residue del piano per evitare che verso al termine della settimana vi sia un inutile sovrastima dei fabbisogni futuri. Anche se non indicato la politica di definizione del lotto del lotto di riordino è del “tipo lotto \geq lotto minimo”, pari a 1800 pz, con multipli delle centinaia per quantità superiori alle minime.

LT=3sett	sett	34	35	36	37	38	39	40	41	
PP=mese	mese	9	9	10	10	10	10	11	11	
SS=0	OR	1800	0	0	0	1800	0	0	0	
mese	sett	SFS	2978	2444	2206	2125	3764	3420	2957	2714
9	34	DSR	380							
	34	SIS	1558							
	34	SFS	2978							
	34	DP	1564	0	0	0	2041	0	0	0
	34	Disp.	1414	1414	1414	1414	-627	-627	-627	-627
	34	OR								
	34	ORGR	1800	0	0	0	0	0	0	0
9	35	DSR	534							
	35	SIS	2978							
	35	SFS	2444							
	35	DP	1030	0	0	2041	0	0	0	
	35	Disp.	1414	1414	1414	-627	-627	-627	-627	
	35	OR	1800							
	35	ORGR	1800	0	0	0	1800	0	0	0
10	36	DSR	238							
	36	SIS	2444							
	36	SFS	2206							
	36	DP	792	0	2066	0	0	0		
	36	Disp.	1414	1414	1148	1148	1148	1148		
	36	OR								
	36	ORGR	1800	0	0	0	1800	0	0	0
10	37	DSR	81							
	37	SIS	2206							
	37	SFS	2125							
	37	DP	0	2066	0	0	0	0		
	37	Disp.	2125	1859	1859	1859	1859	1859		

	37	OR								
	37	ORGR	1800	0	0	0	1800	0	0	0
10	38	DSR					161			
	38	SIS					2125			
	38	SFS					3764			
	38	DP					1905	0	0	0
	38	Disp.					1859	1859	1859	1859
	38	OR								
	38	ORGR	1800	0	0	0	1800	0	0	0

Tabella 21: esempio di funzionamento del foglio di calcolo utilizzato per la simulazione del funzionamento storico dell'MRP su di una codice

In Tabella 22 si trova per lo stesso codice, con i medesimi parametri gestionali e nelle stesse settimane un estratto del foglio di calcolo in cui però è stato modificato il periodo di valenza del piano, che diventa essere di metà mese, onde per cui le quantità del piano vengono ad essere suddivise circa nella metà: in realtà non è proprio vero perché si considerano i giorni lavorativi delle due parti in cui si suddivide il mese, per cui se quest'ultimo ha un numero dispari di giorni lavorativi le due quantità differiranno di una quantità pari al fabbisogno previsto per giorno lavorativo. Altra osservazione che si può fare confrontando tale tabella con la precedente è la non perfetta collimazione delle condizioni iniziali per quanto riguarda gli ordini già rilasciati nel passato: questo fatto è legato alla necessità di dover filtrare la simulazione per un certo numero di settimane iniziali poiché per esse mancano ovviamente le informazioni relative agli ordini rilasciati nel passato.

LT=3sett	sett	34	35	36	37	38	39	40	41		
PP=1/2mese	mese	9	9	10	10	10	10	11	11		
SS=0	OR	0	0	1800	0	0	0	0	0		
	mese	sett	SFS	1178	644	2206	2125	1964	1620	1157	914
	9	34	DSR	380							
		34	SIS	1558							
		34	SFS	1178							
		34	DP	691	0	972	0	1069	0	0	972
		34	Disp.	487	487	1315	1315	246	246	246	-726
		34	OR								
		34	ORGR	0	0	1800	0	0	0	0	0
	9	35	DSR		534						
		35	SIS		1178						
		35	SFS		644						
		35	DP		0	972	0	1069	0	0	972

	35	Disp.		644	1472	1472	403	403	403	-569
	35	OR								
	35	ORGR	0	0	1800	0	0	0	0	0
10	36	DSR			238					
	36	SIS			644					
	36	SFS			2206					
	36	DP			734	0	1082	0	0	984
	36	Disp.			1472	1472	390	390	390	-594
	36	OR								
	36	ORGR	0	0	1800	0	0	0	0	0
10	37	DSR				81				
	37	SIS				2206				
	37	SFS				2125				
	37	DP				0	1082	0	0	984
	37	Disp.				2125	1043	1043	1043	59
	37	OR								
	37	ORGR	0	0	1800	0	0	0	0	0
10	38	DSR					161			
	38	SIS					2125			
	38	SFS					1964			
	38	DP					921	0	0	984
	38	Disp.					1043	1043	1043	59
	38	OR								
	38	ORGR	0	0	1800	0	0	0	0	0

Tabella 22: esempio di funzionamento del foglio di calcolo per lo stesso codice, ma con un periodo di pianificazione

In Tabella 23 si è invece considerato un periodo di valenza delle quantità previste pari alla settimana, per cui al termine delle stesse non si ha a che fare con quantità previste e non utilizzate. Si nota inoltre che la domanda prevista (DP) non è costante durante le settimane dello stesso mese (attenzione che bisogna tener conto dell'anticipo legato al lead time di produzione): questo si ha perché si è provato ad introdurre una distribuzione lineare dei fabbisogni all'interno del mese nel tentativo di rendere più cautelativa tale soluzione, concentrando maggiormente le quantità previste per il mese verso il suo inizio.

LT=3sett	sett	34	35	36	37	38	39	40	41	
PP=sett	mese	9	9	10	10	10	10	11	11	
SS=0	OR	0	0	1800	0	0	0	0	0	
mese	sett	SFS	1178	644	2206	2125	1964	1620	1157	914
9	34	DSR	380							
	34	SIS	1558							
	34	SFS	1178							
	34	DP	0	535	438	341	391	571	498	425
	34	Disp.	1178	643	2005	1664	1273	702	204	-221
	34	OR								

	34	ORGR	0	0	1800	0	0	0	0	0
9	35	DSR		534						
	35	SIS		1178						
	35	SFS		644						
	35	DP		0	438	341	391	571	498	425
	35	Disp.		644	2006	1665	1274	703	205	-220
	35	OR								
	35	ORGR	0	0	1800	0	0	0	0	0
10	36	DSR		238						
	36	SIS		644						
	36	SFS		2206						
	36	DP		0	347	396	578	504	430	
	36	Disp.								
	36	OR								
	36	ORGR	0	0	1800	0	0	0	0	0
10	37	DSR			81					
	37	SIS			2206					
	37	SFS			2125					
	37	DP			0	396	578	504	430	
	37	Disp.			2125	1729	1151	647	217	
	37	OR								
	37	ORGR	0	0	1800	0	0	0	0	0
10	38	DSR				161				
	38	SIS				2125				
	38	SFS				1964				
	38	DP				0	578	504	430	
	38	Disp.				1964	1386	882	452	
	38	OR								
	38	ORGR	0	0	1800	0	0	0	0	0

Tabella 23: esempio di funzionamento del foglio di calcolo per lo stesso codice, ma con un periodo di pianificazione pari alla settimana

Tale distribuzione dei fabbisogni durante il mese avviene tramite la definizione di un peso A_i , in cui il pedice indica il numero di settimana all'interno del mese, calcolato tramite la relazione:

$$A_i = 1 + d - (i - 1) \times p$$

In cui p è il passo tra un peso e il successivo e d è il parametro che mi definisce gli estremi della distribuzione. La distribuzione lineare dei pesi proposta, descritta dalla suddetta equazione, è quella esemplificata graficamente in Figura 56: se n è il numero di settimane del mese, esiste inoltre un altro vincolo che lega il passo al parametro d , ovvero:

$$2 \times d = p \times (n - 1)$$

$$p = \frac{2d}{n - 1}$$

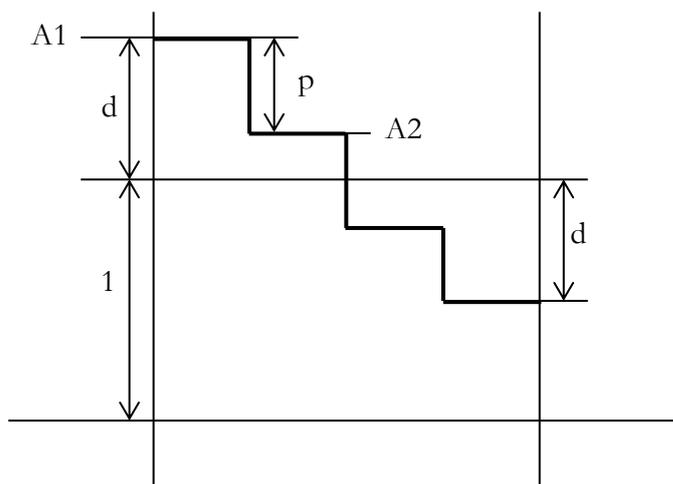


Figura 56: esemplificazione grafica della distribuzione lineare dei pesi adottata

I vari pesi possono quindi essere riscritti come:

$$A_1 = 1 + d \quad A_2 = 1 + d - 1 \times \frac{2d}{n-1} \quad A_3 = 1 + d - 2 \times \frac{2d}{n-1}$$

$$\dots \quad A_n = 1 + d - (n - 1) \times \frac{2d}{n - 1} = 1 - d$$

Noto il numero di settimane n del mese è quindi sufficiente fissare il parametro d per la distribuzione dei pesi: è facile notare che maggiore è quest'ultimo, al limite 1, e più elevati risulteranno i pesi relativi delle prime settimane del mese, accentuando quindi i fabbisogni in esse a scapito delle ultime del mese. A questo punto i fabbisogni della settimana vengono calcolati moltiplicando tale peso per domanda prevista su giorno lavorativo nel mese oggetto di previsione e ovviamente per il numero di giorni lavorativi della settimana. Nella situazione ideale, che successivamente si tratterà per prima, si considerano dei mesi formati da 4 settimane, ognuna delle quali con 5 giorni lavorativi, per cui in tal caso risulta che:

$$\sum_i A_i \times GL_i \times \left(\frac{FM}{GLM}\right) = GL \times \left(\frac{FM}{GLM}\right) \times \sum_i A_i = GLM \times \left(\frac{FM}{GLM}\right) = FM$$

In cui GL_i è il numero di giorni lavorativi della settimana i -esima, FM è il fabbisogno mensile, GLM è il numero di giorni lavorativi del mese. Nel caso ideale posso portare fuori GL_i dalla sommatoria perché costante e tenuto conto che la sommatoria dei pesi A_i è pari al numero di settimane n si ottiene quanto sopra riportato. Tale espressione mi esprime l'uguaglianza tra il fabbisogno mensile previsto e quello che si ha dilazionandolo nelle settimane tramite l'utilizzo della succitata distribuzione lineare dei pesi. Nel caso reale, che si vedrà invece più avanti, si ha a che fare naturalmente con settimane a cavallo tra due mesi e con giorni lavorativi per settimana diversi: per affrontare il primo problema si è ricorsi al criterio di associare la settimana al mese in base a dove cade il suo primo giorno lavorativo, per il secondo non si è fatto altro che applicare una correzione a posteriori, cioè andando a correggere i singoli fabbisogni settimanali sommandoli alla quantità:

$$\frac{FM - \sum_i A_i \times GL_i \times \left(\frac{FM}{GLM}\right)}{n}$$

Per terminare la descrizione del modello utilizzato è utile ribadire e approfondire i processi che esso simula nell'ambito della valutazione dei fabbisogni futuri previsti. Come già illustrato al termine di ogni mese esso calcola la media (mobile) della domanda per giorno lavorativo avutasi nei cinque precedenti e perviene alla quantità dei periodi oggetto di pianificazione moltiplicando tale quantità con il numero di giorni lavorativi di quest'ultimi. Tale fabbisogno è ovviamente quello del codice padre (virtuale) della super bill, che coincide con quello del modulo codici comuni; chiaramente prendendo come domande future le quantità così calcolate non si farà altro che prevederne dei fabbisogni (per giorno lavorativo) che coincidono con quelli medi osservati storicamente; per affrontare la variabilità che affligge la domanda della "famiglia" di prodotti nel suo complesso si è soliti maggiorare tali fabbisogni previsti di una certa quota. Quello che il foglio di calcolo prevede in tal caso è di maggiorare il fabbisogno mensile per giorno

lavorativo di un fattore k moltiplicato per lo scarto quadratico medio che la stessa grandezza ha mostrato durante l'anno precedente, ovvero:

$$\left(\frac{FM}{GLM}\right)_i = MMSX5_i \left(\frac{DM}{GLM}\right) + k \times SQM \left(\frac{DM}{GLM}\right)_{ANNOPREC}$$

In cui $(FM/GLM)_i$ è il fabbisogno mensile per giorno lavorativo che si ha al termine del mese i -esimo e che viene utilizzato per fissare i fabbisogni previsti del codice padre della super bill nei periodi di pianificazione successivi (tenuto conto della precessione e dell'orizzonte massimo prefissati nel modello temporale adottato); $MMSX5_i(DM/GLM)$ è la media mobile sinistra di ordine cinque al termine del mese i della grandezza domanda mensile su relativo giorno lavorativo, k è il fattore di sicurezza in discussione e $SQM(DM/GLM)_{ANNOPREC}$ è lo scarto quadratico medio della stessa grandezza osservata durante l'anno precedente. I fabbisogni previsti del codice padre della super bill, che coincidono con quelli del modulo codici comuni, nel periodo di pianificazione viene calcolato moltiplicando il numero di giorni lavorativi di quest'ultimo per $(FM/GLM)_i$. Per quanto riguarda invece i fabbisogni previsti dei moduli non comuni, essi vengono calcolati moltiplicando il suddetto prodotto per il relativo coefficiente di popolarità del modulo in questione.

Applicazione del modello: il caso ideale

In questo caso si è andati ad alimentare il modello con una distribuzione delle domande generata casualmente secondo la frequenza osservata nel triennio 2010-2012, realizzando perciò una simulazione che solitamente viene indicata come simulazione di tipo "montecarlo": la scelta del campione da cui derivare le caratteristiche della variabile domanda è motivata dal fatto, del resto già accennato, che durante l'anno 2009 il prodotto in questione non presentava ancora delle vendite a regime. Lo scopo dell'applicazione del modello ad una siffatta distribuzione delle domande è quello di valutare le performance, in termini di profilo delle giacenze, numero ordini e numero di settimane di stockout, che si hanno per i tre diversi periodi di pianificazione considerati (mese, metà mese e settimana) e al variare del fattore di sicurezza k (utilizzato per far fronte alla variabilità della domanda della "famiglia di prodotti") su di un numero elevato di settimane al fine di tentare di limitare la dipendenza da situazioni puntuali di cui invece si soffrirebbe utilizzando solamente il limitato storico a disposizione. Visto inoltre che lo scopo è anche quello di

studiare l'influenza del fattore di sicurezza k sulle suddette prestazioni, i codici che verranno considerati in questa fase sono alcuni materiali appartenenti alla common parts bill: nell'eseguire tale scelta si è deciso di evitare, nonostante siano i codici che presentano il maggiore valore d'impiego, le schede elettroniche visti i cambiamenti che sono avvenuti di recente nella loro gestione: infatti prima della fine del 2012 esse non erano materiali di acquisto, bensì componenti realizzati in conto lavoro e dall'inizio 2013 sono diventati sì componenti d'acquisto, ma approvvigionati tramite ordini aperti, per cui anche se i lotti d'ordine indicati dall'MRP possono essere utilizzati per comunicare le quantità mensili al fornitore, le effettive consegne vengono poi comandate nel brevissimo periodo, ovvero con lead time di 1-2 giorni. La scelta è quindi ricaduta su altri che codici che presentassero caratteristiche di fornitura rappresentative delle differenti classi merceologiche: si sono presi 4 codici e se ne è simulata la gestione tramite il modello precedentemente descritto, per i tre differenti periodi di pianificazione, per un periodo complessivo pari a 1000 settimane. Per tutti questi codici si è fissata nel meccanismo di pianificazione una precessione pari ad una mese e una visibilità massima del piano di 5 mesi: quest'ultima coincide con quella che è la visibilità del forecast e del conseguente piano di produzione predisposti all'interno di Coges, mentre in azienda non si hanno dei periodi di pianificazione bloccati; si è deciso di prendere una precessione non nulle nel modello in primo luogo perché ha più senso dal punto di vista concettuale e secondariamente perché la differenza tra le due opzioni è lieve poiché i fabbisogni futuri nel foglio excel vengono calcolati semplicemente guardando la domanda media dei 5 mesi precedenti, la quali difficilmente presenterà delle variazioni elevate da mese a mese. Altro parametro comune a tutti e 4 quattro i codici è il lead time di assemblaggio che si attesta sulle due settimane lavorative poiché si ha a che fare con codici che si trovano tutti al secondo livello della distinta base gestionale. Lead time di acquisto, politica di lot sizing e coefficiente di impiego nel modulo codici comuni sono riportate in Tabella 24: si può notare che si ha a che fare con due codici appartenenti alla classe delle plastiche a disegno, il 521048 ed il 548512, le quali sono caratterizzate da un lead time di fornitura nell'ordine delle 3-4 settimane, ma nel secondo caso si ha che fare con un componente che presenta un lotto minimo dalla copertura un po' più elevata. Nel caso del motore elettrico si ha invece a che fare con un lead time abbastanza elevato e un lotto minimo relativamente contenuto e una situazione simile, anche se caratterizzata da un tempo di consegna un po' più contenuto, si ha nel caso del display della gettoniera; lo stock iniziale indicato è invece calcolato arbitrariamente

moltiplicando 1000 per il coefficiente d'impiego del codice e per la radice quadrata del lead time.

521048 BASE GETTONIERA RR TIPO1			
quantità variabile con lotto minimo pari a	1800	con UDC di	50
LT = lead time di approvvigionamento =	3	sett	
CI = coefficiente di impiego nel modulo =	1	pz	
SI = stock iniziale =	1732	pz	
370512 MOTORE DC 28 MM. CON ANELLO DI FLUSSO			
quantità fissa pari a	3000		
LT = lead time di approvvigionamento =	11	sett	
CI = coefficiente di impiego nel modulo =	3	pz	
SI = stock iniziale =	9950	pz	
455210 DISPLAY /TASTIERA YMC162-215AHNFDCL(STX)			
quantità fissa pari a	1000		
LT = lead time di approvvigionamento =	7	sett	
CI = coefficiente di impiego nel modulo =	1	pz	
SI = stock iniziale =	2646	pz	
548512 INGRANAGGIO Z12-35 M0.5 GETT. TIPO1			
quantità variabile con lotto minimo pari a	15000	senza UDC	
LT = lead time di approvvigionamento =	3	sett	
CI = coefficiente di impiego nel modulo =	6	pz	
SI = stock iniziale =	10392	pz	

Tabella 24: parametri gestionali dei 4 codici appartenenti al modulo codici comuni e interessati nella simulazione montecarlo della loro gestione

Il modello fornisce in output quello che è il profilo delle giacenze del codice, il numero di settimane in cui vi è stato stock out, e quindi la domanda reale è dovuta andare in backorder, e il numero di ordini rilasciati complessivamente; dall'andamento delle giacenze alla fine delle varie settimane è facile ricavare lo stock medio (stkmed) e lo stock medio a fine mese (stkmfm), inoltre si può dare la seguente definizione di livello di servizio percentuale (LS%):

$$LS\% = \frac{n^{\circ}sett\ tot - n^{\circ}sett\ stkout}{n^{\circ}sett\ tot} \times 100$$

I parametri di performance ottenuti da una serie di simulazioni per lo stesso codice in funzione delle due variabili in gioco, il fattore di sicurezza k e l'estensione del periodo di pianificazione, possono essere condensati come nella Tabella 25; chiaramente si vede come

con i fabbisogni pianificati concentrati nel primo time bucket del mese si hanno a parità di k i migliori livelli di servizio, rivelandosi di fatto la soluzione più cautelativa, ma al contempo a parità dello stesso parametro si hanno anche le giacenze medie più elevate. Si vuole sottolineare inoltre il motivo per cui si è preso come parametro di performance lo stock medio a fine mese: tale scelta è dettata dal fatto che, come si vedrà più avanti quando si applicherà il modello ad un periodo storico reale, all'interno dell'azienda lo storico giacenze è disponibile solamente con tale frequenza e questo si ha poiché a livello finanziario sono questi gli unici livelli di giacenza che interessano, visto che la maggior parte dei pagamenti avviene con data fattura fine mese.

521048							
stkmed				stkmfm			
k	sett	0,5mese	mese	k	sett	0,5mese	mese
0	908	1097	1380	0	970	949	1732
0,25	968	1187	1512	0,25	1012	1043	1904
0,5	1037	1279	1631	0,5	1073	1125	2041
0,75	1105	1363	1739	0,75	1123	1218	2169
1	1177	1444	1904	1	1202	1297	2349
1,25	1251	1558	2080	1,25	1331	1418	2549
1,5	1320	1650	2230	1,5	1395	1532	2721
1,75	1378	1728	2383	1,75	1445	1594	2880
2	1446	1798	2521	2	1488	1666	3041
LS%				n°ordini			
k	sett	0,5mese	mese	k	sett	0,5mese	mese
0	93,20	95,80	98,30	0	211	213	215
0,25	94,70	96,90	98,70	0,25	211	215	212
0,5	96,10	97,80	99,20	0,5	212	216	213
0,75	97,10	98,30	99,40	0,75	212	215	212
1	98,10	98,70	99,80	1	212	214	212
1,25	98,60	99,40	99,90	1,25	212	215	212
1,5	98,90	99,60	99,90	1,5	213	216	213
1,75	99,40	99,90	100,00	1,75	214	216	213
2	99,60	100,00	100,00	2	215	217	213

Tabella 25: parametri di performance per il codice 521048 al variare del fattore di sicurezza k e dell'estensione del periodo di pianificazione.

Quello che si configura guardando alle due funzioni obiettivo giacenze medie fine mese e livello di servizio, tralasciando quindi per un attimo il numero di ordini (che chiaramente è connesso ai costi logistici), è un problema di minimo-massimo, che può essere illustrato realizzando un grafico stock medio fine mese – livello di servizio al variare del fattore di sicurezza k e dell'estensione del periodo di pianificazione: in Figura 57 se ne

riporta un esempio, relativo al codice 521048, e si può notare come il fronte di Pareto, almeno fino ad un certo valore del livello di servizio, sia rappresentato dalle soluzioni relative ad un periodo di pianificazione pari alla metà del mese.

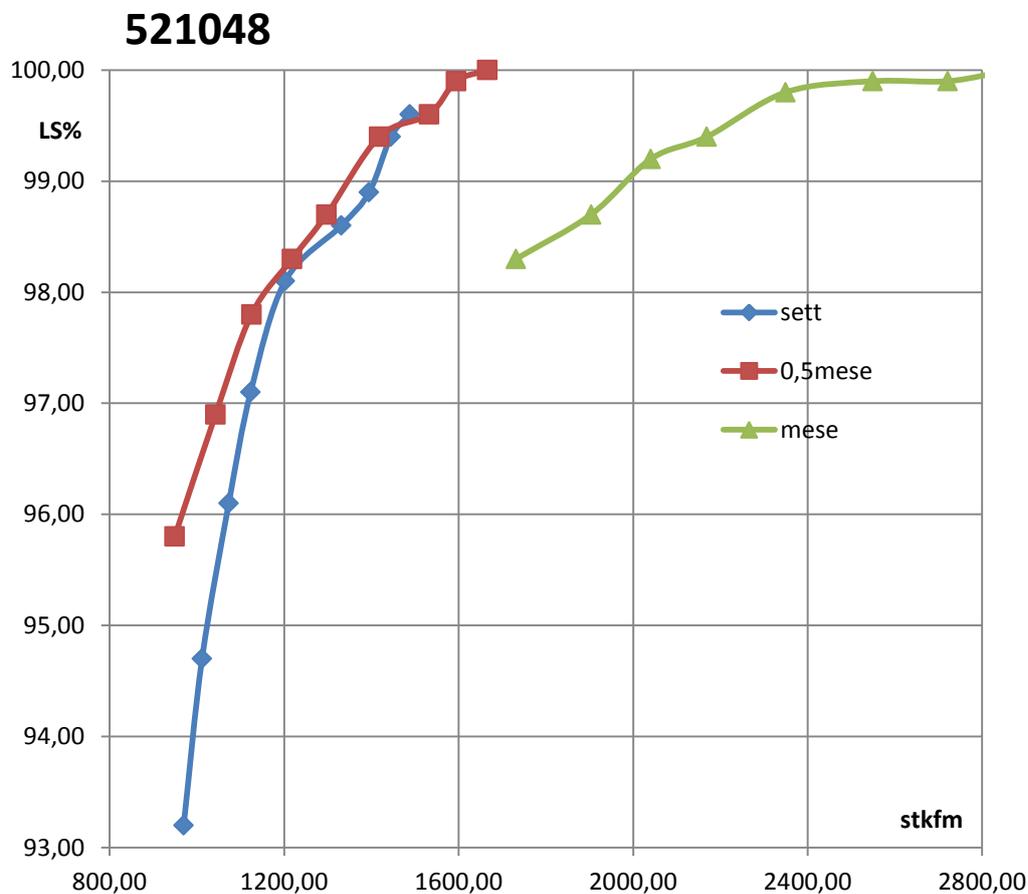


Figura 57: grafico giacenze medie fine mese - livello di servizio al variare del fattore di sicurezza k e per diversi periodi di pianificazione

Ragionando ora a parità di livello di servizio si può andare a vedere quali sono le diminuzioni delle giacenze medie a fine mese e l'aumento degli ordini che si hanno, in termini assoluti e relativi percentuali, passando da un periodo di pianificazione mensile, utilizzato dall'azienda attualmente, alle altre due soluzioni considerate per i quattro codici precedentemente citati. Tali valori sono riportati in Tabella 26, e osservandoli si può vedere come vi sia una diminuzione abbastanza consistente delle giacenze passando da un periodo di pianificazione mensile ad uno quindicinale o settimanale; d'altro canto si può notare che, come già si era sottolineato guardando alla Figura 57, non vi è convenienza, se si guarda alla giacenza media fine mese, a prendere un periodo di pianificazione settimanale rispetto ad che spezza in due il mese.

521048			370512		
LS%	sett	1/2mese	LS%	sett	1/2mese
dim stkmfm risp mese			dim stkmfm risp mese		
98,5	573	606	98,2	2262	2727
99,5	724	751	99,2	2675	3047
dim% stkmfm risp mese			dim% stkmfm risp mese		
98,5	30,08	31,85	98,2	29,94	36,09
99,5	33,40	34,63	99,2	30,46	34,69
aumento n° ordini			aumento n° ordini		
98,5	0	2	98,5	97	97
99,3	2	3	99,3	113	110
aumento % n° ordini			aumento % n° ordini		
98,5	0,00	0,94	98,5	34,04	34,04
99,3	0,94	1,42	99,3	41,39	40,29

455210			548512		
LS%	sett	1/2mese	LS%	sett	1/2mese
dim stkmfm risp mese			dim stkmfm risp mese		
98,5	759	856	99,3	6059	6230
99,3	900	1016			
dim% stkmfm risp mese			dim% stkmfm risp mese		
98,5	32,29	36,43	99,3	36,44	37,47
99,3	33,75	38,10			
aumento n° ordini			aumento n° ordini		
98,5	51	36	99,3	-3	-3
99,3	57	41			
aumento % n° ordini			aumento % n° ordini		
98,5	15,36	10,84	99,3	-1,88	-1,88
99,3	17,43	12,54			

Tabella 26: variazione degli altri parametri di performance a parità di livello di servizio passando da un periodo di pianificazione mensile ad uno settimanale o quindicinale.

Prima di farsi prendere dall'euforia di fronte alla percentuali di miglioramento ottenute per quanto riguarda gli stock a fine mese, è utile osservare anche quelle che sono gli improvement che si ottengono relativamente alla giacenze medie: in questo caso si notano infatti delle diminuzioni delle giacenze molto meno marcate; come mai? Questo è dovuto al connubio tra periodo di pianificazione mensile e lead time di produzione di 2 settimane (e ugualmente per un LTP di 1 settimana): con tale periodo di pianificazione il sistema concentra tutti i fabbisogni di prodotti finiti del piano nel primo time bucket del periodo, ovvero ad inizio mese, per cui i fabbisogni calcolati tramite MRP dei componenti di assemblaggio si concentrano a loro volta 1 o 2 settimane prima della fine del mese, portandomi ad avere un accumulo di componenti di assemblaggio verso la fine del mese,

proprio nel momento in cui si vorrebbe evitare. Per questo se si guarda invece agli stock medi le differenze che si hanno diminuiscono in modo netto. Inoltre vi è da tener conto anche dell'ultimo parametro di prestazione ancora da considerare, ovvero il numero di ordini; si può notare come vi sia un aumento consistente del loro numero solamente nel caso di codici che presentano dei lotti minimi di acquisto con copertura inferiore al mese: l'aumento dei costi logistici connessi dipende soprattutto dalla capacità della struttura aziendale attuale di riuscire a gestire un numero di rilasci maggiori di ordini di acquisto e dalle eventuali spese di spedizioni a carico del cliente per il codice in questione, valutazione che in tale sede è di difficile attuazione vista la mancanza di dati specifici a riguardo.

521048			370512		
LS%	sett	1/2mese	LS%	sett	1/2mese
dim stkm risp mese			dim stkm risp mese		
98,5	262	68	98,2	671	978
99,5	361	181	99,2	1074	1356
dim% stkm risp mese			dim% stkm risp mese		
98,5	17,31	4,51	98,2	11,11	16,19
99,5	20,77	10,39	99,2	14,89	18,80

455210			548512		
LS%	sett	1/2mese	LS%	sett	1/2mese
dim stkm risp mese			dim stkm risp mese		
98,5	290	264	99,3	2658	2596
99,3	398	373			
dim% stkm risp mese			dim% stkm risp mese		
98,5	15,18	13,85	99,3	20,10	19,63
99,3	18,17	17,03			

Tabella 27: diminuzione delle giacenze medie relativa al passaggio da periodi di pianificazione mensili a quelli quindicinali e settimanali.

Ultimo studio che si fa utilizzando tale modello alimentato con una distribuzione casuale delle domande è la valutazione dell'influenza del parametro d che governa la distribuzione dei pesi con cui andare a ripartire i fabbisogni settimanali previsti all'interno del mese. Per far questo si è simulata la gestione del codice 521048, ovvero una plastica a disegno (forti del fatto che i suoi parametri gestionali vengono bene o male condivisi da un numero elevato di codici), con un fattore di sicurezza $k=1$, e per tre diversi valori del parametro d , ovvero 0, 0,3 e 0,6. Come si può osservare dai dati riportati in Tabella 28 la sua influenza sulle prestazioni logistiche del sistema di pianificazione con periodi di

pianificazione settimanali risulta essere molto limitata, effetto che si ripresenta anche realizzando la stessa prova su altri codici, per cui di fatto nel prosieguo non si prenderà più in considerazione tale parametro, ovvero lo si porrà nullo in ogni simulazione, ottenendo di conseguenza una ripartizione uniforme dei fabbisogni previsti nelle settimane del mese.

521048						
d	stkmed	stkfm	n°(sett di)		LS%	n°ordini
			stkout			
0	1150	1161	27		0,973	207
0,3	1172	1238	22		0,978	208
0,6	1204	1281	25		0,975	209

Tabella 28: prestazioni logistiche con periodi di pianificazione settimanali in funzione del parametro *d*

Applicazione del modello: il caso reale

In tale caso invece il foglio di calcolo viene alimentato con le domande reali, di tutti i moduli, verificatesi in un determinato periodo dello storico a disposizione; è da notare però che quest'ultimo risulta essere relativamente limitato per diversi motivi: primo fra tutti si ha il fatto che i profili di giacenza ottenuti dal modello andranno confrontati con quelli che si hanno avuto realmente, onde per cui non è sembrato significativo riferirsi a periodi antecedenti al 2011 poiché è molto probabile che un numero consistente di codici abbia nel frattempo cambiato parametri gestionali. In secondo luogo ci sono da considerare le esigenze del modello che inizialmente abbisogna di almeno 5 mesi per calcolare un valore del fabbisogno mensile su giorno lavorativo e che ha necessità di almeno un numero di time bucket pari al lead time di approvvigionamento del codice per “entrare a regime” (a meno che non si voglia intervenire realizzando una prima distribuzione ad hoc di ordini già rilasciati per evitare questo periodo iniziale di assestamento). Terzo ci sono da considerare le anomalie del calendario rappresentate dalle vacanze estive e invernali che riducono il numero di settimane lavorative in un anno. Il periodo che al termine di tutti questi tagli resta a disposizione per un confronto tra le giacenze ottenute dalla gestione simulata e quelle osservate realmente risulta essere limitato a 17 mesi, che vanno da ottobre 2011 a febbraio 2013.

Oltre ai 4 codici appartenenti al modulo codici comuni già impiegati, in tal caso si utilizzano anche altri 6 codici appartenenti ad altrettanti diversi moduli della super bill. I parametri gestionali attualmente fissati in anagrafica per tali codici sono riportati in Tabella

29, ovvero la politica di lot sizing, i lead time di produzione e acquisto e le scorte di sicurezza; anche in questo caso la giacenza iniziale viene presa arbitrariamente solo per inizializzare il modello. Chiaramente inoltre, visto che l'obiettivo è adesso quello di confrontare i dati reali con quelli restituiti dal modello alimentato con i medesimi parametri gestionali, il fattore di sicurezza k è posto nullo.

521048	BASE GETTONIERA RR	MOD_COM
	quantità variabile con lotto minimo pari a	1800 con UDC di 100
	LTP= lead time di produzione =	2 sett
	LT = lead time di approvvigionamento =	3 sett
	CI = coefficiente di impiego codice sul modulo =	1
	SI = stock iniziale =	2000 pz
	SS = scorte di sicurezza codice =	0 pz
370512	MOTORE DC 28 MM. CON ANELLO DI FLUSSO	MOD_COM
	quantità fissa pari a	3000
	LTP= lead time di produzione =	2 sett
	LT = lead time di approvvigionamento =	11 sett
	CI = coefficiente di impiego codice sul modulo =	3
	SI = stock iniziale =	14000 pz
	SS = scorte di sicurezza codice =	1500 pz
455210	DISPLAY /TASTIERA YMC162-215AHNFDCL(STX)	MOD_COM
	quantità fissa pari a	1000
	LTP= lead time di produzione =	2 sett
	LT = lead time di approvvigionamento =	7 sett
	CI = coefficiente di impiego codice sul modulo =	1
	SI = stock iniziale =	2000 pz
	SS = scorte di sicurezza codice =	700 pz
548512	INGRANAGGIO Z12-35 M0.5 GETT.	MOD_COM
	quantità variabile con lotto minimo pari a	15000 Senza UDC
	LTP= lead time di produzione =	2 sett
	LT = lead time di approvvigionamento =	3 sett
	CI = coefficiente di impiego codice sul modulo =	6
	SI = stock iniziale =	7000 pz
	SS = scorte di sicurezza codice =	0 pz
380038	ELETTROMAGNETE 12-24V 35 OHM + CONNETT.	MOD_TIPO1
	quantità fissa pari a	2000
	LTP= lead time di produzione =	2 sett
	LT = lead time di approvvigionamento =	4 sett
	CI = coefficiente di impiego codice sul modulo =	1
	SI = stock iniziale =	1000 pz
	SS = scorte di sicurezza codice =	238 pz
512965	ETICHETTA AD. DISPLAY TIPO2	MOD_TIPO2
	quantità fissa pari a	500
	LTP= lead time di produzione =	2 sett

	LT = lead time di approvvigionamento =	4	sett	
	CI = coefficiente di impiego codice sul modulo =	1		
	SI = stock iniziale =	1000	pz	
	SS = scorte di sicurezza codice =	0	pz	
346754	CABLAGGIO PROFIT MDB DISTRIB. AUTOM.			MOD_MDB
	quantità fissa pari a	10		
	LTP= lead time di produzione =	1	sett	
	LT = lead time di approvvigionamento =	9	sett	
	CI = coefficiente di impiego codice sul modulo =	1		
	SI = stock iniziale =	500	pz	
	SS = scorte di sicurezza codice =	195	pz	
346756	CABLAGGIO PROFIT/FULL/PL/TI MDB PERIF.			MOD_MDBP
	quantità fissa pari a	60		
	LTP= lead time di produzione =	1	sett	
	LT = lead time di approvvigionamento =	9	sett	
	CI = coefficiente di impiego codice sul modulo =	1		
	SI = stock iniziale =	500	pz	
	SS = scorte di sicurezza codice =	224	pz	
502742	TUBO DIAMETRO 25,5 GETT.			MOD_TUBO25,5
	quantità variabile con lotto minimo pari a	2000	con UDC di	100
	LTP= lead time di produzione =	2	sett	
	LT = lead time di approvvigionamento =	3	sett	
	CI = coefficiente di impiego codice sul modulo =	1		
	SI = stock iniziale =	2000	pz	
	SS = scorte di sicurezza codice =	0	pz	
542056	FORCELLA SPESSORE 3 BLU GETT.			MOD_FORC3BLU
	quantità variabile con lotto minimo pari a	1000	Con UDC di	100
	LTP= lead time di produzione =	2	sett	
	LT = lead time di approvvigionamento =	3	sett	
	CI = coefficiente di impiego codice sul modulo =	1		
	SI = stock iniziale =	2000	pz	
	SS = scorte di sicurezza codice =	0	pz	

Tabella 29: parametri gestionali dei 10 codici per i quali si è andati a simulare il sistema di gestione in un periodo storico.

Nella prima serie di simulazioni si è andati a verificare le prestazioni offerte dal modello lasciando inalterate le scorte di sicurezza e prendendo un valore del fattore di sicurezza nullo, al fine di vedere, nel caso di periodo di pianificazione mensile, quanto il modello è aderente alle giacenze realmente osservate. Confrontando i risultati del modello con periodo di pianificazione mensile e i valori di stock medio osservati storicamente, riportati entrambi in grassetto nella Tabella 30, si può osservare come per alcuni codici si abbia una buona aderenza, tenuto conto della semplicità del calcolo eseguito e di tutte le possibili contingenze che possono aver avuto luogo, mentre per altri si ha che il modello mostra delle giacenze medie a fine mese discretamente migliori, sintomo probabilmente di avvenuti

		modello			reale
		mese	1/2mese	sett	mese
521048	periodo di pianif.				
	giacenza media	1700,00	1255,71	998,57	
	giacenza a fine mese media	1954,35	895,53	789,65	2389,65
	n°sett di stkout	0	0	0	
370512	periodo di pianif.				
	giacenza media	5644,68	4550,00	4035,71	
	giacenza a fine mese media	6416,00	3592,47	3416,00	6785,71
	n°sett di stkout	0	0	2	
455210	periodo di pianif.				
	giacenza media	2172,34	1678,57	1335,71	
	giacenza a fine mese media	2413,18	1530,82	1295,53	1613,53
	n°sett di stkout	0	0	0	
548512	periodo di pianif.				
	giacenza media	12757,45	9100,00	7814,29	
	giacenza a fine mese media	12832,00	9302,59	8420,24	19233,47
	n°sett di stkout	0	0	1	
380038	periodo di pianif.				
	giacenza media	1797,17	1701,17	1415,46	
	giacenza a fine mese media	1907,35	1554,41	1201,47	2980,65
	n°sett di stkout	0	0	0	
512965	periodo di pianif.				
	giacenza media	507,96	270,31	271,83	
	giacenza a fine mese media	623,47	264,35	284,59	834,71
	n°sett di stkout	3	8	12	
346754	periodo di pianif.				
	giacenza media	281,70	158,57	135,57	
	giacenza a fine mese media	337,88	246,12	195,53	498,29
	n°sett di stkout	16	18	20	
346756	periodo di pianif.				
	giacenza media	490,60	503,11	425,97	
	giacenza a fine mese media	580,59	446,47	358,24	1418,65
	n°sett di stkout	7	7	7	
502742	periodo di pianif.				
	giacenza media	1785,13	1416,23	1130,51	
	giacenza a fine mese media	1984,53	1176,82	1283,35	1998,65
	n°sett di stkout	0	2	1	
542056	periodo di pianif.				
	giacenza media	1874,64	997,03	614,51	
	giacenza a fine mese media	2257,82	798,59	798,53	2997,06
	n°sett di stkout	1	5	11	

Tabella 30: risultati modello alimentato con la domanda reale del periodo compreso tra ottobre 2011 e febbraio 2013, e confronto con gli stock medio a fine mese osservato per i codici

miglioramenti nelle condizioni di fornitura che hanno portato a fissare nel modello dei parametri gestionali più favorevoli (quali LT o lotti minimi inferiori, ma possono essere state modificate anche le scorte di sicurezza) rispetto a quelli che effettivamente si aveva durante parte del periodo in questione; per uno dei codici, il cablaggio 346754 vi è inoltre da considerare il fatto che esso risulta essere comune anche ai sistemi ECS ed in tal caso il modello non potrà di certo emulare l'andamento delle giacenze reali mancando, a meno che non si sommi la domanda reale derivante anche da tali padri. Nella stessa tabella si può osservare che i codici relativi a moduli la cui domanda è affetta da una variabilità più elevata mostrano con i parametri di gestione attuali evidenti problemi di basso livello di servizio. Il codice che presenta maggiori difficoltà è il appunto il 346754: pensando di trascurare la sua comunanza con un altro prodotto (poiché adesso l'obiettivo non diventa più quello di valutare l'andamento reale delle giacenze nel loro complesso), quali sono dei parametri gestionali che garantiscono delle buone prestazioni logistiche? Le due grandezze su cui si può giocare, pensando che i suoi fabbisogni futuri vengano pianificati tramite una super bill, sono appunto il fattore di sicurezza k e le scorte di sicurezza del modulo pensate per affrontare la variabilità che affligge il mix di vendita; k chiaramente è comune a tutta i codici della super bill ed è fissato in base alla variabilità che affligge la domanda complessiva dell'insieme di prodotti ad essa afferenti, per cui il suo valore è già fissato secondo delle valutazioni simili a quelle realizzate nel paragrafo precedente. In quest'ultimo si era visto che con un periodo di pianificazione per il modulo codici comuni pari alla metà del mese un valore di k che garantisce buoni livelli di servizio e al contempo limitate giacenze medie (si veda ad esempio Tabella 25) è circa pari all'unità. Pensando di utilizzare un metodo di calcolo delle scorte di sicurezza simile a quello utilizzato nel caso di gestione a scorta, ovvero moltiplicando la deviazione della domanda storica osservata con una certa unità temporale per la radice del lead time (espresso rispetto il medesimo time bucket) e per un certo coefficiente di sicurezza (che abbiamo visto essere pari in teoria alla variabile gaussiana normalizzata z), si ottengono prendendo la deviazione della domanda mensile osservata durante un anno ($SQM_{ANNO}(DM)$ per il modulo in questione (che oltretutto contiene solamente tale codice) le SS riportate in Tabella 31.

z	ANNO	$SQM_{ANNO}(DM)$	SS
1	2011	109,12	164
1	2012	174,73	263
1,5	2011	109,12	246
1,5	2012	174,73	394

Tabella 31: SS per il modulo tipo cablaggio MDB

Fissando questi quattro valori delle scorte di sicurezza, il foglio di calcolo restituisce i parametri prestazionali riportati in Tabella 32; si nota quindi che solo tramite un elevato livello di scorte del modulo è possibile ottenere dei livelli di servizio decenti se si distribuisce i fabbisogni previsti del modulo su periodi di pianificazione inferiori al mese.

SS = scorte di sicurezza modulo =	164	k= 1		
periodo di pianif	mese	1/2mese	sett	
giacenza media	439,51	238,54	198,29	
giacenza a fine mese media	507,24	363,76	290,24	
n°sett di stkout	8	14	15	
livello di servizio percentuale	88,06	79,10	77,61	
SS = scorte di sicurezza modulo =	263	k= 1		
periodo di pianif	mese	1/2mese	sett	
giacenza media	527,40	314,34	269,89	
giacenza a fine mese media	602,53	442,53	366,71	
n°sett di stkout	2	7	12	
livello di servizio percentuale	97,01	89,55	82,09	
SS = scorte di sicurezza modulo =	246	k= 1		
periodo di pianif	mese	1/2mese	sett	
giacenza media	512,53	298,66	256,74	
giacenza a fine mese media	584,29	427,24	354,35	
n°sett di stkout	4	9	12	
livello di servizio percentuale	94,03	86,57	82,09	
SS = scorte di sicurezza modulo =	394	k= 1		
periodo di pianif	mese	1/2mese	sett	
giacenza media	653,32	431,17	382,31	
giacenza a fine mese media	733,12	566,06	476,06	
n°sett di stkout	0	0	0	
livello di servizio percentuale	100,00	100,00	100,00	

Tabella 32: prestazione logistiche restituite dal modello per le diverse scorte di sicurezza poste sul modulo

Considerazioni finali sullo studio svolto

Per quanto visto se l'obiettivo è quello di contenere le giacenze a fine mese, è sufficiente prendere come periodo di validità dei fabbisogni previsti per il modulo comune la metà del mese: mediando i risultati che si ottengono per i quattro codici del modulo in questione analizzati, si ottengono passando ad un periodo di pianificazione quindicinale, e assumendo un fattore di sicurezza $k=0,5$, delle riduzioni percentuali degli stock a fine mese di circa il 48% rispetto i valori osservati e del 37% rispetto i valori ottenuti tramite

simulazione con i medesimi parametri gestionali; se invece si guarda alla giacenza media a fine settimana, il cui confronto è possibile solo rispetto ai dati risultanti dal foglio di calcolo, la diminuzione si contiene al 24%. D'altra parte bisogna considerare che per i codici con lotti di riordino minimi con copertura inferiore al mese crescono anche il numero di ordini rilasciati: nel caso di lotti che garantiscono una copertura compresa tra il mese e le due settimane si è notato un aumento di ordinativi di circa il 10-15%; se si ha a che fare con lotti minimi con copertura molto limitata, caso assai raro, l'aumento di ordini può arrivare anche fino al 50%. Per quanto riguarda invece i moduli non comuni se si confrontano gli stock a fine mese ottenuti prendendo un periodo di pianificazione mensile, 0,5 come fattore di sicurezza e delle scorte di sicurezza date dal prodotto dello scarto quadratico medio della domanda mensile osservata nel 2011, per la radice quadrata del LT del codice, moltiplicato per il coefficiente di impiego del codice nel modulo, si ottengono delle giacenze a fine mese medie addirittura superiori a quelle osservate: questo è motivato dal fatto che, come si può osservare riguardando le tabelle a pagina 127 e 129, molti moduli presentano una domanda con degli scarti quadratici medi ridotti (e questo è legato alla già osservata concentrazione degli ordinativi su pochi codici PF), il che ha portato l'azienda ad eliminare le scorte di sicurezza dei relativi codici. Se anche per tali moduli si pensasse di passare ad un periodo di validità dei fabbisogni di metà mese, si otterrebbero allora delle diminuzioni relative % degli stock a fine mese medi rispetto a quelli osservati nell'ordine del 30% (5% rispetto i valori da simulazione). Per i moduli non comuni si dovrebbero comunque realizzare delle valutazioni ulteriori sul metodo di calcolo più opportuno da adottare per la definizione delle scorte di sicurezza.

Si pensi ora di assumere come ragionevole una diminuzione del 42,5% degli stock a fine mese dei codici appartenenti al modulo comune e del 17,5% per quelli dei moduli non comuni (valori ottenuti mediando tra la diminuzione rispetto il dato osservato e quella rispetto i valori ottenuti tramite simulazione con i parametri di gestione attuali): quale è la loro influenza sulle giacenze valorizzate a fine mese correlate alla produzione dei due prodotti in questione? Poiché non si hanno a disposizione le giacenze a fine mese medie valorizzate (storiche) di tutti codici interessati, si pensa di stimarne il valore andando a prendere in loro vece i tre quarti del valore d'impiego mensile dei codici. Si deve inoltre togliere dal computo le schede elettroniche poiché le loro consegne non vengono a dipendere dal calcolo MRP, in quanto gestite in conto aperto: eliminandole si ha che i rimanenti codici appartenenti alla common parts bill pesano per il 37% sul valore d'impiego medio complessivo (dei componenti della famiglia di prodotti in questione), mentre quelli

appartenenti agli altri moduli, sempre filtrando le schede, pesano per il 13%. Quindi prendendo i $\frac{3}{4}$ del valore d'impiego medio complessivo dei componenti delle gettoniere, moltiplicandolo per il peso del costo dei componenti del modulo comune su quello dei componenti nel prodotto medio (il 37% come suddetto) e per la diminuzione media relativa delle giacenze a fine mese ottenuta (il 42%), si ottiene il valore di circa 21.700 euro, mentre per quanto riguarda i componenti appartenenti ai moduli non comuni si ottiene un valore di circa 3.000 euro. Se invece si considera al posto delle giacenze medie valorizzate a fine mese la metà del valore d'impiego medio mensile si ottiene rispettivamente 14.480 euro e 2.000. Se queste sono le cifre sulle riduzioni delle scorte valorizzate a fine mese che indicativamente ci si potrebbe aspettare dall'implementazione delle succitate modifiche al gestionale (per i prodotti in questione, quindi lo studio andrebbe anche esteso alle varie famiglie di prodotti), ad esse andrebbero detratti gli accresciuti costi logistici legati al maggior numero di ordini da rilasciare per periodo, sia in termini di risorse umane, che in termini di un aumento dei costi di spedizione per quei codici che li prevedono, prima di ottenere una stima del guadagno da confrontare con i costi necessari per personalizzare adeguatamente l'ERP aziendale.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Francesco Da Villa, 2000, “La logistica dei sistemi manifatturieri”, ETAS
- [2] Pietro Romano, Pamela Danese, 2006, “supply chain management, la gestione dei processi di fornitura e distribuzione”, McGraw-Hill
- [3] “Listino Coges 2013”
- [4] Alberto F. De Toni, Roberto Panizzolo, Agostino Villa, 2013, “Gestione della produzione”, ISEDI