



**UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE**

**FACOLTA' DI INGEGNERIA**

---

Corso di Laurea triennale in **Ingegneria Meccanica**

**IL MILK RUN QUALE STRUMENTO PER LA RIDUZIONE DEI COSTI DI TRASPORTO**

**The milk run as a tool for reducing transport costs**

Relatore: Chiar.mo

**Prof. Filippo Emanuele Ciarapica**

Tesi di Laurea di:

**Giustino D'Arcangelo**

**A.A. 2020 / 2021**

*Alla mia famiglia e a tutti  
coloro che si sono rivelati  
importanti in questo percorso.*

## Sommario

Sommario .....	3
Indice delle figure .....	4
INTRODUZIONE.....	5
1. FLUSSO LOGISTICO ESTERNO .....	6
1.1 Introduzione e progettazione magazzino .....	6
1.1.1 Elementi del flusso logistico esterno .....	6
1.1.2 La progettazione dello stoccaggio e del magazzino.....	8
1.2 Milk Run e flussi di fornitura .....	9
1.2.1 Caratteristiche del milk run.....	9
1.2.1 Caratteristiche flussi di fornitura .....	10
1.3 Flussi di consegna e pianificazione pull della logistica.....	11
1.3.1 Caratteristiche dei flussi di consegna.....	11
1.3.2 Caratteristiche pianificazione pull della logistica.....	14
2. TRE CASI DI STUDIO SULL'UTILIZZO DEL MILK RUN NELLE AZIENDE .....	16
2.1 Il Milk Run in Pioneer .....	16
2.2 Il Milk Run in Ducati.....	18
2.3 Il Milk Run in Toyota.....	20
2.3.1 Toyota Motor Thailandia.....	21
3. TECNOLOGIE E METODOLOGIE MODERNE PER ESEGUIRE IL MILK RUN .....	24
3.1 Pianificazione del Milk Run .....	24
3.2 Milk Run 4.0 per la produzione intelligente.....	28

## Indice delle figure

Figura 1 - Il magazzino normale comparato al magazzino di flusso .....	9
Figura 2 - Grafico logistico per un magazzino di distribuzione .....	13
Figura 3 - Il sistema Milk Run in Pioneer .....	17

## INTRODUZIONE

Come è facile intuire, il nome milk run proviene dal metodo di rifornimento del latte utilizzato un tempo dalle famiglie. Quando il latte terminava, la famiglia esponeva la bottiglia vuota fuori dalla porta di casa in modo che il lattaio potesse ritirarla e mettere al suo posto una bottiglia con il latte fresco.

Il numero di bottiglie lasciate corrispondeva al numero di bottiglie che dovevano essere rifornite. Un bisogno soddisfatto in modo semplice e puntuale dal fornitore che costituiva un vantaggio per tutti.

Questo concetto trova oggi applicazione nella logistica industriale ed è un processo facente parte della logica lean che permette di velocizzare il flusso di materiale tra diversi fornitori grazie al passaggio di uno o più mezzi di trasporto che raggruppano le consegne e i prelievi.

In questo modo invece che effettuare viaggi di consegna e ritiro del materiale in un unico punto, un mezzo con logica milk run percorre un giro prefissato e si ferma in vari fornitori, consegnando oppure ritirando materiale in tutti i passaggi.

L'industria moderna organizza i trasporti di raccolta materiale prevedendo anticipatamente il fabbisogno medio delle linee produttive e ottimizzando i percorsi di approvvigionamento in modo da rendere efficienti le tratte percorse e allineando i tempi di trasporto con i tempi produttivi.

I trasporti vengono organizzati in base alla distanza fra gli stabilimenti, alla quantità e al tipo di materiale che deve essere trasportato.

Il materiale può essere inserito in contenitori riutilizzabili, studiati per migliorare gli ingombri e proteggere il materiale.

L'utilizzo di questi contenitori permette d'omologare i lotti consegnati, consentendo una migliore gestione del flusso produttivo e favorendo l'attuazione di sistemi di gestione della produzione di tipo pull, anche mediante l'utilizzo di sistemi kanban e la loro consegna ai fornitori per i successivi rifornimenti.

Questo sistema, in linea con l'approccio della produzione snella, è consigliato a quelle realtà in cui vi è una produzione in serie, dove l'organizzazione logistica è molto importante per favorire la consegna del prodotto finito nel tempo più breve possibile.

# 1. FLUSSO LOGISTICO ESTERNO

## 1.1 Introduzione e progettazione magazzino

Uno dei pilastri del modello Total Flow Management è il flusso logistico esterno. L'obiettivo della logistica esterna è quello di creare un flusso di contenitori one-pallet, come unità di base per il trasporto esterno, solitamente tramite container intermodali o camion. L'utilizzo di container in ingresso e in uscita dalle aree di immagazzinaggio comporta la necessità di ulteriori operazioni. Lo scopo sarà quello di eliminare tutti i tipi di muda, cioè gli sprechi, dai flussi della logistica esterna e fornire un servizio a valore aggiunto ai vari clienti.

Il modello TFM, si focalizza su:

- Supermarket;
- Ordini reali e consumo effettivo;
- Ottimizzazione del flusso;
- Standard work affidabile.

Il grande vantaggio di questo modello è di lavorare con segnali pull da parte del cliente.

In qualunque azienda manifatturiera possiamo separare il flusso logistico esterno in due parti: fornitura e consegna.

La fornitura comprende tutte le azioni che hanno luogo prima della consegna dei materiali e tutto il lavoro svolto all'ingresso dei materiali nel magazzino centrale.

La consegna comprende tutte le operazioni che si originano dal supermarket dei prodotti finiti verso i magazzini di ricevimento dei clienti.

### 1.1.1 Elementi del flusso logistico esterno

Gli elementi del flusso logistico esterno sono:

- Stoccaggio e progettazione del magazzino;
- Milk run;
- Flussi di fornitura;
- Flussi di consegna;
- Pianificazione logistica pull.

La progettazione del magazzino e del sistema di immagazzinaggio coinvolge lo stoccaggio e il layout, definendo celle e linee raggruppate in flussi di valore.

I parametri per tale raggruppamento possono essere la grandezza dei componenti, gruppi di clienti o tipi di ordine. Le zone di stoccaggio vengono organizzate in modo da soddisfare il criterio del flusso, il che vuol dire organizzare il layout a seconda degli articoli che possono essere classificati in high, medium e low runners.

Nel magazzino vengono create diverse celle logistiche che possono essere gestite per raggiungere un livello di scorte più basso e portare al massimo il flusso e la produttività.

Il milk run si occupa dell'organizzazione dei trasporti tra i vari elementi della supply chain; è necessario quindi il principio mizusumashi, che consiste in una navetta che percorre un circuito preassegnato con una determinata frequenza. Gli utenti della linea, sono consapevoli che i materiali arriveranno a un orario fisso. Questo permette di pianificare le operazioni di carico e scarico just in time.

Il milk run va dai fornitori esterni e potrebbe dover coprire distanza molto ampia, deve quindi includere l'uso di sistemi di trasporto intercontinentali in modo da creare un circuito affidabile e veloce di spedizioni.

I flussi di fornitura si occupano del processo di ingresso in una struttura di stoccaggio per clienti. L'obiettivo è ridurre le scorte, migliorare il servizio clienti e ridurre i costi logistici.

La progettazione della supply chain nella strategia del flusso di approvvigionamento è una parte fondamentale del Total Flow Management. Questa strategia dovrebbe coinvolgere i rivenditori e i fornitori in quanto parte del ciclo logistico pull. Il punto da cui partire nella progettazione di un sistema di flusso è la costituzione di un supermarket fornitore e un supermarket a bordo linea, a cui segue l'organizzazione, tra i due, di una linea shuttle mizusumashi, con un sistema di informazioni kanban. Alcuni flussi di fornitura richiedono cioè di discutere con i rivenditori o i fornitori la loro partecipazione ai compiti inclusi nel ciclo. Al grado minimo di partecipazione, le loro merci dovranno essere organizzate in un supermarket dal quale il conducente del milk run effettuerà il prelievo. Al grado massimo di coinvolgimento, il rivenditore o il fornitore dovrà assumersi la responsabilità di un ciclo di magazzino e della sua totale gestione.

I flussi di consegna trattano tutte le operazioni fisiche nei cicli logistici di consegna, nello specifico quelle di ingresso e di uscita effettuate nelle strutture di distribuzione dei prodotti. Lo scopo è lo stesso dei flussi di fornitura, creare un flusso e allo stesso tempo aumentare la produttività. Per lo

snellimento dei flussi di consegna si utilizza il magazzino di distribuzione di flusso. Questo magazzino riceve molte merci da centinaia di fornitori ed esegue centinaia di spedizioni ad altrettanti clienti. In questo caso, le operazioni in uscita sono più complicate di quelle in ingresso e i clienti localizzati a chilometri di distanza, sono solo esterni. Per questa ragione la progettazione del flusso di consegna si concentrerà su come riorganizzare e snellire le operazioni in uscita, trasporto e consegna ai clienti.

### 1.1.2 La progettazione dello stoccaggio e del magazzino

Un magazzino è un centro che ospita materiali in un punto di stoccaggio, in attesa di essere spediti al cliente. La sua funzione principale è quella di rendere disponibili i prodotti per il cliente finale in tempi di consegna ragionevoli. Quando un cliente richiede un articolo, bisognerebbe averlo a disposizione e spedirlo nel tempo più breve possibile, in quanto questo è il fondamento del sistema pull. La sfida dello stoccaggio e della progettazione del magazzino diventa avere la minima quantità di materiali, offrendo il servizio migliore al cliente. Il magazzino di flusso dovrà consegnare:

- Il giusto materiale;
- Nella giusta posizione;
- Nella giusta quantità;
- Con la giusta presentazione;
- Con efficienza.

Il raggiungimento di questi obiettivi richiederà però la minimizzazione di vari tipi di muda.

I magazzini tradizionali sono progettati sulla base di una pianificazione di tipo push e ordini di grandi lotti, per manovrare una grossa quantità di scorte che devono essere trasportate, stoccate e fatte uscire. Il magazzino di flusso, si basa invece su una pianificazione di tipo pull, mira a ottenere un flusso di materiali in entrata su base giornaliera quindi gli ordini saranno piccoli, frequenti e livellati.

I principi di stoccaggio e layout del magazzino a flusso sono:

- Il prodotto viene stoccato per tipologia e frequenza di rotazione in celle di stoccaggio;
- C'è una determinata locazione di stoccaggio di un prodotto specifico per ogni tipologia di componente e per codice componente;
- Consente lo stoccaggio di confezioni già idonee alla spedizione;
- Il sistema utilizza una gestione a vista;
- Le anomalie vengono tenute sotto controllo.

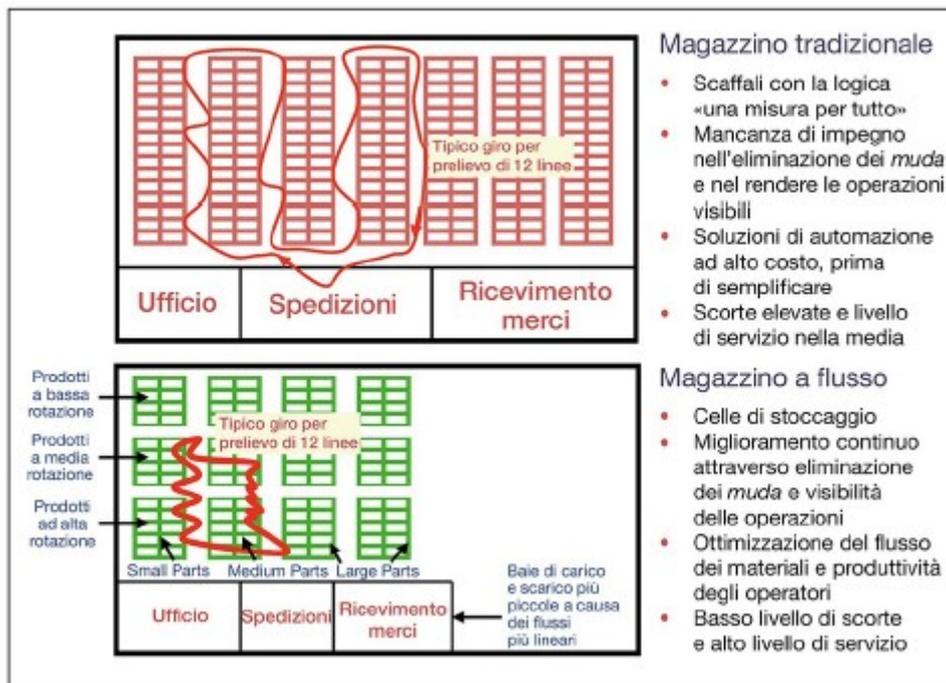


Figura 1 - Il magazzino normale comparato al magazzino di flusso

## 1.2 Milk Run e flussi di fornitura

### 1.2.1 Caratteristiche del milk run

Uno dei vantaggi del milk run è che permette un livellamento del lavoro su base giornaliera e stabilizza la manodopera nei magazzini e lungo tutto la supply chain. Un altro beneficio è che migliora la produttività delle operazioni di scarico e carico da parte del conducente e delle altre persone coinvolte, in quanto le consegne saranno effettuate alla stessa ora e dalle stesse persone. Per utilizzare il principio del milk run bisogna definire le politiche del customer service per la frequenza e i tempi di consegna.

La politica di servizio si divide in tre modalità:

- Servizio in giornata con prelievo autonomo: i clienti possono venire al magazzino tutti i giorni a una certa ora;
- Servizio in giornata per ordini ricevuti entro le dieci del mattino;
- Servizio nel giorno successivo per ordini ricevuti prima delle quattro del pomeriggio.

Questa politica consente ai clienti di pianificare le proprie scorte lungo delle linee di flusso e richiedere le proprie forniture secondo il proprio bisogno. Per servire ogni cliente secondo la politica

di servizio, il fornitore dovrà organizzare i programmi di spedizione e i percorsi standardizzati per le consegne.

Ci sono vari tipi di milk run a seconda della distanza tra i due punti più lontani del percorso.

Si possono dividere in:

- Milk run locale;
- Milk run su distanza;
- Milk run locale o su distanza con sosta presso un centro di smistamento, definito cross-docking.

Il cross-docking è una tecnica di preparazione degli ordini che coordina l'entrata delle merci e le spedizioni in maniera da evitare lo stoccaggio ed aumentare la velocità di consegna al cliente finale.

I vari tipi di milk run possono essere utilizzati nel seguente modo:

- Quando un prodotto è necessario in carichi multipli ogni giorno può essere usato un milk run di ogni tipologia;
- Quando un prodotto è richiesto raramente da uno specifico fornitore di prodotto potrebbe essere elaborata una soluzione che implica la consegna in giornata da parte di un comune trasportatore;
- Quando il fornitore è lontano da un percorso milk run, il costo della deviazione dal percorso potrebbe non motivarlo; una possibile soluzione per il fornitore potrebbe essere quella di rendere disponibile il prodotto in un sottomagazzino situato nel tracciato compiuto dal milk run.

### 1.2.1 Caratteristiche flussi di fornitura

Il dominio dei flussi di fornitura comprende tutte le operazioni necessarie per la gestione dei componenti in entrata fino al loro immagazzinamento nei punti di stoccaggio, cioè i supermarket pronti per il prelievo.

Le attività principali sono:

- Lo scarico dei contenitori dai camion nelle aree di transito;
- Il carico dei contenitori vuoti riciclabili dalle aree di transito sui camion;
- Controllo e smistamento dei contenitori pieni nei percorsi di consegna verso i supermarket interni;
- Smistamento dei contenitori vuoti per i singoli fornitori;

- Consegna e preparazione dei contenitori nei supermarket;
- Smaltimento dei rifiuti della logistica.

La produttività aumenta con l'eliminazione di tutti i movimenti che non aggiungono valore, mediante lo standard work.

Una strategia di flusso di fornitura dovrebbe essere progettata nella primissima fase del "viaggio" Total Flow Management, in modo da avere un quadro chiaro di come creare il flusso dal lato fornitura della supply chain. Quando si emette un ordine, ci si aspetta come prima cosa una consegna rapida da parte del fornitore. Per renderla possibile, il fornitore deve unicamente prelevare i contenitori necessari a coprire l'ordine e sistemarli sul milk run. Successivamente, quando si ricevono dall'altro lato del percorso del milk run, possono avere inizio le operazioni di scarico e di posizionamento dei componenti nel relativo supermarket.

Gli elementi di una strategia di flusso di fornitura sono:

- Pianificazione pull della logistica;
- Migliorare il sistema con la creazione del milk run;
- Scegliere contenitori che si possono riutilizzare;
- Organizzare lo stoccaggio nei supermarket;
- Mettere a flusso le operazioni in ingresso.

## 1.3 Flussi di consegna e pianificazione pull della logistica

### 1.3.1 Caratteristiche dei flussi di consegna

L'ambito dei flussi di consegna include tutte le operazioni di magazzino necessarie per la consegna dei prodotti finiti, fino al loro stoccaggio presso i punti di distribuzione, pronti per il prelievo per il cliente finale.

Una rete di distribuzione mondiale può essere molto complessa. Può comprendere tre tipi di magazzino: Centri principali di distribuzione, centri di distribuzione regionali e centri di distribuzione locali. In aggiunta a questa rete di magazzini, troviamo collocato, all'inizio della rete stessa, il magazzino dei prodotti finiti della fabbrica, che consegna i prodotti ai centri di distribuzione principali e a quelli regionali.

La creazione di un flusso dal lato consegna della supply chain dipenda da:

- Ordini di pianificazione pull o ordini di rifornimento in arrivo dai segnali di ripristino generati dal cliente finale;
- Una politica di spedizioni giornaliere, con trasporti organizzati in base al principio del milk run;
- La creazione di flusso e il miglioramento della produttività delle operazioni di distribuzione.

Il flusso ideale all'interno del magazzino può essere organizzato nel seguente modo:

1. Le unità logistiche da gestire fluiscono rapidamente e in maniera diretta dal camion in arrivo alla locazione di prelievo senza accumulare attesa dei materiali durante il processo;
2. Le medesime unità logistiche di consegna fluiscono velocemente e in maniera diretta dalla zona di prelievo al camion per la spedizione;
3. Tutte le operazioni sono ottimizzate in termini di standard work.
4. Ci deve essere una sola locazione per ciascuna Stock Keeping Unit, utilizzata per lo stoccaggio di tutti i materiali in attesa.

Modificare un magazzino tradizionale in uno di questo tipo non è semplice, vista la varietà di unità logistiche da movimentare e le quantità di scorte con cui si ha a che fare. Un altro fattore di complicazione è il fatto che la tipologia di unità logistiche può spaziare dai pallet pieni e delle casse piene ai singoli articoli. La soluzione è costruire molti magazzini più piccoli nell'ambito di uno più grande. Si hanno le seguenti tipologie di zona o celle: Scaffalature pallet-sized per lo stoccaggio di carichi in pallet, scaffalature pallet-sized per lo stoccaggio di articoli singoli e pesanti, scaffalature box-sized per lo stoccaggio di casse piene, scaffalature box-sized per lo stoccaggio di articoli singoli di medie dimensioni e scaffalature small sized per lo stoccaggio di articoli singoli di piccole dimensioni.

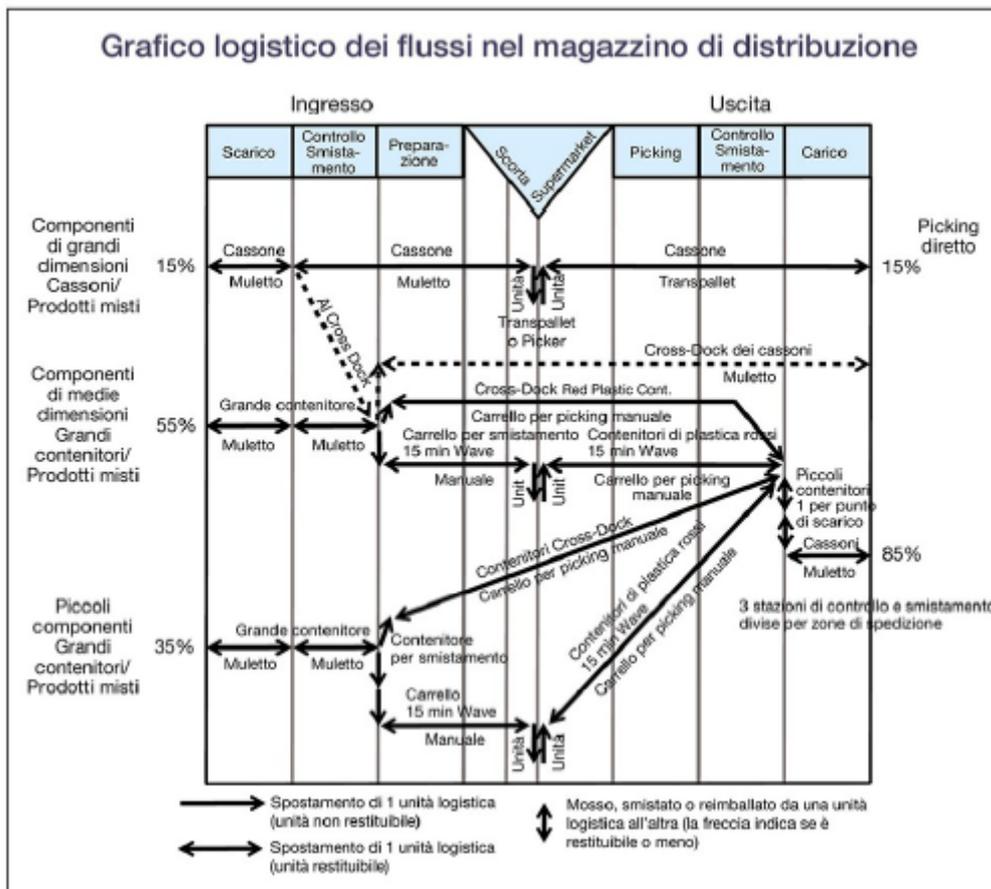


Figura 2 - Grafico logistico per un magazzino di distribuzione

La prima cosa da notare nella Figura 2 è la progettazione dello stoccaggio. L'unità logistica che deve essere stoccata è il singolo articolo. Ci sono tre celle di stoccaggio, per lo stoccaggio di componenti grandi, medi e piccoli.

Una strategia di flusso di consegna deve essere progettata all'inizio del percorso Total Flow Management.

Gli elementi di una strategia di flusso di consegna sono i seguenti:

- Elaborazione degli ordini;
- Flusso delle operazioni in entrata del magazzino, secondo il sistema di trasporto interno;
- Strategia di spedizione di tipo milk run, per consegnare ai clienti almeno una volta al giorno.

### 1.3.2 Caratteristiche pianificazione pull della logistica

La pianificazione pull della logistica riguarda il processo per decidere quanto e quando ordinare per ogni referenza di prodotto. Si inizia dalle necessità del cliente finale. La supply chain può aver determinato che il prodotto finale nel ciclo finale della catena sia un prodotto in stock, disponibile per la pronta consegna. In questo caso, al cliente finale basterà rivolgersi al magazzino al dettaglio e comprare il prodotto o ordinare il prodotto e attendere la consegna.

Il rivenditore dovrà decidere quando e quanto ordinare. Questa decisione può fondarsi su un algoritmo di pianificazione pull della logistica. Questa supply chain può essere composta da un rivenditore, un distributore regionale, un distributore centrale, la fabbrica, una prima serie di fornitori, una seconda e via dicendo. Ogni elemento della supply chain dovrà passare attraverso un suo specifico logistico pull. Questo processo di ordinazione è spesso afflitto dall'effetto Whiplash, colpo di frusta. Si tratta di una caratteristica dei sistemi tradizionali: piccoli cambiamenti della domanda del cliente finale producono un aumento della domanda in ogni ciclo della supply chain. Questo viene definito anche Effetto di Amplificazione della domanda. La variazione artificiale della domanda può essere ridotta concentrandosi su una migliore gestione del flusso di informazioni e sulla riduzione del suo lead time. Questo può essere semplificato da:

- Creazione di visibilità e collaborazione lungo la supply chain;
- Armonizzazione di programmi e previsioni, in un unico insieme di numeri per predisporre le previsioni al conseguimento dello stesso programma;
- Riorganizzazione delle responsabilità nel processo di ripristino scorte e applicazione dei sistemi pull VendorManaged Inventory, nei quali: il cliente condivide al fornitore dati in tempo reale su scorte e domanda e il fornitore si assume la responsabilità della ricostituzione dello stock presso il cliente, in base a regole concordate.

La pianificazione pull della produzione comporta la definizione della strategia di pianificazione per le referenze di prodotto, la programmazione della capacità su medio e lungo termine e infine la pianificazione degli ordini.

Per un puro ciclo logistico di tipo pull, i tre passaggi della pianificazione pull presentano alcune proprietà uniche e sono più semplici da implementare rispetto alla pianificazione pull della produzione. Il primo passaggio nella definizione della strategia è decidere quali referenze di prodotto saranno disponibili per la pronta consegna e quali dovranno essere ordinate. In questo modo il cliente può sapere quali articoli può avere in giornata e quali, invece necessitano di un tempo più lungo per la consegna. La pianificazione della capacità del ciclo logistico è correlata alla

verifica che sia i magazzini di distribuzione sia la rete di trasporto siano preparati a gestire un predeterminato volume di ordini. Ciò può essere fatto su base mensile, utilizzando le previsioni di capacità. La pianificazione degli ordini consiste nel decidere gli ordini effettivi da inviare ai fornitori. Il processo di pianificazione pull della logistica viene gestito automaticamente dal sistema informatico. Le operazioni manuali di programmazione sono limitate ad alcuni casi speciali relativi a ordini presunti e poco frequenti da parte del cliente. Questo sistema assicura un buon flusso di materiali e uno stock più funzionale.

## 2. TRE CASI DI STUDIO SULL'UTILIZZO DEL MILK RUN NELLE AZIENDE

### 2.1 Il Milk Run in Pioneer

Pioneer, la nota azienda di prodotti audio-video e GPS, ha sempre avuto un occhio di riguardo per la salvaguardia dell'ambiente e la riduzione degli sprechi. La produzione è da sempre basata su diversi stabilimenti in Giappone, con l'ausilio di azienda affiliate. In più vi sono all'incirca 300 fornitori totali aziendali. In passato, ogni stabilimento produttivo gestiva in maniera autonoma gli ordini e gli approvvigionamenti direttamente con i vari fornitori sulla base dei loro piani di produzione, anche se molte materie prime erano comuni. Questo produceva grandi quantità di stoccaggio prodotti, notevoli costi di trasporto e un notevole numero di mezzi in movimento. Questo tipo di organizzazione presentava molti problemi, costi di gestione alti e un impatto ambientale pari a tutti i chilometri percorsi da tutti i mezzi in azione per l'approvvigionamento.

Dopo un'attenta riflessione sui problemi causati da tale organizzazione, la Pioneer decise di progettare e implementare il proprio sistema Milk Run. La stessa Pioneer avrebbe organizzato il ritiro in sequenza, presso i propri fornitori, dei componenti di cui aveva bisogno e li avrebbe trasportati a Kawagoe, nella prefettura di Saitama, dove era stato realizzato il centro per i materiali e componenti della zona del Kanto. La gestione globale delle scorte sarebbe stata affidata a questo centro e le consegne ad ognuna delle due sedi produttive aziendali e alle aziende affiliate sarebbero avvenute in blocco, con il giusto assortimento di componenti. Per consegnare i componenti sarebbero stati utilizzati gli stessi veicoli usati, nell'andata, per i prodotti finiti delle sedi produttive. In questo modo, gli automezzi avrebbero viaggiato sempre a pieno carico, con una maggiore efficienza nel trasporto.

Il sistema Milk Run fu introdotto nel 2002, i fornitori interessati furono solo 18, mentre nel 2003 avevano già raggiunto il numero di 30, che corrispondeva a un decimo dei 300 fornitori aziendali presenti in tutto il Giappone. Il numero di casi al mese era di 22000, quasi il 30% degli 80000 totali. Prima dell'introduzione di questo sistema, ogni stabilimento aveva il suo sistema di ordinazione, di accettazione e di immagazzinamento dei componenti. Grazie al nuovo sistema, è stato possibile unificare aziendali le funzioni di approvvigionamento e gestione dei componenti, affidate al centro di approvvigionamento derivato a sua volta dagli uffici acquisti dei due stabilimenti. La gestione dei materiali è stata concentrata presso il centro materiali sotto la responsabilità di una società affiliata che, grazie un apposito contratto, si è occupata anche della scelta e dei rapporti con

le aziende logistiche. I risultati positivi nel corso del tempo accumulati hanno convinto l'azienda a realizzare nuovi Milk Run in altre zone del Paese, come è stato fatto tra i fornitori nel nord-est del Giappone. La semplicità di questo metodo ne ha favorito la diffusione anche in Italia. I buoni risultati ottenuti sia nell'industria che nei servizi dovrebbero convincere anche le imprese più restie a utilizzarlo dovunque possibile per diminuire l'impatto delle proprie attività sull'ambiente e per migliorare il proprio conto economico.

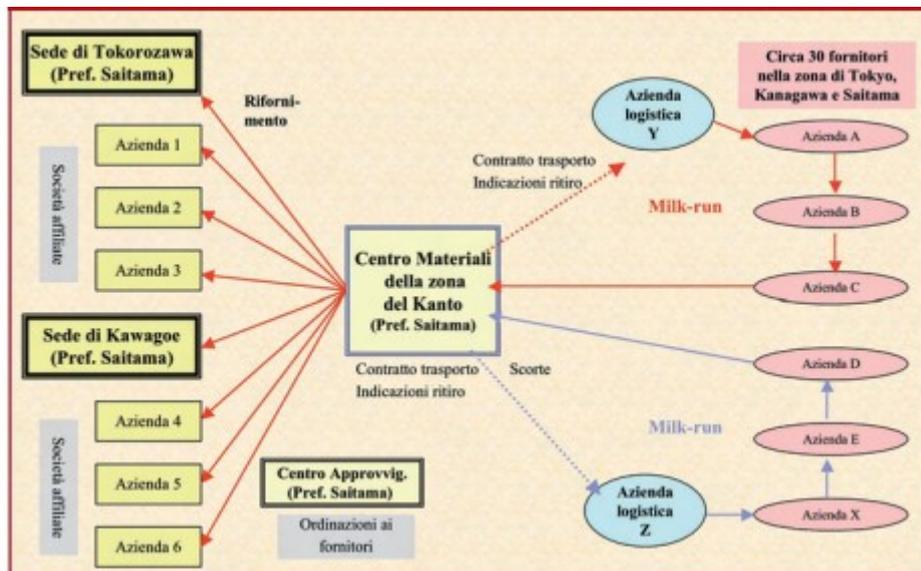


Figura 3 - Il sistema Milk Run in Pioneer

## 2.2 Il Milk Run in Ducati

La famosa azienda Ducati, fino al 2003, lasciava ai diversi fornitori il compito di portare i componenti per l'assemblaggio delle moto. Nel corso degli anni successivi Ducati ha sostanzialmente razionalizzato il numero di fornitori ma la mossa più radicale su costi ed efficienza è stata l'introduzione del Milk Run.

Fino ad allora, i fornitori consegnavano la merce secondo le loro esigenze e ovviamente, rincarando il costo del trasporto sui prodotti. Si aveva quindi una scarsa trasparenza del trasporto e un'incertezza sull'orario di arrivo della merce. Quando si è deciso di ordinare il maggior numero di componenti direttamente dalle linee produttive, tenendo al minimo possibile le giacenze in magazzino, sono sorte le difficoltà maggiori. I fornitori non erano capaci di assicurare la necessaria flessibilità.

In Ducati decidono allora di sperimentare un'altra formula. Invece che aspettare che siano i fornitori a consegnare è la stessa casa costruttrice a passare in ogni azienda per prendere i pezzi necessari alla produzione. I primi fornitori a mostrare interesse sono stati quelli presenti nel campo motoristico fra Modena e Bologna. Erano un numero consistente, una sessantina di aziende, pari a circa un terzo del portafoglio fornitori di Ducati. Viene intrapresa la strada dell'esternalizzazione di 3-4 mezzi, ognuno dei quali ogni mattina percorre una linea ben precisa, toccando una serie predefinita di fornitori. Terminato il giro, il mezzo rientra in Ducati e scarica il materiale a magazzino, direttamente sulla linea di assemblaggio. Le linee individuate sono tre: una copre la zona sud, cioè la fascia pedemontana fra Bologna e l'Appennino, la zona ovest, fra Bologna e Modena e una zona nord, fra Bologna e Ferrara. Quando il camion Ducati arriva ai cancelli dell'azienda sa ovviamente con esattezza quali e quanti pezzi deve prelevare. Con ciascun fornitore Ducati condivide un piano di produzione che solitamente ha un orizzonte previsionale di sei mesi e conferme dei pezzi effettivamente da produrre settimana per settimana.

Fin dall'inizio questo modello porta vantaggi importanti, soprattutto in termini di flessibilità. I mezzi riescono a garantire anche due consegne al giorno e vengono riempiti in funzione delle richieste di quel giorno.

L'esperienza è talmente positiva che nel giro di poco tempo si decide di replicare il modello agli altri fornitori italiani, situati quasi tutti fra Lombardia e Piemonte. Si decide di esternalizzare a Cablog, società di logistica e trasporti di Noale, molto importante sull'automotive e sulla grande distribuzione. La scelta viene fatta anche perché precedentemente al service era stata affidata

anche la gestione del magazzino di Bologna. L'organizzazione, a causa della distanza, è leggermente diversa rispetto all'esperienza emiliana. I mezzi Cablog passano tutti i giorni dai diversi fornitori per la consueta "colletta". Poi alla sera scaricano il materiale presso due depositi multi-customer Cablog: uno a Torino e uno a Milano. Ogni notte, dai due depositi, parte poi un mezzo che entro le sette del mattino consegna alla Ducati i pezzi raccolti durante la giornata.

Nel 2005 il progetto viene esteso anche all'Europa. La logica è sempre la medesima: pianificare e gestire i prelievi di merce presso i fornitori, consolidare la merce su alcuni centri di raccolta e trasportarla poi in Ducati. Ovviamente servendosi di un fornitore di logistica esterno, diverso però da Cablog. Per l'Europa viene scelto Sifte-Berti. La fortuna del costruttore è che i fornitori europei sono tutti concentrati in quattro distretti motoristici: La zona di Barcellona in Spagna, l'Austria, l'area attorno a Monaco di Baviera in Germania e il sud della Svezia. Si mettono in piedi quattro Milk Run, uno per ogni distretto. Ognuno dei quali converge su un deposito di consolidamento. Solo i giri in Austria e Baviera, per la prossimità, scaricano su uno stesso magazzino. Da ogni magazzino, settimanalmente, partono due o tre viaggi verso Bologna.

Nel 2007, a due anni di distanza anche l'operazione europea si dimostra positiva: Aumento della qualità del servizio, riduzione di circa il 15% dei costi di trasporto, aumento della rotazione del magazzino e diminuzione degli stock. Il progetto si estende allora anche ai fornitori asiatici.

Negli ultimi anni tutti gli sforzi degli ingegneri Ducati sono stati rivolti alla Lean Production, che contempla tanti obiettivi, fra cui: Portare a zero i difetti, ridurre i lead time di produzione, migliorare la qualità. Un aspetto molto importante è la riduzione all'osso delle scorte. Tanto che per il riordino delle componenti a più alto consumo viene adottato il cosiddetto sistema KanBan. Con questo sistema l'addetto al montaggio di linea dispone solitamente di 2-3 cassette contenenti il pezzo in oggetto. Quando la prima delle tre finisce, dalla sua postazione, attraverso la lettura ottica di un codice a barre, effettua in prima persona l'ordine al fornitore. L'ordine finisce direttamente ad alimentare il programma di produzione in mano al fornitore. Per dialogare con i fornitori, Ducati ha sviluppato, assieme alla software house Joinet, un portale web Manem, in cui il fornitore può consultare il proprio piano di produzione aggiornato in tempo reale, accedere a informazioni utili circa il proprio rapporto con Ducati e comunicare con la produzione.

## 2.3 Il Milk Run in Toyota

Toyota Motor Company è una delle più grandi case automobilistiche del mondo, con vendite di milioni di veicoli all'anno e sede nell'omonima città di Toyota in Giappone. Nel corso degli anni ha rapidamente aumentato le sue basi di produzione all'estero per far fronte all'espansione del mercato estero e infatti, ora mantiene 52 basi di produzione dislocate in 27 paesi.

Impiegano il Toyota Production System, TPS, che è stato sviluppato come metodo di produzione sistematizzato impiegato nello stabilimento di produzione. Il TPS copre l'approvvigionamento di parti e quindi il loro ritiro nelle aree urbane. Un concetto importante nel TPS è la produzione Just In Time che elimina, per quanto possibile, gli sprechi, quali: Attesa, scorte di magazzino e parti difettose. Ad esempio, se vengono prodotte solo le parti necessarie in piccoli lotti e trasportati alle linee di assemblaggio, si potrebbero ridurre le scorte riducendo al minimo il numero di parti difettose prodotte. Un altro concetto importante è il livellamento della produzione che implica la riduzione al minimo della differenza tra la quantità prodotta e la domanda.

Toyota affronta i problemi, come quelli elencati con tre concetti logistici:

- Il primo è logistica flessibile in grado di far fronte alla fluttuazione della domanda. Bisogna inoltre disporre di un sistema logistico sicuro, che dia importanza non solo alla velocità ma anche alla qualità del trasporto.
- Il secondo è la logistica con un vantaggio competitivo come risultato di "tempi di consegna minimi e costi inferiori". Include la riduzione dei costi logistici promuovendo la localizzazione dei fornitori di parti e rivalutando le aree Milk Run.
- Il terzo è la logistica con impatti ambientali minimi. La risposta all'ambiente è un problema importante non solo in Giappone ma anche a livello globale. Nel campo della logistica, l'obiettivo finale è quello di ridurre la quantità di scarichi di CO2 generati dalle attività di trasporto e diminuire la quantità di materiali di imballaggio e confezionamento utilizzati.

Come metodo per attualizzare questi concetti, utilizzano la distribuzione consolidata a pieno carico, attraverso ritiri frequenti di piccoli lotti da ciascun fornitore e la riduzione dei tempi di consegna; può essere adottata dopo che è stato eseguito il livellamento della produzione. Viene progettato per raccogliere merci da due o più fornitori contemporaneamente, aumentando la quantità di carico sufficiente per una distribuzione a pieno carico. La raccolta di merci Milk Run viene effettuata quando le merci vengono acquistate da fornitori nella periferia di impianto d'oltremare. Inoltre, in

molti casi, le transazioni (trasferimento di proprietà) vengono effettuate presso lo stabilimento del fornitore.

Toyota Motor Corporation personalizza i camion di raccolta ed esegue il percorso per ritirare le merci dai fornitori.

### 2.3.1 Toyota Motor Thailandia

La Thailandia è uno dei centri delle basi globali di Toyota Motor Corporation che si impegnano per la produzione di automobili che impiegano strategie globali. In Thailandia, sono in fase di costruzione alcuni sistemi di approvvigionamento e uno dei sistemi recenti è la logistica Milk Run. Questa logistica sta diventando uno dei sistemi standard di una versione estera di Distribuzione Just in Time. Nelle basi di produzione estere, la logistica Milk Run nel paese locale e il suddetto sistema di distribuzione internazionale vengono combinati e viene formato un sistema di approvvigionamento globale.

Toyota Motor Thailandia, TMT, mantiene tre basi di assemblaggio situate a Samrong, Gateway e Ban Pho.

Lo stabilimento di Samrong funge da base di imballaggio/spedizione per l'esportazione verso basi al di fuori della Thailandia. In TMT, le parti vengono acquistate da circa 120 fornitori. Questi fornitori vengono assegnati in tutta la Thailandia a seguito di una divisione di cinque zone in cui viene eseguita la logistica Milk Run. Due fornitori di servizi logistici intraprendono la logistica Milk Run che viene implementata utilizzando circa 600 camion. Una delle aziende più grandi che si occupano di logistica Milk Run è TTK Logistics. TTKL è una società logistica fondata nel 2002 per gestire la logistica Milk Run di TMT. Le sue attività sono suddivise in operazioni di trasporto e logistica. L'operazione di trasporto è composta da Logistica Milk Run per l'approvvigionamento locale di parti di automobili, che è l'attività principale e altre attività che includono una pianificazione ottimale del percorso. L'operazione logistica invece consiste nel Complete Knock Down, CKD, imballaggio delle parti per l'esportazione, consolidamento delle parti e lavori di magazzino in generale. I centri di camion che gestiscono un totale di 616 camion e 40 carrelli elevatori si trovano ad Amata Nakorn, Samrong, Costa orientale e Gateway.

La logistica Milk-Run per TMT è stata avviata da Toyota Tsusho Thailand nel 2001 e succeduta da TTKL nel 2003. Il numero di camion utilizzati per la logistica Milk-Run è stato ampliato a 565 camion nel 2007, mentre il numero di conducenti è aumentato a 1.081. Allo stato attuale, la logistica Milk-Run è in fase di implementazione per tre stabilimenti di TMT. Circa 50 percorsi di consegna sono

stabiliti per ogni stabilimento, che potrebbe essere modificato in caso di congestione del traffico. Solitamente vengono utilizzati camion a sei ruote ma nelle regioni che possono ospitare camion pesanti, vengono utilizzati camion a dieci ruote.

Poiché la logistica Milk-Run è strettamente correlata al piano di produzione dell'automobile, è stato stabilito uno stretto rapporto di collaborazione tra TMT, TTKL e i fornitori. La fabbrica di Samrong opera su due turni e le parti possono essere ordinate tramite e-kanban dividendo regolarmente l'importo giornaliero in 36 ordini al giorno. La produzione e i piani operativi determinati dal piano di lavoro, le informazioni sulle parti e le informazioni sulle merci consegnate sono trasmesse da TMT a TTKL. TTKL raccoglie le informazioni di base sui tempi di percorrenza e sulle distanze di trasporto necessarie per determinare i percorsi e li fornisce a TMT. TMT calcola quindi il volume di trasporto ogni giorno in base alle informazioni sulle parti, il file piano di produzione e dimensioni del contenitore e determina il piano di instradamento e programmazione utilizzando un sistema di ottimizzazione sulla gestione delle operazioni. Sulla base di questi risultati, TTKL prepara il piano di stivaggio e lo schema del camion.

Al momento, questa pianificazione è il processo che richiede più tempo. Ci sono casi in cui la pianificazione calcolata potrebbe non essere seguita a causa delle dimensioni dei contenitori non standard dei fornitori di parti e dei tempi di scarico scomodi. Pertanto, l'operazione viene ricontrollata manualmente per determinare se l'operazione è effettivamente possibile.

Nel funzionamento effettivo, una guida contenente il foglio di controllo del conducente, la scheda del codice del percorso, la scheda del terminale e l'etichetta del carrello è preparata dal responsabile delle operazioni del TTKL per una facile comprensione del piano operativo. Il responsabile delle operazioni assegna un conducente per ogni percorso e registra le informazioni sul percorso in un sistema di informazioni geografiche.

Il conducente compila il foglio di controllo in ogni fase dell'operazione. Durante l'operazione, il monitoraggio viene eseguito ogni minuto e il responsabile delle operazioni acquisisce le informazioni GPS e gestisce il movimento del camion. In caso di non conformità con il programma, come ritardo o velocità eccessiva, o se ci sono differenze nel percorso, le informazioni vengono visualizzate nel terminale del computer del centro operativo e il responsabile operativo rettifica la situazione chiamando l'autista sul suo telefono cellulare. In caso di congestione del traffico, viene selezionata una deviazione dai percorsi alternativi impostati in anticipo. Inoltre, in caso di incidenti, viene inviato un camion di emergenza e le merci vengono trasbordate e consegnate a destinazione nel rispetto dei tempi di consegna previsti. Al TTKL, è stato valutato che l'investimento in GPS era

appropriato tenendo conto dell'efficienza del carburante, riduzione d'incidenti e sconti sulle tariffe assicurative. I camion non richiedono computer di bordo e la gestione avviene semplicemente compilando il foglio di controllo. È possibile che il conducente venga guidato di conseguenza. I benefici prodotti da tale miglioramento sono quindi condivisi tra TTKL e TMT.

Il fornitore delle parti carica le parti in base a un piano di stivaggio. Al fine di evitare il crollo delle merci durante trasporto, TTKL protegge la merce con pannelli di protezione e cinture di sicurezza. Le merci vengono raccolte da diversi fornitori di componenti in base a un programma di raccolta e consegnati a una specifica area per camion nello stabilimento TMT. I tempi di arrivo sono entro più o meno dieci minuti dall'orario programmato. Ad esempio, se l'orario di arrivo è di circa 15 minuti oltre il tempo programmato, l'evento viene riconosciuto come deviazione di conformità rispetto al programma. Il tasso di deviazione di conformità relativa alla pianificazione, che è uno degli indicatori chiave di prestazione (KPI), è di circa il 5% in TTKL.

Per quanto riguarda invece le operazioni di scarico presso lo stabilimento TMT; L'autista scarica la merce nell'area di ricevimento e controllo utilizzando un carrello elevatore e carica i container vuoti. Viene fornito un tempo standard di 36 secondi per ciascuna attività di carico e scarico di cui sopra. Una volta completata l'elaborazione dei documenti, l'autista scambia le chiavi del carrello con le chiavi del camion e torna al TTKL terminale. L'autista di ritorno conferma quindi il contenuto del foglio di controllo con il responsabile delle operazioni. Se c'è nessuna irregolarità, l'operazione è andata a buon fine.

Per la Responsabilità del trasporto, dato che TMT si prende cura dei camion utilizzati nella logistica Milk-Run, è naturale pensare che questa responsabilità appartiene al fornitore di ricambi prima di caricare la merce sul camion e la responsabilità si sposta a TMT una volta che questi vengono caricati sul camion. In realtà, gli incidenti durante il trasporto e i danni occulti sono coperti dall'assicurazione di trasporto di TTKL e l'assicurazione è pagata a TMT. Tuttavia, poiché TMT non può ricevere e controllare la merce presso il produttore delle parti, TMT insiste sul fatto che i diritti di proprietà cambino dopo aver ricevuto e vengano completate le verifiche presso lo stabilimento di arrivo TMT. Pertanto, la logistica di Milk-Run è vaga in materia di responsabilità turnover.

## 3. TECNOLOGIE E METODOLOGIE MODERNE PER ESEGUIRE IL MILK RUN

### 3.1 Pianificazione del Milk Run

Per organizzare questo sistema di trasporto, c'è bisogno di pianificazione. Innanzitutto, bisogna identificare il tipo di treno. Per la logistica esterna è un camion o un furgone, mentre per la logistica interna può essere un operatore Mizu da "Mizusumashi" che spinge un carrello o più comunemente che traina un numero di carrelli con un trattore elettrico.

Si può anche utilizzare veicoli a guida automatica che consentono di consegnare i materiali senza conducente. Per scaricare i contenitori pieni e caricare i vuoti è necessaria la presenza di un operatore o di un sistema Karakuri. Questo sistema pone le sue radici in Giappone e si basa sull'utilizzo di soluzioni meccaniche, semplici da implementare ma efficaci per la riduzione degli sprechi e la gestione ottimale della produzione. Prevede la messa in pratica dei seguenti punti cardine:

- Evitare l'utilizzo dell'azione dell'uomo o di azionamenti pneumatici, idraulici o elettrici per lo spostamento degli oggetti, che deve avvenire solo grazie all'energia meccanica generata;
- Studiare modalità creative di utilizzo dell'energia a disposizione, tramite la combinazione di diversi sistemi, in modo da usare tutta la potenzialità dei dispositivi Karakuri;
- Creare dispositivi e attrezzature che si arrestino automaticamente a lavoro compiuto;
- Sfruttare la creatività di tutti i membri del gruppo di lavoro;
- Limitare i costi, puntando anche a strutture che permettano una manutenzione agevole e rapida.

L'applicazione del principio e l'utilizzo di soluzioni per il Karakuri permettono di ottenere diversi vantaggi. Tra questi abbiamo una migliore qualità del lavoro, una maggiore sicurezza dei lavoratori e soprattutto una riduzione di costi e di tempi.

I dispositivi Karakuri sono utilizzati per numerosi scopi, andando in questo modo a incidere sulle attività di un'azienda da diversi punti di vista. Tra le soluzioni principali abbiamo quelle legate alla movimentazione di carichi ma anche quelle connesse con l'orientamento dei materiali. Il Karakuri può essere usato anche per quello che riguarda l'ergonomia della postazione di lavoro. Grazie a questo principio si ottiene un notevole miglioramento della produttività ma non è tutto, infatti i benefici di questo approccio incidono anche sulla qualità e la sicurezza aziendale, che si mantengono

elevate nel tempo. Gli errori e i malfunzionamenti sono resi meno frequenti e i tempi, di conseguenza si riducono. Con un risparmio importante di energie e risorse, si migliora l'efficienza di molte attività, il che si traduce in una maggiore soddisfazione dei lavoratori, messi nelle condizioni di lavorare meglio e più rapidamente.

I trattori elettrici generalmente trainano carrelli con ripiani per gestire i piccoli contenitori, trolley con pianale per trasportare interi pallet o carrelli dollies per movimentare pile di cassette. Il sistema Milk Run è ottenuto grazie al timone di traino integrato nella parte anteriore del carrello, che consente di collegarli insieme e di realizzare treni logistici ottimizzati per l'asservimento delle linee. Queste consegne sono più efficienti se con un treno di carrelli Tugger si lascia direttamente i carrelli o i container presso le postazioni di montaggio.

Se è possibile, è meglio organizzare il carico dei carrelli in modo da tenere raggruppati i materiali per destinazione. Se si caricano i carrelli manualmente bisogna fare attenzione all'ergonomia nello studio del carrello e nel dimensionamento delle UDC, Unità Di Carico, cercando di non superare i 10 kg per cassetta. Si possono dotare i carrelli di un telo di copertura in caso dovessero attraversare percorsi all'esterno, per proteggere i materiali dagli agenti esterni come polvere, acqua e sole.

Il magazzino centrale deve essere facilmente accessibile al Milk Run e il materiale prontamente disponibile. Il materiale può essere gestito su scaffali a gravità "supermarket" con logica FIFO, cioè primo ad entrare primo ad uscire, o in caso di quantità più elevate può essere stoccato a pavimento su pallet con chiara identificazione dei componenti. Se il materiale è prelevato manualmente bisogna cercare di progettare gli scaffali modulari in logica ergonomica.

Spesso il magazzino di origine viene utilizzato per il reimpaccaggio. Se i componenti arrivano in contenitori non idonei all'asservimento alle linee, per dimensioni o tipologia di materiale, diventa fondamentale suddividerlo in cassette in plastica riutilizzabile più piccole denominate VDA KLT studiate per ottimizzare gli ingombri e proteggere il materiale utilizzandoli anche in ambienti protetti che poi saranno gestiti dal Milk Run. L'utilizzo di contenitori ritornabili favorisce la standardizzazione di lotti consegnati consentendo un miglior controllo dei flussi produttivi, favorendo l'implementazione di sistemi di gestione di produzione tipo pull anche mediante l'uso del sistema Kanban e la loro consegna ai fornitori per successivi rifornimenti.

Un'alternativa è il Kitting, dove l'operatore seleziona le parti diverse in un kit. Il vantaggio del kit è la massima flessibilità nel fornire parti personalizzate, come richiesto dal montaggio, azzerando completamente le scorte in linea. La grande sfida è assicurare zero errori di prelievo. Eventuali disguidi, possono comportare la mancata sequenza delle parti o il fermo linea o costose

rilavorazioni. Per questo un sistema Poka Yoke, può essere d'aiuto, identificando il kit occorrente, indica in sequenza i componenti da prelevare e in quale quantità.

A destinazione, in postazione di montaggio è necessario un SAG o Supermarket completo di corsie scorrevoli o scivoli per la gestione FIFO delle parti. L'addetto all'asservimento linea caricherà dal retro i contenitori pieni e rimuoverà le cassette dalle corsie di ritorno vuote. Ogni corsa è assegnata a un unico componente.

La sfida più grande quando si imposta un sistema Milk Run è la pianificazione, la creazione del percorso e il timing. Questo è il fattore determinante di fattibilità e può richiedere molte prove. Il layout della fabbrica è fondamentale per impostare i percorsi del Milk Run. Le aree del percorso e la distanza dal magazzino alle diverse stazioni di assemblaggio svolgono un ruolo importante nell'efficienza del percorso.

L'ausilio di tecniche di gestione KanBan, nella sua applicazione più moderna E-Kanban, consente all'addetto in produzione di effettuare il riordino del materiale al fornitore non appena viene consumato, semplicemente leggendo il barcode del cartellino presente sulla cassetta KLT in cui è contenuto o con l'applicazione di sensori wireless sulle corsie dello scaffale che si attivano con la rimozione della cassetta e inviano un segnale al sistema di controllo centrale di approvvigionamento, garantendosi la giusta disponibilità di scorta a bordo linea.

Per dimensionare correttamente un sistema Milk Run bisogna aver ben chiaro alcuni fattori:

- Capacità del treno;
- Spazio sulla postazione di lavoro;
- Materiale necessario;
- Frequenza di passaggio;
- Layout.

Il fattore più critico è lo spazio in linea di montaggio, quindi l'obiettivo del Milk Run è ridurre al minimo l'utilizzo.

La prima cosa da capire è di quanto materiale necessitiamo sulla linea. Bisogna sempre avere almeno una scatola per tutto il tempo. Quando un contenitore viene svuotato, il Milk Run lo raccoglie al primo giro e al successivo riporta il pieno. Nel caso peggiore il contenitore si svuota appena dopo il passaggio del Milk Run, in questo caso si deve attendere un ulteriore ciclo per l'approvvigionamento. Pertanto, c'è bisogno di spazio sufficiente in postazione per due cicli del Milk Run più una scatola. Questa scatola extra è il buffer di sicurezza per le fluttuazioni del tasso di

consumo in montaggio. Durante il normale funzionamento metà dei materiali si trovano in postazione di montaggio, il resto si trova sul Milk Run e in magazzino.

Per determinare quanto materiale è necessario per coprire due tempi di ciclo bisogna determinare i materiali che servono al montaggio, il tasso di consumo e le unità di carico.

Ad esempio, supponiamo di aver bisogno di un pezzo ogni 60 secondi "Consumption Takt". Se l'Unità Di Carico "UDC" è 10 pezzi, un contenitore sarà sufficiente per 10 minuti.

Quindi se il tempo ciclo "Cycle Time" è 1 ora si avrà bisogno di 6 contenitori + 1, quindi totale 7 contenitori per questo componente.

La formula sarà quindi:

$$\text{N}^\circ \text{Cassette} = (2 \times \text{Cycle Time}) / (\text{Consumption Takt} \times \text{UDC}) + 1;$$

Questo calcolo deve essere ripetuto per tutti i materiali da approvvigionare con il Milk Run. Il tasso di consumo e le unità di carico possono variare a seconda del materiale.

Dopo aver calcolato le scorte necessarie per impostare un sistema Milk Run dobbiamo dimensionare correttamente lo spazio necessario sul treno. Per ogni componente dobbiamo ritirare le scatole vuote solo dopo la consegna delle piene. Quindi, per dimensionare il Milk Run si utilizza un ciclo di contenitori per tutti i componenti, oltre ai buffer di sicurezza.

Analogamente ai calcoli precedenti, il numero totale di scatole per dimensionare il mezzo:

$$\text{N}^\circ \text{Cassette} = \text{Cycle Time} / (\text{Consumption Takt} \times \text{UDC}).$$

Per pianificare il layout del Milk Run è necessario innanzitutto pianificare le fermate e le relative stazioni da servire. Bisogna creare un elenco di fermate in cui il Milk Run dovrebbe fornire il materiale indicando quali materiali servire. Successivamente determinare il percorso, che viene fatto collegando le fermate in modo logico.

È fondamentale tenere in considerazione il tempo necessario per eseguire il percorso, considerando un buffer di sicurezza nella pianificazione. Se la corsa rimane indietro, l'intera linea di montaggio si rallenta. Un'alternativa al guidatore umano sono i veicoli a guida automatica AGV.

Ci sono alcuni fatti da considerare nel calcolo dei tempi:

- Tempo necessario per percorrere il percorso;
- Tempi di fermata con relativi carichi e scarico materiali;
- Tempo necessario per caricare il treno Milk Run in magazzino;
- L'operazione per riempire le scatole vuote può comportare tempi maggiori rispetto la consegna alla stazione di montaggio, soprattutto se richiedono ulteriori lavorazioni di rimballo o taglio.

La maggior parte dei treni Milk Run sono composti da cinque vagoni ma questo dipende dal layout, deve essere in grado di muoversi in sicurezza e facilmente lungo il percorso.

Quindi riassumendo, per iniziare la pianificazione del percorso dal magazzino bisogna aggiungere le fermate compresi i tempi correlati (cioè il tempo di guida, di fermata e di carico) e unire le fermate in senso logico lungo la linea. Ogni volta che viene raggiunto il tempo limite o lo spazio disponibile sul treno, si deve chiudere il ciclo e iniziare il successivo. Non bisogna dimenticare di considerare il viaggio di ritorno. Quando si crea un sistema Milk Run è fondamentale monitorarlo per giorni o settimane, consultando i conducenti e gli addetti al montaggio per eventuali problemi. Potrebbe essere necessario aumentare le soste o la frequenza di consegna oppure utilizzare scatole più piccole.

Ci sono varie tipologie di Milk Run:

- Milk Run Puro: Con definizione di percorsi, orari di transito e spazi riservati per consegna e ritiro;
- Milk Run Ibrido: Si definisce la cadenza di transito dai punti di presa/consegna lasciando indefiniti orari e quantità. Ad esempio, un mezzo che il lunedì/giovedì va in Lombardia, martedì/venerdì in Emilia e il mercoledì in Veneto;
- Milk Run libero: Si dedica un mezzo a servire una determinata area e poi si organizza il viaggio in funzione delle richieste, intervenendo per l'ottimizzazione del viaggio solamente quando le richieste superano la capacità operativa (Saturazione di peso, volume o tempo). Ad esempio, mezzo che la mattina visita i fornitori ad est dell'azienda e il pomeriggio ad ovest, ma che può variare in relazione alle necessità.

### 3.2 Milk Run 4.0 per la produzione intelligente

L'industria 4.0 è anche definita fabbrica intelligente o produzione intelligente. La produzione intelligente pratica un sistema intelligente di movimentazione dei materiali. Questa caratteristica può migliorare la qualità del sistema Milk Run convenzionale, permettendo un ambiente di produzione molto robusto. Il Milk Run 4.0 è un sistema dinamico, costituito da un treno di alimentazione con una mappa digitale predeterminata. Il macchinista dovrà eseguire una sequenza specifica di attività. Sarà fornito con le informazioni sul punto di consegna, ritiro della consegna o tempo di consegna e la quantità di materiali da consegnare.

La produzione intelligente combina informazioni provenienti da diverse parti. Queste informazioni vengono utilizzate per formare un'istruzione che sarà seguita nelle linee di produzione o nella rete complessiva composta da fornitori, produttori e clienti. L'istruzione verrà utilizzata per rendere il processo di produzione più preciso. Sarà disponibile uno spazio aperto per fornitori e produttori per prendere decisioni sulla base di fatti e dati. In questo modo, il personale correlato potrà vedere la soluzione basata su un'immagine intera.

L'utilizzo del Milk Run 4.0 include un treno che può mappare i suoi file percorso digitalmente. Durante la raccolta del materiale dalla produzione o raccogliendo pezzi dal magazzino il sistema identifica: La stazione di cambio magazzino, tempo di cambio magazzino e l'importo del cambiamento. Questo diventa possibile utilizzando il codice a barre o QR code in ogni stazione. Ogni volta che viene effettuata una fornitura o un ritiro, viene registrato e aggiornato sul computer. Quindi, il primo passo per implementare il Milk Run 4.0 è applicare codici a barre a tutti i documenti, pallet, stazioni di prelievo o consegna che possono essere registrati con mezzi elettronici. Nel passaggio successivo, devono essere sfruttati sia il file sistema di pianificazione delle domande che il sistema di controllo aziendale. Lo faranno istantaneamente lettori di codici a barre e tablet che sono forniti ai dipendenti interessati. I dati generati saranno raccolti e registrati in forma digitale, in modo che verrà creata una mappa trasparente che potrà dare un quadro completo del flusso di materiale attraverso la produzione. Sarà possibile con l'ausilio di operatori logistici. Gli operatori scansioneranno i codici a barre allegati ai documenti che hanno ricevuto. Le informazioni scansionate verranno inserite nel sistema di pianificazione basato sul numero di ordini da spostare. Questo processo sarà effettuato per mezzo di una domanda data sul tablet ai dipendenti. Una procedura simile sarà eseguita nel ritiro e nelle stazioni di consegna. Quindi da un materiale virtuale verrà creata la mappa di flusso. Nella fase successiva, la mappa virtuale si trasformerà in un percorso che contiene il tempo per separazione e interruzione. Queste informazioni verranno visualizzate sul display del tablet dell'autista del Milk Run. Inoltre, per il calcolo verrà applicato un algoritmo intelligente, che fornirà il tempo di viaggio ottimale sulla base dei numeri di viaggio effettuati ogni giorno e la quantità di materiale richiesta. Il Milk Run 4.0 è più efficiente e flessibile rispetto al convenzionale Milk Run in stabilimento. Le aziende manifatturiere dovrebbero concentrarsi sull'attuazione di questo schema logistico in stabilimento per essere in grado di tracciare il flusso di materiale in tutta la produzione. Man mano che le informazioni saranno disponibili, tutti coloro che lavorano per la logistica di produzione avranno una chiara linea guida per interagire in qualsiasi situazione.