



UNIVERSITÀ DI PISA

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'ENERGIA DEI SISTEMI
DEL TERRITORIO E DELLE COSTRUZIONI**

**RELAZIONE PER IL CONSEGUIMENTO DELLA
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA GESTIONALE**

**Ottimizzazione del processo di approvvigionamento nella
produzione su commessa in Prysmian Group - Livorno**

SINTESI

RELATORE

IL CANDIDATO

Prof. Ing. Riccardo Dulmin
Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni

Asia Nocchi

SOMMARIO

Questa tesi illustra i risultati ottenuti dal lavoro svolto durante il tirocinio nello stabilimento del Gruppo Prysmian Cavi e Sistemi Italia S.r.l. di Livorno. Le soluzioni individuate hanno lo scopo di ridurre il tempo di consegna al cliente e renderlo più affidabile. Lo studio è partito dall'analisi del processo di gestione delle commesse, al fine di individuare le attività coinvolte e la misura in cui esse impattano sullo svolgimento del processo. Dati i risultati, le successive analisi si sono concentrate sulle attività del processo di approvvigionamento, esaminate attraverso l'uso di metodologie scalabili e replicabili. L'indagine ha permesso di determinare il livello attuale delle performance del processo ed evidenziare le cause che concorrono a generare elevati tempi di fornitura. I risultati ottenuti sono stati utilizzati per individuare le aree sulle quali intervenire al fine di soddisfare il livello di servizio richiesto dal cliente finale. Per ogni area sono state prodotte delle nuove procedure operative, basate su adeguati parametri, che hanno permesso di migliorare la gestione degli approvvigionamenti ed eliminare le attività a non valore aggiunto.

ABSTRACT

This thesis shows the results obtained by the work done during the internship in the Prysmian Group's plant in Leghorn. The solutions identified are intended to reduce the delivery time for the customer and make it more reliable. The study started from the analysis of the process of management of the orders, in order to identify the activities involved and the extent to which they impact on the progress of the process. The subsequent analysis focused on the activities of the procurement process, examined using scalable and replicable methodologies. The investigation has allowed to determine the current level of process performance and to highlight the causes that contribute to generating high supply times. The results obtained were used to identify the areas on which priority actions should be taken in order to meet the level of service required by the end customer. New operating procedures have been produced for each area, based on appropriate parameters, which have allowed to improve supply management and eliminate non-value added activities.

1. IL CONTESTO AZIENDALE E LA GESTIONE DELLE COMMESSE

Il lavoro di tesi è stato realizzato durante il periodo di stage svolto presso lo stabilimento del Gruppo Prysmian Cavi e Sistemi Italia S.r.l., situato a Livorno. Lo stabilimento si occupa della realizzazione di accessori per cavi ad alta tensione adibiti alla trasmissione di energia elettrica. La modalità di produzione su commessa adottata dall'azienda pone le esigenze del cliente al centro dei processi aziendali, rendendo fondamentale riuscire a garantire un adeguato livello di servizio. Le commesse, oltre all'accessorio prodotto internamente dallo stabilimento, richiedono anche dei componenti approvvigionati da fornitori esterni, necessari all'installazione in sito. Al fine di individuare le aree da migliorare nell'ottica di garantire un adeguato livello di servizio al cliente finale, è stato innanzitutto necessario mappare il processo di gestione delle commesse. Le attività principali sono riportate in Fig. 1.1.



Figura 1.1: Attività per la gestione delle commesse

2. ANALISI DEL PROCESSO DI APPROVVIGIONAMENTO

Da un'analisi effettuata su un campione di sedici commesse è risultato che per il 44% di esse l'attività di approvvigionamento ha rappresentato il collo di bottiglia, concludendosi in media dodici giorni più tardi rispetto alla data di fine produzione e ritardando la consegna al cliente.

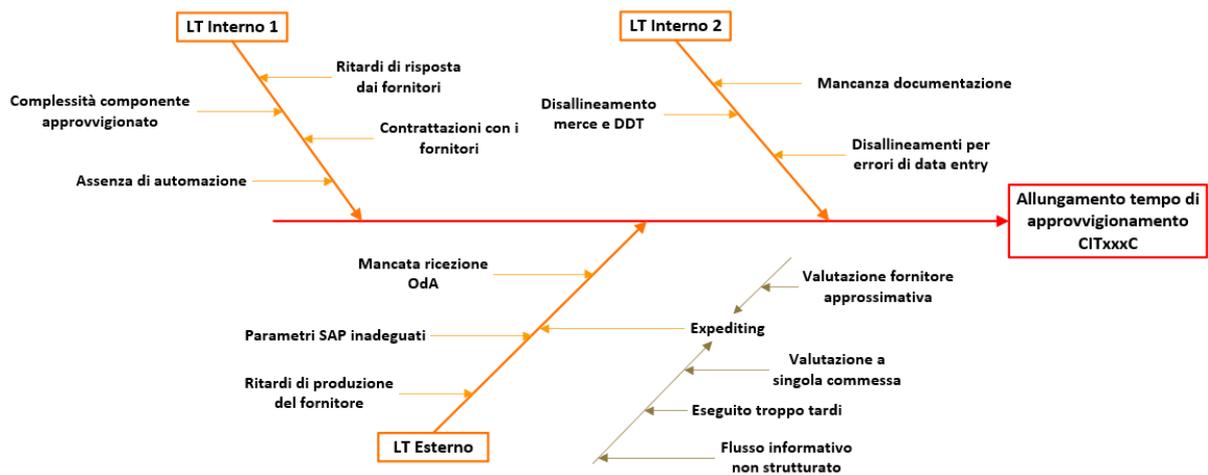


Figura 2.1: Diagramma causa-effetto lead time di approvvigionamento

I successivi studi si sono concentrati sull'analisi del processo di approvvigionamento: il lead time totale è stato suddiviso in tre intervalli temporali (Lead time Interno 1, Lead time Esterno e Lead time Interno 2) e per ciascuno di essi sono state identificate le cause che ne determinano l'allungamento (Fig.2.1).

Il Lead time Interno 1 è il tempo impiegato per trasformare la richiesta di acquisto in un ordine ad un fornitore. È molto variabile e dipende dalle caratteristiche del componente acquistato, dall'efficienza dell'ufficio acquisti e dai tempi di risposta dei fornitori. La Fig. 2.2 mostra l'impatto di tale intervallo sul lead time totale di approvvigionamento.

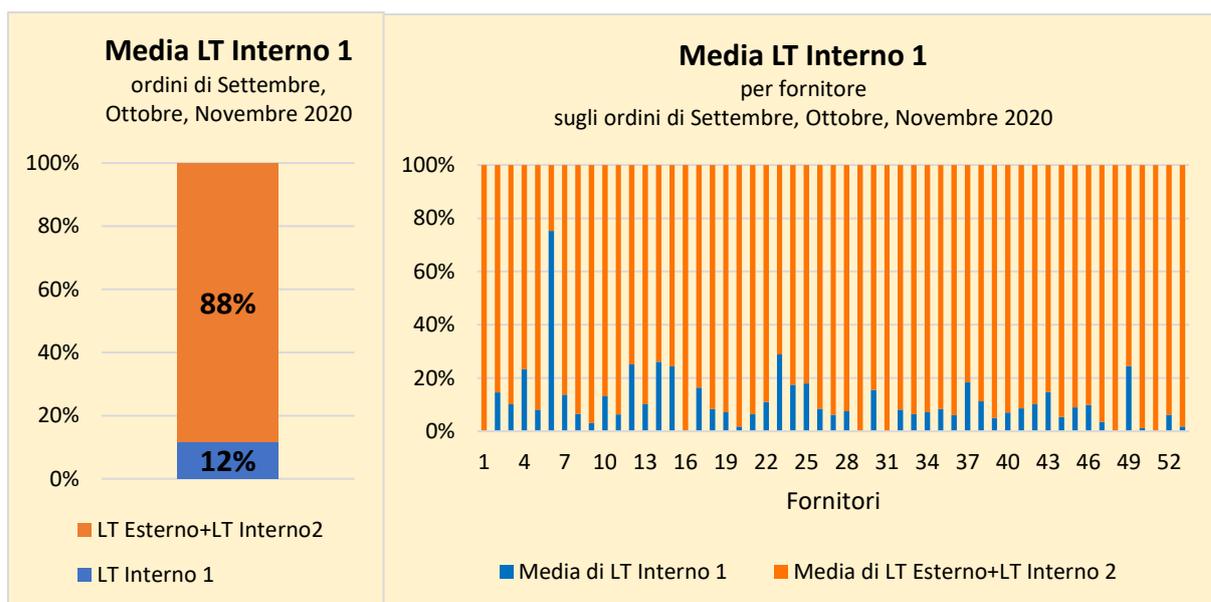


Figura 2.2: Impatto del Lead time Interno 1

Il Lead time Esterno è il tempo che intercorre tra l'invio dell'ordine di acquisto al fornitore e la consegna della merce a magazzino. Ad esso non corrisponde un valore puntuale dato dalla somma dei tempi di produzione dei fornitori e dai tempi di consegna, ma piuttosto a un range di valori all'interno del quale esso oscilla. La varianza di tale parametro dipende principalmente dal livello di servizio dei fornitori esterni. Anche se il Lead time Esterno dipende da fattori esterni e non è direttamente influenzabile, analizzare le modalità di impiego interne di ciascun componente, valutandole assieme alle performance del fornitore che lo approvvigiona, permette di individuare la modalità di gestione più adeguata per i componenti in modo da evitare che il loro approvvigionamento generi un collo di bottiglia nell'evasione dell'ordine del cliente.

Innanzitutto sono state effettuate attività di stratificazione e classificazione al fine di individuare un ristretto gruppo di componenti da analizzare. La classificazione (Fig. 2.3) è stata effettuata partendo dai prodotti finiti consegnati ai clienti da inizio 2019 fino ad Agosto 2020,

divisi in classi tramite l'analisi ABC effettuata sia sul fatturato generato dalla vendita (F) che sulla quantità di commesse che hanno richiesto ciascun prodotto (Q). La classe A corrisponde a valori di fatturato e quantità alti, mentre le classi B e C corrispondono a valori bassi.

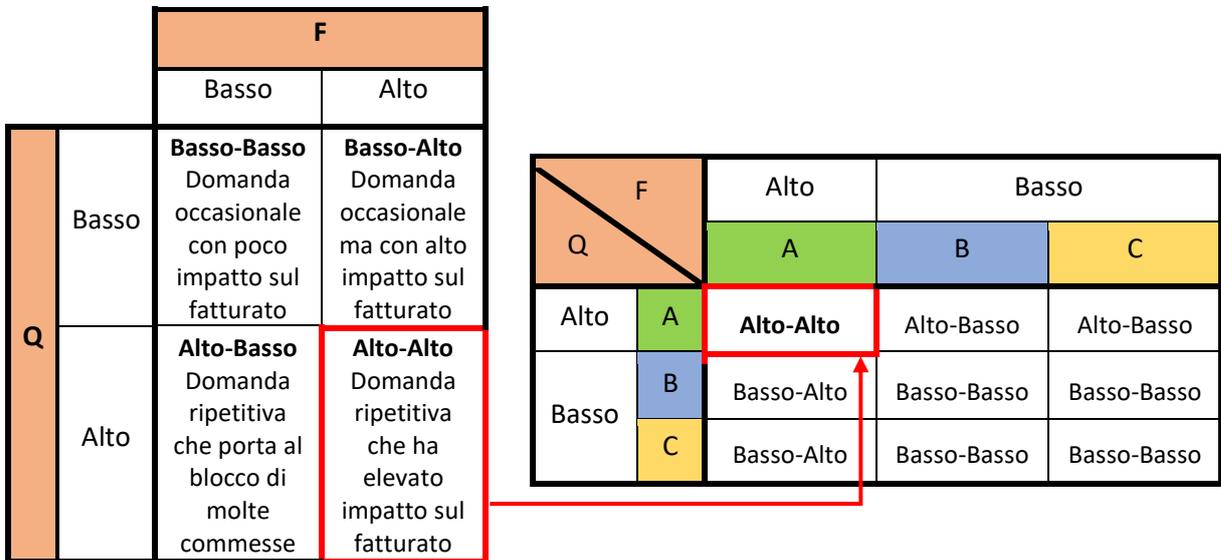


Figura 2.3: Classificazione dei prodotti finiti venduti

Esplorando le distinte base dei prodotti appartenenti alla categoria Alto-Alto sono stati individuati i componenti necessari alla loro realizzazione. Tali componenti sono stati a loro volta classificati mediante un'analisi della loro distribuzione rispetto a due parametri:

- F_{cit_c} = Fatturato derivante dalle commesse che hanno richiesto il componente;
- Q_{cit_c} = Numero di commesse che hanno richiesto il componente.

In Fig. 2.4 è riportato il grafico a dispersione ottenuto, con i boxplot relativi ai due parametri che evidenziano mediante dei punti rossi gli outliers, ossia componenti che hanno un

elevato impatto sul fatturato o sulla quantità di commesse vendute. I componenti che sono risultati outliers rispetto ad entrambi i parametri sono stati suddivisi in base alla classe merceologica. La

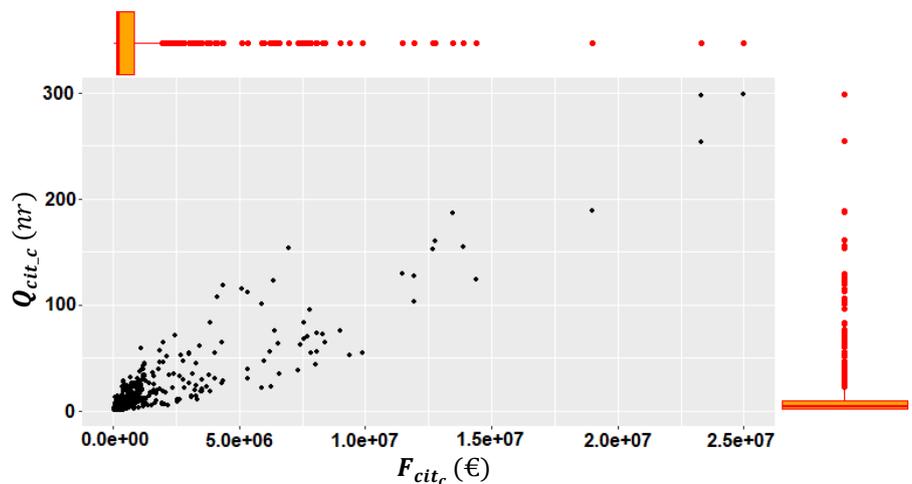


Figura 2.4: Distribuzione dei componenti

maggior parte dei componenti è risultata appartenere al gruppo merci dei Nastri ed è su questi che sono state effettuate le successive analisi.

Al fine di comprendere le modalità di approvvigionamento e di impiego dei componenti selezionati, ne è stato valutato l'andamento della giacenza a magazzino, congiuntamente al valore della giacenza e ai costi di trasporto sostenuti (Fig.2.5).

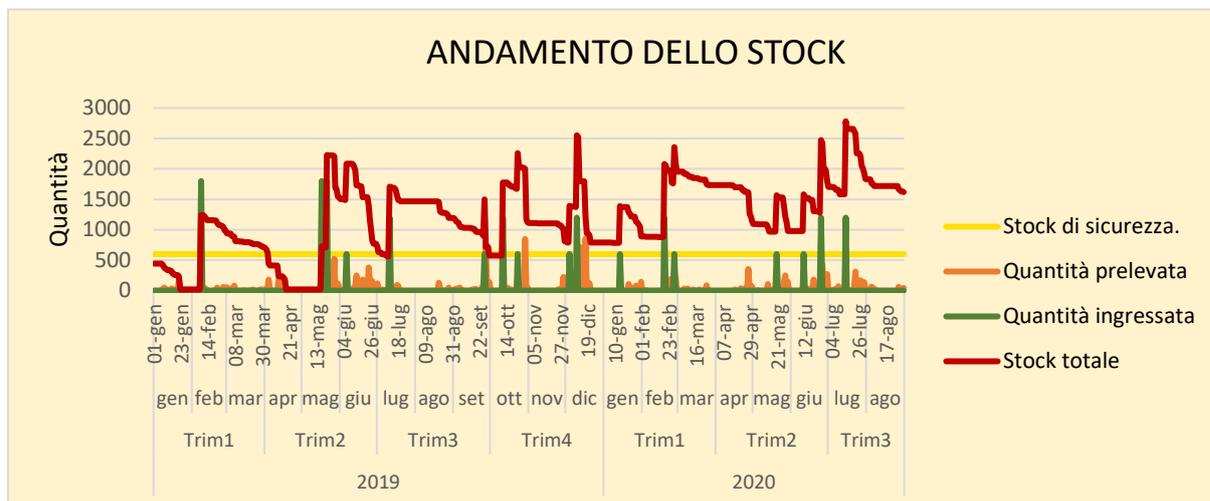


Figura 2.5: Andamento dello stock per Armour Tape 10,2cmx4,6m

I risultati ottenuti sono stati valutati assieme a quelli conseguiti dall'analisi delle performance dei fornitori, effettuata considerando i parametri visibili in Fig. 2.6. Per ciascun parametro è stato riportato l'andamento dei valori assunti e la loro distribuzione è stata spiegata attraverso

gli indici della media e della deviazione standard. Le analisi sono state effettuate attraverso metodologie scalabili e replicabili, utilizzando modelli Excel che possono essere nuovamente impiegati variando l'orizzonte

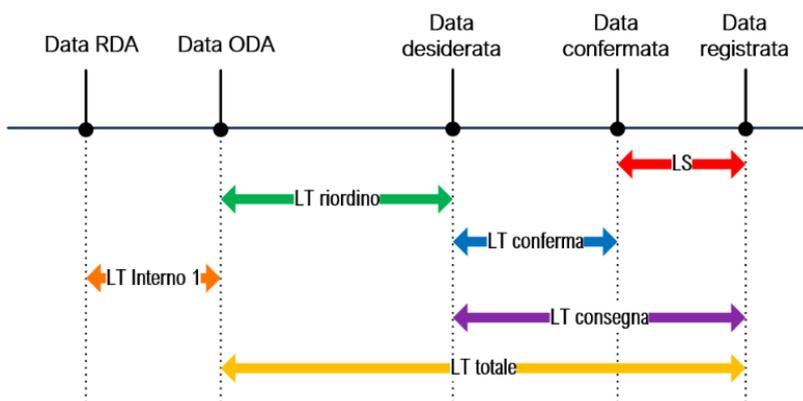


Figura 2.6: Parametri del livello di servizio del fornitore

temporale preso in considerazione, la numerosità dei dati analizzati, o la natura di tali dati. Inoltre, usare un'unica metodologia standard per l'analisi ha permesso di ottenere valutazioni più oggettive. Lo scopo delle indagini sin qui svolte è stato individuare la modalità migliore per gestire ciascun componente e determinare adeguati valori per i parametri di lot sizing. Infatti, dall'analisi delle anagrafiche dei componenti, si è potuto evincere che i valori attualmente impostati sul software SAP ed utilizzati per il riordino dei componenti sono inadeguati. Nella maggior parte dei casi il Lead time Interno 1 e il Lead time Esterno 2 sono stati posti uguali a

zero, mentre il Lead time Esterno 2 è stato posto pari a sette giorni. Questo comporta elevati valori di scorte di sicurezza. Inoltre, il riordino è quasi sempre effettuato con gestione a fabbisogno tramite la tecnica Lot for Lot, secondo cui ad ogni ordine del cliente dovrebbe corrispondere un ordine al fornitore. Questo causerebbe riordini molto frequenti, ma tale problematica è aggirata forzando il sistema ad un riordino in quantità elevate stabilite dai valori immessi come lotto minimo o come valore arrotondato. A titolo di esempio, in Tab.2.1 sono riportati i valori estratti dalle anagrafiche dei primi tre componenti analizzati.

Comp.	MRP Type	LTprod. int (d)	LTi1 (d)	LTe (d)	LTi2 (d)	Stock Riordino (nr)	Lotto pian. MRP	Lotto minimo/ fisso (nr)	Val. Arrot. (nr)	Stock sicurezza (nr)	Coeff. sic.	Coeff. sic. (d)
1	PD	0	0	0	7	0	EX	48	100	650	NO	10
2	PD	5	0	10	7	0	EX	648	0	108	NO	10
3	PD	0	0	0	7	0	EX	0	1080	1080	NO	10

Tabella 2.1: Valori parametri lot sizing dei primi tre componenti della categoria Nastri

Per ultimo è stato analizzato il Lead time Interno 2, ossia il tempo necessario ad eseguire le attività di ingresso merce e controllo qualità e rendere il materiale effettivamente disponibile per l'impiego. Le problematiche riscontrate nello svolgere tali attività sono per lo più riconducibili al flusso informativo: la mancanza della documentazione che il fornitore è tenuto a consegnare, come il Documento di Trasporto o le certificazioni di qualità, implicano la necessità di solleciti da parte del reparto Logistica e maggiori tempi di sosta della merce in accettazione.

3. AZIONI DI MIGLIORAMENTO

Le azioni di miglioramento che potrebbero essere intraprese, allo scopo di diminuire il delivery time e renderlo allo stesso tempo più affidabile, agiscono su più ambiti:

- Sull'expediting;
- Sulla gestione dei componenti approvvigionati;
- Sul flusso informativo;
- Sul rapporto con i fornitori.

3.1 Expediting

Secondo la modalità attuale, l'expediting è effettuato sulle commesse del mese in corso nei primi giorni del mese stesso, per cui ciascuna commessa è analizzata con un anticipo che può variare da una settimana a quattro settimane. La nuova modalità è riportata in Fig. 3.1. e permetterebbe di individuare eventuali criticità con un anticipo di quattro settimane.

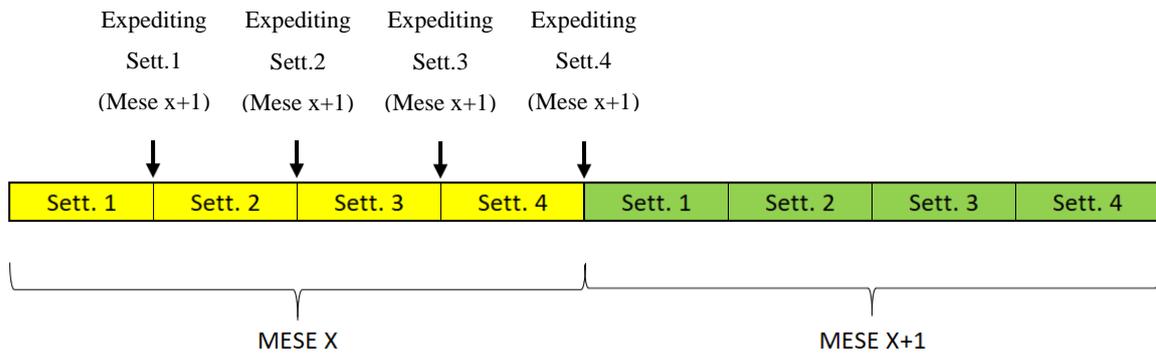


Figura 3.1: Nuova schedulazione expediting proposta

Definito il quando svolgere l'expediting, si è passati a definire degli accorgimenti sul come svolgerlo. Innanzitutto, sarebbe opportuno estrarre i componenti necessari ad evadere gli ordini, classificandoli in base al numero di commesse e alla quantità di fatturato che bloccano. In tal modo si individuerebbero sia i componenti che i fornitori critici su cui concentrare maggiormente gli sforzi. Un altro aspetto strategico da considerare nell'effettuare l'expediting potrebbe essere la somiglianza che intercorre tra le varie commesse. Questa può essere determinata attraverso l'indice di correlazione, ottenuto in base alla quantità di componenti che due commesse hanno in comune. Il cambiamento proposto nella pianificazione dell'attività di expediting consentirebbe di andare oltre l'attuale logica di evasione delle commesse su base mensile, programmando gli ordini settimanalmente ed evitando che la loro data di consegna prevista debba essere posticipata.

3.2 Gestione dei componenti approvvigionati

Le soluzioni proposte per migliorare la gestione dei componenti sono state individuate analizzando i componenti della categoria Nastri, tuttavia potrebbero essere adottate anche per altre categorie di materiale approvvigionato.

Il primo campo in cui si potrebbe operare riguarda la possibilità di standardizzare i componenti. Molti articoli acquistati dallo stabilimento sono relativi ad uno stesso materiale fornito in diverse dimensioni. Ciò significa che le specifiche tecniche di questi componenti sono identiche, mentre variano le dimensioni relative ad esempio alla lunghezza, larghezza, spessore o diametro dell'articolo in

Comp.	DESCRIZIONE
1	NASTRO AUTOAMALG. PIB 2501 0,5X50X9,6M
2	NASTRO AUTOAMALG.PIB 2501 S=0,5X25X9,2M
3	NASTRO POLIPR.CIMOSSATO KG.2=40MT 2,5x80
4	NASTRO POLIPROP. CIMOSSATO 0,8x70x100mt
5	NASTRO POLITENE 0,2 H=10 MT PER TENDA
6	NASTRO POLITENE SP0,1 H=50 1 ROT. =1,0KG
7	ROTOLO NASTRO POLIT. 3M481 0.25X25x33mt
8	ROTOLO NASTRO ISOLANTE PVC 100X0,18X20MT
9	ROTOLO NASTRO ISOLANTE PVC 50X0,18X20MT
10	NASTRO ISOLANTE PVC H=19X20MT S=0,18
11	ROTOLO SETA STERLINGATA FS 10
12	ROTOLO SETA STERLINGATA FS 20

Tabella 3.1: Descrizione dei componenti

questione. Se le valutazioni effettuate riportano che le differenti dimensioni non hanno alcuna influenza sulle funzioni svolte da questi componenti, essi potrebbero essere sostituiti con un unico componente di dimensioni standard. Per identificare i componenti composti dallo stesso materiale può essere utilizzata la descrizione dei codici memorizzata nel sistema SAP. Nella Tabella 3.1 sono riportate le descrizioni per alcuni dei componenti della categoria Nastri, il cui numero potrebbe essere ridotto da dodici a cinque imponendo misure standard.

Un altro aspetto da valutare nell'ottica di un miglioramento nella gestione dei componenti è la fonte di acquisto. Se un fornitore non è in grado di garantire il livello di servizio richiesto potrebbe risultare necessario sostituirlo con un fornitore alternativo. Bassi livelli di servizio del fornitore si traducono in elevate scorte del componente in magazzino, con il conseguente aumento dei costi di stoccaggio, oppure in un aumento del rischio di

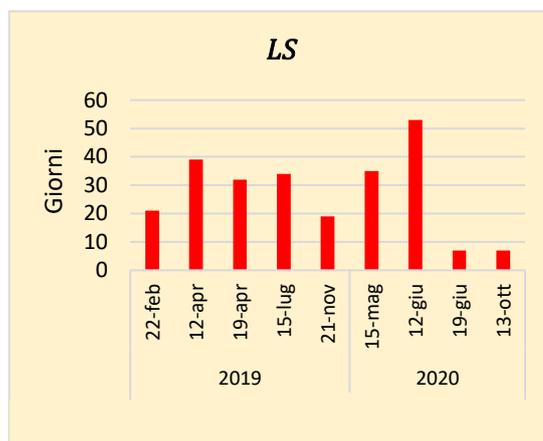


Figura 3.2: Performance fornitore

rotture di stock. In Fig. 3.2 è possibile visualizzare le basse performance conseguite da un fornitore situato in Cina, a causa delle quali potrebbe essere valutato un fornitore alternativo. Infine è stato ritenuto necessario agire nella prospettiva di ridurre l'*MRP system Nervousness*. Tale termine si riferisce alla caratteristica del sistema MRP secondo cui piccoli cambiamenti nei piani di livello superiore causano cambiamenti significativi nei piani di livello inferiore. Al fine di ridurre tale fenomeno si potrebbe agire in tre direzioni:

- Definizione delle time fences;
- Introduzione delle previsioni;
- Definizione dei nuovi parametri di lot sizing.

Lo stabilimento di Livorno non utilizza previsioni, ma produce esclusivamente sulla base degli ordini ricevuti dai clienti, che spesso subiscono ripetuti spostamenti all'interno dell'orizzonte di pianificazione rispetto alla prima data di consegna stabilita. In particolar modo, anticipare la consegna delle commesse ad un periodo troppo vicino all'istante presente, rischia di creare situazioni di criticità. Per evitare tale fenomeno è stata proposta quindi l'introduzione di un *frozen period* pari a quattro settimane. Facendo riferimento alla pianificazione dell'expediting proposta nella Sezione 3.1, ogni venerdì si congelerebbe il piano degli ordini concernente la settimana sulla quale è stato effettuato l'expediting, come esplicito dalla Figura 3.3.

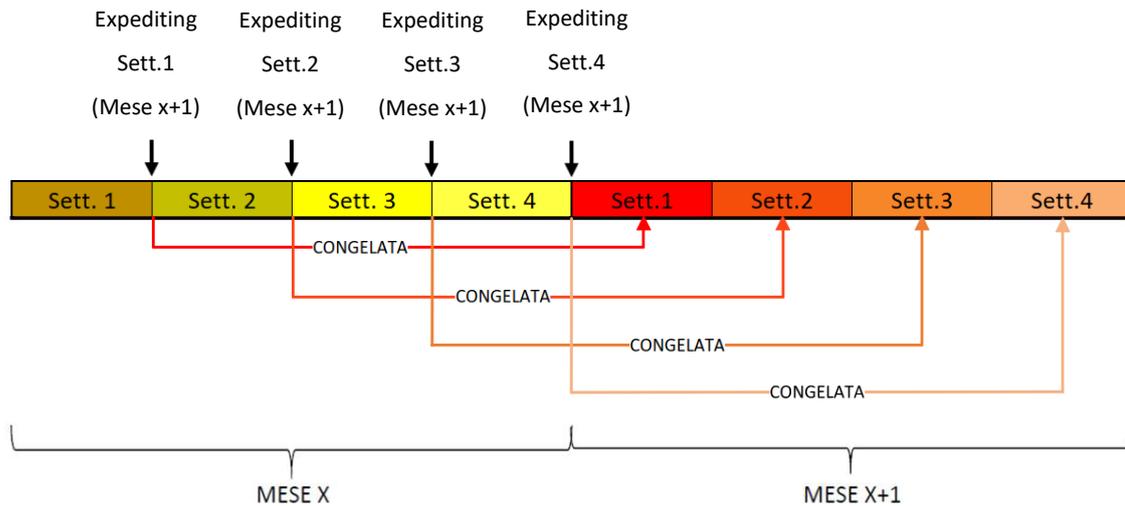


Figura 3.3: Frozen period

L'impossibilità di cambiare il piano nel breve termine consentirebbe di ottenere minori oscillazioni nell'approvvigionamento. Tuttavia, le modifiche apportabili nei restanti periodi non congelati, detto *slushy period*, potrebbero causare riordini altalenanti.

I problemi derivanti dalla domanda non pianificata potrebbero essere ridotti introducendo le previsioni della richiesta dei componenti, in modo che il sistema calcoli le quantità da ordinare tenendo conto solo degli ordini effettivi nel *frozen period* e considerando il valore massimo tra la quantità effettivamente richiesta e la quantità prevista durante lo *slushy period*. Le previsioni sono state realizzate considerando la quantità media prelevata giornalmente, ricavata dalle analisi sull'andamento della giacenza.

Il passo successivo per diminuire ulteriormente l'incertezza legata all'approvvigionamento dei componenti consisterebbe nell'aggiornare i parametri impostati su SAP che definiscono il lot sizing. I valori sono stati ricavati dai risultati delle analisi sulla giacenza e sulle performance dei fornitori. Nei casi in cui la domanda ha presentato caratteristiche di regolarità è stata scelta una modalità di approvvigionamento a punto di riordino, utilizzando il metodo *Economic Order Quantity*, mentre se le richieste sono risultate aleatorie è stata disposta una gestione a fabbisogno, utilizzando la tecnica dinamica *Least Unit Cost* che consente di far variare sia la quantità che il periodo di riordino nell'ottica di minimizzare i costi di ordinazione e di mantenimento a magazzino. Nella Fig. 3.4 è riportato il confronto tra la situazione relativa ad uno dei componenti verificatasi nel 2020 e la sua simulazione, effettuata considerando le nuove modalità di pianificazione e i nuovi parametri impostati per la gestione a fabbisogno. Mediante le simulazioni effettuate su alcuni dei componenti appartenenti alla categoria Nastri, è stato possibile calcolare i risparmi che sarebbero stati raggiunti nell'ipotesi di

adozione delle metodologie proposte, considerando gli scostamenti tra i risultati ottenuti nelle simulazioni e quelli conseguiti nella realtà. Il risparmio è stato misurato sia in termini economici, attraverso i costi di mantenimento a magazzino e i costi di trasporto, che in termini fisici, considerando i livelli inferiori di giacenza che permetterebbero di liberare spazio per lo stoccaggio in magazzino. Nel 2020 la giacenza media dei tredici componenti analizzati sarebbe stata inferiore di 9.146 unità, permettendo così di risparmiare 6.209€.

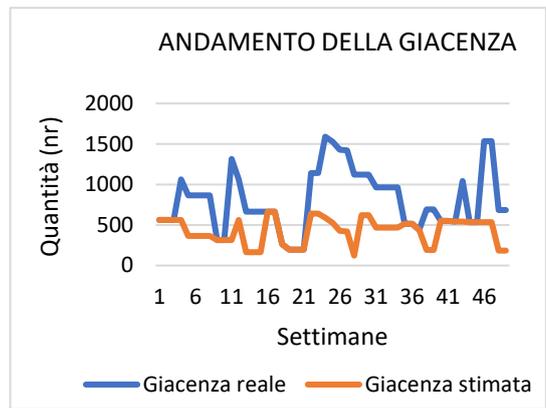


Figura 3.4: Confronto giacenza reale e simulata

3.3 Standardizzazione del flusso informativo

Molte delle cause individuate nel diagramma causa-effetto sono riconducibili a problemi inerenti al trasferimento di informazioni dal fornitore allo stabilimento e viceversa. Lo scambio di informazioni avviene con modalità diverse a seconda del fornitore, non è presente una procedura univoca. Un possibile miglioramento in questa direzione consisterebbe quindi nella definizione di una procedura standard per il flusso informativo relativo al ciclo passivo, in modo da far procedere il flusso fisico della merce parallelamente al flusso digitale.

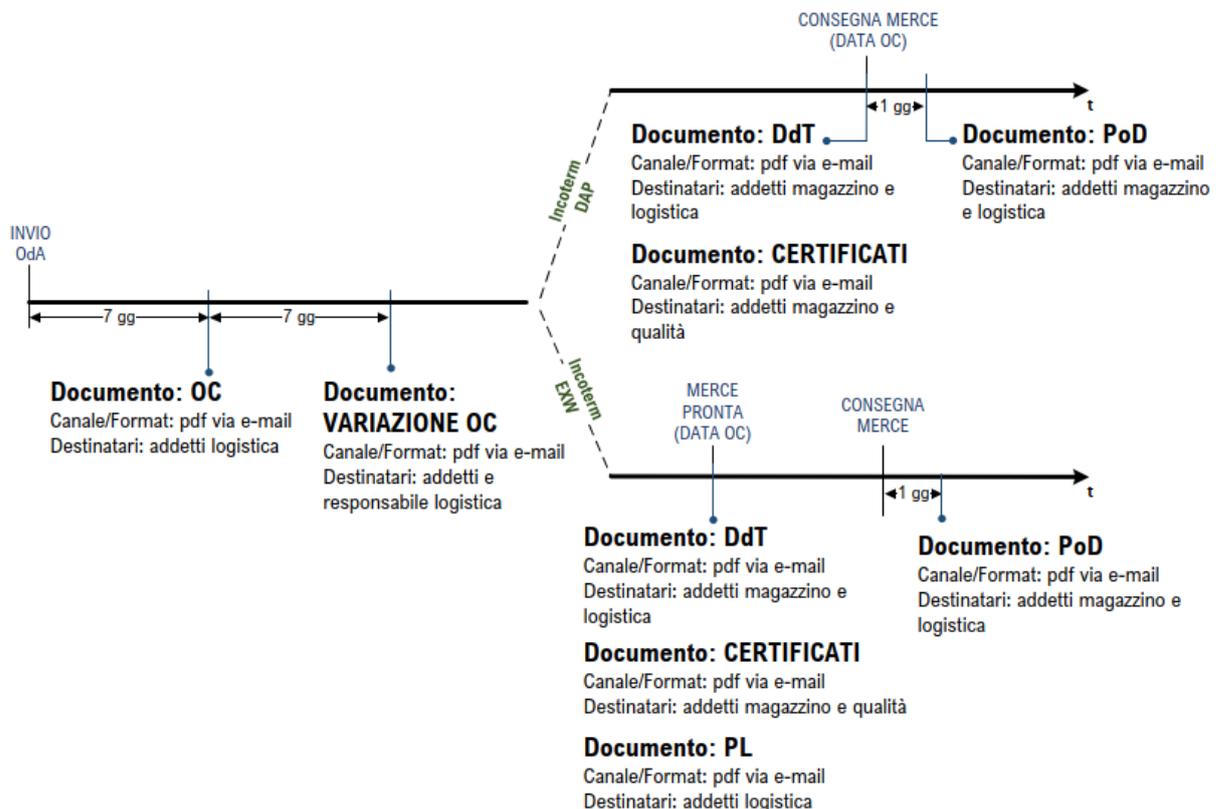


Figura 3.5: Procedura del flusso documentale

A tal fine è necessario stabilire il canale di comunicazione e il format da utilizzare, i tempi di comunicazione e i destinatari della comunicazione (Fig.3.5).

3.4 Rapporto con i fornitori

La mancanza di un'integrazione operativa tra cliente e fornitore può determinare due problemi opposti: la presenza eccessiva di scorte o il verificarsi di rotture di stock. La condivisione con il fornitore di informazioni relative ai fabbisogni, effettivi e previsti, e al livello di scorte presente a magazzino, permetterebbe al fornitore di avere una maggiore visibilità sulla domanda e pianificare con minor incertezza la sua produzione, migliorando di conseguenza il livello di servizio fornito. Dal lato cliente, l'evoluzione del rapporto permetterebbe di ottenere riordini frequenti in quantità meno elevate e quindi più collimanti con le esigenze derivanti dagli ordini effettivi. Tali rapporti dovrebbero essere regolati da contratti che stabiliscano in dettaglio le responsabilità di ciascun attore e i livelli di performance richiesti, monitorati nel tempo tramite i parametri riportati nella Sezione 2.

4 CONCLUSIONI

La modalità di produzione su commessa adottata all'interno dello stabilimento Prysmian di Livorno richiede la realizzazione interna degli accessori e l'acquisto di componenti dall'esterno. Queste due attività sono svolte in parallelo, ma l'approvvigionamento diviene spesso il collo di bottiglia dell'intero processo a causa di una gestione inadeguata. Il lavoro, riportato nel presente elaborato, è stato effettuato allo scopo di migliorare la gestione delle attività inerenti alla fornitura dei componenti in modo da diminuire i tempi di consegna al cliente finale. Le analisi effettuate hanno permesso di suddividere il processo di approvvigionamento nelle sue attività principali ed individuare le problematiche derivanti da ciascuna di esse. Per ciascuna area sono state determinate delle possibili azioni di miglioramento, quali la pianificazione dell'expediting, la creazione di nuove procedure operative per eseguire le attività che concernono il processo di approvvigionamento e la determinazione di adeguati parametri per gestire il riordino dei componenti e valutare il livello di servizio dei fornitori. Tali soluzioni sono state realizzate sfruttando modelli Excel, creati appositamente in modo tale da rendere scalabili e replicabili le metodologie applicate al caso ed ottenere una maggiore standardizzazione delle attività svolte. Sono state infine eseguite delle simulazioni al fine di dimostrare i risultati ottenibili mediante l'applicazione delle metodologie proposte.