

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale



Tesi di Laurea Magistrale

GESTIONE DELLA PRODUZIONE E DELLE SCORTE  
NEL SETTORE DELLE MACCHINE PER  
L'ECOLOGIA:  
IL CASO TECNOINDUSTRIE MERLO SPA

Candidato: Sara Bracco

Relatore: Anna Corinna Cagliano

Correlatore: Maurizio Schenone

Anno Accademico 2019/2020



# Indice

<b>1</b>	<b>FONDAMENTI TEORICI</b>	<b>5</b>
1.1	La domanda indipendente: il Master Production Schedule (MPS)	6
1.2	Previsioni della Domanda	7
1.3	Material Requirements Planning (MRP)	10
<b>2</b>	<b>PRESENTAZIONE DELL'AZIENDA</b>	<b>12</b>
2.1	Prodotti	13
<b>3</b>	<b>APPROCCIO ALLA PRODUZIONE</b>	<b>23</b>
3.1	Lo stato attuale (AS-IS)	23
3.2	Domanda	25
3.2.1	<i>Analisi dei dati tratti dai documenti delle commesse</i>	26
3.2.2	<i>Analisi dei dati tratti dalle richieste di consegna</i>	34
<b>4</b>	<b>INCREMENTO DEL LIVELLO DI SERVIZIO E MIGLIORAMENTO DELLO STOCK</b>	<b>35</b>
4.1	Criticità e obiettivo	35
4.1.1	<i>Definizione del mix</i>	36
4.1.2	<i>Revisione del mix</i>	51
4.2	Definizione dei componenti critici	52
4.2.1	<i>Componenti legati al cabinato</i>	60
4.2.2	<i>Lead Time e frequenze</i>	65
<b>5</b>	<b>ALTRE SOLUZIONI PER AUMENTARE IL LIVELLO DI SERVIZIO</b>	<b>71</b>
5.1	Accordo Quadro	71
5.2	KIT	72
5.3	Fornitori	73
5.4	Confronto tra le proposte di supporto alla soluzione	74
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>75</b>
6.1	Benefici del lavoro di tesi	75
6.2	Limiti	76
6.3	Passi futuri	77

6.3.1	<i>Modularità</i> .....	77
6.3.2	<i>Rilascio ODL</i> .....	78
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA</b> .....	<b>80</b>

# 1 FONDAMENTI TEORICI

In questo capitolo sono discussi i concetti e sono presentati gli strumenti relativi alla gestione della produzione che sono stati applicati per svolgere il progetto di tesi, il quale ha come tema centrale la pianificazione all'interno di un'impresa.

Sun Tzu, un generale e filosofo cinese, autore di uno dei più famosi trattati di strategia militare, intitolato "L'arte della guerra", collocabile tra il VI e il V secolo a.C, disse:

*"Soltanto coloro che calcolano molto vinceranno; coloro che calcolano poco non vinceranno e tanto meno vinceranno coloro che non calcolano affatto".*

Questa affermazione, che è nata legata al contesto militare, è possibile riferirla anche al mondo delle imprese, soprattutto oggi, dal momento che si è in una realtà sempre più globalizzata, dove la concorrenza è in continuo aumento e sempre più spietata, e i clienti sempre più esigenti.

Uno degli strumenti che permette di controllare e quindi misurare e migliorare l'operatività aziendale è proprio la pianificazione.

A livello teorico esistono diverse tipologie di pianificazione (Antonelli & Murari, 2008):

- *Pianificazione strategica dell'azienda*: l'orizzonte temporale è maggiore di 2 anni e i dati disponibili sono caratterizzati da un basso livello di accuratezza. Viene determinata la visione, la missione, la tipologia e il numero di diversi prodotti che si realizzeranno, il grado di integrazione verticale, il mercato e i segmenti di clientela. Gli attori che prendono queste decisioni ricoprono solitamente ruoli dirigenziali.
- *Pianificazione aggregata della produzione*: l'orizzonte temporale è 6-18 mesi e il livello di accuratezza dei dati da elaborare è medio. Vengono definite le politiche di prezzo e quindi quelle economiche-finanziarie, i livelli di capacità, di produzione e di stock. Coloro che sono coinvolti in queste decisioni hanno competenze organizzative e generalmente sono responsabili di aree funzionali.
- *Programmazione della produzione*: l'orizzonte temporale a cui si guarda è di 2-12 mesi. L'obiettivo è creare la pianificazione, ottimizzare lo stock e l'utilizzo delle risorse. Oltre a capacità organizzative, chi si occupa della programmazione della produzione deve possedere anche competenze tecniche.
- *Programmazione operativa e controllo della produzione*: l'orizzonte temporale a cui si guarda è inferiore ai precedenti e il livello di accuratezza dei dati da elaborare è alto. La pianificazione raggiunge un livello di elevato dettaglio e guarda il singolo dipendente o macchinario: viene definito ciò che ciascun soggetto deve fare. Inoltre, viene

verificato lo stato delle risorse e che ciò che è stato calendarizzato stia venendo rispettato.

Questo strumento che è la pianificazione può essere applicato in diversi contesti aziendali. Questi oltre che a differenziarsi per dimensione, tipologia di prodotto, mercato, clientela possono essere caratterizzati da differenti sistemi produttivi. Per differenziarli si considera che le attività necessarie per la realizzazione di un prodotto siano: progettazione, approvvigionamento, fabbricazione e assemblaggio. I diversi sistemi produttivi risultano quindi essere:

- *Make to Stock*: i beni finali vengono prodotti e messi a stock. Il tempo di risposta richiesto dal cliente è pressoché istantaneo. Ne sono un esempio i beni alimentari.
- *Assemble to order*: nel momento in cui arriva l'ordine del cliente l'unica fase da realizzare è l'assemblaggio.
- *Make to Order*: solo nel momento in cui arriva l'ordine del cliente avviene la produzione, ma la fase di approvvigionamento è già stata completata, infatti l'azienda dispone di una scorta di materiali e componenti.
- *Purchase to Order*: l'approvvigionamento e tutte le fasi successive iniziano solo nel momento in cui viene ricevuto l'ordine.
- *Engineering to Order*: a seguito dell'ordine del cliente avviene la fase di progettazione e poi tutte le seguenti.

## 1.1 La domanda indipendente: il Master Production Schedule (MPS)

Per gestire la domanda indipendente, cioè quella del prodotto che il cliente ordina, viene utilizzato il Master Production Schedule (MPS), cioè il piano di produzione dello stabilimento, che mostra le quantità da produrre tenendo in considerazione ciò che è presente a magazzino (Robinson, 2012). Un limite però è il fatto che non tiene conto della capacità dello stabilimento e per questo occorre che la pianificazione venga verificata tramite il Rough-Cut Capacity Planning (RCCP), che considera anche la disponibilità delle risorse (Hoop & Spearman, 2000).

La tabella dell'MPS oltre che contenere le previsioni, gli ordini, le quantità a magazzino e le quantità da produrre, presenta gli Available to Promise (ATP), cioè le quantità di prodotti che si hanno disponibili per soddisfare eventuali nuovi ordini da quando viene ordinata la prima quantità di MPS e la successiva.

Le modifiche all'MPS causano costi, che aumentano all'avvicinarsi alla data di consegna. Se le quantità vengono incrementate, c'è maggiore probabilità che si verifichino ritardi di consegna ed esaurimento delle scorte. Invece se vengono diminuite ci sarà un inutilizzo della capacità e

minori profitti. Per limitare le modifiche e quindi questi costi legati alla variabilità, si procede con il congelamento. L'MPS se viene congelato, non può essere aggiornato automaticamente per un certo periodo di tempo, ma solo manualmente. E' però importante ricordare che il congelamento dell'MPS può avere come conseguenza una minore reattività alla domanda. Per permettere quindi un minimo di flessibilità si possono introdurre i Firm Planned Orders, cioè quantità che vengono inserite nell'MPS, ma che vengono rilasciate solo in caso di necessità. Esistono diversi livelli di congelamento: Demand time fence che è l'istante fino a cui non può essere modificato l'MPS, dopo vi è il Planning time fence che è il momento fino a cui può essere aggiornato solo manualmente e poi dopo questo torna a essere libero. Logicamente il primo limite si colloca più a ridosso della data odierna e gli altri via via più lontano nel tempo.

L'MPS, se il sistema con cui si lavora è *Make to Stock*, viene pianificato a livello di prodotti finiti, perché l'azienda è focalizzata sul prodotto: si ha una bassa varietà di prodotti standardizzati e numerose materie prime. Nella produzione *Make to Order* si risponde alle richieste del cliente con un prodotto: le materie prime sono poche, mentre i prodotti finiti sono estremamente variabili ed è per questo che l'MPS si colloca a livello di materie prime, perché è qui che vi è una varietà inferiore. Un MPS a livello di domanda non sarebbe efficiente perché essa è altamente variabile. Nel caso di *Assemble to Order*, si hanno un elevato numero di materie prime, un numero limitato di prodotti intermedi e combinando questi in modo diverso si possono ottenere diversi prodotti finiti. L'MPS viene quindi fatto a livello di prodotti intermedi.

## 1.2 Previsioni della Domanda

Per determinare le previsioni che costituiscono una voce importante per il calcolo dell'MPS, esistono diversi metodi, ma prima di ogni cosa occorre conoscere ed essere consapevoli di quelle che sono le "Laws of Forecasting" (Hoop & Spearman, 2000):

- Le previsioni sono sempre sbagliate
- Le previsioni di dettaglio (di un singolo prodotto) sono peggiori delle previsioni aggregate (di una famiglia di prodotti)
- Le previsioni sono tanto più errate quanto più guardano lontano nel tempo

Le previsioni che interessano ai fini produttivi sono quelle legate alla domanda.

La domanda può essere vista come composta principalmente da due diversi elementi: dal BIAS o livello base e dal trend. Sommando questi due si ottiene il suo andamento. Poi esistono diversi componenti da considerare:

- Stagionalità

- Ciclicità
- Casualità

Per prevedere la domanda esistono metodi qualitativi e quantitativi (Chopra & Meindl, 2013).

- METODI QUALITATIVI (gli attori sono esperti del settore)
  - Sondaggio: si crea un campione rappresentativo della clientela e si cerca di capire quale potrebbe essere la domanda futura. E' un procedimento costoso: bisogna individuare il campione, porgli le domande giuste...
  - Test marketing: viene preferito quando l'azienda mette sul mercato un prodotto innovativo, esso viene fatto provare per vedere se soddisfa le aspettative.
  - Sales force composite: vengono coinvolti i capi area delle diverse zone.
  - Metodo esecutivo: l'azienda crea una commissione che ha il compito di sviluppare le previsioni. Questa decisione viene presa anche per allocare in modo più diretto delle responsabilità.
  - Delphy method: si individuano delle domande e si mandano a esperti che sono sia interni che esterni all'azienda. Le loro risposte vengono poi analizzate e vengono posti loro nuovi quesiti. Questo iter prosegue fino a quando non si raggiunge un livello di convergenza soddisfacente.
- METODI QUANTITATIVI
  - Modelli di serie temporali
    - Media mobile: si prendono i dati delle ultime m osservazioni e si fa la media. Questo valore costituisce la stima. Si suppone che non ci siano trend.  

$$F(t) = (1/m) * \sum_{i=t-m+1}^t A(i)$$

$$F(t + \tau) = F(t)$$
    - Exponential Smoothing: viene usato il dato attuale e la stima fatta al passo precedente. Ad ognuno dei due addendi viene associato un peso:  $\alpha$  e  $(1-\alpha)$ , se  $\alpha=0$  la previsione corrisponde al 100% della previsione precedente invece più  $\alpha$  ha un valore vicino a 1 più i dati precedenti pesano poco.  
 Si considera trend assente e il peso associato alle osservazioni passate è esponenziale: più sono riferite a istanti lontani meno influenzeranno la stima [ $F(t) = \alpha A(t) + (1-\alpha)F(t-1) + (1-\alpha)^2 * F(t-2) \dots$  ]  

$$F(t) = \alpha A(t) + (1-\alpha)F(t-1)$$

$$F(t + \tau) = F(t)$$

- Exponential Smoothing with trend: a ogni istante si fa la stima  $F(t)$  della domanda, ma anche una stima del trend  $T(t)$ . Le ipotesi sono trend lineare e peso esponenziale alle osservazioni passate.

$$F(t) = \alpha A(t) + (1 - \alpha)[F(t-1) + T(t-1)]$$

$$T(t) = \beta [F(t) - F(t-1)] + (1 - \beta)T(t-1)$$

$$f(t+\tau) = F(t) + \tau T(t)$$

- Metodo di Winter per le serie stagionali: la componente stagionale può essere additiva o moltiplicativa. Questo metodo dà buoni risultati se la domanda è ciclica, se quindi si ripete nel tempo.

Il fattore di stagionalità risulta essere:

$$c(t) = \gamma [A(t)/F(t)] + (1 - \gamma)c(t-N)$$

e la previsione:

$$f(t+\tau) = [F(t) + \tau T(t)] * c(t+\tau-N).$$

○ Modelli causali

Tra questi il più importante e utilizzato risulta essere il:

- Modello di regressione: può essere lineare con un solo regressore o con regressori multipli oppure non lineare (variabili binarie, interazioni ed effetti non lineari). Vengono quantificate le relazioni causali tra le variabili, cioè per esempio quali sono gli effetti su  $Y$  di una variazione di  $X$ , si creano quindi delle funzioni matematiche che permettono di prevedere l'andamento futuro della grandezza di interesse.

Per determinare la bontà della stima si può poi procedere a calcolare l'errore tra dato rilevato e la stima fatta. Bisogna considerare che esso cresce all'aumentare della distanza temporale su cui si vuole fare la previsione. Gli errori possono essere assoluti o relativi. Fanno parte della prima categoria: il BIAS, la Mean Absolute Deviation (MAD) e la Mean Square Deviation (MSD). Sono invece errori relativi il Mean Percentage Error (MPE) e il Mean Absolute Percentage Error (MAPE) (Amstrong & Collopy, 1992).

### 1.3 Material Requirements Planning (MRP)

Realizzato l'MPS e quindi gestita la domanda indipendente, interviene il Material Requirement Planning (MRP), che è legato invece alla domanda dipendente. Questa tecnica calcola i fabbisogni netti dei materiali e pianifica gli ordini di produzione e di acquisto.

I passi che essenzialmente l'MRP compie sono (Hoop & Spearman, 2000):

- Netting: determina il fabbisogno netto del prodotto/componente/materiale;
- Lot sizing: la domanda netta viene scomposta in lotti di produzione, esistono 3 regole per schedare le quantità il Lot for Lot (L4L), il Fixed order quantity, Fixed order period.
- Time phasing: anticipa la domanda in base al lead time, viene determinata così la data di rilascio dell'ordine;
- BOM explosion: viene esplosa la distinta ai livelli sottostanti;
- Iterate: le operazioni sopra indicate vengono ripetute per tutti i livelli della BOM.

Affinchè il Netting avvenga in maniera esatta, un gioco fondamentale lo ricopre la distinta base o BOM. Essa è la relazione tra il prodotto finito detto end-item e i suoi componenti detti lower-level items e può essere rappresentata con un diagramma ad albero o in forma tabulare. Per ogni componente è importante il low level code, cioè il livello più basso della BOM in cui compare, perché sarà quello il livello a cui verranno sommati tutti i fabbisogni del materiale.

Si può dire che il risultato dell'MRP è una tabella per ciascun materiale, l'Inventory record, che si prolunga nel tempo secondo l'orizzonte di pianificazione. Essa si compone delle seguenti righe:

- Gross requirements (GR): i fabbisogni lordi. Nel caso del prodotto finito derivano direttamente dall'MPS, mentre se si tratta di componenti dipendono dai livelli superiori della distinta base;
- Scheduled Receipts (SR): consegne attese, cioè ordini già rilasciati ma non ancora completati nel momento in cui viene realizzato l'inventory record;
- Adjusted Scheduled Receipts: sono gli SR che vengono anticipati o posticipati, per poter venire incontro alla produzione;
- Project on hand inventory (POH): è la giacenza, ovvero la quantità disponibile in ogni time bucket,  $I(t) = I(t-1) + SR(t) + PR(t) - GR(t)$ ;
- Net requirement: fabbisogni netti. Rappresenta la quantità che serve realmente per poter soddisfare la domanda;
- Planned orders receipts (PR): gli ordini pianificati per mantenere il livello del POH al di sopra del livello di sicurezza. La quantità che compare in questa voce è anche il frutto del lot-sizing;

- Planned orders releases (PO): ordini rilasciati e traslati nel tempo in modo che la quantità giunga presso l'impresa nella data prevista. La traslazione temporale dipende quindi dal lead time.

Nel momento in cui vengono riportate delle modifiche a livello di MPS, queste di ripercuotono anche sull'MRP. Altri cambiamenti possono essere dovuti a ritardi legati al completamento degli ordini, problemi sulla qualità dei prodotti, modifiche delle BOM. Le variazioni possono essere gestite in diversi modi: l'MRP può essere Regenerative, cioè ogni volta che viene lanciato, viene ricalcolato interamente oppure Net Change cioè conserva la pianificazione iniziale e ricalcola l'MRP solo dei prodotti modificati. Altre due soluzioni sono il top down planning, il quale applica l'MRP tenendo conto dei dati modificati e ricalcola il piano (potrebbero essere generati piani inammissibili), o il bottom up planning che utilizza un algoritmo di pegging e i firm planned orders per la ripianificazione. Il pegging risalendo al contrario la distinta, associa i fabbisogni lordi agli ordini del cliente o al livello superiore della BOM, permettendo quindi di capire quali sono gli ordini che non si riesce a soddisfare.

L'MRP ha dei limiti come considerare i lead time fissi e costanti nel tempo e non considerare la capacità produttiva, non avere legami con altre funzioni aziendali, per esempio con chi si occupa della contabilità. L'MRP II risolve parte di queste criticità infatti esso ingloba il suo predecessore, ma anche il Capacity planning (CRP) e il Production Activity Control (PAC). Il CRP conoscendo i cicli di lavorazione e la capacità dei singoli elementi produttivi (macchine e turni di lavoro), dopo aver calcolato il livello di utilizzazione di questi ultimi, permette di sapere se il piano è fattibile o meno. Il PAC permette di controllare la linea di produzione.

Con l'MRP le attività a monte "spingono" quelle a valle ed è per questo che viene sempre affiancato a sistemi di tipo push. Con quest'ultimo tipo di logica, in base alla pianificazione vengono fatti gli ordini ai fornitori: è la produzione a essere ordinata quando il sistema di pianificazione (MRP) ne ravvisa la necessità. E' la stazione a monte che spinge la produzione ed è per questo che questo sistema si studia da monte a valle. Quindi nei sistemi push i punti cardine sono l'MPS e l'MRP: il primo contiene la quantità di prodotti finiti che verranno sottratti dal magazzino e questo a sua volta determina la produzione di semilavorati necessaria.

Ciò che si controlla è il Throughput (TH), cioè il numero di pezzi che la linea produce nell'unità di tempo. La complessità di questa misurazione risiede principalmente nel determinare quale unità di tempo utilizzare, perché per esempio se si decidesse di prenderla pari all'ora e avvenisse un fermo macchina di 1,5 h, il TH raggiungerebbe livelli prossimi allo zero. I sistemi push di solito comportano livelli di scorta elevati, quindi questo implica grandi quantità a magazzino, le quali rischiano di diventare obsolete e livelli di servizio molto bassi.

## 2 PRESENTAZIONE DELL'AZIENDA

In questo capitolo viene presentata l'azienda: si descrive il gruppo di cui fa parte, la sua storia e i prodotti realizzati.

La nascita della società Merlo risale al 1964: infatti fu proprio in quell'anno che venne costituita la "A. Merlo e C. snc di Amilcare e Natalina Merlo". La società è maturata e cresciuta fortemente negli anni e ad oggi conta sei filiali (Francia, Germania, Inghilterra, Spagna, Polonia e Australia) e più di 600 concessionari che fanno sì che la vendita, l'assistenza e i ricambi siano assicurati a livello mondiale. Aspetto importante che evidenzia la diffusione internazionale è che il 90% della produzione viene esportata. Le famiglie di prodotto che il gruppo produce sono: telescopici compatti, telescopici media capacità, telescopici alta capacità, telescopici stabilizzati, telescopici rotativi, trattori telescopici, betoniere autocaricanti, trattori forestali, trattori municipali e cingo [1].

Dal 1996 questa gamma di prodotti si è arricchita di una nuova famiglia, infatti è stata acquisita la Tecnoindustrie. La Tecnoindustrie Merlo spa è una società che si occupa della produzione di sistemi di raccolta e compattazione, di grandi e di piccole dimensioni, nonché di veicoli satellitari per la raccolta ed il trasporto dei rifiuti.

Ad oggi fanno anche parte del gruppo Merlo: Merlo Spa, Merlo Rent srl, Merlo Project srl, CFRM srl, Tremme srl, MGI Lab srl e Movimatica srl.

La Tecnoindustrie inizialmente si occupava solo della progettazione e produzione di mezzi mono operatore, ma nel tempo è cresciuta e si è evoluta.

Nel 2000 venne realizzato il nuovo Stipo, il primo mezzo di raccolta a vasca e con questo si aprirono le porte verso i sistemi di raccolta di piccole dimensioni. L'anno successivo nacque il primo veicolo satellitare, l'Urbis e l'anno seguente (2002) il primo compattatore monopala: lo Zenit. Nel 2003 è stata ampliata la famiglia dei veicoli satellitari: gli Urbis hanno cominciato ad essere affiancati dagli Azimut e dagli Hornet, macchine compatte e maneggevoli, in grado di trasferire i rifiuti in compattatori di maggiori dimensioni. Azimut e Zenit costituiscono oggi i modelli trainanti.

Nel 2005 è stato creato il nuovo sistema per la raccolta automatizzata, che ha consegnato a Tecnoindustrie il primato nella ricerca e innovazione.

Nel frattempo si è lavorato per realizzare mezzi con maggiori portate e nel 2006 è stato lanciato il nuovo Zenit 36, che ha una capacità di 36 m<sup>3</sup>.

Gli investimenti in ricerca e sviluppo sono continui, e questi hanno permesso anche l'espansione della società all'estero, con annesso ampliamento della rete distributiva e di

assistenza in Europa, prodotti della Tecnoindustrie sono per esempio venduti in Francia e Gran Bretagna. La società attribuisce grande importanza alla tecnologia e al fornire prodotti innovativi e questo è anche testimoniato dal lancio nel 2008 del nuovo servizio informatizzato, MerloMobility, che permette la radio-localizzazione Gps in tempo reale e quindi di monitorare le flotte, ma anche di controllare i parametri di funzionamento più significativi.

Il fatto che la società è in crescita è dimostrato anche dagli ingenti investimenti che si stanno sostenendo per poter incrementare la capacità produttiva dello stabilimento di San Rocco di Bernezzo, in modo da riuscire a soddisfare una domanda in espansione.

## 2.1 Prodotti

La Tecno Industrie realizza diverse tipologie di macchine per la raccolta dei rifiuti, con portate dalle 2,5 alle 12 tonnellate e altezza tra i 6 m e i 18 m. Le principali attrezzature con annesse caratteristiche generali sono:

- Urbis (Figura 1): adatti alla raccolta differenziata nei piccoli centri urbani e nei centri storici, perciò in presenza di spazi ridotti. I cassoni sono del tipo a vasca ribaltabile. Fanno parte di questa famiglia 5 mezzi satellitari con capacità tra i 2,2 e gli 8 m<sup>3</sup>. Essi presentano vasche semplici a caricamento posteriore, con scarico per ribaltamento, tramite apposito cilindro a doppio effetto (il fluido in pressione può alimentare entrambe le camere, consentendo il controllo dei movimenti del pistone in entrambi i sensi), a singolo stelo. Per agevolare l'operatore e il carico manuale le vasche sono dotate di due sportelli laterali ribaltabili. Nella parte posteriore, centralmente, vi è il sistema di presa, sollevamento e svuotamento dei cassonetti, con eventuale agevolatore di carico. E' possibile effettuare la manovra di accoppiamento all'interno di compattatori posteriori dotati di bacca di carico universale. Come visibile nella Tabella 1 questa tipologia di attrezzatura è disponibile in cinque diverse tipologie di vasca per quanto riguarda la capacità.



*Figura 1: Urbis*

<b>Modello</b>	<b>Capacità (m³)</b>	<b>Massa totale a terra (kg)</b>	<b>Sistema di scarico</b>
Urbis 2	2,2	Da 1.500 a 1.700	Ribaltamento
Urbis 3	3,2	Da 2.000 a 2.200	Ribaltamento
Urbis 5	5	3.500	Ribaltamento
Urbis 6	6	Da 3.500 a 5.000	Ribaltamento
Urbis 7	7	Da 3.500 a 7.500	Ribaltamento

*Tabella 1: Caratteristiche degli Urbis*

- Azimut (Figura 2): questa attrezzatura permette la raccolta dei rifiuti e la loro compattazione per ridurre il volume ed ottimizzarne il trasporto. Questi mini-compattatori a caricamento posteriore, con scarico per ribaltamento della vasca, sono forniti di un sistema di compattazione del tipo a monopala articolata, composto da una pala con movimento rotatorio e da una slitta che scorre su guide rettilinee. Posteriormente viene installato, in posizione centrale, il sistema di presa, sollevamento e svuotamento dei cassonetti con eventuale agevolatore di carico. Inoltre l'attrezzatura è rispondente alla direttiva macchine 2006/42/CE ed è certificata da ente notificato esterno. L'Azimut come è riportato nella Tabella 2 può avere una vasca da 5,5 m<sup>3</sup> o da 8 m<sup>3</sup> o da 10 m<sup>3</sup>.



Figura 2: Azimut

Modello	Capacità (m <sup>3</sup> )	Massa totale a terra (kg)	Sistema di compattazione	Sistema di scarico
Azimut 6	5,5	Da 3.500 a 5.200	Monopala articolata	Ribaltamento
Azimut 8	8	Da 5.000 a 8.000	Monopala articolata	Ribaltamento
Azimut 10	10	Da 7.000 a 10.000	Monopala articolata	Ribaltamento

Tabella 2: Caratteristiche degli Azimut

- Bivasca (BVO) (Figura 3): attrezzatura a doppia vasca, pensato per la raccolta porta a porta di due differenti frazioni di rifiuto urbano. Le macchine sono formate da:
  - Mini-compattatore a caricamento posteriore, costituito da una vasca in cui vi è un sistema di compattazione formato da una monopala articolata e lo scarico avviene tramite il suo ribaltamento. Posteriormente anche qui è installato il sistema per i cassonetti.
  - Vasca di raccolta ortogonale, la quale può essere scaricata in compactatori dotati di bocca di carico universale grazie a una sponda laterale sul lato sinistro. Lo scarico avviene tramite ribaltamento del cassone. E' possibile dotarla di un sistema di carico laterale per la presa, il sollevamento e lo svuotamento di cassonetti fino a 360 l, con eventuale agevolatore di carico da 150 l circa.

L'attrezzatura risponde alla direttiva macchine 2006/42/CE ed è certificata da ente notificato esterno.

Nella Tabella 3 sono riportate le capacità che possiedono la vasca che ha il sistema di compattazione e quella di raccolta ortogonale.



*Figura 3: Bivasca*

<b>Modello</b>	<b>Capacità mini-compatt. (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Capacità vasca di raccolta (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Massa totale a terra (kg)</b>	<b>Sistema di compattazione mini-compatt. a caricamento posteriore</b>	<b>Sistema di scarico</b>
BVO	5,5	3,2	Da 6.500 a 9.000	Monopala articolata	Ribaltamento del cassone

*Tabella 3: Caratteristiche del Bivasca*

- Zenit (Figura 4): compattatore di grandi dimensioni, adatto ad ampi spazi, il quale può ricevere anche i rifiuti da mezzi satelliti. Il caricamento avviene posteriormente e lo scarico tramite paratia di espulsione. Il sistema di compattazione è del tipo a monopala articolata, composta da una pala con movimento rotatorio e da una slitta che scorre su guide rettilinee. Nella parte posteriore, sulla portella ribaltabile, è installato il sistema di presa, sollevamento e svuotamento dei cassonetti (opzionale). L'attrezzatura è rispondente alla direttiva macchine 2006/42/CE ed è certificata da ente notificato esterno.

Esisistono diversi modelli di Zenit, come è riportato nella Tabella 4, che si differenziano per la capacità della vasca. Quelli che oggi di norma vengono prodotti sono lo Zenit 16, lo Zenit 25 e lo Zenit 30, che possiedono una capacità rispettivamente di 16 m<sup>3</sup>, 25 m<sup>3</sup> e 30 m<sup>3</sup>.



Figura 4: Zenit

Portella	Modello	Capacità (m <sup>3</sup> )	Volume bocca di carico (m <sup>3</sup> )	Massa totale a terra (kg)	Sistema di compattazione	Sistema di scarico
M1	Zenit 14	14	1,7	Da 15.000 a 18.000	Monopala articolata	Paratia di espulsione
	Zenit 16	16	1,7	Da 15.000 a 18.000	Monopala articolata	Paratia di espulsione
M2	Zenit 23	23	2,6	26.000	Monopala articolata	Paratia di espulsione
	Zenit 25	25	2,6	26.000	Monopala articolata	Paratia di espulsione
M3	Zenit 30	30	3,5	40.000	Monopala articolata	Paratia di espulsione

Tabella 4: Caratteristiche degli Zenit

- Hornet (Figura 5): compattatore monoscocca a caricamento posteriore di medie dimensioni. Come riportato nella Tabella 5, è dotato di sistema di compattazione simile a quello degli Azimut, ma lo scarico avviene tramite paratia di espulsione, come per gli

Zenit, ma a differenza di questi ultimi non possiede la portella ed è di più piccole dimensioni.



Figura 5: Hornet 10

Modello	Capacità (m <sup>3</sup> )	Massa totale a terra (kg)	Sistema di compattazione	Sistema di scarico
Hornet 10	10	Da 12.000 a 15.000	Monopala	Paratia di espulsione

Tabella 5: Caratteristiche dell'Hornet 10

- Kuni (Figura 6): mini-compattatore a caricamento posteriore, ottimale per strade e ambienti spaziosi. Il cassone è monoscocca e lo scarico avviene tramite paratia di espulsione. Il sistema di compattazione di cui sono dotati è a monopala semplice, composto da una pala con movimento rotatorio e da un biellino che garantisce un maggior angolo di rotazione. Anche in questo modello vi è installato in posizione centrale posteriore il sistema di presa, sollevamento e svuotamento dei cassonetti. L'attrezzatura è rispondente alla direttiva macchine 2006/42CE ed è certificata da ente notificato esterno. L'attrezzatura Kuni come riportato nella Tabella 6 è disponibile solo con vasca da 7 m<sup>3</sup>.



Figura 6: Kuni

Modello	Capacità (m <sup>3</sup> )	Massa totale a terra (kg)	Sistema di compattazione	Sistema di scarico
Kuni 7	7,2	Da 7.000 a 8.500	Pala semplice di tipo progressivo	Paratia di espulsione

Tabella 6: Caratteristiche del Kuni

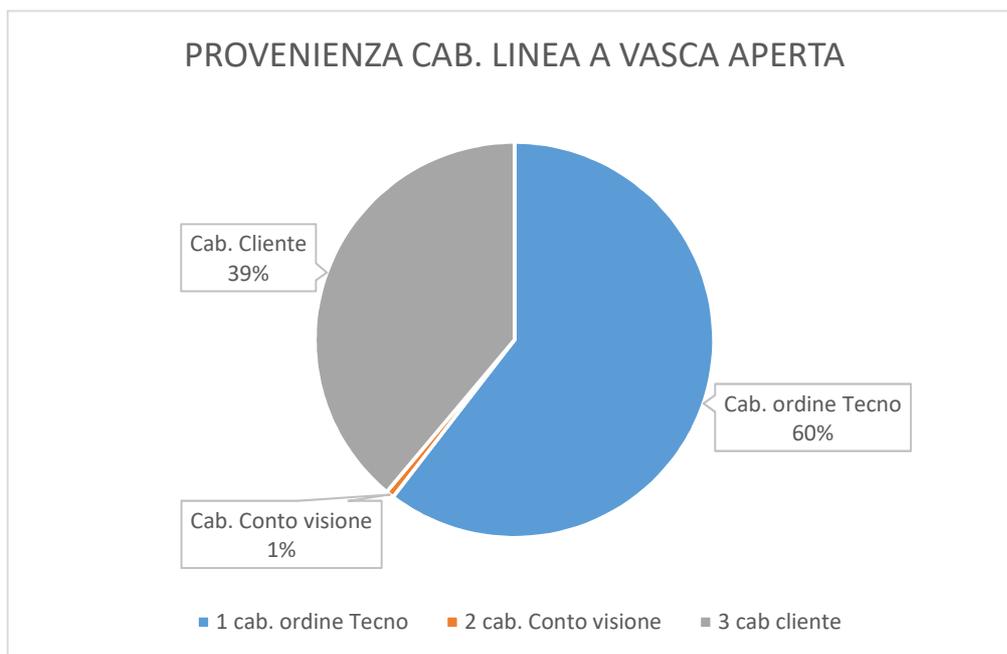
Come emerge dalle descrizioni precedenti, al nome generale dell'attrezzatura viene sempre affiancato un numero che rappresenta la capacità della vasca e inoltre per alcuni modelli di Urbis e di Azimut può seguire una G, per esempio Azimut 6G.

La G identifica quelle macchine la cui vasca è in alluminio, infatti oltre che di questo materiale possono essere richieste in acciaio o in Inox. Due medesime attrezzature che differiscono solo per il materiale in cui è realizzata la vasca hanno tutti i componenti in comune tranne i codici legati al gruppo vasca stesso.

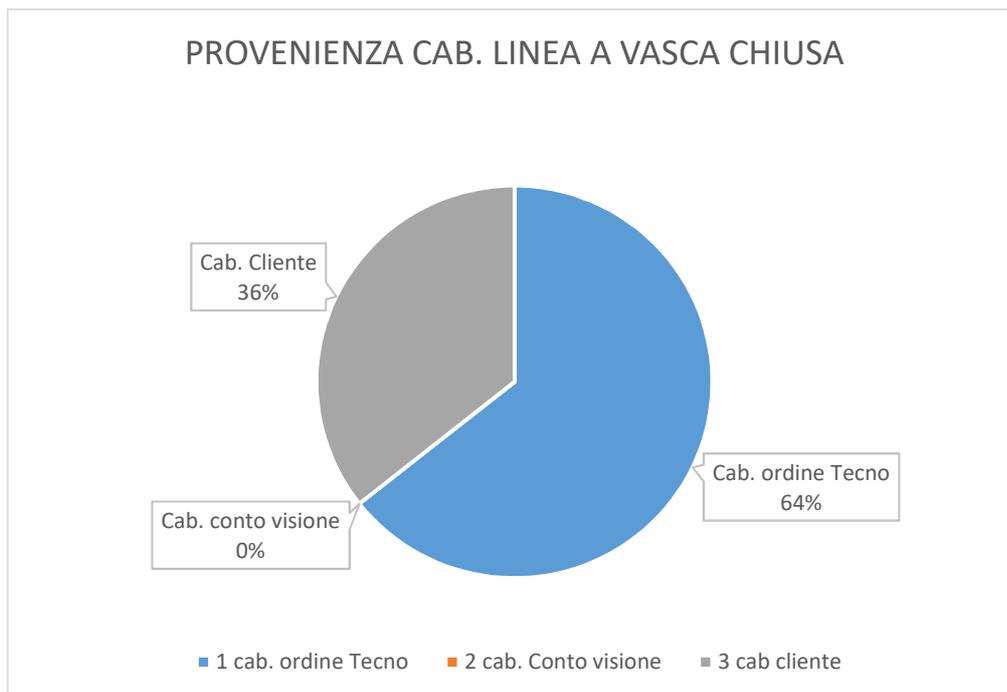
Per quanto riguarda la produzione dei diversi modelli che la Tecnoindustrie presenta nel suo catalogo, le attrezzature Urbis, Azimut e Bivasca sono realizzati su una medesima linea (linea piccoli), ed ora in poi verranno chiamati mezzi a vasca aperta, invece i tre modelli rimanenti, cioè i compattatori a vasca chiusa su un'altra (linea grandi). La creazione di queste due macrofamiglie è dovuta al fatto che le macchine presentano dimensioni e lavorazioni molto

differenti tra loro. A questo segue il fatto che vengano realizzate due pianificazioni indipendenti, una per i mezzi a vasca aperta e un'altra per quelli a vasca chiusa. Nonostante ciascuna linea produca mezzi di dimensioni piuttosto simili tra loro, la cadenza di ciascuna di esse non è sempre la medesima, infatti la velocità di produzione è influenzata dalla capacità delle vasche da realizzare.

I cabinati, su cui vengono montate e installate le attrezzature possono essere forniti direttamente dal cliente o acquistati dalla Tecnoindustrie o dati ad essa in Conto Visione. Considerando le macchine con data di consegna da Gennaio 2019 a Luglio 2020 (compreso), se si considerano solo i modelli realizzati dalla linea piccoli, il 38,93% delle attrezzature è stato montato su un telaio fornito dal cliente, il 60,40% su uno acquistato direttamente dalla Tecno Industrie e il rimanente 0,67% su un telaio in Conto visione (Figura 7). Guardando alle macchine prodotte dalla linea grandi, sempre con consegna nello stesso periodo, emerge che il 35,66% dei telai utilizzati è stato acquistato direttamente dal cliente e il 64,34% dalla Tecnoindustrie (Figura 8).



*Figura 7: Provenienza cabinato linea a vasca aperta*



*Figura 8: Provenienza cabinato linea a vasca chiusa*

Oltre ai mezzi tradizionali, elencati e descritti sopra, la Tecnoindustrie permette anche di acquistare i kit. Questi sono delle attrezzature che vengono predisposte per l'installazione su dei cabinati. Rispetto a un mezzo completo, oltre al telaio non presentano la presa di forza, l'impianto elettrico della cabina e lo staffaggio. Nel momento in cui il cliente richiede queste attrezzature deve già indicare su che telaio vorrà montarlo, fondamentale è sapere se il cabinato sarà da 12V o 24V, infatti in base a queste informazioni il kit dovrà essere dotato di una interfaccia specifica.

Nei prossimi capitoli verrà descritta come avviene ad oggi la creazione della pianificazione della produzione presso la Tecnoindustrie Merlo SPA. Verrà analizzata la domanda e descritta una possibile soluzione per cercare di incrementare il livello di servizio nei confronti del mercato.

## 3 APPROCCIO ALLA PRODUZIONE

In questo capitolo viene descritto come sono impostati ad oggi l'MPS e l'MPR, inoltre viene analizzata la domanda ponendo attenzione alle quantità legate a ciascuna attrezzatura e ai tempi di consegna richiesti dai clienti.

### 3.1 Lo stato attuale (AS-IS)

La pianificazione che si considera in questo lavoro guarda un orizzonte temporale di all'incirca 3 mesi, con aggiornamenti generalmente settimanali.

Se si guarda la realtà aziendale della Tecnoindustrie, la produzione può essere definita *Purchase to Order* infatti nel momento in cui arriva un ordine viene creata una commessa e vengono fatti gli acquisti. La commessa viene inserita in pianificazione in base alla due date e alla disponibilità di tutti i materiali per produrla (viene spiegato in seguito come avviene la valutazione delle Richieste di consegna).

Definita la data di ingresso in linea vengono generati i diversi ordini dei materiali/componenti necessari. Dal momento che gli ordini dei clienti sono gestiti a commessa, non vengono usate previsioni di vendita. Questo è dovuto al fatto che la domanda è molto variabile, principalmente perché legata a gare di appalto. Inoltre, la vasta gamma di prodotti offerti può essere soggetta a un rilevante grado di personalizzazione: il telaio può essere di diverse case produttrici e questo comporta la necessità di differenti interfacce, i mezzi possono essere dotati di celle di pesatura o meno, il sistema di aggancio-volta contenitori può essere di diversi tipi, la vasca può essere di differenti materiali, anche per esempio la tipologia dei braccetti può essere scelta dal cliente ...

Tutti questi aspetti che sono aleatori e legati alla volontà del cliente, fanno sì che non sia possibile migrare verso una produzione interamente *Make to Order* né ancor meno *Make to Stock*, poiché sarebbero necessari dei magazzini con capacità elevatissime.

Guardando alla Tecnoindustrie, dal momento che la produzione è *Purchase to Order*, l'MPS ci si aspetterebbe che fosse a livello di materie prime/acquisti, ma nella realtà non è così. Se si vuole identificare una sorta di MPS, esso è a livello di prodotti finiti ma, come detto sopra, è basato sostanzialmente sugli ordini. Talvolta addirittura il sistema produttivo è *Engineering to Order*, infatti se un cliente è disposto a comprare un numero non indifferente di mezzi a patto che essi possiedano una particolare caratteristica, il particolare potrebbe essere progettato

direttamente per lui. Per esempio è successo che un cliente abbia richiesto all'incirca dieci mezzi Urbis 3, ma la vasca doveva possedere uno sportello che generalmente non ha.

Una volta ricevuto l'ordine, viene realizzata la distinta base e inserita nel sistema. Generalmente una volta a settimana viene lanciato l'MRP. Il sistema utilizzato è NICIM, che è l'acronimo di Nuova Informatica Computer Integrated Manufacturing, un prodotto commercializzato dalla Società Atomos Hyla che fa parte del gruppo sedApta. Esso è impostato in modo da funzionare in modalità backward, ovvero dalla data di scadenza in cui il prodotto deve essere consegnato risale all'indietro per capire quando avviare la produzione e rilasciare gli ordini. Un'altra modalità con cui potrebbe funzionare è forward: partendo da oggi calcola quando il prodotto potrebbe essere consegnato.

Inoltre si è deciso di configurare l'MRP in modo tale che dopo il calcolo per un livello avvenga subito la sequenzializzazione degli ordini creati, prima di procedere al livello sottostante.

Al primo livello, cioè a livello di prodotto finito, viene usato il CRP: vengono guardati gli ordini dei clienti, vengono esplosi gli ordini di lavoro e interviene il plan, quindi viene considerata la capacità finita che si possiede. Successivamente vengono esplosi gli ordini sottostanti e i fabbisogni.

Nicim come dati in input guarda: giacenze a magazzino, ordini a fornitore, distinta base degli articoli, anagrafica degli articoli (contiene per esempio i lead time, la politica di approvvigionamento, l'eventuale scorta minima), cicli tecnici, previsioni di vendita, coperture di magazzino desiderate, scorte di sicurezza e ordini di lavoro confermati. Questo sistema inoltre mette a disposizione dell'utente diverse politiche per la generazione degli ordini di produzione e delle richieste di acquisto, che possono essere scelte singolarmente per ogni articolo: si può decidere di considerare solo il fabbisogno mensile, oppure inserire delle quantità minime o dei periodi di copertura ecc.

L'MRP genera le richieste di acquisto per i componenti di fornitura e per i materiali di approvvigionamento, gli ordini di lavoro (ODL) interni e a terzi e anche dei suggerimenti all'operatore, come per esempio gli ordini di cui è necessario chiedere un anticipo al fornitore o i componenti di cui non è ancora stato inserito il ciclo tecnico a sistema.

Sono cinque gli stati in cui un ordine di lavoro si può trovare:

- 1 Proposto
- 2 Confermato
- 3 Rilasciato
- 4 In avanzamento
- 5 Finito

Nel momento in cui un ordine di lavoro è creato dall'MRP, esso si trova allo stato 1, sarà successivamente l'intervento dell'operatore a farlo passare ai livelli successivi. Normalmente vengono rilasciati gli ordini di lavoro per le macchine che entreranno in linea nel giro di due settimane, questo perché le commesse più "lontane" potrebbero ancora richiedere dei cambiamenti di distinta. Gli ordini di lavoro sono di due tipologie:

- ODL per semilavorati interni
- ODL per Conto-Lavoro Terzista

Si parla di Conto-lavoro a terzisti nel momento in cui a questo ultimo viene assegnato del materiale di Tecnoindustrie, affinché lui esegua la lavorazione richiesta o per riparazioni/resi a fornitori. Per esempio la verniciatura delle vasche degli Azimut 8, la calandratatura, la realizzazione di alcuni cavi è data in conto lavoro.

Il sistema attuale dell'azienda, coerentemente con quanto prevede la teoria, è classificabile principalmente come sistema Push, ma rispetto a quello tradizionale la domanda non è prevista, ma la pianificazione si basa principalmente sugli ordini dei clienti.

## 3.2 Domanda

Per iniziare a capire l'ambiente della Tecnoindustrie, e vedere quali sono le criticità che se gestite permetterebbero un aumento del livello di servizio, si è eseguita l'analisi della domanda.

Essa è stata strutturata in modo da porre l'attenzione prima sulle quantità e in seguito sui tempi.

Per entrambi gli aspetti analizzati sono stati considerati i dati contenuti nei documenti di commessa, ma per il fattore tempo è stato portato avanti anche uno studio basandosi su quelli presenti nelle richieste di consegna. Questa decisione è stata presa in quanto i dati legati alla commessa sono di solito, almeno per quelle che hanno già un cliente assegnato, il risultato di un accordo del commerciale con il destinatario del mezzo. In seguito quindi, per ovviare a questo e per capire quali sono le richieste dal mercato, soprattutto in termini di tempo, dal momento che l'obiettivo principale di questo progetto è aumentare il livello di servizio nei confronti di questo ultimo, si è eseguita l'analisi dei dati delle richieste di consegna.

La prassi infatti prevede che il commerciale, nel momento in cui è in contatto con un probabile acquirente, invii una richiesta di consegna, dove vengono esplicitate quali sono le caratteristiche delle macchine richieste e la data presunta di arrivo dell'eventuale telaio. Il responsabile della pianificazione, analizzando la schedulazione, le distinte base, una cui

stesura riguardante almeno i gruppi più importanti e critici viene richiesta subito all'ufficio tecnico, e tenendo in considerazione le disponibilità dei materiali, valuta quale potrebbe essere la data di consegna e/o se quella proposta dal cliente possa essere accettata o meno. Questo implica che a non tutte le richieste di consegna seguano delle commesse, in quanto alcune di queste potrebbero non essere seguite dall'ordine del cliente.

L'attenzione va anche posta sulla data di arrivo del telaio. Essa può differire nelle due tipologie di documento considerate, perché potrebbe esserci il caso in cui il telaio sia disponibile da prima (data di disponibilità presente nella richiesta di consegna), ma che venga consegnato alla Tecnoindustrie inseguito, all'incirca un mese prima dell'entrata in linea, in modo da non aumentare lo stock a piazzale. Il fatto che la data di arrivo del cabinato legato alla commessa sia posteriore rispetto a quella della richiesta di consegna, potrebbe essere dovuto anche a eventuali ritardi.

Altra nota va posta sul fatto che non tutte le commesse sono associate ad un cliente. In pianificazione alcuni slot possono essere occupati da commesse per disponibilità. Queste commesse vengono inserite quando il commerciale ritiene che sia alta la probabilità di arrivo di un ordine con data di consegna a breve, oppure quando si partecipa a gare con tempi di consegna da capitolato che sarebbero impossibili da rispettare se non si partisse in anticipo. Nel momento in cui l'ordine si materializza, a quelle commesse viene associato il cliente finale e diventano quindi legate a un ordine di vendita. Talvolta queste commesse vengono inserite per "coprire" eventuali slot liberi della pianificazione.

### 3.2.1 Analisi dei dati tratti dai documenti delle commesse

Sono state considerate le commesse con data di emissione 2018-2019-2020 e sono state raggruppate per data di consegna. Ai fini dell'analisi sono state tenute in considerazione solo quelle con data di consegna 01/2019-07/2020. Importante è sottolineare che nel mese di agosto l'azienda generalmente chiude per un periodo pari a tre settimane.

Le macchine sono state quindi divise per data di consegna e per dimensioni. Si sono considerati i macrogruppi: COMPATTATORI A VASCA CHIUSA E COMPATTATORI A VASCA APERTA e poi all'interno di questi si sono creati dei sottogruppi per similarità tecnica e "diffusione".

- COMPATTATORI A VASCA CHIUSA
  - o Zenit
  - o Hornet e Kuni
- COMPATTATORI A VASCA APERTA
  - o Azimut 6, 6G e 8
  - o Urbis 2 e 3

- Resto (Azimut 10, Urbis 5, 5G, 6, 6G, 7, Bivasca)

### 3.2.1.1 Analisi delle quantità

Da quanto è emerso nel 2019 sono state consegnate 600 macchine appartenenti ai compattatori a vasca aperta, mentre nel 2020, considerando fino a fine Luglio, tale numero è pari a 382 (Tabella 7). Quest'ultimo numero risulta abbastanza allineato all'anno precedente, infatti ipotizzando che le vendite si distribuiscano in modo costante e omogeneo nel tempo, da Gennaio a Luglio ci si sarebbe aspettati all'incirca 350 mezzi consegnati.

MESE	QUANTITA' 2019 Azimut 6-6G-8	QUANTITA' 2020 Azimut	QUANTITA' 2019 Urbis	QUANTITA' 2020 Urbis	QUANTITA' 2019 altri	QUANTITA' 2020 altri
1	33	49	24	0	3	1
2	27	38	13	11	2	10
3	25	29	24	30	0	10
4	31	70	0	1	19	19
5	43	26	8	8	9	2
6	34	49	1	2	18	2
7	30	19	53	5	1	1
8	10		0		6	
9	10		0		0	
10	44		7		6	
11	32		0		2	
12	38		43		4	
TOT.	357	280	173	57	70	45
TOTALE 2019		600				
TOTALE 2020		382				

Tabella 7: Macchine a vasca aperta consegnate dal 01/2019 al 07/2020

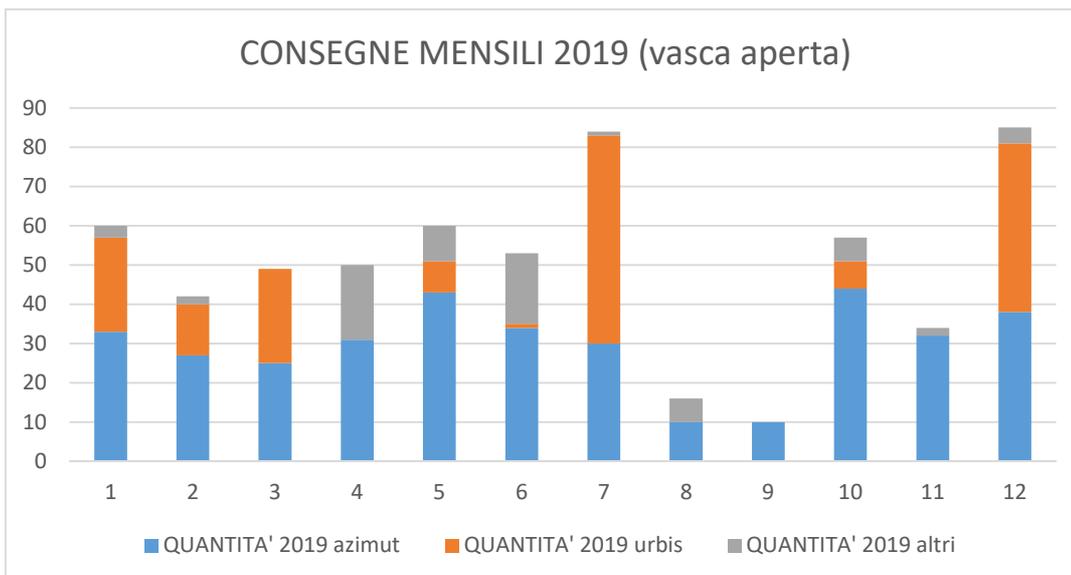


Figura 9: Consegne mensili nel 2019 delle macchine a vasca aperta

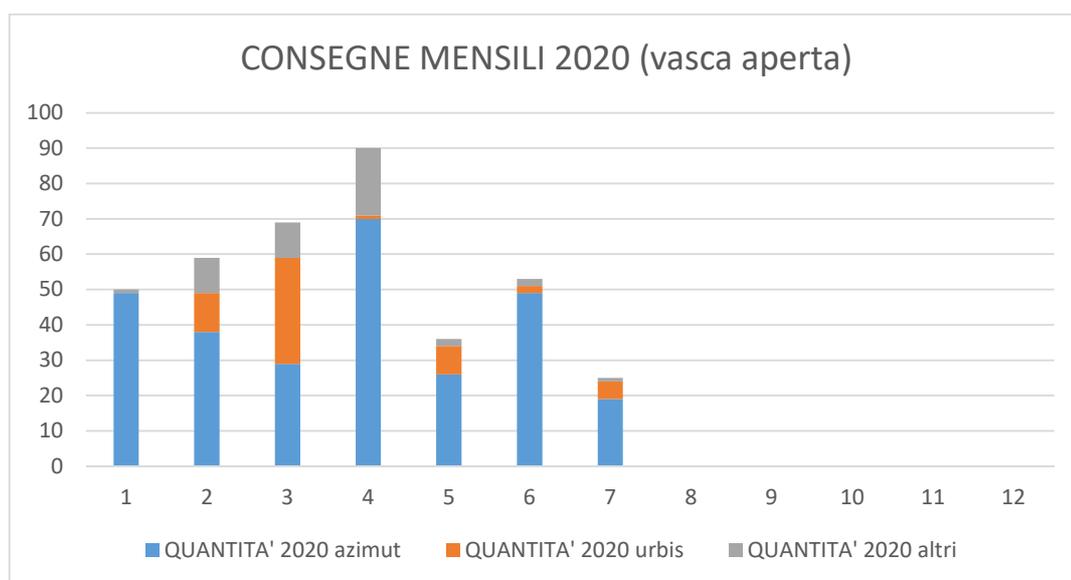


Figura 10: Consegne mensili 2020 delle macchine a vasca aperta

La distribuzione delle consegne non presenta una periodicità o stagionalità, come si può vedere sia dalla Figura 9 che mostra l'andamento nel 2019, sia dalla Figura 10 che è riferita all'anno 2020 in corso. Emerge però che il gruppo Azimut 6, 6G e 8 è quello con maggiore richiesta.

Per quanto riguarda i compattatori a vasca chiusa, come è riportato nella Tabella 8, nel 2019 sono stati consegnati 107 mezzi, mentre considerando il 2020 fino a fine Luglio, tale dato risulta essere pari a 45. Quest'ultimo è inferiore ai 62 mezzi consegnati che deriverebbero da

una distribuzione omogenea e costante nel tempo delle consegne del 2019, può tuttavia essere considerato in linea.

Anche per quanto riguarda questa tipologia di mezzi, si vede dai grafici sottostanti, Figura 11 e Figura 12, come le consegne non siano distribuite omogeneamente nei mesi, e che anche per questo gruppo di macchine vi sia un modello, lo Zenit, che risulta essere quello trainante.

MESE	Consegne Zenit 2019	Consegne Zenit 2020	Consegne Kuni,Hornet 2019	Consegne Kuni,Hornet 2020
1	5	1	0	0
2	4	15	0	5
3	5	8	2	0
4	11	7	4	0
5	6	1	3	0
6	10	8	2	0
7	13	0	2	0
8	0		0	
9	0		0	
10	15		6	
11	6		0	
12	13		0	
TOT.	88	40	19	5
TOTALE 2019		107		
TOTALE 2020		45		

Tabella 8: Macchine a vasca chiusa consegnate dal 01/2019 al 07/2020

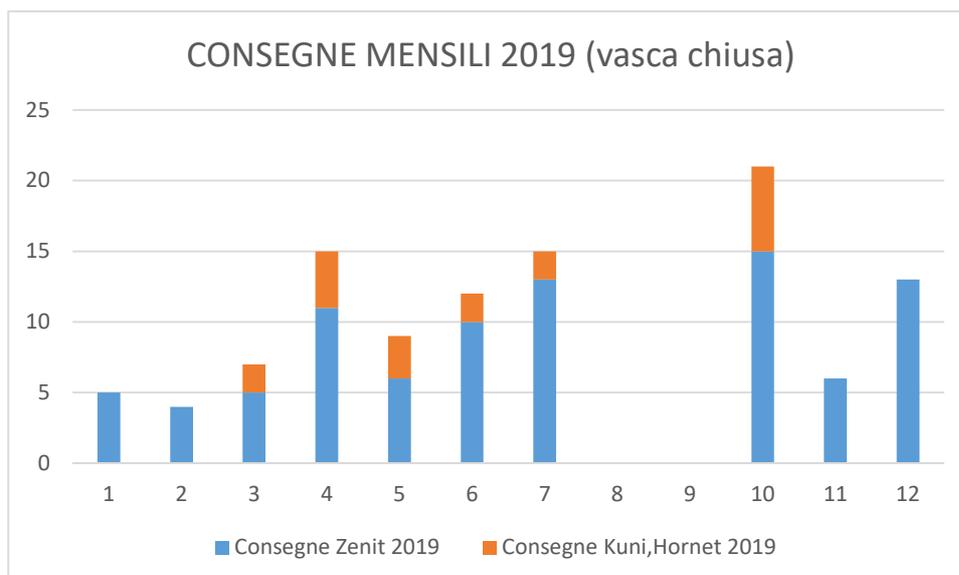


Figura 11: Consegne mensili nel 2019 delle macchine a vasca chiusa

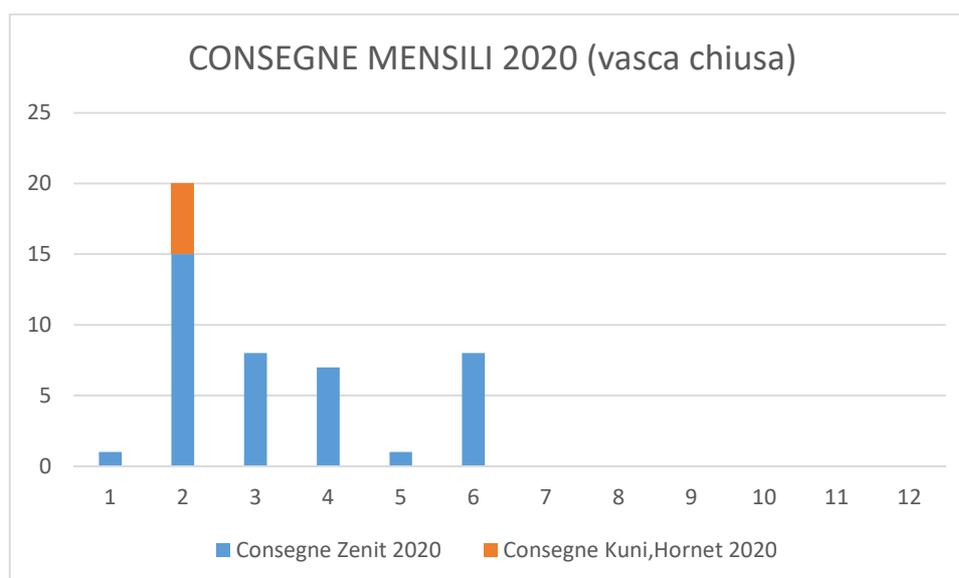


Figura 12: Consegne mensili nel 2020 delle macchine a vasca chiusa

Anche per i mezzi di dimensioni superiori non è possibile identificare una stagionalità o periodicità.

A causa delle personalizzazioni sui modelli base che possono essere richieste, anche uniformando i modelli non è possibile individuare una stagionalità o dei trend legati alle quantità domandate, che possano essere sfruttati per fare delle previsioni.

### 3.2.1.2 Analisi dei tempi di consegna

E' stato considerato come tempo quello che intercorre tra arrivo del cabinato e data di consegna presente nel documento delle commesse. Questa data differisce dalla data di fine della commessa nei casi in cui c'è stato un ritardo nella consegna al cliente o il cliente per suoi motivi abbia ritardato il ritiro del mezzo, infatti la data di fine corrisponde alla data in cui è avvenuta la reale consegna al cliente. Come data di inizio, non si considera la data di inizio commessa, perché finché non vi è il telaio disponibile non è possibile realizzare il mezzo (a meno che non si tratti di un Kit).

Sviluppando questo punto si sono potuti quindi anche vedere i tempi di attraversamento dei cabinati presso la Tecnoindustrie. Questa analisi sui cabinati, i quali costituiscono parti importanti e rilevanti dello stock potrebbe essere anche un primo approccio al tentativo di ottimizzarlo.

Questa analisi sui tempi è stata sviluppata separatamente per il gruppo dei compattatori a vasca chiusa e per quello dei mezzi a vasca aperta, sempre considerando le macchine con data di consegna 01/2019-07/2020, ma inoltre non sono stati considerati i kit in quanto non hanno associato un cabinato. Per quanto riguarda le macchine del macro-gruppo piccoli, la giacenza media dei cabinati nel periodo considerato, è stato di 95,42 gg, per i grandi 66,51 gg (Tabella 9). Nel calcolo della media non si sono considerati tempi di giacenza negativi, cioè quelli derivanti da situazioni in cui il cabinato è stato consegnato talmente in ritardo, da superare la data di consegna stabilita con il cliente.

	<b>Tempo medio giacenza telai dei mezzi consegnati dal 01/2019 al 07/2020 [Giorni]</b>
VASCA APERTA	95,42
VASCA CHIUSA	66,51

Tabella 9: Tempo medio giacenza telai

Il tempo ottimale di permanenza è considerato tra le 4 e le 12 settimane. Il limite inferiore deriva dal fatto che il tempo medio necessario per l'allestimento di un cabinato con l'attrezzatura richiede 20 giorni, considerando necessari 5 giorni per il collaudo e la motorizzazione e 3 giorni per eventuali rifiniture (lavaggio, particolari di verniciatura ecc.). Il limite superiore è stato imposto pari a 12 settimane a seguito di un confronto con il business controller dell'azienda. Al momento (24/09/2020) lo stock di cabinati risulta essere all'incirca

pari a 263 considerando quelli che sono a stock senza attrezzatura, quelli su cui è già montata l'attrezzatura (sono quindi mezzi già prodotti) e quelli su cui sta venendo montata.

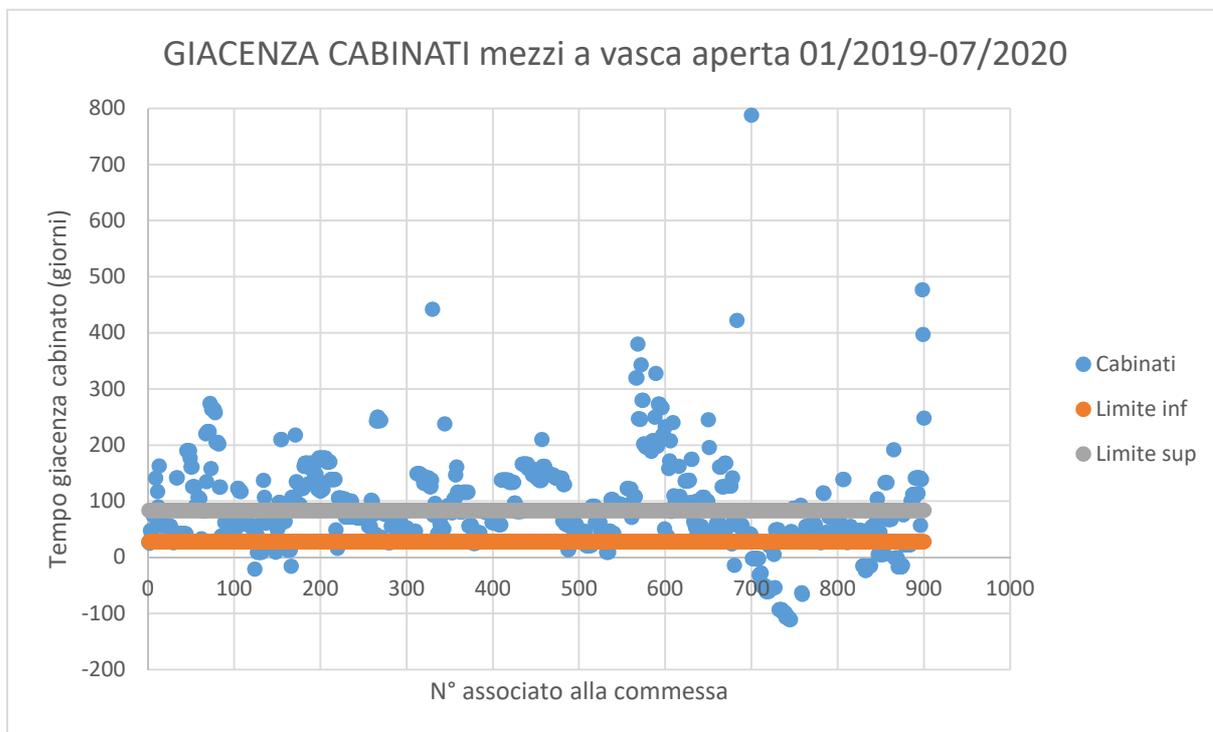


Figura 13: Giacenza cabinati dei mezzi a vasca aperta

In riferimento al grafico sopra (Figura 13), si evince come la quantità di cabinati che ricade tra i due limiti sia pari all'incirca al 44,67%.

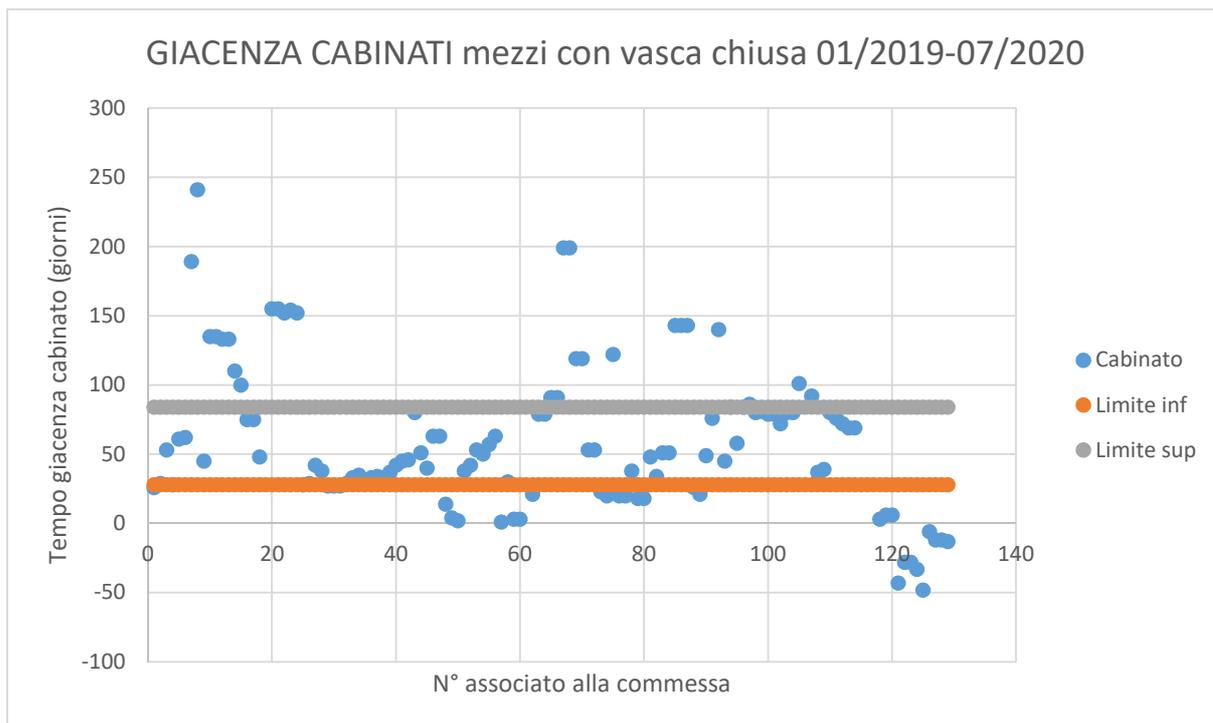


Figura 14: Giacenza cabinati dei mezzi a vasca chiusa

La situazione appare leggermente migliore per i telai appartenenti ai mezzi del macro-gruppo grandi, la cui percentuale che ricade nel range ottimale è del 48,83% (Figura 14).

Un'altra lettura che può essere fatta di questo dato è che l'attrezzaggio dei cabinati per non ricadere in ritardi nei confronti di quanto pattuito dal commerciale con i clienti, non deve richiedere in media più di 95,42 giorni per i mezzi a vasca aperta e 66,51 per quelli a vasca chiusa, ricordando che in queste tempistiche sono compresi i giorni necessari per il collaudo, la motorizzazione e le rifiniture. Infatti, considerando la differenza tra data di consegna richiesta e data di arrivo cabinato, si ottiene il tempo massimo per cui il cabinato può trovarsi nell'impianto della Tecnoindustrie, oltre a questo si ricorre in un ritardo nei confronti del cliente. Il collaudo bisogna non ritenerlo immediato poiché l'incaricato della motorizzazione si reca presso la Società solamente 4 volte al mese e non collauda più di 10 mezzi per volta.

Considerando la differenza tra data di fine della commessa, ricordando che corrisponde alla data in cui avviene realmente la spedizione/consegna al cliente, e data di consegna richiesta si può avere un'idea del livello di servizio attuale, nei confronti dei clienti.

### 3.2.2 Analisi dei dati tratti dalle richieste di consegna

Si è poi proceduto all'analisi dei tempi estratti dalle richieste di consegna e in particolare sono stati presi in analisi tutti i documenti di questa tipologia, realizzati dal 01/01/2018 al 12/08/2020.

Tali richieste sono state esaminate, le e-mail relative ad esse sono state lette e i dati estrapolati inseriti in un file Excel, in modo da creare un registro. Per ognuna si è estratta la data di consegna richiesta dal cliente al commerciale, la data di consegna del telaio (da parte del cliente o del fornitore) e la data presunta di conferma dell'eventuale ordine. A volte succede che non tutti questi dati siano presenti e quindi si sono fatte delle ipotesi. Questo lavoro è stato fatto con lo scopo di capire quali sono le tempistiche che il mercato richiede prima che avvengano compromessi, in modo da aumentare il livello di servizio.

Bisogna precisare che per questo lavoro, nel momento in cui nel documento compariva la richiesta della miglior data di consegna, tale data è stata considerata pari a 30 giorni dall'arrivo del telaio, mentre nel caso dei kit, per i quali il cabinato non è necessario, 30 giorni dalla conferma d'ordine. Inoltre, quando il cabinato è dichiarato "disponibile nell'immediato" sono stati considerati 7 giorni dalla data di ordine, se fornito dal cliente, per tenere in considerazione eventuali tempistiche legate al suo trasporto oppure pari alla data della richiesta di consegna se già presso la nostra sede.

Sono state analizzate più di un centinaio di richieste di consegna e quello che è emerso è che la consegna richiesta è in media 97,19 gg dopo rispetto alla data in cui viene redatto tale documento.

Considerando le date di arrivo cabinato, la data di consegna mediamente si colloca 73,20 giorni dopo. In questo caso essendo interessati a vedere il livello di servizio in termini tempistici richiesto dal mercato, si è deciso per i kit di considerare la data di arrivo cabinato pari alla data dell'ordine.

Per il 2018 dove mancava la data presunta di arrivo dell'ordine è stata calcolata pari a 20 gg dopo la data della richiesta di consegna, essendo pari a questo tempo la media dell'anno. Per il 2019 10 giorni, per il 2020 20 giorni, basandosi sempre sullo stesso principio utilizzato per il 2018.

## 4 INCREMENTO DEL LIVELLO DI SERVIZIO E MIGLIORAMENTO DELLO STOCK

Nei seguenti paragrafi è descritto il problema che si vuole risolvere per poter migliorare il livello di servizio nei confronti del mercato. E' quindi presentata una possibile soluzione e gli step che ne permettono l'implementazione.

### 4.1 Criticità e obiettivo

Dopo che sono state analizzate le richieste di consegna è emerso che in media i clienti desiderano avere il mezzo finito 97 giorni dalla creazione di tale documento e che la conferma d'ordine giunge 17 giorni dopo. Dal momento che l'approvvigionamento dei materiali avviene solamente nel momento in cui il cliente ha confermato le sue intenzioni di acquisto, il tempo a disposizione della Tecnoindustrie per acquistare i componenti, fare le lavorazioni e realizzare il mezzo entro la deadline desiderata risulta essere pari a 80 giorni (considerando anche i giorni non lavorativi). Si sono andati quindi a vedere nell'anagrafica parti, presente nel sistema gestionale, se vi sono componenti che presentano un lead time superiore a tale tempo. Questo perché se già l'approvvigionamento del materiale richiede tempi prossimi agli 80 giorni, di certo aggiungendo anche il fatto che alcuni di queste parti devono subire delle lavorazioni, il mezzo non potrà essere ultimato e consegnato entro la data desiderata dal cliente.

Una criticità che è perciò stata rilevata è che il tempo di consegna richiesto è inferiore a quanto è necessario per l'approvvigionamento e le lavorazioni, vi sono dei componenti che hanno già di per sé un lead time (o tempo di attraversamento) superiore agli 80 giorni ( $80-22=58$  giorni lavorativi).

L'obiettivo è quindi quello di fare sì che nel momento in cui giunge un ordine del cliente le parti che presentano un tempo di attraversamento maggiore siano già disponibili presso la sede.

Per raggiungere questo scopo per prima cosa si è cercato un mix medio della domanda di macchine mensile, cioè un pacchetto di attrezzature che ci si aspetta di vendere ogni mese per le due linee, in questo modo si può anticipare l'approvvigionamento dei componenti che sono necessari per la loro realizzazione. La società non presenta un sistema di previsione della domanda, infatti come già detto l'MPS si basa solo sugli ordini.

Questo mix viene poi utilizzato per definire i componenti critici e implementare quanto descritto nel Paragrafo 4.2.

L'acquisto anticipato dei componenti va ad alimentare lo stock. Questo può essere letto come una leggera migrazione verso il sistema *Make to Order*. Il sistema produttivo della Tecnoindustrie non potrà mai essere totalmente di questa tipologia, rimarrà sempre un ibrido con il *Purchase to Order*, perché il numero di elementi dipendenti dalla volontà del cliente è elevata, sono troppi gli extra-listini disponibili e quindi parte di questi componenti sarà sempre acquistata solo dopo che è giunto l'ordine da parte del cliente. Inoltre i mezzi proposti hanno già di base configurazioni diverse tra loro e la disponibilità a stoccare componenti a magazzino è limitata.

#### 4.1.1 Definizione del mix

Per definire la numerosità del mix si è optato per un metodo quantitativo e in particolare per la media mobile, considerando un  $m$  pari a 19, consapevoli del fatto che come già detto, non sono presenti trend o stagionalità.

La numerosità totale del mix deriva dalla media delle macchine mensili consegnate nei 19 mesi precedenti. Per definire il mix ad agosto, sono state considerati quindi i mezzi consegnati da inizio 2019 fino a fine luglio. Si determina quindi la percentuale di copertura che si vuole assicurare con le scorte rispetto a questa previsione, per esempio 70% e in questo modo è possibile calcolare la numerosità del mix. Si decide di inserire una percentuale di copertura della previsione e non andare a inserire a stock quantità che la coprano interamente, perché la variabilità è molta, quindi sarebbe troppo alto il rischio di avere scorte elevate, che non vengono poi utilizzate. Si ricorda infatti che le distinte inserite sono costituite da gruppi standard e che di solito il cliente richiede macchine con modifiche e optionals.

Quindi per creare il mix, si è agito inserendo tutte le macchine consegnate in un file Excel, e di ognuna è stato considerato il mese e l'anno di consegna pattuiti con il cliente, cioè quelli che compaiono nel documento di commessa. L'intestazione del file Excel è quella riportata in Figura 15.

COMMESSA	CODICE	DESCRIZIONE	CONS.	MESE CONSEGNA	ANNO CONSEGNA	CLIENTE	INIZIO	FINE	TEMPO CONSEGNA RICHIESTO (giorni)	DATA ARRIVO CABINATO	TEMPO DISP. DALL'ARRIVO DEL CABINATO (giorni)
----------	--------	-------------	-------	---------------	---------------	---------	--------	------	-----------------------------------	----------------------	---

COMMESSA: codice della commessa

CODICE: codice del prodotto finito

DESCRIZIONE: attrezzatura richiesta e telaio su cui verrà installata

CONS. : data di consegna richiesta e presente nel documento di commessa

MESE CONSEGNA: mese per cui è stata pattuita la consegna

ANNO CONSEGNA: anno per cui è stata pattuita la consegna

CLIENTE

INIZIO: data di creazione della commessa

FINE: data in cui avviene la spedizione/consegna al cliente

TEMPO DI CONSEGNA: CONS. - INIZIO è il tempo che intercorre da quando la commessa è stata creata alla data di consegna pattuita

DATA ARRIVO CABINATO: è la data in cui effettivamente arriva presso la Tecnoindustrie il cabinato

TEMPO DISP. DALL'ARRIVO DEL CABINATO: CONS. - DATA ARRIVO CABINATO

Figura 15: Intestazione File Excel per la creazione del mix

Grazie a questo inserimento si creano le Tabella 10 e dalla Tabella 11, in cui i vari mezzi risultano divisi per modello.

	MESE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SOMMA	% sul tot macchine
<b>Azimut 8</b>	2019	15	5	4	3	6	3	10	10	0	13	16	12	97	16,70%
Quantità che si era consegnata a luglio 2019														46,00	12,14%
	0 2020	14	11	3	5	4	13	15	0	0	0	0	0	65	17,02%
<b>Azimut 6</b>	2019	18	15	21	11	22	20	10	0	8	8	11	15	159	27,37%
Quantità che si era consegnata a luglio 2019														117,00	30,87%
	0 2020	24	21	19	33	5	14	2	0	0	0	0	0	118	30,89%
<b>Azimut 6G</b>	2019	0	7	0	17	15	11	10	0	2	23	5	11	101	17,38%
Quantità che si era consegnata a luglio 2019														60,00	15,83%
	0 2020	11	6	7	32	17	22	2	0	0	0	0	0	97	25,39%
<b>Azimut 10</b>	2019	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	2	0	6	1,03%
Quantità che si era consegnata a luglio 2019														4,00	1,06%
	0 2020	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1,05%
<b>Azimut 5</b>	2019	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	15	2,58%
Quantità che si era consegnata a luglio 2019														15,00	3,96%
	0 2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
<b>Azimut 5G</b>	2019	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	6	1,03%
Quantità che si era consegnata a luglio 2019														6,00	1,58%
	0 2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
<b>Bivasca</b>	2019	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0,69%
Quantità che si era consegnata a luglio 2019														2,00	0,53%
	0 2020	0	7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	8	2,09%
<b>Urbis 2</b>	2019	0	6	24	0	3	0	25	0	0	7	0	28	93	16,01%
Quantità che si era consegnata a luglio 2019														58,00	15,30%
	0 2020	0	1	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	5,76%
<b>Urbis 3</b>	2019	24	7	0	0	5	1	27	0	0	0	0	15	79	13,60%
Quantità che si era consegnata a luglio 2019														64,00	16,89%
	0 2020	0	10	9	1	8	2	5	0	0	0	0	0	35	9,16%
<b>Urbis 6</b>	2019	3	0	0	0	2	2	0	6	0	6	0	2	21	3,61%
Quantità che si era consegnata a luglio 2019														7,00	1,85%
	0 2020	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	1,31%
<b>Urbis 6G</b>	2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
Quantità che si era consegnata a luglio 2019														0,00	0,00%
	0 2020	0	0	6	19	0	0	1	0	0	0	0	0	26	6,81%
<b>Urbis 7</b>	2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
Quantità che si era consegnata a luglio 2019														0,00	0,00%
	0 2020	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0,52%
<b>TOTALI</b>	2019	60	42	49	32	60	53	83	16	10	57	34	85	581	
									somma 2019 da gennaio al mese a cui siamo					379	
	0 2020	50	59	69	90	36	53	25	0	0	0	0	0	382	

Tabella 10: Macchine a vasca aperta consegnate, divise per mese

	MESE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SOMMA	% sul tot macchine
<b>Hornet 10</b>	2019	0	0	1	4	3	2	2	0	0	6	0	0	18	19,57%
Quantità che si era consegnata a luglio 2019														12,00	21,82%
	2020	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	11,11%
<b>Kuni 7</b>	2019	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,09%
Quantità che si era consegnata a luglio 2019														1,00	1,82%
	2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
<b>Zenit 16</b>	2019	2	4	0	0	2	3	0	0	0	3	1	5	20	21,74%
Quantità che si era consegnata a luglio 2019														11,00	20,00%
	2020	0	9	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	20	44,44%
<b>Zenit 25</b>	2019	3	0	4	2	0	2	6	0	0	8	3	8	36	39,13%
Quantità che si era consegnata a luglio 2019														17,00	30,91%
	2020	1	6	3	0	1	4	0	0	0	0	0	0	15	33,33%
<b>Zenit 30</b>	2019	0	0	0	5	1	3	5	0	0	1	2	0	17	18,48%
Quantità che si era consegnata a luglio 2019														14,00	25,45%
	2020	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	5	11,11%
<b>TOTALI</b>	2019	5	4	6	11	6	10	13	0	0	18	6	13	92	
														somma 2019 da gennaio al mese a cui siamo ora	
	2020	1	20	8	7	1	8	0	0	0	0	0	0	55	
														somma 2020 da gennaio al mese a cui siamo ora	
														45	

Tabella 11: Macchine a vasca chiusa consegnate, divise per mese

Da queste due tabelle se ne ricavano altre 2, la Tabella 12 e la 13: la prima per i mezzi a vasca aperta e l'altra per quelli a vasca chiusa. Queste ultime due mostrano quale è il numero medio mensile di macchine di cui è richiesta la consegna. Impostando poi il livello di copertura che si vuole assicurare, è possibile calcolare quale è la numerosità del mix.

<b>MACCHINE CON CONSEGNA DAL 01/01/2019 AL 31/07/2020</b>		
<b># MESI CONSIDERATI</b>		<b>19</b>
<b>MEZZO</b>	<b>QNT</b>	<b>%</b>
<b>Azimut 8</b>	162	16,95%
<b>Azimut 6</b>	277	28,97%
<b>Azimut 6G</b>	191	19,98%
<b>Azimut 10</b>	10	1,05%
<b>Azimut 5</b>	15	1,57%
<b>Azimut 5G</b>	6	0,63%
<b>Bivasca</b>	12	1,26%
<b>Urbis 2</b>	115	12,03%
<b>Urbis 3</b>	114	11,92%
<b>Urbis 6</b>	26	2,72%
<b>Urbis 6G</b>	26	2,72%
<b>Urbis 7</b>	2	0,21%
<b>Somma</b>	956	
<b>MEDIA MENSILE</b>	50,31579	
<b>Copertura</b>	<b>0,7</b>	
<b># mix calc.</b>	35,22105	<b>36</b>

Tabella 12: Numero medio mensile di macchine a vasca aperta di cui è richiesta la consegna

MACCHINE CON CONSEGNA DAL 01/01/2019 AL 31/07/2020		
# MESI CONSIDERATI		19
MEZZO	QNT	%
Hornet 10	23	2,41%
Kuni 7	1	0,10%
Zenit 16	40	4,18%
Zenit 25	51	5,33%
Zenit 30	22	2,30%
Somma	137	
MEDIA MENSILE	7,210526	
Copertura	0,7	
# mix calc.	5,047368	6

Tabella 13: Numero medio mensile di macchine a vasca chiusa di cui è richiesta la consegna

Perciò ogni volta che viene creata una commessa essa deve venire inserita nel file Excel, la cui intestazione è quella della Figura 14, in modo che automaticamente vengano generate le tabelle dalla 10 alla 13, dalle quali si prenderà il numero di macchine che costituiranno ciascuno dei due mix e una delle percentuali necessarie per la determinazione della numerosità dei vari modelli che lo costituiranno.

Per determinare il numero di macchine di ogni tipologia che costituirà questo mix, si considerano le seguenti grandezze:

- Percentuale delle macchine consegnate per ciascuna tipologia dal 2019 a fine mese precedente il calcolo del mix
- Percentuale pianificate (Tabella 14 e 15). Anche queste tabelle, che contengono le macchine già in pianificazione andranno aggiornate ogni qual volta si vuole ricalcolare il mix.

<b>PERIODO PIANIFICAZIONE 1/08-30/11/2020</b>		
<b>MEZZO</b>	<b>QNT</b>	<b>%</b>
<b>Azimut 8</b>	26	20,47%
<b>Azimut 6</b>	5	3,94%
<b>Azimut 6G</b>	20	15,75%
<b>Azimut 10</b>	13	10,24%
<b>Azimut 5</b>	0	0,00%
<b>Azimut 5G</b>	3	2,36%
<b>Bivasca</b>	6	4,72%
<b>Urbis 2</b>	1	0,79%
<b>Urbis 3</b>	38	29,92%
<b>Urbis 6</b>	3	2,36%
<b>Urbis 6G</b>	12	9,45%
<b>Urbis 7</b>	0	0,00%
<b>Somma</b>	<b>127</b>	

*Tabella 14: Macchine a vasca aperta pianificate*

<b>PERIODO PIANIFICAZIONE 1/08-30/11/2020</b>		
<b>MEZZO</b>	<b>QNT</b>	<b>%</b>
<b>Hornet 10</b>	9	34,62%
<b>Kuni 7</b>	0	0,00%
<b>Zenit 16</b>	0	0,00%
<b>Zenit 25</b>	9	34,62%
<b>Zenit 30</b>	8	30,77%
<b>Somma</b>	<b>26</b>	

*Tabella 15: Macchine a vasca chiuse pianificate*

Si opera poi facendo una media pesata dei due valori: i pesi che si è deciso di applicare, servono a dare più importanza alla pianificazione, quindi al futuro, rispetto al passato. Il peso associato alla percentuale che si estrae dallo storico è dello 0,4, l'altro quindi è pari allo 0,6, comunque questi pesi si possono cambiare e in modo automatico cambiano i valori delle tabelle (Tabelle 16 e 17).

<b>MEZZO</b>	<b>Pesi</b>	<b># macch. Calc</b>	<b># MACCH. EFFETT.</b>
<b>Azimut 8</b>	19,06%	6,862215	7
<b>Azimut 6</b>	13,95%	5,022779	5
<b>Azimut 6G</b>	17,44%	6,278562	7
<b>Azimut 10</b>	6,56%	2,361651	2
<b>Azimut 5</b>	0,63%	0,225941	0
<b>Azimut 5G</b>	1,67%	0,600613	0
<b>Bivasca</b>	3,34%	1,201226	2
<b>Urbis 2</b>	5,28%	1,902296	4
<b>Urbis 3</b>	22,72%	8,180147	7
<b>Urbis 6</b>	2,51%	0,901868	1
<b>Urbis 6G</b>	6,76%	2,432577	1
<b>Urbis 7</b>	0,08%	0,030126	0
<b>Peso storico</b>		0,4	
<b>Peso pianificazione</b>		0,6	
<b>Numerosità mix calc.</b>		36	

Tabella 16: N° macchine a vasca aperta nel mix

<b>MEZZO</b>	<b>Pesi</b>	<b># macch. calc</b>	<b># MACCH. EFFETT.</b>
<b>Hornet 10</b>	21,73%	1,303894	2
<b>Kuni 7</b>	0,04%	0,00251	0
<b>Zenit 16</b>	1,67%	0,100418	1
<b>Zenit 25</b>	22,90%	1,374187	2
<b>Zenit 30</b>	19,38%	1,162922	1
<b>Peso storico</b>		0,4	
<b>Peso pianificazione</b>		0,6	
<b>Numerosità mix calc.</b>		6	

Tabella 17: N° macchine a vasca chiusa nel mix

Per determinare poi il numero effettivo di ogni tipologia di mezzo che andrà a costituire il mix si tiene in considerazione anche l'analisi della dimensione media dei lotti, sia delle commesse già consegnate nel passato (storico), sia di quelle pianificate (Tabella 18). Oltre alla media, si guarda inoltre quale è la dimensione che costituisce la moda (Tabelle 19 e 20).

A questo punto si possiedono tutte le informazioni per poter andare a definire il mix e a compilare l'ultima colonna "# MACCH EFFET." delle Tabelle 16 e 17, in cui viene inserito per ciascuna attrezzatura in che quantità comparirà nel mix.

Numerosità lotto STORICO			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	15	20	18	19	23	24	QTA'	DIM. MEDIA LOTTO	DIM. LOTTO	MODA		
Azimut 8	01/2019-31/07/20	# commesse	21	17	6	3	5	1	1	2	2											162	2,79	3	1	
Azimut 6	01/2019-31/07/20	# commesse	13	5	6	2	13	10	2	1		5		1					1				277	4,69	5	1-6
Azimut 6G	01/2019-31/07/20	# commesse	10	3	6	2	5	1	3	2	3	1				2							198	5,21	6	1
Azimut 10	01/2019-31/07/20	# commesse	6	2																			10	1,25	2	1
Azimut 5	01/2019-31/07/20	# commesse													1								15	15,00	15	15
Azimut 5G	01/2019-31/07/20	# commesse					1																6	6,00	6	6
Bivasca	01/2019-31/07/20	# commesse	1	2				1															12	3,00	3	2
Urbis 2	01/2019-31/07/20	# commesse	2	3			3	1	1		3										2	115	7,67	8	2-5-10	
Urbis 3	01/2019-31/07/20	# commesse	7	3	1	1	2	1		3										1	1	114	5,70	6	1	
Urbis 6	01/2019-31/07/20	# commesse	3	2	1			1			1												26	3,25	4	1
Urbis 6G	01/2019-31/07/20	# commesse	1					1												1			26	8,67	9	1-6-19
Urbis 7	01/2019-31/07/20	# commesse		1																			2	2,00	2	2

Numerosità lotto PIANIFICAZIONE			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	15	20	18	19	23	30	QTA'	DIM. MEDIA LOTTO	DIM. LOTTO	MODA		
Azimut 8	5/08-30/11/20	# commesse	2			2	1			1													24	4,00	4	1-5
Azimut 6	5/08-30/11/20	# commesse	1	2																			5	1,67	2	2
Azimut 6G	5/08-30/11/20	# commesse	1	2	2		1																21	3,50	4	3-4
Azimut 10	5/08-30/11/20	# commesse	3	1				1															13	2,60	3	1
Azimut 5	5/08-30/11/20	# commesse																					0	#DIV/0!	#DIV/0!	
Azimut 5G	5/08-30/11/20	# commesse	1	1					1														11	3,67	4	1-2-8
Bivasca	5/08-30/11/20	# commesse					1																5	5,00	5	5
Urbis 2	5/08-30/11/20	# commesse	1																				1	1,00	1	1
Urbis 3	5/08-30/11/20	# commesse							1											1			38	19,00	19	8-30
Urbis 6	5/08-30/11/20	# commesse		1																			3	3,00	3	3
Urbis 6G	5/08-30/11/20	# commesse										1											12	12,00	12	12
Urbis 7	5/08-30/11/20	# commesse																					0	#DIV/0!	#DIV/0!	

Numerosità lotto STORICO			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	15	20	18	19	23	24	QTA'	DIM. MEDIA LOTTO	DIM. LOTTO	MODA		
Hornet 10	2019-31/07/20	# commesse			2		1						1										23	5,75	6	3
Kuni 7	2019-31/07/20	# commesse	1																				1	1,00	1	1
Zenit 16	2019-31/07/20	# commesse	6	3	1	1	3	1															40	2,67	3	1
Zenit 25	2019-31/07/20	# commesse	3	5		3	2	1			1												51	3,40	4	2
Zenit 30	2019-31/07/20	# commesse	3	1		3	1																22	2,75	3	1-4

Numerosità lotto PIANIFICAZIONE			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	15	20	18	19	23	30	QTA'	DIM. MEDIA LOTTO	DIM. LOTTO	MODA		
Hornet 10	5/08-30/11/20	# commesse									1												9	9,00	9	9
Kuni 7	5/08-30/11/20	# commesse																					0	#DIV/0!	#DIV/0!	
Zenit 16	5/08-30/11/20	# commesse																					0	#DIV/0!	#DIV/0!	
Zenit 25	5/08-30/11/20	# commesse	3	1		1																	9	1,80	2	1
Zenit 30	5/08-30/11/20	# commesse			1		1																8	4,00	4	3-5

Tabella 18: Numerosità media lotti consegnati e pianificati

	<b>NUMEROSITA' MEDIA LOTTI STORICO</b>	<b>NUMEROSITA' MEDIA LOTTI PIANIFICATI</b>	<b>MODA NUMEROSITA' LOTTI STORICO</b>	<b>MODA NUMEROSITA' LOTTI PIANIFICATI</b>
<b>Azimut 8</b>	3	4	1	1-5
<b>Azimut 6</b>	5	2	1-6	2
<b>Azimut 6G</b>	6	4	1	3-4
<b>Azimut 10</b>	2	3	1	1
<b>Azimut 5</b>	15		15	0
<b>Azimut 5G</b>	6	4	6	1-2-8
<b>Bivasca</b>	3	5	2	5
<b>Urbis 2</b>	8	1	2-5-10	1
<b>Urbis 3</b>	6	19	1	8-30
<b>Urbis 6</b>	4	3	1	3
<b>Urbis 6G</b>	9	12	1-6-19	12
<b>Urbis 7</b>	2		2	0

*Tabella 19: Media e moda della numerosità dei lotti dei mezzi a vasca aperta*

	<b>NUMEROSITA' MEDIA LOTTI STORICO</b>	<b>NUMEROSITA' MEDIA LOTTI PIANIFICATI</b>	<b>MODA NUMEROSITA' LOTTI STORICO</b>	<b>MODA NUMEROSITA' LOTTI PIANIFICATI</b>
<b>Hornet 10</b>	6	9	3	9
<b>Kuni 7</b>	1		1	0
<b>Zenit 16</b>	3		1	0
<b>Zenit 25</b>	4	2	2	1
<b>Zenit 30</b>	3	4	1-4	3-5

*Tabella 20: Media e moda della numerosità dei lotti a vasca chiusa*

Quindi facendo riferimento ai dati riportati nelle tabelle, che corrispondono a quelli che si sarebbero dovuti considerare se la definizione del mix fosse stata fatta ad Agosto si avrebbe:  
Numerosità mix

- Mezzi a vasca aperta: 36
- Compattatori a vasca chiusa: 6

Composizione mix:

- Mezzia a vasca aperta:
  - o Azimut 6: 5
  - o Azimut 6G: 7
  - o Azimut 8: 7
  - o Azimut 10: 2
  - o Bivasca: 2
  - o Urbis 2: 4
  - o Urbis 3: 7
  - o Urbis 6: 1
  - o Urbis 6G: 1
- Compattatori a vasca chiusa:
  - o Hornet 10: 2
  - o Zenit 16: 1
  - o Zenit 25: 2
  - o Zenit 30: 1

Una volta definite le attrezzature è necessario anche determinare su quali cabinati consideriamo che esse verranno montate, e di conseguenza che voltaggio lo chassis avrà. Infatti per esempio una attrezzatura Azimut 8, che viene realizzata per essere installata su un cabinato Isuzu P75, ha dei componenti differenti rispetto al caso in cui debba essere accoppiata ad un telaio Mitsubishi: risulta importante conoscere il codice del cambio del cabinato perché in base a questo si avrà una determinata PTO (Power Take Off) a cui è poi associata una pompa. Dal cabinato e dal suo voltaggio dipendono anche il banco idraulico e dei cavi elettrici.

Per definire i cabinati su cui verranno montate le attrezzature si è deciso di guardare le commesse inserite a sistema e la pianificazione futura, in modo simile a come si è agito per determinare i modelli che costituivano il mix, e determinare il cabinato di maggior impiego per ciascuna macchina del mix. Sono stati utilizzati gli stessi pesi: 0,6 per la pianificazione e 0,4 per lo storico, in modo da dare più importanza al futuro.

Quindi dal punto di vista pratico, le macchine consegnate nel periodo di analisi sono state catalogate per tipo di attrezzatura e per ognuna di queste si è calcolata la frequenza assoluta con cui ogni diverso telaio compare. Lo stesso è stato fatto per le macchine a pianificazione.

Si è poi fatta la media pesata e si è deciso di considerare l'attrezzatura installata sul tipo di cabinato che possedeva tale numero maggiore.

Nella Tabella 21 e 22 sono riportati i dati legati alle macchine consegnate, mentre nella Tabella 23 e 24 quelli emersi dalla pianificazione.

Nelle Tabelle 25 e 26 vi sono per ogni attrezzatura e possibile cabinato associate, le frequenze pesate. Quindi considerando per esempio l'Azimut 6 e il telaio Mitsubishi, il valore 10,8 associatogli nella Tabella 26 è il risultato dell'operazione  $27 \cdot 0,4 + 0,6 \cdot 0 = 10,8$ .

<b>VASCA APERTA Storico</b>		<b>FREQUENZA ASSOLUTA</b>	<b>FREQUENZA RELATIVA</b>
<b>Azimut 6</b>	MITSUBISHI	27	9,75%
	ISUZU M21	138	49,82%
	ISUZU L35	0	0,00%
	NISSAN RENAULT	97	35,02%
	VUOTO	15	5,42%
<b>Azimut 6G</b>	MITSUBISHI	71	36,04%
	ISUZU M21	89	45,18%
	ISUZU L35	14	7,11%
	NISSAN RENAULT	17	8,63%
	VUOTO	6	3,05%
<b>Azimut 8</b>	ISUZU P75	103	63,58%
	MITHSUBISHI	16	9,88%
	IVECO DAILY 65	5	3,09%
	VUOTO	38	23,46%
<b>Azimut 10</b>	RENAULT D12	0	0,00%
	IVECO DAILY GAZ	0	0,00%
	IVECO ML120	2	20,00%
	ISUZU Q95	5	50,00%
	VUOTO	3	30,00%
<b>BVO</b>	ISUZU P75	7	58,33%
	MITSUBISHI CARTER	0	0,00%
	VUOTO	5	41,67%
<b>Urbis 2</b>	PIAGGIO PORTER	115	100,00%
	VUOTO	0	0,00%
<b>Urbis 3</b>	PIAGGIO PORTER	111	97,37%
	VUOTO	3	2,63%
<b>Urbis 6</b>	PIAGGIO PORTER	0	0,00%
	ISUZU M21	17	65,38%
	MITSUBISHI CANTER	0	0,00%
	MITSUBISHI 3C13	0	0,00%
	VUOTO	9	34,62%
<b>Urbis 6G</b>	PIAGGIO PORTER	0	0,00%
	ISUZU M21	7	26,92%
	MITSUBISHI 3S13	4	15,38%
	MITSUBISHI 3C13	15	57,69%
	VUOTO	0	0,00%

Tabella 21: Cabinati impiegati per le attrezzature a vasca aperta consegnate

<b>VASCA CHIUSA Storico</b>		<b>FREQUENZA ASSOLUTA</b>	<b>FREQUENZA RELATIVA</b>
<b>Zenit 16</b>	IVECO ML180E28P	24	60,00%
	SCANIA	8	20,00%
	MAN	2	5,00%
	VUOTO	6	15,00%
<b>Zenit 25</b>	VOLVO	5	9,80%
	IVECO	37	72,55%
	VUOTO	9	17,65%
<b>Zenit 30</b>	VOLVO	2	9,09%
	IVECO	16	72,73%
	VUOTO	4	18,18%
<b>Hornet 10</b>	IVECO ML120EL22P	20	86,96%
	VUOTO	3	13,04%

*Tabella 22: Cabinati impiegati per le attrezzature a vasca chiusa consegnate*

<b>VASCA APERTA Pianif.</b>		<b>FREQUENZA ASSOLUTA</b>	<b>FREQUENZA RELATIVA</b>
<b>Azimut 6</b>	MITSUBISHI	0	0,00%
	ISUZU M21	0	0,00%
	ISUZU L35	0	0,00%
	NISSAN RENAULT	2	40,00%
	VUOTO	3	60,00%
<b>Azimut 6G</b>	MITSUBISHI	3	15,00%
	ISUZU M21	0	0,00%
	ISUZU L35	13	65,00%
	NISSAN RENAULT	4	20,00%
<b>Azimut 8</b>	ISUZU P75	26	100,00%
	MITHSUBISHI	0	0,00%
	IVECO DAILY 65	0	0,00%
<b>Azimut 10</b>	RENAULT D12	5	38,46%
	IVECO DAILY GAZ	7	53,85%
	IVECO ML120	0	0,00%
	ISUZU Q95	0	0,00%
<b>BVO</b>	ISUZU P75	1	16,67%
	MITSUBISHI CARTER	5	83,33%
<b>Urbis 2</b>	PIAGGIO PORTER	1	100,00%
<b>Urbis 3</b>	PIAGGIO PORTER	38	100,00%
<b>Urbis 6</b>	PIAGGIO PORTER	0	0,00%
	ISUZU M21	0	0,00%
	MITSUBISHI CANTER	3	100,00%
	MITSUBISHI 3C13	0	0,00%
<b>Urbis 6G</b>	PIAGGIO PORTER	0	0,00%
	ISUZU M21	0	0,00%
	MITSUBISHI CANTER	0	0,00%
	MITSUBISHI 3S13	0	0,00%
	MITSUBISHI 3C13 DUONIC	12	100,00%

Tabella 23: Cabinati impiegati per le attrezzature a vasca aperta pianificate

<b>VASCA CHIUSA Pianif.</b>		<b>FREQUENZA ASSOLUTA</b>	<b>FREQUENZA RELATIVA</b>
<b>Zenit 16</b>	IVECO ML180E28P	0	0,00%
	SCANIA	0	0,00%
	MAN	0	0,00%
	VUOTO	0	0,00%
<b>Zenit 25</b>	VOLVO	3	33,33%
	IVECO	6	66,67%
	VUOTO	0	0,00%
<b>Zenit 30</b>	VOLVO	5	62,50%
	IVECO	3	37,50%
	VUOTO	0	0,00%
<b>Hornet 10</b>	IVECO ML120EL22P	9	100,00%
	VUOTO	0	0,00%

Tabella 24: Cabinati impiegati per le attrezzature a vasca chiusa pianificate

<b>PESO STORICO</b>	0,4	
<b>PESO PIANIF.</b>	0,6	
<b>GRANDI</b>		<b>FREQUENZA PESATA</b>
<b>Zenit 16</b>	IVECO ML180E28P	9,6
	SCANIA	3,2
	MAN	0,8
<b>Zenit 25</b>	VOLVO	3,8
	IVECO	18,4
<b>Zenit 30</b>	VOLVO	3,8
	IVECO	8,2
<b>Hornet 10</b>	IVECO ML120EL22P	13,4

Tabella 25: Frequenze pesate per ogni attrezzatura e possibile cabinato associato (vasca chiusa)

<b>PICCOLI</b>		<b>FREQUENZA PESATA</b>
<b>Azimut 6</b>	MITSUBISHI	10,8
	ISUZU M21	55,2
	ISUZU L35	0
	NISSAN RENAULT	40
<b>Azimut 6G</b>	MITSUBISHI	30,2
	ISUZU M21	35,6
	ISUZU L35	13,4
	NISSAN RENAULT	9,2
<b>Azimut 8</b>	ISUZU P75	56,8
	MITHSUBISHI	6,4
	IVECO DAILY 65	2
<b>Azimut 10</b>	RENAULT D12	3
	IVECO DAILY GAZ	4,2
	IVECO ML120	0,8
	ISUZU Q95	2
<b>BVO</b>	ISUZU P75	3,4
	MITSUBISHI CARTER	3
<b>Urbis 2</b>	PIAGGIO PORTER	46,6
<b>Urbis 3</b>	PIAGGIO PORTER	67,2
<b>Urbis 6</b>	PIAGGIO PORTER	0
	ISUZU M21	6,8
	MITSUBISHI CANTER	1,8
	MITSUBISHI 3C13	0
<b>Urbis 6G</b>	PIAGGIO PORTER	0
	ISUZU M21	2,8
	MITSUBISHI 3S13	1,6
	MITSUBISHI 3C13	6

Tabella 26: Frequenze pesate per ogni attrezzatura e possibile cabinato associato (vasca aperta)

Quindi le diverse attrezzature del mix verranno considerate installate sui seguenti cabinati:

- Mezzi a vasca aperta:
  - o Azimut 6: Isuzu M21
  - o Azimut 6G: Isuzu M21
  - o Azimut 8: Isuzu P75
  - o Azimut 10: Iveco Daily Gaz
  - o Bivasca: Isuzu P75
  - o Urbis 2: Piaggio Porter
  - o Urbis 3: Piaggio Porter
  - o Urbis 6: Isuzu M21
  - o Urbis 6G: Isuzu M21
- Compattatori a vasca chiusa:
  - o Zenit 16: Iveco ML180E28P
  - o Zenit 25: Iveco
  - o Zenit 30: Iveco
  - o Hornet 10: Iveco ML120EL22P

#### 4.1.2 Revisione del mix

Il mix va rivisto all'incirca ogni 6 mesi, questa decisione dipenderà dal mercato e dalle indicazioni dell'area commerciale. Se per esempio si viene a conoscenza del fatto che verranno indette molte gare d'appalto per una certa tipologia di mezzo che non è presente in quantità adeguate nel mix, allora esso verrà ricalcolato.

Nel momento in cui si decide di revisionare il mix occorre:

- Inserire le nuove macchine consegnate → File Excel Figura 15
- Inserire le macchine che sono in pianificazione → Tabelle 14 e 15
- Inserire le dimensioni dei nuovi lotti → modificare Tabella 18
- Modificare eventualmente la copertura → Tabella 12 e 13
- Modificare eventualmente il peso che si vuole dare allo storico e alla pianificazione → Tabelle 16 e 17
- Andare ad aggiornare il # macch. Effet dei mezzi delle due linee (Tabelle 16 e 17), avendo come base il numero che viene calcolato automaticamente e modificandolo guardando
  - o Numerosità media lotti
  - o Moda della numerosità dei lotti dei diversi modelli
  - o Andamento dei vari modelli: se per esempio nel luglio 2020 un modello di mezzo presenta già una percentuale maggiore di quella del 2019 e inoltre dallo

stesso mese del 2019 fino a fine anno, quella percentuale è aumentata, è probabile che anche nel 2020 crescerà ancora.

- Inserire le macchine pianificate e consegnate nel file dei cabinati
- Aggiornare eventualmente i pesi attribuiti a pianificazione e storico (Tabella 25)
- Inserire gli eventuali nuovi cabinati utilizzati
- Associare ad ogni attrezzatura il cabinato che presenta la frequenza pesata maggiore

## 4.2 Definizione dei componenti critici

Per la produzione di una macchina finita sono tre le famiglie di parti coinvolte: componenti di fornitura e quindi acquistati all'esterno, sotto-assemblati prodotti internamente e parti la cui lavorazione viene affidata a terzi.

Per la definizione dei componenti critici si pone l'attenzione sui componenti di fornitura.

E' necessario fare un discorso a se stante per i cavi. Alcuni di questi infatti vengono forniti dalla Tecnocavi che è un reparto interno della Tecnoindustrie, ma che opera in autonomia. Essa produce cavi per la produzione di compattatori, ma anche per il gruppo. La Tecnocavi opera in un campo completamente diverso e la componentistica elettronica ha un lead time enorme perciò si basa sullo stock. Quindi per l'analisi dei componenti critici i cavi che risultano movimentati principalmente da magazzini legati alla Tecnocavi non sono considerati. Vengono analizzati solo quei cavi acquistati direttamente da un fornitore esterno.

Calcolato il mix medio vi sono due strade che si possono percorrere per aumentare il livello di servizio e andare a migliorare le quantità a magazzino in modo da essere più efficaci ed efficienti:

- 1 Considerare per ogni tipologia di mezzo solo i componenti standard che presentano un tempo di attraversamento superiore al tempo di consegna medio richiesto e per ognuno di questi inserire una scorta di sicurezza, legata alla copertura della domanda prevista che si vuole assicurare.
- 2 Ad ogni macchina associare dei rami di distinta costituiti da parti standard. Di solito le distinte di una macchina sono fatte da dei gruppi (rami di distinta), per esempio "montaggio vasca", "gruppo avc", "macchina base", all'interno dei quali sono contenuti tutti i componenti nelle quantità necessarie. Queste distinte, fatte da gruppi standard, possono venire inserite nel sistema come viene inserita la pianificazione e rappresentano una sorta di previsione della domanda. Il numero di queste distinte dipenderà quindi da quante macchine di quella specifica tipologia è costituito il mix

calcolato. Questo ricollegandosi alla teoria, costituisce il completamento della riga delle previsioni che compone la tabella dell'MPS.

L'MPS quantity sarà quindi costituito dal massimo tra le quantità previste e quelle ordinate al netto delle quantità a magazzino. L'MRP quindi genererà le richieste di acquisto legate all'MPS quantity e gli ordini di lavoro legati sia alla previsione della domanda che agli ordini clienti a pianificazione. Gli ODL generati dalla previsione di domanda non verranno però mai portati agli stati successivi, rimarranno sempre allo stato 1, cioè proposti, perché queste previsioni per il momento vengono inserite solamente per generare ordini di acquisto e quindi avere una scorta di materie prime e non di semilavorati. Questo stratagemma dei rami di distinta fa sì che nel momento in cui avvenga una modifica di un gruppo sia sufficiente inserire la nuova distinta, senza dover inserire per ogni componente la scorta minima.

Le previsioni di vendita vengono inserite mensili e nel momento in cui l'MRP calcola i fabbisogni legati alla previsione, linearizza quest'ultima per trovarsi le previsioni di vendita giornaliere. La linearizzazione può avvenire in due modi differenti: o dividendo la previsione di vendita mensile per i giorni che rimangono alla fine del mese o dividendola per il numero totale di giorni del mese. La prima opzione assicura più copertura, ma probabilmente comporta un maggior numero di richieste di acquisto, a meno che gli ordini dei clienti non siano superiori alla previsione, perché in questo caso quest'ultima non verrebbe considerata.

Quindi esempi concreti che si possono verificare sono:

- Arriva un ordine del cliente di 3 Azimut 8 per il prossimo mese, e quindi con tempo di consegna inferiore al lead time di alcuni componenti necessari alla realizzazione del mezzo richiesto → grazie alle previsioni inserite si è in grado di soddisfarlo perché l'MRP ha già generato a tempo ed ora le proposte di acquisto, che sono state in seguito rilasciate, in modo da soddisfare una domanda di 7 Azimut 8, i quali costituiscono il nostro mix mensile.
- Per il mese X giungono meno ordini rispetto alle quantità a previsione → aumenterà la giacenza di materiale, ma questa verrà utilizzata a copertura di ordini/previsioni future.
- Per il mese successivo giunge una richiesta di consegna di 9 Azimut 8 → si riuscirà a soddisfare la richiesta giunta solo per 7 Azimut 8, perché da tale quantità è costituito il mix. Se però non fossero state inserite le previsioni, questa richiesta non sarebbe stato possibile soddisfarla in toto poiché alcuni componenti hanno un lead time di gran lunga superiore ai 30 giorni che ci potrebbero essere richiesti per la consegna.

La prima soluzione porta a una gestione del magazzino più efficiente, i componenti non critici non hanno una scorta, ma è più difficile da gestire e da aggiornare, anche considerando il fatto che il numero di componenti critici legati a una macchina, considerando tali quelli che hanno un lead time superiore ai 50 giorni, è elevato

La soluzione 2 si presenta come la più applicabile concretamente alla realtà aziendale in analisi in quanto è più facilmente aggiornabile. Per esempio se il mix cambia e le quantità di Azimut 8 aumentano di 1, sarà sufficiente andare ad aumentare di una unità il numero di distinte "standard" inserite per quella tipologia di mezzo, mentre nel caso 1 sarebbe necessario andare a cambiare la scorta di ciascun componente che lo costituisce. Inoltre se l'ufficio tecnico decide di cambiare i componenti/il disegno di un gruppo, è sufficiente andare a sostituire il ramo di distinta vecchio, con quello aggiornato.

Per realizzare la soluzione 1 si dovrebbe agire come segue.

Per determinare i componenti critici si considerano per ogni mezzo le parti standard che lo costituiscono e che presentano un lead time superiore al tempo medio di consegna richiesto al netto di due settimane, le quali sono necessarie per le lavorazioni e le rifiniture finali che occorrono prima di poter considerare la macchina consegnabile al cliente.

Come tempo che intercorre tra l'arrivo dell'ordine e la consegna richiesta si prende quello emerso dall'analisi delle richieste di consegna, il quale risulta essere pari a 97,19 giorni.

A questo tempo quindi si sottraggono 17 giorni (tempo che intercorre prima dell'arrivo dell'ordine) e così si ottiene il tempo da confrontare con il lead time, che è pari a 80 giorni. Però in questo numero sono compresi tutti i giorni della settimana e non solo i lavorativi, quindi per poterlo rendere comparabile con il tempo di attraversamento, deve essere calcolato al netto dei giorni non lavorativi. Considerando che 80 giorni corrispondono all'incirca a 11,4 settimane a 80 si sottraggono 22 giorni, ottenendo così 58 giorni.

A ogni mezzo si associa una configurazione standard e per ognuna di queste si analizzano i componenti e si estraggono quelli con un tempo di attraversamento superiore ai 50 giorni (non 58 per avere un minimo di tolleranza nei confronti dei possibili ritardi dei fornitori). Per ciascuno di questi si fa il prodotto tra le quantità richieste per realizzare il mezzo, il numero di mezzi che lo utilizzano che costituiscono il mix e il lead time e in questo modo si determina la scorta minima. Se poi tale componente è utilizzato anche per altre tipologie di macchine, i singoli prodotti vanno sommati e così si ottiene la scorta da inserire a sistema.

Esempio: per l'Azimut 6 uno dei componenti che risulta essere critico in quanto possiede un tempo di attraversamento pari a 120 giorni (4 mesi) è un componente elettrico (prima riga della Tabella 27). Di questo ne servono 4 per macchina. Quindi dal momento che il nostro mix mensili, è costituito da 5 Azimut 6, la scorta minima di questo componente verrà impostata

pari a  $5*4*4=80$  pezzi perché si vuole coprire un eventuale consumo mensile pari a 20 pezzi considerando che il Lead Time è pari a 4 mesi. Andando avanti nell'analisi si verificherà se tale componente è utilizzato anche per altre macchine e in caso si verificasse ciò, la scorta minima verrà incrementata.

Nella tabella 27 sono mostrati i codici critici presenti in uno dei gruppi che compongono l'Azimut 6. La numerosità permette di comprendere come questa opzione dal punto di vista pratico sia difficilmente implementabile.

Inoltre la prima soluzione comporta anche delle difficoltà nel momento in cui si vorranno inserire delle scorte legate ai semilavorati, perché oltre a tutti i codici legati alle materie prime, bisognerà gestire anche questi ultimi. Bisogna infatti considerare che oltre alle materie prime vi sono i semilavorati e che alcuni vengono prodotti internamente, mentre la realizzazione di altri viene affidata a terzisti, come per esempio succede per la calandratura delle lamiere che vengono utilizzate per realizzare gli Azimut e gli Urbis.

Gruppo Azimut 12V											
Parte	Lead time	Qty. Cad	Parte	Lead time	Qty. Cad	Parte	Lead time	Qty. Cad			
AAB301B	120	4	ZAC379L	120	4	RBD204P	200	4			
AAB554B	130	5	ZAC380L	120	290	RBE410P	200	2			
AAB756B	56	16,81	ZAC560L	160	13	RBE414P	120	2			
AAD081B	160	1	ZAC561L	80	9	RBE417P	200	2			
AAE370B	120	13	ZAD037L	80	2	RBE978P	130	1			
AAF193B	70	2	ZAD082L	80	1	RBF942P	90	5			
AAF200B	120	2	ZAD481L	200	1	RBG165P	200	2			
AAF483B	120	1	ZAD694L	60	1	RBG166P	90	4			
AAP080B	60	4	ZAD820T	60	1	RBG895P	230	5			
AAS132B	80	1	ZAD964L	60	1	RBI049P	200	2			
ABC044B	120	1	ZAE368L	63	51	RBI329P	200	20			
ABG973B	230	2	ZAE856L	120	1	RBL217P	230	8			
ABL216B	90	2	ZAE857L	120	3	RBL369P	200	2			
ABM585B	230	1	ZAF190L	200	8	RBL721P	260	14			
ABM587B	90	1	ZAF191L	120	16	RBM555P	200	2			
ABP810B	130	1	ZAF192L	120	5	RBM579P	200	2			
ABQ333B	90	2	ZAF194L	120	4	RBM588P	90	2			
ABQ335B	90	2	ZAF196L	120	4	RBP849P	200	14			
ACN071B	84	1	ZAF198L	200	3	RBP895P	230	8			
ACN411B	56	1	ZAF203L	200	1	RBP898P	200	2			
ACN439B	210	1	ZAF484L	120	2	RBQ328P	180	2			
ACQ738B	56	1	ZAM117L	60	3	RBQ978P	230	28			
ACQ739B	56	1	ZAM953L	160	14	RBR676P	80	2			
ACZ729B	70	1	ZAM960L	160	18	RBS117P	200	8			
AEA022B	120	1	ZAM966L	160	7	RBS118P	200	3			
AEA023B	70	1	ZAM968L	160	9	DBS140A	90	6			
AEE305627	60	3	ZAM970L	60	1	DBS318A	90	2			
AAB363B	60	1	ZAM974L	160	4	DCC236A	90	2			
AAB856B	230	1	ZAM977L	160	1	DCC244A	210	5			
AAC203B	120	1	ZAM979L	120	3	DCC246A	210	3			
AAC206B	120	3	ZAM980L	120	2	DCC250A	150	4			
AAC308B	100	4	ZAM981L	230	205	DCC257A	90	13			
AAC310A	180	1	ZAM988L	80	1	DCL332A	180	2			
AAC314A	60	16	ZAM992L	60	20	DEA355A	130	34			
AAC319A	150	2	ZAN004M	60	39	DAN019A	60	35			
AAC323A	90	2	ZAN006M	60	48	DAN023A	60	4			
AAC357A	200	1	ZAN007M	60	5	DAN028A	60	64			
AAC368A	120	1	ZAN009M	60	16	DAN030A	60	48			
AAC371A	120	275	ZAN012M	60	8	DAN036A	120	2			
AAC372A	120	8	ZAN018M	60	117	DAN038A	120	9			
AAC373A	63	52	ZAN026M	60	50	DAN041A	120	10			
AAC374A	120	4	ZAN033M	60	6	DAN043A	60	12			
AAC375A	120	4	ZAR344M	120	6	DAN044A	60	5			
AAC376A	120	5	ZBB533M	120	2	DAN046A	60	6			
AAC377A	120	4	ZBB977M	200	28	DAN050A	60	1			
AAC378A	120	6	ZBC042M	90	14	DBH454A	90	198			

Tabella 27: codici critici presenti in uno dei gruppi che compongono l'Azimut 6

## Per implementare la soluzione 2,

una volta che si possiede il mix medio mensile e le distinte “standard” occorre ancora determinare per ciascuna di esse quale sia il tempo di attraversamento maggiore che possiedono i componenti che la costituiscono, perché questo determinerà la copertura che le previsioni legate a quella macchina dovranno possedere. Infatti per poter permettere all’MRP di generare correttamente i fabbisogni, esso deve vedere previsioni di vendita per un periodo almeno pari al lead time maggiore, quindi fondamentale diventa anche reiterare ogni mese le previsioni.

Una volta inserite le previsioni nel sistema, sarà NICIM in base ai Lead Time associati a ciascun componente ad andare a generare, se la disponibilità non è sufficiente, gli ordini di acquisto nella data necessaria. Inoltre nel momento in cui si vorrà creare una “scorta” anche dei semilavorati sarà sufficiente rilasciare gli ODL. Questo non avviene perché la domanda è troppo poco prevedibile e le lavorazioni richieste troppo varie ed è quindi molto alto il rischio di richiedere semilavorati che poi non verranno utilizzati.

Operativamente si è deciso di sviluppare la soluzione 2 e si è agito come segue:

1. Collaborando con l’ufficio tecnico si sono definite delle distinte standard per ogni mezzo del mix
2. Ogni distinta è stata esplosa ai materiali base
3. A ogni codice di fornitura è stato associato il lead time
4. Si è identificato il lead time maggiore per ogni distinta

Una volta che si sono definite le distinte tecniche i codici parte di ogni mezzo vengono inseriti in un file Excel, dove è presente un foglio per ogni tipologia di macchina che costituisce il mix. Bisogna evidenziare il fatto che le distinte possono contenere dei gruppi fantasma, per esempio gruppo staffaggio, cioè gruppi a cui non sono associati dei cicli di lavorazione, ma che servono per raggruppare codici parti e per rendere più agevole la gestione delle distinte, la cui dimensione se no esploderebbe. Il codice parte associato a ciascuno dei gruppi fantasmi deve quindi essere inserito nel sistema, in modo da risalire all’elenco dei componenti di cui è costituito. Di ciascuno dei componenti di fornitura, utilizzando Nicim, viene definito il tempo di attraversamento.

Nel file Excel perciò per ogni macchina si ha la distinta con i codici parti dei gruppi fantasmi e sotto a ognuno di questi i componenti di fornitura di cui è costituito e i relativi lead time. Tramite una funzione viene evidenziato il lead time maggiore e viene generato un grafico che mostra la frequenza associata ad ogni lead time che compare.

E’ necessario evidenziare il fatto che la distinta tecnica contiene tutti i componenti che servono per realizzare un determinato pezzo. Di alcuni di questi però non è la Tecnoindustrie

ad occuparsi dell'ordine nel momento in cui vengono fatti gli acquisti per realizzare una nuova macchina, ma il terzista. Infatti oltre alle distinte tecniche (che sono necessarie e vengono utilizzate per esempio dal Servizio Post vendita che si occupa delle riparazioni), vi sono le distinte terziste. Queste ultime contengono i codici di cui è compito dell'impresa fornire il terzista che deve realizzare il semilavorato.

Nelle distinte il codice del padre pilota la versione di distinta: se il padre ha codice ciclo 999 verranno generati i fabbisogni solo dei figli che possiedono codice ciclo 999. Nel momento in cui si crea l'ordine è poi possibile andare a inserire il codice ciclo in modo che siano generate richieste solo per quelle parti che presentano quel codice ciclo. Questo stratagemma permette anche di gestire in maniera agevole i diversi comportamenti che si possono avere con i terzisti: per uno un componente potrebbe essere suo dovere procurarselo, mentre per un altro potrebbe essere compito della Tecnoindustrie fornirglielo. Se infatti venisse inserito un nuovo terzista con cui più componenti sono a carico della Tecnoindustrie, ai codici associati a questi si dovrebbe inserire un nuovo codice ciclo per esempio 222 e anche al codice del padre semilavorato, in modo che nel momento in cui viene generato l'ordine per il nuovo terzista, questo avrà codice ciclo 222 e verranno generati i fabbisogni di tutti i codici figli con codice ciclo 222.

Esempio, rifacendosi al caso concreto del cavo generale dell'Azimut 6: a questo cavo è associato un codice che rappresenta un gruppo fantasma. I figli, di livello immediatamente inferiore a questo codice sono due componenti di fornitura, che vengono acquistati direttamente dalla Tecnoindustrie e uno che è un semilavorato affidato a un terzista. A quest'ultimo affinché possa realizzare il pezzo si devono fornire dei componenti che sono per esempio dei cavallotti fissaggio cavi, delle scatole di distribuzione e di potenza; sono all'incirca 7 i codici che la Tecnoindustrie gli deve procurare. Se si guarda la distinta tecnica e si espone il codice del semilavorato i figli risultano essere 414, ma solo 7 di questi sono comprati direttamente dall'impresa, l'acquisto dei rimanenti è dovere del terzista. Il tempo di attraversamento di questi ultimi quindi non è da considerare nella ricerca dei lead time max che determineranno la copertura che le previsioni dovranno avere.

Dal momento che è necessario considerare questo aspetto, si è deciso di espandere la distinta ai materiali base e poi prendere quelli di fornitura con lead time max e andare a vedere se fanno parte di una distinta terzista. Nel caso in cui tutti quelli con tempo di attraversamento max non facessero parte di una distinta terzista, si passa ad analizzare quelli con tempo di attraversamento subito inferiore a quello, fino a quando non si trova un componente che è la Tecnoindustrie stessa a comprare per la realizzazione del nuovo mezzo. Tale lead time determina la copertura che le previsioni per tale mezzo devono avere.

Nel caso dell'Azimut 6 esplodendo la distinta ai materiali base, il lead time max che è stato trovato è pari a 260 gg. Più componenti, tutti elettrici, sono caratterizzati da questo tempo di attraversamento, ma ad oggi sono tutti comprati direttamente dal terzista. Si sono quindi analizzati quelli con lead time immediatamente inferiore e quindi pari a 230 gg, ma anche questi, come quei codici che hanno lead time pari a 200 gg non sono acquistati dalla Tecnoindustrie. I componenti comprati direttamente che presentano tempo di attraversamento maggiore, lo possiedono pari a 200 gg lavorativi.

Questo implica che le previsioni dell'Azimut 6 devono ricoprire almeno un lasso di tempo di 200 gg lavorativi.

L'alternativa sarebbe stata quella di andare a vedere il codice ciclo di ogni codice padre e nel caso in cui gli fosse stata associata una distinta terzista, andare ad esplodere questa e non la distinta tecnica. Questa strada però si presentava più lunga e quindi si è proceduto per la precedente decidendo di agire in modalità backward.

Potrebbe essere che venga deciso di non associare a una macchina il lead time max che compare nella sua distinta. Questa decisione potrebbe essere determinata da:

- Lead time molto più elevato della maggioranza degli altri → si decide di inserire una scorta minima per questo (vedere soluzione 1)
- Lead time più elevato è associato a un componente che è per esempio un cavo che in caso di criticità può essere realizzato dal reparto che si occupa di prototipazione

Eseguendo per ogni macchina che costituisce il mix le operazioni sopra descritte, i periodi di copertura che le previsioni devono possedere sono quelli riportati nella Tabella 28:

<b>ATTREZZATURA</b>	<b>COPERTURA PREVISIONI [gg lavorativi]</b>
<b>Azimut 6</b>	200
<b>Azimut 6G</b>	200
<b>Azimut 8</b>	200
<b>Azimut 10</b>	In attesa della distinta standard
<b>Bivasca</b>	In attesa della distinta standard
<b>Urbis 2</b>	60
<b>Urbis 3</b>	60
<b>Urbis 6</b>	200
<b>Urbis 6G</b>	200
<b>Zenit 16</b>	In attesa della distinta standard
<b>Zenit 25</b>	200
<b>Zenit 30</b>	In attesa della distinta standard
<b>Hornet 10</b>	In attesa della distinta standard

*Tabella 28: Periodo di copertura delle previsioni*

#### **4.2.1 Componenti legati al cabinato**

Per quanto riguarda i componenti legati al cabinato, bisogna dividerli in due gruppi, uno che è costituito da quelli strettamente legati alla casa fornitrice del cabinato e un altro che contiene quelli che invece dipendono dal “voltaggio” della cabina. Infatti le attrezzature Urbis 6 e Azimut 6, 8 e 10 possono essere installate su cabinati sia da 12V che da 24V.

Sono stati individuati 4 gruppi di codici, rispettivamente per: Urbis 6 12V, Urbis 6 24V, Azimut 12V e Azimut 24V. Come si nota vi è una certa flessibilità, infatti tutte le attrezzature Azimut installate su cabinati a 12V condividono il gruppo di codici e lo stesso vale per quelli associati a 24V. Quindi un Azimut 8 12V avrà lo stesso insieme di codici di un Azimut 10 12V. Per gli Urbis invece sono differenti.

Gli Urbis 6 e 6G (ricordando che la G identifica che l’attrezzatura ha la vasca in alluminio, quindi rispetto alle macchine basi possiede gli stessi codici, tranne quelli legati al gruppo vasca) dal calcolo del mix li consideriamo installati su Isuzu M21 come gli Azimut 6 e 6G, risultano quindi

tutti con associata una cabina a 12V. Mentre gli Azimut 8 e 10 risultano legati a un cabinato da 24V.

Nei grafici sottostanti, in ordine, sono mostrati i tempi di attraversamento dei componenti di fornitura legati al gruppo Urbis 6 12V (Figura 16), Urbis 6 24V (Figura 17), Azimut 12V (Figura 18), Azimut 24V (Figura 19).

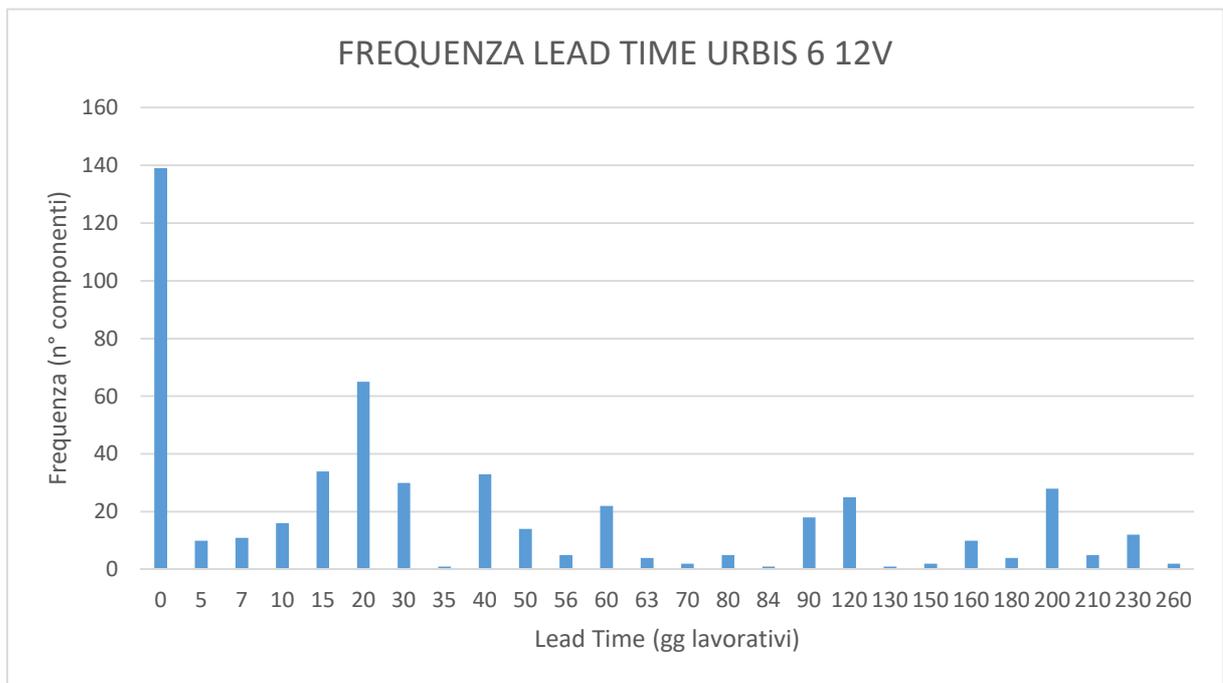
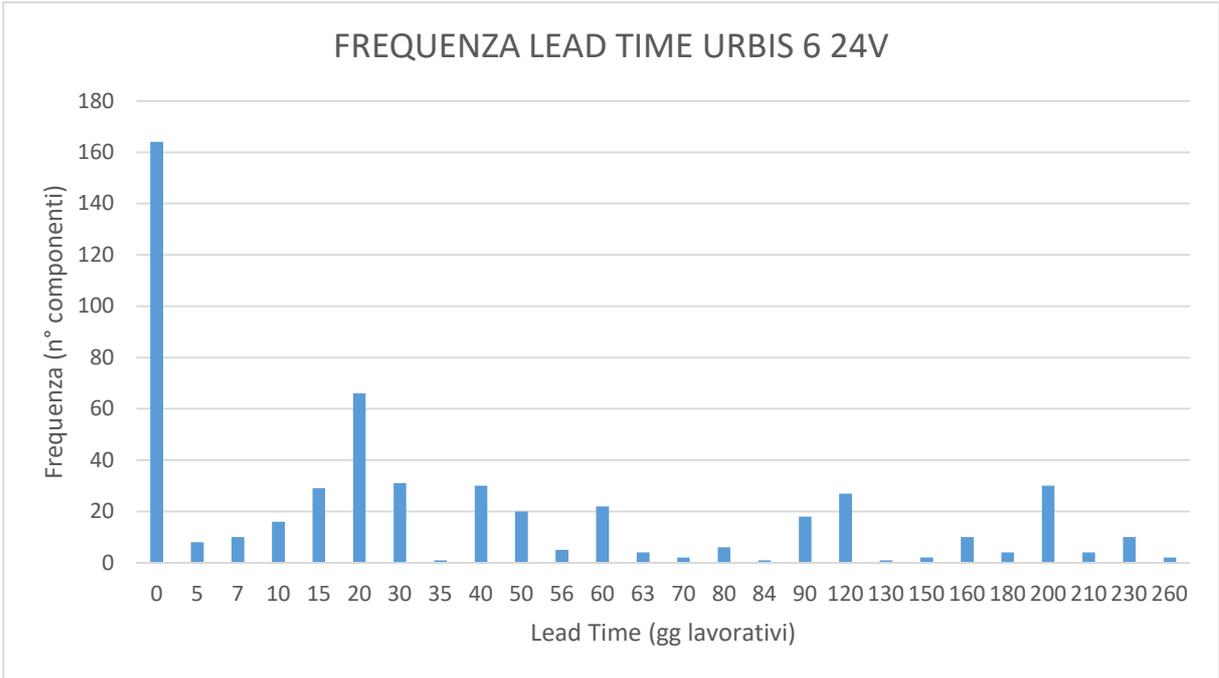
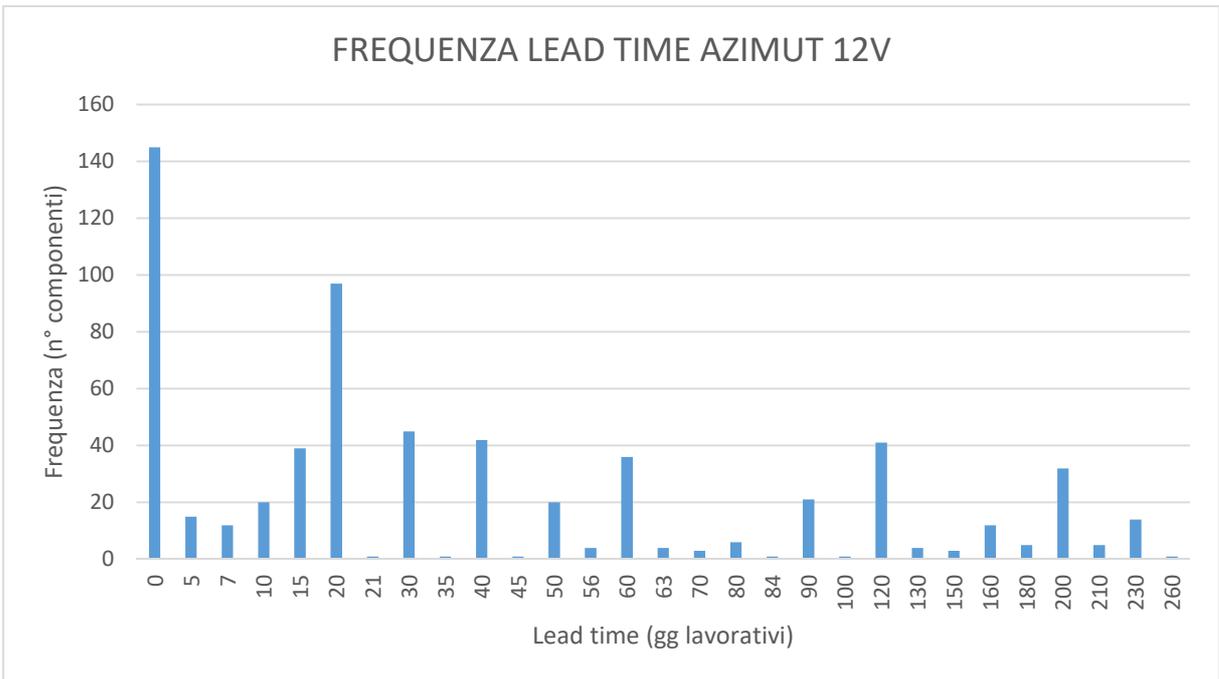


Figura 16: Frequenza Lead Time Urbis 6 12V



*Figura 17: Frequenza Lead Time Urbis 6 24V*



*Figura 18: Frequenza Lead Time Azimut 12V*

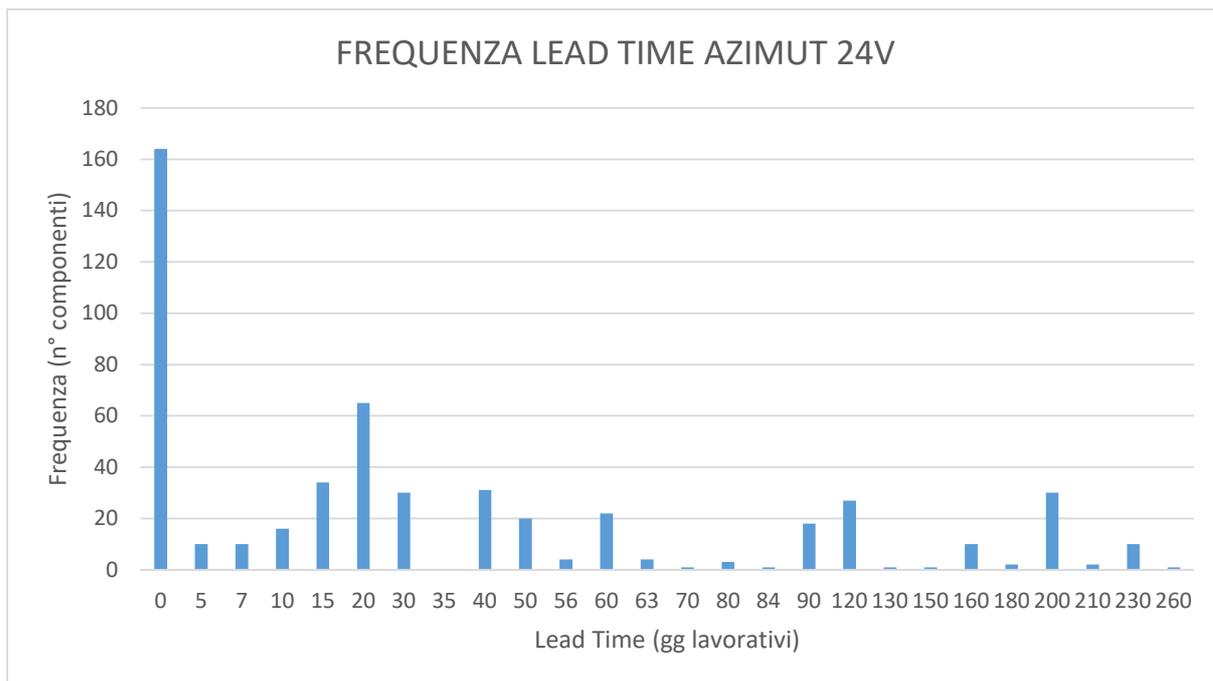


Figura 19: Frequenza Lead Time Azimut 24V

Per ciascun gruppo di codici si sono andati ad analizzare quelli che presentano un lead time superiore e che quindi possono causare maggiori problemi. L'obiettivo è vedere se questi sono in comune tra i due gruppi: tra Azimut 12V e Azimut 24V e tra Urbis 12V e Urbis 24V. Se così fosse questo permetterebbe una maggiore flessibilità e la possibilità di gestire in maniera più agevole eventuali situazioni critiche.

Confrontando il gruppo Urbis 12V e il gruppo Urbis 24V:

si è effettuato il confronto tra i componenti che hanno maggiore lead time dei gruppi impianto elettrico cabina. Quelli che presentano tempo di attraversamento pari a 260 gg, che sono uno per gruppo, sono differenti tra loro. Questi componenti nel momento in cui vengono generati gli ordini di acquisto per la realizzazione di una nuova macchina non compaiono, perché sono parti di semilavorati per cui è compito del terzista approvvigionarsene. Analizzando quelli che presentano tempo di attraversamento pari a 230 gg lavorativi, 210, 200, 180, 160 non vi sono codici condivisi, ma anche queste parti fanno parti di semilavorati di natura elettrica la cui realizzazione è affidata a terzisti i quali si devono procurare tali componenti.

Il lead time max associato a un componente di cui è la Tecnoindustrie a occuparsi dell'approvvigionamento fin dal momento in cui la macchina deve essere realizzata e non solo successivamente per le eventuali riparazioni, è pari a 84 giorni ed è associato alla parte "scatola di potenza a 12V" per quanto riguarda il gruppo impianto elettrico cabina 12V, anche per quello a 24V risulta essere la scatola di potenza con lo stesso lead time.

Da tale analisi si evince quindi che questi due gruppi non possiedono molti codici condivisi, quindi dal momento che sia gli Urbis 6 che i 6G risultano nel mix essere installati su cabinati a 12V, si potrebbe pensare di tenere una scorta per i codici legati al 24V, o comunque di inserire un certo numero di loro rami nelle previsioni. L'aspetto positivo è che dall'analisi emerge che i lead time massimi che si presentano legati a componenti di fornitura di cui è la Tecnoindustrie a doversi occupare dell'acquisto per la realizzazione dei nuovi mezzi, nessuno è superiore agli 84 giorni.

Confrontando Azimut 12V e Azimut 24V:

per quanto riguarda i componenti che presentano lead time pari a 230 gg lavorativi per la maggior parte sono in comune tra i due gruppi, ma quello legato al cabinato da 12V ne possiede 3 in più. Le parti che hanno associato un tempo di attraversamento uguale a 210 gg lavorativi sono totalmente in comune. Se si guardano i codici che hanno lead time pari a 200 giorni in ciascuno dei due gruppi, sia in quello da 12V che in quello da 24V, compaiono 4 codici distinti che non sono presenti nell'altro. Tutti i componenti che presentano lead time così elevati, per entrambi i gruppi, non vengono comprati direttamente dalla Tecnoindustrie per la realizzazione di una nuova macchina. Le parti, per cui è compito dell'azienda l'approvvigionamento, che presentano tempi di attraversamento superiori sono per il gruppo legato ai cabinati da 12V la scatola di potenza (che è la stessa utilizzata per gli Urbis 6 su 12V) e un altro componente che possiede tempo di attraversamento pari a 76 giorni, che a differenza del precedente non è presente in nessun altro gruppo. Per il gruppo legato ai 24V il lead time maggiore è pari a 84 giorni e anche questo è associato allo stesso componente che è utilizzato anche per gli Urbis a 24V.

Dal momento che questi componenti sono inseribili in qualsiasi tipologia di Azimut, a parità di voltaggio di cabinato, e quindi il pericolo di inutilizzo risulta inferiore, si potrebbe riflettere sulla possibilità di inserire dei rami aggiuntivi nelle previsioni di vendita anche se si ha già che parte degli Azimut sono installati su cabinati da 12V e parte su 24V, a differenza degli Urbis che invece sono tutti installati su 12V e quindi fabbisogni per i gruppi Urbis 24V non ne verrebbero generati.

Inoltre considerando che la scheda elettrica montata sulle attrezzature Urbis 24V è la stessa utilizzata sugli Azimut di pari voltaggio e che lo stesso vale per quella a 12V, si potrebbe considerare anche di inserire una scorta legata ad essa, dal momento che ha un lead time pari a 150 giorni in entrambi i casi. Essa è prodotta da un terzista a cui forniamo due componenti per la sua realizzazione e quindi non è considerata un elemento di pura fornitura.

Per quanto riguarda i componenti legati al marchio del cabinato, si è deciso di analizzare i lead time anche di quelli su cui non si è ipotizzata installata l'attrezzatura, ma che comunque presentano un utilizzo non trascurabile, perché è importante essere consapevoli di eventuali

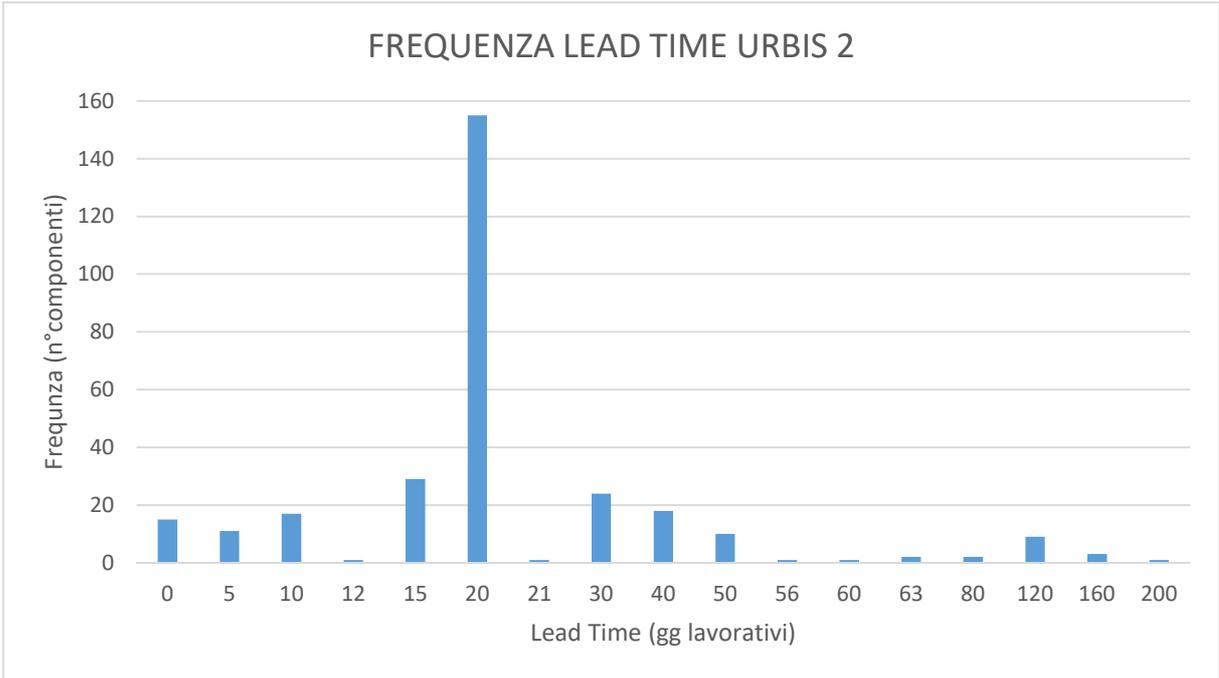
tempi di attraversamento elevati e che di conseguenza potrebbero causare problemi. Infatti una possibilità oltre a quella sviluppata potrebbe essere quella di tenere a stock i componenti necessari per i principali cabinati utilizzati. Si tratterebbe quindi di aggiungere alle previsioni del mix, quelle dei rami di distinta contenenti queste parti dipendenti dal cabinato, in modo che vengano generati anche i loro fabbisogni. Quindi considerando che il mix che è emerso è costituito da 6 Azimut 6 installati su Isuzu M21, si tratterà di andare a inserire come previsioni di vendita anche 6 rami di distinta (o un numero inferiore che potrebbe dipendere dalla frequenza pesata che gli è associata) contenenti le parti specifiche per ciascun altro cabinato rilevante.

Per capire come gestire questi codici legati al cabinato e al suo voltaggio gli aspetti che si guardano sono:

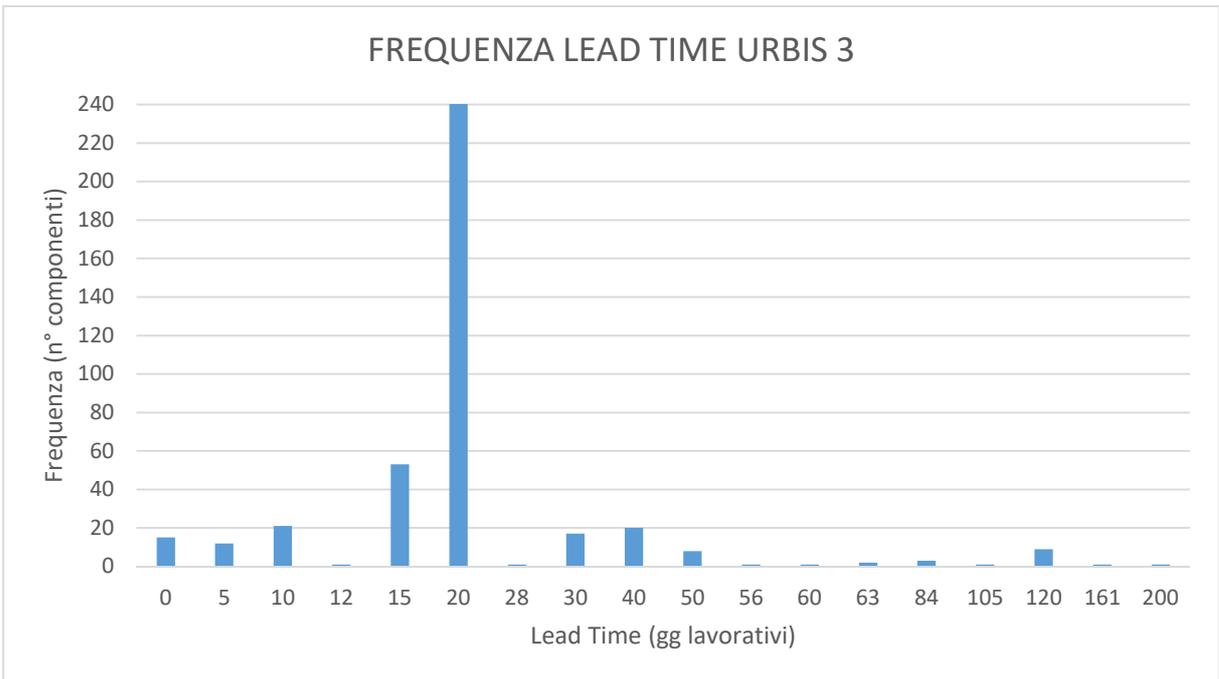
- Costo dei componenti
- Ingombro dei componenti/spazio disponibile a magazzino
- Presenza in più gruppi cabinati

#### 4.2.2 Lead Time e frequenze

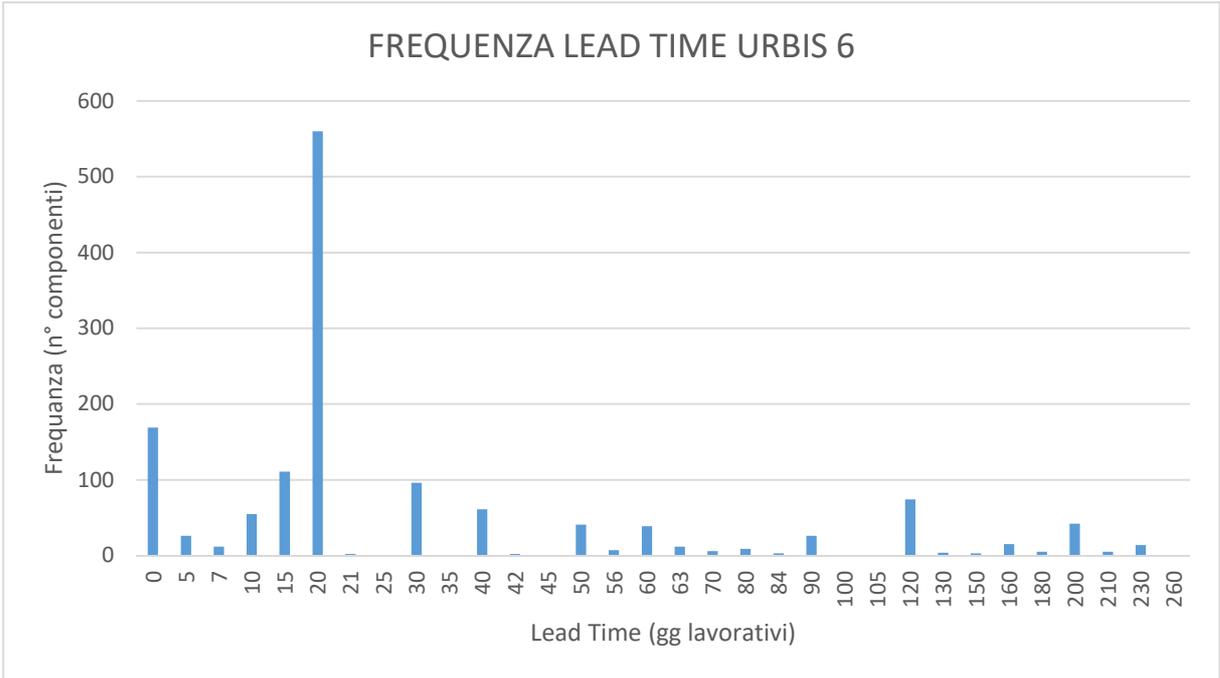
Se si analizzano i tempi di attraversamento dei componenti di fornitura, che costituiscono ogni singola macchina del mix, considerando anche quelli che vengono comprati anche solo per effettuare riparazioni e sostituzioni e non solo quelli per cui vengono generati ordini di acquisto nel momento in cui viene inserito in pianificazione un nuovo mezzo, si ottengono le frequenze riportate nei grafici sottostanti (Figura 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27) :



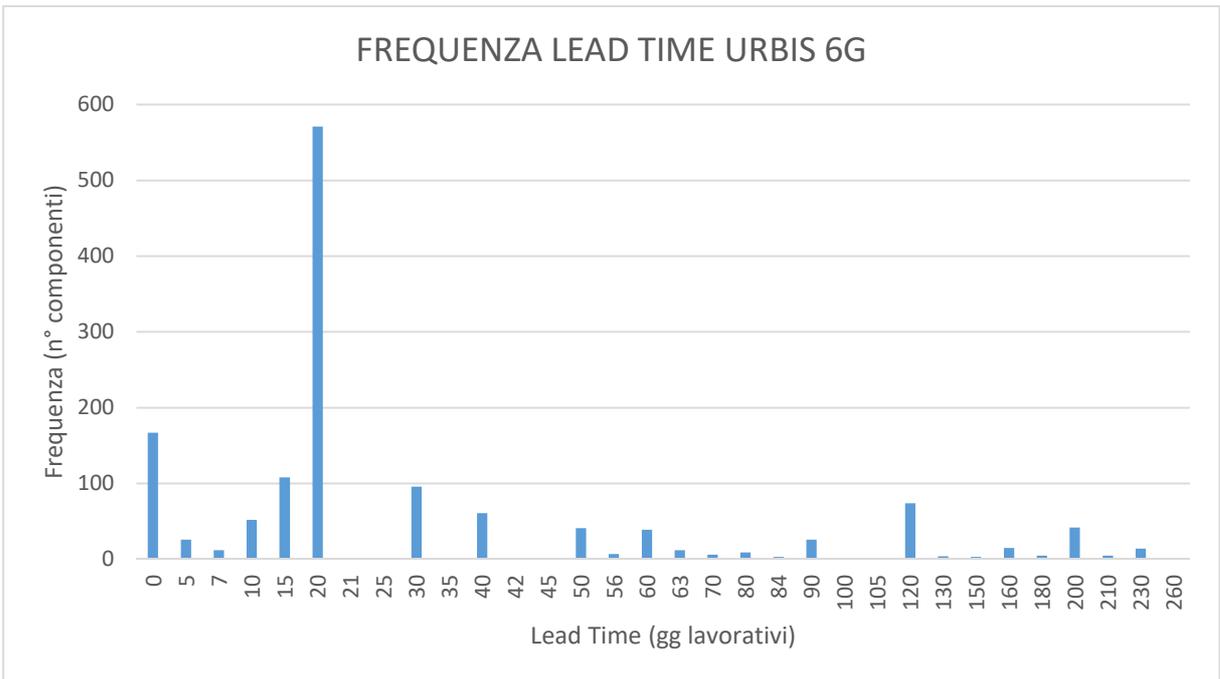
*Figura 20: Frequenza Lead Time Urbis 2*



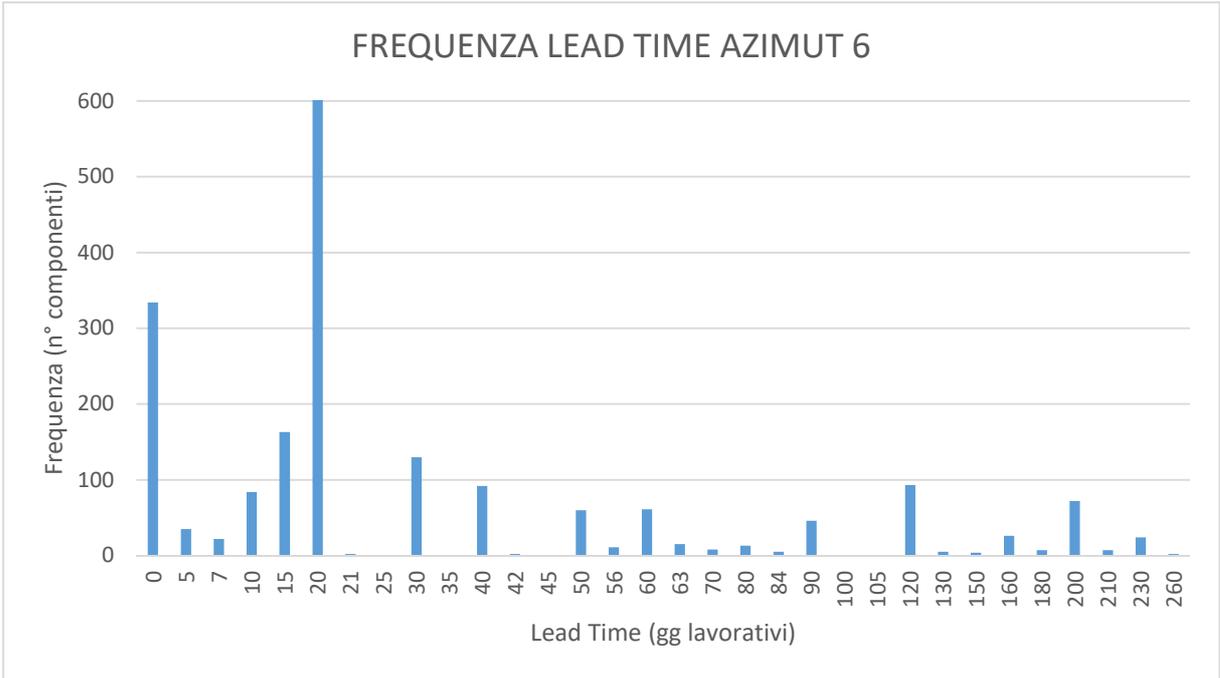
*Figura 21: Frequenza Lead Time Urbis 3*



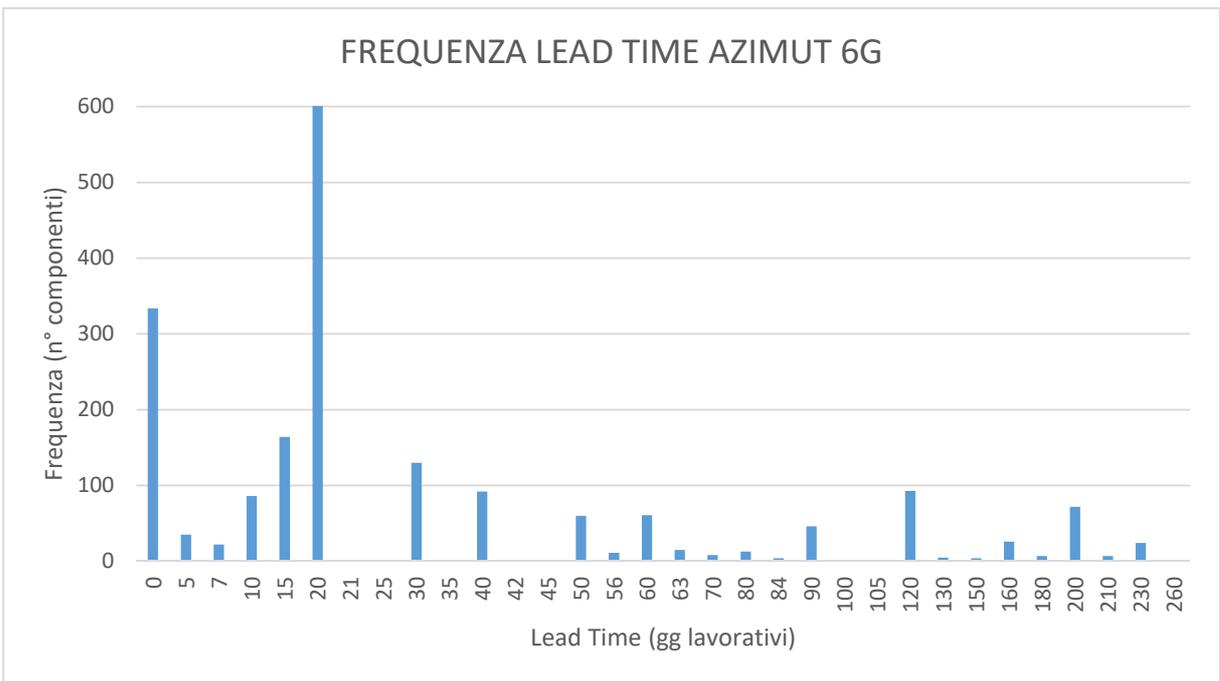
*Figura 22: Frequenza Lead Time Urbis 6*



*Figura 23: Frequenza Lead Time Urbis 6G*



*Figura 24: Frequenza Lead Time Azimut 6*



*Figura 25: Frequenza Lead Time Azimut 6G*

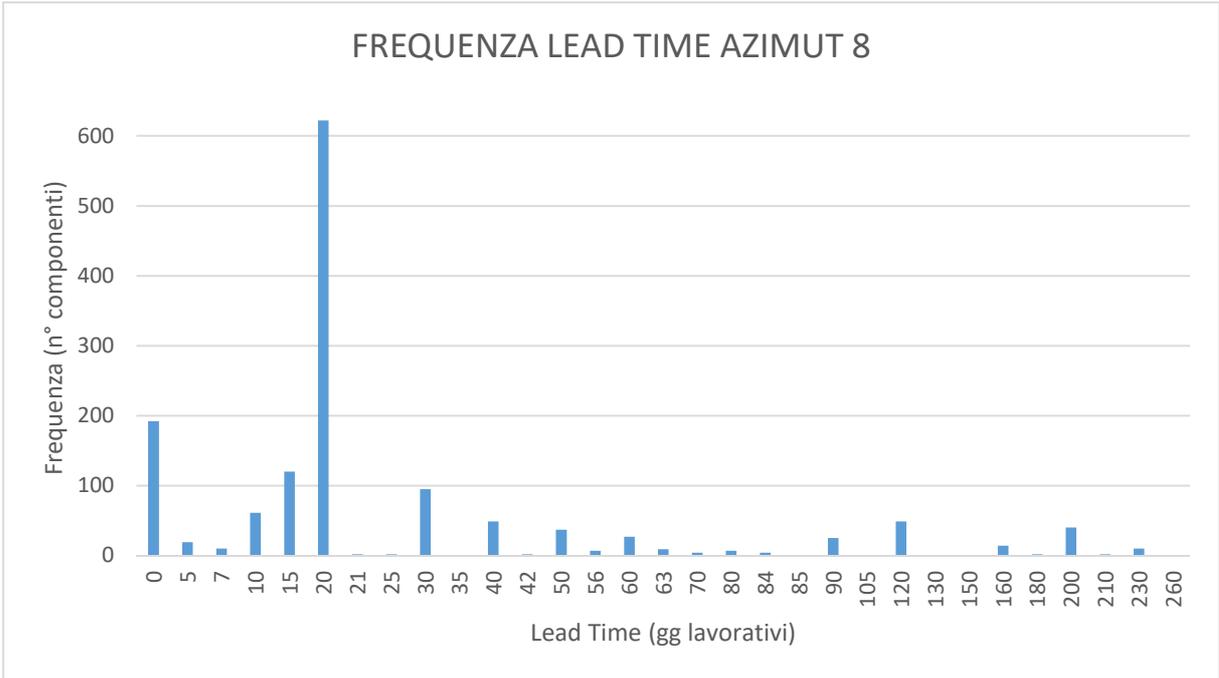


Figura 26: Frequenza Lead Time Azimut 8

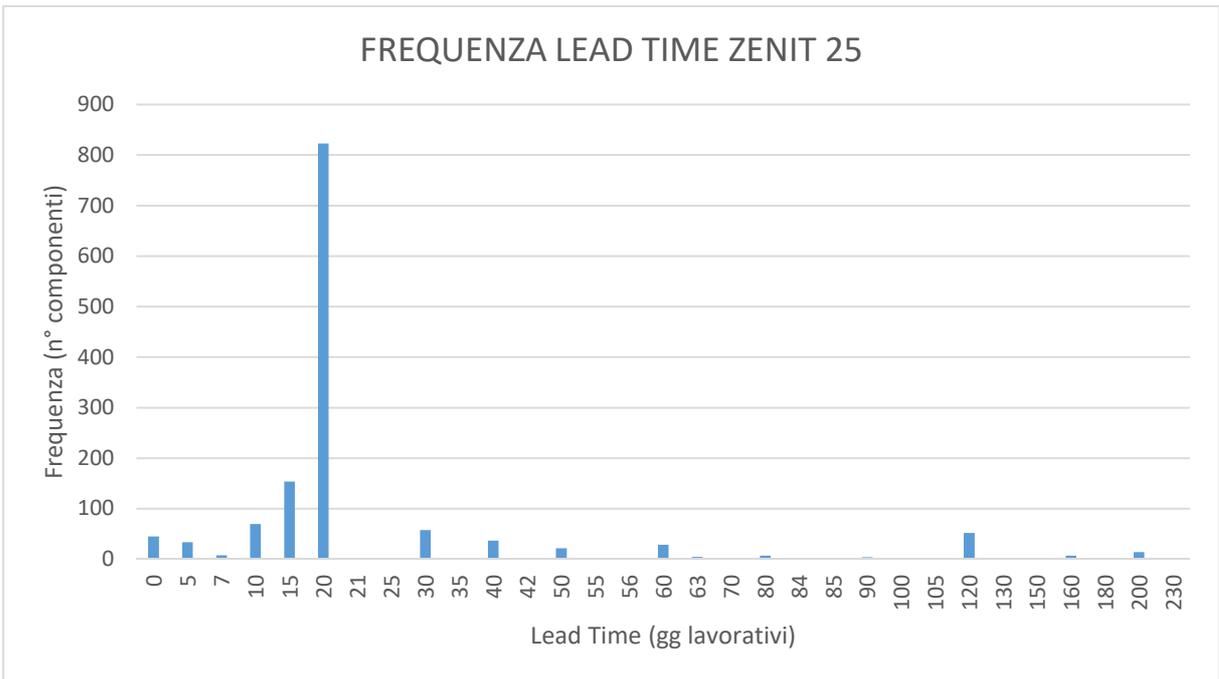


Figura 27: Frequenza Lead Time Zenit 25

Per alcuni componenti il tempo di attraversamento risulta essere pari a zero. Questo valore nella maggior parte dei casi non corrisponde al vero lead time, infatti quando nel sistema gestionale viene inserita una nuova parte, se ad essa non viene associato un tempo di attraversamento, il campo relativo ad esso viene riempito con lo zero. Per migliorare questa

analisi occorrerebbe per ogni codice che presenta questo “problema” verificare quale sia il lead time reale, contattando per esempio il fornitore e guardando allo storico.

Come si nota da tutti i grafici, la maggior parte dei componenti legati alle macchine standard considerate nel mix, presentano un lead time pari a 20 giorni lavorativi, ma compaiono anche codici che presentano lead time di molto superiore. Questi ultimi sono legati a componenti prettamente elettrici e di cui è compito del terzista l’acquisto nel momento in cui gli viene commissionata la parte per la realizzazione della nuova macchina.

Riassunto passi:

1. Inserire nell’Excel i mezzi consegnati nei 19 mesi precedenti alla data dell’analisi
2. Determinare e inserire la percentuale di copertura della domanda che si vuole avere
3. Inserire per ogni modello il numero di mezzi in pianificazione
4. Determinare il peso che si vuole dare alla pianificazione e quindi al futuro e quale al passato (macchine consegnate)
5. Inserire la numerosità delle commesse a pianificazione (quella delle macchine consegnate viene calcolata in automatico)
6. Inserire le macchine consegnate e quelle a pianificazione nel file Excel dei cabinati
7. Inserire/modificare il peso che si vuole dare allo storico e alla pianificazione
8. Inserire nelle tabelle i nomi delle eventuali nuove tipologie di cabinato
9. Definire il mix
10. Confrontarsi con l’ufficio tecnico per determinare le distinte standard (o eventuali modifiche da apportare a quelle considerate la volta precedente)
11. Inserire per ogni tipologia di attrezzatura che costituisce il mix, i codici parti che la costituiscono e i relativi lead time
12. Definire per ogni attrezzatura il lead time max che compare nella sua distinta
13. Valutare il lead time max
14. Inserire nel sistema gestionale le previsioni di vendita. L’MRP deve vedere previsioni per un periodo pari almeno al lead time maggiore.
15. Inserire l’eventuale scorta dei componenti che sono stati tolti dalle distinte perché con lead time troppo elevati

*Tabella 29: Riassunto dei passi per definire il mix e la copertura delle previsioni*

## 5 ALTRE SOLUZIONI PER AUMENTARE IL LIVELLO DI SERVIZIO

In questo capitolo sono descritte altre azioni che se effettuate e realizzate aumenterebbero l'efficacia del sistema descritto nei paragrafi precedenti per incrementare il livello di servizio, si tratta quindi di proposte di supporto alla soluzione.

### 5.1 Accordo Quadro

Come è stato già detto, la domanda dei mezzi è spesso legata a gare di appalto. Queste vengono indette quando la pubblica amministrazione necessita di acquistare beni o di acquisire servizi, forniture o di far realizzare opere pubbliche. La gara si compone di più fasi e si basa su principi precisi, sanciti e definiti dalle normative in vigore. Gli attori sono l'appaltatore e l'appaltante. Il primo riportandosi al tema del progetto, risulta essere costituito dalla Tecnoindustrie Spa stessa, quando la gara riguarda la fornitura di mezzi, se no potrebbero essere società che erogano servizi d'igiene al suolo, di raccolta e smaltimento rifiuti che per svolgere il loro lavoro necessitano di veicoli adatti.

L'accordo quadro permette di facilitare la procedura che ha come fine l'affidamento dell'appalto, infatti non è necessario che l'accordo sia completo, ma è sufficiente che venga stabilito il prezzo della prestazione oggetto e nel caso le quantità (Art. 3 del d.lgs. 50/2016). L'appaltante determina l'importo massimo che l'accordo quadro potrà raggiungere, l'arrivo a tale cifra comporta la conclusione del legame, non viene però definito il valore minimo delle prestazioni. L'appaltante grazie a questo accordo può con un'unica azione "prenotare" una serie di prestazioni che sono caratterizzate da ripetitività e omogeneità e che potrà acquistare quando ritiene necessario, fino al raggiungimento dell'importo massimo. Questo comporta maggiore flessibilità e riduzione di tempo e costi, infatti l'appaltante non acquista subito ciò che è l'oggetto dell'accordo, ma si riserva la possibilità di farlo nel momento del bisogno.

Dal punto di vista dell'appaltatore, facendo riferimento per esempio alla Tecnoindustrie, questa pratica ha come vantaggi la possibilità di pianificare la produzione delle macchine in anticipo, e migliorare e ottimizzare i lotti di produzione, inoltre un altro aspetto positivo risulta essere il fatto che l'appaltante nel momento in cui viene definito l'accordo quadro, deve possedere la copertura finanziaria per poi procedere agli affidamenti.

Grazie quindi alla conclusione di un accordo quadro, la Tecnoindustrie può anticipatamente sapere quante macchine dovrà fornire a quel cliente nell'arco di tempo stabilito. Questo gli permette di migliorare la pianificazione e la produzione. L'accordo quadro può essere visto come uno strumento che fornisce previsioni.

## 5.2 KIT

Come già spiegato nel paragrafo dei prodotti, tra ciò che la Tecnoindustrie realizza compaiono anche i kit. Questi sono delle attrezzature prive di presa di forza, staffaggio e impianto elettrico della cabina, in quanto nel momento in cui vengono prodotti non sono installati direttamente su un cabinato. Oltre a essere un prodotto venduto direttamente al cliente, potrebbero essere concepiti come uno strumento per aumentare la reattività di risposta nei confronti delle richieste del commerciale. Questo tentativo in parte è già stato provato dalla Tecnoindustrie: infatti è successo che talvolta nel momento in cui nella pianificazione vi erano degli slot liberi, a causa della mancanza di ordini, questi siano stati coperti inserendo in produzione dei kit.

L'idea è quella che nel momento in cui giunge l'ordine del cliente sia solamente necessario procurarsi il cabinato, che potrebbe essere fornito dal cliente stesso, e installarci sopra l'attrezzatura. Il vantaggio che il kit potrebbe dare quindi è quello di poter iniziare la produzione prima che il cabinato sia in sede. Questo porterebbe anche a aggirare in parte il problema legato ai telai stessi, che a volte tardano nell'arrivare presso l'azienda. Purtroppo la procedura d'installazione del kit sul chassis non è così semplice e lineare, infatti si è notato ed è emerso che queste operazioni di adattamento dell'attrezzatura al camion richiedono molto tempo, per come è progettato adesso il kit, rendendo questa strategia poco conveniente. Inoltre un'altra problematica che è emersa è quella del loro stoccaggio, perché per esempio, non essendo installati su un telaio, non è possibile metterli sul piazzale con la vasca alzata.

Quindi affinché il kit possa essere impiegato come strumento per aumentare il livello di servizio nei confronti del mercato è necessario che se ne riveda la configurazione. Infatti l'ottimo sarebbe che nel momento in cui arriva l'ordine, la fase di carratura richieda solamente un minimo tempo. La produzione di kit pensata in questo modo necessita comunque una previsione dei mezzi che verranno ordinati dai clienti e del tipo di cabinato che dovrà essere impiegato, perché così come è concepito il kit oggi, se esso è progettato per essere montato su un Isuzu non può essere montato su una tipologia di cabinato differente, poiché sono necessarie delle interfacce specifiche.

## 5.3 Fornitori

Per aumentare il livello di servizio un'altra azione che può essere intrapresa è quella di creare degli accordi di fornitura che presentino delle condizioni fisse.

Sarebbe conveniente che la Tecnoindustrie individuasse dei fornitori di componenti critici, quindi prevalentemente quelli che si occupano di parti elettriche, e stipulasse con loro dei contratti che rappresentino una sorta di accordo quadro: verrebbe quindi fissato un tetto massimo di spesa, dopo il quale il contratto si ritiene concluso e le condizioni di fornitura, come il prezzo e i tempi di consegna. La Tecnoindustrie guadagnerebbe la possibilità di approvvigionamento del materiale in un tempo più limitato, a condizioni già stabilite.

E' necessario evidenziare che nell'iter standard all'incirca ogni due mesi, la società richiede nuovamente i preventivi ai suoi fornitori, in modo da tenere aggiornati i prezzi inseriti nella sezione marketing e la valutazione di quale sia il fornitore più conveniente. Nel momento in cui quindi è necessario ordinare un componente il cui prezzo e fornitore associatogli hanno cessato di validità, in quanto aggiornati più di due mesi prima, il responsabile acquisti procede alla richiesta di nuovi preventivi e all'individuazione dell'eventuale nuovo fornitore.

Questa procedura quindi in casi di necessità, e in presenza di questo tipo di contratto, potrebbe essere evitata, permettendo un risparmio in termini di tempo.

Concretamente quindi occorrerebbe individuare quali siano i componenti con tempi di attraversamento superiori e che vengono richiesti con una certa periodicità. Questi codici dovrebbero essere segnalati al responsabile acquisti che dovrebbe procedere all'individuazione del fornitore con cui stringere tale contratto. A questo punto, per gli acquisti che non necessitano una particolare consegna celere si agirebbe seguendo la procedura standard, mentre per quelli urgenti si sfrutterebbe l'accordo. Questo implica che lo stesso componente potrebbe avere due fornitori differenti, uno che viene interpellato nel momento di criticità, e l'altro che invece è quello risultato più conveniente dall'analisi che avviene all'incirca ogni due mesi.

## 5.4 Confronto tra le proposte di supporto alla soluzione

Confrontando le tre possibilità che potrebbero facilitare l'aumento del livello di servizio nei confronti del mercato, si può dire che l'accordo quadro è quella la cui realizzazione dipende meno dalla Tecnoindustrie, infatti la società partecipa a diverse gare di appalto, ma non è lei a determinarne le condizioni. Si potrebbe però iniziare a ragionare in questa ottica nei confronti dei clienti privati che richiedono un elevato numero di macchine nel tempo.

Per quanto riguarda i kit, questa possibilità come già detto precedentemente è stata già in parte implementata e messa in pratica, ma i risultati ottenuti non sono stati del tutto quelli sperati. Infatti ci si è accorti che l'installazione dei kit sui telai richiede tempi più elevati di quelli previsti, perché succede raramente che esso possa essere installato senza dover subire delle rilavorazioni e modifiche, con conseguente aumento dei costi. Inoltre come già detto, dal punto di vista della logistica la gestione del kit non è semplice in quanto la sua collocazione a stock deve avvenire in modo differente da come avviene quella di una macchina su telaio. Quindi questa soluzione ad oggi è quella delle tre che fornirebbe un minor miglioramento del livello di servizio.

La realizzazione di contratti, con i fornitori, della tipologia descritta pare essere quella soluzione che più di tutte fornirebbe, almeno in questa prima parte del progetto, un grande aiuto nel raggiungimento dell'obiettivo che è stato posto. Per poterla implementare è necessario l'impegno del Ufficio Acquisti, che dovrebbe identificare un fornitore per ciascun dei componenti più critici che sia disposto a questo tipo di relazione a condizioni eque.

## 6 CONCLUSIONI

L'obiettivo di questo capitolo è riassumere quali sono i benefici che questa tesi ha portato alla Tecnoindustrie Merlo SPA, quali sono gli aspetti, i punti del seguente lavoro che possono essere ancora implementati e quali potrebbero essere le azioni sviluppate nel futuro.

### 6.1 Benefici del lavoro di tesi

Questo lavoro di tesi ha portato la creazione di un file di archiviazione delle Richieste di Consegna (RC). Esso contiene il numero identificativo della RC, la data, i mezzi richiesti, l'eventuale data di aggiudicazione gara, la data di arrivo del chassis su cui verrà montata l'attrezzatura, la data di consegna richiesta e quella presunta di arrivo dell'ordine. Prima della creazione di questo file il numero di RC compariva poi solo nel documento di commessa, ma se la Richiesta di Consegna non aveva esito positivo veniva difficile inseguito la sua tracciabilità.

Altro vantaggio che la tesi ha portato all'azienda è stata la realizzazione di una procedura che permette la creazione di previsioni riguardanti le attrezzature e i telai su cui esse verranno installate. Il sistema inoltre permette di identificare in modo chiaro quale è stato l'andamento delle macchine nel passato e come si prospetta quello futuro. Come conseguenza vi è un maggiore sfruttamento delle potenzialità del sistema gestionale in possesso della Società.

Questo lavoro è stato il frutto anche di una collaborazione con l'ufficio tecnico. Quest'ultimo ha potuto capire alcuni aspetti legati alla pianificazione: perché è importante che le distinte siano complete entro il tempo richiesto, cosa è l'MRP, come vengono creati gli ordini di acquisto... Dall'altra parte è stato possibile comprendere come avviene la creazione di una distinta ad esempio quali sono i passaggi che vengono seguiti nel momento in cui viene disegnato un nuovo componente. Lo sviluppo di questo progetto è stato quindi il pretesto per aumentare la comunicazione principalmente tra due aree aziendali, quella della pianificazione e quella dell'Ufficio Tecnico: vi è stata condivisione delle conoscenze specifiche.

## 6.2 Limiti

Il progetto che è stato sviluppato presenta dei limiti, degli aspetti che possono essere migliorati e che rappresentano quindi un punto di partenza per un futuro sviluppo.

Potrebbero essere coinvolti più rappresentanti delle diverse funzioni presenti all'interno dell'Impresa. Per sviluppare l'analisi un ruolo importante lo ha coperto l'Ufficio Tecnico, con il quale si sono definite le distinte standard per ogni tipologia di attrezzatura. Per determinare in modo ancora più preciso e forse coerente quelle che saranno le future richieste, potrebbe essere interessante coinvolgere maggiormente l'area commerciale, la quale conosce in modo più preciso il mercato e di conseguenza quella che potrebbe essere la sua evoluzione, anche se come già detto e dimostrato la domanda non è prevedibile.

Inoltre da come emerge dal paragrafo 4.2, per alcune attrezzature la distinta standard non è ancora stata definita, infatti l'Ufficio Tecnico sta ancora lavorando per creare dei gruppi di codici standard che rappresentano il pacchetto più utilizzato e per far questo è necessario che si interfacci anche con l'ufficio Commerciale, per definire ciò che invece deve essere considerato un extra-listino.

Un'altra criticità che è stata riscontrata è legata ai tempi di attraversamento, infatti per alcuni componenti non è inserito a sistema e quindi risulta essere pari a zero. Occorrerebbe quindi contattare i fornitori al momento associati a quei componenti per chiedere loro quale sia e vedere anche che esso corrisponda a quello che avviene nella realtà.

Un altro limite è che sono stati considerati solo gli elementi di fornitura infatti non sono stati presi in analisi i semilavorati. Questa semplificazione risulta avere un peso inferiore nel momento in cui si è deciso di adottare la soluzione di inserire delle distinte standard nel sistema, che costituissero delle previsioni. Difatti se ai semilavorati sono associati dei cicli tecnici l'MRP, nel generare e datare le Richieste di acquisto, tiene in considerazione anche il tempo che sarà poi anche necessario alla lavorazione. Inserendo le scorte minime invece questo aspetto viene meno.

Riassumendo i limiti di questo lavoro e di conseguenza quelli che potrebbero essere i punti di partenza per un miglioramento futuro si ottiene il seguente elenco:

- Coinvolgimento limitato dei rappresentati di alcune aree aziendali
- Mancanza di alcune distinte standard
- Numero rilevante di componenti con lead time nullo in quanto non inserito a sistema
- Analisi dei soli elementi di fornitura

## 6.3 Passi futuri

### 6.3.1 Modularità

L'architettura di prodotto (Ulrich *et al.*, 1995) può essere definita come l'insieme di:

- Relazioni tra gli elementi funzionali
- Mappatura, cioè le relazioni, tra elementi funzionali e i componenti fisici
- Interfacce tra i componenti fisici.

Prima di Ulrich, Abernathy e Utterback (1978) avevano definito l'architettura di prodotto come l'insieme dei sottosistemi che costituiscono il prodotto e le loro relazioni reciproche. Il prodotto era quindi definito dalla sua fisicità e non anche dalle sue funzionalità.

L'architettura può essere integrale o modulare, in quest'ultima i componenti sono funzionalmente indipendenti, mentre nella prima sono interdipendenti tra loro.

Esistono diverse tipologie di architettura modulare:

- Slot-based: i diversi componenti sono connessi tra loro tramite interfacce che non sono comuni, cioè il componente X si collega al componente Y in modo diverso da come si unisce a Z.
- Sezionale: tutti i componenti sono collegati da un'unica interfaccia
- Bus-based: c'è un componente che ha lo scopo di collegare tutti gli altri componenti.

I prodotti forniti dalla Tecnoindustrie dovrebbero sempre più migrare verso un'architettura modulare e la più realizzabile concretamente risulta essere quella slot-based, e le interfacce tra i componenti sarebbe ottimale fossero disaccoppiate in modo che se un componente dovesse essere cambiato non sia necessario cambiare anche l'altro.

La modularità infatti presenta differenti vantaggi:

- Vengono favorite le performance localizzate, cioè quelle del singolo componente, in quanto non si devono gestire interdipendenze;
- Dal momento che i componenti sono indipendenti tra loro è più facile eseguire l'"upgrade" e fare l'Add-one, inserire cioè funzioni e quindi componenti che prima non erano presenti. Questo permette di adattarsi in modo migliore delle nuove condizioni di utilizzo che potrebbero sorgere
- Viene gestita in modo più facile l'usura
- Di solito facilita la trasazione tra versioni successive

- Permette la varietà combinatoria. Si possono avere molte varianti di prodotto, si migrerebbe verso l'assembly to order e si potrebbero migliorare le economie di scala a livello di componenti.
- Può favorire la standardizzazione. Va ricordato che quest'ultima ha degli aspetti positivi come lo sfruttare le economie di scala, ma allo stesso tempo dal momento che il numero di componenti viene limitato, essi potrebbero non essere quelli ottimali.

Rendere i prodotti più modulari permette quindi prima di tutto di avere maggiore flessibilità e gestire in modo più agevole la varietà. Un primo passo che si sta compiendo in questa direzione è quello di non saldare più i diversi componenti tra loro, ma renderli avvitalabili l'uno con l'altro.

### 6.3.2 Rilascio ODL

Un altro passo potrebbe essere quello di creare delle scorte anche di semilavorati.

Questa azione può essere implementata più facilmente nel momento in cui la soluzione adottata per gestire i componenti critici sia stata la seconda e quindi quella che prevede l'inserimento nel sistema gestionale delle previsioni, costituite dalle macchine del mix. Infatti il rilascio degli ODL corrisponderebbe al rilascio degli ordini di lavoro generati dall'MRP.

Molti semilavorati sono di carpenteria. Le lavorazioni di questa tipologia legate alle macchine a vasca aperta e quindi principalmente Urbis e Azimut sono realizzate prevalentemente all'interno della Tecnoindustrie, mentre quelle delle attrezzature a vasca chiusa, quindi degli Zenit e degli Hornet, prettamente all'esterno da terzisti. La società quindi compra il materiale, lamiere e lo fa recapitare al terzista che esegue le lavorazioni.

L'inserimento in Nicim delle previsioni e la conferma delle richieste di acquisto che l'MRP genera, a differenza di ciò che può avvenire con il rilascio degli ODL, non aumenta mai il lavoro degli operai, in quanto gli ordini di acquisto sono sempre legati a componenti di fornitura. Il rilascio degli ODL, nel caso in cui il semilavorato sia di produzione interna aumenterà invece ciò che le risorse della Tecnoindustrie devono produrre,

Critica risulta quindi essere la gestione della manovalanza. Infatti per esempio la carpenteria si troverebbe a dover realizzare anche i semilavorati la cui richiesta nasce da quei rami di distinta inseriti come previsioni oltre alle richieste legate agli ordini che non sono soddisfatti dalle attrezzature del mix. Ci potrebbero perciò essere periodi in cui il numero di operai richiesti è superiore, cioè quando quanto previsto non corrisponde con ciò che è stato ordinato e periodi in cui invece la carpenteria segue perfettamente la pianificazione e il lavoro richiesto è quindi inferiore. Dal momento che coloro che lavorano in carpenteria hanno delle "skills" specifiche, è difficile gestire una mole di lavoro molto variabile.

Per implementare una soluzione che permetta maggiore flessibilità occorrerà collaborare con coloro che fanno parte dell'area "Tempi e Metodi", per capire per esempio quale sia la produttività massima delle risorse e quale sia quella media nelle condizioni attuali. Sarà necessario per prima cosa determinare se sia necessario assumere del nuovo personale nel caso in cui si agisse anche con il rilascio degli ODL legati alle macchine del mix e come sarà possibile impiegare queste risorse nel momento in cui lo stock è creato.

## 7 BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Abernathy, W. J., & Utterback, J. M. (1978). *Tecnology Review*.

Amstrong, J., & Collopy, F. (1992). *Error Measures for Generalizing About Forecasting Methods: Empirical Comparison*. University of Pennsylvania.

Antonelli, D., & Murari, G. (2008). *Sistemi di Produzione. Introduzione ai processi produttivi e alla loro gestione*. Torino: CLUT.

Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operations*. New Jersey: Pearson.

Hoop, W. J., & Spearman, M. L. (2000). *Factory Physics*. New York: Irwin/McGraw-Hill .

Robinson, P. (2012). *Demand Management & Master Production Scheduling*. BPIC.

Ulrich, K. T. (1995). *Progettazione e sviluppo prodotto*. Milano: McGraw-Hill.

[1] <https://www.merlo.com>

## RINGRAZIAMENTI

*Questa tesi rappresenta il mio passaggio alla vita adulta, infatti è stato il mio primo passo nel mondo del lavoro.*

*Mi sento di ringraziare la mia relattrice, la professoressa Anna Corinna Cagliano e il mio correlatore, il professore Maurizio Schenone.*

*Un grande riconoscimento lo devo al mio tutore aziendale, il Dott. Galliano Marco, che mi ha introdotta e seguita nella realtà del Gruppo Merlo SPA. Si è dimostrato sempre disponibile ad aumentare le mie conoscenze, a fornirmi spiegazioni e a stimolare la mia curiosità.*

*Questo lavoro è stato sviluppato presso la Tecnoindustrie Merlo SPA: devo ringraziare le persone che lavorano in questa società, in particolare nell'area della pianificazione e nell'Ufficio Tecnico (per voi i ringraziamenti vedremo se perdureranno nel tempo...).*

*Questa tesi rappresenta per me uno dei miei primi grandi traguardi, la conclusione di un percorso che ho iniziato 5 anni fa e da cui esco cambiata, spero in meglio.*

*Sì è stato impegnativo, sì ci sono stati momenti "no", difficili, ma il resoconto finale è più che positivo. Questo è dovuto principalmente alle persone che ho incontrato nel mio cammino e che ancora oggi fanno parte della mia vita.*

*Ringrazio i miei compagni di università: in particolare Daniela, Simona, Pola, il gruppo Tabù, Carola, Cerri, Giulio, Andrea, Lorenzo e Sara.*

*Soprattutto alcuni di voi sono stati fondamentali: hanno subito i miei sfoghi, mi hanno consigliato, mi hanno ripresa quando stavo sbagliando, siete sempre stati tanto bravi nei miei confronti e per questo ve ne sono immensamente grata.*

*Ringrazio le mie coinquiline: Chiara, Roberta e Linda. Con voi ho vissuto la mia prima esperienza di vita fuori casa. Voi avete conosciuto me a 360°, le mie abitudini e ognuna di voi mi ha insegnato qualcosa: Roberta tu la determinazione, Linda un po' di passione per la cucina e la capacità di sorridere e rialzarsi sempre, Chiara il fatto che mostrare la mia parte più emotiva non sia segno di debolezza e che bisogna vivere la propria vita a pieno non interessandosi dei giudizi delle persone e anche che è importante che io "moduli la mia schiettezza".*

*E come non nominare i miei amici di sempre: Luca, Simone, Pietro, Giulia e Gian Luca, voi con cui sono cresciuta e con cui ho condiviso tanti momenti, che siete i miei compagni di uscite, che mi assecondate "quasi" sempre, che vi prendete gioco della mia ingenuità e dei miei difetti ma su cui spero di poter sempre contare, voi a cui forse non ho mai espresso la mia gratitudine perché i sentimentalismi non ci appartengono molto.*

*E poi devo citare le mie amiche Michela, Roberta e Federica. Voi siete quelle persone da cui non mi sento giudicata, che avete la mia piena fiducia, in sintesi le mie psicologhe. Vi devo ringraziare perché è anche grazie alle mie sedute con voi che sono riuscita e riesco quasi*

*sempre a essere sorridente nelle mie giornate e ad affrontare con positività ciò che si presenta lungo la mia strada.*

*Quindi ringrazio tutti quelli che in questi anni di università mi hanno arricchito e anche coloro con cui ho discusso, perché mi hanno dato spunti per migliorarmi.*

*Infine ringrazio la mia famiglia, voi siete i primi a cui va il mio "GRAZIE". Ed è proprio a mia mamma, a mio papà e a mio fratello che mi hanno supportato nel mio percorso, che hanno creduto e tifato per me, che dedico questa mia vittoria, questo mio traguardo perché senza di voi questo bellissimo cammino che è giunto al termine non sarebbe stato possibile.*