

# POLITECNICO DI TORINO

## Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale



### Tesi di Laurea Magistrale

Inventory Management: incorporare la misura dell'errore previsionale nei modelli a periodo fisso "*base-stock-level*". Il caso Ferrero Commerciale Italia: modello stocastico per il ricalcolo degli *Stock Target*.

#### ***Relatori***

*prof. ssa Cagliano Anna Corinna*

*prof. Mangano Giulio*

#### ***Candidato***

*Capone Antonio*

*matr. 224453*

**ANNO ACCADEMICO 2017/2018**

*“Non aver paura della perfezione. Non la raggiungerai mai”*

*(Salvador Dalí)*

*A chi sacrificandosi giorno dopo giorno,  
mi ha permesso di vivere questi attimi.  
Ai miei genitori.*

*A chi c'è sempre stato,  
imprescindibilmente.  
A Mara*

*A chi ce la mette sempre tutta.  
A chi persevera. A chi sogna.  
A me.*

*“A chi non ha mai colpa,  
a chi ha una scusa per tutto,  
a chi si è fatto da solo,  
a chi cerca pubblicità,  
a chi parla bene per moda e pensa male per moda,  
a chi si innamora solo per secondo,  
a chi va sempre di corsa e non è ancora arrivato da nessuna parte,  
ai conformisti da cortile,  
ai professori di vita,  
a chi lo dicono i numeri,  
a chi la crisi è passata,  
a chi non crede alle favole ma ti fa sempre una morale,  
a chi non alza mai la testa se non per annuire,  
a chi dice all'estero è tutto meglio e lo trovi sempre qui a lamentarsi,  
a chi non vota mai e ti dà sempre un voto,  
a chi giudica e non viene mai giudicato,  
a chi odia il successo e non vuole nient'altro davvero,  
a chi non sbaglia le amicizie,  
a chi gode solo lui,  
a chi soffre solo lui,  
a chi te lo dice da regista, musicista, attore, artista,  
a chi te lo dice e intanto se lo dice da solo,  
a chi non sceglie mai,  
a chi non rischia mai,  
a chi non sbaglia mai,  
a chi non brucia mai,  
a chi non muore mai,  
a chi non si perde mai,  
a chi non ha mai davvero paura,  
a chi è come sarei diventato io se per un po' di paura in meno, avessi scelto di non rischiare  
mai,  
a chi non si lascia cadere,  
a chi ti chiede una firma che tanto è una formalità,  
a chi non è mai stato lungimirante e ti dice di guardare lontano,  
a chi si rifà il sorriso e vince le elezioni,  
a chi somiglia alla parte di me che odio e non se ne va,  
a chi va tutto bene,  
sempre tutto bene,  
sempre solo bene.  
F.”,*

*(Lo Stato Sociale, “C'eravamo tanto sbagliati”)*

# Indice dei contenuti

<b>Abstract .....</b>	<b>12</b>
<b>Introduzione .....</b>	<b>15</b>
<b>1 Sales Forecasting &amp; Demand Planning .....</b>	<b>20</b>
1.1 Forecast Accuracy e Misura dell'errore previsionale.....	24
1.1.1. <i>Misure di distorsione</i> .....	25
1.1.2. <i>Misure di dispersione</i> .....	27
1.2 Livello di servizio .....	30
1.3 Sistemi Produttivi: il "Make To Stock" .....	34
1.4 Analisi della letteratura .....	39
1.4.1 <i>Processi AR (1) (Stock, Et Al., 2016; Lucchetti, 2015)</i> .....	40
1.4.2 <i>Analisi di serie storiche ed errore previsionale</i> .....	41
1.4.3 <i>Politiche di gestione scorte a periodo fisso di riordino</i> .....	47
1.4.4 <i>Livello di Servizio e calcolo delle scorte di sicurezza</i> .....	50
<b>2 Ferrero: il mercato dolciario e la GDO .....</b>	<b>53</b>
2.1 Ferrero: la nascita e l'affermazione del marchio .....	53
2.2 Struttura Aziendale.....	57
2.3 I Fornitori: materie prime di alta qualità .....	60
2.4 La Supply Chain a valle: la GDO.....	62
<b>3 Analisi Dei Dati In Input.....</b>	<b>64</b>
3.1 Classificazione <i>Mercato/Brand/SKU</i> dei prodotti Ferrero .....	66
3.2 Il processo di SF&DP in Ferrero .....	69
3.3 Analisi ABC incrociata: anno commerciale 2016/2017.....	76
3.3.1 <i>Clusterizzazione I: Criticità e Stockout 2016/2017</i> .....	78
3.3.2 <i>Clusterizzazione II: Valorizzazione dello Stock</i> .....	85
3.3.3 <i>Analisi ABC Incrociata: il campione finale in input</i> .....	87

3.4 Campionamento in input: situazione AS IS .....	90
<b>4 Costruzione Del Modello Stocastico .....</b>	<b>94</b>
4.1 Processi stocastici e stazionarietà.....	95
4.2 Fitting e test del Chi - Quadrato .....	98
4.3 Composizione del Lead Time deterministico.....	105
4.4 Scorte di sicurezza e <i>Stock Target</i> : situazione TO BE .....	107
4.4.1 <i>Variabilità dell'errore previsionale</i> .....	109
4.4.2 <i>Ricalcolo degli Stock Target</i> .....	113
<b>5 Conclusioni.....</b>	<b>121</b>
<b>APPENDICE A.....</b>	<b>123</b>
<b>APPENDICE B .....</b>	<b>124</b>
<b>APPENDICE C .....</b>	<b>131</b>
<b>Bibliografia.....</b>	<b>135</b>
<b>Sitografia .....</b>	<b>139</b>
<b>Ringraziamenti .....</b>	<b>141</b>

# Indice delle Figure

Figura 1: <i>Effetto Bullwhip</i> lungo la supply chain .....	18
Figura 2: Supply Chain planning e SF&DP .....	21
Figura 3: Funzioni aziendali coinvolte nel <i>Forecast Meeting</i> .....	23
Figura 4: Livello di servizio per <i>Mercato e Sessione</i> .....	33
Figura 5: Posizionamento del <i>decoupling point</i> .....	36
Figura 6: Sistemi di gestione della produzione in funzione del decoupling point .....	37
Figura 7: Andamento dello stock con politica " <i>Base Stock</i> " .....	49
Figura 8: Distribuzione normale standard per il <i>Livello di Servizio</i> .....	51
Figura 9: Evoluzione del marchio Ferrero.....	54
Figura 10: Alcuni brand Ferrero.....	56
Figura 11: Struttura distributiva Ferrero.....	59
Figura 12: Esempio di diverse <i>SKU</i> dello stesso <i>Brand</i> (es. <i>Ferrero Rocher</i> ).....	67
Figura 13: Processo di pianificazione vendite .....	73
Figura 14: Pianificazione della produzione con <i>SAP APO</i> ® .....	75
Figura 15: Rappresentazione iconografica del <i>principio 80/20</i> .....	77
Figura 16: Ramificazione tagli I Sessione 2016/2017.....	78
Figura 17: Ramificazione tagli anno commerciale 2016/2017.....	82
Figura 18: Andamento stock e domanda per <i>Nutella G450X15</i> .....	84
Figura 19: Analisi ABC incrociata .....	87

Figura 20: Distribuzione <i>Chi-Quadrato</i> , $\chi_k^2$ .....	100
Figura 21: P-value per il test del Chi Quadrato con $k = 2$ .....	101
Figura 22: Calcolo scorte di sicurezza in funzione della variabilità.....	108
Figura 23: Diagrammi a dispersione dell'errore previsionale.....	110
Figura 24: ( <i>Appendice B</i> ) Classificazione ABC della giacenza media a valore.....	126
Figura 25: ( <i>Appendice C</i> ) Andamento domanda per <i>ESTATHE BIC T3X24</i> .....	131
Figura 26: ( <i>Appendice C</i> ) Andamento domanda per <i>KINDER BUENO T2X30</i> .....	132
Figura 27: ( <i>Appendice C</i> ) Andamento domanda per <i>KINDER CIOCCOLATO T4X20</i> ....	132
Figura 28: ( <i>Appendice C</i> ) Andamento domanda per <i>KINDER SORPRESA T3X128</i> .....	133
Figura 29: ( <i>Appendice C</i> ) Andamento domanda per <i>NUTELLA G450X15</i> .....	133
Figura 30: ( <i>Appendice C</i> ) Andamento domanda per <i>POCKET COFFEE T5X32</i> .....	134

# Indice delle Tabelle

Tabella 1: Stazionarietà con test di radice unitaria di <i>Dickey - Fuller</i> .....	46
Tabella 2: Assunzioni e principali riferimenti bibliografici .....	52
Tabella 3: Elenco Mercato / Brand per i prodotti Ferrero .....	68
Tabella 4: Brand e tagli anno commerciale 2016/2017.....	83
Tabella 5: Giacenza media a valore per i brand di classe A.....	86
Tabella 6: Analisi ABC Incrociata: i brand di classe AA.....	88
Tabella 7: Brand / SKU del campione individuato.....	89
Tabella 8: <i>Stock Target</i> per i brand di Classe AA nella situazione AS IS .....	92
Tabella 9: Fitting con v.a. normale e <i>Test Chi-Quadrato</i> .....	102
Tabella 10: <i>Best Fitting</i> e Test Chi-Quadrato.....	104
Tabella 11: Lead time per SKU del campione .....	106
Tabella 12: Misure di variabilità dell'errore previsionale.....	112
Tabella 13: Riepilogo formule per il calcolo dello Stock Target .....	115
Tabella 14: Valori ricalcolati dello stock target e <i>intervallo di copertura</i> .....	117
Tabella 15: Confronto Stock Target AS IS e TO BE .....	120
Tabella 16: (Appendice A) Tavola valori Distribuzione Normale Standard.....	123
Tabella 17: (Appendice B) Incidenza tagli per Brand e classificazione ABC .....	124
Tabella 18: (Appendice B) Giacenza media settimanale e classificazione ABC .....	125
Tabella 19: (Appendice B) Analisi ABC Incrociata per brand .....	127
Tabella 20: (Appendice B) Fatturato per referenza / brand di classe AA .....	128

# Indice delle Equazioni

(1) Misura della <i>Forecast Accuracy</i> .....	24
(2) Errore previsionale con <i>Cumulative Forecast Error - CFE</i> .....	26
(3) Errore previsionale con <i>Mean Error - ME (BIAS)</i> .....	26
(4) Errore previsionale con <i>Mean Percentage Error - MPE</i> .....	27
(5) Errore previsionale con <i>Mean Absolute Deviation - MAD</i> .....	27
(6) Errore previsionale con <i>Mean Absolute Percentage Error - MAPE</i> .....	28
(7) Errore previsionale con <i>Mean Squared Error - MSE</i> .....	28
(8) Errore previsionale con <i>Standard Deviation of Errors - SDE</i> .....	29
(9) Calcolo del livello di servizio - <i>Tipo I</i> .....	30
(10) Calcolo del livello di servizio - <i>Tipo II</i> .....	31
(11) Processi <i>autoregressivi AR (1)</i> e white noise .....	40
(12) Serie temporale con trend: <i>passeggiata aleatoria</i> con $\beta_1 = 1$ .....	46
(13) Livello ottimo (B) con <i>Base Stock Level</i> .....	49
(14) Calcolo della scorta di sicurezza .....	50
(15) Giacenza media settimanale .....	85
(16) Statistica del <i>Chi Quadrato</i> .....	99

(17) Calcolo della <i>scorta media</i> .....	116
(18) <i>Stock Target</i> .....	116
(19) <i>Intervallo di copertura</i> .....	116

# Abstract

Nel contesto dei sistemi di gestione della produzione definiti “*push*” gioca un ruolo fondamentale la previsione e l’accurata pianificazione della domanda, ai fini dell’efficienza dell’intera supply chain. Cercare di ottenere accuratezza previsionale prossima all’ottimo è sinonimo di minimizzazione del disservizio, inteso come sottoscorse e mancate vendite. D’altro canto, nel settore del *mercato dolciario di largo consumo*, registrare alti volumi di scorte può portare ad accumulo di invenduto e quindi rischio di obsolescenza dei prodotti, in base alla loro *Shelf Life* (scadenza o vita utile).

L’ottimizzazione delle scorte ed il collegamento all’accuratezza previsionale potrebbe pertanto rendere efficiente il sistema, portando ad un risparmio notevole dei *costi di inventory*, a ridurre le obsolescenze ed a massimizzare il *livello di servizio* al cliente, valutato come consegne rispetto alle richieste ricevute da ciascun cliente.

La correlazione tra l’ottimizzazione dello stock e le misure di forecast accuracy, diviene fondamentale per l’efficienza logistica, nell’ottica di soddisfazione del cliente. L’elaborato approfondisce il problema, con l’obiettivo di individuare prima la metrica adatta per la misurazione dell’errore previsionale, per l’implementazione di una scorta di sicurezza da inserire nel modello di gestione scorte, adottato nel contesto aziendale in analisi. Il livello di servizio è il vincolo cardine di molti modelli esistenti e del progetto di tesi. La soglia del livello di servizio deriva anche da quello che in gergo viene definito *Service Level Agreement* tra fornitore e cliente, con l’obiettivo di contrattare le performance minime di servizio, inserendo eventuali penali e premi per il raggiungimento dei valori prefissati.

Una volta chiariti gli obiettivi del progetto, nel primo capitolo introduttivo vengono delineate le varie fasi che costituiscono il processo di *Sales Forecasting & Demand Planning* e le diverse metodologie di calcolo dei principali parametri e dei *KPIs* utilizzati per il monitoraggio delle performance, quali la variabilità degli errori previsionali e del livello di servizio. In relazione alle metodologie applicate nel contesto aziendale, sarà presentata la letteratura di supporto all'elaborato. Grazie agli studi effettuati sarà possibile caratterizzare i dati in input del modello stocastico costruito. In particolare un approfondimento sarà dedicato alla definizione di processi stocastici stazionari ed ai relativi metodi teorici per provarne l'assenza di trend e correlazione, quindi la stazionarietà. La normalità del dato di domanda invece, assunzione fondamentale dei modelli di letteratura esistenti, sarà testata attraverso l'applicazione di test statistici sulla verifica di ipotesi.

Nel secondo capitolo è descritto il contesto applicativo<sup>1</sup>, l'azienda e la sua struttura, la composizione della *supply chain* ed i vari attori in gioco. Nel *Make to Stock*, la previsione e la sua accuratezza sono considerate strumenti e leve di efficienza, per la massimizzazione del livello di servizio al cliente. Stagionalità dei prodotti, *shelf life*, *lead time* di produzione i parametri che influenzano le previsioni nei diversi momenti dell'anno.

I dati in input saranno analizzati nel successivo capitolo con un approccio basato sull'*analisi di Pareto*, anche definita *analisi ABC*, per il raggruppamento in diverse classi in base all'importanza. Saranno individuati due principali criteri, valore dello stock e

---

<sup>1</sup> Nel rispetto delle normative sulla *privacy* vigenti nel contesto aziendale di applicazione, i dati riportati nel progetto, così come la descrizione di processi complessi e articolati, non ne rispecchiano la veridicità, ma sono stati opportunamente trattati ai fini di *riservatezza e non divulgazione*.

---

criticità registrate nell'ultimo anno commerciale, che permetteranno di concludere con l'analisi ABC *incrociata* e l'individuazione della *classe AA* come campione del modello.

Il modello stocastico costruito sarà presentato nel Capitolo 4, introdotto dai test di *fitting* effettuati sul campione di riferimento, grazie all'ausilio del software *Arena Rockwell*® e del tool *Input Analyzer*. Il tool permetterà inoltre di individuare le migliori distribuzioni teoriche che approssimano quelle empiriche generate dai dati raccolti, attraverso il processo definito *Best Fitting*. Effettuato con lo strumento di calcolo *Excel*®, infine, il calcolo delle scorte di sicurezza come misura di tutela alla variabilità dell'errore previsionale e dei livelli di stock *Target* concluderà il progetto, evidenziando le differenze rispetto alla situazione *AS IS* e delineando le possibili implementazioni nel contesto aziendale di applicazione, ai fini di una maggiore efficienza e di un miglioramento del livello di servizio al cliente, ovvero minori sprechi e aumento del fatturato.

# Introduzione

Il progetto nasce durante il tirocinio svolto in Ferrero Commerciale Italia, con sede ad Alba (CN), nell'area del *Demand Planning*. Questa funzione aziendale, come sarà descritto nel dettaglio nei capitoli successivi, si pone come obiettivo quello di sintetizzare le informazioni esogene ed endogene, provenienti dal mercato e dalle diverse aree aziendali, andando a stilare la previsione di vendita, punto di partenza per il coordinamento di tutta la filiera. Si è ritenuto necessario affrontare il problema dell'incertezza dei mercati e quindi della domanda, per poterne esaminare la variabilità, discutendo i processi di supporto ed i metodi di calcolo dei vari indicatori di performance, utilizzati in chiave manageriale.

È obiettivo del progetto quello di legare la variabilità delle performance delle previsioni della domanda ai valori dello stock, attraverso l'implementazione della scorta di sicurezza. Operando infatti in un contesto di incertezza, l'inaccuratezza previsionale può portare a situazioni di inefficienza dei valori delle scorte, sia in positivo che in negativo: avere alti valori di stock porta di certo a garantire un maggiore *livello di servizio* (abbr. LDS), ma nel contesto di prodotti deperibili - come nel settore in analisi - può provocare *obsolescenza* e mancate vendite; d'altra parte registrare bassi volumi di scorte genera *stockout* e quindi diminuzione del livello di servizio al cliente.

La maggior parte dei sistemi logistici reali non opera in condizioni di certezza; al contrario, vi sono diverse forme di incertezza che ne governano l'andamento e le performance. Basti pensare all'incertezza sulla domanda e sulla sua previsione, sulle quantità in input provenienti dai fornitori, sui tempi di consegna. Ciascuna delle variabili sopra elencate, genera sicuramente degli effetti più o meno rilevanti in termini economici (*Brandimarte & Zotteri, 2004*). In primo piano la variabilità può essere affrontata con

processi complicati, articolati e costosi, generando così migliorie strumentali ed economiche; d'altro canto l'incertezza del dato di domanda provoca inaccurately previsionali, che influenzano direttamente i livelli di stock gestiti ed i relativi costi.

Modellare i vari parametri con l'obiettivo ultimo di gestire le scorte in condizioni di incertezza e legare i fattori di perdita economica a variabili rilevanti e controllabili, può risultare di notevole importanza strategica. È rilevante identificare due principali scenari di applicazione del processo di gestione scorte, in base alle azioni da intraprendere al verificarsi di *stockout*, di diverso tipo:

- *mancate vendite*: si assume che la domanda non evasa in ciascun ordine sia completamente persa; si tratta di perdita effettiva in termini di fatturato potenziale e di livello di servizio al cliente;
- *accumulo in backlog*: si considera che in un determinato periodo il cliente attenda la disponibilità del prodotto non evaso in un ordine emesso in precedenza. In questo caso a venire meno e a diminuire è la c.d. *Customer Satisfaction*.

Nel caso in esame affronteremo il tema ipotizzando il primo scenario, in quanto è risultato utile in termini di efficienza, monitorare le performance logistiche senza avere la possibilità di recuperare un inevaso nel tempo. Si tratta sicuramente di una metodologia più severa ma che può risultare migliore in chiave di ottimizzazione della supply chain. Si è ragionato con i volumi totali, relativi a vendite, previsioni e stock, senza passare per il processo di gestione di ogni singolo ordine e della sua composizione, per non cadere dell'operatività e nella complessità delle varie fasi dell'ordinazione.

Come anticipato, la possibilità di andare in *stockout* può rendere rilevanti i costi legati al disservizio generato, nelle forme presentate in precedenza. È utile classificare una scorta "negativa" in diversi modi, in funzione di diversi aspetti:

- *presenza* di stockout: il disservizio è modellizzato in base alla sola presenza dell'inevaso, indipendentemente dall'entità della richiesta;
- *dimensione* dello stockout: il driver non è la sola presenza di inevasi, ma la sua entità; in questo modo uno stockout (definito più avanti "taglio") di 100 pezzi su una richiesta di 1000 avrà peso maggiore di un taglio di 10 pezzi sulla stessa richiesta, mentre considerando la sola presenza dello stockout i due tipi di disservizio risultano avere lo stesso valore.

È importante precisare come, esistono altri, non meno rilevanti, effetti dello stockout, seppur meno evidenti di quelli appena discussi:

- *customer goodwill* o perdita di immagine: la mancanza di un prodotto non ha soltanto effetti economici, misurabili nel breve periodo, ma va ad incidere sulla reputazione, valutata con il calcolo della *customer lifetime value*, ovvero il valore che il cliente genera per l'azienda lungo il suo ciclo di vita. Iniziative volte a ridurre gli effetti sono messe in atto da varie aree aziendali, quali marketing e vendite, come *promozioni* e *brand loyalty* (**Brandimarte & Zotteri, 2004**);
- *penali*: alcuni clienti tentano di ribaltare sui fornitori i costi dovuti ad una mancata - anche se parziale - consegna dei prodotti, facendo leva su penali stabilite in fase contrattuale.

Da ognuna delle inesattezze previsionali, accentuate anche dall'*effetto bullwhip*, vengono a generarsi problematiche di inefficienza. Per *effetto bullwhip* (*Effetto Forrester* o effetto colpo di frusta) è da intendersi l'effetto amplificato dovuto alla variabilità della domanda a valle e del *lead time*: è generato dal minimo cambiamento nelle richieste dei clienti, che si ripercuote sull'intera supply chain, per cui ogni attore della filiera deve fronteggiare una maggiore imprevedibilità. L'effetto bullwhip provoca inefficienze quali eccesso di scorte, sbalzi nella capacità produttiva, ritardi nelle consegne, evasione parziale di ordini,

frequenti cambiamenti dei piani di produzione, ecc. (*Krajewski, et al., 2016*). Una contromisura alla complicazione è quella della condivisione immediata delle informazioni, per cui ogni attore coinvolto nella filiera conosce in ogni istante le richieste degli attori di tutta la rete, mediante processi gestionali basati sulla gestione di tipo pull come *Continuous Replenishment Program (CRP)* e *Vendor Managed Inventory (VMI)*. In Figura 1 sono mostrate le dinamiche dell'effetto bullwhip<sup>2</sup> lungo tutta la supply chain: è visibile come la variabilità a valle, si trasmetta in maniera amplificata all'indietro fino all'ultima catena della filiera.

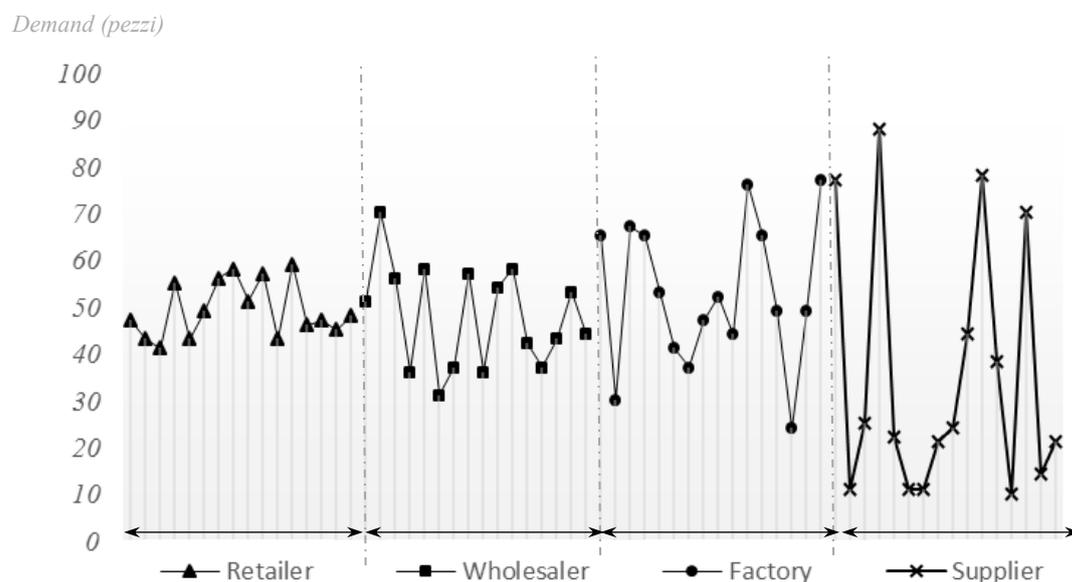


Figura 1: Effetto Bullwhip lungo la supply chain

La possibilità di rotture di stock rende pertanto di fondamentale importanza la misura delle performance e del servizio offerto al cliente. Anche in questo caso ci avvaliamo di diverse misure di quello che in gergo è definito *Livello di Servizio (Service Level o LDS)*, attraverso delle modalità di calcolo che saranno chiarite nel paragrafo §1.3.

<sup>2</sup> Tratto da (*Krajewski, et al., 2016*)

Le problematiche legate al disservizio sono in buona parte legate ai fattori previsionali e alle relative inaccuratezze: nonostante ciò, all'interno del contesto aziendale, sono svariati i motivi che portando a mancate vendite. Si parlerà, pertanto, non solo di rotture di stock dovute ad errate previsioni ed a problemi produttivi, ma in generale di “tagli” ovvero di mancate consegne rispetto alle richieste dei clienti. Questo in quanto spesso accade che i clienti ordinino dei prodotti non più previsti nell'assortimento per motivi qualitativi, o anche che decisioni di natura commerciale (sforamento dei budget, mancati pagamenti, rischio di *forward buying*, ecc.) portino alla mancata evasione di un ordine. Il Paragrafo 3.3.1 sarà focalizzato sui tagli dell'anno commerciale 2016/2017, scelto come riferimento, ed evidenzierà le ragioni che portano a mancate vendita, incentrandosi sulle motivazioni legate agli errori previsionali, causa principale delle rotture di stock. Si è ritenuto utile approcciare al portafoglio dei prodotti presenti attraverso l'*analisi di Pareto* (o anche *analisi ABC*): il raggruppamento in varie classi ci permette di osservare le caratteristiche e gli andamenti di quei soli prodotti ritenuti rilevanti in base ai parametri di classificazione. Infatti, è mostrato - nel §3.3 e nei suoi sotto-paragrafi - come è stato individuato il campione rappresentativo e i fattori rilevanti per la classificazione. L'*analisi ABC*, grazie anche alla letteratura esistente, consiglia di approcciare in maniera diversa alle classi individuate: pertanto, nel capitolo 5 in cui è spiegato il modello stocastico, è presentata una diversa implementazione del calcolo delle scorte di sicurezza in base alla classe di appartenenza di ciascun prodotto.

Con l'ausilio della letteratura e degli studi effettuati in materia nel corso degli anni, il progetto si pone come obiettivo quello di legare la variabilità della domanda e le performance del processo di previsione, descritto nel paragrafo successivo, al valore ottimale di stock da registrare e quindi al calcolo delle scorte di sicurezza, per evitare situazioni di disservizio.

## Capitolo 1

# Sales Forecasting & Demand Planning

Definire “Demand Planning” l’insieme delle attività e delle fasi di previsione e di pianificazione, è di solito un’approssimazione da evitare. Occorre invece distinguere i processi definiti *Sales Forecasting*, ovvero previsione delle vendite, e quello di pianificazione della domanda, *Demand Planning*, inevitabilmente e strettamente correlati ma spesso non ben distinti.

Il cosiddetto (*c.d.*) *Sales Forecasting* è la fase in cui vengono definiti i futuri volumi di vendita per un orizzonte di previsione scelto, partendo dall’analisi di serie storiche. Questo processo, sulla base di indicazioni di tipo statistico e con l’ausilio di sistemi informatici, fornisce la *baseline* della previsione per un dato intervallo, ovvero la proiezione futura della domanda, generata trascurando gli effetti di fattori esogeni come le attività promozionali e le decisioni prettamente commerciali. La proiezione della baseline prevede un processo preventivo definito *Sales Cleaning*: sulla base delle esperienze pregresse e dei dati consuntivati, lo storico dei dati è “pulito” degli effetti locali realizzati nell’intervallo temporale, quali piani promozionali ed i loro timing,

*Demand Planning* identifica il momento in cui sono unificate la previsione statistica e tutte le informazioni interne ed esterne provenienti da mercato e clienti (sia quantitative che qualitative), e dalle diverse funzioni durante i vari meeting e comunicazioni. Il processo di Sales Forecasting & Demand Planning (*SF&DP*) risulta critico e di fondamentale importanza non solo per chi è responsabile dei vari processi aziendali che attengono alla gestione dell’intera supply chain, ma anche per le altre funzioni ai fini della

pianificazione tattica, operativa e strategica dell'impresa (*Fabrizio Dallari, Ottobre 2006*).

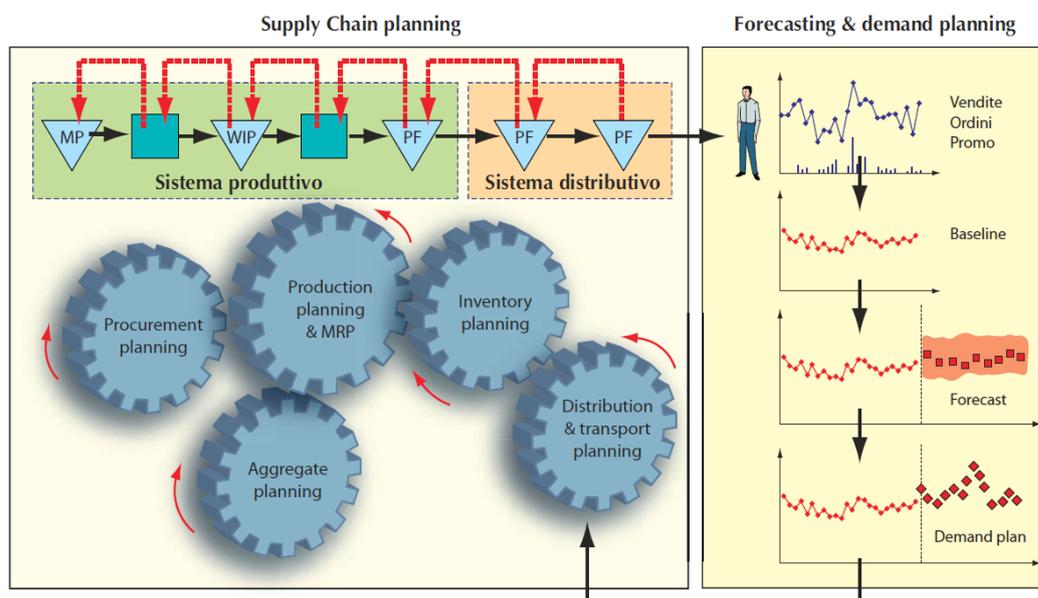


Figura 2: Supply chain planning e SF&DP<sup>3</sup>

Per contro, da alcune indagini, nonostante la rilevanza del processo di SF&DP, è stata rivolta una sempre minore attenzione alla sua organizzazione. La letteratura di settore si è focalizzata sulle tecniche e sui sistemi utilizzati, trascurando invece l'ottica manageriale che unisce gli aspetti organizzativi e procedurali del processo di previsione e la sua integrazione nelle diverse aree d'impresa. Il processo globale di previsione può essere inteso come somma di tre elementi interdipendenti:

- le *tecniche* e i *modelli*, che possono essere divisi in modelli basati su correlazioni (Box Jenkins, ARIMA, ...), modelli di estrapolazione delle serie storiche (media mobile,

<sup>3</sup> Tratto da (*Dallari & Creazza, Ottobre 2006*)

smorzamento esponenziale, ...) e tecniche qualitative (opinione di esperti, metodo Delphi, ...);

- i *sistemi IT* e gli *applicativi software*, ovvero tutto ciò che riguarda gli strumenti software e i sistemi di comunicazione usati per sviluppare, analizzare e condividere i dati di vendita e le previsioni tra tutte le funzioni;
- *l'approccio manageriale*: com'è organizzato, gestito e controllato il processo di SF&DP, che va dalla raccolta dei dati, alla generazione delle previsioni statistiche, all'integrazione con le informazioni provenienti dalle altre funzioni sino al monitoraggio delle prestazioni, attraverso i vari *KPIs* tra cui Forecast Accuracy e Livello di Servizio (**Fabrizio Dallari, Ottobre 2006**).

Nonostante i primi due fattori rappresentino gli elementi abilitanti del processo di previsione, l'approccio manageriale risulta quello più determinante (**Mentzer & Moon, 2005**): miglioramenti sotto questo aspetto hanno un impatto maggiore sull'accuracy previsionale (*Forecast Accuracy*). Nell'ambito dell'approccio manageriale rientrano l'identificazione degli attori coinvolti nel processo di SF&DP con i rispettivi ruoli e responsabilità, la determinazione della funzione responsabile del processo (ad esempio Vendite, Marketing, Logistica, Produzione) e le relazioni da gestire tra i vari attori.

Di fatto, è stato riscontrato come poca ed inefficace comunicazione tra le funzioni coinvolte e con i partner di filiera conduca a risultati e processi isolati, contrariamente al raggiungimento di un *Consensus Forecast*, ovvero la condivisione inter-funzionale dei risultati delle previsioni a seguito di vari *forecast meetings*.

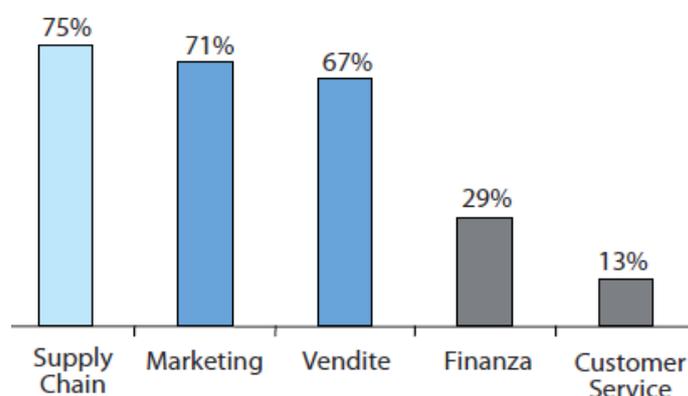


Figura 3: Funzioni aziendali coinvolte nel Forecast Meeting<sup>4</sup>

La previsione così generata ed approvata viene scomposta secondo diversi livelli di dettaglio (ad esempio a livello di singolo articolo, su base settimanale e per canale di vendita). Partendo dalla baseline le persone coinvolte nell'intero processo di *demand planning* valutano in che misura gli input esogeni andranno a modificare la previsione generata dal sistema e/o dal metodo previsionale adottato.

Anche in presenza di un'adeguata analisi delle serie storiche, non sempre i dati utilizzati vengono preventivamente depurati e resi maggiormente attendibili. In tal modo si rischia di pregiudicare l'accuratezza delle previsioni fin dall'inizio del processo. Le cosiddette 3C (Comunicazione, Collaborazione e Coordinamento) (**Dallari, 2007**) che influenzano le modalità con cui il processo di SF&DP deve essere organizzato, gestito e controllato sono molto lontane dall'essere pienamente comprese e sfruttate.

---

<sup>4</sup> Tratto da Dallari, F. (2007), "Strategie e tecniche di Demand Planning e Sales Forecasting"

## 1.1 Forecast Accuracy e misura dell'errore previsionale

L'accuratezza previsionale dei modelli di SF&DP, viene calcolata per tutti i *time bucket* dell'orizzonte temporale. Per ciascun periodo è calcolato l'errore puntuale di previsione  $e_t = F_t - D_t$ , ottenuto dalla differenza tra previsione,  $F_t$  e domanda,  $D_t$ . L'accuratezza previsionale (*Forecast Accuracy - FA*) risulta pertanto espressa come  $f(e_t)$ , funzionalmente dipendente dall'errore (*Milanato, 2008*).

Nello specifico può essere espressa come il complemento ad uno dell'errore totale di previsione nel periodo di calcolo, valutato con l'opportuna metrica scelta:

$$FA = 1 - f(e_{TOT}) \quad (1)$$

Pertanto, la misurazione degli errori di forecast commessi e la sintetizzazione di tali errori in pochi indicatori sintetici che specificchino la bontà delle previsioni per un articolo (o per un raggruppamento di articoli) è una parte fondamentale dell'intero processo di *Demand Planning*.

Ecco quindi che sono stati sviluppati alcune metodologie di calcolo statistico, che - se letti in modo appropriato - possono mostrare la misura dell'errore previsionale e quindi guidare il pianificatore nelle sue attività di miglioramento continuo dei processi di forecast e dei parametri di gestione delle scorte, ad esempio la ridefinizione e l'aggiornamento continuo dei piani di vendita prima e delle scorte di sicurezza dopo (*Hall & Tacon, 2010*).

Le misure possono essere espresse sia in unità *assolute* (es. unità di vendita / unità di tempo), sia in termini *relativi*, ossia come percentuale di errore sulla domanda, e possono misurare sia la cosiddetta *distorsione* (errore di previsione sistematico sul lungo periodo), sia la cosiddetta *dispersione* (entità media dell'errore).

Trasversalmente a tale classificazione, le metriche per il calcolo dell'errore previsionale possono essere suddivise in:

- misure *puntuali* di errore, calcolate in corrispondenza di singoli *time bucket*;
- misure *globali* di errore, calcolate in modo sintetico sull'orizzonte di pianificazione, a loro volta distinguibili in:
  - misure di *distorsione*: valutano l'entità dell'errore di previsione ed il verso, individuando i casi di *overforecasting* e quelli di *underforecasting*;
  - misure di *dispersione*: valutano l'entità dell'errore di previsione in valore assoluto (considerando lo scarto tra domanda reale e previsione), evitando fenomeni di compensazione tra errori puntuali di segno differente.

### 1.1.1. Misure di distorsione

Le misure di distorsione analizzano lo scostamento tra previsione e consuntivo, per tutti i periodi dell'orizzonte previsionale; misurano l'entità media della *sottostima* o *sovrastima*, sfociando in problematiche di compensazione tra valori di segno opposto, che possono far ritenere erroneamente accurato il *sales forecast* (Milanato, 2008).

### Cumulative Forecast Error - CFE

L'errore totale di previsione cumulato al periodo di misurazione è definito come la somma degli errori puntuali  $e_t$ , calcolati dall'inizio alla fine dell'intervallo di test. A seconda del segno di tale metrica, si valuta la tendenza del sistema previsionale, nel senso

della sovrastima o sottostima, non tralasciando la compensazione tra errori di segno opposto.

$$CFE = \sum_{t=1}^n e_t \quad (2)$$

### **Mean Error - ME (BIAS)**

L'errore medio di previsione (*Mean Error* o *BIAS*) è definito come media aritmetica, estesa a tutti gli  $n$  periodi dell'orizzonte di previsione, degli errori locali di previsione  $e_t$ , commessi nel periodo  $t$ :

$$ME = \frac{\sum_{t=1}^n e_t}{n} \quad (3)$$

Come per il CFE, il difetto del BIAS risiede nel fatto che gli errori di segno positivo e negativo tendono ad annullarsi, portando ad una stima poco veritiera della bontà della previsione. L'aspetto positivo del BIAS è invece nel riuscire a comunicare se il metodo sta operando mediamente una sistematica sovrastima o sottostima della domanda.

### **Mean Percentage Error - MPE**

L'errore percentuale medio di previsione è definito come media aritmetica degli errori percentuali locali di previsione (*percentage error*), estesa su tutti i periodi dell'orizzonte. I singoli errori percentuali vengono pesati uniformemente, a fronte di una domanda  $D_t$ , per ottenere il valor medio dell'errore percentuale sull'intero intervallo di test. Come nel BIAS, rimane il difetto della compensazione di errori con segni opposti:

$$MPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{e_t}{D_t}}{n} (\%) \quad (4)$$

### 1.1.2. Misure di dispersione

Diversamente dalle misure di distorsione, le misure globali di *dispersione* analizzano lo scostamento, evitando effetti di compensazione tra periodi di sovrastima e sottostima della domanda, mediante il valore assoluto dell'errore di previsione nel singolo time bucket o attraverso il calcolo del quadrato dello scostamento.

In generale, le misure di dispersione sono più frequentemente utilizzate per il calcolo del *forecast error*. A parità di modelli che presentano valori analoghi di distorsione, viene scelto quello che presenta valor minimo in corrispondenza di un'assegnata metrica di dispersione, al fine di minimizzare la variabilità e l'instabilità dell'errore di previsione attorno al suo valor medio.

#### **Mean Absolute Deviation - MAD**

La deviazione media assoluta è calcolata come la media aritmetica dei valori assoluti dell'errore puntuale di previsione (*absolute error*), calcolata su tutti i periodi dell'intervallo temporale considerato:

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n} \quad (5)$$

In questo caso gli errori con segno opposto non si compensano, ma non è presente una indicazione di sottostima o sovrastima. La deviazione media assoluta pesa uniformemente errori di elevata o ridotta dimensione, cosa che non accade invece con le misure quadratiche.

**Mean Absolute Percentage Error - MAPE**

La deviazione media assoluta percentuale, è calcolata mediando aritmeticamente gli errori percentuali locali assoluti  $|e_t|$ , rispetto alla domanda  $D_t$ , per tutti i periodi dell'orizzonte:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{D_t}}{n} (\%) \quad (6)$$

Questa misura è molto utilizzata nella comparazione di modelli alternativi di previsione in quanto racchiude nella sua forma funzionale i benefici riscontrati per le metriche viste in precedenza:

- non compensa errori di segno opposto;
- è di facile interpretazione, anche nel linguaggio comune colloquiale, in quanto è espresso in termini percentuali della domanda;
- consente di confrontare serie di valori differenti grazie alla scala percentuale;
- perde di significato se la serie presenta valori di domanda nulli.

**Mean Squared Error - MSE**

La misura dell'errore previsionale attraverso il calcolo dell'*errore quadratico medio* penalizza gli errori di elevata entità, fornendo delle indicazioni simili alla *deviazione standard dell'errore*, con una unità di misura poco pratica ai fini indicativi.

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n} \quad (7)$$

In questo caso la variabilità dell'errore previsionale è da intendersi calcolata con la radice quadrata del MSE, ossia attraverso quello che viene definito *Root Mean Squared Error (RMSE)*.

***Standard Deviation of Errors - SDE***

È la misura più utilizzata per il calcolo delle scorte di sicurezza. Prevede  $n$  osservazioni *indipendenti, identicamente distribuite (i.i.d.)*. A differenza delle altre misure tiene conto del valore medio di previsione in assenza di correlazione dei valori di ogni periodo.

$$SDE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (e_t - \bar{e})^2}{n - 1}} \quad (8)$$

## 1.2 Livello di servizio

Il calcolo del livello di servizio al cliente è probabilmente la misurazione più comunemente utilizzata nella gestione della supply chain, per valutarne l'efficacia rispetto alle richieste del cliente. Esistono varie metodologie di calcolo in funzione delle performance dei processi da analizzare. La misurazione del livello di servizio varia sicuramente anche in funzione del contesto in analisi, del settore di appartenenza e del campione preso in esame (*Chopra & Meindl, 2015*).

Prendiamo ad esempio i rivenditori online. I clienti scelgono uno o più articoli da un catalogo web e si aspettano di ricevere l'intero ordine in tempo così come hanno esigenze simili i clienti *business to business (B2B)*, quali la *Grande Distribuzione Organizzata (GDO)* nel caso Ferrero. Ad esempio, (*Albrecht, 2017*), molti clienti di *Paul Hartmann AG*, un produttore di dispositivi medici, non accettano consegne incomplete poiché ciò comporterebbe costi di elaborazione aggiuntivi, immagazzinaggio, controllo di qualità: in questo caso vengono studiati modelli di gestione dell'inventario con un obiettivo o vincolo di livello di servizio sul singolo ordine. In pratica, il livello di servizio dell'ordine è un indicatore di prestazioni chiave comune negli ambienti di vendita al dettaglio in cui i clienti richiedono consegne complete.

Pertanto, una prima misura del livello di servizio al cliente si ha quando risulta rilevante la sola presenza di uno *stockout* e non tanto la sua entità (*Brandimarte & Zotteri, 2004*):

$$(LDS_I)_T = \frac{e_T}{o_T} \quad (9)$$

in cui  $e_T$  rappresenta il numero di ordini completi evasi nell'intervallo considerato, mentre  $o_T$  numero di ordini ricevuti nello stesso periodo  $T$ . Una lettura complementare

del risultato ottenuto dalla metrica proposta fornisce una misura della frequenza del disservizio, intesa come mancata consegna di un ordine completo.

Un secondo calcolo identifica come più rilevante la dimensione e non la frequenza dello *stockout*. In questo caso viene misurata la quota della richiesta del cliente complessivamente soddisfatta dei prodotti ordinati (numero di pezzi, quantità in peso, valore economico) rispetto a quelli consegnati, in un dato intervallo temporale.

Indicando con  $Y = (1, 2, 3, \dots, n)$  l'insieme dei prodotti presenti a catalogo, con  $x_i$  la quantità evasa del prodotto  $i \in Y$  e con  $y_i$  la quantità ordinata del prodotto  $i \in Y$ , il livello di servizio può essere calcolato come segue:

$$(LDS_{II})_T = \frac{\sum_{t=0}^T (x_i)_t}{\sum_{t=0}^T (y_i)_t} \quad (10)$$

con  $t \in [0; T]$  singoli time bucket (giorni, settimane, mesi) nell'intervallo  $T$  considerato.

Il calcolo così mostrato permettere di effettuare diverse considerazioni: analizzare sia il livello di servizio per ciascun cliente in un certo intervallo considerato, o anche valutare, per un dato portafoglio di clienti, il livello di servizio di ogni prodotto o famiglia di prodotti del catalogo.

Per il progetto in analisi si è deciso di utilizzare la seconda metodologia di calcolo, considerando i volumi richiesti e consegnati (*in quintali*) e tutto l'insieme di clienti esistenti nel mercato italiano, per il campione rappresentativo individuato nel §3.3. Il calcolo ha fornito una fotografia della situazione attuale relativa ai valori del livello di servizio per tutti i prodotti, raggruppati nella classificazione per *Mercato* - descritta nel

Capitolo 3 - che permette di individuare le aree di miglioramento e stabilire il vincolo del livello di servizio da utilizzare nel modello costruito.

L'orizzonte temporale considerato è stato l'anno commerciale 2016/2017, mentre il *time bucket* risulta essere la *settimana*. È stata scelta la modalità di calcolo indicata in quanto per la misurazione e l'analisi dei dati di partenza e degli obiettivi del progetto, è stato ritenuto di maggiore importanza il dato sulla domanda e sul consegnato di ciascun prodotto, piuttosto che la frequenza di evasione di un ordine completo. Nel contesto aziendale di applicazione si è ritenuta essenziale l'implementazione di un modello stocastico per il ricalcolo delle scorte, al fine di aumentare i valori di livelli di servizio al cliente. È stata individuata la soglia del 98,0% come obiettivo minimo del progetto, sulla base dell'ultimo dato registrato nell'anno commerciale 2016/2017, che comporterebbe miglioramento di performance per tutte le categorie di prodotti.

In Figura 4 è stato riportato il valore del *Livello di Servizio* realizzato nell'anno di riferimento, relativamente all'aggregazione dei prodotti nei rispettivi  *Mercati*<sup>5</sup> e per ciascuna *Sessione*<sup>6</sup> dell'anno. Risulta evidente dal grafico come il valore del livello di servizio cambi sia funzione del periodo dell'anno, per ovvie ragioni qualitative e di stagionalità dei prodotti, sia in base alla famiglia di prodotti, ciascuna di diversa natura e relative problematiche.

---

<sup>5</sup>La classificazione dei prodotti in *SKU/Brand/Mercato* è illustrata nel §3.1

<sup>6</sup> Per *Sessioni* si intendono sostanzialmente i tre quadrimestri dell'anno commerciale da settembre ad agosto, come chiarito nel §3.2.

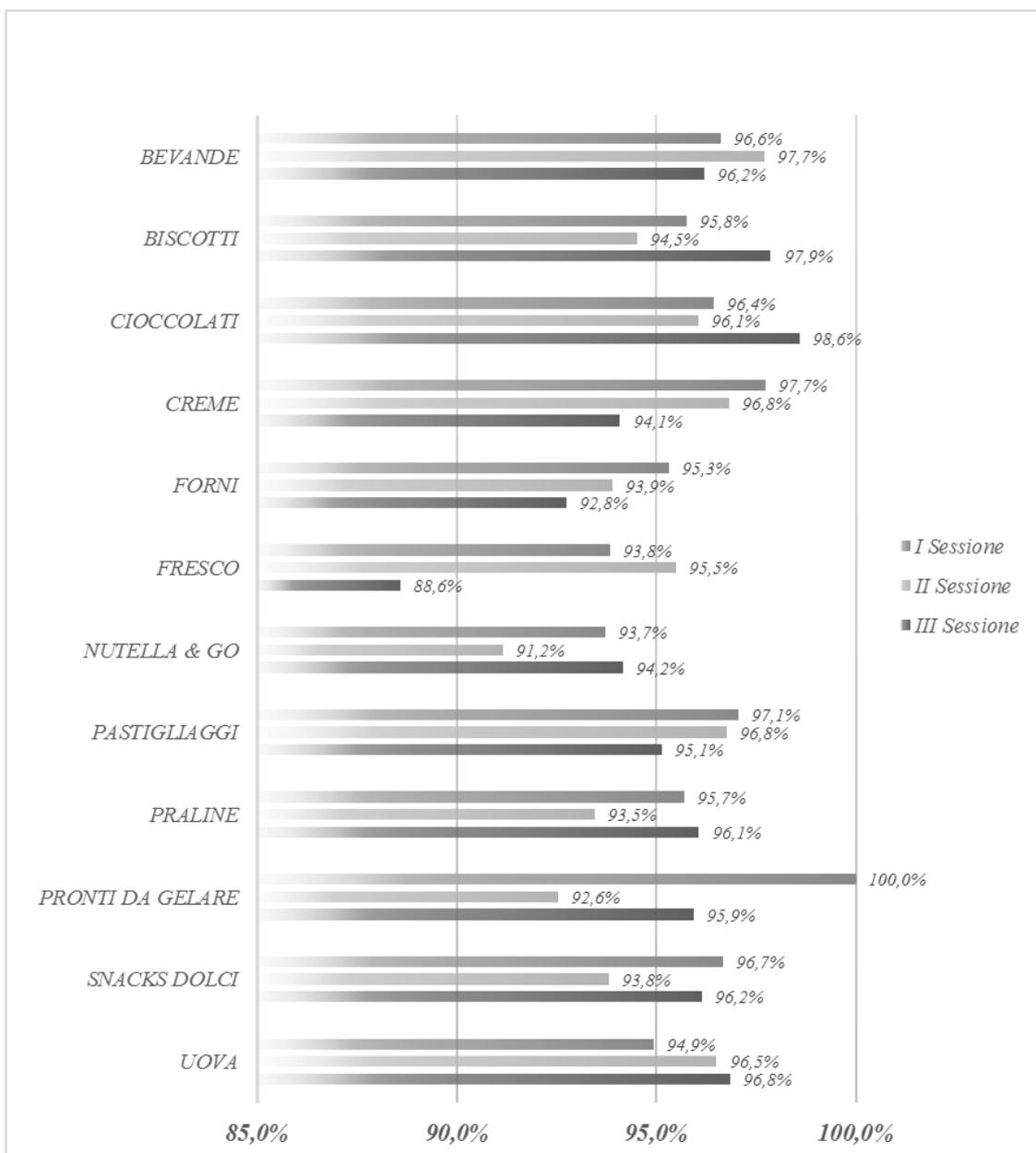


Figura 4: Livello di servizio per Mercato e Sessione

### 1.3 Sistemi produttivi: il “Make to Stock”

Nel contesto della logistica spesso sono utilizzati termini di cui si perde il significato, parole chiave (*buzzword*) per etichettare approcci “vincenti” (*Brandimarte & Zotteri, 2004*): è il caso di *push – pull*, dicotomia utilizzata originariamente in Giappone per descrivere i processi produttivi.

I sistemi di controllo fondati su previsioni della domanda e sulla sua efficienza, seguono principalmente la logica *push*: in questa tipologia di sistemi la schedulazione a monte schedulata autorizza la produzione nelle stazioni di lavoro delle varie fasi. Gli ordini arrivano nella prima fase, basandosi, appunto, sulle previsioni della domanda o di ordini di produzione per il consumo futuro.

Il meccanismo di controllo di tipo *pull*, invece, lavora sulla base di eventi reali della domanda, piuttosto che su sue previsioni. La domanda di ogni stazione a valle è inviata alla stazione a monte in funzione dell’attuale consumo di prodotti della fase successiva, a partire dalla domanda di prodotti finiti. Quindi, in un sistema di controllo *pull*, la produzione è avviata dalla richiesta attuale e la fase a monte produce ciò che serve a soddisfare la domanda della fase a valle, che è infine controllata dalla domanda effettiva dei clienti finali.

In letteratura, sono spesso combinate le logiche *push* e *pull* in un unico sistema di controllo *ibrido*, per cui diversi autori hanno condotto studi volti alla loro integrazione; mentre è ovvio che ogni singola logica è caratterizzata dai propri vantaggi e svantaggi, gli studi hanno mostrato che la loro combinazione può comportare molti benefici. Nella maggior parte dei casi, l’integrazione delle due logiche riesce ad eliminare gli svantaggi e a rafforzare i vantaggi di ogni singola politica.

*“In a push-based supply chain ... production decisions are based on long-term forecasts. (...)*

*In a pull-based supply chain ... production is demand driven so that is coordinated with actual customer demand rather than a forecast.”*

**(Zipkin, 2000)**

Nel contesto di studio il sistema è molto vicino ad un *pure push*, sia a causa del settore di applicazione sia per la differenza tra Lead Time di produzione e delivery time al cliente finale, il primo molto maggiore. Nei sistemi push le attività di produzione o di acquisto, sono basate su previsioni e anticipano la domanda dei clienti finali. Nei sistemi *pure push*, o nei sistemi in cui il push ricopre fasi importanti della pianificazione, gioca pertanto un ruolo chiave la previsione e la sua accuratezza in ottica di efficienza ed ottimizzazione. È pur vero che nella pratica i sistemi “puri” non esistono ma sono sostituiti da sistemi ibridi più o meno polarizzati verso uno dei due estremi. Peraltro, all’interno della stessa azienda, è facile che i due schemi convivano, applicati a prodotti, componenti o materiali che differiscono in termini di volumi di vendita, costo, variabilità della domanda, tempi di fornitura, rischio di deperibilità e così via. L’integrazione tra i due sistemi presenta una sorta di punto di confine (*push-pull boundary* o *order decoupling point*), che marca le zone governate dai due diversi approcci (**Krajewski, et al., 2016**).

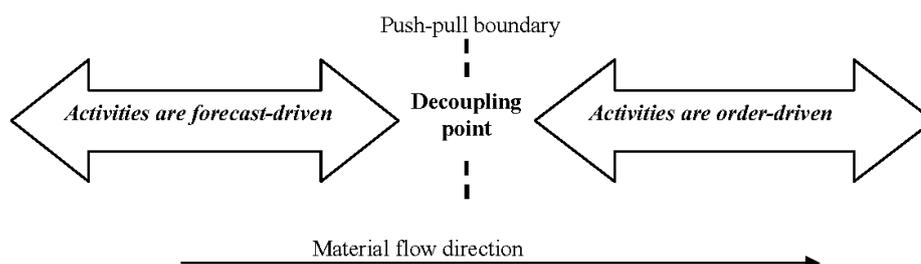


Figura 5: Posizionamento del decoupling point<sup>7</sup>

Le attività di pianificazione assumono delle precise caratteristiche a seconda della tipologia di azienda e delle diverse modalità risposta al mercato, ovvero in base al posizionamento del *decoupling point*.

Possiamo indicare, in base al tempo di risposta accettato dal mercato ed il tempo richiesto dal ciclo produttivo interno, (*Chopra & Meindl, 2015; Krajewski, et al., 2016*), alcune tipologie di sistemi produttivi, riportati in Figura 6:

- *Make to Stock (MTS)*: sono individuate in questa categoria le aziende con prodotti a catalogo fatti su previsione. Tutte le attività operative sono realizzate in base a previsioni per garantire un tempo di consegna al cliente pari a zero. La produzione dei componenti e dei prodotti finiti avviene per ripristinare il livello di scorta di questi ultimi presso il magazzino. Il tempo accettato dai clienti tra l'ordine e la consegna è pari al tempo di spedizione, infatti il cliente viene servito direttamente dal magazzino prodotti finiti: è questo il caso Ferrero;
- *Assembly to Order (ATO)*: appartengono a questa categoria aziende con prodotti di catalogo assemblati su ordine. Il lead time accettato dal cliente è pari al tempo di assemblaggio e di consegna. Si usa questo approccio tipicamente nei casi in cui il mercato richiede una elevata varietà di prodotto, la cui combinazione viene esplicitata

<sup>7</sup> Tratto da (*Krajewski, et al., 2016*)

dal cliente al momento dell’ordine, quindi realizzata e consegnata. Esempi tipici sono il settore dell’automobile.

- *Make to Order (MTO)*: le aziende sono caratterizzate da prodotti in catalogo costruiti su ordine. In questi casi il cliente è disposto ad accettare un tempo di evasione dell’ordine uguale o superiore alla somma del tempo di fabbricazione, di assemblaggio e di consegna. L’intero processo tecnologico è svolto per effetto dell’arrivo della commessa, mentre l’acquisto dei materiali è fatto su previsione.
- *Engineer to Order (ETO)*: appartengono a questa categoria aziende su commessa in cui l’intero processo di progettazione ingegneristica, definizione cicli di lavoro, acquisizione materie prime, fabbricazione, assemblaggio e spedizione è svolto su precisa indicazione formale del cliente. Nei sistemi definiti *Make to Stock*, i prodotti vengono realizzati ed allocati in base alle previsioni della domanda. In contesti tali, l’accuratezza previsionale può evitare l’eccesso di inventario e l’obsolescenza oppure situazioni di *Out of Stock (OOS)* che coincidono con mancate vendite.

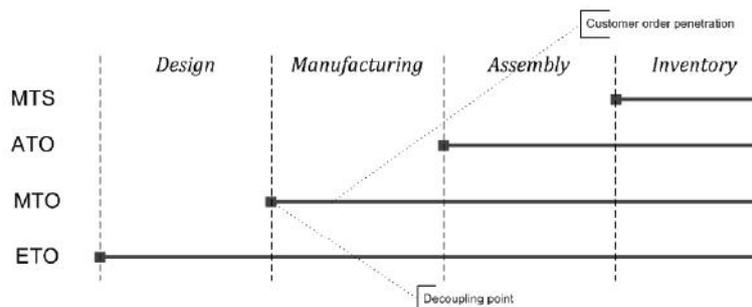


Figura 6: Sistemi di gestione della produzione in funzione del decoupling point<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Tratto da (Krajewski, et al., 2016)

In funzione delle diverse modalità di risposta al mercato di ogni azienda, si distinguono gli oggetti delle programmazioni della produzione. Il piano aggregato di produzione deriva in ogni categoria da input commerciali rappresentati dai piani vendita.

Il piano principale di produzione (*Master Production Schedule - MPS*) è predisposto per i casi MTS, ATO, MTO e l'oggetto di pianificazione si differenzia a seconda della classificazione in:

- prodotti finiti, nel caso MTS;
- componenti di assemblaggio, nel caso ATO;
- materie prime, nel caso MTO.

Nel caso di sistemi produttivi *Engineer to Order (ETO)* e *Purchase to Order (PTO)* manca la pianificazione MPS perché mancano le attività realizzate su previsione.

Il problema cardine dei sistemi *Make to Stock* è sicuramente la gestione delle scorte in modo da non averne in eccesso. Pertanto, la fornitura di piccoli lotti dovrebbe essere frequentemente prediletta a valle, con metodologie di gestione ordini di tipo pull quali *Quick Response*, *Efficient Customer Response*, *Continuous Replenishment Program (CRP)* e *Vendor Managed Inventory (VMI)*. In tal modo, il flusso del prodotto al cliente finale accelererà e sarà ottimizzato. La modifica del modello push in modelli MTS verso sistemi tipo pull quali CRP e VMI può essere la chiave per il successo della gestione efficiente dell'intera supply chain.

## 1.4 Analisi della letteratura

Nel paragrafo seguente verrà discussa la letteratura analizzata come supporto all'elaborato. In particolare sono stati esaminati diversi testi e articoli di periodici in riferimento ai modelli previsionali e di gestione scorte.

Nel Paragrafo 1.4.1 è stato esplorato il supporto teorico alla base dei sistemi informativi aziendali utilizzati nel processo previsionale, al fine di individuare e descrivere i parametri del modello statistico utilizzato. È presente la fase iniziale in cui il dato di storico è depurato dei fattori *esogeni ed endogeni*, quali *attività espositive* di lancio per i nuovi prodotti e *promozioni* con taglio prezzo. Il processo, definito *Sales Cleaning*, servirà all'estrapolazione di una *baseline*, da proiettare sul nuovo orizzonte temporale attraverso metodi statistici, cosiddetti *autoregressivi (AR)*.

Successivamente, nel §1.4.2, è stata approfondita nel dettaglio la letteratura relativa all'analisi delle serie temporali, con l'obiettivo di valutare eventuali componenti, quali trend e stagionalità, della domanda per individuare periodi di stazionarietà, ipotesi di base del modello stocastico creato.

Sono stati inoltre analizzati diversi modelli di gestione scorte e di calcolo delle scorte di sicurezza, con diverse metodologie in funzione della variabilità della domanda e dell'errore previsionale. Confrontando i modelli teorici con quello utilizzato dall'azienda in analisi, sarà sviluppato il calcolo dei risultati come discusso nel Capitolo 4, apportando dei cambiamenti dei livelli di stock sotto il vincolo del livello di servizio.

**1.4.1 Processi AR (1) (Stock, et al., 2016; Lucchetti, 2015)**

I processi autoregressivi (AR), forniscono una rappresentazione di una serie temporale, in cui il valore per ogni istante  $t$  è funzione dei valori passati e di un “rumore bianco” (*white noise*),  $\delta_t$ , con  $E[\delta_t] = 0$ ,  $E[\delta_t^2] = V[\delta_t] = \sigma^2$  ed infine  $Y_k = 0$  per  $|k| > 0$  ( $k$  è il *lag* della correlazione). È possibile riprodurre un processo AR, mediante una relazione:

$$y_t = \varphi_1 y_{t-1} + \dots + \varphi_p y_{t-p} + \delta_t \quad (11)$$

Si può constatare come in queste circostanze il white noise  $\delta_t$  possa essere interpretato come la differenza tra il valore della variabile dipendente  $y_t$  e la sua media, condizionata al suo corrispettivo passato. È possibile pertanto riproporre la (14) come  $\delta_t = A(L) y_t$  in cui  $A(L)$  rappresenta un polinomio di grado  $p$ , con  $A(L) y_t$ , con  $A(1) = 0$ .

Per il processo iterativo di estrapolazione della *baseline*, dettagliatamente spiegato nel §3.2, è supposto  $p = 1$ , verosimilmente un processo AR (1) che tiene conto del valore immediatamente precedente, e del white noise. Sotto queste ipotesi, la (14) si riduce in  $y_t = \varphi y_{t-1} + \delta_t$  o anche  $(1 - \varphi L) y_t = \delta_t$ . Ammettendone la stazionarietà, per i processi AR (1) è possibile considerare la media costante  $\mu$ , come segue:  $\mu = E(y_t) = \varphi E(y_{t-1}) + E(\delta_t) = \varphi \mu$ , costante solo nel caso in cui in cui  $\mu = 0$  oppure  $\varphi = 1$  per qualsiasi valore di  $\mu$ . Nell'ultimo caso la media risulta indeterminata, e si dice che il processo presenti una *radice unitaria*. In letteratura, esistono svariati test statistici, tra cui il test di *Dickey - Fuller*, che cercano di individuare la radice unitaria di un processo, escludendone la stazionarietà. Condizione affinché un processo AR (1) risulti stazionario

è che il coefficiente  $\varphi$ , anche definito *coefficiente di regressione lineare* della variabile dipendente  $y_t$ , sia inferiore a 1.

Pertanto, quando  $\varphi < 1$  è dimostrato come possa essere assunta stazionarietà del processo e distribuzione tra -1 e +1 della relativa autocorrelazione (**Box & Jenkins, 1970**).

### **1.4.2 Analisi di serie storiche ed errore previsionale**

L'accuratezza del processo di Sales Forecasting & Demand Planning è una delle maggiori – se non la principale (**Flores, et al., 2007**) – determinanti dei costi di mantenimento a scorte, del livello di servizio al cliente e di altre misure di processi operativi. Una volta stabilita la distribuzione realistica della domanda per una famiglia di prodotti, o per ciascun prodotto, è possibile determinare i valori di livello di servizio e di scorte. Nell'elaborato non sarà analizzato il modello previsionale per vararne eventuali proposte di miglioramento, ma si cercherà di legare la sua accuratezza allo stock. Inefficienze nella previsione e nella successiva pianificazione della domanda comportano valori errati, sia in eccesso che in difetto, dei livelli di stock (**Mentzer J.T., 2005**).

I processi aziendali e le diverse funzioni e fasi del SF&DP permettono di individuare il metodo più adatto per l'azienda, sia in base ai KPI da monitorare che in funzione del range di prodotti trattati. Le modalità di calcolo sono state opportunamente approfondite e sviluppate nel corso degli anni e presentate in vari contesti applicativi. È opportuno conoscere le modalità di calcolo dell'errore previsionale per poter integrare lo stesso nelle politiche di gestione scorte: le inefficienze di previsione e pianificazione saranno riversate lungo tutta la filiera (**Makridakis, et al., 1998**).

Come evidenziato in **(Talluri, et al., 2004)** la compagnia in analisi presentava delle problematiche nel processo di gestione scorte, in quanto la politica adottata non teneva conto della variabilità di alcuni fattori dell'intera filiera (tempi di lavorazione, tempi di trasporto, ...), ed utilizzava un calcolo inappropriato della forecast accuracy (*MAPE*), per l'estrapolazione della deviazione standard. Infatti, come discusso nei paragrafi precedenti, il calcolo dell'errore previsionale attraverso il MAPE è probabilmente il miglior KPI da utilizzare per valutare l'efficienza di previsione, ma a causa del valore assoluto percentuale, non mostra se gli errori sono fatti in eccesso o in difetto, e la loro entità, risultando di dubbia interpretazione. Oltre alla *deviazione standard* dell'errore previsionale, può essere utilizzato il *MAD*, che misura gli scostamenti in valore assoluto e soprattutto il *MSE* e la sua radice quadrata (*Root Mean Squared Error - RMSE*) per legare la variabilità dell'errore previsionale, valutando gli errori quadratici medi e penalizzando gli alti scostamenti **(Syntetos & Boylan, 2006; Talluri, et al., 2004)**.

Nel progetto saranno calcolati gli indicatori di variabilità dell'errore previsionale (successivamente indicata con  $\sigma_{LT+\tau}^{\varepsilon}$ ) attraverso diverse metodologie, in quanto si è ritenuto necessario analizzare le differenze nei risultati ottenuti con ciascun calcolo. In particolare, utilizzare una misura di distorsione è da consigliare quando si vuole tener conto della sovrastima o sottostima, e in generale del verso dell'errore previsionale. D'altra parte, per evitare effetti dovuti alla compensazione e dare maggior peso agli scostamenti significativi della previsione rispetto ai dati di domanda, risultano essere più efficaci le misure di distorsione come il *MSE* che eleva al quadrato l'errore commesso in ciascun time bucket, o il *MAD* che calcola la media degli errori assoluti **(Syntetos & Boylan, 2006)**.

Nei modelli stocastici analizzati, e nel progetto in analisi, vi sono delle forti assunzioni alla base. In **(Prak, et al., 2016)** è spiegato come, nonostante la domanda può

mostrare nessuna autocorrelazione tra un valore in un istante e nei successivi, le previsioni future potrebbero essere affette da correlazione. Il problema della correlazione e più spesso della *cointegrazione* dei dati previsionali è sotto-stimato andando così a generare valori troppo bassi di scorte di sicurezza, non raggiungendo i livelli di servizio prefissati. Nel modello sarà analizzata la domanda stazionaria (*indipendente ed identicamente distribuita, i.i.d.*) con fluttuazioni intorno al valore medio (**Lucchetti, 2015**).

Molti studi, infine, affrontano il problema della previsione e dell'Inventory Management attraverso la simulazione: una volta costruito il giusto algoritmo che rappresenti al meglio la gestione delle scorte per l'oggetto in analisi, si va a ricercare l'equilibrio del sistema, c.d. *Steady-State Simulation*, per cui il modello di *Inventory Control* è valido solo con stazionarietà della media del dato di domanda, o nel caso di simulazione *Steady-State* (**Syntetos & Boylan, 2006**). L'approccio della simulazione può anche avere l'obiettivo di individuare i modelli migliori di forecasting e/o le regole più adatte di *Lot – Sizing*. Inoltre, utilizzando la simulazione per analizzare un sistema complesso, le diverse regole sono collegate alla tipologia di distribuzione e di approccio, concludendo che dove possibile dovrebbe essere utilizzato un sistema c.d. *Just in Time* per ridurre l'incertezza della domanda, favorendo lotti piccoli di approvvigionamento e di produzione (**Fildes & Kingsman, 2011**).

### ***Normalità e Fitting***

L'approccio stocastico al problema della gestione scorte è in letteratura basato su delle forti assunzioni quali stazionarietà e normalità dei dati della domanda. Un tipico processo basato su arrivi *poissoniani* può presentare queste caratteristiche e pertanto questo tipo di distribuzione è spesso utilizzata anche per l'analisi di modelli complessi attraverso la simulazione. I dati di domanda devono essere *i.i.d.*, ed i parametri della

distribuzione che approssimerà il campione devono essere stimati con i metodi presenti in letteratura, considerando difetti e pregi di ciascuno di essi (**Law, 2006**).

Un primo approccio per la ricerca della distribuzione di *fitting*<sup>9</sup> (o anche *Curve Fitting*) è quello per via grafica attraverso l'identificazione di classi (numero e ampiezza) e costruzioni di istogrammi di frequenza. A partire dalla forma dell'istogramma si sceglie la famiglia di distribuzioni e si stimano i parametri, con l'ausilio di metodologie di calcolo di stimatori, come il *metodo dei momenti* e quello della *massima verosimiglianza*.

Dei test statistici basati su verifica di ipotesi, infine, valutano la bontà del fitting, individuando preventivamente regioni di *accettazione* e *rifiuto*, sulla base della significatività di ciascuna prova. In alternativa, per ogni test, è possibile calcolare la significatività di ciascun test, attraverso il c.d. *p-value*.

I principali utilizzati in letteratura sono:

- *Test del Chi Quadrato*: compara l'istogramma empirico con le caratteristiche della distribuzione di approssimazione, quando il campione è largo e i parametri della distribuzione sono stimati con il metodo della massima verosimiglianza;
- *Test Kolmogorov - Smirnov (KS)*: confronta le funzioni di *distribuzione cumulativa (CdF)* delle variabili empirica e teorica; il test prevede che le distribuzioni siano continue e che i relativi parametri siano noti.

---

<sup>9</sup> Per *fitting* si intende il processo di approssimazione di una serie di punti assegnati, mediante una funzione matematica o attraverso l'interpolazione. È effettuato grazie all'ausilio di software come *R* e *SciPy*, oltre ad *Arena Rockwell* utilizzato nel progetto in analisi.

Nel progetto in analisi, saranno calcolati valori della distribuzione normale di fitting, ed effettuato il test Chi - Quadro per valutare le migliori distribuzioni di fitting ed il relativo *errore quadratico medio (Mean Squared Error of Regression - MSER)*<sup>10</sup>, con l'ausilio del software di simulazione *Arena Rockwell*® ed il tool *Input Analyzer* e attraverso l'osservazione del *p-value* generato.

### **Stazionarietà**

Come chiarito in precedenza, risulta necessario approssimare le serie temporali del dato di domanda a variabili casuali provenienti da processi c.d. *stocastici*. Una definizione di processo stocastico può essere la seguente: “*un processo stocastico è una sequenza infinitamente lunga di variabili casuali o, in alternativa, un vettore aleatorio di dimensione infinita*”. Un campione di *n* osservazioni consecutive nel tempo non viene quindi pensato tanto come una realizzazione di *n* variabili casuali distinte, quanto piuttosto come parte di un'unica realizzazione di un processo stocastico, la cui memoria è data dal grado di connessione fra le variabili casuali che lo compongono (**Lucchetti, 2015**).

È possibile definire *stazionario* un processo stocastico, o in generale una serie temporale  $Y_t$ , se la sua distribuzione di probabilità non cambia nel corso del tempo, cioè se la distribuzione congiunta  $(Y_{s+1}, Y_{s+2}, \dots, Y_{s+T})$  non dipende da *s* indipendentemente dal valore di *T*. In maniera inversa uno dei più importanti tipi di non stazionarietà di una serie storica è la presenza di trend nel suo interno, ovvero il persistente movimento di

---

<sup>10</sup> L'*errore quadratico medio* (o anche *errore standard della regressione - SER*) misura quanto bene la curva di adattamento approssima i dati empirici. È una misura della dispersione delle osservazioni empiriche intorno alla curva di fitting. Nel dettaglio è calcolato come  $SER = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n \hat{u}_i^2}$ , ovvero il valore medio dell'errore quadratico, in cui  $\hat{u}_i = x_i - \hat{x}_i$  rappresenta lo scostamento tra il dato empirico e teorico, di ciascuna osservazione *i*, con *n* osservazioni (e *n* - 2 gradi di libertà) (**Stock, et al., 2016**).

lungo periodo di una variabile nel corso del tempo, secondo la relazione (definita anche *passaggiata aleatoria con deriva* in  $\beta_0$  - in inglese *random walk with drift*):

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + u_t \quad (12)$$

in cui  $u_t$  è *i.i.d.* e tale che  $E(u_t | Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots) = 0$ ,  $\beta_0$  rappresenta la deriva e *coefficiente autoregressivo*  $\beta_1 = 1$ , che attesta la non stazionarietà del processo.

Una serie storica che segue il modello di *passaggiata aleatoria* ( $\beta_1 = 1$ ) è *non stazionaria*: la sua varianza aumenta nel corso del tempo e di conseguenza la distribuzione  $Y_t$  varia nel tempo. Assumere pertanto stazionaria una serie temporale (o un processo stocastico) coincide con ipotizzarne l'assenza di trend (*Stock, et al., 2016*).

Esistono in letteratura procedure statiche formali usate per la verifica dell'ipotesi nulla di presenza di trend nella serie, rispetto all'alternativa che non ce ne sia alcuno. Uno dei più importanti ed affidabili test è quello di *Dickey - Fuller* (dai fondatori David Dickey e Wayne Fuller), in cui l'ipotesi che  $Y_t$  abbia un trend si riduce ad effettuare il test di ipotesi unilaterale (ad una coda) descritto in Tabella 1.

Relazione	$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + u_t$	$\Delta Y_t = \beta_0 + \delta Y_{t-1} + u_t$ con $\delta = \beta_1 - 1$
Ipotesi nulla $H_0$	$\beta_1 = 1$	$\delta = 0$
Ipotesi alternativa $H_1$	$\beta_1 < 1$	$\delta < 0$

Tabella 1: Stazionarietà con test di radice unitaria di Dickey - Fuller

### **1.4.3 Politiche di gestione scorte a periodo fisso di riordino**

Sul tema della variabilità dell'intera supply chain sono stati elaborati modelli che contrappongono *Safety Stock* e *Safety Time* (**Buzacott & Shanthikumar, 1994**). In particolare emerge che affrontare la variabilità con le scorte di sicurezza sia da preferire quando cambiano spesso le richieste dei clienti durante il lead time, mentre occorre preferire il *Safety Time* quando è possibile avere una accurata previsione di vendita.

Affrontare pertanto la variabilità della domanda è indubbiamente una delle principali sfide del *Supply Chain Management*. L'inaccuratezza delle previsioni porta a inefficienze, sovrascorte o stockout e basse performance nella soddisfazione del cliente. Una importante contromisura è la scorta di sicurezza: la dimensione dipende dal valore di livello di servizio da realizzare, dal grado di variabilità della domanda e dal corrispondente errore previsionale (**Beutel, 2011**). La scorta di sicurezza può essere definita come:

*“The amount of inventory kept on hand, on the average, to allow for the uncertainty of demand and the uncertainty of supply...”*

**(Silver, et al., 1998).**

ovvero il valore di giacenza media valido a fronteggiare l'incertezza della domanda e della fornitura in generale. L'ottimizzazione dello stock, una volta identificata la politica di gestione della produzione e delle scorte, è funzione della variabilità dei parametri in gioco.

Il modello di gestione scorte, utilizzato dall'azienda in oggetto, è un modello a *periodo fisso di riordino*: ogni settimana sono analizzati gli stock dei vari prodotti, e di conseguenza modificati i piani produttivi - oltre il *frozen-time* - come descritto nel §4.2 e nei suoi sotto-paragrafi. Il livello di stock viene riportato ad un valore tale da mantenere

il valore ottimale di giacenza media, definito *target*, individuato in fase tattico-strategica e valutato in *giorni di copertura* dello stock, in funzione della previsione di domanda e del dato consuntivato.

Pertanto la politica aziendale di gestione scorte può essere confrontata con la politica c.d. “*base-stock-level*” che riporta le scorte al livello obiettivo. A differenza dei modelli a quantità fissa, queste tipologie di politiche vengono utilizzate quando è utile avere un istante fisso di ordinazione o di richiesta di produzione, in modo da poter sfruttare le economie di scala (nel caso mono-prodotto) e le economie di scala congiunte (nel caso multi-prodotto) (**Brandimarte & Zotteri, 2004**). Le politiche a *periodo fisso*, prevedono le richieste di produzione ogni  $\tau$  periodi, momento in cui viene controllato il livello dello stock (nel caso analizzato,  $\tau = 1$  settimana). In queste politiche, rispetto a quelle basate sul punto di riordino, risulta costante l’intervallo di riordino (*TBO o Time Between Orders*), a fronte della variabilità della dimensione del lotto.

Risulta fondamentale il ruolo del lead time (*LT*) complessivo, dalla pianificazione alla consegna dei prodotti. I piani produttivi e gli arrivi, infatti, dovranno coprire un intervallo pari al *LT* più l’intervallo di tempo  $\tau$  che intercorre tra due richieste consecutive, in quanto la produzione richiesta all’istante  $t$  sarà disponibile nei depositi solo nell’istante  $t + LT$ , e il successivo nell’istante  $t + \tau + LT$ . Il periodo di tempo  $\tau + LT$  viene definito *periodo di fuori controllo* o anche *intervallo di protezione* (**Krajewski, et al., 2016**), poiché una volta emesso l’ordine le scorte in quel periodo non saranno in controllo.

Per ogni periodo di controllo, il livello dello stock è riportato al livello obiettivo  $B$ , andando a generare i relativi valori di giacenza media (definiti *Target* nel contesto aziendale). Il grafico in Figura 7, mostra l’andamento dei livelli di scorta, con l’utilizzo della politica S.

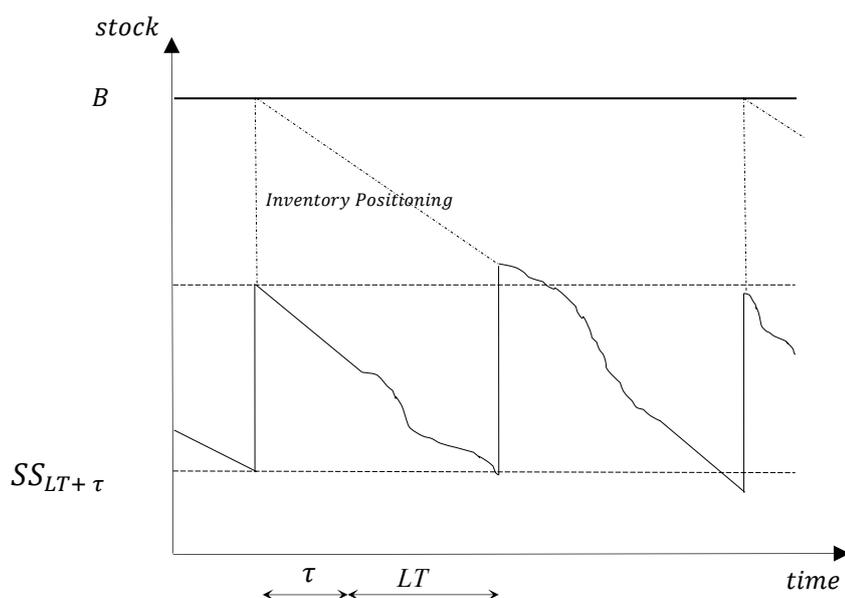


Figura 7: Andamento dello stock con politica "Base Stock"<sup>11</sup>

Nei modelli a periodo fisso di riordino la scorta deve fronteggiare le probabili rotture di stock per tutto l'intervallo di protezione,  $\tau + LT$ . Pertanto il livello dello stock obiettivo  $B$  deve essere uguale alla domanda attesa nel periodo  $\tau + LT$ , con l'aggiunta della scorta di sicurezza per fronteggiare la variabilità della domanda e/o dell'errore previsionale.

Assumendo costante il Lead Time e domanda *i.i.d.* è possibile calcolare il valore dello *Stock Ottimo* ( $B$ ) come segue:

$$B = SC_{LT+\tau} + SS_{LT+\tau} = (\tau + LT) * \bar{D} + SS_{LT+\tau} \quad (13)$$

dove la domanda media è data dalla somma delle  $(\tau + LT)$  distribuzioni identiche e indipendenti  $\bar{D}$ , costituente la scorta cosiddetta *Scorta Ciclo* o scorta funzionale,  $SC_{LT+\tau}$ , mentre  $SS_{\tau+LT}$  rappresenta il valore della scorta di sicurezza nel periodo di fuori

<sup>11</sup> Tratto da (Brandimarte & Zotteri, 2004)

controllo, come tutela della variabilità della domanda e/o dell'errore previsionale, calcolata come analizzato nel paragrafo successivo.

#### **1.4.4 Livello di servizio e calcolo delle scorte di sicurezza**

La maggior parte degli studi tende a guardare la previsione della domanda come se fosse fine a se stessa. Tuttavia, è molto importante capire l'interazione tra previsione della domanda ed *inventory control* e capire le performance del sistema in funzione sia del dato di domanda che dell'errore previsionale. Ciò che conta davvero, dal punto di vista di risultati operativi, è il raggiungimento di un determinato livello di servizio o la minimizzazione di una funzione di costo, a seconda delle circostanze.

Stando agli studi effettuati, è possibile collegare i vari parametri, distribuzioni campionarie della domanda, accuratezza previsionale o variabilità dell'errore previsionale, e vincolo del livello di servizio, al fine di monitorare e migliorare le performance globali della gestione scorte. Nello specifico, sia il livello di servizio che la misura della variabilità dell'errore previsionale, andranno ad incidere sul calcolo delle scorte di sicurezza.

Considerando un sistema di gestione scorte basato sul controllo periodico ogni  $\tau$  periodi ed un lead time deterministico  $LT$ , gli studi in letteratura ci forniscono la misura della scorta di sicurezza come metrica di cautela nel periodo di fuori controllo, che sarà scritta come:

$$SS_{LT+\tau} = k \sigma_{LT+\tau}^{\varepsilon} \sqrt{LT + \tau} \quad (14)$$

con  $k = \Phi_z^{-1}(LDS)$  *fattore di servizio*, che rappresenta la funzione inversa di una normale standard e  $\sigma_{LT+\tau}^{\varepsilon}$  misura di dispersione degli errori previsionali. E' possibile

ricavare il fattore di servizio dalla tavole della distribuzione normale standard - presente in Appendice A - a partire dalla probabilità di stockout  $p_1$ . Infatti è possibile definire il *Livello di Servizio* come la probabilità di non andare in stockout, ovvero  $LDS = 1 - p_1$ , come illustrato in Figura 8 riportata sotto.

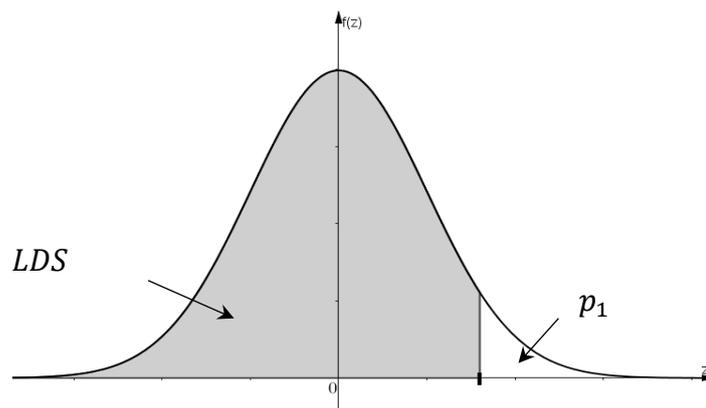


Figura 8: Distribuzione normale standard per il Livello di Servizio

Nello specifico dell'esempio in figura, l'area evidenziata rappresenta la probabilità di non andare in stockout,  $1 - p_1$ , a cui corrisponde un fattore di servizio calcolato come  $k = \Phi_z^{-1}(1 - p_1)$  da ricavare dalle tabelle della distribuzione normale standard (**Chopra & Meindl, 2015**). In Tabella 2 seguente è riportato un riepilogo delle assunzioni e dei principali studi in letteratura, approfonditi come supporto al progetto di tesi sviluppato.

CAPITOLO 1 - SALES FORECASTING & DEMAND PLANNING

<b>Sistemi produttivi</b>	Make to Stock	(Zipkin, 2000; Krajewski, et al., 2016; Chopra & Meindl, 2015)
<b>Modelli di gestione scorte</b>	Periodo fisso di riordino	(Brandimarte & Zotteri, 2004; Buzacott & Shanthikumar, 1994)
	Stazionarietà	(Syntetos & Boylan, 2006)
<b>Domanda</b>	Assenza di correlazione	(Prak, et al., 2016; Stock, et al., 2016)
	Distribuzioni & Fitting	(Law, 2006)
<b>Modello previsionale "baseline"</b>	AR (1)	(Lucchetti, 2015; Box & Jenkins, 1970; Stock et al., 2016)
<b>Misure errore previsionale</b>	Dispersione e distorsione	(Milanato, 2008; Dallari, 2007; Mentzer & Moon, 2005)
<b>Scorte di sicurezza</b>	Modello probabilistico	(Krajewski, et al., 2016; Talluri, et al., 2004; Buzacott, 1999; Syntetos & Boylan, 2006)
<b>Livello di Servizio</b>	Tipo I	(Brandimarte & Zotteri, 2004; Chopra & Meindl, 2015)

Tabella 2: Assunzioni e principali riferimenti bibliografici

## Capitolo 2

# Ferrero: il mercato dolciario e la GDO

## 2.1 Ferrero: la nascita e l'affermazione del marchio

Nel 1946 Pietro Ferrero fondò ad Alba (Cuneo) una fabbrica dolciaria che, all'epoca, era poco più grande di un laboratorio di pasticceria. Sul primo prodotto a crema solida con nocciole, il *Giandujot*, apparve il marchio che raffigurava un sorridente Gianduja, la tipica maschera piemontese, con due bambini e la scritta calligrafica che derivava dalla tipica firma dei Ferrero. L'immagine popolare si proponeva come un invito all'ottimismo in un'Italia che stava superando i traumi della guerra e si avviava verso i miracoli della ricostruzione. Negli anni Cinquanta la pasta alle nocciole Giandujot non era più il prodotto trainante che la Ferrero offriva; per contrassegnare i nuovi prodotti con il solo nome dell'azienda, nel 1954, il marchio con Gianduja lasciò il posto ad un altro più sintetico e moderno in cui la scritta calligrafica viveva sotto lo svolazzo della lettera "F" e con la corona stilizzata, riferimento ad Alba, la città dalle cento torri. Nel 1964, in pieno boom economico ed in occasione della presentazione della Nutella, venne introdotto un nuovo marchio con aspetto imponente, senza la denominazione della città d'origine e con caratteri maiuscoli. Con questo marchio hanno raggiunto la notorietà tanti prodotti dolciari di largo consumo (*Museo del marchio italiano, 2015*).



Figura 9: Evoluzione del marchio Ferrero<sup>12</sup>

Di pari passo con la nascita di nuovi prodotti e la crescita dei mercati, Ferrero opera una modernizzazione delle sue linee produttive, a cominciare dallo stabilimento di Alba. Si impiegano tecnologie sempre più sofisticate e macchinari sempre più efficienti anche per far fronte alle richieste dei consumatori in continuo aumento. D'altra parte, la passione per le macchine è un'altra caratteristica dei manager Ferrero. Michele Ferrero è affascinato da questo mondo; inventa e brevetta soluzioni all'avanguardia che le altre aziende non avevano ancora pensato ed il Gruppo diventa leader anche per i processi industriali. Verso gli anni '80, a oltre trent'anni dalla sua nascita, Ferrero è leader nel proprio segmento di mercato, e non solo in Italia. In Europa Nutella primeggia tra le creme da spalmare, Kinder negli alimenti per ragazzi, Mon Cheri nelle praline al liquore, amato in Germania, e Tic Tac è il confetto più venduto negli USA e nel mondo. Il segreto? Forse sta nel claim utilizzato in quegli anni: *“Idee nuove, cose buone”*.

---

<sup>12</sup> Tratto da (*Museo del marchio italiano, 2015*)

Con l'arrivo del terzo millennio, si rafforza la vocazione internazionale del Gruppo, con un fatturato già di oltre 4 milioni di euro, 16.000 dipendenti, 15 stabilimenti nel mondo e 32 società operative. In questo contesto ormai "globale", l'azienda opera una ristrutturazione: i due CEO si dividono i compiti, a Pietro Ferrero la responsabilità di Finanza e Produzione e al fratello Giovanni Marketing e Vendite.

Con l'evoluzione e la crescita perseguita negli anni, è stato man mano modificato l'assetto proprietario e organizzativo. La struttura organizzativa e di governance del Gruppo si è evoluta nel tempo, accompagnandone l'espansione mondiale. I punti fondamentali che ne contraddistinguono la storia e la crescita sono:

- continuità nella proprietà familiare;
- conquista di sempre nuovi mercati;
- realizzazione di nuovi stabilimenti e rete logistica *Hub & Spokes*;
- innovazione costante dei prodotti e del loro confezionamento;
- cura per l'elevatissima qualità e freschezza.

L'evoluzione prosegue anche dal punto di vista strategico: forte innovazione, organizzativa e di prodotto, marcati processi di diversificazione. Continuano infatti le specifiche iniziative di integrazione verticale avviate negli scorsi anni, in particolare:

- sulla filiera di produzione agricola di nocciole, con l'obiettivo di sviluppare ulteriori piantagioni proprie e partnership commerciali, al fine di soddisfare parte della domanda dell'azienda;
- sullo sviluppo di attività di produzione e commercializzazione dell'energia, in modo da coprire in parte i fabbisogni del Gruppo con investimenti in impianti di generazione ad alta efficienza o da energie rinnovabili.

Nel 2014/2015 il Gruppo Ferrero ha completato l'acquisizione della totalità del Gruppo Oltan, operatore leader nel mercato della fornitura, lavorazione e vendita di

nocciole, e ha completato l'acquisizione di Thorntons Plc, un importante player inglese che opera nel settore dei prodotti dolciari a base di cioccolato.

Inoltre nel 2014/2015 è stato completato il nuovo stabilimento industriale in Cina per sostenere lo sviluppo dei prodotti Ferrero in quell'area geografica.

Ad oggi la holding lussemburghese si colloca al 3° posto per fatturato fra le industrie dolciarie mondiali. Nel mondo Ferrero Spa occupa circa 35.000 dipendenti, il gruppo era costituito da 91 società consolidate a livello mondiale, con 23 stabilimenti produttivi. L'estensione della rete distributiva permette a Ferrero di distribuire i propri prodotti in oltre 170 paesi (Fiori, 2018).

Con la vastità di marchi a tutti noti, quali *Kinder*, *Nutella*, *Estathè* e *Tic Tac*, *Rocher*, *Pocket Coffee* (alcuni rappresentati in Figura 10) e sotto la guida Giovanni Ferrero (figlio di Michele), la Ferrero S.p.A. chiude l'esercizio ad agosto 2017 con circa 10,5 miliardi di Euro di fatturato a livello mondiale, in crescita dell'1,2% rispetto al precedente anno.



Figura 10: Alcuni brand Ferrero

## 2.2 Struttura aziendale

La struttura organizzativa e di governance del gruppo si è evoluta nel tempo, accompagnandone l'espansione mondiale. Tanti i fattori di supporto alla crescita continua, quali prima di tutti la continuità familiare, la diversificazione dell'offerta e l'importanza attribuita a ciascun brand della gamma di prodotti. Oltre a questi hanno accompagnato l'evoluzione anche la continua innovazione sia di prodotto che di confezionamento, la cura per la freschezza e la qualità.

Al 31 Agosto 2015 il gruppo risulta composto da diverse società controllate dalla capogruppo Ferrero International S.A., con sede in Lussemburgo, cuore strategico ed operativo del Gruppo, ove operano oltre 800 dipendenti (*CSR, 2016*). È il Lussemburgo il presidio dei processi core, quali la ricerca e sviluppo sia dei prodotti che dei processi produttivi e distributivi, oltre alle attività di marketing strategico del mercato globale, mentre è ad Alba il riferimento del mercato italiano, ancora ubicato nelle vicinanze della sede fondata da Michele Ferrero.

Negli ultimi anni si è vista una forte impronta data sicuramente dal mercato e dalla sua innovazione globale, che ha portato prima il Gruppo Ferrero poi la Ferrero Commerciale Italia, ad orientarsi e a scegliere accuratamente le funzioni per cui integrarsi verticalmente, e quelle da gestire in Outsourcing. Basti pensare all'integrazione sulla filiera di nocciole con proprie piantagioni e partnership commerciali, o anche allo sviluppo e alla commercializzazione di energie rinnovabili. È stato destinato invece all'outsourcing un portafoglio di attività più operativo, quali il confezionamento, la distribuzione in alcuni paesi, emergenti e non, per una quota di mercato pari al 10-15%.

Entrando invece nel dettaglio del territorio italiano, il riassetto organizzativo ha generato la divisione tra Ferrero Commerciale Italia Srl e Ferrero Industriale Italia Srl. La nuova suddivisione ha previsto una riallocazione occupazionale, fortunatamente senza

*downsizing* (*Il Sole 24 Ore*, 2016). Alla Ferrero Industriale Italia fanno capo le attività industriali e i quattro principali *plants* italiani:

- *Alba (CN)*,
- *Pozzuolo Martesana (MI)*,
- *Balvano (PZ)*,
- *Sant'Angelo dei Lombardi (AV)*,

oltre ai sette depositi principali che compongono la *rete distributiva*:

- *Parma (PR)*,
- *Marcianise (CE)*,
- *Montegalda (VI)*,
- *Bra (CN)*,
- *Catania (CT)*,
- *Carini (PA)*,
- *Monastir (CA)*.

Nella Ferrero Commerciale Italia Srl confluiscono le strutture funzionali di vendite, marketing, customer service, logistica commerciale e ricerca di mercato. A queste due strutture si affiancano poi due società di servizi, Ferrero Technical Service Srl, impegnata nelle attività di natura tecnica ed informatica, dei servizi ingegneristici e sviluppo packaging, e Ferrero Management Services Italia Srl, che gestisce le attività amministrative e gestionali. La riorganizzazione ultima del gruppo ha sicuramente risposto ad esigenze di efficienza operativa, sia qualitativamente di processo che di risparmio costi, favorendo anche una migliore lettura dei costi e dei conseguenti risultati operativi.

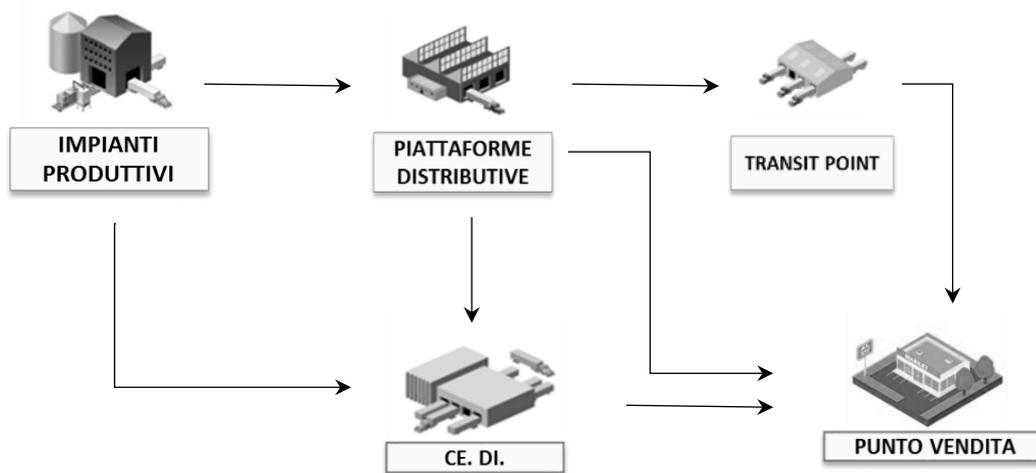
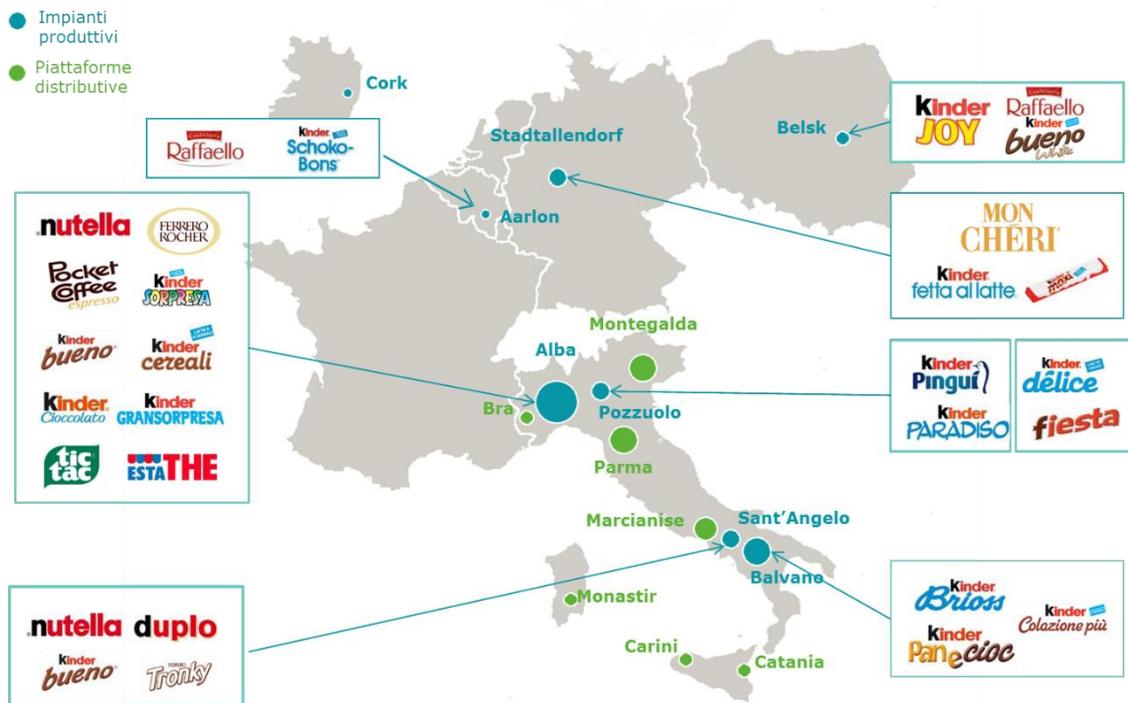


Figura 11: Struttura distributiva Ferrero

## 2.3 I fornitori: materie prime di alta qualità

Oltre ai sopracitati fattori strategici, organizzativi e operativi, l'affermazione del Gruppo nel tempo è sicuramente trainata da quella che è stata la rilevante scelta della fornitura a monte: alta qualità, materie prime e processi sostenibili, efficaci partnership. Da sempre Ferrero ha instaurato relazioni commerciali di lunga durata con produttori e fornitori, basandosi su fiducia e trasparenza (*Ferrero, 2016*).

Tutte le materie prime acquistate sono sottoposte a rigorosi controlli qualitativi e di sicurezza, che valutano ogni singola caratteristica fisica, chimica e microbiologica, oltre a test organolettici sui semilavorati

Si collocano, pertanto, a monte della supply chain aziendale, produttori e fornitori delle principali materie prime utilizzate:

- *Nocciole*: sicuramente l'ingrediente principale dei prodotti a marchio Kinder & Ferrero. È del dopoguerra l'idea di aggiungere al cioccolato la nocciola, di cui le Langhe, zona del cuneese in cui nasce Ferrero, era ed è tuttora ricca. L'alta qualità ricercata e trovata in questo prodotto si ha anche grazie al miglioramento e all'affermazione di tutta la filiera, con esperienza e competenza in tutte le fasi della coltivazione prima, e della lavorazione poi. Le nocciole Ferrero provengono principalmente da Turchia ed Italia, in egual quota, ed ogni varietà di nocciola è dedicata alla produzione di un particolare prodotto, a causa delle proprietà organolettiche che la distinguono dalle altre tipologie. L'integrazione verticale sopracitata è in questo caso evidente in quanto negli ultimi anni Ferrero ha investito in piantagioni e nel settore della lavorazione e trasformazione delle nocciole, con l'acquisizione di *Stelliferi*, azienda italiana all'avanguardia nel campo. Nel 2012 inoltre è stato avviato il programma *Ferrero Farming Values Hazelnut (FFVH)*, coinvolgendo partner a livello locale per migliorare la qualità e tener traccia delle lavorazioni, per garantirne la sostenibilità.

- *Cacao*, proveniente con un'alta quota dall' Africa Occidentale, ovvero Ghana, Costa d'Avorio e Nigeria e dall' Ecuador; sono acquistate fave crude di diversa provenienza, miscelate e lavorate nello stabilimento di Alba, per la produzione di semilavorati quali cacao in polvere, burro di cacao e pasta di cacao. Le piantagioni di cacao sono situate principalmente in paesi in via di sviluppo, con l'obiettivo non secondario di sostenibilità. Ferrero è pertanto membro della *World Cocoa Foundation (WCF)*, che promuove un'economia sostenibile presso le comunità agricole dei coltivatori, attraverso lo sviluppo sociale ed economico ed una corretta gestione ambientale.
- *Olio di palma*, ricavato dalla polpa dei frutti della palma di diverse zone equatoriali, oltre a palme malesiane ed indonesiane. L'olio vegetale utilizzato risulta sostenibile e tracciabile, come indicato nella "Carta Ferrero per l'Olio di Palma", investendo in partnership per combattere la deforestazione. È infatti membro di *Palm Oil Innovation Group (POIG)*, piattaforma di associazioni non contrarie all'olio di palma ma a favore di una produzione sostenibile e non invasiva per l'ambiente.
- *Latte*, in polvere, derivante da latte fresco pastorizzato. In questo caso la filiera di approvvigionamento risulta corta e controllata, tracciabile in ogni fase della lavorazione, subendo poi processi molto severi di controllo qualitativo e sensoriale.
- *Zucchero*, principalmente saccarosio da barbabietola e canna da zucchero.

## 2.4 La Supply Chain a valle: la GDO

L'evoluzione della struttura organizzativa di Ferrero, da piccola pasticceria a multinazionale nel mercato dolciario, porta con sé da un lato l'articolazione della rete di fornitura e distribuzione a livello globale, dall'altro l'affermazione del principale se non unico cliente: la *Grande Distribuzione Organizzata*. È quest'ultima che stabilisce i target da rispettare, alimentando giorno dopo giorno la concorrenza tra i vari player a monte. Diviene fondamentale la struttura della rete distributiva verso il cliente: centralizzazione e delocalizzazione della produzione, struttura Hub & Spokes con piattaforme, magazzini periferici e Transit Point. Unico obiettivo: massimizzazione dei profitti e del livello di servizio inteso come soddisfazione del cliente, in merito a prezzi, tempi e qualità.

L'affermazione della GDO dagli anni '80 in Italia, ha provocato i cambiamenti nelle strutture distributive allora estremamente polverizzate: i canali di vendita più diffusi continuavano ad essere le classiche botteghe o i negozietti al dettaglio a gestione familiare, con l'obiettivo di soddisfare le esigenze degli abitanti delle zone in cui erano collocati.

Solo a partire da metà degli anni '80, la formula distributiva del "*supermercato*" è cresciuta portandosi dietro lo sviluppo delle prime catene distributive. Nel decennio successivo l'Italia vede la nascita di grandi centri commerciali e diversificazione dei punti vendita, in grandi *ipermercati* e *supermercati*, grazie anche all'ingresso nel nostro territorio di catene distributive straniere (*Carrefour*) già attive in altri paesi europei.

Negli ultimi anni, i processi distributivi e gli attori in essi coinvolti sono stati protagonisti di importanti trasformazioni sia sotto il profilo strutturale che strategico/organizzativo. Il nostro Paese, come quelli più industrializzati, ha vissuto molti di questi mutamenti, sebbene il tema della trasformazione e razionalizzazione del comparto distributivo sia ancora oggi di grande attualità, considerata l'elevata

frammentazione che continua a caratterizzare il sistema commerciale italiano rispetto a quello di altri paesi esteri (*Parise & Vinelli , 2011*). L'affermarsi della GDO ha favorito un progressivo spostamento a valle del potere di mercato, modificando le dinamiche dei rapporti tra imprese produttrici e distributori.

È proprio a valle che si gioca la competizione tra i vari attori, fornitori della GDO: chi riesce a garantirsi una posizione di vantaggio grazie all'immagine e alla diversificazione, deve garantire il miglior prodotto al miglior costo. Il settore dolciario è in continua evoluzione, sia a causa di un mercato sempre più globale sia a causa dei prodotti e dei bisogni del consumatore finale, in perenne cambiamento.

## Capitolo 3

# Analisi dei dati in input

Nel seguente capitolo è descritto il processo di campionamento in input, al fine di individuare le famiglie di prodotti - e poi le singole SKU - da analizzare e per cui saranno effettuati i ricalcoli degli *stock target*. Una volta implementato il corretto modello di calcolo, quest'ultimo, nelle ipotesi considerate, potrà essere applicato a tutte le SKU.

Un primo paragrafo introduttivo servirà a cogliere la classificazione gerarchica dei prodotti Ferrero, in *Mercato, Brand e referenza commerciale (Stock Keeping Unit - SKU)*, in funzione delle caratteristiche del prodotto, dell'occasione di consumo e dello stato di bisogno del consumatore. Si tratta di una suddivisione in ciascuna categoria anche in base alle esigenze dei diversi livelli aziendali, dalla pianificazione strategica e tattica e fino alla gestione operativa del Demand Planning, così come dei magazzini.

Vengono descritte le varie fasi del SF&DP in Ferrero, con una suddivisione del processo tra piani vendita dei prodotti c.d. *continuativi*, e di quelli che saranno definiti *lotti chiusi*. Viene chiarito alla fine del Paragrafo 3.2 come i piani vendita influenzino i piani produttivi e le operazioni di monitoraggio, controllo e richieste di variazione dei timing e dei volumi di produzione pianificata.

È rappresentata la situazione *AS IS* dell'anno commerciale 2016/2017 che evidenzia le criticità affrontate con le situazioni di *rottura di stock*, a causa di problematiche legate all'accuratezza previsionale, ai piani produttivi, piuttosto che al processo di previsione vendita dei lotti chiusi. Nel contesto di osservazione vengono presentate e descritte le varie ragioni che portano a mancate vendite, c.d. "*tagli*" in termini aziendali. In riferimento all'anno preso in esame, sarà presentata l'*analisi ABC* con una prima

*clusterizzazione* in funzione degli stock out e dell'invenduto per ciascuna famiglia di prodotti. La classificazione ABC ci viene in aiuto poiché risulta essere un modo per gestire un largo numero di SKU, attraverso il raggruppamento in differenti classi per poi poter considerare in modo diverso ciascun gruppo (*Millstein, et al., 2013*) o effettuare le analisi sugli elementi più rappresentativi della popolazione totale.

Una seconda *clusterizzazione* sarà invece effettuata in merito agli stock: la giacenza media ed il valore economico di ogni brand, daranno vita alla *valorizzazione economica* dello stock dell'anno 2016/17. Da questo dato, considerando le incidenze dei singoli brand sul totale, sarà effettuata l'*analisi paretiana 80-20*, individuando in campione di referenze che incide per l'80% sul valore economico totale a stock.

L'*analisi ABC incrociata*, infine, ci permette di individuare i principali brand, raggruppati nella *classe AA*, oggetto dell'analisi ed input del modello: per ogni famiglia appartenente alla suddetta categoria, le *SKU* più *alto-vendenti* costituiranno il campione su cui verterà il focus della situazione AS IS sugli errori previsionali, le criticità di stock ed il relativo conseguente del livello di servizio.

### 3.1 Classificazione Mercato/Brand/SKU dei prodotti Ferrero

Il processo di SF&DP in Ferrero è sicuramente dettato dall'eterogeneità dei prodotti, dalle bevande ai cioccolatini, passando per le caramelle e le gomme da masticare. Partendo dalle singole referenze commerciali (*Stock Keeping Unit - SKU*), quelle su cui si focalizzerà il modello, i prodotti vengono raggruppati in una struttura gerarchica, prima per *Brand* ed infine per *Mercato*.

La classificazione e il raggruppamento nelle diverse categorie è utile sicuramente dal punto di vista operativo, ma utilizzato anche per scopi tattici e strategici. È sulla singola SKU che avvengono i principali processi operativi, quali le previsioni di vendita e la gestione inventariale. Sul *Brand* prima e *Mercato* dopo, si riversano invece le scelte tattiche e strategiche di breve e lungo periodo.

Nel campo della gestione delle scorte, una SKU è un identificativo univoco del prodotto venduto ai clienti e gestito dal punto di vista del magazzino. Pertanto, tutte le unità che corrispondono ad una stessa SKU sono da intendersi come intercambiabili. La discriminante tra stesso prodotto è il *lotto di produzione*: infatti, la produzione di diversi lotti di una stessa SKU, rende distinti i prodotti a causa della diversità delle date di scadenza. Dal punto di vista della previsione e della gestione scorte, la discriminante sopra menzionata non viene considerata: è pertanto il raggruppamento in SKU la base della piramide gerarchica delle classificazioni aziendali dei prodotti.

Per *Brand*, invece, si intende un raggruppamento che vede insieme diversi formati dello stesso prodotto: la diversificazione della domanda è effettuata anche in base al confezionamento, dati i bisogni dei clienti e i diversi *canali di vendita* (bar, tabacchi, supermercati, discount, ...). Basti pensare al *Ferrero Rocher*, confezionato nelle più svariate forme per soddisfare le esigenze di tutti i consumatori: al brand Ferrero Rocher appartiene sia la confezione da quattro cioccolatini, che spesso troviamo in prossimità

### 3.1 Classificazione Mercato/Brand/SKU dei prodotti Ferrero

---

delle *avancasse*<sup>13</sup>, sia la confezione natalizia a forma di piramide, piuttosto che la scatola da sedici cioccolatini valida per ogni occasione.



Figura 12: Esempio di diverse SKU dello stesso Brand (es. Ferrero Rocher)

Il *Mercato*, invece, è la più alta macro-categoria di prodotti. Rappresenta un assortimento di brand raggruppati per caratteristiche prodotto ed esigenza di consumo. Il raggruppamento per *Mercato*, così come che per brand, consente una visione più larga degli andamenti ed è invece punto di partenza per operazioni strategico-economiche. Ritornando all'esempio del Ferrero Rocher, il suddetto brand appartiene al mercato delle c.d. *Praline*, a cui fanno parte anche *Pocket Coffee*, *Mon Cheri*, *Raffaello* e tutti i brand che per stato di bisogno e caratteristiche di prodotto possono essere definiti “*intercambiabili*” per il consumatore finale.

In Tabella 3 è mostrata l'elenco dei Mercati del marchio Ferrero, con la relativa suddivisione nei brand per ognuna macro-categoria.

---

<sup>13</sup> Bassa scaffalatura presente in prossimità delle casse di un punto vendita GDO, contenente per lo più prodotti di cui si intende stimolare l'*acquisto di impulso*.

### CAPITOLO 3 - ANALISI DEI DATI IN INPUT

<b>Mercato</b>	<b>Brand</b>
<b>BEVANDE</b>	<i>Esthè</i>
	<i>Esthè Fruit</i>
<b>BISCOTTI</b>	<i>Kinder Cards</i>
<b>CIOCCOLATI</b>	<i>Kinder Cioccolato</i>
	<i>Kinder Mini Eggs</i>
<b>CREME</b>	<i>Nutella</i>
	<i>Nutella B-Ready</i>
<b>FORNI</b>	<i>Brioss</i>
	<i>Fiesta</i>
	<i>Kinder Brioss</i>
	<i>Kinder Brioss Frutta</i>
	<i>Kinder Brioss Latte e Cacao</i>
	<i>Kinder Cerealé</i>
	<i>Kinder Colazione Più</i>
	<i>Kinder Colazione Più Integrale</i>
	<i>Kinder Delice</i>
	<i>Kinder Pan E Cioc</i>
	<i>Kinder Pan E Cioc Cacao</i>
<b>FRESCO</b>	<i>Kinder Choco Fresh</i>
	<i>Kinder Fetta Al Latte</i>
	<i>Kinder Paradiso</i>
	<i>Kinder Pinguì</i>
<b>NUTELLA &amp; GO</b>	<i>Nutella &amp; Go</i>
	<i>Nutella &amp; Go Esthè</i>
<b>PASTIGLIAGGI</b>	<i>Tic Tac</i>
	<i>Tic Tac Breeze</i>
	<i>Tic Tac Gum</i>
<b>PRALINE</b>	<i>Ferrero Collection</i>
	<i>Ferrero Espresso To Go</i>
	<i>Ferrero Garden</i>
	<i>Ferrero Rocher</i>
	<i>Golden Gallery</i>
	<i>Mon Cheri</i>
	<i>Pocket Coffee</i>
<i>Prestige</i>	
<b>PRONTI DA GELARE</b>	<i>Raffaello</i>
	<i>Esthè Ice</i>
<b>SNACKS DOLCI</b>	<i>Duplo</i>
	<i>Duplo Fondente</i>
	<i>Kinder Bueno</i>
	<i>Kinder Bueno Dark</i>
	<i>Kinder Bueno White</i>
	<i>Kinder Cereali</i>
	<i>Kinder Maxi</i>
<i>Tronky</i>	
<b>UOVA</b>	<i>Kinder Gran Sorpresa</i>
	<i>Kinder Merendero</i>
	<i>Kinder Schoko-Bons</i>
	<i>Kinder Sorpresa</i>

Tabella 3: Elenco Mercato / Brand per i prodotti Ferrero

## 3.2 Il processo di SF&DP in Ferrero

A questo punto, una volta elencati i prodotti e il raggruppamento in diverse categorie, in questo paragrafo viene chiarito il processo di SF&DP in Ferrero. Il processo globale di stesura, monitoraggio e rettifiche dei piani vendita risulta abbastanza articolato, e può essere ritenuto un punto chiave per il conseguimento dei risultati aziendali. Collaborazione e comunicazione diventano aspetti fondamentali in questa fase, in cui sono coinvolte diverse funzioni aziendali, al fine di avere un quadro quanto più attendibile ed accurato del dato di domanda.

Elaborare un piano vendita accurato per Ferrero, così come per le altre aziende del settore, risulta particolarmente complesso, dato il largo ventaglio di referenze commerciali da gestire. È infatti vero che per diversificare l'offerta e cercare di sostenere la domanda, si allarga il range di prodotti disponibili, cogliendo stati di bisogno di diversi consumatori ed in diverse occasioni di acquisto.

Quello del *mercato dolciario del largo consumo* è un settore per cui una grossa quota dei volumi viene commercializzata per le occasioni: basti pensare alla GDO e agli allestimenti dei punti vendita nei periodi natalizi e pasquali. Risulta pertanto importante presentare la prima suddivisione dei prodotti a marchio Ferrero in *prodotti continuativi* e *lotti chiusi (In & Out)* – prodotti ad-hoc in funzione delle occasioni (es. Uova di Pasqua, Cuore Mon Cheri, ecc.), per cui il processo di SF&DP richiede maggiore attenzione date le produzioni non continuative ma limitate alle pianificazioni effettuate, grazie alla collaborazione della forza vendite e del marketing.

Ogni *planner* impegnato nel lavoro di SF&DP monitora uno o più mercati e di conseguenza tutti i brand e le SKU appartenenti ad esso. Le ripartizioni dei mercati tra le varie risorse spettano al Team Manager, coordinatore e responsabile del gruppo di lavoro ed intermediatore tra le altre funzioni aziendali coinvolte.

Partendo dal dato storico, è effettuato un primo processo definito *Sales Cleaning*. In questa fase, ciascun planner “pulisce” i dati di domanda registrati nei periodi di storico, al netto dei volumi promozionali, andando a creare una base dati da cui sarà estrapolata la *baseline* previsionale. Partendo dal dato nettificato, il processo di proiezione dei volumi storici sull’orizzonte di previsione è realizzato mediante l’ausilio di sistemi informativi, che facilitano le operazioni di natura prettamente statistica di questa prima fase, fondati su algoritmi di calcolo esistenti in letteratura. Infatti, dopo il processo di *Sales Cleaning*, effettuato da ciascun planner, la prima proiezione dello storico attraverso la creazione di quella che è stata definita *baseline* di previsione, è realizzata mediante tecniche autoregressive su cui è incentrato il tool informativo impiegato.

Una volta individuata la *baseline* di prodotto continuativo essa viene modificata in base ai trend globali di mercato, e alimentata con i volumi promozionali, come da indicazioni di altre funzioni aziendali, quali le *vendite*, il *marketing* ed il *trade-marketing*.

L’approccio manageriale risulta determinante principalmente in questa fase, (*Dallari, 2007; Mentzer & Moon, 2005*), con un impatto maggiore sulla *Forecast Accuracy*. L’obiettivo è quello del raggiungimento di un *Consensus Forecast*, condiviso dalle varie funzioni aziendali in seguito ai diversi incontri.

Ai fini del miglioramento della *forecast accuracy*, per quanto riguarda la pianificazione dei *lotti chiusi*, è stato da poco implementato e perfezionato il processo di “*stima*” che vede coinvolti gli attori della forza vendita e la condivisione inter-funzionale di questo dato. Ciascun addetto vendita, avente in carico un gruppo di punti vendita in una specifica zona, effettua con il cliente un’analisi dell’andamento dei risultati. Da qui, con largo anticipo temporale, è realizzata la *stima di vendita* per ciascuna impresa operante nel settore della GDO, relativa a periodi promozionali ed espositivi futuri.

È utile precisare la suddivisione dell'anno commerciale in tre periodi diversi, identificati in base alle festività ed i cambiamenti stagionali che incidono sulla conservazione dei prodotti:

- *I Sessione (settembre – dicembre)*: in questo primo periodo dell'anno oltre alla vendita dei prodotti *continuativi* si hanno tutte le attività legate alle festività natalizie; nel periodo indicato ritornano alla vendita le varie tipologie di *praline*, prima tolte dal mercato per ragioni qualitative e di conservazione, difficili da raggiungere in estate;
- *II Sessione (gennaio – aprile)*: è il momento dell'anno in cui ricade la Pasqua e diverse ricorrenze, quali San Valentino e la festa della donna; in questo periodo brand quali *Kinder Gran Sorpresa* ed in generale i prodotti della c.d. *Suggestion* (tutto l'insieme di prodotti caratterizzati per le festività), incidono in larga misura sulle vendite totali;
- *III Sessione (maggio – agosto)*: sostanzialmente l'estate e l'*Estathè*. Questo periodo coincide con lo stop delle vendite per i cioccolatini, mentre prendono piede le referenze e i brand estivi come ad esempio *Estathè Fruit*, *Estathè Ice*, *Kinder Merendero*.

È sulla base della suddetta suddivisione che si hanno le diverse attività di previsione per i prodotti *continuativi* e di stima dei *lotti chiusi*.

Nell'analisi effettuata e nel modello creato, viene tralasciato il processo di gestione lotti chiusi, in quanto non prevede una metodologia previsionale basata sull'analisi teorica delle serie storiche e sui modelli conosciuti in letteratura. Sarà considerato il processo di SF&DP focalizzato sulla gestione della domanda e delle relative scorte per i prodotti *continuativi*, con l'elaborazione dei piani vendita e la condivisione inter-funzionale del *consensus forecast*.

Nel contesto sopra descritto è fondamentale delineare la differenza tra volumi in *Sell In* ed in *Sell Out*: se il primo misura ciò che entra nei punti vendita (o nei Centri di Distribuzione), il secondo, invece, indica le vendite al consumatore finale (**Brandalyzer, 2016**). Il rapporto tra questi due indicatori, il cosiddetto *Sell Through*, esprime la percentuale di merce che viene efficacemente venduta sul totale dell'immesso. Il *Sell In*, come strategia di marketing, attiene alle operazioni volte a favorire la vendita dei prodotti al cliente; d'altro canto, il *Sell Out* raggruppa le attività per perseguire obiettivi di *trial*, se è intesa a favorire la prova di prodotto presso i consumatori potenziali, di *repeat*, se il fine è quello di incoraggiare la ripetizione degli acquisti da parte dei clienti che hanno già avuto modo di sperimentare il prodotto, di *loyalty*, se mira a favorire la fedeltà alla marca (*brand loyalty*) o al punto vendita (*store loyalty*).

Il processo di SF&DP è incentrato sui volumi in *sell in*, ovvero sul consegnato ai clienti finali, tipico indicatore delle imprese operanti in *Business to Business (B2B)*, contesto in cui gli attori a valle della filiera entrano in gioco per massimizzare gli obiettivi globali. Il *Sell Out* – ed in automatico il *Sell Through* - viene invece utilizzato come indicatore di performance dei clienti finali, al fine di incentivare, fornire strategie di vendita e minimizzare gli invenduti che saranno poi resi.

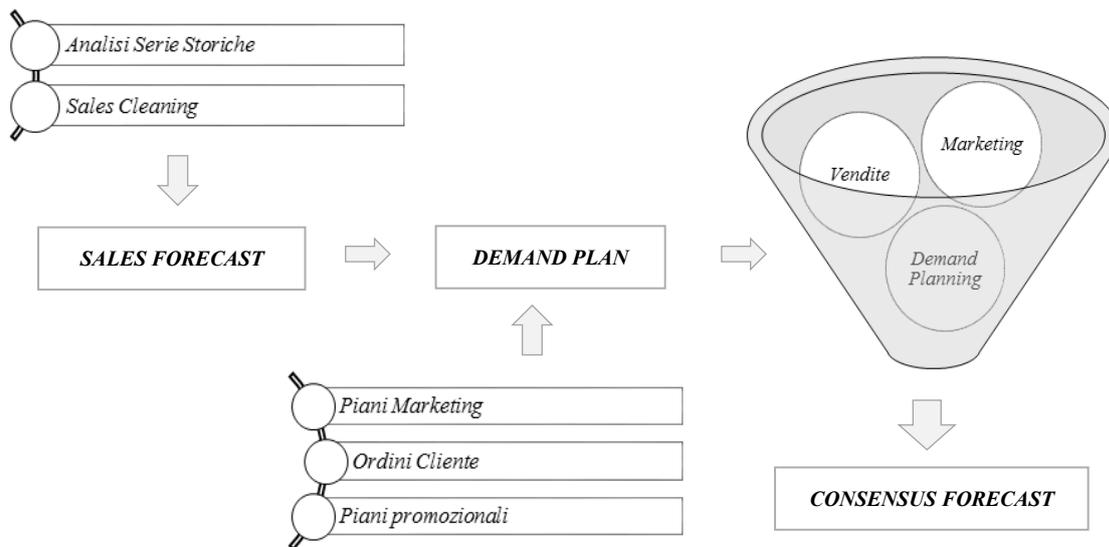


Figura 13: Processo di pianificazione vendite

La stesura dei piani vendita, così come sopra descritta, è inoltre funzione di diversi parametri caratterizzanti i prodotti a marchio Ferrero:

- *Stagionalità dei prodotti*: alcuni brand vengono venduti solo in alcuni periodi dell'anno, questo in funzione delle caratteristiche di prodotto, di requisiti qualitativi e di consumo, e della temperatura quindi del clima delle aree di vendita;
- *Shelf Life* (vita utile del prodotto): i prodotti sono "deperibili", presentano una data di scadenza, influenzando la gestione dei piani vendita.

Contestualmente al processo di SF&DP, altre figure del Team si occupano di monitorare i livelli di produzione e i relativi piani produttivi (prodotti finiti e non componenti della distinta base come nel *Material Requirement Planning - MRP*) ed in base ai piani vendita stilati, si interfacciano con il Central Planning, che opera in Lussemburgo. È il Central Planning che gestisce la pianificazione della produzione con la relativa stesura di quello che può essere definito *Master Production Schedule (MPS)*.

Il piano principale di produzione definisce i quantitativi di produzione dei prodotti finiti con dettaglio settimanale e/o mensile, spesso fornendo le indicazioni relative agli stabilimenti produttivi e alle linee di impianto in cui è svolta la produzione, con quali attrezzature ed i relativi cicli di *routing* e *fabbricazione*.

Pertanto, vengono effettuate le richieste di produzione, o semplicemente richieste di modifica dei piani produttivi, per garantire il livello di stock che soddisfa la domanda prevista, quindi il relativo piano vendita. È settimanalmente effettuato il controllo delle scorte e dei piani produttivi: la merce in viaggio e lo stock disponibile (*inventory-on-hand*) deve soddisfare la previsione della domanda. A causa del Lead Time e delle sue componenti - descritte nel §4.3 - e dei tempi di approvvigionamento semilavorati e materie prime, la modifica del piano produttivo può essere apportata solo a partire dal primo time-bucket oltre il c.d. *frozen time*, periodo in cui non possono essere implementate variazioni delle pianificazioni.

Le richieste di produzione vanno a garantire valori di stock medi prossimi al *Target*, KPI di efficienza in termini di gestione delle scorte. Per ogni mercato e quindi brand, è previamente calcolato uno stock *Target* – misurato in *Giorni di Copertura* – suddiviso per sessione: è chiaro come per alcuni prodotti e soprattutto a causa della loro stagionalità, la domanda e quindi i relativi valori di stock siano funzione del periodo di previsione.

Prendendo come esempio il brand *Nutella* e nello specifico la SKU *NUT 2 / NUTELLA G450X15* (prodotto risultato critico dall'analisi ABC e che farà parte della

classe AA come descritto nel §3.3), in Figura 14 è presentato il layout di pianificazione della produzione, mediante il sistema ERP a marchio *SAP APO*®.

Fabbisogno totale	QLI	1,250	1,250	1,250	1,250	1,200	1,200	1,200	1,300	1,300	1,200
Quantità di distribuzione (Plan.) settimana pr...	QLI				2,000	1,200	1,300	300	1,200	1,200	2,900
Entrata distrib. (pianificata) <b>1</b>	QLI										
Entr. di distribuzione (conf.)	QLI	1,772	1,670	1,568				3,053	3,508	2,477	
Entrata di distribuzione (confirm.TLB)	QLI										
Entrata totale	QLI	1,772	1,670	1,568				3,053	3,508	2,477	
Stock magazzino	QLI	3,786	4,206	4,524	3,274	2,074	874	2,727	4,935	6,112	4,912
Copertura insuff. del fabbisogno <b>2</b>	QLI										
Target days' supply	T										
Delta TDS	D										
Total days' supply	T										
Livello stock previsto	QLI										
Durata scorte	T	21	24	26	19	12	5	15	24	24	17
production receipt ( temp) <b>3</b>	QLI										

Figura 14: Pianificazione della produzione con SAP APO®

È evidente come i volumi pianificati possono essere modificati solo oltre il *frozen time* - rettangolo rosso in corrispondenza dell'area 1 evidenziata in Figura 14 - che per il brand considerato è di 3 settimane. La produzione schedulata deve garantire il soddisfacimento della domanda settimanale - riga verde - e tutelarsi rispetto alla variabilità delle richieste del cliente, delle componenti del lead time e dell'intera supply chain. I valori di stock in quintali (area 2) permettono il calcolo dei *giorni di copertura* delle scorte, delimitati in area 3, per ciascun time bucket, che devono risultare prossimi al Target, impostato in fase di pianificazione.

### 3.3 Analisi ABC incrociata: anno commerciale 2016/2017

Come descritto nel §1.3, nei sistemi push, principalmente nei c.d. *Make to Stock*, possono verificarsi delle situazioni di sovrastime e sottostime dei piani vendita in modo da non riuscire ad ottimizzare le scorte, in eccesso o in difetto. Questo in quanto la necessità di anticipare le ordinazioni dei clienti a valle, dato il *delivery time* ampiamente inferiore al tempo di produzione, comporta la previsione della domanda e degli stock, con annesse distorsioni rispetto ai volumi che saranno effettivamente venduti.

Al fine di individuare il campione rappresentativo per l'analisi, è stato preso in esame l'anno commerciale 2016/2017, esteso da settembre 2016 a fine agosto 2017, osservando nel dettaglio le criticità riscontrate. L'obiettivo finale è stato avere una determinata famiglia di prodotti per poter concentrare le analisi su di esso e costruirne il modello. Una volta individuato e opportunamente modellato il campione rappresentativo, esso sarà utilizzato come input per la validazione del modello. I dati saranno validati con dei test statistici in grado di predire l'attendibilità del modello utilizzato.

Il campionamento dei prodotti sarà effettuato mediante l'analisi di Pareto, o anche analisi ABC. Il metodo è definito analisi paretiana, dal nome dello studioso Vilfredo Pareto (1848 - 1923) che formulò le condizioni per applicare la metodologia, basandosi sul seguente enunciato: "*la maggior parte degli effetti è dovuta ad un numero ristretto di cause*", ovvero che nelle faccende economiche e non, solo una piccola parte della popolazione genera risultati significativi. Nella Figura 15 sotto riportata, attraverso delle raffigurazioni geometriche è illustrato graficamente come il grosso delle conseguenze e dei risultati, sia in realtà legato solo a poche cause e a pochi sforzi (*Steindl, 1965*).

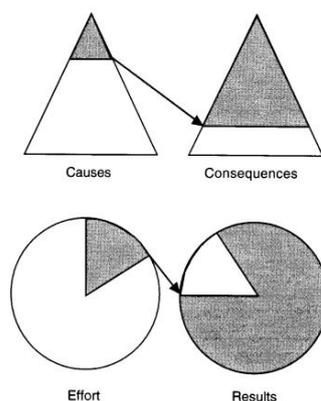


Figura 15: Raffigurazione iconografica del principio 80/20

Tale criterio è la formulazione della distribuzione paretiana che ispirò la cosiddetta “legge 80/20”, legge empirica riformulata da *Joseph M. Juran*. Applicando questo metodo è possibile raggruppare la popolazione di elementi in diversi gruppi, assegnando rispettivamente le classi A - B - C al raggiungimento rispettivamente dell’80% - 95% - 100% dei valori in esame. Nel progetto saranno due i criteri (*clusterizzazioni*) individuati per la composizione delle classi A - B - C: un primo criterio si focalizza sulle criticità affrontate nell’anno commerciale 2016/2017, che hanno generato rotture di stock (in maggior numero) e mancate vendite. In generale sono definite “*tagli commerciali*” le situazioni in cui, per le ragioni discusse nel §3.3.1, non è possibile consegnare la merce al cliente. Un secondo criterio analizza invece lo stock, e nel dettaglio, il suo valore economico e la giacenza media (in €) registrata nell’anno di riferimento. Anche questo come l’altro criterio, ci permette di realizzare un raggruppamento nelle classi A - B - C al raggiungimento rispettivamente dell’80% - 95% - 100% del valore economico dello stock medio settimanale. Infine saranno incrociati i due criteri andando ad individuare la classe A - A che indentifica la famiglia dei *brand* su cui verterà il modello.

Per ciascun brand, infine, sarà considerato il prodotto (SKU) che ha generato maggiore fatturato nell'anno di riferimento.

### 3.3.1 Clusterizzazione I: criticità e stockout 2016/2017

L'anno commerciale 2016/2017, con le sue complicazioni strutturali, fluttuazioni di mercato e inaccurately previsionali ha evidenziato diverse problematiche e periodi di criticità. Le difficoltà incontrate in tutto l'anno sono ovviamente frutto anche della stagionalità dei prodotti, problematiche distributive o ragioni di tipo commerciale/qualitativo: è facile pensare come la domanda di bevande sia maggiore nel periodo estivo (III Sessione), a discapito delle ordinazioni di cioccolati e praline, che invece vedono il loro picco nel periodo natalizio (I Sessione).

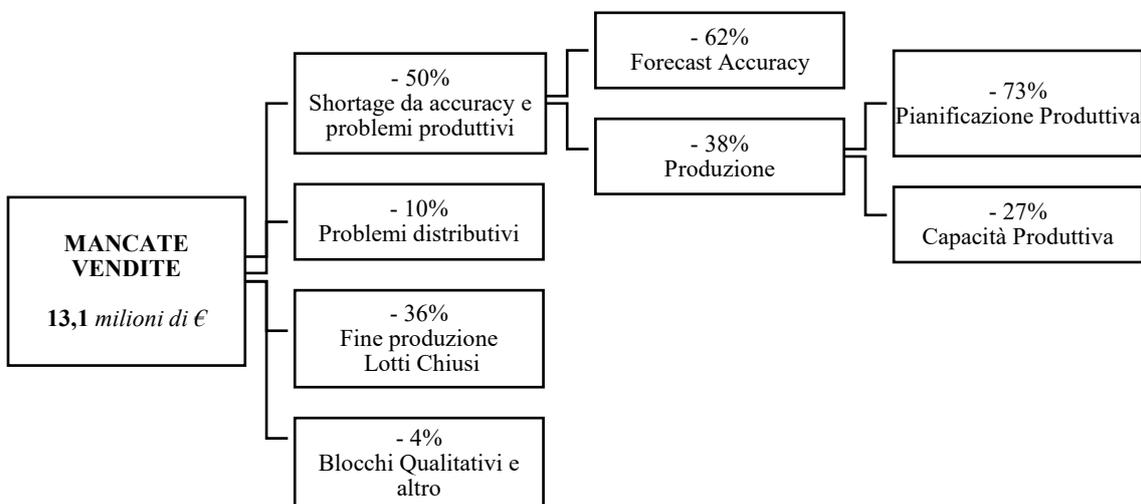


Figura 16: Ramificazione tagli I Sessione 2016/2017

Prendendo in considerazione la I Sessione - è il periodo più delicato dell'anno in quanto rientrano tutti i prodotti "*cioccolatosi a base liquida*" - in Figura 16 è indicato come il 50% dei tagli sia stato dovuto a problemi legati all'accuratezza previsionale e alla produzione. Di questi ben oltre il 60% è causa della previsione mentre la restante parte è legata alla pianificazione della produzione ed ai vincoli di produzione. La figura mostra come, la restante metà delle mancate vendite, non è da collegare a rotture di stock da problemi produttivi e previsionali, ma a ragioni di natura *distributiva, qualitativa e commerciale*.

In generale, nel contesto aziendale preso in esame, i fattori che possono portare a mancate vendite durante l'esercizio commerciale sono:

- *rotture di stock*: le fluttuazioni della domanda, degli approvvigionamenti e dei relativi *lead time* può generare situazioni in cui la richiesta del cliente è superiore alla disponibilità all'istante di ordinazione; a loro volta rotture di stock sono generate da due macro-categorie di problematiche:
  - *accuratezza previsionale*;
  - *problemi di produzione* (pianificazione e capacità);
- *problemi distributivi*: la produzione, una volta terminata la fase di controllo qualitativi, è dislocata dai vari plant (*Alba, Pozzuolo, Balvano, Sant'Angelo*) ai depositi distributivi (Bra, Parma, Montegalda, Marcianise, Catania, Monastir). Questo processo è effettuato in base agli ordini della forza vendita ed in base allo stock target che ogni deposito deve avere per ciascun prodotto. Può capitare che un cliente emetta gli ordini per un *Centro di Distribuzione* servito da un deposito che è momentaneamente in stockout, mentre il prodotto è disponibile in un altro magazzino, rendendo impossibile la consegna;

- *problemi di natura qualitativa*: i prodotti Ferrero, oltre ad essere *deperibili*, poiché presentano una data di scadenza, sono soggetti a severi controlli chimico - biologico, che garantiscono l'assenza di carica batterica. Pertanto dei lotti possono non essere dichiarati vendibili a causa di un esito negativo dei test, o possono essere rilasciati in ritardo, generando così problemi di indisponibilità. Un'altra ragione è la data di scadenza nel momento della vendita al cliente: gli attori della GDO tendono ad accettare il prodotto solo se questo presenta una vita utile residua stabilita in fase contrattuale, definita *TMC (termine minimo di conservazione)*;
- *pianificazione dei lotti chiusi*: come descritto nel §3.2 è presente una classificazione dei prodotti in “*continuativi*” ed “*In & Out*”. Per questi ultimi, in fase contrattuale, ogni cliente stabilisce quanto ordinare con largo anticipo, favorendo così il flusso di informazioni e la corretta pianificazione della produzione e della distribuzione. Si verificano però situazioni in cui, gli effettivi ordini superano i valori concordati, generando mancate vendite.

Analizzando nel dettaglio la I Sessione le principali criticità riscontrate e causate da problemi produttivi ed errata pianificazione previsionale sono legati principalmente alla reintroduzione dei prodotti “cioccolatosi a base liquida” (tolti dal mercato agli inizi dell'estate per ragioni qualitative), ai volumi di praline delle festività natalizie ed alla saturazione delle linee produttive. Entrando nel dettaglio, e raggruppando le *SKU* nel rispettivo *Brand* e *Mercato* di appartenenza, sono elencate di seguito le principali problematiche registrate:

- *Forni*: richieste superiori ai piani vendita per alcuni brand quali *Pan & Cioc Cacao* e *Kinder Brioss*; problemi di approvvigionamento semilavorati per *Pan & Cioc*; blocchi qualitativi a seguito di indagini chimico/batteriologiche per *Kinder Cerealé*;
- *Snack*: per *Kinder Maxi* e *Kinder Cereali* si sono registrate rotture di stock per saturazione linee produttive ed impossibilità di recuperare la produzione nel breve

tempo, per lead time di approvvigionamento ampio; per *Kinder Bueno* tagli dovuti a vendite superiori ai piani vendita previsti;

- *Praline*: tagli su *Pocket Coffee T32* (confezione da 32) per perdite produttive di fine periodo di produzione; per *Ferrero Rocher T24* e *Mon Cheri T5X2* tagli dovuti a vendite superiori ai piani;
- *Uova*: problemi con approvvigionamento sorprese e imballi per *Kinder Sorpresa T3*; perdite produttive e saturazione linea produttiva per sottostima piani vendita sul brand *Kinder Schokobons*;
- *Crema*: vendite superiori ai piani produttivi, con linee produttive saturate, per specifiche SKU, *Nutella G630X6* e *Nutella G825X60*;
- *Freschi*: tagli dovuti alla freschezza desiderata<sup>14</sup> dai clienti.

Entrando nel dettaglio delle mancate vendite in I Sessione, legate alle sole problematiche di forecast accuracy, si sono registrati circa 4 milioni di Euro di rotture di stock, elencati di seguito con una divisione per brand:

- 1,2 milioni di Euro, *Pocket Coffee*;
- 0,8 milioni di Euro, *Nutella*;
- 0,5 milioni di Euro, *Kinder Sorpresa*;
- 0,5 milioni di Euro, *Kinder Pinguì*;
- 0,3 milioni di Euro, *Mon Cheri*;
- 0,2 milioni di Euro, *Kinder Bueno*;
- 0,1 milioni di Euro, *Schokobons*.

Considerando invece l'anno globale, e non solo la I Sessione, troviamo in Figura 17, invece, rappresentata la ramificazione dei tagli dell'intero 2016/2017. Il diagramma, come descritto per Figura 16, mostra le principali cause e le loro incidenze sul totale

---

<sup>14</sup> I prodotti Ferrero possiedono una *Shelf Life* in base alle caratteristiche organolettiche; di solito i clienti gestiti a Ce. Di. utilizzano il vincolo minimo del 75% della *Shelf Life* per accettare le consegne; questa percentuale è definita *TMC (termine minimo di conservazione)*.

registrato nel periodo: per l'anno completo circa 32 milioni di euro è stato il valore totale delle mancate vendite, per le ragioni elencate. Sul totale, oltre il 50% è legato a ragioni sia produttive e che previsionali, ed il 64% di questi ultimi è dovuto problematiche di natura previsionale. Può risultare evidente come un miglioramento dell'accuratezza previsionale e una pianificazione della produzione legata all'errore previsionale commesso possa essere d'aiuto per rendere il processo più efficiente.

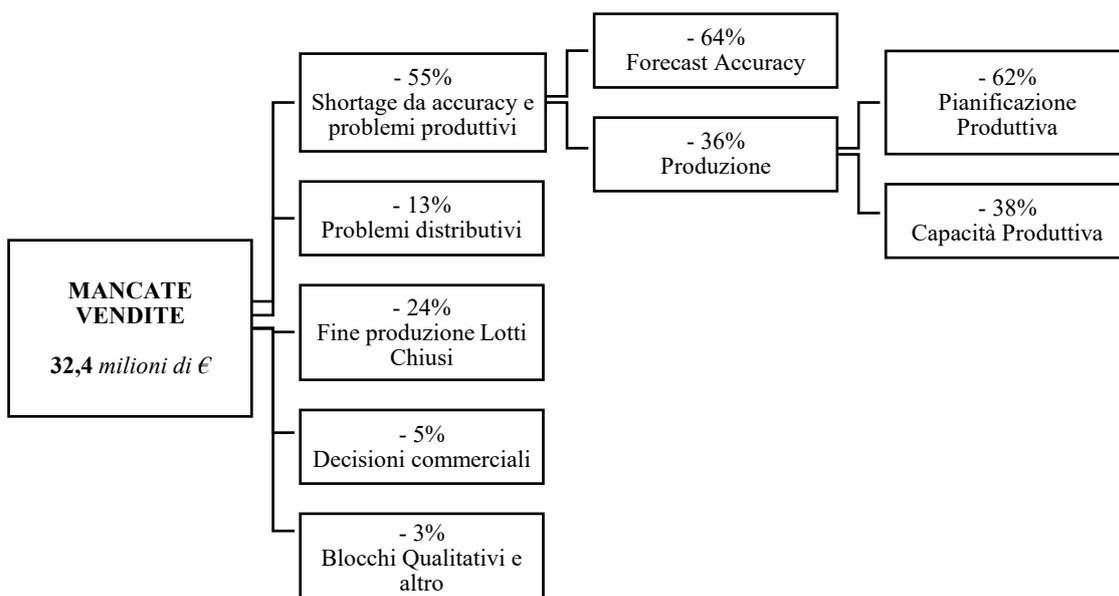


Figura 17: Ramificazione tagli anno commerciale 2016/2017

La ramificazione dei tagli dell'intero anno commerciale 2016/2017 ci ha permesso di effettuare una prima analisi ABC, assegnando una classe ad ogni brand, per cui la Tabella 4 rappresenta gli elementi di classe A. In particolare, per tutti i mercati, brand e SKU è stata calcolata l'incidenza delle mancate vendite di per ciascun brand rispetto all'aggregato tagliato nell'anno 2016/2017. Si è ritenuto necessario scegliere questo come primo criterio, per evidenziare su quali prodotti si sono riversate le principali criticità affrontate nell'anno scelto, e quale perdita di valore è stata registrata in termini di mancate vendite.

### 3.3 Analisi ABC incrociata: anno commerciale 2016/2017

<b>Brand</b>	<b>Tagli - 1000 €</b>	<b>Incidenza su tot</b>	<b>Cumulata</b>	<b>Classe</b>
<i>Nutella</i>	4.558,1	14,1%	14,1%	A
<i>Pocket Coffee</i>	3.095,3	9,5%	23,6%	A
<i>Kinder Pingui'</i>	2.588,0	8,0%	31,6%	A
<i>Kinder Sorpresa</i>	2.496,0	7,7%	39,3%	A
<i>Esthè</i>	2.182,1	6,7%	46,0%	A
<i>Kinder Cereali</i>	1.242,5	3,8%	49,9%	A
<i>Kinder Colazione Più</i>	1.036,9	3,2%	53,1%	A
<i>Kinder Maxi</i>	983,5	3,0%	56,1%	A
<i>Kinder Cerealé</i>	981,3	3,0%	59,1%	A
<i>Ferrero Rocher</i>	970,5	3,0%	62,1%	A
<i>Tic Tac Gum</i>	955,8	2,9%	65,1%	A
<i>Mon Cheri</i>	871,5	2,7%	67,8%	A
<i>Kinder Pan E Cioc</i>	869,9	2,7%	70,4%	A
<i>Kinder Bueno</i>	852,1	2,60%	73,10%	A
<i>Kinder Fetta Al Latte</i>	815,2	2,50%	75,60%	A
<i>Tic Tac</i>	730,7	2,30%	77,80%	A
<i>Kinder Cioccolato</i>	634	2,00%	79,80%	A

Tabella 4: Elenco Brand e tagli anno commerciale 2016/2017

Prendendo il brand *Nutella* che ha registrato il maggior valore di mancate vendite e come esempio la SKU *NUT 2 / NUTELLA G450X15* (prodotto che farà parte della classe AA come descritto nel §3.3.3), il grafico in Figura 18 ne mostra l'andamento dello stock e della domanda nell'anno 2016/2017. È evidente come in alcuni periodi dell'anno, evidenziati nelle aree tratteggiate, si registrano rotture di stock a causa di livelli troppo bassi delle scorte rispetto alla domanda, che sembra comunque rispettare un andamento

stazionario nei primi due periodi dell'anno (da week 1 a 35). Le rotture di stock e la conseguente diminuzione del livello di servizio rendono necessaria la correlazione tra le scorte e la variabilità dell'errore previsionale, fattore a cui è collegato il numero maggiore di mancate vendite come delineato nella *ramificazione dei tagli* in Figura 17.

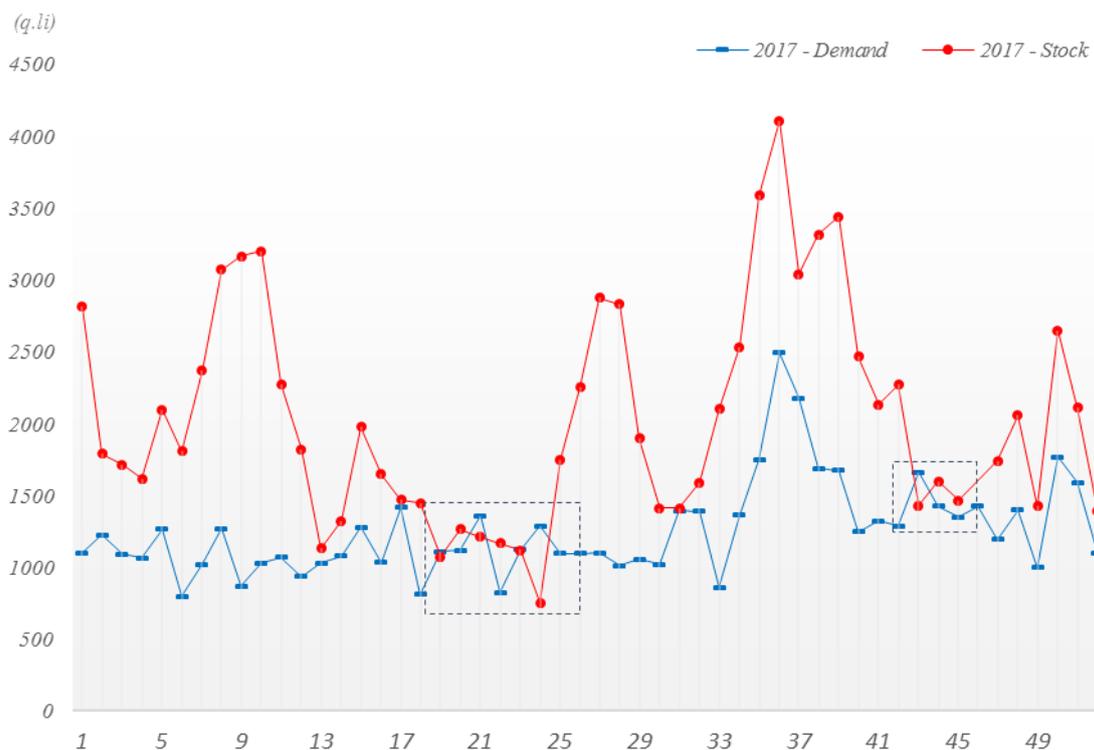


Figura 18: Andamento stock e domanda per Nutella G450X15

In *Appendice B* è presente l'elenco completo dei brand Ferrero, il mercato di appartenenza, il valore economico dei tagli nell'anno 2016/2017, l'incidenza sul totale tagli e la classe di appartenenza.

### 3.3.2 Clusterizzazione II: valorizzazione dello stock

Una lettura trasversale dell'anno commerciale 206/2017 è orientata all'analisi dei dello stock, in volumi (q.li) ed in valore economico. In questo paragrafo infatti sono presentati gli stock per ciascun brand volti alla classificazione ABC da incrociare con la precedente del § 3.3.1.

A differenza del primo criterio, volto all'identificazione dei prodotti che hanno generato maggiore perdita di valore, la clusterizzazione presentata nel seguente paragrafo è dedicata all'analisi dello stock, per valutare quali brand realizzano volumi e valori maggiori di giacenza. Il valore delle scorte è registrato per ogni time bucket utilizzato per i piani vendita, ovvero settimanalmente, mentre la giacenza media è la media aritmetica degli stock monitorati ogni settimana rispetto al numero di periodi osservati:

$$\overline{GM} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n} \quad (15)$$

dove  $Q_i$  rappresenta il volume dello stock in quintali individuato in ogni time bucket  $i$ , mentre  $n$  rappresenta il numero di settimane totali utilizzate per il calcolo.

I dati così individuati daranno vita ad un primo ordinamento dei brand in base alla giacenza media, ordinamento che vede affermarsi *Estathè* e *Nutella* a discapito dei prodotti, che per caratteristiche fisiche impegnano meno spazio di stoccaggio e quindi volume (*Tic Tac* e *Kinder Sorpresa*). Da questa osservazione nasce l'esigenza di una misura univoca dello stock a valore, che pondera i vari brand per il loro valore economico unitario. Infatti, se da un lato alcuni brand realizzano più volumi (in quintali), d'altro canto in modo quasi inversamente proporzionale hanno un valore economico unitario nettamente inferiore.

Si è ritenuto pertanto necessario analizzare il valore economico della giacenza media settimanale, andando ad assegnare una classe di appartenenza ai vari brand, attraverso l'analisi ABC che individua la classe A di prodotti a cui corrisponde la maggiore percentuale rispetto al valore economico aggregato: ordinando per giacenza media a valore si ha invece l'elenco completo (in appendice B) che prevede l'assegnazione nelle classi A-B-C dei Brand che raggiungono rispettivamente il 80-95-100 % del valore economico complessivo.

Brand	GM - mila €	Incidenza su tot	Cumulata	Classe
<i>Estathè</i>	28.991,8	25,5%	25,5%	A
<i>Nutella</i>	20.923,3	18,4%	43,9%	A
<i>Kinder Sorpresa</i>	12030	10,6%	54,4%	A
<i>Kinder Bueno</i>	6.782,2	6,0%	60,4%	A
<i>Kinder Cioccolato</i>	5.552	4,9%	65,3%	A
<i>Pocket Coffee</i>	3.279,5	2,9%	68,2%	A
<i>Tic Tac</i>	2.537,6	2,2%	70,4%	A
<i>Kinder Brioss</i>	2.526,4	2,2%	72,6%	A
<i>Kinder Cereali</i>	2.445,7	2,2%	74,8%	A
<i>Kinder Merendero</i>	2.376,8	2,1%	76,8%	A
<i>Fiesta</i>	2.173,4	1,9%	78,7%	A

Tabella 5: Giacenza media a valore per i brand di classe A

In Tabella 5, qui riportata, sono presenti invece i brand di *Classe A* che costituiscono circa l'80% del valore economico medio a stock, settimanale, ottenuti seconda classificazione, ovvero mediante l'analisi dello stock a valore nell'anno 2016/2017.

Rifacendoci invece alla Tabella 18 presente in appendice B, si nota come nelle prime posizioni siano presenti quei brand che hanno generato alta giacenza media in volumi

(*Estathe* e *Nutella*), ma anche quei brand che, nonostante i bassi volumi in q.li di scorta media registrata, presentano un valore economico unitario molto alto: *Kinder Sorpresa* settimanalmente viene stoccato per circa 2400 q.li contro i 150.000 di *Estathe*, con un valore unitario di circa 5000 €/q.li contro 200€/q.li della bevanda.

### 3.3.3 *Analisi ABC incrociata: il campione finale in input*

In questo paragrafo sarà presentata l'identificazione del campione finale (per *Brand*), che come anticipato costituirà il dato di input del modello di simulazione creato.

Partendo dalle analisi ABC effettuate nei paragrafi 4.1.3 e 4.1.4. nel paragrafo è descritta l'analisi ABC incrociata: verranno incrociate le classi ottenute dalla gerarchizzazione dovuta ai tagli e le criticità, e le classi (o *cluster*) ottenute dalla valorizzazione economica dello stock. L'analisi ABC incrociata è un modo per avere un set completo di informazioni al fine di dare la priorità agli elementi, integrando le informazioni delle due analisi precedenti; viene a crearsi una matrice che definisce le seguenti classi: AA, AB, AC, BA, BB, BC, CA, CB, CC. Sarà possibile pertanto identificare una classe AA, su cui verterà il modello.

**II Clusterizzazione**

		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>I Clusterizzazione</b>	<b>A</b>	AA	AB	AC
	<b>B</b>	BA	BB	BC
	<b>C</b>	CA	CB	CC

Figura 19: *Analisi ABC incrociata*

Come indicato in Figura 19, l'analisi ABC incrociata è volta alla *clusterizzazione* degli elementi in analisi (nel caso in esame i *brand*) per diversi criteri. Un primo raggruppamento vede i vari brand in classi in funzione delle criticità e dei tagli riscontrati nell'anno commerciale 2016/2017 per una lettura in funzione delle problematiche di processo riscontrate, che possono essere sistemiche, stagionali e ripetibili. La seconda classificazione vede invece i prodotti organizzati in classi in funzione del valore economico dello stock registrato nell'anno in esame.

In Tabella 6 sono elencati i Brand appartenenti alla classe AA, frutto dell'analisi ABC incrociata. In appendice A è presente invece il riepilogo complessivo per tutti i brand.

<b>Brand</b>	<b>Tagli - 1000€</b>	<b>Classe</b>	<b>GM - 1000 €</b>	<b>Classe</b>	<b>ABC Incrociata</b>
<i>Nutella</i>	4.558,1	A	20.923,3	A	AA
<i>Pocket Coffee</i>	3.095,3	A	3.279,5	A	AA
<i>Kinder Sorpresa</i>	2.496,0	A	12.030,1	A	AA
<i>Estathè</i>	2.182,1	A	28.991,9	A	AA
<i>Kinder Bueno</i>	852,1	A	6.782,2	A	AA
<i>Kinder Cioccolato</i>	634,0	A	5.552,00	A	AA

*Tabella 6: Analisi ABC Incrociata: i brand di classe AA*

Le famiglie di prodotto di Classe AA, elencate in tabella, rappresentano il campione da cui estrarre le referenze commerciali per il modello: sono quei brand per cui l'anno commerciale è stato abbastanza critico, con una forte incidenza dei tagli sul totale, e

d'altro canto si tratta di quei brand che hanno visto accumularsi alte giacenze settimanali a valore. Dall' incrocio delle due clusterizzazioni il campione finale e quindi i brand di classe AA sono rappresentativi e saranno input e output del modello teorico.

Il processo di campionamento si conclude con un ulteriore step: a partire infatti dai brand di classe AA, e poiché come chiarito nei paragrafi precedenti, la pianificazione della domanda verte sulle referenze commerciali, per ogni brand sarà considerata la referenza commerciale che realizza più volumi (in termini di fatturato). È stato chiarito come ad ogni brand appartengano più referenze commerciali, funzione del formato, del confezionamento e del canale di clienti a cui il prodotto è venduto.

Data la famiglia di classe AA, in appendice è presente la Tabella 20 riportante i dati economici di fatturato per le referenze commerciali appartenenti ad ogni brand. È possibile individuare le referenze più alto-rotanti per ogni brand: in Tabella 7 è riportato il brand di classe AA e la relativa referenza più alto rotante.

<b>Brand</b>	<b>SKU</b>	<b>Fatturato 1000 €</b>	<b>Incidenza su tot Brand</b>
<i>Nutella</i>	NUT 2 / NUTELLA G450X15	58.178,2	19,0%
<i>Pocket Coffee</i>	PK 1 / POCKET COFFEE T5X32	19.000,4	43,6%
<i>Kinder Sorpresa</i>	KS 1 / KINDER SORPRESA T3X128	32.456,2	40,8
<i>Estathè</i>	EST 1 / ESTATHE BIC T3X24 LIMONE	51.716,7	20,1%
<i>Kinder Bueno</i>	KBU 1 / KINDER BUENO T2X30	25.708,8	43,4%
<i>Kinder Cioccolato</i>	KCI 1 / KINDER CIOCCOLATO T4X20	14.272,7	27,5%

Tabella 7: Brand / SKU del campione individuato

### 3.4 Campionamento in input: situazione AS IS

L'analisi delle criticità dell'anno commerciale 2016/2017 e la valutazione delle giacenze a valore di ciascun prodotto hanno permesso l'individuazione di un campione rappresentativo da analizzare e per cui saranno ricalcolati gli *stock target*, da validare confrontando questi ultimi con quella che è definita la situazione AS IS. La fotografia della situazione attuale ha mostrato infatti le diverse criticità descritte nel §3.3.1, sia qualitative che quantitative: è evidente come le problematiche legate al processo previsionale generano la maggiore percentuale di rotture di stock. Risulta pertanto fondamentale riformulare il calcolo dei livelli target, per cercare di minimizzare le situazioni di stockout, garantendo un maggiore livello di servizio. Inoltre, il processo di campionamento mediante l'analisi ABC incrociata consente di avere un set di SKU da analizzare e su cui vertere le implementazioni del modello stocastico di ricalcolo target.

Dall'analisi delle criticità schematizzata in Figura 17 del §3.3.1 è emerso come ben il 55% delle mancate vendite registrate nell'anno commerciale 2016/2017, per un ammontare complessivo di circa 18 milioni di €, sia stato causato da rotture di stock legate ad accuratezza previsionale e problematiche produttive. Di queste l'errore previsionale e la relativa pianificazione delle scorte risulta essere il fattore più rilevante ai fini dell'efficienza e del numero di stock out, con rispettivo valore economico: la previsione della domanda è la causa di circa 11,5 milioni di € di rotture di stock nell'anno analizzato.

Il modello sviluppato nella tesi vuole pertanto ricalcolare i valori della gestione scorte, prendendo in considerazione l'errore previsionale e analizzandone la sua variabilità, per i prodotti di classe AA e per i periodi in cui la domanda può essere assunta stazionaria e distribuita intorno al suo valore centrale.

Nel contesto aziendale di applicazione, i valori dello stock target sono impostati sulla base di un processo *iterativo*, incentrato sull'esperienza e sulla sperimentazione. Di volta in volta, partendo da valori iniziali frutto di metodologie statistiche, il valore del target è stato modificato negli anni fino al raggiungimento di quello che potesse garantire il minor numero di inevasi, ovvero il livello di servizio ottimo.

È importante dettagliare quali sono i diversi fattori che vanno ad incidere sul calcolo del target – valore di partenza e di arrivo del modello sviluppato – in funzione del processo produttivo e delle caratteristiche del prodotto:

- Lead Time di *approvvigionamento* semilavorati e materie prime;
- Frequenza di *produzione*;
- Tempo di *maturazione* – è il tempo necessario affinché il prodotto sia destinabile al consumo, dopo i test batteriologici;
- Lead Time di *trasporto* e di *stoccaggio*, dagli impianti produttivi alle piattaforme principali, costituenti i nodi principali della struttura *Hub&Spokes*;
- Ampiezza del *network distributivo*<sup>15</sup>: la numerica dei magazzini di stoccaggio aumenta la probabilità di avere rotture di stock;
- *Capacità produttiva* delle linee;
- *Saturazione superficiale* e volumetrica dei depositi;
- *Livello di servizio* da garantire al cliente;

---

<sup>15</sup> Nel processo di pianificazione attuale previsto in Ferrero lo stock target tiene conto dell'ampiezza del network distributivo: si sovrascorta tenendo in considerazione la numerica  $N$  dei depositi di stoccaggio ( $N=7$ ). Il valore delle scorte e quindi del target è calcolato attraverso l'utilizzo del coefficiente  $\sqrt{N}$ , ovvero  $X_s = X\sqrt{N}$ , in cui  $X_s$  rappresenta il valore della scorta che tiene conto del network distributivo costituito da  $N$  nodi di stoccaggio. Nel progetto saranno calcolati i valori di target considerando un unico punto di stoccaggio; per un equo confronto i valori di scorta utilizzati nel contesto aziendale saranno divisi per  $\sqrt{N}$ .

- *Errore previsionale* commesso nei periodi precedenti;
- *Shelf Life* di ciascun prodotto.

Il valore dello stock target attuale, calcolato come giorni di copertura delle scorte, è riportato di seguito in Tabella 8 per ogni brand di classe AA. Precisiamo che le misure target rappresentate per brand sono valide per ogni SKU appartenente alla stessa famiglia. I dati indicati in tabella tengono conto dei fattori sopra descritti, e saranno confrontati con i valori ricalcolati come indicato nei capitoli introduttivi e nel successivo Capitolo 4, per una implementazione in ambito aziendale ai fini del miglioramento del livello di servizio.

Il valore del target, inoltre, è valutato per ciascuna *sessione*, in quanto la stagionalità dei prodotti venduti provoca innalzamenti o diminuzione della domanda in base in diversi momenti dell'anno.

<b>Brand</b>	<b>Stock Target [gg]</b>		
	<b>I Sessione</b>	<b>II Sessione</b>	<b>III Sessione</b>
<i>Nutella</i>	5,7	5,7	5,7
<i>Pocket Coffee</i>	7,6	6,0	0,0
<i>Kinder Sorpresa</i>	6,8	6,0	0,0
<i>Estathè</i>	8,3	8,3	9,8
<i>Kinder Bueno</i>	4,2	4,2	4,2
<i>Kinder Cioccolato</i>	4,5	4,5	4,5

Tabella 8: Stock Target per i brand di Classe AA nella situazione AS IS

Da Tabella 8, si evince come in diversi periodi dell'anno siano stati impostati valori differenti di giacenza media delle scorte, in funzione dei fattori prima elencati. Considerando come esempio il brand Estathè, l'attuale pianificazione prevede un valore diverso del *target* tra le prime due sessioni e la terza, sostanzialmente tra le stagioni più fredde e quella estiva: i giorni di copertura delle scorte della prima e della seconda sessione, aumentano nel periodo che va da maggio ad agosto. Per i brand *Pocket Coffee* e *Kinder Sorpresa*, il discorso è inverso: non si registrano vendite nel periodo estivo di terza sessione, in quanto le SKU appartenenti a queste famiglie non vengono messe in commercio per ragioni puramente qualitative. È invece evidente come il valore di target impostato per la prima sessione - in cui ricadono le festività natalizie - sia abbastanza alto per garantire il giusto valore di scorte e soddisfare le richieste maggiori dei clienti.

## Capitolo 4

# Costruzione del modello stocastico

Il capitolo seguente si pone come obiettivo la descrizione e la successiva implementazione del modello stocastico, elencando le varie assunzioni e ipotesi fatte, sulla base della letteratura analizzata. Saranno considerati i dati settimanali di domanda e di previsione dall'anno solare 2014 al 2017, al fine di avere un campione ampio e rispettare le considerazioni statistiche fatte. L'obiettivo del modello sarà quello di avere i valori ottimali di stock, da utilizzare in fase di pianificazione supponendo una politica di gestione scorte c.d. a *periodo fisso* di riordino con livello obiettivo (o *Base-Stock-Level*). Saranno infine calcolati i nuovi valori dei target in ciascun periodo di stazionarietà individuato, in funzione della variabilità dell'errore previsionale in ogni intervallo temporale e del livello di servizio. La variabilità dell'errore previsionale infatti, suggerisce l'implementazione di una scorta di sicurezza che incrementa il valore dei target attuali come misura di tutela rispetto all'inaccuratezza previsionale. E' calcolato inoltre l'intervallo di copertura (in giorni) entro il quale dovrebbe variare la scorte, nelle assunzioni fatte in merito ai processi ed alle variabili.

Il Paragrafo 4.1 presenterà le serie temporali dei dati di domanda, e contestualmente saranno individuati graficamente degli intervalli temporali in cui la domanda può essere assunta stazionaria. Individuata la stazionarietà, il §4.2 sarà dedicato alla stima dei parametri caratteristici delle distribuzioni campionarie, effettuata con l'ausilio del tool *Input Analyzer* proveniente dal software *Arena Rockwell*®, con i relativi fondamenti teorici. Saranno pertanto calcolati i principali parametri delle distribuzioni campionarie, e sarà valutata l'accuratezza del *fitting* attraverso il test *Chi-Quadro* ed il calcolo

dell'errore quadratico di regressione, come prima misura di accuratezza dell'approssimazione.

Il Lead Time e la sua composizione, sulla base dei processi aziendali dalla pianificazione all'incremento dello stock, sarà analizzato nel §4.3, per ognuno dei prodotti di classe AA. Sarà infine presentato il modello stocastico costruito sulla base delle ipotesi delineate, in funzione del vincolo del livello di servizio prefissato.

## 4.1 Processi stocastici e stazionarietà

Nel contesto delle serie storiche, possiamo definire *processo stocastico*, “una sequenza infinitamente lunga di variabili casuali”, o anche un vettore di infinite componenti aleatorie distinte  $x_t$ . È stocastica pertanto una struttura probabilistica, i cui valori dipendono dalla c.d. funzione di densità di probabilità del processo, e descrivibile mediante alcuni parametri derivanti dai momenti delle funzioni di densità marginali, quali ad esempio valore atteso  $E[x_t] = \mu_t$ , varianza  $V[x_t] = \sigma_t^2$ , e covarianza  $Cov[x_t, x_{t-k}] = Y_{k,t}$ , (Lucchetti, 2015).

Dato un processo stocastico, questo può definirsi *stazionario* - in senso forte - se le sue proprietà e quindi le caratteristiche distribuzionali dei parametri caratteristici rimangono inalterate al passare del tempo, in quello che viene definito processo “senza memoria”. La stazionarietà, ovvero l'assenza di tendenze nella serie temporale, può essere provata applicando dei test di ipotesi statici quali in test di Dickey - Fuller (*DF Test*) - ed il relativo “*Augmented*” Dickey - Fuller (*ADF*), come descritto nell'analisi della letteratura.

Preventivamente, considerando le serie temporali della domanda (dal 2014 al 2017), l'approccio grafico ci permette di suddividere l'orizzonte temporale prima in tre *Sessioni* (le stesse descritte nel §3.2) ed ulteriormente la *I Sessione* in tre sotto-periodi. I periodi rappresentano intervalli temporali dell'anno in cui la domanda può essere assunta stazionaria:

- *I Sessione*: racchiude i primi quattro mesi dell'esercizio commerciale, da settembre a fine dicembre. Questo è il periodo dell'anno in cui si hanno maggiori vendite, a causa della c.d. *reintroduzione*, fase di re-inserimento dei prodotti tolti dal mercato nel periodo estivo. È possibile individuare tre principali sotto-periodi in cui considerare la stazionarietà:
  - *Reintroduzione*: come accennato, è il momento in cui i prodotti a base liquida - tolti dal mercato estivo per ragioni di tipo qualitativo - vengono "reintrodotti" negli assortimenti. In questo periodo che copre sei settimane a partire da settembre<sup>16</sup> è concentrata la maggior domanda dell'anno, anche a causa dello *switch* delle avancasse passando dal layout estivo a quello invernale;
  - *Mid-Season*: periodo intermedio della I sessione, in cui le vendite post-reintro e pre-festività Natalizie risultano sostenute seguendo la logica *push*;
  - *Natale-Epifania*: rappresentato dalle ultime sei settimane da inizio novembre a fine dicembre, in cui vengono realizzati i volumi di sell-

---

<sup>16</sup> Il periodo di c.d. *Reintroduzione* è ovviamente funzione delle condizioni di clima e temperatura: si attende il momento di fine stagione estiva per ripresentare sul mercato tutto portafoglio di prodotti cioccolatosi e i le praline, soprattutto le praline a base liquida (Pocket Coffee e Mon Cheri).

in del Natale e dell'Epifania, con il mercato delle praline che raggiunge il picco di vendite dell'anno;

- *II Sessione*: secondo quadrimestre dell'anno commerciale, da gennaio a fine aprile; in questo periodo sono presenti i volumi generati dalle festività pasquali, soprattutto per il brand *Kinder Gran Sorpresa*;
- *III Sessione*: racchiude i mesi estivi da maggio ad agosto. Per ragioni qualitative, non vengono venduti i prodotti a base "liquida" (Pocket Coffee Mon Cheri), ricalzati da quei brand tipicamente estivi quali *Estathe Fruit*, *Estathe Ice*, *Kinder Merendero*.

In Appendice C sono presenti i grafici rappresentativi del dato di domanda per i prodotti di classe AA identificati nel campione scelto, per ogni anno, dal 2014 al 2017.

Per via grafica, è possibile notare come andando a sezionare l'anno nei diversi periodi indicati, la serie temporale della domanda può essere approssimativamente considerata stazionaria in ciascun intervallo poiché non risultano evidenti chiare tendenze crescenti o decrescenti. L'ipotesi di stazionarietà nelle diverse sessioni temporali indicate, è stata opportunamente validata nel contesto aziendale di applicazione, e risulta essere un'ipotesi significativa: questo in quanto ai fini della gestione della produzione, i vincoli produttivi e le tempistiche dilatate, portano comunque ad effettuare considerazioni di medio termine, basate valori medi e aggregati nei periodi di analisi, che verosimilmente coincidono con quelli indicati.

## 4.2 Fitting e test del Chi - Quadrato

L'analisi dei dati in input procede dopo aver individuato i periodi di stazionarietà della domanda, con la stima dei parametri della distribuzione teorica di approssimazione del campione. Dato il numero elevato di dati in ciascun campione e con il supporto del *Teorema del Limite Centrale*, è possibile considerare in prima analisi dati provenienti da processi stocastici distribuiti secondo *variabili aleatorie (v.a.) normali*, andando a stimare i relativi parametri, quali media e deviazione standard, per ciascun periodo di stazionarietà.

Il processo definito *Fitting* (o *Curve Fitting*) prevede l'approssimazione di una distribuzione empirica di dati, attraverso una distribuzione teorica, i cui parametri possono essere stimati mediante diverse metodologie presenti in letteratura, quali ad esempio *metodo dei momenti* e della *massima verosimiglianza* (**Law, 2006**).

Nel progetto in analisi è stata effettuata la comparazione delle distribuzioni empiriche e teoriche mediante l'utilizzo del software *Arena Rockwell*®, e nello specifico del tool *Input Analyzer*. Lo strumento di supporto, alimentato dall'insieme dei dati prelevati, fornisce la stima dei parametri della distribuzione di Fitting, con relativo *errore quadratico di regressione* come misura di bontà dell'approssimazione; è possibile, inoltre, calcolare i parametri caratteristici di una distribuzione teorica scelta, o lasciare al tool di individuare la migliore distribuzione - tra quelle presenti nel database - fornendo un minore errore quadratico di regressione.

La stima dei parametri caratteristici, nel caso in esame, è stata effettuata in prima analisi considerando la distribuzione normale dei dati, oltre che per i motivi sopra citati, anche per un possibile confronto rispetto ai modelli presenti in letteratura. Infatti, la maggior parte dei modelli esistenti relativi al calcolo delle scorte di sicurezza, legano il

loro risultato alla variabilità della domanda - stimata con la deviazione standard di una *v.a. normale* - e non alla variabilità dell'errore previsionale, come effettuato nel progetto.

Avendo stimato media e deviazione standard della *v.a. normale* di fitting, sarà possibile pertanto confrontare i risultati ottenuti mediante il modello sviluppato, e quelli che potrebbero essere calcolati attraverso l'utilizzo dei modelli presenti in letteratura.

Una volta individuati i parametri delle *v.a. normali* di fitting, è risultato necessario valutare la validità dell'ipotesi di approssimazione mediante la distribuzione scelta. Infatti, per ciascun prodotto e periodo temporale, oltre alla stima dei parametri media,  $\mu$ , e deviazione standard,  $\sigma$ , della normale teorica di adattamento al campione, è stato effettuato il test di ipotesi del *Chi - Quadrato*, con significatività data dal c.d. *p - value*.

Il test del Chi Quadrato è basato sull'individuazione di  $m$  categorie (o *classi*<sup>17</sup> di *frequenza*) in cui andranno a cadere i valori empirici osservati, e in cui cadrebbero i valori attesi della distribuzione teorica. Vengono confrontate infatti le *frequenze assolute osservate*,  $O_i$ , e le *frequenze assolute attese*,  $E_i$ , per ciascuna classe  $i$ . Pertanto, per  $n$  osservazioni, suddivise in  $m$  classi, opportunamente scelte, la statistica da utilizzare è la seguente:

$$\chi_0^2 = \sum_{i=1}^m \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (16)$$

con  $E_i = n p_i$ , dove  $p_i$  rappresenta la funzione di probabilità associata alla *i-esima* classe. Per il *Teorema del Limite Centrale* la statistica  $\chi_0^2$  converge al quadrato di una *v.a. gaussiana*, ovvero ad una  $\chi^2$  di  $k$  gradi di libertà (*gdl*) con  $k = m - s - 1$ , in cui  $s$  rappresenta il numero di parametri della distribuzione teorica ( $s = 2$ , per la *v.a.*

---

<sup>17</sup> Le classi di frequenze per il test Chi Quadrato devono risultare equiprobabili tali che ad ogni classe appartengano almeno cinque elementi teorici ( $E_i > 5$ ). Il test può essere utilizzato per numerosità del campione  $n > 20$ ; in alternativa può essere utilizzato il test esatto di Fisher (**Law, 2006**).

gaussiana). In Figura 20 è rappresentata la distribuzione della v.a. *Chi - Quadrato*<sup>18</sup> in funzione dei gradi libertà  $k$ .

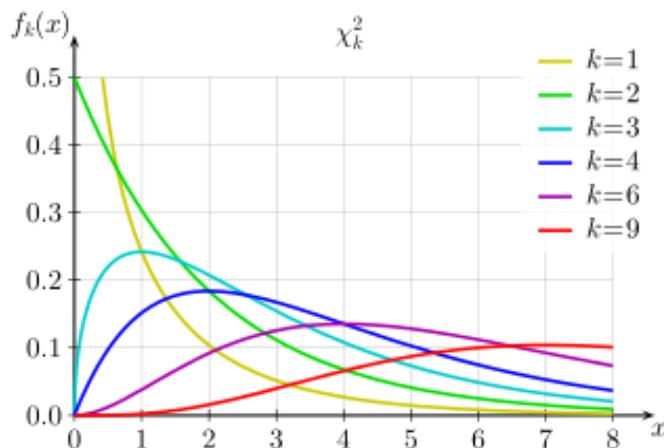


Figura 20: Distribuzione Chi-Quadrato,  $\chi_k^2$

L'ipotesi nulla,  $H_0$ , stabilisce la conformità tra la distribuzione empirica e la distribuzione teorica, mentre l'ipotesi alternativa,  $H_1$ , ne attesta la non conformità, con un livello  $\alpha$  di significatività del test, che identifica le zone di *accettazione* e di *rigetto*. L'ipotesi nulla è pertanto respinta nella zona di *rigetto*, per cui  $\chi_0^2 > \chi_{\alpha,k}^2$ . Il test del *Chi - Quadrato* ci fornisce uno strumento statistico per valutare il fitting, attraverso il calcolo del *p-value*, come misura di significatività dell'approssimazione: un *p-value* inferiore all'1% (o anche al 5%) consiglierebbe di stimare i parametri considerando una diversa distribuzione teorica.

Come rappresentato in Figura 21, il calcolo del *p-value* può essere inteso come la misura della probabilità che la variabile aleatoria teorica assuma valori superiori alla statistica di test  $\chi^2 = \chi_0^2$ , ovvero  $p = \Pr[X \geq \chi^2]$ : il *p-value* consente pertanto di

<sup>18</sup> Tratto da (Wikipedia, 2018)

valutare la significatività del test, senza effettuare il confronto tra statistica di test e i valori critici.

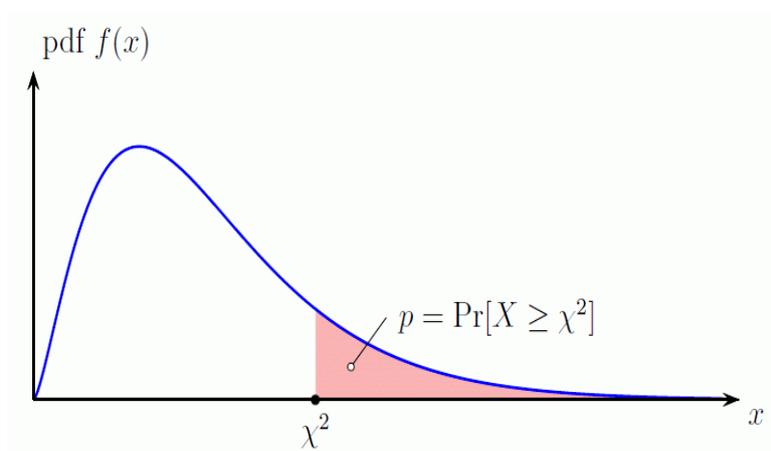


Figura 21: P-value per il test del Chi Quadrato<sup>19</sup> con  $k=2$

Nel progetto in analisi, pertanto, il fitting sarà effettuato in prima analisi considerando la v.a. normale, con relative misure di significatività del test del *Chi - Quadrato* e dell'errore quadratico di regressione, e successivamente scegliendo la migliore distribuzione di fitting, con il calcolo dei relativi parametri.

In Tabella 9 è presente la stima dei parametri media,  $\mu$ , e deviazione standard,  $\sigma$ , della distribuzione normale di fitting (*entrambe espresse in q.li*), il valore dell'errore quadratico di regressione (*Standard Error of Regression - SER*) commesso in con l'approssimazione normale: valori prossimi allo zero rappresentano maggiore bontà del fitting. Infine l'ultima colonna mostra il valore del p-value ottenuto dal test di ipotesi del Chi-Quadrato, come misura di significatività.

Risulta evidente come, per alcuni prodotti e periodi, l'approssimazione attraverso una v. a. gaussiana sia più o meno corretta, fatta eccezione per i tre intervalli temporali

<sup>19</sup> Tratto da (*DI Management, 2018*).

CAPITOLO 4 - COSTRUZIONE DEL MODELLO STOCASTICO

della I Sessione, per cui il fitting attraverso la distribuzione normale non sembra la scelta migliore dati gli esiti dell'adattamento in termini di *SER* e di scarsa significatività del test di ipotesi effettuato, con bassi valori del p-value ( $p < 5\%$ ).

SKU	Periodo	Distribuzione Normale			
		$\mu$	$\sigma$	<i>SER</i>	p - value
EST 1 / ESTATHE BIC T3X24 LIMONE	Reintro	5.270	1700	0,002981	<5,0%
	Mid - Season	3.240	951	0,005759	<5,0%
	Natale - Epifania	3.090	599	0,011168	<5,0%
	II Sessione	3.830	977	0,013761	36,70%
	III Sessione	5.130	1340	0,003735	67,90%
KBU 1 / KINDER BUENO T2X30	Reintro	565	156	0,046459	<5,0%
	Mid - Season	511	60,9	0,014020	<5,0%
	Natale - Epifania	591	110	0,016790	<5,0%
	II Sessione	448	96	0,014683	11,70%
	III Sessione	214	62,5	0,024863	7,24%
KCI 1 / KINDER CIOCCOLATO T4X20	Reintro	367	58,5	0,052475	<5,0%
	Mid - Season	259	46,5	0,011292	<5,0%
	Natale - Epifania	356	73,9	0,064064	<5,0%
	II Sessione	174	37,1	0,012481	38,40%
	III Sessione	126	27,2	0,021673	6,77%
KS 1 / KINDER SORPRESA T3X128	Reintro	429	234	0,078447	<5,0%
	Mid - Season	236	94,9	0,032679	<5,0%
	Natale - Epifania	247	66	0,056886	<5,0%
	II Sessione	102	87,4	0,077915	<5,0%
	III Sessione	0	0	0	0
NUT 2 / NUTELLA G450X15	Reintro	2.130	314	0,050570	<5,0%
	Mid - Season	1.450	222	0,053697	<5,0%
	Natale - Epifania	1.400	229	0,033734	<5,0%
	II Sessione	1.100	214	0,012792	32,80%
	III Sessione	1.030	243	0,014602	12,89%
PK 1 / POCKET COFFEE T5X32	Reintro	795	303	0,02519	<5,0%
	Mid - Season	490	139	0,081659	<5,0%
	Natale - Epifania	638	113	0,038967	<5,0%
	II Sessione	127	118	0,084005	<5,0%
	III Sessione	0	0	0	0

Tabella 9: Fitting con v.a. normale e Test Chi-Quadrato

Si è ritenuto pertanto scegliere le v.a. teoriche di “*best - fitting*”, fornite dal tool *Input Analyzer*, che garantiscono di sicuro un miglior adattamento fornendo valori minori del SER, e migliore significatività (nella maggior parte dei casi), mediante un p-value più alto rispetto a quello del test con la v.a. normale.

È utile precisare come nel processo di adattamento teorico, sono state individuate le distribuzioni di migliore approssimazione del dato empirico, mediante l’ausilio del tool *Input Analyzer*. Ognuna di queste distribuzioni individuate è descritta mediante diversi parametri; di seguito le v.a. riscontrate dal best fitting:

- *Beta*, di parametri caratteristici  $\alpha$ ,  $\beta$ , con  $E[X] = \frac{\alpha}{\alpha+\beta}$ ;
- *Triangolare*, di parametri  $a$ ,  $b$ ,  $c$  :  $c \in [a; b]$ , con  $E[X] = \frac{a+b+c}{3}$ ;
- *Uniforme*, di parametri  $a$ ,  $b$ , con  $E[X] = \frac{a+b}{2}$ .

Il valore della media campionaria sarà pertanto stimato attraverso i parametri della migliore distribuzione teorica di adattamento, e sarà utilizzato per il calcolo delle *scorte ciclo*, e della durata dello stock (*giorni di copertura*), come descritto nel §4.4.

In Tabella 10 è riportato l’esito del *best fitting* (in alcuni casi la normale è la migliore distribuzione teorica di adattamento), con le distribuzioni individuate, i relativi parametri caratteristici, il SER ed il valore ricalcolato del p-value.

CAPITOLO 4 - COSTRUZIONE DEL MODELLO STOCASTICO

SKU	Periodo	Best Fitting			
		v.a.	Parametri	SER	p-value
EST 1 / ESTATHE BIC T3X24 LIMONE	Reintro	Normal	$(\mu; \sigma) = (5270; 1700)$	0,002981	<5,0%
	Mid - Season	Normal	$(\mu; \sigma) = (3240; 951)$	0,005759	<5,0%
	Natale - Epifania	Triangular	$(a; c; b) = (2160; 4660; 2460)$	0,009588	43,7%
	II Sessione	Beta	$(\alpha; \beta) = (1,69; 1,36)$	0,011962	36,7%
	III Sessione	Normal	$(\mu; \sigma) = (5130; 1340)$	0,003735	67,9%
KBU 1 / KINDER BUENO T2X30	Reintro	Normal	$(\mu; \sigma) = (565; 156)$	0,046459	<5,0%
	Mid - Season	Normal	$(\mu; \sigma) = (511; 60,9)$	0,01402	<5,0%
	Natale - Epifania	Normal	$(\mu; \sigma) = (591; 110)$	0,01679	<5,0%
	II Sessione	Normal	$(\mu; \sigma) = (448; 96)$	0,014683	11,7%
	III Sessione	Triangular	$(a; c; b) = (82; 389; 172)$	0,011489	34,4%
KCI 1 / KINDER CIOCCOLATO T4X20	Reintro	Beta	$(\alpha; \beta) = (0,763; 0,989)$	0,013388	<5,0%
	Mid - Season	Triangular	$(a; c; b) = (150; 364; 257)$	0,008711	30,5%
	Natale - Epifania	Beta	$(\alpha; \beta) = (0,943; 0,61)$	0,00322	<5,0%
	II Sessione	Triangular	$(a; c; b) = (93; 260; 187)$	0,009113	51,0%
	III Sessione	Normal	$(\mu; \sigma) = (126; 27,2)$	0,021673	6,8%
KS 1 / KINDER SORPRESA T3X128	Reintro	Triangular	$(a; c; b) = (-0,001; 729; 559)$	0,064233	27,4%
	Mid - Season	Beta	$(\alpha; \beta) = (1,15; 1,45)$	0,007921	43,0%
	Natale - Epifania	Beta	$(\alpha; \beta) = (0,917; 0,771)$	0,023097	<5,0%
	II Sessione	Beta	$(\alpha; \beta) = (0,543; 1,05)$	0,019985	<5,0%
	III Sessione	/	0	0	0,0%
NUT 2 / NUTELLA G450X15	Reintro	Beta	$(\alpha; \beta) = (0,666; 0,616)$	0,007062	<5,0%
	Mid - Season	Triangular	$(a; c; b) = (1050; 1820; 1280)$	0,04701	1,7%
	Natale - Epifania	Uniform	$(a; b) = (996; 1800)$	0,011806	45,6%
	II Sessione	Normal	$(\mu; \sigma) = (1100; 214)$	0,012792	32,8%
	III Sessione	Beta	$(\alpha; \beta) = (1,56; 2,55)$	0,012315	24,0%
PK 1 / POCKET COFFEE T5X32	Reintro	Triangular	$(a; c; b) = (20; 1250; 1120)$	0,011233	>75%
	Mid - Season	Beta	$(\alpha; \beta) = (0,494; 0,604)$	0,014541	<5,0%
	Natale - Epifania	Triangular	$(a; c; b) = (399; 873; 641)$	0,037223	44,1%
	II Sessione	Beta	$(\alpha; \beta) = (0,443; 0,912)$	0,016235	10,0%
	III Sessione	/	0	0	0,0%

Tabella 10: Best Fitting e Test Chi-Quadrato

### 4.3 Composizione del Lead Time deterministico

Nel paragrafo precedente è stata analizzata la domanda ed il suo andamento, valutandone la stazionarietà nei diversi periodi considerati. Nel seguente §4.3 saranno presentate le varie componenti del Lead Time, dall'attività di pianificazione fino allo stoccaggio dei prodotti presso i depositi, da qui disponibili alla vendita. Nel dettaglio, il Lead Time complessivo può essere scomposto in tre diverse sotto-componenti:

- Lead Time di *pianificazione*: è il tempo che intercorre tra il controllo dei livelli di stock, il monitoraggio delle produzioni e delle spedizioni in corso, e le successive implementazioni e richieste di produzione (confermate dai pianificatori del Central Planning in Lussemburgo);
- Lead Time di *produzione*, rappresenta il tempo di produzione di un lotto, che sarà poi inserito in spedizione dagli stabilimenti produttivi ai depositi;
- Lead Time di *maturazione*<sup>20</sup>: il processo di maturazione è volto ad eliminare la carica batterica generatasi in fase di produzione;
- Lead Time di *trasporto* e di *stoccaggio*, è il tempo che intercorre dall'inizio del trasporto dagli stabilimenti produttivi alla presa in carico presso le piattaforme<sup>21</sup> di stoccaggio.

In Tabella 11 vengono riportati i tempi di pianificazione, produzione, maturazione e trasporto per i prodotti del campione identificato nel capitolo precedente:

---

<sup>20</sup> Con “*maturazione*” è da intendersi il processo che prevede test batteriologici e chimici, svolto a campione ed in laboratori a temperatura controllata con conseguente abbattimento della carica batterica.

<sup>21</sup> La struttura distributiva di Ferrero è organizzata secondo una rete “*Hub&Spokes*”, in cui i nodi principali sono costituiti dalle piattaforme principali, mentre i *Transit Points* occupano i punti periferici della rete.

## CAPITOLO 4 - COSTRUZIONE DEL MODELLO STOCASTICO

SKU	Pianificazione	Produzione	Maturazione	Trasporto	LT
EST 1 / ESTATHE BIC T3X24 LIM	1 gg	2 gg	15 gg	2 gg	<b>20 gg</b>
KBU 1 / KINDER BUENO T2X30	1 gg	3 gg	1 gg	2 gg	<b>7 gg</b>
KCI 1 / K. CIOCCOLATO T4X20	1 gg	3 gg	1 gg	2 gg	<b>7 gg</b>
KS 1 / KINDER SORPRESA T3X128	1 gg	3 gg	1 gg	2 gg	<b>7 gg</b>
NUT 2 / NUTELLA G450X15	1 gg	2 gg	4 gg	2 gg	<b>9 gg</b>
PK 1 / POCKET COFFEE T5X32	1 gg	3 gg	2 gg	2 gg	<b>8 gg</b>

*Tabella 11: Lead time per SKU del campione*

La Tabella 11 mostra come il tempo necessario al processo di pianificazione della produzione e di richieste di modifica dei piani produttivi (colonna “Pianificazione”), sia equivalente nonostante le differenze tra ciascun prodotto. Consiste nella fase in cui ogni referente di area si interfaccia con la pianificazione centrale del Lussemburgo, per tarare i piani produttivi in base a quelli che sono i dati di consuntivo o in base ai piani vendita modificati con le informazioni delle altre funzioni aziendali.

Le diversità nel lead time si hanno in maniera significativa per i processi di produzione e di maturazione. È proprio il processo di maturazione a rendere significativa la differenza nel lead time, soprattutto per quanto riguarda il brand Estathè, per cui le caratteristiche organolettiche di prodotto e i controlli qualitativi a cui è sottoposto ciascun lotto, impegnano 15 giorni sui 21 complessivi, ovvero oltre il 70% del Lead Time totale.

Il lead time complessivo è comunque assunto deterministico e quindi non presenta caratteristiche probabilistiche. Una complicazione del progetto potrebbe essere apportata tenendo conto delle oscillazioni del lead time e quindi assumendone aleatorietà.

## 4.4 Scorte di sicurezza e *Stock Target*: situazione TO BE

Considerare la variabilità della domanda e dell'intera supply chain, in un contesto push basato sulla previsione, rende importante il ruolo delle scorte, e principalmente delle scorte di sicurezza, come risposta alla variabilità delle previsioni. Pertanto, la funzione fondamentale delle scorte è quella di far fronte alle discontinuità e agli imprevisti, assicurando la flessibilità e l'uniformità delle diverse fasi operative (*Pellicelli, 1968*). Esiste la suddivisione delle scorte in base diverse esigenze, in cui individuiamo:

- *Scorte funzionali* (o *scorta ciclo*): utilizzate come funzione di disaccoppiamento tra produzione e vendite di prodotti finiti, le scorte funzionali rappresentano il valore medio delle uscite nel periodo di fuori controllo,  $LT + \tau$ , dalla pianificazione allo stoccaggio;
- *Scorte di sicurezza*: giacenza accumulata per far fronte a fenomeni di discontinuità e a variabilità dei fattori che caratterizzano la supply chain;
- *Scorte speculative*: costituite per dare vantaggio rispetto ad una variazione attesa dei prezzi in un determinato lasso temporale.

Entrando nel dettaglio delle scorte di sicurezza, è possibile ricondurre i modelli di gestione scorte a quattro macro-categorie, in funzione della variabilità del lead time e della domanda. In base a quanto descritto nel paragrafo precedente il valore del Lead Time, per ciascuna tipologia di prodotto, è stato ipotizzato e deterministico e quindi non variabile nel tempo. Partendo da lead time costante, una complicazione del modello potrebbe essere raggiunta assumendo il lead time variabile, stimandone media e deviazione standard (*Talluri, et al., 2004*).

•Lead Time = costante

•Domanda = costante

**CASE I**

*No Safety Stock*

•Lead Time = **probabilistico**

•Domanda = costante

**CASE II**

$$SS = F_s^{-1}(LDS) \sigma_{\tau+LT}$$

$$\sigma_{\tau+LT} = \sqrt{\bar{D}^2 \sigma_{LT}^2}$$

•Lead Time = costante

•Domanda = **probabilistica**

**CASE III**

$$SS = F_s^{-1}(LDS) \sigma_{\tau+LT}$$

$$\sigma_{\tau+L} = \sigma_D \sqrt{(\bar{LT} + \tau)}$$

•Lead Time = **probabilistico**

•Domanda = **probabilistica**

**CASE IV**

$$SS = F_s^{-1}(LDS) \sigma_{\tau+LT}$$

$$\sigma_{\tau+LT} = \sqrt{\bar{D}^2 \sigma_{LT}^2 + (\bar{LT} + \tau) \sigma_D^2}$$

Figura 22: Calcolo scorte di sicurezza in funzione della variabilità del Lead Time e della Domanda

Il modello sviluppato nella tesi sarà riferito al *Caso III* in cui viene assunto costante il lead time, mentre viene considerata la variabilità della domanda. Dall'analisi delle criticità verificatesi nel corso dell'anno commerciale 2016/2017, è inoltre risultato evidente come l'inaccuratezza previsionale generi il maggior numero di rotture di stock. Per questi motivi il ricalcolo dello stock target e delle scorte di sicurezza è stato legato alla variabilità dell'errore previsionale, piuttosto che alla dispersione del dato di domanda. Le scorte di sicurezza sono pertanto calcolate come, dall'equazione (14) riportata nel §1.4.4, ovvero  $SS_{LT+\tau} = k \sigma_{LT+\tau}^E \sqrt{LT + \tau}$ , con  $k$  fattore di servizio e

$\sigma_{LT+\tau}^{\varepsilon}$  misura di distorsione dell'errore previsionale, stimata attraverso il *Root Mean Squared Error (RMSE)*, come descritto nel paragrafo successivo.

#### 4.4.1 Variabilità dell'errore previsionale

Effettuare previsioni porta inevitabilmente con sé il rischio di commettere errori di diversa entità. La misurazione dell'errore previsionale è funzione pertanto del contesto applicativo e della sensibilità dei dati trattati, rispetto alle evidenze da analizzare.

Come descritto nel Capitolo 1, le modalità di calcolo dell'errore previsionale, considerando o meno la compensazione, sono elencate in una prima suddivisione:

- misure di *distorsione*: valutano l'entità dell'errore di previsione ed il verso, individuando i casi di *overforecasting* e quelli di *underforecasting*;
- misure di *dispersione*: valutano l'entità dell'errore di previsione in valore assoluto (considerando lo scarto tra domanda reale e previsione), evitando fenomeni di compensazione tra errori puntuali di segno differente.

Nel progetto in analisi saranno utilizzate le misure di dispersione piuttosto che le prime, in quanto non si tiene conto della compensazione nei casi di sottostima e sovrastima. I diagrammi di dispersione rappresentati in Figura 23 mostrano le nuvole di punti degli errori previsionali per ciascun prodotto di classe AA, commessi in tutti i periodi di riferimento e valutati come differenza tra previsione e domanda,  $e_t = F_t - D_t$ .

È evidente come per alcuni prodotti, la nuvola di punti sia molto dispersa attorno al valore centrale - quasi sempre prossimo allo zero - mentre si verificano casi in cui il diagramma risulti schiacciato intorno al valore centrale. I diagrammi non sembrano presentare particolari *pattern*, quali tendenze e stagionalità, rendendo ragionevole l'ipotesi di casualità del dato, ai fini del calcolo dei valori di dispersione nei modi presentati di seguito.



Figura 23: Diagrammi a dispersione dell'errore previsionale

Per il calcolo della variabilità dell'errore previsionale, riportato in Tabella 12, sono state utilizzate le diverse metriche discusse nel Capitolo 1, riportando principali caratteristiche e complicazioni di ciascuna misura:

- il BIAS o Mean Error (ME) calcola il valore medio degli errori previsionali commessi in ogni time bucket, imbattendosi nella problematica della compensazione tra *overforecasting* e *underforecasting*;
- il MAD considera gli errori commessi in valore assoluto, evitando la compensazione, e dando una misura di scostamento della forecast rispetto al dato di domanda consuntivato nel periodo. Attraverso il MAD è possibile calcolare il MAPE, come misura media di scostamento percentuale rispetto al dato di domanda, metrica molto utilizzata come KPI di performance del processo previsionale;
- il MSE, a differenza del precedente, eleva al quadrato gli errori commessi in ciascun time bucket, calcolandone poi la media per l'orizzonte temporale considerato. Dando maggiore peso agli scostamenti di grande entità - rappresentati dagli *outlier* - risulta essere una misura severa della variabilità dell'errore previsionale, da utilizzare quando l'inaccuratezza previsionale genera costi e perdite significativi. La radice quadrata del *Mean Squared Error*, ovvero il *Root Mean Squared Error (RMSE)* sarà la metrica utilizzata nel caso in esame;
- la SDE è la metrica più utilizzata come misura della deviazione standard degli errori previsionali, misurandone lo scostamento rispetto alla media. Prevede che il diagramma a nuvola sia concentrato attorno al valore centrale, rendendo significativo il calcolo del valore medio.

CAPITOLO 4 - COSTRUZIONE DEL MODELLO STOCASTICO

<i>SKU</i>	<i>Periodo</i>	<i>Forecast</i>	<i>Order</i>	<i>ME</i>	<i>MAD</i>	<i>RMSE</i>	<i>SDE</i>
<b>EST 1 / ESTATHE BIC T3X24 LIMONE</b>	<i>Reintro</i>	4.676	5.322	-647	1.027	1.264	1.119
	<i>Mid - Season</i>	3.431	3.230	201	572	734	727
	<i>Natale - Epifania</i>	3.128	3.237	-109	605	811	826
	<i>II Sessione</i>	3.578	4.041	-463	787	1.071	980
	<i>III Sessione</i>	4.266	5.142	-876	1.155	1.453	1.177
<b>KBU 1 / KINDER BUENO T2X30</b>	<i>Reintro</i>	482	572	-91	93	104	54
	<i>Mid - Season</i>	475	507	-32	46	59	51
	<i>Natale - Epifania</i>	479	578	-99	129	178	153
	<i>II Sessione</i>	319	415	-97	102	133	93
	<i>III Sessione</i>	198	210	-11	28	34	33
<b>KCI 1 / KINDER CIOCCOLATO T4X20</b>	<i>Reintro</i>	297	364	-67	67	79	42
	<i>Mid - Season</i>	231	257	-26	27	40	31
	<i>Natale - Epifania</i>	301	346	-45	50	77	65
	<i>II Sessione</i>	182	176	6	27	33	33
	<i>III Sessione</i>	125	126	-1	26	28	29
<b>KS 1 / KINDER SORPRESA T3X128</b>	<i>Reintro</i>	403	444	-41	107	168	168
	<i>Mid - Season</i>	236	235	1	61	68	70
	<i>Natale - Epifania</i>	229	235	-6	63	79	81
	<i>II Sessione</i>	89	91	-2	18	28	29
	<i>III Sessione</i>	0	0	0	0	0	0
<b>NUT 2 / NUTELLA G450X15</b>	<i>Reintro</i>	2.201	2.070	132	284	368	354
	<i>Mid - Season</i>	1.292	1.430	-137	326	402	389
	<i>Natale - Epifania</i>	1.234	1.364	-130	220	275	250
	<i>II Sessione</i>	1.207	1.060	147	219	341	312
	<i>III Sessione</i>	1.019	1.113	-94	149	208	189
<b>PK 1 / POCKET COFFEE T5X32</b>	<i>Reintro</i>	930	761	169	283	384	356
	<i>Mid - Season</i>	380	435	-54	67	85	68
	<i>Natale - Epifania</i>	473	602	-129	133	157	92
	<i>II Sessione</i>	94	99	-6	27	44	44
	<i>III Sessione</i>	0	0	0	0	0	0

Tabella 12: Misure di variabilità dell'errore previsionale

#### 4.4.2 Ricalcolo degli Stock Target

Il processo di gestione della produzione e dello stock, così come descritto in precedenza, identifica una politica a *periodo fisso* di riordino, con ripristino del livello obiettivo rappresentato dallo *Stock Target* - anche detta “*order-up-to level*” o “*base stock policy*” (**Brandimarte & Zotteri, 2004**), descritta in paragrafo 3.2.

La politica descritta in precedenza, e le varie assunzioni effettuate, provenienti dalla letteratura, ci consentono di costruire il modello stocastico per la gestione delle scorte in relazione alla variabilità dell’errore previsionale. Partendo dalle considerazioni delineate per il livello di servizio, quest’ultimo costituirà il vincolo principale al modello. Come chiarito nei precedenti paragrafi 1.1 e 4.4.1, tra le misure di variabilità dell’errore previsionale, è stato preferito il Root Mean Squared Error (RMSE), poiché maggiormente severo rispetto alle altre metriche, data la media degli errori quadratici commessi in ciascun periodo. La misura infatti tende a dare più rilevanza ai valori elevati di errore previsionale, a cui però è verosimilmente più logico associare maggiore probabilità di *stockout* (**Milanato, 2008; Talluri, et al., 2004; Makridakis, et al., 1998**).

Considerando il calcolo del livello di servizio, di *Tipo II* dalla (10) del §1.2, come il rapporto tra quantità richiesta dai clienti e quantità evasa in ciascun *time bucket*, sarà possibile calcolare i valori di scorta di sicurezza per ogni intervallo di stazionarietà individuate: esso rappresenta la probabilità che il valore delle scorte disponibili alla vendita sia superiore della domanda, per ogni prodotto e periodo.

E’ possibile rappresentare il significato del livello di servizio in chiave probabilistica, come,  $LDS_t = Pr[S_t \geq D_t]$ , con  $S_t$  e  $D_t$ , rispettivamente i valori di stock e domanda in ciascun *time bucket*  $t$ . Nel progetto in esame saranno calcolati i valori dei target ottimali, impostando un livello di servizio pari al 98%, ovvero assumendo  $Pr[S_t \geq D_t] \geq 98,0\%$ .

A partire dalla probabilità di non andare in stockout, il fattore  $k$  di livello di servizio sarà calcolato attraverso la funzione inversa della distribuzione normale standard, ovvero  $k = \Phi_z^{-1}(1 - p_1)$ , con  $1 - p_1 = LDS$ , e di conseguenza il valore  $p_1$  che rappresenta la probabilità di rotture di stock nell'orizzonte temporale considerato.

Come chiarito nel paragrafo 1.2, il progetto vuole portare un miglioramento dell'efficienza del processo di pianificazione dello stock, per poter garantire al cliente un livello di servizio maggiore. Nel §1.2 è infatti rappresentato il livello di servizio registrato nell'anno 2016/2017 per ciascuna aggregazione dei prodotti in *mercati* e per ogni *sessione* dell'anno commerciale esteso da settembre ad agosto: portare il livello di servizio ad una soglia minima del 98,0% rappresenterebbe un indice significativo di ottimizzazione dei processi operativi connessi alla pianificazione dello stock.

Il fattore  $k$ , associato ad un livello di servizio pari al 98,0%, sarà valutato dalla tabella dei valori della distribuzione normale standard<sup>22</sup>, riportata in Appendice A. La tavola infatti rappresenta i valori della coda sinistra della distribuzione normale standard, ovvero i valori assunti dalla funzione *distribuzione cumulata di probabilità (CdF)* al variare del parametro  $z$ , che in questo caso coincide con il fattore di servizio  $k$ .

A partire dal valore del livello di servizio e dalla metrica scelta per la misura della variabilità dell'errore previsionale, ovvero RMSE, come indicato nel §4.4.2, è possibile calcolare la scorta di sicurezza dalla (14); il valore del livello obiettivo definito *Base-Stock-Level* è calcolato come dalla (13) dove  $SC_{LT+\tau} = \mu (LT + \tau)$ , rappresenta la scorta funzionale o *scorta ciclo*, nel periodo di fuori controllo.

---

<sup>22</sup> Per calcolare il fattore di servizio a partire dalla probabilità di non andare in stockout, può essere utilizzato anche Microsoft Excel ® e la relativa funzione *INV.NORM.S* ( $1 - p_1$ ).

#### 4.4 Scorte di sicurezza e Stock Target: situazione TO BE

Una volta individuato il valore del livello obiettivo ottenuto come somma della scorta ciclo e di quella di sicurezza, è stato possibile valutare la giacenza media prevista in ciascun periodo di stazionarietà e quindi lo stock target valutato in giorni di copertura. In Tabella 13 è riportato il riepilogo delle misure utilizzate fino al ricalcolo dello stock target.

<i>Fattore di Livello di Servizio</i>	/	$k = \Phi_z^{-1}(LDS) = \Phi_z^{-1}(98\%)$
<i>Variabilità dell'errore previsionale</i>	[q.li]	$\sigma_{LT+\tau}^\varepsilon = RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}}$
<i>Scorta Ciclo</i>	[q.li]	$SC_{LT+\tau} = \mu (LT + \tau)$
<i>Scorta di sicurezza</i>	[q.li]	$SS_{LT+\tau} = k \sigma_{LT+\tau}^\varepsilon \sqrt{LT + \tau}$
<i>Livello Obiettivo (Base Stock Level)</i>	[q.li]	$B = SC_{LT+\tau} + SS_{LT+\tau}$
<i>Giacenza Media</i>	[q.li]	$GM = B - \left(LT + \frac{\tau}{2}\right) \mu$
<i>Stock Target</i>	[gg]	$\overline{T_{gg}} = \frac{B}{\mu} - \left(LT + \frac{\tau}{2}\right)$
<i>Intervallo di copertura</i>	[gg]	$\left[ \frac{k \sigma_{LT+\tau}^\varepsilon \sqrt{LT + \tau}}{\mu}; \frac{B}{\mu} - LT \right]$

Tabella 13: Riepilogo formule per il calcolo dello Stock Target

In particolare, considerando la politica di gestione scorte a periodo fisso di riordino, con  $\tau = 1$  settimana è possibile individuare il valore della giacenza media attesa e l'intervallo in cui la scorta è prevista variare (**Brandimarte & Zotteri, 2004**). Infatti, il valore a stock in ciascun periodo risulta variare tra  $B - LT \mu$  e le scorte di sicurezza  $SS_{LT+\tau}$  anche valutate come  $B - (LT + \tau) \mu$ , ovvero la quota di stock volta a gestire l'incertezza; mediamente la quantità riordinata è pari a  $(\tau \mu)$  mentre la giacenza media sarà calcolata come:

$$GM = B - \left( LT + \frac{\tau}{2} \right) \mu \quad (17)$$

Il valore dello *stock target* sarà pertanto pari alla giacenza media da ottenere applicando la politica di gestione scorte basata sul livello obiettivo calcolato. Il target è però espresso in giorni di copertura della domanda media  $\mu$ , ed è risultato della seguente espressione:

$$\overline{T_{gg}} = \frac{B}{\mu} - \left( LT + \frac{\tau}{2} \right) \quad (18)$$

È possibile inoltre identificare come descritto l'*intervallo di copertura*, in giorni, entro il quale la scorta sarà prevista variare:

$$\left[ \frac{k \sigma_{LT+\tau}^{\xi} \sqrt{LT + \tau}}{\mu}; \frac{B}{\mu} - LT \right] \quad (19)$$

Il valore della giacenza media (in quintali), dello stock target e il relativo intervallo di copertura entro il quale la scorta sarà prevista variare sono riportati in Tabella 14, per ciascun prodotto e periodo di stazionarietà.

#### 4.4 Scorte di sicurezza e Stock Target: situazione TO BE

<b>SKU</b>	<b>Periodo</b>	<b>Safety Stock [q.li]</b>	<b>Base-Stock-Level [q.li]</b>	<b>Giacenza Media [q.li]</b>	<b>Stock Target [gg]</b>	<b>Intervallo di copertura [gg]</b>
<b>EST 1 / ESTATHE BIC T3X24 LIMONE</b>	<i>Reintro</i>	5.803	32.153	8.438	8,0	[5,5 ÷ 10,5]
	<i>Mid - Season</i>	3.372	19.572	4.992	7,7	[5,2 ÷ 10,2]
	<i>Natale - Epifania</i>	3.722	19.189	5.269	8,5	[6,0 ÷ 11,0]
	<i>II Sessione</i>	4.917	24.072	6.833	8,9	[ 6,4 ÷ 11,4]
	<i>III Sessione</i>	6.674	32.324	9.239	9,0	[ 6,5 ÷ 11,5]
<b>KBU 1 / KINDER BUENO T2X30</b>	<i>Reintro</i>	332	1.688	615	5,4	[ 2,9 ÷ 7,9]
	<i>Mid - Season</i>	186	1.413	442	4,3	[ 1,8 ÷ 6,8]
	<i>Natale - Epifania</i>	567	1.986	863	7,3	[ 4,8 ÷ 9,8]
	<i>II Sessione</i>	423	1.498	647	7,2	[ 4,7 ÷ 9,7]
	<i>III Sessione</i>	109	623	216	5,1	[ 2,6 ÷ 7,6]
<b>KCI 1 / KINDER CIOCCOLATO T4X20</b>	<i>Reintro</i>	250	1.131	433	5,9	[ 3,4 ÷ 8,4]
	<i>Mid - Season</i>	128	745	257	5,0	[ 2,5 ÷ 7,5]
	<i>Natale - Epifania</i>	246	1.100	424	6,0	[ 3,5 ÷ 8,5]
	<i>II Sessione</i>	104	536	194	5,4	[ 2,9 ÷ 7,9]
	<i>III Sessione</i>	90	392	153	6,1	[ 3,6 ÷ 8,6]
<b>KS 1 / KINDER SORPRESA T3X128</b>	<i>Reintro</i>	536	1.565	750	8,7	[ 6,2 ÷ 11,2]
	<i>Mid - Season</i>	218	784	336	7,1	[ 4,6 ÷ 9,6]
	<i>Natale - Epifania</i>	251	844	374	7,6	[ 5,1 ÷ 10,1]
	<i>II Sessione</i>	91	335	142	6,9	[ 4,4 ÷ 9,4]
	<i>III Sessione</i>	0	0	0	0,0	0
<b>NUT 2 / NUTELLA G450X15</b>	<i>Reintro</i>	1.264	7.237	2.331	5,5	[ 3,0 ÷ 8,0]
	<i>Mid - Season</i>	1.383	5.255	2.075	7,5	[ 5,0 ÷ 10,0]
	<i>Natale - Epifania</i>	946	4.860	1.645	5,9	[ 3,4 ÷ 8,4]
	<i>II Sessione</i>	1.171	4.251	1.721	7,8	[ 5,3 ÷ 10,3]
	<i>III Sessione</i>	715	3.599	1.230	6,0	[ 3,5 ÷ 8,5]
<b>PK 1 / POCKET COFFEE T5X32</b>	<i>Reintro</i>	1.321	3.553	1.720	10,8	[ 8,3 ÷ 13,3]
	<i>Mid - Season</i>	293	1.665	538	5,5	[ 3,0 ÷ 8,0]
	<i>Natale - Epifania</i>	540	2.327	859	6,7	[ 4,2 ÷ 9,2]
	<i>II Sessione</i>	150	505	213	8,4	[ 5,9 ÷ 10,9]
	<i>III Sessione</i>	0	0	0	0,0	0

Tabella 14: Valori ricalcolati dello stock target e intervallo di copertura

Dai calcoli effettuati, sintetizzati in Tabella 14, si evince come la giacenza media attesa sia variabile in ciascun periodo, e di conseguenza sia variabile lo stock target per ogni prodotto del campione analizzato. Lo stock target, infatti, tiene conto della dimensione della scorta di sicurezza, funzione della variabilità dell'errore previsionale, pertanto aumentando non solo quando si ha un periodo con domanda più elevata, ma anche e soprattutto quando nello stesso periodo si registra un errore di previsione più disperso. La scorta di sicurezza costituisce anche l'estremo inferiore dell'*intervallo di copertura* (espressa in giorni di copertura), rappresentando il minimo valore che lo stock deve assumere per garantire il livello di servizio prefissato.

Da un primo confronto tra la situazione TO BE ottenuta e l'attuale stato del sistema analizzato, AS IS, si evince come il processo previsionale e di gestione scorte attualmente utilizzato nel contesto aziendale, sia basato su dei valori di stock target (elencati in Tabella 8) che, per quasi tutti i prodotti e periodi, ricadono nell'intervallo di copertura calcolato nel progetto, in quanto ottenuti da un processo iterativo basato sull'esperienza, e funzione dei parametri descritti nel §3.4. Per una migliore lettura dei risultati a livello aziendale, per ciascun prodotto e periodo sarà indicato nella Tabella 15, il valore del MAPE previsionale realizzato nell'intervallo, e la relativa modifica del target oltre che la composizione dell'intervallo di copertura calcolato

Entrando nel dettaglio di ciascun prodotto e periodo di stazionarietà, come schematizzato in Tabella 15 riportata sotto, il modello sviluppato in questa tesi propone innanzitutto di dividere la *I Sessione* in tre sotto intervalli, in cui è prevista stazionarietà e ciascuno con il rispettivo valore di target. Prendendo ad esempio *Pocket Coffee T5x32* - che evidenzia bene il risultato del modello - il target attuale consiste in 7,6 giorni di copertura media dello stock, per tutta la durata della *I Sessione*; il progetto invece propone

di suddividere il periodo in tre sotto intervalli, poiché è in questi intervalli che è stata individuata la stazionarietà. In particolare, la I Sessione sarà suddivisa in:

- *Reintro*, con aumento del target fino a 10,8 giorni, in quanto è registrata una *domanda media* maggiore (797 q.li contro 490 e 638 degli altri due periodi) e una maggiore *dispersione* dell'errore previsionale (evidente da Tabella 12);
- *Mid - Season*, riduzione del target a 5,5 giorni;
- *Natale - Epifania*, riduzione del target a 6,7 giorni.

Se da un lato il valore dello *Stock Target* proposto dal modello fornisce la misura della scorta media ottimale, dall'altro la lettura dell'*intervallo di copertura* suggerisce comunque di cercare di tenere la scorta all'interno degli estremi, minimo e massimo, sia per evitare situazioni di rotture di stock e relativo disservizio al cliente, sia per non accumulare giacenze in eccesso tenendo basso il valore delle obsolescenze.

Infatti, le inefficienze del processo di gestione scorte, come ampiamente descritto nei capitoli precedenti, sono dovute a rotture di stock con relativa diminuzione del livello di servizio al cliente, ma anche ad accumuli di scorte, che, data la natura *deperibile* dei prodotti, possono verosimilmente obsolescenze e mancate vendite.

CAPITOLO 4 - COSTRUZIONE DEL MODELLO STOCASTICO

<i>SKU</i>	<i>Periodo</i>	<i>MAPE</i> [%]	<i>Target Attuale</i> [gg]	<i>Intervallo di copertura</i> [gg]	<i>Stock Target</i> [gg]
<b>EST 1 / ESTATHE BIC T3X24 LIMONE</b>	<i>Reintro</i>	78,0%	7,9	[5,5 ÷ 10,5]	8,0
	<i>Mid - Season</i>	83,3%	7,9	[5,2 ÷ 10,2]	7,7
	<i>Natale - Epifania</i>	80,7%	7,9	[6,0 ÷ 11,0]	8,5
	<i>II Sessione</i>	78,0%	7,9	[ 6,4 ÷ 11,4]	8,9
	<i>III Sessione</i>	72,9%	9,4	[ 6,5 ÷ 11,5]	9,0
<b>KBU 1 / KINDER BUENO T2X30</b>	<i>Reintro</i>	80,8%	4,2	[ 2,9 ÷ 7,9]	5,4
	<i>Mid - Season</i>	90,3%	4,2	[ 1,8 ÷ 6,8]	4,3
	<i>Natale - Epifania</i>	73,0%	4,2	[ 4,8 ÷ 9,8]	7,3
	<i>II Sessione</i>	68,1%	4,2	[ 4,7 ÷ 9,7]	7,2
	<i>III Sessione</i>	86,0%	4,2	[ 2,6 ÷ 7,6]	5,1
<b>KCI 1 / KINDER CIOCCOLATO T4X20</b>	<i>Reintro</i>	77,3%	4,5	[ 3,4 ÷ 8,4]	5,9
	<i>Mid - Season</i>	88,3%	4,5	[ 2,5 ÷ 7,5]	5,0
	<i>Natale - Epifania</i>	83,2%	4,5	[ 3,5 ÷ 8,5]	6,0
	<i>II Sessione</i>	85,2%	4,5	[ 2,9 ÷ 7,9]	5,4
	<i>III Sessione</i>	79,3%	4,5	[ 3,6 ÷ 8,6]	6,1
<b>KS 1 / KINDER SORPRESA T3X128</b>	<i>Reintro</i>	73,4%	6,8	[ 6,2 ÷ 11,2]	8,7
	<i>Mid - Season</i>	74,3%	6,8	[ 4,6 ÷ 9,6]	7,1
	<i>Natale - Epifania</i>	72,3%	6,8	[ 5,1 ÷ 10,1]	7,6
	<i>II Sessione</i>	79,8%	6,0	[ 4,4 ÷ 9,4]	6,9
	<i>III Sessione</i>	0	0,0	0	0
<b>NUT 2 / NUTELLA G450X15</b>	<i>Reintro</i>	87,1%	6,0	[ 3,0 ÷ 8,0]	5,5
	<i>Mid - Season</i>	74,7%	6,0	[ 5,0 ÷ 10,0]	7,5
	<i>Natale - Epifania</i>	82,2%	6,0	[ 3,4 ÷ 8,4]	5,9
	<i>II Sessione</i>	81,8%	6,0	[ 5,3 ÷ 10,3]	7,8
	<i>III Sessione</i>	85,4%	6,0	[ 3,5 ÷ 8,5]	6,0
<b>PK 1 / POCKET COFFEE T5X32</b>	<i>Reintro</i>	69,6%	7,6	[ 8,3 ÷ 13,3]	10,8
	<i>Mid - Season</i>	82,3%	7,6	[ 3,0 ÷ 8,0]	5,5
	<i>Natale - Epifania</i>	72,0%	7,6	[ 4,2 ÷ 9,2]	6,7
	<i>II Sessione</i>	71,2%	6,0	[ 5,9 ÷ 10,9]	8,4
	<i>III Sessione</i>	0	6,0	0	0

Tabella 15: Confronto Stock Target AS IS e TO BE

## Capitolo 5

# Conclusioni

Il settore del largo consumo è incentrato sul processo previsionale, seguendo la logica push e spingendo la produzione per incrementare le vendite dei prodotti finiti a valle. L'estensione della supply chain, la struttura distributiva e l'incertezza della domanda rendono le previsioni uno strumento fondamentale per la ricerca continua dell'efficienza e della minimizzazione degli sprechi. In quest'ottica la misura dello Stock Target suggerita dal modello sviluppato nella tesi, cerca di comporsi di una contro misura all'aleatorietà dei processi, e nello specifico alla variabilità dell'errore previsionale. Viene scelta come misura della variabilità dell'errore previsionale la metrica basata sull'errore quadratico commesso in ciascun time bucket di pianificazione, per non cadere nelle problematiche della compensazione e per dare maggiore peso agli scostamenti di grande entità. Il calcolo, tra le altre cose, presuppone assenza di correlazione tra ciascun periodo: una prima complicazione potrebbe prevederne la presenza e l'analisi.

È importante precisare che il progetto sviluppato è volto alla costruzione di un modello stocastico di gestione scorte, che a differenza della letteratura esistente, lega il calcolo delle scorte di sicurezza alla variabilità dei processi previsionali, e non più della domanda, tenendo invece conto di essa, in fase di valutazione della scorta ciclo.

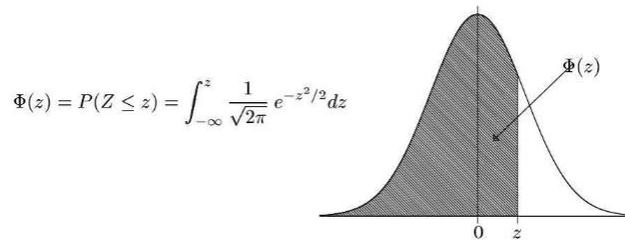
Il calcolo, fino al risultato finale, è basato su assunzioni forti supportate dalla letteratura analizzata, quali la stazionarietà del dato di domanda nei periodi individuati e la provenienza da una distribuzione teorica di *Best Fitting*. Il test del Chi Quadrato effettuato sconsiglierebbe di utilizzare i parametri della distribuzione teorica individuata, in quanto si generano valori bassi del *p-value*, misura di significatività del test. D'altro

canto, la stazionarietà ipotizzata potrebbe essere provata mediante l'utilizzo di modalità statistiche, tra cui il test di *Dickey - Fuller*, suggerito e descritto nell'elaborato. La simulazione ad eventi discreti, mediante la costruzione di un modello iterativo di calcolo delle giacenze e dei target di pianificazione, potrebbe costituire un supporto integrativo alle procedure implementate nella tesi, rappresentando il comportamento del sistema - in questo caso il processo di gestione scorte - e mappandone gli andamenti. Il ricalcolo dello Stock Target, come costruito e di conseguenza descritto, fornirebbe un miglioramento del processo di allocazione delle scorte, favorendo sia il raggiungimento dell'obiettivo del livello di servizio, sia individuando il valore di stock medio ideale da garantire senza alimentare il rischio di obsolescenza.

Il modello stocastico costruito - validate le sue assunzioni - porterebbe comunque a riformulare lo stock target di pianificazione utilizzato nel contesto aziendale. Infatti, la suddivisione dell'orizzonte in diversi periodi temporali, in cui viene assunta la stazionarietà, evidenzia le differenze nella dispersione dell'errore previsionale e nei valori medi di domanda registrata, dando vita a valori di stock target diversi per ciascun periodo. Il progetto pertanto, in prima analisi, suggerisce alle funzioni aziendali coinvolte nelle varie fasi di osservare i processi di pianificazione e previsione inquadrando dei micro-periodi in cui assumere i dati di domanda confrontabili, ricalcolando lo stock target da implementare. In seconda analisi, inoltre, viene proposto un intervallo di scorta media, anziché la predisposizione di un singolo valore target, che conferma l'attuale impostazione del processo di pianificazione, suggerendo però un valore minimo - pari alla scorta di sicurezza - ed un valore massimo di giacenza, in base al prodotto ed al relativo orizzonte previsionale.

# APPENDICE A

In Appendice è illustrata la tabella dei valori della *funzione densità di probabilità*  $\Phi(z)$ , in funzione di  $z$  per la distribuzione normale standard, con  $\mu = 0$  e  $\sigma^2 = 1$ .



<b>z</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>	<b>0,07</b>	<b>0,08</b>	<b>0,09</b>
<b>0,0</b>	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
<b>0,1</b>	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
<b>0,2</b>	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
<b>0,3</b>	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
<b>0,4</b>	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
<b>0,5</b>	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
<b>0,6</b>	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
<b>0,7</b>	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
<b>0,8</b>	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
<b>0,9</b>	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
<b>1,0</b>	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
<b>1,1</b>	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
<b>1,2</b>	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
<b>1,3</b>	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
<b>1,4</b>	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
<b>1,5</b>	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
<b>1,6</b>	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
<b>1,7</b>	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
<b>1,8</b>	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
<b>1,9</b>	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
<b>2,0</b>	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
<b>2,1</b>	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
<b>2,2</b>	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
<b>2,3</b>	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
<b>2,4</b>	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
<b>2,5</b>	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
<b>2,6</b>	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
<b>2,7</b>	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
<b>2,8</b>	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
<b>2,9</b>	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
<b>3,0</b>	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990	0,9990

Tabella 16: (Appendice A) Tavola valori Distribuzione Normale Standard

## APPENDICE B

In questa appendice sono riportati i valori, in tabelle e grafici, utilizzati per l'analisi ABC dei tagli, dello stock a valore, fino all'analisi ABC incrociata descritta dettagliatamente nel Paragrafo 3.3

Tabella 17: (Appendice B) Incidenza tagli per Brand e classificazione ABC

Brand	Tagli - 1.000 €	Incidenza su tot Brand	Cumulata	Classe
<i>Nutella</i>	4.558,1	14,1%	14,1%	A
<i>Pocket Coffee</i>	3.095,3	9,5%	23,6%	A
<i>Kinder Pinguì</i>	2.588,0	8,0%	31,6%	A
<i>Kinder Sorpresa</i>	2.496,0	7,7%	39,3%	A
<i>Estathè</i>	2.182,1	6,7%	46,0%	A
<i>Kinder Cioccolato</i>	1.242,5	3,8%	49,9%	A
<i>Kinder Colazione Più</i>	1.036,9	3,2%	53,1%	A
<i>Kinder Maxi</i>	983,5	3,0%	56,1%	A
<i>Kinder Cerealé</i>	981,3	3,0%	59,1%	A
<i>Ferrero Rocher</i>	970,5	3,0%	62,1%	A
<i>Tic Tac Gum</i>	955,8	2,9%	65,1%	A
<i>Mon Cheri</i>	871,5	2,7%	67,8%	A
<i>Kinder Pan E Cioc</i>	869,9	2,7%	70,4%	A
<i>Kinder Bueno</i>	852,1	2,6%	73,1%	A
<i>Kinder Fetta Al Latte</i>	815,2	2,5%	75,6%	A
<i>Kinder Delice</i>	730,7	2,3%	77,8%	A
<i>Tronky</i>	634,0	2,0%	79,8%	A
<i>Nutella B-Ready</i>	626,8	1,9%	81,7%	B
<i>Nutella &amp; Go</i>	598,9	1,8%	83,6%	B
<i>Tic Tac</i>	558,3	1,7%	85,3%	B
<i>Kinder Merendero</i>	518,2	1,6%	86,9%	B
<i>Kinder Cereali</i>	411,5	1,3%	88,2%	B
<i>Ferrero Collection</i>	409,8	1,3%	89,4%	B
<i>Fiesta</i>	385,4	1,2%	90,6%	B
<i>Brioss</i>	364,8	1,1%	91,7%	B
<i>Kinder Choco Fresh</i>	327,0	1,0%	92,8%	B
<i>Estathè Ice</i>	268,6	0,8%	93,6%	B
<i>Kinder Pan e Cioc Cacao</i>	265,6	0,8%	94,4%	B
<i>Kinder Brioss</i>	263,6	0,8%	95,2%	C
<i>Nutella &amp; Go Estathè</i>	237,6	0,7%	95,9%	C
<i>Kinder Brioss Frutta</i>	236,8	0,7%	96,7%	C
<i>Kinder Maxi King</i>	163,8	0,5%	97,2%	C
<i>Kinder Bueno White</i>	155,3	0,5%	97,7%	C
<i>Kinder Colazione Più Integrale</i>	154,1	0,5%	98,1%	C
<i>Raffaello</i>	142,2	0,4%	98,6%	C
<i>Golden Gallery</i>	117,6	0,4%	98,9%	C
<i>Tic Tac Breeze</i>	113,3	0,3%	99,3%	C
<i>Kinder Bueno Dark</i>	109,8	0,3%	99,6%	C
<i>Kinder Paradiso</i>	48,2	0,1%	99,8%	C
<i>Duplo</i>	37,9	0,1%	99,9%	C
<i>Kinder Schoko-Bons</i>	18,8	0,1%	99,9%	C
<i>Duplo Fondente</i>	10,0	0,0%	100,0%	C
<i>Kinder Cards</i>	6,2	0,0%	100,0%	C
	<b>32413,0</b>			

Tabella 18: (Appendice B) Giacenza media settimanale e classificazione ABC

Brand	€/q.li	GM - 1.000 q.li	GM a valore - 1.000 €	Incidenza sul totale	Cumulata	Classe
<i>Estathè</i>	195,1	148,6	28.991,86	25,47%	25,47%	A
<i>Nutella</i>	864,6	24,2	20.923,32	18,38%	43,86%	A
<i>Kinder Sorpresa</i>	5.012,5	2,4	12030	10,57%	54,43%	A
<i>Kinder Bueno</i>	2.187,8	3,1	6.782,18	5,96%	60,39%	A
<i>Kinder Cioccolato</i>	1735	3,2	5.552	4,88%	65,27%	A
<i>Pocket Coffee</i>	1.929,1	1,7	3.279,47	2,88%	68,15%	A
<i>Tic Tac</i>	3.609,1	0,7	2.537,64	2,23%	70,38%	A
<i>Kinder Brioss</i>	721,8	3,5	2.526,37	2,22%	72,60%	A
<i>Kinder Cereali</i>	1.358,7	1,8	2.445,66	2,15%	74,75%	A
<i>Kinder Merendero</i>	2.970,6	0,8	2.376,48	2,09%	76,83%	A
<i>Fiesta</i>	679,2	3,2	2.173,44	1,91%	78,74%	A
<i>Nutella &amp; Go</i>	2.383,5	0,9	2.145,15	1,88%	80,63%	B
<i>Tronky</i>	1727	1,1	1.899,7	1,67%	82,30%	B
<i>Kinder Colazione Più</i>	828,3	2,2	1.822,26	1,60%	83,90%	B
<i>Tic Tac Gum</i>	4.487,3	0,4	1.794,92	1,58%	85,48%	B
<i>Kinder Maxi</i>	1.220,4	1,2	1.464,48	1,29%	86,76%	B
<i>Nutella B-Ready</i>	1.054,4	1,3	1.370,72	1,20%	87,97%	B
<i>Duplo</i>	1.442,9	0,9	1.298,61	1,14%	89,11%	B
<i>Kinder Cards</i>	942,2	1,3	1.224,86	1,08%	90,18%	C
<i>Kinder Delice</i>	606,4	1,8	1.091,52	0,96%	91,14%	C
<i>Ferrero Rocher</i>	1.755,1	0,6	1.053,06	0,93%	92,07%	C
<i>Kinder Cerealé</i>	809,1	1,3	1.051,83	0,92%	92,99%	C
<i>Kinder Bueno White</i>	1.415,3	0,6	849,18	0,75%	93,74%	C
<i>Kinder Pan E Cioc</i>	770,7	1	770,7	0,68%	94,42%	C
<i>Mon Cheri</i>	1.729,2	0,4	691,68	0,61%	95,02%	C
<i>Kinder Pinguì</i>	1.098,8	0,6	659,28	0,58%	95,60%	C
<i>Kinder Fetta Al Latte</i>	916,7	0,7	641,69	0,56%	96,17%	C
<i>Nutella &amp; Go Estathè</i>	2.124,2	0,3	637,26	0,56%	96,73%	C
<i>Tic Tac Breeze</i>	4896	0,1	489,6	0,43%	97,16%	C
<i>Kinder Brioss Frutta</i>	689,1	0,7	482,37	0,42%	97,58%	C
<i>Brioss</i>	600,2	0,7	420,14	0,37%	97,95%	C
<i>Kinder Schoko-Bons</i>	1.400,3	0,3	420,09	0,37%	98,32%	C
<i>Estathè Ice</i>	511,6	0,5	255,8	0,22%	98,54%	C
<i>Golden Gallery</i>	2.525,8	0,1	252,58	0,22%	98,77%	C
<i>Ferrero Collection</i>	2.316,6	0,1	231,66	0,20%	98,97%	C
<i>Raffaello</i>	2302	0,1	230,2	0,20%	99,17%	C
<i>Kinder Bueno Dark</i>	1.129,7	0,2	225,94	0,20%	99,37%	C
<i>Kinder Colazione Più Integrale</i>	688,6	0,2	137,72	0,12%	99,49%	C
<i>Kinder Pan E Cioc Cacao</i>	680,6	0,2	136,12	0,12%	99,61%	C
<i>Kinder Choco Fresh</i>	1.194,4	0,1	119,44	0,10%	99,72%	C
<i>Kinder Maxi King</i>	1168	0,1	116,8	0,10%	99,82%	C
<i>Kinder Paradiso</i>	1.042,6	0,1	104,26	0,09%	99,91%	C
<i>Duplo Fondente</i>	1.026,4	0,1	102,64	0,09%	100,00%	C

113810,7

Figura 24: (Appendice B) Classificazione ABC della giacenza media a valore

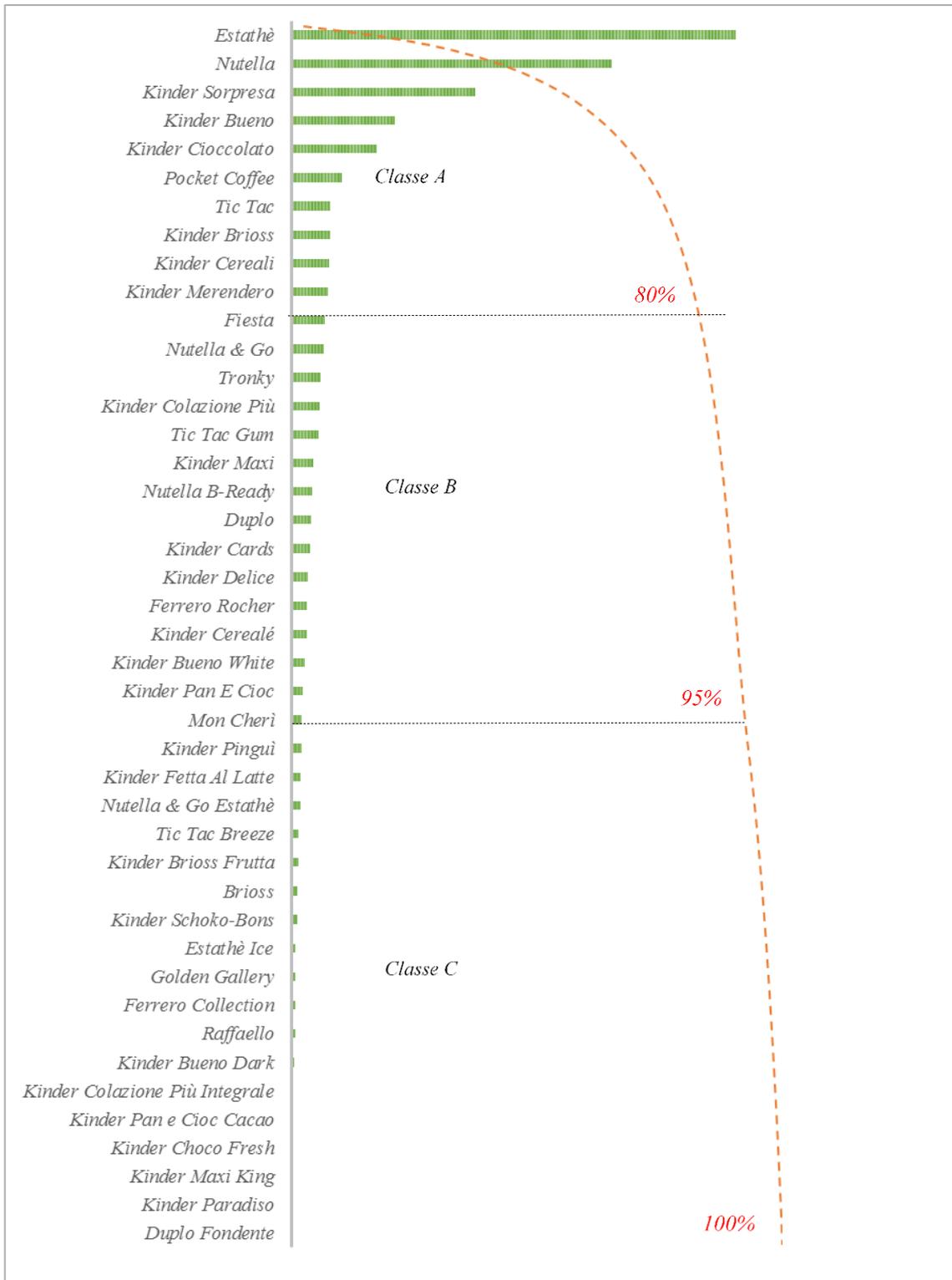


Tabella 19: (Appendice B) Analisi ABC Incrociata per brand

Brand	Tagli -1.000 €	Classe	GM a valore - 1.000€	Classe	ABC Incrociata
<i>Esthè</i>	2.182,1	A	28.991,9	A	AA
<i>Nutella</i>	4.558,1	A	20.923,3	A	AA
<i>Kinder Sorpresa</i>	2.496,0	A	12.030,0	A	AA
<i>Kinder Bueno</i>	852,1	A	6.782,2	A	AA
<i>Kinder Cioccolato</i>	1.242,5	A	5.552,0	A	AA
<i>Pocket Coffee</i>	3.095,3	A	3.279,5	A	AA
<i>Tronky</i>	634,0	A	1.899,7	B	AB
<i>Kinder Colazione Più</i>	1.036,90	A	1.822,3	B	AB
<i>Tic Tac Gum</i>	955,8	A	1.794,9	B	AB
<i>Kinder Maxi</i>	983,5	A	1.464,5	B	AB
<i>Kinder Delice</i>	730,7	A	1.091,5	C	AC
<i>Ferrero Rocher</i>	970,5	A	1.053,1	C	AC
<i>Kinder Cerealé</i>	981,3	A	1.051,8	C	AC
<i>Kinder Pan E Cioc</i>	869,9	A	770,7	C	AC
<i>Mon Cheri</i>	871,5	A	691,7	C	AC
<i>Kinder Pinguì</i>	2.588,0	A	659,3	C	AC
<i>Kinder Fetta Al Latte</i>	815,2	A	641,7	C	AC
<i>Tic Tac</i>	558,3	B	2537,6	A	BA
<i>Kinder Cereali</i>	411,5	B	2445,7	A	BA
<i>Kinder Merendero</i>	518,2	B	2376,45	A	BA
<i>Fiesta</i>	385,4	B	2173,4	A	BA
<i>Nutella &amp; Go</i>	598,9	B	2145,2	B	BB
<i>Nutella B-Ready</i>	626,8	B	1370,7	B	BB
<i>Brioss</i>	364,8	B	420,1	C	BC
<i>Esthè Ice</i>	268,6	B	255,8	C	BC
<i>Ferrero Collection</i>	409,8	B	231,7	C	BC
<i>Kinder Pan E Cioc Cacao</i>	265,6	B	136,1	C	BC
<i>Kinder Choco Fresh</i>	327,0	B	119,4	C	BC
<i>Kinder Brioss</i>	263,6	C	2526,4	A	CA
<i>Duplo</i>	37,9	C	1298,6	B	CB
<i>Kinder Cards</i>	6,2	C	1224,9	C	CC
<i>Kinder Bueno White</i>	155,3	C	849,2	C	CC
<i>Nutella &amp; Go Esthè</i>	237,6	C	637,3	C	CC
<i>Tic Tac Breeze</i>	113,3	C	489,6	C	CC
<i>Kinder Brioss Frutta</i>	236,8	C	482,4	C	CC
<i>Kinder Schoko-Bons</i>	18,8	C	420,1	C	CC
<i>Golden Gallery</i>	117,6	C	252,6	C	CC
<i>Raffaello</i>	142,2	C	230,2	C	CC
<i>Kinder Bueno Dark</i>	109,8	C	225,9	C	CC
<i>Kinder Colazione Più Integrale</i>	154,1	C	137,7	C	CC
<i>Kinder Maxi King</i>	163,8	C	116,8	C	CC
<i>Kinder Paradiso</i>	48,2	C	104,3	C	CC
<i>Duplo Fondente</i>	10,0	C	102,6	C	CC

Tabella 20: (Appendice B) Fatturato per referenza / brand di classe AA

Mercato	Brand	SKU	Fatturato - 1000 €	Incidenza su Brand
<b>PRALINE</b>	<b>Pocket Coffee</b>	PK 1 / POCKET COFFEE T5X32	19.000	43,6%
		PK 2 / POCKET COFFEE DEC T5X12X6	5.193	11,9%
		PK 3 / POCKET COFFEE T18X6	4.268	9,8%
		PK 4 / POCKET COFFEE T18X72	3.038	7,0%
		PK 5 / POCKET COFFEE T32	2.829	6,5%
		PK 6 / POCKET COFFEE T18X144	2.430	5,6%
		PK 7 / POCKET COFFEE DEC T(5X2)X8X2	2.143	4,9%
		PK 8 / POCKET COFFEE T(5X2)X8X2	1.992	4,6%
		PK 9 / POCKET COFFEE T32X72	1.259	2,9%
		PK 10 / POCKET COFFEE T1X48X(2)	483	1,1%
		PK 11 / POCKET COFFEE T5X12	383	0,9%
		PK 12 / POCKET COFFEE T32X48	358	0,8%
		PK 13 / POCKET COFFEE T4X140	214	0,5%
		<i>Pocket Coffee Totale</i>		
<b>CIOCCOLATI</b>	<b>Kinder Cioccolato</b>	KCI 1 / KINDER CIOCCOLATO T4X20	14.273	27,5%
		KCI 2 / KINDER CIOCCOLATO T16X10	10.378	20,0%
		KCI 3 / KINDER CIOCCOLATO T8X10	8.284	16,0%
		KCI 4 / KINDER CIOCCOLATO T8X160	4.805	9,3%
		KCI 5 / KINDER CIOCCOLATO T24X12	4.358	8,4%
		KCI 6 / KINDER CIOCCOLATO T16X140	3.312	6,4%
		KCI 7 / KINDER CIOCCOLATO T(8X3)X48	2.162	4,2%
		KCI 8 / KINDER CIOCCOLATO T24X72	1.022	2,0%
		KCI 9 / KINDER CIOCCOLATO T24X120	860	1,7%
		KCI 10 / KINDER CIOCCOLATO T(8X3)X12	714	1,4%
		KCI 11 / KINDER CIOCCOLATO T(4X3)X12	371	0,7%
		KCI 12 / KINDER CIOCCOLATO T(4X3)X48	339	0,7%
		KCI 13 / KINDER CIOCCOLATO T(16+8)X72	305	0,6%
		KCI 14 / KINDER CIOCCOLATO T(12X2)X48	298	0,6%
		KCI 15 / KINDER CIOCCOLATO T12X48	295	0,6%
		KCI 16 / KINDER CIOCCOLATO T12X24	123	0,2%
<i>Kinder Cioccolato Totale</i>			<i>51.900</i>	<i>100,0%</i>
<b>SNACK DOLCI</b>	<b>Kinder Bueno</b>	KBU 1 / KINDER BUENO T2X30	25.709	43,4%
		KBU 2 / KINDER BUENO T(2X6)X5	8.838	14,9%
		KBU 3 / KINDER BUENO T(2X3)X10X2	7.500	12,7%
		KBU 4 / KINDER BUENO T(2X6)X90	5.927	10,0%
		KBU 5 / KINDER BUENO T(2X5)X6	3.568	6,0%
		KBU 6 / KINDER BUENO T(2X3)X10X15	3.241	5,5%
		KBU 7 / KINDER MINI BUENO T20X18	1.203	2,0%
		KBU 8 / KINDER MINI BUENO G97X18	1.087	1,8%
		KBU 9 / KINDER BUENO T2X15X2	730	1,2%
		KBU 10 / KINDER MINI BUENOT24X14	403	0,7%
		KBU 11 / KINDER MINI BUENO T20X108	324	0,5%
		KBU 12 / KINDER BUENO T(2X5)X60	219	0,4%
		KBU 13 / KINDER MINI BUENO T24X56	208	0,4%

		KBU 14 / KINDER MINI BUENO T1X150X2	125	0,2%
		KBU 15 / KINDER MINI BUENO G97X108	125	0,2%
		<i>Kinder Bueno Totale</i>	<i>59.208</i>	<i>100,0%</i>
<b>CREME</b>	<b>Nutella</b>	NUT 2 / NUTELLA G450X15	58.178	19,0%
		NUT 1 / NUTELLA G825X12	39.911	13,0%
		NUT 3 / NUTELLA G825X120	33.286	10,9%
		NUT 4 / NUTELLA G630X12	25.782	8,4%
		NUT 5 / NUTELLA G200X15	23.574	7,7%
		NUT 6 / NUTELLA G1000X6	20.487	6,7%
		NUT 7 / NUTELLA G1000X80	19.029	6,2%
		NUT 8 / NUTELLA G1000X120	18.070	5,9%
		NUT 9 / NUTELLA G630X120	16.368	5,3%
		NUT 10 / NUTELLA G3000X2	15.223	5,0%
		NUT 11 / NUTELLA G15X120	5.932	1,9%
		NUT 12 / NUTELLA G(15X6)X40	5.924	1,9%
		NUT 13 / NUTELLA G450X60	5.354	1,7%
		NUT 14 / NUTELLA G200X60	4.335	1,4%
		NUT 15 / NUTELLA G630X60	4.255	1,4%
		NUT 16 / NUTELLA G(25X64)	2.718	0,9%
		NUT 17 / NUTELLA KG7,5	1.394	0,5%
		NUT 18 / NUTELLA G800X12	1.314	0,4%
		NUT 19 / NUTELLA G(825+175)X80	980	0,3%
		NUT 20 / NUTELLA G30X64	770	0,3%
		NUT 21 / NUTELLA G950X6	743	0,2%
		NUT 22 / NUTELLA G950X120	714	0,2%
		NUT 23 / NUTELLA G30X256	556	0,2%
		NUT 24 / NUTELLA G750X12	465	0,2%
		NUT 25 / NUTELLA G750X120	334	0,1%
		NUT 26 / NUTELLA KG20	322	0,1%
		NUT 27 / NUTELLA G950X80	227	0,1%
		NUT 28 / NUTELLA G825X192	219	0,1%
		NUT 29 / NUTELLA G630X240	211	0,1%
		NUT 30 / NUTELLA G800X120	42	0,0%
		NUT 31 / NUTELLA G200X15	7	0,0%
		NUT 32 / NUTELLA G25X64	2	0,0%
		NUT 33 / NUTELLA G5000	1	0,0%
		NUT 34 / NUTELLA G3000X2	0	0,0%
		<i>Nutella Totale</i>	<i>306.727</i>	<i>100,0%</i>
<b>BEVANDE</b>	<b>Estathè</b>	EST 1 / ESTATHE BIC T3X24 LIMONE	51.717	20,1%
		EST 2 / ESTATHE BIC T3X24 PESCA	37.380	14,5%
		EST 3 / ESTATHE BOT LIM LT1,5X6	25.420	9,9%
		EST 4 / ESTATHE LAT 0,33X24 PESCA	22.873	8,9%
		EST 5 / ESTATHE LAT 0,33X24 LIMONE	20.610	8,0%
		EST 6 / ESTATHE BOT PES LT1,5X6	16.570	6,4%
		EST 7 / ESTATHE BOT LIM LT0,5X12	13.186	5,1%
		EST 8 / ESTATHE BOT PES LT0,5X12	11.406	4,4%
		EST 9 / ESTATHE BIC T3X162 LIMONE	11.282	4,4%
		EST 10 / ESTATHE BIC T3X162 PESCA	6.700	2,6%
		EST 11 / ESTATHE LAT 0,33X(22+2) PESCA	4.626	1,8%
		EST 12 / ESTATHE LAT 0,33X(22+2) LIMONE	4.396	1,7%
		EST 13 / ESTATHE BIC T1X72 LIMONE	3.940	1,5%
		EST 14 / ESTATHE BIC T3X24 LIMONE DET	3.603	1,4%
		EST 15 / ESTATHE BIC T1X72 PESCA	2.170	0,8%

EST 16 / ESTATHE BOT LIM DE LT1,5X6	2.082	0,8%
EST 17 / ESTATHE BIC T3X24 PESCA DET	1.905	0,7%
EST 18 / ESTATHE BOT LIM LT1,5X84	1.862	0,7%
EST 19 / ESTATHE BIC T3X24 LIM ZERO	1.831	0,7%
EST 20 / ESTATHE BOT 1,5X6 LIM ZERO	1.607	0,6%
EST 21 / ESTATHE BIC T3X24 PESCA ZERO	1.506	0,6%
EST 22 / ESTATHE BOT 1,5X6 PESCA ZERO	1.437	0,6%
EST 23 / ESTATHE BOT PES LT1,5X84	1.284	0,5%
EST 24 / ESTATHE BIC T3X(22+2) LIMONE	1.045	0,4%
EST 25 / ESTATHE BIC T3X(22+2) PESCA	858	0,3%
EST 26 / ESTATHE BIC T3X162 LIM ZERO	801	0,3%
EST 27 / ESTATHE BIC T3X162 PESCA ZERO	614	0,2%
EST 28 / ESTATHE BOT 1,5X84 LIM ZERO	496	0,2%
EST 29 / ESTATHE BOT LIM LT1,75X6	469	0,2%
EST 30 / ESTATHE BIC T3X24 ARANCIA/LIME	385	0,1%
EST 31 / ESTATHE BOT 1,5X84 PESCA ZERO	369	0,1%
EST 32 / ESTATHE BOT T VERDE MENTA LT1,5X84	366	0,1%
EST 33 / ESTATHE BOT 1,5X84 ANANAS/MANGO	356	0,1%
EST 34 / ESTATHE BIC T(3X4)X44 PESCA	320	0,1%
EST 35 / ESTATHE BIC T3X162 ANANAS/MANGO	244	0,1%
EST 36 / ESTATHE BOT T VERDE MENTA LT1,5X6	238	0,1%
EST 37 / ESTATHE BIC T3X24 ANANAS/MANGO	220	0,1%
EST 38 / ESTATHE BIC T3X24 VERDE MENTA	201	0,1%
EST 39 / ESTATHE BOT 1,5X6 ANANAS/MANGO	199	0,1%
EST 40 / ESTATHE BIC T3X162 VERDE MENTA	198	0,1%
EST 41 / ESTATHE BOT PES LT1,75X6	165	0,1%
EST 42 / ESTATHE BOT 1,5X6 ARANCIA/LIME	160	0,1%
EST 43 / ESTATHE BOT 1,5X84 ARANCIA/LIME	51	0,0%
EST 44 / ESTATHE PES ZERO T3X24 BIC	11	0,0%
EST 45 / ESTATHE LIM ZERO T3X24 BIC	10	0,0%
EST 46 / ESTATHE BIC T3X24 PESCA	10	0,0%
EST 47 / ESTATHE BIC T3X24 ANANAS/MANGO	7	0,0%
EST 48 / ESTATHE BIC T3X24 VERDE MENTA	7	0,0%
EST 49 / ESTATHE BIC T3X162 LIMONE	5	0,0%
<i>Estathè Totale</i>	<i>257.200</i>	<i>100,0%</i>
<b>UOVA</b>	<b>Kinder Sorpresa</b>	
KS 1 / KINDER SORPRESA T3X128	32.456	40,8%
KS 2 / KINDER SORPRESA T1X72	27.858	35,0%
KS 6 / KINDER SORPRESA T4X64	3.095	3,9%
KS 3 / KINDER SORPRESA T6X56	2.690	3,4%
KS 4 / MISTO K UOVO MAXI P72 K2,5	2.415	3,0%
KS 5 / KINDER UOVO MAXI K2,5X96	2.194	2,8%
KS 7 / KINDER SORPRESA T1X72	1.542	1,9%
KS 8 / KINDER SORPRESA T1X216	1.157	1,5%
KS 9 / KINDER SORPRESA T6X8	1.115	1,4%
KS 10 / KINDER SORPRESA T3X64	1.007	1,3%
KS 11 / KINDER SORPRESA T1X36	746	0,9%
KS 12 / KINDER SORPRESA T(3X2)X64	691	0,9%
KS 13 / KINDER UOVO MAXI K2,5X6	656	0,8%
KS 14 / MISTO K UOVO MAXI P12	569	0,7%
KS 15 / KINDER SORPRESA T4X6	557	0,7%
KS 16 / KINDER UOVO MAXI K2,5X96	463	0,6%
KS 17 / KINDER SORPRESA T(3X4)X48	410	0,5%
<i>Kinder Sorpresa Totale</i>	<i>79.622</i>	<i>100,0%</i>

# APPENDICE C

Nella presente Appendice sono rappresentati i grafici del dato di domanda al fine di valutare la stazionarietà attraverso un primo approccio grafico, in riferimento al periodo di campionamento scelto come descritto nel §4.1. Per ogni SKU appartenente alla classe AA, la figura mostra l'andamento della domanda, per ogni anno e per periodo.

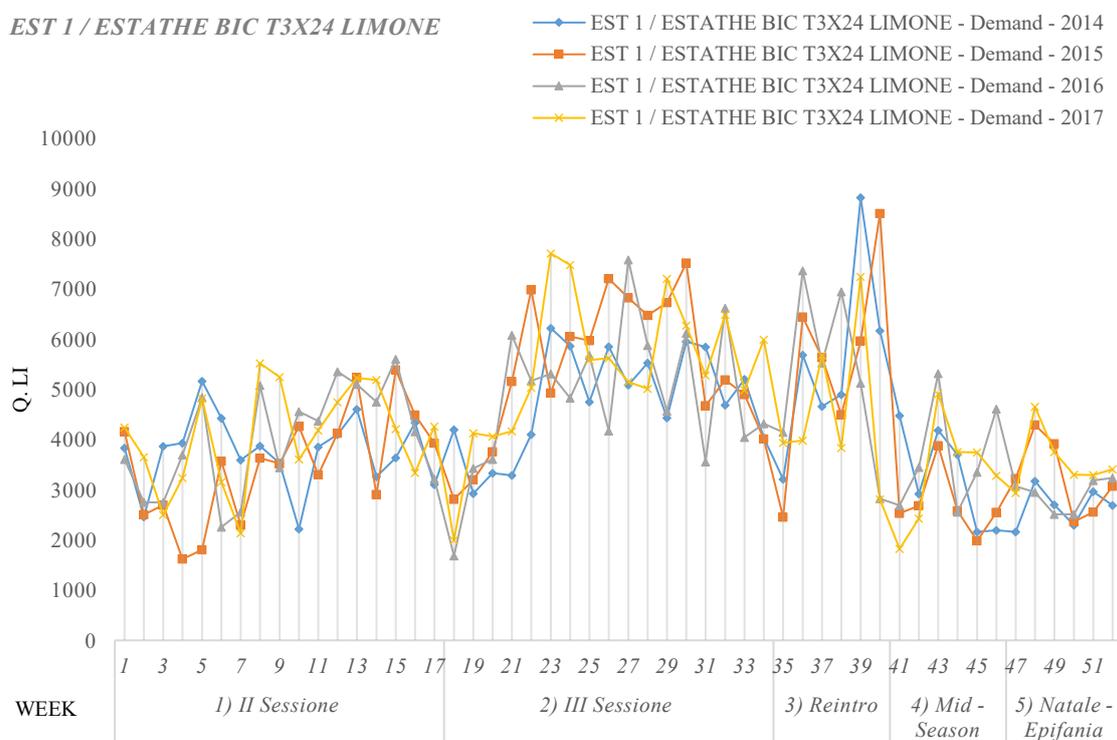


Figura 25: (Appendice C) Andamento domanda per ESTATHE BIC T3X24

**KBU 1 / KINDER BUENO T2X30**

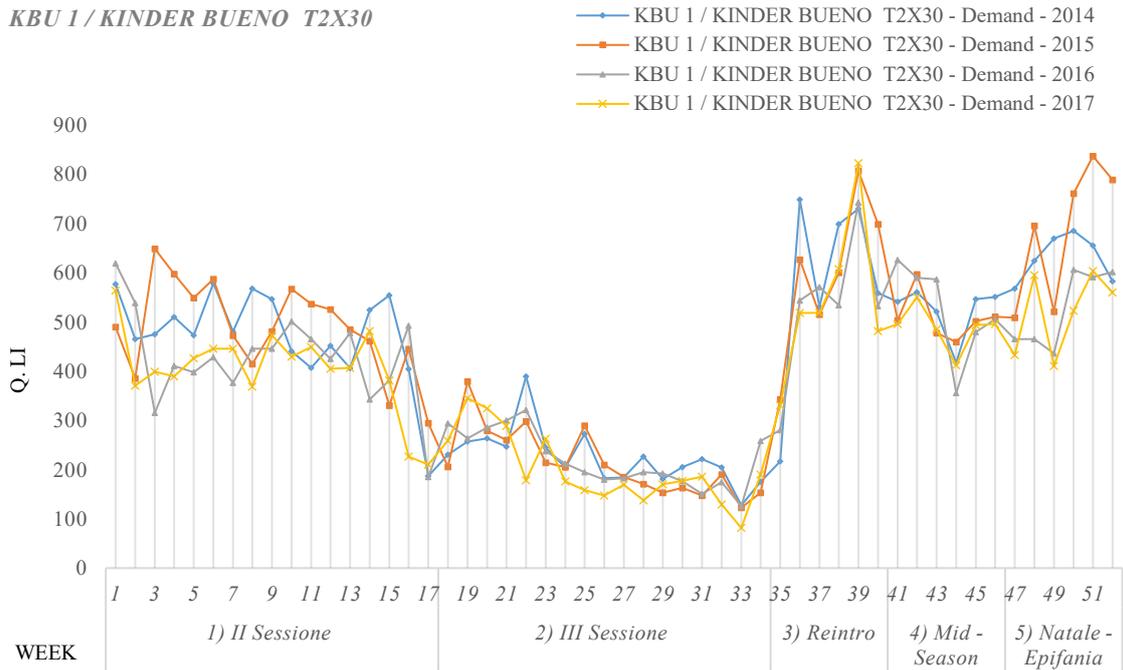


Figura 26: (Appendice C) Andamento domanda per KINDER BUENO T2X30

**KCI 1 / KINDER CIOCCOLATO T4X20**

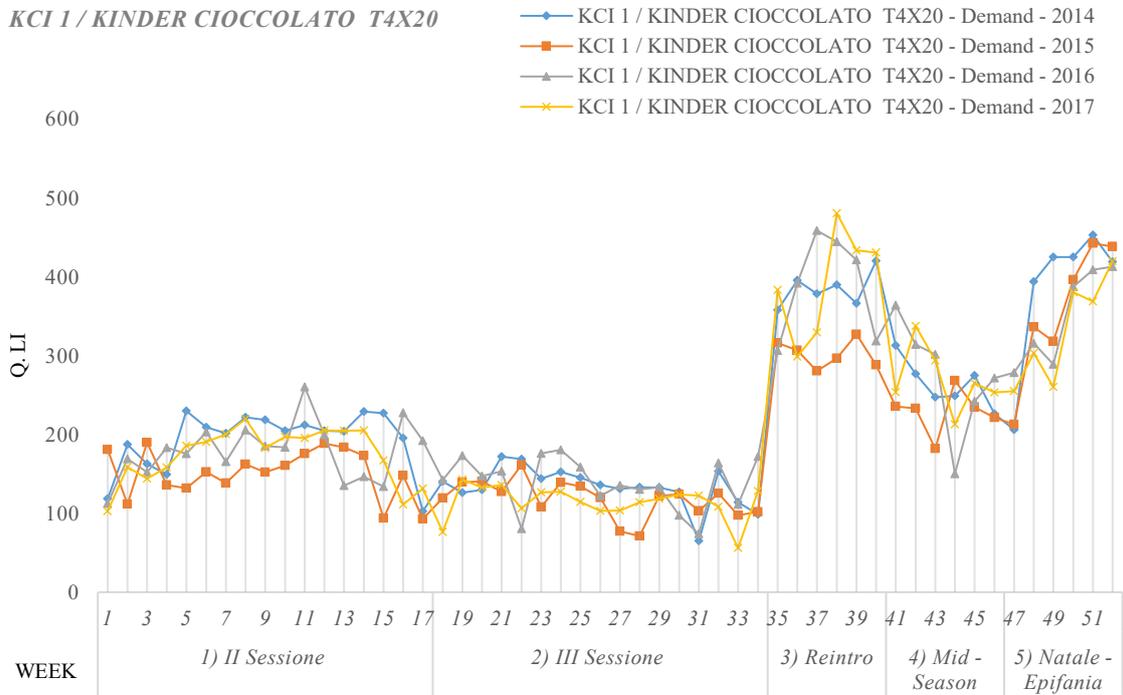


Figura 27: (Appendice C) Andamento domanda per KINDER CIOCCOLATO T4X20

KS 1 / KINDER SORPRESA T3X128

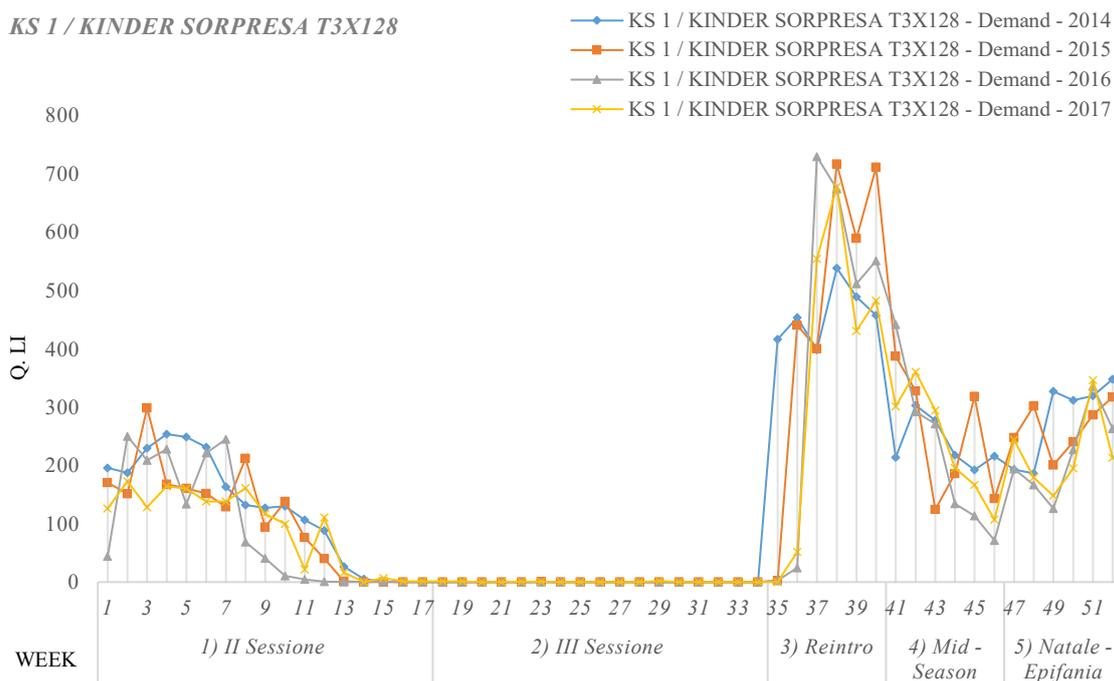


Figura 28: (Appendice C) Andamento domanda per KINDER SORPRESA T3X128

NUT 2 / NUTELLA G450X15

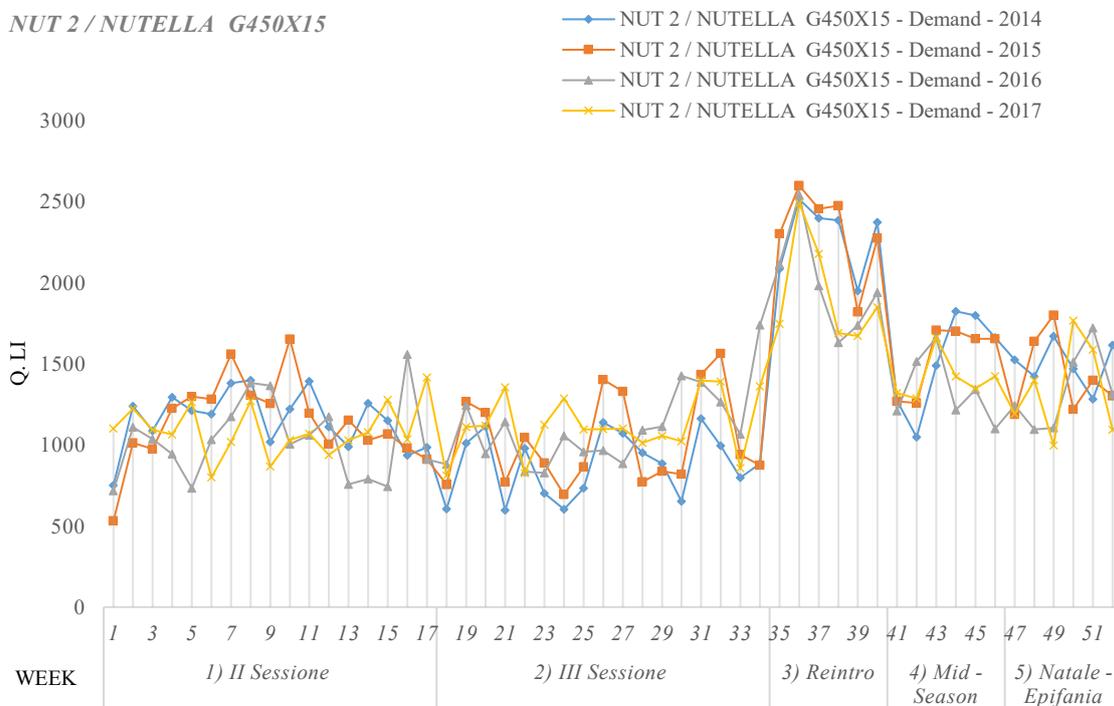
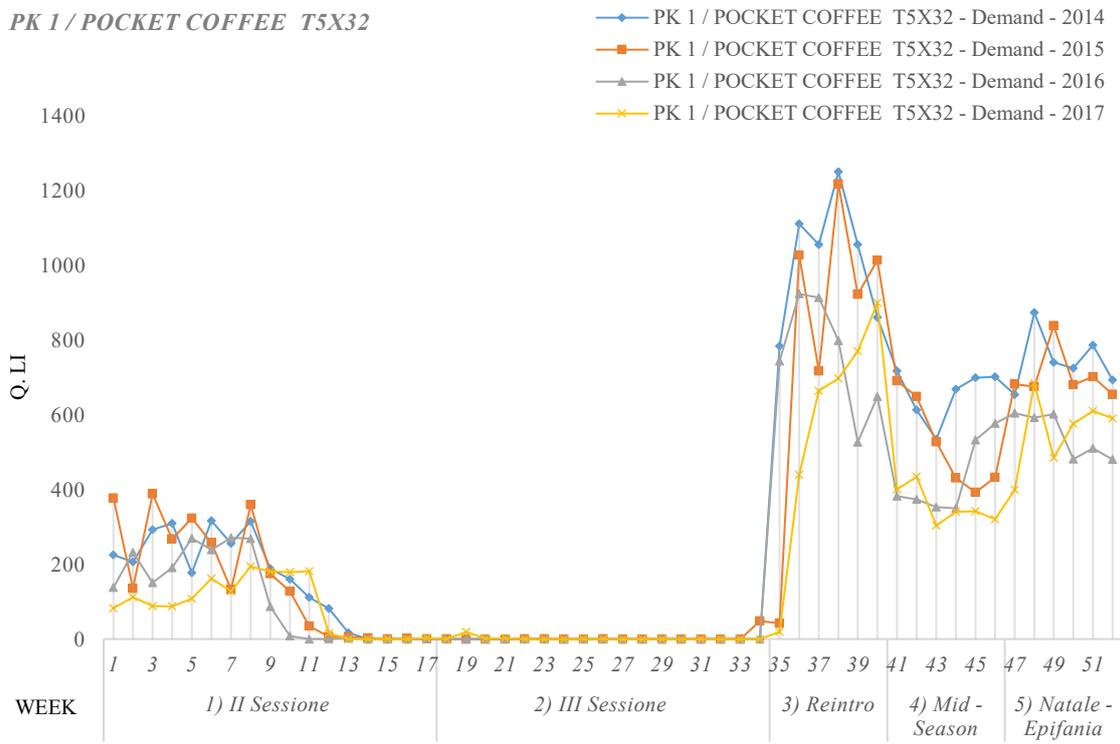


Figura 29: (Appendice C) Andamento domanda per NUTELLA G450X15

*PK 1 / POCKET COFFEE T5X32*



*Figura 30: (Appendice C) Andamento domanda per POCKET COFFEE T5X32*

# Bibliografia

- Albrecht, M., (2017). "Optimization of safety stocks in models with an order service level objective or constraint". *European Journal of Operational Research*.
- Beutel, A. L., (2011). "Safety Stock planning under causal demand forecasting". *International Journal of Production Economics*, pp. 637-648.
- Box, G.E.P. & Jenkins, G.M. (1970). *Time-Series Analysis: Forecasting and Control*. San Francisco. Holden-Day.
- Brandimarte, P. & Zotteri, G., (2004). *Logistica di distribuzione*. C.L.U.T. - Torino.
- Buzacott, J. A., (1999). "Dynamic inventory target revisited". *Journal of the Operational Research Society*, pp. 697-703.
- Buzacott, J. A. & Shanthikumar, J. G., (1994). "Safety Stock versus Safety Time in MRP Controlled Production Systems". *Management Science*, pp. 1678-1689.
- Chopra, S. & Meindl, P., (2015). *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation*. 6th ed. Pearson.
- Dallari, F., (2007). "Strategie e tecniche di Demand Planning e Sales Forecasting".
- Dallari, F. & Creazza, A., (2006). "Demand planning - Risultati di un'indagine sul campo". *Logistica*, pp. 62-67.
- De Zoysa, L. D. C. & Rupasinghe, T. D., (2016). *Development of a Safety Stock Optimization Model with High Demand Uncertainties for Winery Supply Chains*.
- DGM Consulting, (2015). "GDO Report 2015-2016". *GDO Report - Retail Lab It*,

- Fildes, R. & Kingsman, B., (2011). "Incorporating demand uncertainty and forecast error in supply chain planning models". *Journal of the Operational Research Society*, pp. 483-500.
- Flores, B. E., Stading, G. & Klassen, R. D., (2007). "The business forecasting process: A comparison of differences between small and large Canadian manufacturing and service firms". *International Journal of Management & Enterprise Development*, Gennaio, pp. 387 - 402.
- Ghiani, G. & Musmanno, R., (2000). *Modelli e metodi per l'organizzazione dei sistemi logistici*. Bologna: Pitagora Editrice.
- Hall, J. L. & Tacon, P. B., (2010). "Forecast accuracy and stock recommendations". *Journal of Contemporary Accounting & Economics*, pp. 18-33.
- Jemelka, M., Chramcov, B. & Kříž, P., (2017). *ABC analyses with recursive method for warehouse*. Barcelona.
- Krajewski, L. J., Malhotra, M. K. & Ritzman, L. P., (2016). *Operations Management: Processes and Supply Chains*. 11th ed. Pearson.
- Law, A., (2006). *Simulation Modeling and Analysis*. 4th ed. McGraw Hill.
- Lucchetti, R., (2015). *Appunti di analisi delle serie storiche*.
- Makridakis, S. G., Wheelwright, S. C. & Hyndman, R. J., (1998). *Forecasting Methods and Applications*. 3rd ed. Wiley. New York.
- Melamed, B. & Altiok, T., (2007). *Simulation modeling and analysis with Arena*. Academic Press.
- Mentzer, J. T. & Moon, M. A., (2005). *Sales Forecasting Management: A Demand Management Approach*. Sage Publication.
- Milanato, D., (2008). *Demand planning. Processi, metodologie e modelli matematici per la gestione della domanda commerciale*. Springer.
- Millstein, M. A., Yang, L. & Li, H., (2013). Optimizing ABC inventory grouping decisions. *Production Economics*, pp. 71-80.

- Parise, A. & Vinelli, A., (2011). *La gestione delle attività di marketing in un'azienda della grande distribuzione organizzata*.
- Pellicelli, G., (1968). *Le scorte nell'economia e nelle determinazioni quantitative d'impresa*. Giuffrè. Milano.
- Prak, D., Teunter, R. & Syntetos, A., (2016). On the calculation of safety stocks when demand is forecasted. *European Journal of Operational Research*, pp. 454-461.
- Sakiani, R., Fatemi Ghomi, S. & Zandieh, M., (2011). Multi-objective supply planning for two-level assembly systems with. *Computer & Operations Research*, pp. 1325-1332.
- Sanders, N. R., (1997). Measuring forecast accuracy: some practical suggestions. *Production & Inventory Management Journal*, pp. 43-46.
- Scholz-Reiter, B., Heger, J., Mein, C. & Johann, B., (2011). Integration of demand forecasts on ABC-XYZ analysis. *International Journal of Productivity and Performance Management*, pp. 445-450.
- Silver, E. A., Pyke, D. F. & Peterson, R., (1998). *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. Third ed. Wiley. New York.
- Smith, A., (2008). "Forecasting case studies: Leveraging strategic management and project integration". *International Journal of Management and Enterprise Development*, pp. 63-76.
- Steindl, J., (1965). *Random Processes and the Growth of Firms: A Study of the Pareto Law*. Griffin. London
- Stock, J. H., Watson, M. W. & Peracchi, F., (2016). *Introduzione all'econometria*. 4th ed. Pearson.
- Syntetos, A. & Boylan, J. E., (2006). "Smoothing and adjustment of demand forecast for inventory control". *International Journal of Production*.

- Talluri, S., Cetin, K. & Gardner, A. J., (2004). "Integrating demand and supply variability into safety stock evaluations". *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, pp. 62-69.
- Tsai, S. C. & Fu, S. Y., (2014). "Genetic-algorithm-based simulation optimization considering a single stochastic constraint". *European Journal of Operational Research*, pp. 113-125.
- Tsai, S. C., (2012). "Rapid screening procedures for zero-one optimization via simulation". *Inform Journal on Computing*, pp. 317-331.
- Tsai, S. C. & Chen, S. T., (2016). "A simulation-based multi-objective optimization framework: a case study on inventory management". *Science Direct*, pp. 148-159.
- Zipkin, P. H., (2000). *Foundation of Inventory Management*. New York: McGraw Hill.

# Sitografia

- Brandalyzer, (2016). “Sell-in, Sell-out and Sell-through”, disponibile in <https://brandalyzer.blog/2016/07/12/sell-in-sell-out-and-sell-through/>.  
(Visitato a Febbraio 2018).
- CSR, Ferrero, (2016). “L’evoluzione del gruppo”, disponibile in <https://www.ferrerocsr.com/fc-3373>.  
(Visitato a Marzo 2018).
- DI Management, (2018). “Chi-square calculator”, disponibile in <https://www.di-mgt.com.au/chisquare-calculator.html>.  
(Visitato a Giugno 2018).
- Fiori, R. (2018). “La Ferrero cresce ancora, il fatturato è di 10,5 miliardi”, disponibile in <http://www.lastampa.it/2018/03/23/cuneo/la-ferrero-cresce-ancora-il-fatturato-di-miliardi-jNXjQ4a2DotCe7A9BldQzK/premium.html>.  
(Visitato a Febbraio 2018).
- Ferrero, (2015). “Le materie prime di Ferrero”, disponibile in <https://qualita.ferrero.it/>.  
(Visitato a Febbraio 2018).
- Il Sole 24 Ore, (2009). “Ferrero: con Nutella & co. un marchio che ha fatto storia”, disponibile in <http://www.ilsole24ore.com/art/SoleOnLine4/Tempo%20libero%20e%20Cultura/2009/11/ferrero-marchio-storia.shtml>.  
(Visitato a Dicembre 2017).
- Il Sole 24 Ore, (2016). “Ferrero in Italia si fa in quattro”, disponibile in [http://www.ilsole24ore.com/art/impresa-e-territori/2016-02-27/ferrero-italia-si-fa-quattro-095824.shtml?uuid=ACztrOdC&refresh\\_ce=1](http://www.ilsole24ore.com/art/impresa-e-territori/2016-02-27/ferrero-italia-si-fa-quattro-095824.shtml?uuid=ACztrOdC&refresh_ce=1).  
(Visitato a Dicembre 2017).
- Vermorel, J., (2012). “Impatto finanziario dell'accuratezza previsionale”, disponibile in [https://www.lokad.com/it/previsioni-pi%C3%B9-accurate-\(magazzino\)](https://www.lokad.com/it/previsioni-pi%C3%B9-accurate-(magazzino)).  
(Visitato a Dicembre 2017).
- Vermorel, J., (2012). “Calcolare il livello di servizio per l’ottimizzazione dello stock”, disponibile in <https://www.lokad.com/it/livello-di-servizio-definizione-e-formula>.  
(Visitato a Dicembre 2017).
- Mixerplanet, (2018). “Il food segue il lusso nella BrandZ Top 30 Most Valuable Italian Brands”, disponibile in [http://www.mixerplanet.com/il-food-segue-il-lusso-nella-brandz-top-30-valuable-italian-brands\\_140691/](http://www.mixerplanet.com/il-food-segue-il-lusso-nella-brandz-top-30-valuable-italian-brands_140691/).  
(Visitato a Febbraio 2018).

Museo del marchio italiano, (2015). “Il marchio Ferrero”, disponibile in <http://www.-museodelmarchioitaliano.it/marchi/ferrero.php>.

(Visitato a Marzo 2018).

Wikipedia, (2018). “Chi-squared distribution”, disponibile in [https://en.wikipedia.-org/wiki/Chi-squared\\_distribution](https://en.wikipedia.-org/wiki/Chi-squared_distribution).

(Visitato a Giugno 2018).

# Ringraziamenti

Il progetto di tesi va a concludere e a chiudere nel migliore dei modi un percorso arduo e impegnativo, ma allo stesso tempo formativo ed emozionante, sotto tutti i punti di vista, personale e professionale.

Un ringraziamento particolare ai miei relatori, la *prof.ssa Cagliano* ed il *prof. Mangano*, sempre saggi e disponibili, che mi hanno guidato dall'inizio alla fine, sostenendo e correggendo le mie idee, dandomi il supporto tecnico, teorico e soprattutto quello morale, di cui si ha sempre bisogno.

Ringrazio tutta la *Ferrero Commerciale Italia* (nonostante la sua sede ad Alba), il team del *Demand Planning* ed il responsabile *Ermanno Bellezza*, che hanno dato risposta ad ogni mio dubbio, esplicandomi nel dettaglio i processi e mettendo a mia disposizione i tutti i dati necessari alla corretta implementazione del progetto. Riconoscenza particolare va all' "antenna", *Angelo Orlando*, che mi ha elencato minuziosamente ed in modo esemplare tutti i passi del processo di pianificazione della produzione e di gestione dello stock, oltre a dimostrare affetto fraterno nei momenti di minor entusiasmo.

Un grande ringraziamento va a tutti i miei colleghi del *Customer Service* e dell' *Order Management*, ed alla mia responsabile *Anna Bechis*, che mi hanno accordato giornate di studio, ricoprendo i miei impegni, supportandomi - e sopportandomi - per le idee - e per le fasi più isteriche: senza di voi non avrei mai potuto farcela.

*Last but not least*, un ringraziamento va a *Trenitalia* e a tutto il gruppo *Ferrovie dello Stato*, per la lunghezza del viaggio Torino - Alba (e viceversa) oltre che per i frequenti ritardi, che hanno contribuito a darmi il tempo necessario per studiare e concludere il progetto.

La laurea magistrale è il culmine di un fantastico periodo di esperienza universitaria e non, a Torino ed al Nord in generale, per chi come me decide di allontanarsi da casa e studiare in un'università prestigiosa. Un ringraziamento va pertanto ai due amici che mi hanno presentato Torino, *Antonio & Antonio*, vecchie conoscenze universitarie nel napoletano e prosperosi ingegneri. Dico grazie a tutte le persone che hanno vissuto con me questo periodo universitario, rendendo appassionante la vita torinese, negli eleganti vialoni e negli anfratti misteriosi della città esoterica per eccellenza, i miei coinquilini *Fabio e Andrea*, e tutti i miei compagni universitari e amici, tra cui "*Fiore*" e le sue feste scacciapensieri, in compagnia di *Angela, Costanza, Antonio, Daniele, Matteo, e Giulio* oltre che *di Rosario, Mario e Giovanni*; ringrazio infine tutti gli amici del beach volley e del fantacalcio più bello di sempre, di corso Einaudi e di via Belfiore.

A conclusione di tutto ciò, il ringraziamento più grande va alle persone che ci sono incondizionatamente, ai *compagni di sempre* e ai *miei fratelli*, porto sicuro e punto di confronto su qualunque tema; un ringraziamento speciale va a chi si è subito tutti i cambiamenti d'umore, le emozioni più profonde, i momenti migliori e soprattutto quelli peggiori; a chi non ha mai smesso di amare e di dimostrarlo, a *Mara*; ringrazio in ultimo, più di chiunque altro, le persone che hanno reso possibile tutto questo, chi mi ha permesso di vivere questi momenti, supportato nelle difficoltà incontrate e lodato per i traguardi raggiunti, *i miei genitori*.

*Ad maiora semper*

*Antonio*