



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED AZIENDALI
"M.FANNO"**

**CORSO DI LAUREA
IN
ECONOMIA E MANAGEMENT**

PROVA FINALE

**"IL PROCESSO PREVISIONALE DELLA DOMANDA DI MERCATO:
PRINCIPI GENERALI E APPLICAZIONI NEL MERCATO HIGH-TECH"**

RELATORE:

CH.MO PROF. LORENZO FORNI

LAUREANDO/A: DAVIDE CAVESTRO

MATRICOLA N. 1043458

ANNO ACCADEMICO 2014 – 2015

INDICE

INTRODUZIONE (pag. 5)

1. IL PROCESSO DI PREVISIONE DELLA DOMANDA NELLA CATENA DISTRIBUTIVA (pag. 6)

1.1 LE COMPONENTI DELLA DOMANDA (pag. 6)

1.2 TECNICHE DI PREVISIONE DELLA DOMANDA (pag. 7)

1.2.1 METODI QUALITATIVI (pag. 7)

1.2.2 SERIE TEMPORALI (pag. 10)

1.2.3 MISURAZIONE DEGLI ERRORI PREVISIONALI (pag. 15)

1.3 LA GESTIONE DEL PROCESSO PREVISIONALE (pag. 16)

2. LE TECNICHE DI PREVISIONE DELLA DOMANDA DI PRODOTTI HIGH-TECH A BREVE CICLO DI VITA (pag. 18)

2.1 I MODELLI DI DIFFUSIONE DI MACRO-LIVELLO E I MODELLI DI ESTRAPOLAZIONE DEL TREND (pag. 19)

2.2 L'ANALISI DEGLI INDICATORI PRIMARI (pag. 20)

2.3 L'HYBRID MULTI-MODEL FORECASTING SYSTEM (pag. 22)

3. APPLE INC. E IL COLLABORATIVE FORECASTING (pag. 25)

3.1 IL COLLABORATIVE FORECASTING (pag. 25)

3.2 L'INNOVAZIONE AL COSTO MIGLIORE: LA QUANTUM STRATEGY (pag. 27)

3.3 CONCLUSIONI (pag. 29)

BIBLIOGRAFIA (pag. 31)

INTRODUZIONE

Il processo di previsione della domanda riveste, nelle aziende che producono in anticipo rispetto al concreto manifestarsi della stessa nel mercato, un ruolo fondamentale per la pianificazione delle attività operative dell'intera catena di distribuzione e per la formulazione e il raggiungimento degli obiettivi strategici dell'impresa. Infatti, in un contesto di mercato sempre più variabile e competitivo, essere in possesso di una stima affidabile della domanda di un determinato bene permette di ridurre il rischio operativo di sottoproduzione o di sovrapproduzione, con una conseguente massimizzazione dei profitti, e di limitare l'impatto negativo che un ambiente esterno turbolento potrebbe avere sull'intero processo produttivo.

Nonostante l'estrema importanza che ricopre il processo di previsione della domanda, esso non viene quasi mai trattato nei libri affrontati durante il triennio del corso di laurea che mi presto a concludere. Proprio per questo motivo, ho deciso di sfruttare questo spazio per approfondire i numerosi aspetti che ruotano attorno a questo argomento.

Il lavoro sarà diviso in tre parti: nella prima illustrerò i principali metodi di previsione della domanda, indicandone i punti di forza e di debolezza, descrivendo i criteri che portano alla scelta di quale o quali metodi applicare in relazione al bene e al mercato che si vogliono analizzare e, infine, indicando i principi di base della gestione del processo di previsione e della valutazione delle sue performance; nella seconda parte mi concentrerò su come e secondo quali linee guida tale processo avvenga all'interno di uno specifico mercato, quello dei beni tecnologici con un orizzonte di durata di medio periodo (2-5 anni); questo settore, infatti, per alcune sue peculiarità come l'elevata concorrenza e variabilità, la presenza di beni pressoché omogenei all'interno di una stessa categoria o la durata di vita del prodotto (che, generalmente, non fa sorgere con rapidità l'esigenza del ricambio) rendono difficile e allo stesso tempo essenziale il compimento di un'accurata e affidabile stima della domanda attesa; nella parte conclusiva presenterò un caso di studio legato alla società che nell'ultimo decennio è stata riconosciuta globalmente leader nel settore dell'high-tech: Apple inc. L'azienda californiana ha fatto del suo processo previsionale un punto di forza che le permette di arrivare spesso in anticipo nel proporre le innovazioni tecnologiche percepite come prioritarie dai clienti, decifrandone i desideri inespressi. Questi risultati sono stati ottenuti anche grazie al Collaborative Forecasting, un approccio ancora poco diffuso nel mondo dei processi previsionali che fa dell'integrazione e della condivisione di informazioni tra tutti gli attori della catena di produzione e distribuzione il suo elemento caratteristico.

1. IL PROCESSO DI PREVISIONE DELLA DOMANDA NELLA CATENA DISTRIBUTIVA

In tutti i casi in cui la produzione di un determinato bene avviene in anticipo rispetto al concreto manifestarsi della sua domanda nel mercato, il processo di previsione della domanda è alla base della pianificazione strategica delle attività produttive. Questo perchè, in tali contesti, esiste un ritardo tra il momento in cui si prende consapevolezza di un evento imminente (il manifestarsi della domanda di un bene nel mercato) o di un bisogno (la necessità di programmare il processo produttivo) e il momento in cui l'evento stesso si manifesta (Makridakis, Wheelwright, Hyndman, 1998).

Essere in possesso di un'accurata stima della domanda permette di calcolare i bisogni della produzione e quindi di programmare l'acquisizione delle materie prime nel tempo sfruttando contratti di fornitura a lungo termine che consentono costi di acquisto più favorevoli e una più facile e virtuosa gestione del magazzino.

Il primo passo per prevedere con precisione la domanda di un determinato bene sta nel comprendere quali siano le sue componenti. Vediamo brevemente come essa è strutturata.

1.1 LE COMPONENTI DELLA DOMANDA

Qualsiasi tipologia di domanda osservata si divide in due componenti base (Chopra, Meindl, 2007):

- una **componente sistematica**; la quale misura il valore atteso della domanda, viene a sua volta suddivisa in tre elementi:
 - il *livello*; la domanda corrente depurata degli effetti della stagionalità;
 - la *tendenza* (trend); il tasso di variazione della domanda a lungo termine, il quale può essere positivo, negativo o nullo; esso, durante l'intero ciclo di vita del prodotto, può variare diverse volte come conseguenza del cambiamento di uno o più fattori capaci di influire sul mercato (es. andamento demografico, nuove mode, introduzione nel mercato di nuovi beni perfetti sostituti, ecc.); risulta, dunque, importante individuare gli elementi che influiscono sul trend della domanda;
 - l'*oscillazione*; può essere suddivisa in *stagionalità* (andamento oscillatorio con ciclo di ampiezza e periodo costante nel tempo) e in *ciclicità* (andamento oscillatorio con ciclo di ampiezza e periodo variabili nel tempo);
- una **componente casuale** (rumore); la quale viene definita per esclusione come la parte di domanda osservata che devia dalla componente sistematica; l'entità di questa componente non può essere prevista a causa della natura aleatoria degli eventi che la costituiscono; è possibile, tuttavia, ricavare una stima della sua dimensione e variabilità grazie ai dati ottenuti dal calcolo dell'errore di previsione; in media, infatti, un buon metodo di previsione restituisce un errore la cui dimensione e variabilità è comparabile a quella della componente casuale.

L'obiettivo del processo di previsione sta nel filtrare la componente casuale, in modo da giungere alla determinazione della componente sistematica. Per fare ciò è necessario essere a conoscenza di numerosi fattori collegati alla domanda tra cui i livelli di domanda passati (se disponibili), i tempi e l'entità delle iniziative pubblicitarie e di marketing già pianificate, lo stato attuale del sistema economico, i dati relativi al prezzo di vendita pianificato per il bene e le mosse strategiche già compiute dai competitors. Inoltre, è fondamentale avere informazioni sul grado di influenza che ogni singola componente sopra menzionata ha sulla domanda. Solo essendo in possesso di gran parte di questi dati, infatti, sarà possibile individuare con precisione la tecnica di previsione della domanda più adatta al bene e al settore di mercato che stiamo analizzando. Proseguiamo, quindi, osservando i principali metodi di previsione e i fattori che fanno la differenza nella scelta della metodologia più adatta.

1.2 TECNICHE DI PREVISIONE DELLA DOMANDA

Esistono diverse modalità di classificazione delle tecniche di previsione della domanda. Quella proposta da Chopra e Meindl (2007), che a mio parere dà un'immagine completa delle principali metodologie senza risultare inutilmente complessa, le suddivide in quattro gruppi e individua il contesto in cui ogni categoria ha la maggior efficacia. Abbiamo, dunque:

- i **metodi qualitativi**; sono metodi caratterizzati da un elevato tasso di soggettività e nella loro applicazione si affidano principalmente al giudizio umano; il loro utilizzo risulta appropriato quando si ha a disposizione un ristretto numero di dati storici, quando si deve analizzare un mercato altamente variabile (in cui c'è bassa correlazione tra quanto si è verificato in diversi periodi nel passato) o nei casi in cui si voglia fare una previsione di lungo termine oppure relativa a un nuovo settore di mercato;
- le **serie temporali**; queste metodologie usano i dati sull'andamento storico della domanda per effettuare le previsioni; esse si basano sull'assunto che i livelli di domanda registrati in passato siano un buon indicatore del livello che la stessa assumerà in futuro; queste tecniche risultano le più appropriate nei contesti di mercati stabili in cui si vendono prodotti che hanno raggiunto la fase della maturità nel loro ciclo di vita, ossia in tutte quelle situazioni in cui la domanda non varia significativamente da un anno all'altro; sono metodi semplici da applicare e possono rappresentare una buona base di partenza per l'analisi della domanda anche in contesti differenti da quello sopra descritto;
- i **metodi causali**; queste tecniche partono dal presupposto che la domanda futura attesa sia altamente correlata con alcuni fattori di carattere macroeconomico legati all'ambiente in cui si trova il mercato di riferimento o in cui opera l'impresa stessa (lo stato dell'economia, i tassi di interesse, l'inflazione, ecc.); i metodi causali stimano il grado di correlazione tra ogni singolo fattore ambientale e il livello della domanda; essi usano i dati ricavati da questa operazione per proiettare avanti nel tempo gli effetti che, allo stato attuale, hanno tali fattori sulla domanda futura;
- le **simulazioni**; i metodi di previsione basati sulle simulazioni combinano diversi metodi appartenenti agli altri tre gruppi per elaborare un'imitazione delle modalità di scelta seguite dai consumatori nel mercato in modo tale da ottenere un'immagine della domanda prevista; usando una simulazione si possono studiare singoli aspetti del mercato e condurre indagini per scenari; ad esempio, si possono ottenere informazioni riguardo all'impatto di una promozione sulla domanda (e analizzare anche come varia questo impatto al variare dell'entità della promozione), oppure si possono valutare le conseguenze che una determinata azione effettuata da un'impresa concorrente può avere sulla domanda del bene da noi messo sul mercato.

Osserviamo ora alcune particolari tecniche di previsione di tipo qualitativo o basate sulle serie temporali, che sono le tipologie più in concreto utilizzate e più discusse in letteratura.

1.2.1 METODI QUALITATIVI

I metodi qualitativi forniscono una stima della domanda attesa basandosi soprattutto sull'osservazione dei comportamenti e delle azioni che compie la gente, su come un determinato target di persone reagisce ai test di mercato, sulle caratteristiche di base della clientela a cui ci rivolgiamo e sulle analogie con situazioni simili avvenute nel passato.

Grazie a ciò, tali tecniche consentono di calcolare la domanda attesa futura anche nei casi in cui si disponga di pochissimi dati relativi al passato oppure ci si trovi di fronte a mercati turbolenti o a situazioni nuove. Tuttavia, per molti anni (Hogart, Makridakis, 1981) le peculiarità di questi metodi hanno alimentato una serie di luoghi comuni sulla loro intrinseca difficoltà a fornire dati affidabili, rigorosi e con margini di errore contenuto. Questa tendenza sta però scomparendo negli ultimi anni (Lawrence, Goodwin, O'Connor, Önköl, 2006) grazie a una rivalutazione delle tecniche qualitative soprattutto nell'ottica della costruzione di metodi

misti, basati sia su metodi qualitativi, sia sulle serie temporali, in grado di unire i punti di forza di entrambe le categorie.

Esistono tre principali metodi qualitativi: il metodo Delphi, il metodo Naïve e il metodo della giuria d'opinione dei direttori.

Metodo Delphi

Il metodo Delphi è una tecnica che si è sviluppata negli anni '50 per scopi di difesa militare e che ha visto estendersi il suo utilizzo in numerosi altri campi a partire dalla metà degli anni '70.

Questa metodologia si concretizza nella consultazione di un gruppo di esperti nel settore oggetto di analisi e si pone l'obiettivo di formulare una previsione sul futuro mediante una sintesi che riassume il più possibile le informazioni raccolte nel campione intervistato. Per far sì che tale risultato sia raggiunto elaborando un prospetto che sia affidabile e rigoroso la tecnica Delphi si compone di quattro punti chiave da seguire nella sua applicazione (Rowe, Wright, 1999):

- **Anonimato**; questo primo aspetto viene raggiunto mediante l'utilizzo di questionari anonimi da sottoporre agli esperti; esso, dando la possibilità ad ogni individuo del team di esprimere la propria opinione e il proprio giudizio privatamente, fa in modo che le informazioni raccolte non siano contaminate da qualsivoglia tipo di dinamica o pressione sociale e che le stesse rispecchino i reali pensieri di ogni soggetto interpellato;
- **Riproposizione**; tale punto prevede, successivamente alla prima indagine, la riproposizione a frequenza ciclica, sempre in anonimato, di ulteriori questionari allo scopo di ottenere una continua revisione delle opinioni degli intervistati;
- **Feedback controllato**: esso prevede che, tra un questionario e il successivo, avvenga la condivisione dei dati raccolti grazie alla precedente intervista; i risultati vengono proposti nella forma di risultato aggregato (es. media o mediana delle risposte a un quesito) e in alcuni casi sono integrati da informazioni più specifiche riguardo alle argomentazioni e alle risposte individualmente date, sempre senza rivelare i nomi degli autori; quest'ultimo passaggio viene eseguito per fare in modo che gli esperti non vengano a conoscenza solamente delle risposte che hanno ottenuto il maggior numero di riscontri, bensì abbiano presente l'intero range di risposte raccolte; grazie al feedback controllato si spinge l'intero gruppo di intervistati a interrogarsi profondamente sull'oggetto dell'indagine e si fornisce agli stessi una serie di elementi utili per elaborare risposte sempre più efficaci e utili all'indagine stessa.
- **Elaborazione statistica del risultato di gruppo**: una volta completato il ciclo di questionari, i risultati definitivi vengono aggregati e presentati attraverso diversi strumenti di statistica descrittiva (es. media, mediana, ecc.).

Queste quattro caratteristiche chiave definiscono il cuore concettuale e procedurale dell'intero metodo Delphi, il cui scopo è quello di effettuare previsioni relative a nuovi mercati o a contesti in continuo mutamento in cui i dati storici non sono presenti o sono quasi del tutto inutilizzabili e in cui per cercare di capire il futuro si può solamente fare affidamento sull'opinione di chi conosce bene il settore in esame. Tuttavia, il suo punto di forza si rivela anche un punto debole, in quanto, come sostiene Sackman (1974, vedi Capecchi), il futuro è troppo importante per poterne affidare la previsione alle opinioni di un gruppo di esperti che, per quanto importanti, restano comunque esposti ad elevate possibilità di errore. Infatti, come nel caso di Apple per le previsioni sul nuovo Apple Watch (Martellaro, 2015), le aziende del comparto hi-tech stanno facendo sempre più affidamento ad una variante del modello Delphi che incrocia i dati raccolti grazie agli esperti con i risultati di alcune ricerche di mercato. Così facendo, si ottiene una stima basata sull'opinione di un campione più ampio di soggetti che, nel caso di Apple, ha consentito di giungere a previsioni più precise ed accurate. Allo stesso tempo, però, per applicare questa variante è necessario illustrare preliminarmente agli intervistati le funzioni e i possibili utilizzi del nuovo prodotto analizzato, altrimenti ci si troverebbe di fronte al caso in cui gli intervistati non conoscono il bene oggetto dell'intervista e i dati raccolti si rivelerebbero del tutto inutili.

Metodo Naïve

Il metodo Naïve fonda il processo previsionale sui dati e sui livelli di vendita storici recenti (reperibili con il minimo sforzo) per formulare previsioni sul prossimo futuro. Questa tecnica si basa sul semplice assunto che la migliore stima possibile di quello che potrebbe succedere domani è ciò che è successo oggi (Makridakis, Wheelwright, Hyndman, 1998).

A differenza del Delphi, il Naïve si rivolge a previsioni di brevissimo periodo, generalmente giornaliere o al più settimanali. Per effettuare previsioni su orizzonti temporali più lontani è necessario utilizzare un adattamento di tale metodo chiamato Naïve2, il quale tiene conto degli effetti della stagionalità e fornisce un valore della domanda attesa che è depurato di questa sua componente oscillatoria.

Il punto di forza di questa tecnica sta sicuramente nell'estrema semplicità di applicazione e nell'elevato rapporto Efficacia-Costi. Inoltre, la sua attitudine a sviluppare previsioni focalizzate sul brevissimo termine lo rende il miglior metodo per la stima della domanda a un giorno e a una settimana, utilizzate prevalentemente per la gestione e il calcolo delle tempistiche di rifornimento dei prodotti ai vari punti vendita.

Tuttavia, questo metodo resta inadatto a fornire stime accurate per un futuro di più lungo termine. Ciò è dovuto al fatto che l'assunzione su cui è basato diventa sempre meno realistica all'aumentare del gap temporale tra il presente e il periodo futuro oggetto della previsione. Per poter continuare ad applicare l'approccio Naïve anche per previsioni ad orizzonti più lontani, diventa necessario utilizzare un metodo misto che tenga conto anche di dati statistici più complessi e corposi e che utilizzi le serie storiche.

Giuria d'opinione dei direttori

La tecnica chiamata Giuria d'opinione dei direttori (Mentzer, Moon, 2005) prevede che siano i direttori di tutte le unità organizzative della società a decidere quali siano i numeri, e più in generale i contenuti, dell'elaborato previsionale.

Questa metodologia è tra le meno complicate e tra le più utilizzate nel mondo del business. Per contro però, essa porta con sé un elevato rischio di elaborare stime iperottimistiche, dovute al fatto che i direttori hanno tutto l'interesse che il futuro della società appaia positivo, anche di fronte ad orizzonti avversi. Quindi, in quanto parte interessata, non si rivelano essere i soggetti più adatti alla formulazione di previsioni. Inoltre, collegato sempre a questa prima problematica, c'è anche l'ulteriore rischio che i manager, nell'effettuare le loro valutazioni sul futuro, possano non separare i loro personali interessi da quelli che sono gli interessi della società (Makridakis, Wheelwright, Hyndman, 1998).

Samsung SDS, controllata del gruppo Samsung che si occupa della tecnologia e dei servizi informatici, sta introducendo un nuovo metodo previsionale elaborato a partire dalla giuria d'opinione dei direttori. Questo metodo (Ho-Dong et al., 2015) prevede che ogni unità di vendita elabori le proprie previsioni sulla domanda futura e poi confronti i vari risultati raccolti e le opinioni provenienti dai responsabili delle varie aree attribuendo pesi differenti ad ognuna di esse in relazione all'importanza e alla posizione gerarchica a loro attribuite sintetizzando, infine, il tutto in un unico elaborato. Questa rivisitazione del metodo della giuria d'opinioni evita che le piccole unità operative possano influenzare oltremodo la formulazione della previsione finale portando a risultati che non tengono conto dei reali rapporti di grandezza esistenti tra le varie aree e, per questo motivo, sono sottoposti ad elevati rischi di errore.

1.2.2 SERIE TEMPORALI¹

I metodi basati sulle serie temporali hanno l'obiettivo di prevedere la domanda investigando sulla sua natura e cercando di stimare quantitativamente il grado di influenza di ogni sua componente sul suo livello complessivo.

Abbiamo già visto in precedenza che la domanda si compone di una parte sistematica, formata a sua volta dal livello, dalla tendenza e dai fattori che ne causano l'oscillazione (che per semplicità chiameremo qui fattori stagionali o stagionalità), e di una parte casuale, riconducibile alla componente di domanda non spiegabile dal sistema. In particolare, nel processo di stima della componente sistematica della domanda (che dobbiamo mettere in atto se vogliamo effettuare un'analisi sulla richiesta attesa del mercato in un determinato periodo futuro) dobbiamo tenere conto che questo stesso elemento può assumere diverse forme, intese come combinazioni di livello, tendenza e stagionalità, alle quali sono associate diverse procedure di calcolo. Queste forme definiscono tre tipologie di domanda:

- **Moltiplicativa;** Componente sistematica = livello x tendenza x fattori stagionali
- **Additiva;** Componente sistematica = livello + tendenza + fattori stagionali
- **Mista;** Componente sistematica = (livello + tendenza) x fattori stagionali

La specifica forma della componente sistematica dipende dalla natura della domanda e ad ognuna di queste tre fattispecie le società applicano metodi diversi che si dividono in *Statistici* e *Adattativi*.

METODI STATISTICI

I metodi statistici si basano sull'assunzione che le stime relative al livello, alla tendenza e alla stagionalità rimangano invariate quando vengono ottenute nuove informazioni sulla domanda osservata nel presente. In questo caso, per determinare la componente sistematica della domanda ci basta stimare questi tre parametri basandoci sui valori storici e poi applicarli a tutte le previsioni future. Possiamo definire la previsione con metodi statistici nel periodo t della domanda attesa al tempo $t + n$ come:

$$F_{t+n} = L(t + n)TS_{t+n} \quad \text{domanda moltiplicativa}$$

$$F_{t+n} = L + (t + n)T + S_{t+n} \quad \text{domanda additiva}$$

$$F_{t+n} = [L + (t + n)T]S_{t+n} \quad \text{domanda mista}$$

dove, L è la stima del livello al tempo $t = 0$, T è la stima della tendenza, S_{t+n} è la stima della stagionalità al tempo $t + n$ e F_{t+n} è la previsione della domanda attesa al tempo $t + n$.

Una volta definita la domanda prevista al tempo $t + n$, il processo di stima si divide in due fasi. Nella prima, si ricava la domanda destagionalizzata, ossia la domanda che può essere osservata in assenza di oscillazioni stagionali e cicliche, e si effettua una regressione lineare semplice per stimare il livello e la tendenza. Nella seconda, si stimano i fattori stagionali.

Stima del livello e del trend

In questa fase dobbiamo per prima cosa destagionalizzare tutti i dati storici relativi alla domanda che sono in nostro possesso.

¹Questa sezione si basa soprattutto sulle idee di: CHOPRA, S., MEINDL, P., 2007. Supply Chain Management. 3^a Ed. New Jersey: PEARSON EDUCATION, INC. (Cap. 7: Demand Forecasting in a Supply Chain)

Si inizia determinando la periodicità (p), definita come il numero di periodi dopo i quali il ciclo stagionale si ripete. Ad esempio, se consideriamo un ciclo di durata annuale diviso in trimestri avremo periodicità $p = 4$, se diviso in semestri $p = 2$, e così via. Successivamente, passiamo alla determinazione della domanda media storica che deve essere calcolata su un numero consecutivo di periodi pari a p , per assicurarsi che ogni periodo contribuisca in egual misura nel suo conteggio.

A questo punto, date le caratteristiche della componente sistematica (la quale è formata da un livello base, dalla tendenza, che è un tasso di crescita o di riduzione, e dalla stagionalità, che per il suo andamento ciclico in media su p periodi risulta nulla) è facilmente intuibile che il valore medio della domanda tra il periodo $t + 1$ e il periodo $t + p$ corrisponderà alla domanda destagionalizzata per il periodo $t + (p + 1)/2$, se p è dispari, e risulterà uguale alla domanda destagionalizzata per l'arco di tempo che si trova per metà nel periodo $t + p/2$ e per l'altra metà nel periodo $t + 1 + p/2$. Arriviamo così a determinare la domanda destagionalizzata per il periodo t ($\bar{D}_t$) come:

$$\bar{D}_t = \begin{cases} \left[D_{t-(p/2)} + D_{t+(p/2)} + \sum_{i=t+1-(p/2)}^{t-1+(p/2)} 2D_i \right] / 2p & \text{se } p \text{ è pari} \\ \sum_{i=t-(p/2)}^{t+(p/2)} D_i / p & \text{se } p \text{ è dispari} \end{cases}$$

Dopo aver trovato la domanda prevista destagionalizzata per il periodo t , che assume la forma $\bar{D}_t = L + tT$ (dove t è il periodo a cui si riferisce la previsione), passiamo alla stima di L e T mediante il modello della regressione lineare semplice.

Essendo $\bar{D}$ definita da un'equazione lineare ad un'incognita (t) essa assume la forma a cui si riconduce la retta di regressione stimata dal modello di regressione lineare semplice, $\hat{Y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X$. Possiamo, dunque, eseguire la nostra analisi statistica considerando la stessa $\bar{D}$ come il valore previsto della variabile spiegata ($\hat{Y}$), t come la variabile esplicativa (X) e L e T rispettivamente come $\hat{\beta}_0$ e $\hat{\beta}_1$, ossia come gli stimatori dei due parametri che vogliamo stimare utilizzando i dati storici.

A questo punto, date le osservazioni ($D_i; t_i$), $i = 1, \dots, n$, per stimare L e T è necessario determinare la retta di regressione migliore, il che implica lo scegliere, tra le infinite rette di regressione, quella che minimizza la somma dei quadrati degli errori (SQE). Nel nostro caso, $SQE = \sum_{i=1}^n [D_i - \bar{D}]^2$, e quindi la retta di regressione migliore sarà quella per cui la somma dei quadrati delle differenze tra ogni i -esima osservazione di D e il valore di D restituito dal modello ($\bar{D}$) è minore.

Una volta individuata la retta di regressione migliore, questa prima parte risulta completata in quanto possiamo individuare il valore stimato di L ($\bar{L}$) con l'intercetta ($\hat{\beta}_0$) e quello di T ($\bar{T}$) con il coefficiente angolare ($\hat{\beta}_1$) di tale retta.

Stima dei fattori stagionali

Ora che abbiamo calcolato il livello di domanda destagionalizzata previsto per ogni periodo t , possiamo stimare il valore assunto dai fattori stagionali nel periodo attuale $t=0$ ($\bar{S}_{t=0}$) come il rapporto tra la domanda attuale osservata $D_{t=0}$ e la domanda destagionalizzata prevista $\bar{D}_{t=0}$:

$$\bar{S}_{t=0} = D_{t=0} / \bar{D}_{t=0}$$

Una volta calcolato il valore $\bar{S}$ per ognuno dei periodi che costituiscono un ciclo oscillatorio completo, come conseguenza della loro natura ricorrente, abbiamo a disposizione anche i valori dei fattori stagionali corrispondenti ad ogni periodo futuro.

A questo punto il processo di stima può dirsi concluso. La domanda prevista per un periodo futuro t ($\bar{F}_t$) ottenuta dal modello risulta essere:

$$\bar{F}_{t+n} = \bar{L}(t+n)\bar{T}\bar{S}_{t+n} \quad \text{domanda moltiplicativa}$$

$$\bar{F}_{t+n} = \bar{L} + (t+n)\bar{T} + \bar{S}_{t+n} \quad \text{domanda additiva}$$

$$\bar{F}_{t+n} = \bar{L} + (t+n)\bar{T} + \bar{S}_{t+n} \quad \text{domanda mista}$$

I metodi statistici hanno il vantaggio di essere molto semplici da utilizzare, una volta programmato il software di calcolo, e di restituire dati facilmente interpretabili e immediatamente utilizzabili. Tuttavia, la loro rigidità e il loro eccessivo affidamento alle serie storiche per l'elaborazione delle previsioni li hanno resi sempre più inefficaci in un mercato che ha progressivamente aumentato la sua variabilità e la sua spinta verso il progresso e le novità tecnologiche. Proprio per questo motivo, Apple, che fino alla fine degli anni '80 utilizzava queste tecniche per stimare le vendite dei suoi computer Macintosh, di fronte a crescenti errori di calcolo ha avviato un ripensamento dell'intero processo previsionale che ha portato allo sviluppo di una metodologia mista che non si limita ad applicare i dati statistici così come sono ma li revisiona e li rielabora tramite un procedimento di valutazione qualitativo (Hubbard, 1992).

METODI ADATTATIVI

Nelle previsioni adattative, le stime di livello, trend e stagionalità sono aggiornate dopo ogni osservazione della domanda. Per questi metodi, la domanda prevista per il periodo $t+n$ e calcolata al tempo t è definita come segue:

$$F_{t+n} = L_t nT_t S_{t+n} \quad \text{domanda moltiplicativa}$$

$$F_{t+n} = L_t + nT_t + S_{t+n} \quad \text{domanda additiva}$$

$$F_{t+n} = (L_t + nT_t) S_{t+n} \quad \text{domanda mista}$$

Dove, L_t è la stima del livello alla fine del periodo t , T_t è la stima della tendenza alla fine del periodo t , S_t è la stima della stagionalità alla fine del periodo t e F_{t+n} è la previsione della domanda per il periodo $t+n$.

I metodi adattativi giungono alla definizione della domanda prevista per un determinato periodo $t+n$ attraverso quattro punti:

1. **Inizializzazione;** prevede il calcolo delle iniziali stime del livello (L_0) della tendenza (T_0) e dei fattori stagionali ($S_1, \dots, S_p$) in base ai dati storici a nostra disposizione; tutto questo si svolge come nel caso dei modelli di previsione statistici, visti nel paragrafo precedente;
2. **Previsione;** una volta calcolate le stime nel periodo t , si procede effettuando la previsione della domanda F per il periodo $t+1$ usando una delle equazioni viste sopra, in base alla natura della

domanda che stiamo prevedendo; questa previsione sarà fatta utilizzando le stime di livello, tendenza e stagionalità effettuate al periodo 0;

3. **Stima dell'errore;** dopo essere giunti al periodo $t+1$ ed aver osservato la domanda per lo stesso periodo, si effettua il calcolo della stima dell'errore per il periodo $t+1$ (E_{t+1}), il quale è dato dalla differenza tra la domanda prevista e quella osservata in $t+1$:

$$E_{t+1} = F_{t+1} - D_{t+1}$$

4. **Modifica della stima;** al periodo $t+1$ si effettuano le nuove stime di livello (L_{t+1}), tendenza (T_{t+1}) e stagionalità (F_{t+p+1}), tenendo conto dell'errore E_{t+1} riscontrato nella previsione effettuata.

Una volta completato anche il quarto punto si effettua la previsione per il periodo $t+2$ e successivamente si ripetono i passaggi 2, 3 e 4 tenendo conto delle nuove informazioni registrate in tale periodo, e così via ciclicamente.

Vediamo ora alcuni particolari modelli adattativi, tra i quali ognuno risulta più o meno appropriato a seconda delle caratteristiche della domanda.

Media Mobile

La media mobile è un metodo che si utilizza nel particolare caso in cui è impossibile osservare il trend e la stagionalità della domanda oggetto d'analisi. In questo caso abbiamo, dunque, che la componente sistematica della domanda corrisponde al livello calcolato nel periodo in cui si effettua la previsione.

In questo metodo il livello al periodo t , L_t , è stimato calcolando la domanda media dei più recenti N periodi. Il valore di tale media corrisponde anche al valore previsto della domanda per il periodo $t+1$, in quanto $F_{t+1} = L_t$.

Successivamente, quando si giunge al periodo $t+1$ si stima il livello per tale periodo, L_{t+1} , aggiornando la media tenendo conto della domanda osservata in $t+1$ ed escludendo dal calcolo il valore più vecchio tra quelli utilizzati per la previsione effettuata nel periodo t (quindi il valore della domanda osservato in $t-N$). Il dato della domanda prevista per $t+2$ sarà $F_{t+2} = L_{t+1}$.

Il processo si ripete poi ciclicamente, aggiornando la media mobile ad ogni nuova previsione.

Attenuazione Esponenziale

Il modello di attenuazione esponenziale viene utilizzato, come nel caso della media mobile, quando la tendenza e la stagionalità non sono osservabili (componente sistematica della domanda = livello).

In questo caso, L_0 è calcolato come la media di tutti gli n livelli di domanda osservati in passato negli n periodi per i quali sono disponibili dati storici. Abbiamo quindi che:

$$F_1 = L_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i$$

Una volta giunti al periodo 1, si osserva il livello di domanda per tale periodo D_1 e si aggiorna la stima di L attraverso il seguente calcolo:

$$F_2 = L_1 = \alpha D_1 + (1 - \alpha) L_0 \quad \text{con } 0 < \alpha < 1$$

Dove α è il peso assegnato al livello della domanda osservato nel periodo attuale, e $1 - \alpha$ è il peso assegnato al livello calcolato nel periodo precedente.

Questo passaggio viene giustificato dal fatto che questo modello considera la domanda osservata attualmente (D_t) anche come il riscontro reale, e quindi più attendibile, del livello relativo al periodo precedente (L_{t-1}), e cerca quindi di ridurre la possibilità di errore della stima dando più peso all'ultima osservazione di D rispetto a tutte quelle effettuate negli n periodi precedenti.

Sia la Media Mobile che l'Attenuazione Esponenziale hanno la loro massima efficacia nell'analisi di quei prodotti che non presentano stagionalità e hanno tendenza pari a 0 (quindi con domanda stabile nel tempo). Queste fattispecie si verificano quando si studiano articoli commerciali le cui caratteristiche hanno pari utilità in ogni momento dell'anno e che stanno attraversando la fase della maturità nel loro ciclo di vita (ad esempio Impianti Stereo, Televisori, Fotocamere, ecc.). Tuttavia, entrambi i metodi diventano troppo semplicistici quando vengono usati per studiare la domanda di beni la cui quota di mercato è in crescita o in diminuzione oppure quando la loro richiesta è sensibile a fattori che mutano durante l'anno.

Attenuazione Esponenziale corretta per la tendenza (Modello di Holt)

Questo metodo viene utilizzato quando si assume che la domanda abbia un livello e una tendenza, ma non presenti alcun fattore di stagionalità. In questo caso abbiamo, dunque, che la componente sistematica della domanda è uguale alla somma di livello e tendenza e otterremo una stima iniziale di questi due parametri utilizzando un modello di regressione lineare con D_t come variabile spiegata e t come variabile esplicativa nella seguente forma:

$$D_t = at + b$$

dove il coefficiente a rappresenta il tasso di variazione della domanda per un determinato periodo, corrispondente inizialmente alla stima della tendenza per $t = 0$, e il coefficiente b rappresenta lo stimatore della domanda relativa al periodo $t = 0$ che corrisponde al livello iniziale L_0 .

Possiamo dunque affermare che, per il modello di Holt, la domanda prevista per il periodo $t + 1$ nel periodo t è:

$$F_{t+1} = L_t + nT_t$$

Una volta osservata la domanda per il periodo $t+1$, si procede revisionando le stime di livello e tendenza come segue:

$$L_{t+1} = \alpha D_{t+1} + (1 - \alpha)(L_t + T_t)$$

$$T_{t+1} = \beta (L_{t+1} - L_t) + (1 - \beta) T_t$$

Dove α è la costante di attenuazione per il livello (cioè il peso assegnato alla domanda osservata in $t+1$ nella stima del livello in tale periodo), con $0 < \alpha < 1$, e β è la costante di attenuazione per la tendenza (cioè il peso assegnato alla differenza tra il livello in $t+1$ e quello in t nella stima della tendenza per il periodo $t+1$), con $0 < \beta < 1$.

Una volta calcolate le nuove stime del livello e della tendenza si procede al calcolo della domanda prevista per il periodo $t + 2$ nello stesso modo di quanto visto per il periodo $t + 1$, e così via riaggiornando in continuazione le stime di L e T .

Questo metodo è stato utilizzato in una particolare variante da HP per la previsione a breve termine (12-18 mesi) delle vendite delle stampanti per computer Deskjet (Bryant, Jensen, 1994). Questa variante calcolava le vendite attese future tenendo conto delle serie storiche, del trend e del valore osservato della domanda al periodo attuale (come già visto nella procedura qui sopra). Infine, aggiustava il dato ottenuto attraverso un procedimento di tipo qualitativo che teneva conto di alcune variabili esogene rispetto al modello di Holt (es. Conseguenze degli investimenti pubblicitari e delle attività di marketing, iniziative della concorrenza, ecc.).

Attenuazione Esponenziale corretta per la tendenza e per la stagionalità (Modello di Winter)

Tale tecnica si utilizza quando la componente sistematica della domanda ha un livello, una tendenza e una stagionalità osservabili e assume la seguente forma:

$$\text{Componente sistematica della domanda} = (\text{livello} + \text{tendenza}) \times \text{stagionalità}$$

Assumendo una periodicità pari a p , dobbiamo inizialmente stimare i tre elementi formanti la componente sistematica al tempo 0 , utilizzando la procedura del metodo statistico che abbiamo visto in precedenza.

A questo punto, la domanda prevista al tempo t per il periodo $t + 1$ è:

$$D_{t+1} = (L_t + T_t) S_{t+1}$$

Successivamente, anche in questo caso dopo aver osservato la domanda effettiva nel periodo $t + 1$, si procede con la correzione delle stime del livello, della tendenza e della stagionalità utilizzando un determinato coefficiente di attenuazione per ognuno dei tre parametri che vogliamo stimare. Abbiamo quindi:

$$L_{t+1} = \alpha (D_{t+1} / S_{t+1}) + (1 - \alpha)(L_t + T_t)$$

$$T_{t+1} = \beta (L_{t+1} - L_t) + (1 - \beta) T_t$$

$$S_{t+p+1} = \gamma (D_{t+1} / L_{t+1}) + (1 - \gamma) S_{t+1}$$

con $0 < \alpha < 1$, $0 < \beta < 1$ e $0 < \gamma < 1$.

Infine, si calcola il livello di domanda prevista al tempo $t + 1$ per il periodo $t + 2$ utilizzando la formula già vista sopra per il calcolo di F_{t+1} .

Il metodo di Winter risulta molto efficace nell'analisi di quei beni che possiedono un apprezzabile carattere di stagionalità. Ad esempio, LG utilizza questa tecnica previsionale per stimare la domanda futura dei propri climatizzatori all'interno di due scenari diversi. Nel primo, si assumeva che la domanda presente avesse lo stesso peso della media dei valori della domanda nel passato ($\alpha = \beta = \gamma = 0.5$). Nel secondo, si attribuiva alla domanda presente un peso di 0.7 alla domanda attuale e di 0.3 ai dati storici ($\alpha = \beta = \gamma = 0.7$). In più, per ottenere dati più realistici possibile LG ha inserito nel sistema di calcolo anche i dati legati al proprio prezzo di vendita, alle iniziative e ai prezzi del principale concorrente (Mitsubishi) e al prezzo dell'elettricità (Bashir et al., 2011).

1.2.3 MISURAZIONE DEGLI ERRORI PREVISIONALI²

Ogni tipologia di domanda porta in sé una componente casuale (random), che non può essere apprezzata da nessun modello previsionale. Tale componente si manifesta sotto forma di errori previsionali, i quali possono essere analizzati più attentamente sia per comprendere qual è il grado di accuratezza delle previsioni effettuate in passato, e quindi dell'intero sistema previsionale utilizzato, sia perché qualsiasi piano di intervento di una società nel mercato deve tenere conto di tale errore.

Riscontrare un errore che è ben al di là di quanto stimato in passato può essere un indice di sopravvenuta inappropriata del metodo previsionale in uso. Per questo motivo, sono stati sviluppati diversi quozienti per la misurazione dell'errore previsionale che, usati insieme, possono costituire un ottimo punto di partenza per la valutazione dell'accuratezza di una determinata tecnica previsionale nell'analizzare un determinato contesto.

L'errore previsionale relativo al periodo t si definisce come:

$$E_t = F_t - D_t$$

cioè come differenza tra la domanda prevista per il periodo t e la domanda successivamente osservata in quello stesso periodo.

² Questa sezione si basa soprattutto sulle idee di: CHOPRA, S., MEINDL, P., 2007. Supply Chain Management. 3^a Ed. New Jersey: PEARSON EDUCATION, INC. (Cap. 7: Demand Forecasting in a Supply Chain)

Questo è, come intuibile, il dato fondamentale su cui si fonda l'intera analisi sull'errore previsionale ed è importante che esso venga stimato in tempo per permettere al manager di tener conto anche dell'intervallo di incertezza della previsione quando deve prendere delle decisioni strategiche attraverso l'utilizzo dei dati prospettici.

Un metodo di misura dell'errore molto utilizzato è la media dei quadrati degli errori (MSE), che definiamo come:

$$MSE_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i^2$$

La media dei quadrati degli errori ci fornisce una stima della varianza dell'errore, grazie alla quale possiamo osservare che la componente casuale della domanda ha media 0 e varianza pari a MSE.

Particolarmente interessante per la sua facilità di applicazione nella valutazione dell'appropriatezza di un determinato metodo previsionale è il quoziente di Monitoraggio del segnale (TS), che è definito come il rapporto tra due altri indici: il *bias* e la Media dei valori assoluti degli errori (MAD, *Mean Absolute Deviation*).

$$TS_t = bias_t / MAD_t$$

Procedendo per gradi, il *bias* è calcolato come $bias_n = \sum_{i=1}^n E_i$ e funziona da indicatore di parzialità o imparzialità del metodo di previsione utilizzato, in relazione a una determinata fattispecie osservata. Infatti, il risultato del *bias* quando è solamente influenzato da una componente di carattere casuale risulterà essere un valore prossimo allo zero, in quanto come già detto prima la reale media degli errori (e di conseguenza anche la loro somma) è 0. Un lieve scostamento del *bias* da tale valore si potrebbe ricondurre al fatto che noi lo calcoliamo su un campione e non sull'intera popolazione statistica dei livelli della domanda osservata in ogni tempo, e quindi viene tollerato. Invece, se il *bias* restituisce valori molto positivi oppure molto negativi, ciò significa che all'interno dell'errore sono presenti anche componenti sistematiche (e quindi spiegabili) della domanda che il metodo previsionale utilizzato non è in grado, per la propria inapproprietezza, di osservare.

Per capire quando lo scostamento dallo 0 è abbastanza grande da costituire un'evidenza di inapproprietezza di un certo modello previsionale utilizzato, interviene l'indice TS, il quale dividendo (come già visto) il *bias* per la media dei valori assoluti degli errori (MAD) assume il carattere di indicatore assoluto (dunque riconducibile a un determinato range di valori che hanno lo stesso significato in ogni contesto). Se il TS restituisce valori compresi tra -6 e +6, si conclude l'analisi affermando che non ci sono evidenze di inapproprietezza del modello previsionale oggetto d'analisi, se invece il valore è al di fuori di questo intervallo si riscontrano evidenze di inapproprietezza ed è consigliabile procedere alla sostituzione del modello previsionale in uso con uno nuovo.

1.3 LA GESTIONE DEL PROCESSO PREVISIONALE

Per poter operare in maniera efficiente all'interno di una stessa filiera produttiva, è opportuno che ogni unità operativa possieda un'adeguata organizzazione del proprio processo funzionale (Dallari, Bottan, Basile, Di Mattia, 2005). Gestire con attenzione il processo previsionale può, infatti, aprire numerose e interessanti prospettive di sviluppo in quanto permette di conoscere in anticipo le aspettative e le richieste dei clienti.

Nonostante tutta la fase di raccolta delle informazioni e di calcolo previsionale sia estremamente importante, l'aspetto più critico dell'intera attività previsionale è la gestione e l'organizzazione dell'intero processo, cioè quella componente manageriale necessaria per integrare gli strumenti e la conoscenza a disposizione dell'azienda e in tal modo raggiungere gli obiettivi strategici prefissati.

Il principio chiave per una gestione efficiente del processo sta nel cercare di coinvolgere il maggior numero di unità operative nell'attività di previsione, in modo tale da poter concentrare la maggior quantità possibile di informazioni nel processo stesso. In particolare, Dallari et al. (2005) hanno individuato tre aspetti che se potenziati portano ad un complessivo miglioramento nella gestione del processo previsionale. Questi aspetti sono:

- la **Comunicazione**; un semplice scambio di informazioni più o meno strutturato tra i diversi attori coinvolti nel processo previsionale;
- il **Coordinamento**; un punto di incontro tra rappresentanti delle varie unità organizzative coinvolte nel processo che permettano una pianificazione e uno svolgimento di gruppo delle attività previsionali;
- la **Collaborazione**; un'interazione di livello superiore, che si manifesta attraverso lo sviluppo in team delle previsioni e degli obiettivi del processo, secondo un approccio consensuale.

La diversa combinazione di questi tre aspetti costituisce 4 approcci generali nella gestione del processo previsionale:

- l'**approccio indipendente**; caratterizzato da una quasi totale mancanza d'interazione tra gli attori, che sviluppano in autonomia le previsioni; questo approccio porta alla creazione di numerosi processi di previsione separati (mediamente uno per ogni unità organizzativa presente), il che genera inefficienze e problemi nel calcolo della previsione; il grado di sviluppo della comunicazione, del coordinamento e della collaborazione è pressochè nullo;
- l'**approccio concentrato**; contraddistinto dall'esistenza di una sola funzione che elabora le previsioni e che, in relazione alle esigenze specifiche, le distribuisce a tutte le altre funzioni coinvolte; con questo approccio vengono risolti alcuni problemi di coordinamento e si evita l'avanzamento di più processi previsionali in parallelo; tuttavia il grado di comunicazione e di collaborazione rimane prossimo allo zero;
- l'**approccio negoziato**; rispetto ai precedenti, porta a un miglioramento del grado di comunicazione e collaborazione sfruttando i punti di contatto tra ogni funzione e la sua precedente come un'occasione per condividere e analizzare informazioni in modo da ricondursi a un unico punto di vista condiviso e coerente con i diversi obiettivi e vincoli; persistono, tuttavia, alcuni problemi legati alle dinamiche di gruppo e al rischio che una o più parti con personalità e ruoli più forti pieghino le altre alla loro volontà;
- l'**approccio consensuale**; si distingue per elevati livelli di comunicazione, coordinamento e collaborazione; il processo è centralizzato e gestito da un'unica governance e ciò permette di concentrare tutte le informazioni di cui l'azienda è in possesso e tutte le energie tecniche, economiche e umane in un singolo grande processo previsionale; il punto debole di questo approccio, che lo rende ancora poco utilizzato, è il grande dispendio di risorse che richiede per essere utilizzato.

Partendo da quello indipendente per arrivare a quello consensuale, ogni passaggio all'approccio successivo comporta un miglioramento in termini di efficacia nel processo previsionale. D'altra parte, tali passaggi comportano anche un maggior fabbisogno di risorse tecniche, umane e di conseguenza anche economiche. Sta alla direzione aziendale il compito di decidere quanto sia prioritario il processo previsionale e quindi quale approccio scegliere. Tuttavia, gli scenari di mercato di questi ultimi anni, con una generale maggior turbolenza, una forte concorrenzialità e una crescente attenzione ai gusti di ogni singolo cliente e alla diversificazione, spingono nella direzione di un progressivo miglioramento degli aspetti di comunicazione, coordinamento e collaborazione, quindi verso approcci più efficaci.

2. LE TECNICHE PER LA PREVISIONE DELLA DOMANDA DI PRODOTTI HIGH-TECH A BREVE CICLO DI VITA

In questa seconda parte, dopo aver descritto le principali tecniche tradizionali, ci focalizziamo sulle modalità con le quali avviene il processo di previsione della domanda per quei prodotti ad alto contenuto tecnologico (high-tech) e con un breve ciclo di vita (massimo 2-3 anni)³.

Questo tipo di mercati è molto interessante da analizzare perché i rapidi progressi tecnologici che lo caratterizzano portano a un continuo mutamento dei suoi equilibri e al frequente presentarsi di nuovi prodotti al suo interno per i quali, non avendo a disposizione dati storici, è molto difficile effettuare previsioni. Inoltre, in un ambiente così mutevole e con forte concorrenza essere in possesso di un efficiente processo di analisi della domanda attesa, capace di fornire dati accurati che minimizzino gli errori, può fare la differenza tra il successo nel mercato e il fallimento.

I metodi tradizionali, illustrati nel capitolo precedente, risultano spesso in questo contesto insufficienti nel fornire previsioni affidabili. Da un lato, le tecniche basate sulle serie storiche non sono applicabili in quanto le previsioni per il tipo di beni oggetto d'analisi vengono effettuate in un momento precedente alla loro introduzione nel mercato, o comunque quando non sono ancora disponibili abbastanza dati storici per procedere ad un calcolo statisticamente accurato. Dall'altro, le metodologie qualitative operano in maniera imprecisa e offrono risultati incerti perché si basano sull'opinione di un campione di consumatori (o su indicatori della stessa), che in questo caso non si è ancora formata stabilmente nel momento in cui viene effettuata l'analisi perché i potenziali clienti non conoscono ancora nei dettagli le funzionalità del prodotto analizzato.

Oltre agli aspetti già visti, un ulteriore elemento di imprevedibilità della domanda in questi contesti è dato dal fatto che nessuno può conoscere con precisione come una determinata innovazione tecnologica verrà accolta dal pubblico perché spesso tale accoglimento è influenzato fortemente da mode e da tendenze esterne al mercato, che di frequente risultano imprevedibili e che sono capaci di cambiare repentinamente gli equilibri di mercato. Basti pensare all'attuale moda dei "selfie", che ha tagliato fuori tutti i modelli di smartphone non presentanti una fotocamera frontale e che ha spostato l'attenzione per la resa fotografica dei modelli dalla parte posteriore a quella anteriore, rendendo, ad esempio, di minor impatto la scelta di Nokia di investire sullo sviluppo di fotocamere posteriori ad altissima resa per i propri terminali, sulle quali la multinazionale finlandese ha sempre fondato il proprio vantaggio competitivo.

Quest'ultima caratteristica dei mercati di prodotti high-tech con breve ciclo di vita si rivela, in alcuni casi, come una corposa fonte di problemi anche per quei pochi metodi tradizionali, tra cui il Delphi e l'Attenuazione Esponenziale (nelle sue tre varianti), che generalmente sono ancora in grado di analizzare il mercato in maniera affidabile anche in questo settore.

Tutto ciò ha spinto le società operanti in questo contesto a revisionare le tecniche di previsione tradizionali creando dei modelli ibridi capaci di unire i vantaggi delle metodologie qualitative a quelli delle serie temporali. Così, negli ultimi vent'anni (ossia da quando in questi mercati la variabilità e l'imprevedibilità della domanda hanno cominciato ad essere così elevate da rendere inadatti i metodi tradizionalmente usati) si è assistito ad un periodo di profonda revisione delle procedure di stima della domanda futura, che è ancora oggi in atto. Questa analisi ha portato prima all'individuazione di due gruppi di metodologie capaci di operare con efficienza nel settore dei prodotti ad elevato contenuto tecnologico, i Modelli di Diffusione di Macro-livello (Fourt, Woodlock, 1960; Fisher, Pry, 1971; Bass, 1969) e i Modelli di Estrapolazione del Trend (Armstrong, Collopy, 1992; Makridakis, Wheelwright, 1977; Rao, 1985), e successivamente alla creazione di ulteriori modelli nati dall'ibridazione o dalla specializzazione delle tecniche appartenenti ai due

³ Da intendersi come durata del ciclo di vita del prodotto nel mercato (dal momento dell'introduzione al ritiro dal mercato) e non come durata della vita utile del prodotto (dal primo utilizzo fino alla dismissione).

gruppi. Si è giunti così alla determinazione di metodologie previsionali specificatamente formulate per l'utilizzo nel settore high-tech, come vedremo di seguito.

2.1 I MODELLI DI DIFFUSIONE DI MACRO-LIVELLO E I MODELLI DI ESTRAPOLAZIONE DEL TREND

La ricerca di tecniche previsionali specifiche per l'analisi del mercato high-tech ha avuto origine alla fine degli anni '60, ossia agli albori dell'esplosivo sviluppo che di lì a poco avrebbe coinvolto l'intero settore. Nei successivi trent'anni tali studi hanno portato alla determinazione di sei procedure previsionali classificate in base alla tipologia d'approccio in due gruppi:

- I modelli di diffusione (del consenso) di Macro-Livello; indagano sui meccanismi che determinano l'espansione del consenso verso un determinato prodotto nella popolazione; si distinguono un approccio puramente innovativo (Fort, Woodlock, 1960), uno puramente imitativo (Fisher, Pry, 1971) ed uno mixato, combinazione dei due precedenti (Bass, 1969);
- I modelli di Estrapolazione del Trend; calcolano attraverso i dati storici disponibili la tendenza della domanda, in termini quantitativi a crescere o contrarsi nel futuro; in questa categoria troviamo tre modelli già trattati nel precedente capitolo, il modello Naïve, l'Attenuazione Esponenziale Semplice e il Modello di Regressione Lineare.

Focalizzandoci sulla prima categoria, dato che la seconda è già stata trattata in parti separate in precedenza, il **Modello di Influenza Esterna** (o Approccio Puramente Innovativo) si basa sull'assunto che la domanda di un determinato bene sia influenzata da fattori esterni alla popolazione (es. caratteristiche dell'oggetto, prezzo, ecc.) e ogni soggetto formuli le sue preferenze in modo indipendente (Mahajan, Paterson, 1985). Formalmente tale tecnica è definita come:

$$F_t = p(m - y_{t-1})$$

dove F_t è il livello della domanda previsto per il tempo t , p è la costante che indica il tasso di influenza dei fattori esterni alla popolazione, m è il numero massimo di potenziali acquirenti e y_{t-1} è il livello di acquirenti complessivi registrati fino al periodo $t-1$.

Questo metodo è il più attendibile⁴ tra i sei presentati per l'analisi di quei beni già presenti sul mercato che ricevono continui miglioramenti tecnologici sotto forma di nuovi modelli (McDade, Oliva, Thomas, 2009). Rientrano attualmente in tale categoria gran parte dei beni high-tech più diffusi, tra cui Smartphone, Tablet, Computer, lettori mp3, lettori blu-ray, televisori, ecc.

Al contrario, il **Modello di Influenza Interna** (o Approccio Puramente Imitativo) poggia sul concetto che la domanda di un certo bene si formi esclusivamente in risposta a fattori sociali interni alla popolazione. Secondo questa logica, gli acquirenti sono un insieme di imitatori che acquistano il bene perché le dinamiche sociali lo impongono e non per l'esistenza di un reale bisogno di quel bene (Mahajan, Paterson, 1985). Algebricamente questo modello si definisce come:

$$F_t = qy_{t-1} - (q/m)y_{t-1}^2$$

dove F_t , m e y_{t-1} hanno la stessa definizione data per il Modello di Influenza Esterna e q è la costante che indica il coefficiente di influenza dei fattori interni alla popolazione.

Questo metodo risulta il più preciso, alla pari dell'approccio mixato, nell'analisi di beni contenenti complesse innovazioni tecnologiche rispetto alle versioni precedenti, oppure di beni che vengono introdotti

⁴ In questa e nelle successive affermazioni sull'affidabilità dei modelli presenti in questo paragrafo, ci affidiamo ai risultati ottenuti in termini di MdAPE (Mediana dei valori assoluti degli Errori espressi in termini percentuali) da McDade, Oliva e Thomas (2009).

per la prima volta nel mercato e che sono quindi sconosciuti alla maggioranza del pubblico (McDade, Oliva, Thomas, 2009). Appartiene a questa categoria, tra gli altri, lo smartwatch, destinato tuttavia, come ogni altro nuovo prodotto inserito nel mercato, a migrare nell'insieme di prodotti trattati dal Modello di Influenza Esterna non appena la popolazione di potenziali clienti avrà appreso la sua reale utilità e le sue funzionalità.

Il **Modello Bass** (o Approccio Mixato) è una combinazione dei due precedenti e analizza la domanda dividendo la popolazione in due tipi di persone: gli imitatori, tra i quali il processo di diffusione del consenso verso un determinato prodotto avviene come causa di influenze interne; gli innovatori, che non sono influenzati da pressioni sociali ma solo da fattori esterni legati a caratteristiche del prodotto e del mercato a cui appartiene (Bass 1969). All'interno della popolazione queste due categorie di soggetti interagiscono secondo lo schema descritto matematicamente come segue:

$$F_t = pm - (p - q)y_{t-1} - (q / m)y_{t-1}^2$$

dove per ogni elemento dell'equazione viene mantenuta la definizione già riportata in precedenza.

Questo modello concorre in termini di efficienza con quello di Influenza Interna nell'analisi di beni contenenti complesse innovazioni tecnologiche rispetto al livello di tecnologia presente sul mercato in precedenza. Per la sua conformazione questo modello risulta generalmente più affidabile in quanto nella quasi totalità dei casi di fronte al tipo di beni ora trattato si assiste alla formazione sia del gruppo di soggetti innovatori sia di quello di soggetti imitatori, mentre è più raro assistere alla situazione descritta dal Modello di Influenza Interna che prevede la formazione del solo gruppo di soggetti imitatori (McDade, Oliva, Thomas, 2009).

Gli studi compiuti nel 2009 da McDade, Oliva e Thomas hanno chiarito ulteriormente l'affidabilità e il raggio d'azione dei sei modelli presentati. Considerando l'insieme di situazioni possibili come una serie di combinazioni che ha per estremi il caso descritto dal Modello di Influenza Esterna (piccole innovazioni tecnologiche su beni già esistenti) e quello descritto dal Modello di Influenza Interna (complesse innovazioni tecnologiche su beni esistenti o nuovi beni tecnologicamente innovativi) i Modelli di Diffusione del Consenso di Macro-Livello sono i più affidabili nel descrivere le situazioni estreme per i quali sono stati pensati, mentre i metodi basati sull'Estrapolazione de Trend (primo tra tutti il modello Naïve) risultano più flessibili, data la loro maggiore affidabilità in tutti i casi intermedi.

Successivamente all'elaborazione di questa classificazione, completata verso la metà degli anni '90, i ricercatori universitari e le aziende private hanno proseguito negli studi nel tentativo di formulare nuove soluzioni agli emergenti problemi di questo mercato (già descritti all'inizio del capitolo). La ricerca ha portato all'ideazione di alcune modifiche e ibridazioni attuabili sulle tecniche di previsione appena descritte che consentono di rendere queste ultime ancora affidabili in un mercato profondamente diverso da quello di vent'anni fa. Di seguito verranno analizzate le soluzioni proposte per i due maggiori problemi del mercato high-tech attuale: la scarsa disponibilità di dati storici sul livello della domanda di un certo prodotto (trattato attraverso l'Analisi degli Indicatori Primari) e l'elevata variabilità delle condizioni che caratterizzano il mercato high-tech (affrontata dall'Hybrid Multi-model Forecasting System).

2.2 L'ANALISI DEGLI INDICATORI PRIMARI

Il mercato dei beni high-tech è caratterizzato da una collettiva corsa contro il tempo nel tentativo di rispondere il più velocemente e con la maggiore flessibilità possibile ai clienti. In questo contesto è necessario basare il proprio processo previsionale su una tecnica capace di offrire dati utili e affidabili con sufficiente anticipo sfruttando tutti i segnali e le informazioni significative per prevedere la domanda.

Per raggiungere questo obiettivo, gli analisti della società Agere Systems (produttrice di componenti tecniche e circuiti integrati per computer e altri terminali, confluita nel 2007 all'interno di LSI Corporation), hanno sviluppato una tecnica previsionale basata sull'identificazione e l'analisi degli indicatori, presenti nel

mercato, che sono capaci di fornire in anticipo informazioni sulla variazione della domanda (Wu, Aytac, Berger, Armbruster, 2004).

L'Analisi degli Indicatori Primari (Leading Indicators Analysis, LIA) si propone di trovare un modo per sfruttare comunque i dati storici di cui si è in possesso, indipendentemente da tutte le complicità elencate a inizio capitolo, individuando un sistema in grado di selezionare quelle variabili che, attraverso il loro comportamento, svolgono la funzione di indicatori e anticipatori dell'andamento futuro della domanda.

Il primo passo sta nell'individuare le varie tipologie di informazioni raccolte e nel riunire la gamma di beni prodotti in uno o più gruppi in base alle affinità comportamentali degli stessi sul mercato.

Successivamente, si effettua un doppio studio statistico con lo scopo di calcolare, da un lato, la correlazione tra le variazioni di un determinato set di dati e le variazioni del livello della domanda di un certo gruppo di prodotti, e dall'altro lato, quanto tempo in anticipo varia il set di dati rispetto alla variazione della domanda del gruppo di prodotti (time lag). Riguardo a questo aspetto, va precisato che esiste un trade-off tra la correlazione dati-livello della domanda e l'intervallo di tempo con il quale un certo set di dati riesce ad anticipare il comportamento della domanda.

Il terzo passaggio consiste nel calcolo dell'errore con il quale un determinato set di dati è in grado di prevedere il livello della domanda in un determinato periodo $t + n$ futuro. L'errore viene calcolato attraverso l'indice MAPE, che consiste nella media dei valori assoluti degli errori espressa in termini percentuali rispetto al valore del livello di domanda previsto.

Si procede, poi, considerando un insieme di aspetti (tra cui quanto in anticipo è necessario effettuare la previsione perché essa possa essere effettivamente sfruttata nel mercato e qual è il grado massimo di errore che si può accettare dal processo previsionale) all'individuazione di quale sia il gruppo di informazioni capace di indicare con la miglior combinazione tra massimizzazione del time lag, minimizzazione dell'errore previsionale e massimizzazione della correlazione (in valore assoluto), il livello futuro della domanda di un determinato gruppo di prodotti (Wu et al., 2004)

Infine, per garantire un continuo aggiornamento delle informazioni processate dal modello e, di conseguenza, la disponibilità di dati previsionali sempre nuovi, il sistema richiede che vengano continuamente ricalcolati i valori di correlazione e time lag in funzione delle nuove informazioni disponibili e scartando quelle ormai diventate obsolete.

Gli studi effettuati da Wu et al. (2004) hanno dimostrato che il modello previsionale basato sull'Analisi degli Indicatori Primari è in grado di effettuare previsioni per la società Agere Systems fino a dieci volte più affidabili (secondo l'indice MAPE) rispetto ai modelli di stima basati sulle serie temporali. In base a ciò, si può affermare che tale tecnica previsionale abbia trovato un modo di aggirare il problema della scarsità di informazioni sulla domanda passata individuando uno o più gruppi di beni ai quali ricondurre anche i nuovi prodotti che stanno per essere immessi nel mercato, basandosi sul fatto che questi ultimi presentano comportamenti e andamento della domanda simili rispetto ai modelli precedenti, e introducendo nell'analisi non solo le informazioni relative alla domanda passata del bene che stiamo analizzando ma anche informazioni che, per vari motivi, risultano empiricamente capaci di anticipare le variazioni del livello della domanda futura di un certo gruppo di beni.

Questa tecnica, inoltre, è in grado di portare una serie di vantaggi collaterali rispetto a quelli generalmente riscontrati (miglior gestione dei magazzini, riduzione dei costi di acquisto dei fattori produttivi grazie alla pianificazione delle tempistiche di fornitura, ecc.). Si può, infatti, osservare che il metodo LIA fornisce interessanti informazioni sulla fase del ciclo di vita che il prodotto sta attraversando (introduzione, crescita, maturità, declino) e sulle tempistiche con le quali è previsto il passaggio alla fase successiva. Grazie a questi dati, si può pianificare con un certo anticipo l'introduzione di nuovi modelli dello stesso prodotto nel mercato e si può individuare quale sia il periodo e la progressione con cui effettuare la sostituzione del modello precedente, in modo tale da far sì che il maggior numero possibile di acquirenti del vecchio modello possa acquistare anche la nuova versione oltre, magari, a conquistare nuovi acquirenti. Infine, questo tipo di

informazioni permette anche di conoscere in anticipo quando terminare la produzione del vecchio modello e, di conseguenza, quando interrompere l'acquisto dei fattori produttivi utilizzati nella produzione di quel bene.

Tuttavia, anche questo modello presenta alcuni elementi di debolezza tra cui emerge con maggior forza quello relativo al criterio di formazione dei gruppi di prodotti, e alle regole applicate per l'introduzione di un nuovo prodotto all'interno di un certo gruppo. Nel caso di una "assegnazione" che in un periodo futuro si riveli sul lato pratico errata, il modello potrebbe generare previsioni con alto grado di errore che avrebbero come conseguenza quella di trasformare tutti gli aspetti positivi di questa tecnica, che abbiamo elencato finora, in fattori negativi. Inoltre, questa metodologia risulta inapplicabile, per motivi facilmente intuibili, a tutti quei casi in cui non si possono formare gruppi di prodotti con comportamenti affini (nelle società mono prodotto o, più semplicemente, nelle società che producono beni molto differenti tra loro).

2.3 L'HYBRID MULTI-MODEL FORECASTING SYSTEM⁵

Il Sistema di Previsione basato su una Molteplicità di Modelli Ibridi di Analisi della Domanda (Hybrid Multi-Model Forecasting System, HMFS) è un complesso sistema capace di selezionare tra una rosa di 5 modelli ibridi il più preciso nell'analisi di un certo bene in un ben preciso mercato.

La base di partenza è costituita da 5 tecniche previsionali che si dividono nella categoria dei Metodi Lineari, i quali considerano la domanda come una combinazione lineare delle diverse variabili prese in considerazione, e in quella dei Metodi Non-Lineari, che al contrario descrivono la domanda come una combinazione non-lineare delle variabili considerate. Fanno parte del primo gruppo la già trattata (cap. 1) Attenuazione Esponenziale (ES), e il Modello Auto-regressivo Integrato con la Media Mobile (ARIMA), mentre appartengono al secondo gruppo la Retro-Propagazione della Rete Neurale (BPNN), la Regressione a Vettori di Supporto (SVR) e il modello ibrido ANFIS. Prima di proseguire con l'analisi del Sistema HMFS vediamo una rapida descrizione dei quattro modelli base non ancora trattati qui.

ARIMA

Il metodo ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) è una tecnica di previsione che, per la sua conformazione, viene applicata in presenza di processi non stazionari, ossia quando le caratteristiche e la struttura del processo analizzato cambiano nel tempo (si pensi ad esempio al caso in cui la domanda di un bene al tempo t è il risultato di una serie di n variabili mentre nel periodo $t+1$ il gruppo di variabili esplicative cambia radicalmente e sorgono nuovi elementi e dinamiche da analizzare). Tale modello si compone di tre elementi: una parte autoregressiva, che calcola la domanda al tempo t attraverso un modello di regressione lineare che considera come variabile esplicativa la variabile spiegata dallo stesso al tempo $t-1$, una parte che funziona col meccanismo della media mobile e una parte integrata, che serve a rendere stazionario il modello nei casi in cui il processo analizzato sia non stazionario. ARIMA calcola il livello della domanda come risultante di una funzione il cui andamento è caratterizzato dai parametri p , indicante il grado di influenza della parte autoregressiva sul calcolo, q , che ha significato analogo per la parte funzionante col meccanismo della media mobile, e d che indica il grado di intervento della parte integrata a contrastare la non stazionarietà.

BPNN

Il metodo BPNN (Back-propagation neural network) appartiene alla famiglia delle tecniche previsionali basate sul concetto della Rete Neurale, un sistema capace di approssimare le funzioni descrittive di un particolare fenomeno partendo da un grande numero di input diversi, agendo come una rete di neuroni artificiali. All'interno di questa rete, ogni unità elaborativa (neurone) analizza un singolo aspetto e invia informazioni con maggiore o minore forza alle altre unità in base al tipo di influenza che ha l'aspetto osservato dalla stessa in relazione con l'intero fenomeno oggetto d'analisi.

⁵ I contenuti di questo paragrafo sono per la maggior parte ispirati allo studio compiuto da C.C Lin, C.L. Lin e Shyu (2014).

Nel caso specifico, il BPNN individua tre piani di neuroni, un piano input, un piano output e un piano nascosto. Successivamente osserva i dati disponibili e elabora due algoritmi:

- un algoritmo di propagazione in avanti; descrive il trasferimento (verso i successivi piani neurali) delle informazioni raccolte dai neuroni in input; questo processo viene attivato quando un neurone riceve e osserva un'informazione del set di dati; una volta elaborati i dati ogni unità del piano input li invia ad altre unità del piano output, che hanno il compito di individuare la forma funzionale del fenomeno osservato;
- un algoritmo di propagazione all'indietro; descrive il trasferimento dai neuroni del piano output a quelli del piano nascosto e, successivamente, del piano in input delle informazioni relative agli errori di calcolo della forma funzionale in via di elaborazione; il processo continua in parallelo con quello di propagazione in avanti fino a che tutte le informazioni processate non portano all'individuazione di una forma funzionale unanime.

Il BPNN non può funzionare autonomamente nel calcolo del livello della domanda attesa futura perchè la sua struttura non gli permette di fare alcun tipo di affermazione sui dati. La sua unica utilità è quella di individuare approssimativamente la forma funzionale che descrive il comportamento della domanda ed è per questo che sorge la necessità di integrarlo, come vedremo successivamente, con un metodo lineare capace di processare i dati e rendere concreti i risultati del processo appena visto.

SVR

Il metodo SVR (Support Vector Regression) è un metodo non lineare che agisce sulle caratteristiche spaziali del campo di analisi per aggirare il problema di non linearità. Infatti, in molti casi reali la non linearità si riscontra perchè si elaborano e si analizzano i dati in maniera incompleta. Il problema viene risolto attraverso l'azione dei vettori di supporto che processano il set informativo prendendo in considerazione non più solo l'entità modulare del dato ma tenendo conto anche della sua direzione e del suo verso. Attraverso questo meccanismo i dati in input vengono mappati in uno spazio vettoriale capace di mostrarne l'andamento lineare ed è possibile procedere all'effettiva elaborazione degli stessi.

ANFIS

Il metodo ANFIS (da Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) appartiene, analogamente al BPNN, alle tecniche previsionali operanti tramite una Rete Neurale Artificiale. Nello specifico, ANFIS usa tale rete per ricondurre a specifici gruppi semantici le informazioni qualitative raccolte, tenendo conto di alcuni indicatori dell'incertezza dei giudizi umani espressi (Esmaeili, Fkhzad, Hasanzadeh, 2012).

Per fare ciò, ANFIS converte le informazioni raccolte in elementi bidimensionali, in cui una dimensione descrive il gruppo semantico a cui appartiene l'informazione e l'altra indica il grado di appartenenza dell'informazione al gruppo. L'insieme che raccoglie tutti gli elementi bidimensionali creati è chiamato Fuzzy (dall'inglese "sfumato", in quanto il significato originale dei dati è stato sfumato, nel senso di esteso, per essere ricondotto a gruppi semantici cui non apparteneva pienamente). ANFIS riesce ad ottenere risultati superiori alle altre tecniche nelle situazioni in cui il popolo di potenziali clienti ha una scarsa conoscenza del bene che si sta analizzando (si pensi alle tipologie di prodotto che avevamo incontrato in precedenza trattando il Metodo di Influenza Interna e il Metodo Bass) in quanto è in grado di leggere i significati nascosti nelle parole usate dagli intervistati e nelle incertezze che permeano le loro affermazioni (Esmaeili, Fkhzad, Hasanzadeh, 2012).

Il primo passo per la costruzione del Sistema HMFS consiste nell'individuazione dei 5 modelli ibridi. Il primo è il modello ANFIS, preso senza ulteriori modifiche in quanto già ibrido, mentre gli altri quattro sono costituiti dalle 4 ibridazioni possibili tra i 2 modelli lineari e i 2 modelli non lineari rimanenti. Si ottengono così i Modelli Ibridi tra ES e BPNN, tra ES e SVR, tra ARIMA e BPNN e tra ARIMA e SVR.

Una volta determinato il gruppo delle 5 tecniche ibride componenti il Sistema, l'ultimo passaggio consiste nella formulazione del procedimento e dei parametri usati per la selezione della metodologia previsionale più adatta per l'analisi di un determinato contesto. In relazione a ciò, questo Sistema propone un controllo incrociato utilizzando 3 diversi sistemi di calcolo dell'errore previsionale: l'MSE (Media dei quadrati degli errori, cap. 1), il MAPE, ossia la media dei valori assoluti degli errori (MAS, cap. 1) espressa in valore percentuale e la Deviazione Standard.

A questo punto il Sistema HMFS agirà selezionando il modello ibrido che, in relazione a una determinata situazione, totalizza in media valori inferiori nei tre parametri di valutazione dell'errore previsionale e, in conclusione, processerà di dati in possesso dell'analista mediante la tecnica selezionata dal sistema, elaborando il risultato finale del processo di forecasting.

Questo sistema grazie al suo complesso raggio d'azione e all'unione dei punti di forza dei metodi lineari e non lineari è in grado di raggiungere livelli di accuratezza di gran lunga superiori rispetto ai modelli base che lo compongono e risponde all'esigenza di riunire sotto un unico processo diverse tecniche capaci di ottenere risultati eccellenti in alcune situazioni, peccando di mediocrità in altre. Nel complesso, l'unione di questi cinque modelli ibridi e l'efficiente sistema di selezione, volta per volta, del più appropriato fa del HMFS uno strumento capace di affrontare tutti i tipi di situazioni esistenti attualmente nel mercato high-tech.

Facendo riferimento a un caso concreto, i ricercatori C.C. Lin, C.L. Lin e Shyu nello studio effettuato su questo sistema nel 2014 hanno analizzato la sua applicazione nel settore dei display elettronici. L'analisi è stata condotta dividendo il mercato per area geografica, studiando l'intera gamma di display in vendita (dai piccoli display per smartphone, fino ai grandi schermi per mega-televisori domestici) e considerando la domanda relativa a 14 diverse società produttrici⁶. Al termine dell'indagine, è stata riscontrata l'effettiva abilità del sistema di selezionare il metodo più accurato per l'analisi di ogni area selezionata e la superiorità dello stesso, in termini di affidabilità e riduzione dell'errore, rispetto a tutti i metodi di previsione tradizionale considerati.

⁶Samsung, LG Display, AUO, Innolux, CPT, Hannstar, Sharp, TMD, NEC, Hitachi, BOE-OT, CEC-Panda, CSOT, Tianma.

3. APPLE INC. E IL COLLABORATIVE FORECASTING

Apple Inc. è una società statunitense con sede a Cupertino (California) che progetta, produce e vende dispositivi di comunicazione e gestione multimediale, software, servizi informatici, contenuti digitali e applicazioni. Il suo core business (MarketLine, 2015) è costituito dalle linee di smartphone (iPhone) e di tablet (iPad), dalle quali dipende più del 72% dei ricavi, dai computer (Mac e iMac), dagli store multimediali (iTunes e AppStore) e dal servizio di storage (iCloud).

Operando in un mercato altamente competitivo e complesso (con avversari del calibro di Microsoft, Google e Samsung), caratterizzato dal continuo inserimento di nuovi prodotti e da un rapido avanzamento tecnologico (MarketLine, 2015), la società californiana si è trovata di fronte alla necessità di dotarsi di un processo di previsione della domanda e degli andamenti di mercato tale da ridurre i rischi operativi legati all'incertezza e alla variabilità che permeano questo settore. Inoltre, a tale processo è richiesto di fornire un vantaggio competitivo in termini di previsione dell'evoluzione dei gusti e delle esigenze tecnologiche da parte dei clienti, con l'obiettivo di ridurre al minimo l'esposizione del nucleo operativo alla variabilità esterna, consentendo alla società di mantenere, se non ampliare, la sua market share.

Nel tempo, Apple è riuscita a rispondere efficacemente a queste necessità sfruttando i suoi maggiori punti di forza: l'integrazione verticale e la capacità di fare squadra, condividendo informazioni sia con la catena di fornitori, sia con i rivenditori (Yan, Wang, 2012). Nasce da ciò il Collaborative Forecasting (Gao, 2015), un metodo che integra i punti di forza delle tecniche previsionali utilizzate nel settore (cap. 2) e i modelli di analisi dei bisogni tecnologici dei clienti, con un approccio consensuale (cap. 1) capace di concentrare le informazioni disponibili ai vari fornitori e rivenditori, in un unico processo previsionale comune all'intera supply chain.

3.1 IL COLLABORATIVE FORECASTING

Apple pone al centro della sua strategia organizzativa una struttura di tipo collaborativo (Jobs, 2010; Yarrow, 2013; Gao, 2015), che viene attuata sia a livello di coordinazione interna sia verso i fornitori e i retailer con cui si relaziona nello svolgimento delle proprie attività. Dal punto di vista interno, tale organizzazione prevede il concepimento dell'azienda secondo una struttura a rete al cui centro viene collocata l'unità di direzione strategica. Tale unità si relaziona direttamente con ogni unità organizzativa allo scopo di raccogliere tutte le informazioni necessarie per prendere decisioni con la maggiore efficacia possibile (Jobs, 2010). Dal punto di vista esterno, viene attuata la stessa conformazione, con l'unica differenza che in questo caso al centro della rete si trova l'intera società, la quale entra in contatto direttamente con ogni fornitore e rivenditore per una reciproca condivisione delle informazioni strategiche di mercato al fine di contribuire ad un unico processo previsionale condiviso.

La naturale conseguenza di questa scelta organizzativa nella gestione dei rapporti esterni è il Collaborative Forecasting, un processo previsionale centralizzato e condiviso per tutta la catena distributiva capace di combattere tre problemi che la complessità del mercato high-tech fa sorgere (Gao, 2015):

- il rischio di rottura della supply chain; questo sistema previsionale rende tutti i soggetti appartenenti alla catena più consapevoli di ciò che avviene lungo tutta la stessa; gli imprevisti che, per vari motivi, possono emergere vengono anticipati con maggiore efficacia grazie a un sistema d'analisi che, processando più informazioni perché condivise, dispone di dati più precisi sulla domanda attesa in futuro;
- il deficit di coordinazione tra attori non appartenenti alla stessa organizzazione; il fatto che ognuno disponga degli stessi dati sulla domanda attesa porta ad avere una rete in cui ogni soggetto lavora per

mettere a disposizione lo stesso quantitativo di componenti durante un analogo periodo; l'orientarsi di tutti gli attori verso un identico obiettivo è di suo un elemento capace di coordinare l'intera catena; ne consegue una riduzione dei casi di rifornimento eccessivo o di fornitura scarsa;

- l'impossibilità, per Apple, di analizzare ogni micro-mercato, con annesso rischio di perdita di informazioni importanti; delegando ad altri soggetti l'attività commerciale di più stretto contatto con i clienti, la società di Cupertino si espone al rischio di perdere una quantità infinita di dati su ordini, preferenze e richieste dei consumatori, comportamento dei visitatori degli store e loro caratteristiche; grazie al sistema di condivisione delle informazioni, questo rischio è pressochè annullato.

Il Collaborative Forecasting può funzionare quando esiste un vantaggio per tutte le parti in gioco a collaborare e a condividere le informazioni (Yan, Wang, 2012). Come intuibile, esistono tre tipi di attori in gioco in questo sistema: Apple, che ricopre il ruolo di società centrale del modello, non solo in termini di creazione del valore lungo la supply chain ma anche a livello di luogo fisico in cui confluiscano le informazioni; i fornitori; i rivenditori, spesso legati a Apple da un contratto di franchising. Ognuno di questi attori può fornire ben determinate risorse al processo previsionale ed ha precise aspettative su cosa vuole ricevere in cambio per essere spinto alla condivisione.

Nel caso concreto, Apple mette a disposizione le sue conoscenze sul mercato, le tecniche e il know-how relativi alla dimensione previsionale e le risorse trasformanti di cui si avvale il processo. Allo stesso tempo da questa condivisione si aspetta di ottenere una maggiore stabilità della supply chain (che le garantisca il rispetto dei tempi di fornitura), dati più affidabili sulla domanda attesa e sul mercato (che le permettano una pianificazione migliore della produzione e una progettazione più efficace dei futuri modelli che verranno messi in commercio, come vedremo poi nella Quantum Strategy), maggiori profitti in termini di riduzione dei costi di fornitura e aumento dei ricavi nel mercato di vendita.

I Fornitori, a loro volta, possono contribuire fornendo informazioni sul proprio stato di salute, sull'andamento dei mercati di particolari risorse scarse e sulle criticità del proprio processo produttivo mentre richiedono il possesso di uno strumento che permetta una maggiore coordinazione a monte e a valle della catena, una più precisa ed economica gestione dei magazzini e la riduzione dei costi di trasporto e di approvvigionamento dei fattori produttivi (conseguenza di una più precisa pianificazione della produzione, e delle attività ad essa collegate, dovuta al possesso di informazioni più precise sulla domanda attesa futura).

Infine, i rivenditori possono fornire un'ampia rosa di informazioni su gusti, mode, tendenze, stili, comportamenti, caratteristiche anagrafiche, fisiche, sociali, ecc. dei consumatori oltre a dati sugli ordini provenienti da potenziali acquirenti, difettosità riscontrate, principali accessori richiesti e quant'altro. In cambio, essi si aspettano una migliore pianificazione dei tempi di acquisto dei prodotti Apple destinati alla vendita e, soprattutto, minori costi di acquisizione degli stessi, con la possibilità di spuntare margini migliori sulle vendite o di vincere la sfida di prezzo con i concorrenti del mercato. Il primo punto di forza del Collaborative Forecasting sta proprio qui. Se le aspettative di tutti sono soddisfatte, esso fa convergere tutte le informazioni in possesso dei vari attori in un unico processo senza l'uso di strumenti contrattuali. E' nell'interesse di ognuno partecipare alla condivisione, perché essa genera profitti a vantaggio di tutti coloro che ne fanno parte (Yan, Wang, 2012; Gao, 2015).

A livello metodico, l'accuratezza di questo modello è dovuta a due meccanismi ben precisi:

- **maggiori conoscenze;** in un normale processo previsionale i dati che Apple riceve dalla rete collaborativa sarebbero trattati come rumore esterno; al contrario, esse vengono inserite come variabili esplicative nel procedimento di calcolo, permettendo una maggiore precisione di analisi e la possibilità di osservare relazioni tra grandezze che prima non erano conosciute;
- **minore incertezza;** il possesso di maggiori informazioni riduce la dipendenza del risultato finale da casi limite che possono essere riscontrati nella popolazione; l'incertezza del risultato, in termini di varianza, si riduce all'aumentare della numerosità campionaria (e conseguentemente della numerosità di informazioni) perché il numero di elementi costituenti il campione si avvicina

progressivamente a quello dell'intera popolazione, riducendo i rischi che statisticamente si definiscono "collegati all'estrazione dei soggetti formanti il campione".

A completamento dell'intero sistema collaborativo giungono due operazioni post-previsionali effettuate dalla società al centro della rete di attori. La prima, più scontata, è la condivisione dei risultati ottenuti dal processo previsionale centralizzato. Perché la collaborazione sia completa, è necessario che specularmente alla condivisione degli input venga fatto lo stesso anche per gli output del procedimento di calcolo. Da questa operazione dipende la realizzazione di molte delle aspettative di fornitori e rivenditori, tutta la pianificazione e la coordinazione della supply chain derivano dalla conoscenza comune del livello di domanda attesa e di come esso sia stato concretamente calcolato. La seconda, non sempre necessaria a differenza della precedente, è un'attività di supporto strategico ai fornitori attraverso l'individuazione dei corretti livelli di acquisto dei fattori produttivi, del tetto massimo di riempimento del magazzino per raggiungere gli obiettivi di profitto e riduzione costi previsti dalle aspettative iniziali, dei tempi di produzione, degli aspetti e delle tecniche da tener da considerare durante la stessa (Gao, 2015).

Una volta elaborati, i dati previsionali diventano l'input per la pianificazione delle strategie di mercato e per la progettazione dei nuovi prodotti e modelli da commercializzare. E' questo il punto di partenza per la formulazione della Quantum Strategy.

3.2 L'INNOVAZIONE AL COSTO MIGLIORE: LA QUANTUM STRATEGY

Quantum Strategy (Heracleous, 2013) è il nome che viene attribuito all'innovativa strategia di pianificazione delle attività e delle politiche di mercato di Apple. Essa, grazie a una serie di particolari accorgimenti che vedremo di seguito, riesce a sfruttare tutte le informazioni disponibili per giungere ad un obiettivo che prima sembrava impossibile: essere leader nell'innovazione tecnologica del mercato ed avere costi più bassi dei competitors.

Per raggiungere questi formidabili obiettivi, la Quantum Strategy agisce su quattro fronti in modo originale e difficilmente imitabile: la gestione economica ed efficiente del processo di produzione; la progettazione di prodotti che stupiscano il cliente; l'efficienza nella Ricerca e Sviluppo; la creazione di una posizione privilegiata da cui operare nel mercato (Heracleous, 2013).

Gestire in efficienza il processo di produzione

Apple sfrutta l'affidabilità dei dati previsionali ottenuti attraverso il Collaborative Forecasting per progettare un processo produttivo capace di operare con la massima qualità minimizzando i costi; negli ultimi anni tale obiettivo è stato perseguito (Heracleous, 2013) concentrando, nella sua quasi totalità, la supply chain in un'area ristretta attorno alla sede di Apple a Copertino (il che porta a costi di trasporto più bassi), riducendo significativamente il numero di fornitori in modo da creare una rete più stretta con coloro tra i quali si erano create le più forti sinergie, adottando tempi di fornitura volti a ridurre i costi di gestione del magazzino e progettando con diverso tempo di anticipo i processi di produzione rendendoli più precisi ed efficaci possibili. Tutte queste azioni sarebbero state impossibili da compiere in assenza di un processo previsionale particolarmente preciso, capace di individuare quanti pezzi saranno venduti e che miglioramenti tecnologici vuole la gente (necessari per comprendere, tra le altre cose, di quali fornitori si avrà bisogno e quindi quali mantenere e concentrare nella rete di fornitura).

Sotto un altro aspetto, grazie ai dati previsionali Apple può permettersi di diversificare preventivamente il proprio prodotto base con costi incrementali minori rispetto allo scenario in cui ciò fosse fatto su ordinazione o pianificato sulla base di dati meno precisi (che porterebbero alla creazione di varianti che non rispondono ai bisogni del pubblico e, quindi, destinate a rimanere invendute). Tale diversificazione permette di allargare la fetta di potenziali clienti verso cui il prodotto è rivolto (Heracleous, 2013). In parallelo, Apple persegue la politica di produrre pochi modelli ma che si avvicinino alla perfezione, invece di progettare un'ampia gamma di modelli ben fatti ma non eccellenti (si pensi alla gamma di Smartphone prodotti da Samsung, piuttosto che da Sony o LG, con circa una decina di modelli diversi per brand). Questa logica di produrre un

unico modello di Smartphone con alcune singole componenti diversificate ha un ulteriore impatto sulla riduzione dei costi di produzione e sulla semplificazione del processo produttivo.

Stupire il cliente con l'innovazione tecnologica⁷

Conoscere cosa pensa la gente dei prodotti Apple e la sua propensione all'acquisto degli stessi è utile non solo per affrontare al meglio il presente ma anche per progettare prodotti futuri di successo, innovativi, apprezzati e desiderati dal mercato. Ciò è possibile sapendo leggere le esigenze e i desideri nascosti nelle affermazioni e nei comportamenti della popolazione, tuttavia, quella che sembra una cosa facile sulla carta si rivela complicata nella pratica a causa dei particolari meccanismi che sottendono alla percezione dell'innovazione da parte dei clienti.

Gli aspetti che guidano la percezione dei consumatori sono molteplici e possono portare a forti divergenze tra innovazione reale e innovazione percepita. Spesso, inoltre, uno stesso fattore agisce in maniera diversa in base alla situazione cui si trova di fronte, fino ad arrivare al caso estremo in cui innovazioni tecnologiche che non comportano una maggiore utilità per il cliente sono percepite come migliori rispetto a vere e proprie rivoluzioni tecnologiche. Chi compra può essere attratto da novità altamente spettacolari, ma che nella pratica non segnano alcun passo in avanti in termini di utilità reale e risposta ai bisogni dei clienti. Altre volte, il pubblico è portato a considerare maggiormente quelle innovazioni che richiedono un ingente dispiego di forze per essere sviluppate, mentre vengono ignorate quelle percepite come più semplici e scontate, anche se pure questo fattore non è indice della reale potenza di un'innovazione tecnologica. Tuttavia, è la percezione del cliente che conta perché è quest'ultima a influire sulla domanda.

Il processo cognitivo che porta a percepire le innovazioni tecnologiche e, successivamente, ad acquistare un prodotto innovativo sono complesse. Al centro di questo meccanismo c'è il CPI (Consumers' Perceptions of Innovativeness), un indicatore del grado di percezione delle novità da parte del potenziale cliente. Questo indice viene determinato dall'azione di tre fattori:

- il grado di conoscenza di un miglioramento tecnologico esistente all'interno di un prodotto; cresce all'aumentare della consapevolezza nel consumatore della maggiore tecnologia presente in un bene piuttosto che in un altro;
- la percezione del concetto di novità che incarna un certo prodotto; più un prodotto si mostra, agli occhi dei consumatori, capace di fare cose che prima non erano possibili, più aumenta la percezione del suo essere innovativo;
- la percezione dei vantaggi che una nuova tecnologia porta ai clienti; più un miglioramento tecnologico è in grado di proporre soluzioni utili, pratiche e capaci di risolvere i bisogni del consumatore più esso sarà percepito dai clienti.

Una volta comprese le determinanti del CPI va compreso in che modo quest'ultimo guida l'intenzione d'acquisto dei clienti. Questa è la parte più difficile dello studio sui processi percettivi e si divide in due ulteriori fasi. Nella prima questo indice porta alla formazione delle idee di utilità e bellezza che un certo prodotto incarna.

In questo passaggio l'azione di alcuni fattori funge da filtro e può attenuare la relazione positiva tra CPI, riconoscimento dell'utilità e percezione della bellezza bloccando l'intero processo e trasmettendo un'immagine di indesiderabile inutilità riguardo a una certa innovazione. Questi fattori sono: a) la percezione della complessità; quando un miglioramento tecnologico risulta, o appare, difficile da comprendere e poco pratico da utilizzare, perde la propria attrattività e il proprio carattere innovativo; b) la percezione del rischio; se una novità tecnologica può avere impatti negativi sulla salute dell'utente, ed esso è a conoscenza di ciò, smette di essere considerata da clienti come innovativa e smorza la volontà di acquisto da parte del cliente. Ad esempio, una nuova tecnologia che migliora le prestazioni di uno Smartphone ma aumenta congiuntamente la sua emissione di radiazioni elettromagnetiche fino a superare la soglia di sicurezza non susciterà alcuna attrattiva nei consumatori e sarà giudicata pericolosa, più che innovativa.

⁷ Questo paragrafo fa interamente riferimento agli studi di Lowe e Alpert (2015).

Infine, quando un prodotto viene percepito come utile e spettacolare si arriva alla formazione dell'intenzione di acquisto nella testa del consumatore. E' questo l'aspetto di maggior rilevanza, poiché non conta nulla che un prodotto sia visto come innovativo se poi tale senso di progresso tecnologico non è abbastanza forte per il consumatore da spingerlo all'acquisto.

La Quantum Strategy affronta queste dinamiche in due modi:

- sviluppando innovazioni tecnologiche che siano facilmente apprezzabili dai clienti; per ottenere ciò tali miglioramenti devono essere utili, semplici, facili da usare, non rischiosi;
- creando campagne di marketing mirate a creare consapevolezza nel pubblico riguardo all'utilità delle innovazioni tecnologiche già sviluppate e inserite nei prodotti in fase di commercializzazione.

Apple e la sua strategia perseguono questi obiettivi sfruttando le informazioni e i benefici ottenuti grazie al Collaborative Forecasting, che possono essere usate sia per avere un'immagine dei gusti dei clienti sia per capire come presentare e sviluppare un concetto innovativo in modo che sia apprezzabile per il cliente. Tuttavia, Apple segue anche un'altra linea guida per raggiungere tale scopo: la semplicità. Ogni prodotto e ogni novità sono spiegate e strutturate in modo semplice per essere facilmente comprese e utilizzate. Il design è a sua volta votato alla semplicità, pur essendo curato nei dettagli, e le funzioni presenti in ogni dispositivo sono selezionate al fine di presentare un prodotto che fa tutto ciò che è richiesto dal cliente, escludendo le funzioni inutili.

Fare Ricerca e Sviluppo a basso costo

Capire cosa vuole la gente dai prodotti futuri, e quale sia il “modello ideale” di iPhone, iPad, ecc. nella testa dei potenziali clienti, apre alla possibilità di fare ricerca e sviluppo in modo mirato. Conoscendo già cosa si vuole scoprire e migliorare si possono indirizzare tutti gli sforzi economici, umani e tecnologici su pochi precisi obiettivi, riducendo i costi e proponendo innovazioni tecnologiche di successo nel mercato in tempi minori rispetto ai concorrenti (un aspetto diventato ormai fondamentale in un settore movimentato e volubile come quello High-tech). Attraverso questo meccanismo, Apple è riuscita negli ultimi anni a realizzare la migliore performance del settore in termini di costi per R&S (seconda solo a Dell, società che, tuttavia, non fa dell'innovazione tecnologica il centro della propria strategia commerciale), con una spesa solo del 2.7% dei ricavi di vendita, contro il 6.1 di IBM, il 12.9 di Google e il 15.4 di Intel (Heracleous, 2013), tutto questo sovrapponendo ogni competitor nel campo dell'innovazione tecnologica.

Crearsi una posizione di forza nel mercato

In un mercato in cui la competizione tra concorrenti ha raggiunto livelli di aggressività prossimi all'annichilazione, Apple è riuscita a ricavarci una posizione di forza tale da potersi permettere di non partecipare al gioco al ribasso di prezzo. Il design di successo dei suoi prodotti, la continua innovazione, la spettacolarità dei suoi prodotti, la ricerca della semplicità e una differenziazione ristretta ma efficace sono elementi che spingono molti consumatori verso Apple nonostante i prezzi più alti della media (Heracleous, 2013).

3.3 CONCLUSIONI

Apple, impegnando le proprie risorse in un processo previsionale affidabile è riuscita a mettere le basi per crearsi una stabilità organizzativa e operativa in un mercato ad alta variabilità e caratterizzato da una forte concorrenza. Conoscere le preferenze dei consumatori, quanto successo risconterà, in termini di domanda, un certo prodotto, quali novità si aspetta la gente e cosa potrebbe stupirla, in bene e in male, ha un impatto positivo su tutti gli aspetti della gestione. I processi produttivi possono essere pianificati con più accuratezza ed efficienza, i tempi di fornitura possono essere gestiti nel modo più economico possibile, i miglioramenti tecnologici possono essere identificati, studiati e programmati in modo da avvolgere in un'aura di innovazione ogni prodotto introdotto nel mercato, la ricerca e sviluppo può essere condotta in modo mirato così da giungere agli obiettivi prefissati prima degli altri e con meno costi dei concorrenti. Grazie

all'immagine chiara che Apple ha del mercato e dei consumatori che deve affrontare ogni giorno, non solo è possibile concepire prodotti che siano amati dai clienti, ma anche isolare il nucleo operativo dalle continue turbolenze dell'ambiente transazionale permettendogli di agire nel modo migliore possibile.

Tutto questo viene portato avanti da Apple senza rinunciare, anzi amplificando, i due elementi cardine della propria cultura organizzativa: la collaborazione e la semplificazione. La prima permette attraverso la condivisione di avere un processo previsionale senza pari, e un processo produttivo altamente integrato con le attività dei fornitori. Il secondo porta Apple a cercare soluzioni semplici ed efficaci, a raggiungere il massimo minimizzando gli sforzi e gli sprechi e a proporre innovazioni che il cliente può capire ed apprezzare.

Apple è l'esempio lampante di cosa può dare un processo previsionale. E' un investimento che se spinto fino in fondo si rivela ad alta profittabilità. La società californiana ha creduto nell'attuazione di un approccio consensuale, lo ha esteso a tutte le aziende con cui si relaziona e l'ha associato ai migliori metodi di analisi della domanda, del mercato, dei clienti e del processo che li spinge a comprare e attraverso un'osservazione completa dell'ambiente in cui agisce è riuscita ad arrivare prima degli altri ogni volta che si è rivelato necessario.

BIBLIOGRAFIA

- ARMSTRONG, J. S., COLLOPY, F., 1992. Error measures for generalizing about forecasting methods: empirical comparisons. *International Journal of Forecasting* 8, pag. 69-80. In: MCDADE, S., OLIVA, T. A., THOMAS, E., 2009. Forecasting organizational adoption of high-technology product innovations separated by impact: Are traditional macro-level diffusion models appropriate? *International Marketing Management* 39 (2010), pag. 298-307, ELSEVIER.
- ARONSSON, H., JONSSON, R., AX, C., 2008. Sales Forecasting Management. Relazione finale in Management Accounting, Università of Gothenburg.
- BASHIR, F., et. al, 2011. Demand Estimation, Elasticity and Forecasting of LG AIR CONDITIONER. Istituite of Management Sciences. Bahauddin Zakariya University, Multan.
- BASS, F. M., 1969. A new product growth model for consumer durables. *Management Science* 15, pag. 215-227. In: MCDADE, S., OLIVA, T. A., THOMAS, E., 2009. Forecasting organizational adoption of high-technology product innovations separated by impact: Are traditional macro-level diffusion models appropriate? *International Marketing Management* 39 (2010), pag. 298-307, ELSEVIER.
- BRYANT, J., JENSEN, K., 1994. Forecasting inkjet Printers at Hewlett-Packard Company. *The Journal of Business Forecasting Methods and Systems* (Summer 1994). Graceway Publishing Company Inc.
- CHOPRA, S., MEINDL, P., 2007. Supply Chain Management. 3° ed. New Jersey: PEARSON EDUCATION, INC. (Cap. 7: Demand forecasting in a Supply Chain).
- DALLARI, F., BOTTAN, A., BASILE, G., DI MATTIA, M., 2005. Il processo di previsione della domanda. *Logistica Management* di Gennaio/Febbraio 2005. Pag. 83-94.
- ESMAEILI, M., FKHRZAD, P., HASANZADEH, M., 2012. Forecasting Nokia Sales by Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems (ANFIS). Proceeding of the 2012 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Istanbul, Turkey, July 2012.
- FISHER, J. C., PRY, R. H., 1971. A simple substitutional model of technological change. *Technological Forecasting and Social change* 3, pag. 75-88. In: MCDADE, S., OLIVA, T. A., THOMAS, E., 2009. Forecasting organizational adoption of high-technology product innovations separated by impact: Are traditional macro-level diffusion models appropriate? *International Marketing Management* 39 (2010), pag. 298-307, ELSEVIER.
- FOURT, L. A., WOODLOCK, J. W., 1960. Early production of market success for new grocery products. *Journal of Marketing* 25, pag. 31-38. In: MCDADE, S., OLIVA, T. A., THOMAS, E., 2009. Forecasting organizational adoption of high-technology product innovations separated by impact: Are traditional macro-level diffusion models appropriate? *International Marketing Management* 39 (2010), pag. 298-307, ELSEVIER.
- GAO, L., 2015. Collaborative forecasting, inventory hedging and contract coordination in dynamic supply risk management. *European Journal of Operational Research* 245, pag. 133-145.
- HENDRIX, J., 29 Luglio 2014. Apple's Organizational Structure. Disponibile su: http://www.academia.edu/7937905/Apples_Organizational_Structure
- HERACLEOUS, L., 2013. Quantum Strategy at Apple Inc. *Organizational Dynamics* 42, pag. 92-99. ELSEVIER.
- HO-DONG, K., 2015. Demand Forecasting Segmentation apparatus and method. Samsung SDS CO., LTD. Disponibile su <http://www.4-traders.com/SAMSUNG-SDS-CO-LTD-20565918/news/Samsung-SDS--Demand-Forecast-Segmentation-Apparatus-and-Method-for-Adjusting-19860268/>
- HOGARTH, R. M., MAKRIDAKIS, S., 1981. Forecasting and planning: an evaluation. *Management Science*, pag. 27, 115-138. In: LAWRENCE, M., GOODWIN, P., O'CONNOR, M., ÖNKAL, D., 2006. Judgemental forecasting: a review of progress over Last 25 years. *International Journal of Forecasting* 22, pag. 493-518.
- HUBBARD, D., 1992. Forecasting process at Apple Computer. *The Journal of Business Forecasting methods and Systems* (Spring 1992). Graceway Publishing Company Inc.

- JOBS, S., 2010. Risposta in merito alla struttura organizzativa di Apple. Disponibile su: <http://forums.appleinsider.com/t/114205/apples-organizational-structure>.
Disponibile anche su: <http://screwedopinion.blogspot.it/2014/06/management-project-apple-inc-analysis.html>
- LAWRENCE, M., GOODWIN, P., O'CONNOR, M., ÖNKAL, D., 2006. Judgemental forecasting: a review of progress over Last 25 years. *International Journal of Forecasting* 22, pag. 493-518.
- LIN C. C., LIN, C. L., SHYU, J. Z., 2014. Hybrid multi-model forecasting System: A case of study on display market. *Knowledge-Based Systems* 71 (2014), pag. 279-289. ELSEVIER.
- LOWE, B., ALPERT, F., 2015. Forecasting consumer perception of innovativeness. *Technovation* (2015). ELSEVIER.
- MAHAJAN, V., PETERSON, R. A., 1985. Models for innovations diffusion. *Quantitative Applications in the Social Sciences, Series #48*. Sage Publications. In: MCDADE, S., OLIVA, T. A., THOMAS, E., 2009. Forecasting organizational adoption of high-technology product innovations separated by impact: Are traditional macro-level diffusion models appropriate? *International Marketing Management* 39 (2010), pag. 298-307, ELSEVIER.
- MAKRIDAKIS, S., WHEELERIGHT, S., 1977. Forecasting: Issues and Challenges for marketing management. *Journal of Marketing* 41, pag. 1-13. In: MCDADE, S., OLIVA, T. A., THOMAS, E., 2009. Forecasting organizational adoption of high-technology product innovations separated by impact: Are traditional macro-level diffusion models appropriate? *International Marketing Management* 39 (2010), pag. 298-307, ELSEVIER.
- MAKRIDAKIS, S., WHEELERWRIGHT, S., HYNDMAN, R., 1998. *Forecasting, Methods and Applications*. 3° ed. John Wiley & Sons, Inc.
- MARKETLINE, 2015. Apple Inc. – Company Profile. Marketline.
- MARTELLARO, J., 15 Aprile 2015. Finally- Good Forecasting for Apple Watch sales in 2015. *The Mac Observer*. Disponibile su <http://www.macobserver.com/tmo/article/multiple-methods-now-reveal-apple-watch-sales>
- MCDADE, S., OLIVA, T. A., THOMAS, E., 2009. Forecasting organizational adoption of high-technology product innovations separated by impact: Are traditional macro-level diffusion models appropriate? *International Marketing Management* 39 (2010), pag. 298-307, ELSEVIER.
- MENTZER, J. T., MOON, M. A., KENT, J. L., SMITH, C. D., 1997. The need for a forecasting champion. *The Journal of Business Forecasting*, pag. 7-12. In: ARONSSON, H., JONSSON, R., AX, C., 2008. *Sales Forecasting Management*. Relazione finale in Management Accounting, Università of Gothenburg.
- RAO, S., 1985. An empirical comparison of sales forecasting models. *Journal of Product Innovation Management* 4, pag. 232-242.
- ROWE, G., WRIGHT, G., 1999. The Delhi technique as a forecasting tool: issues and analysis. *International Journal of Forecasting* 15, pag. 353-375.
- SACKMAN, 1974. vedi: CAPECCHI, G. STRUMENTI: Il metodo Delhi. *Associazione Pratica*. Disponibile su <http://www.pratika.net/portal/index.php/formazione/143-strumenti-il-metodo-delphi.html>
- YAN, R., WANG, K. Y., 2012. Franchisor - franchisee Supply Chain cooperation: Sharing of demand forecast information in hi-tech industries. *Industriale Marketing Management* 41 (2012), pag. 1164-1173.
- YARROW, J., 01 Maggio 2013. Apple's New Organizational Structure Could Help It Movie Foster. *Business Insider*.
- WU, S. D., ARMBUSTER, C. A., 2004. *Mangino Short-Lifecycle technology Products for Avere Systems*. Lehigh University – Bethlehem (Pennsylvania); Agere Systems, Allentown (Pennsylvania).