



**Politecnico  
di Torino**

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale  
Tesi di Laurea Magistrale

**Quality tracking di prodotto  
basato su Contenuti Generati  
dagli Utenti (UGC)**

**Relatori:**

Prof. Fiorenzo Franceschini  
Prof. Luca Mastrogiacomo

**Candidato:**

Lorenzo Tavani

Anno Accademico 2020-21

L'ingegno imprime una formula durevole anche alle cose  
che non avrebbero per sé la ragion di durare.

(Alessandro Manzoni, *Del Romanzo Storico*)

Un sentito ringraziamento al Prof. Fiorenzo Franceschini, al Prof. Luca Mastrogiacomo, al Dr. Federico Barravecchia e al Dr. Riccardo Gervasi, per la grande disponibilità e l'immaneabile sensibilità dimostratemi durante tutto il periodo di svolgimento di questo lavoro.

Dedico questo lavoro alla mia famiglia e a tutte le persone a me care, per avermi sempre supportato fin dal primo giorno dei miei studi universitari.

# INDICE

LISTA ACRONIMI.....	i
INDICE DELLE FIGURE .....	ii
INDICE DELLE TABELLE.....	viii
PREMESSA.....	1
1. CAPITOLO I.....	5
1.1. Concetti introduttivi.....	5
1.1.1. La Customer Satisfaction (CS) .....	5
1.1.2. La Customer Retention (CR).....	9
1.1.3. Il concetto di “qualità” .....	11
1.1.3.1. Le dimensioni della qualità dei prodotti.....	13
1.1.3.2. Le dimensioni della qualità dei servizi .....	14
1.1.4. La Voice of the Customer (VoC) .....	16
1.1.5. Tecniche di Quality tracking.....	20
1.2. Il concetto di User-Generated Contents (UGC) .....	30
1.3. I Topic Models.....	31
1.3.1. L’algoritmo Structural Topic Model (STM).....	36
2. CAPITOLO II.....	46
2.1. Il concetto di Product-Service System (PSS) .....	46
2.1.1. Categorie di PSS.....	48
2.2. Il car sharing.....	49
2.2.1. Zipcar.....	50

2.1.	Il caso di studio.....	52
2.1.1.	Lavori correlati.....	52
2.1.2.	I dati.....	56
2.1.3.	Selezione dei dati per l'analisi temporale .....	62
3.	CAPITOLO III.....	66
3.1.	Richiami sulla teoria delle Carte di Controllo.....	66
3.1.1.	Carte di Controllo $\bar{X}$ -S.....	68
3.1.2.	Carta di Controllo p.....	69
3.1.3.	Regression Control Chart .....	70
3.1.4.	Carte di Controllo a media mobile .....	72
3.2.	Analisi della letteratura riguardo l'applicazione delle Carte di Controllo agli UGC.....	74
3.3.	Applicazione delle Carte di Controllo al caso di studio .....	77
3.3.1.	Applicazione Carte $\bar{X}$ -S.....	77
3.3.2.	Applicazione Carta p.....	86
3.3.2.1.	Primo caso: Carta p con un solo topic "vincente" per recensione	87
3.3.2.2.	Secondo caso: Carta p con più topic "vincenti" per recensione ....	92
3.3.2.3.	Terzo caso: Carta p con valore soglia e un solo topic "vincente" per recensione .....	99
3.3.3.	Confronto tra le Carte $\bar{X}$ -S e la Carta p.....	101
3.3.4.	Applicazione Regression Control Chart.....	102
3.3.5.	Applicazione Carte a media mobile .....	110
3.4.	Classificazione dei topics.....	115
3.5.	Carte del rating.....	118

4. CAPITOLO IV .....	125
4.1. Conclusioni.....	125
4.2. Sviluppi futuri.....	130
ALLEGATO 1 .....	132
ALLEGATO 2 .....	135
ALLEGATO 3 .....	139
ALLEGATO 4 .....	141
ALLEGATO 5 .....	143
ALLEGATO 6 .....	145
ALLEGATO 7 .....	147
ALLEGATO 8 .....	148
ALLEGATO 9 .....	149
BIBLIOGRAFIA .....	151

## LISTA ACRONIMI

- CL: “Center Line” o “Linea Centrale di Controllo”
- CR: “Customer Retention”
- CS: “Customer Satisfaction”
- CSI: “Customer Satisfaction Index”
- LCL: “Lower Control Limit” o “Limite Inferiore di Controllo”
- PSS: “Product-Service System”
- QMS: “Quality Management System”
- QT: “Quality Tracking”
- STM: “Structural Topic Model”
- UCL: “Upper Control Limit” o “Limite Superiore di Controllo”
- UGC: “User-Generated Contents”
- VoC: “Voice of the Customer” o “Voce del Cliente”
- WoM: “World of Mouth”

## INDICE DELLE FIGURE

<b>Figura 1.1:</b> <i>Il Quality Management System. (Biesok &amp; Wyrod-Wrobel, 2011. Adattata).</i> .....	7
<b>Figura 1.2:</b> <i>Il modello concettuale della soddisfazione del cliente. (Biesok &amp; Wyrod-Wrobel, 2011. Adattata).</i> .....	8
<b>Figura 1.3:</b> <i>La “Catena Soddisfazione-Profitto”: il profitto è una diretta conseguenza dalla fidelizzazione dei clienti, la quale è strettamente legata alla Customer Satisfaction. La soddisfazione dei clienti è a sua volta influenzata dalla qualità del prodotto e del servizio e da una cultura aziendale positiva e proattiva. (Anderson &amp; Mittal, 2000. Adattata).</i> .....	10
<b>Figura 1.4:</b> <i>Relazione tra Customer Satisfaction, Customer Retention e Service Quality. (Caruana, 2002. Adattata).</i> .....	12
<b>Figura 1.5:</b> <i>Esempi di elaborazione dei dati raccolti tramite la tecnica “Quality Tracking”. In figura a) è rappresentato l’andamento della percentuale delle parti guaste di un prodotto. In figura b) sono rappresentate le cause di guasto più frequenti nelle diverse fasi di vita del prodotto.</i> .....	24
<b>Figura 1.6:</b> <i>Il ruolo del “Quality Tracking”. (Franceschini &amp; Galetto, 2003. Adattata).</i> .....	25
<b>Figura 1.7:</b> <i>Il “Complaints Macro-Process”. (Arcidiacono et al., 2006)</i> .....	25
<b>Figura 1.8:</b> <i>Esemplificazione grafica del processo generativo di un Topic Model. Avendo a disposizione un determinato numero di topics (Genetics, Evolution, Intelligence e Computers) e le relative parole caratterizzanti (caselle colorate in alto), si presume che ogni documento venga generato scegliendo la distribuzione dei topics all’interno del documento da scrivere (istogramma a destra). Quindi, si scelgono le parole da usare in base agli argomenti selezionati. (Blei, 2012. Adattata).</i> .....	34

<b>Figura 1.9:</b> <i>L'algoritmo STM processa il corpus di documenti e i metadati restituendo tre output: 1) i topics discussi all'interno dei documenti, 2) la prevalenza tematica per ogni documento e 3) il contenuto tematico per ogni topic. ....</i>	37
<b>Figura 1.10:</b> <i>Rappresentazione grafica del metodo STM. I rettangoli raffigurano le iterazioni effettuate dall'algoritmo per individuare la distribuzione delle parole per ogni topic (<math>\beta</math>) e la distribuzione dei topics in ogni documento (<math>\vartheta</math>). Il rettangolo più esterno indica che le variabili contenute in esso sono diverse per ogni documento, mentre le variabili contenute in quello più interno differiscono per ogni parola. (Roberts et al., 2016. Adattata).....</i>	39
<b>Figura 1.11:</b> <i>Esempio di matrice <math>\vartheta</math>: al suo interno sono contenute le prevalenze tematiche <math>\vartheta_{d,k}</math> .....</i>	40
<b>Figura 1.12:</b> <i>Esempio di matrice <math>\beta^T</math>: al suo interno vi è il contenuto tematico tematico <math>B_{k,v}</math>. ....</i>	41
<b>Figura 2.1:</b> <i>Metodologia sviluppata da Barravecchia, Mastrogiacomo e Franceschini. Le attività che si susseguono sono: formazione del database, pre-processamento dei dati, identificazione del numero ottimale dei topics, applicazione dell'algoritmo STM, etichettatura dei topics, validazione dei risultati, analisi dei risultati. (Mastrogiacomo, Barravecchia, Franceschini, Marimon, 2020c). ....</i>	53
<b>Figura 2.2:</b> <i>Andamento dell'indicatore Held-out likelihood al variare del numero dei topics. In corrispondenza del numero di topics pari a 20 l'andamento diviene costante. (Barravecchia, Mastrogiacomo, Franceschini, 2020a). ....</i>	54
<b>Figura 2.3:</b> <i>Topic proportions medie calcolate sull'intero database dopo la fase di pre-processamento. ....</i>	61
<b>Figura 2.4:</b> <i>Word probabilities delle parole più probabili per ogni topic. Sono riportate le prime 7 parole più probabili che caratterizzano i topics in base al criterio Highest probabilities.....</i>	62
<b>Figura 2.5:</b> <i>Numero recensioni per anno per il database ridotto Zipcar-Yelp!-USA. .</i>	64
<b>Figura 2.6:</b> <i>Topic proportions medie calcolate sul database ridotto (combinazione Zipcar-Yelp!-USA). ....</i>	65
<b>Figura 3.1:</b> <i>Rappresentazione generica di una Carta di Controllo: con le linee tratteggiate sono indicati i Limiti di Controllo mentre con la linea continua è indicata la Linea Centrale di Controllo. ....</i>	67

**Figura 3.2:** Esempio di sottogruppi della Carta UWMA di numerosità  $w$  pari a 4. ....72

**Figura 3.3:** Metodo proposto da Ashton e Evangelopoulos. Processo ciclico che, partendo dall'analisi tramite tecniche di text mining dei commenti dei clienti relativi a un prodotto (o servizio), porta all'individuazione dei fattori di qualità del prodotto in esame. Monitorando i fattori della qualità attraverso l'uso delle Carte di Controllo è possibile individuare le aree dove intraprendere azioni migliorative. (Ashton et al., 2015). .....76

**Figura 3.4:** Applicazione Carta  $\bar{X}$  per il Topic 4 Charges and fees. In figura a) è raffigurata l'applicazione con periodo di campionamento trimestrale: le prime sedici osservazioni risultano essere punti di fuori controllo secondo le "Western Electric Rules", essendo tutte consecutive e al di sotto della linea centrale. In figura b) è rappresentata l'applicazione con periodo di campionamento semestrale: le prime otto osservazioni risultano essere punti di fuori controllo, essendo tutte consecutive e al di sotto della linea centrale. In figura c) è riprodotta l'applicazione con periodo di campionamento annuale: vi è un punto oltre i limiti di controllo in corrispondenza del campione 2006. La linea centrale è la medesima per tutte le figure, al contrario il profilo temporale delle osservazioni è sempre meno dinamico passando dalla figura a) alla figura c). Il topic in esame mostra un andamento stazionario costante in tutte le tre applicazioni proposte. ....82

**Figura 3.5:** Applicazione Carta  $S$  per il Topic 4 Charges and fees. In figura a) è raffigurata l'applicazione con periodo di campionamento trimestrale: vi sono tredici punti oltre i limiti di controllo. In figura b) è raffigurata l'applicazione con periodo di campionamento semestrale: vi sono sei punti oltre i limiti di controllo. In figura c) è rappresentata l'applicazione con periodo di campionamento annuale: vi sono quattro punti di fuori controllo. La linea centrale è la medesima per tutte le figure. Passando dalla figura a) alla figura c): il profilo temporale delle osservazioni è sempre meno dinamico e la percentuale di fuori controllo tende a diminuire. Il topic in esame mostra un andamento stazionario costante in tutte le tre applicazioni proposte. ....83

**Figura 3.6:** Applicazione Carte  $\bar{X}$ - $S$  per il topic 18 Customer service courtesy, il quale evidenzia condizioni di stazionarietà non costante. In figura a) vi è l'applicazione della Carta  $\bar{X}$ : vi sono numerosi punti di fuori controllo. Emerge che la Carta non

*risulta essere efficace nel monitorare il profilo crescente delle osservazioni. In figura b) è raffigurata della Carta S: non emergono significative differenze con le Carte S costruite per i topics dal comportamento stazionario costante.....85*

**Figura 3.7:** *Applicazione Carta p: Caso 1 per il Topic 4 Charges and fees. In figura a) è raffigurata l'applicazione con periodo di campionamento trimestrale: non emergono punti di fuori controllo. In figura b) è riprodotta l'applicazione con periodo di campionamento semestrale: emerge un punto oltre i limiti di controllo in corrispondenza del campione S1 2010. In figura c) è rappresentata l'applicazione con periodo di campionamento annuale: vi è un punto oltre i limiti di controllo in corrispondenza del campione 2010. La linea centrale è la medesima per tutte le figure, al contrario il profilo temporale delle osservazioni è sempre meno dinamico passando dalla figura a) alla figura c). Il profilo delle osservazioni risulta essere marcatamente differente nella figura a) rispetto alle altre, essendo i campioni nelle carte con periodo di campionamento trimestrale caratterizzati da una numerosità minore. Di conseguenza, è minore la probabilità di trovare, all'interno di un campione, il Topic 4 come "vincente" in almeno una recensione. Il topic in esame mostra un andamento stazionario costante in tutte le tre applicazioni proposte.....90*

**Figura 3.8:** *Applicazione Carta p per il Topic 14 Sharing benefits, il quale evidenzia condizioni di stazionarietà non costante. Carta con campioni definiti ogni tre mesi. Il topic in esame mostra un trend decrescente: le osservazioni dei primi anni si attestano su valori elevati, che tendono a diminuire fino ad attestarsi su valori molto bassi degli ultimi anni. Sono presenti numerosi punti di fuori controllo. La Carta non risulta essere efficace nel monitorare il profilo decrescente delle osservazioni.....92*

**Figura 3.9:** *Applicazione Carta p: Caso 2 per il Topic 4 Charges and fees con periodo di campionamento trimestrale. Confronto grafico variando la soglia per la trasformazione binaria delle topic proportions. In figura a) è raffigurata l'applicazione con soglia stimata dalla lettura (0,2): sono presenti numerosi campioni con osservazioni nulla. In figura b) è rappresentata l'applicazione con soglia 95° percentile (0,1769): sono presenti numerosi campioni con osservazioni nulla. In figura c) è raffigurata l'applicazione con soglia di Ridler (0,1239): vi sono due campioni con osservazione nulla. In figura d) riprodotta l'applicazione con soglia media (0,05): non ci sono osservazioni nulle e vi è un punto di fuori controllo (Q4*

2008). In figura e) è raffigurata l'applicazione con soglia mediana (0,0269): non ci sono osservazioni nulle e vi sono tre punti di fuori controllo (Q2, Q3 e Q4 2006). Il Topic 4 mostra un andamento stazionario costante in tutte le applicazioni proposte.

.....97

**Figura 3.10:** Applicazione Carta p: confronto grafico dei 3 casi considerati. Carte costruite per il Topic 4 Charges and fees con frequenza di campionamento trimestrale. In figura a) è rappresentato il primo caso, in figura b) il secondo e in figura c) il terzo. Il primo e il terzo caso risultano essere più stringenti nelle condizioni di binarizzazione delle topic proportions rispetto al secondo caso, determinando valori delle linee centrali più bassi. Il topic in esame mostra un andamento stazionario costante in tutte le casistiche. ....100

**Figura 3.11:** Applicazione Regression Control Chart per il Topic 18 Customer service courtesy, il quale mostra un comportamento stazionario non costante. Carte costruite con limiti dipendenti dalla numerosità campionaria. In figura a) è raffigurata l'applicazione con periodo di campionamento trimestrale: non emergono punti di fuori controllo. In figura b) è riprodotta l'applicazione con periodo di campionamento semestrale: non emergono punti di fuori controllo. In figura c) è rappresentata l'applicazione con periodo di campionamento annuale: vi è un punto di fuori controllo in corrispondenza del campione 2016. Il modello di regressione lineare è utilizzato nelle figure a) e b), mentre nella figura c) è adottato il modello di regressione di potenza. La linea centrale di tutte e tre le figure segue l'andamento crescente delle osservazioni campionarie. Il profilo temporale delle osservazioni è sempre meno dinamico passando dalla figura a) alla figura c). ....108

**Figura 3.12:** Applicazione Regression Control Chart per il Topic 18 Customer service courtesy: limiti costruiti secondo la proposta di Mandel. I limiti di controllo non dipendono dalla numerosità campionaria e risultano essere meno stringenti rispetto a quelli in figura 3.11a. Carta con campioni definiti ogni tre mesi. ....109

**Figura 3.13:** Applicazione Carta UWMA al Topic 4 Charges and fees. L'andamento delle osservazioni campionarie risulta più "schiacciato" sulla linea centrale rispetto alle Carte  $\bar{X}$ -S. Le prime tredici osservazioni risultano essere punti di fuori controllo secondo le "Western Electric Rules", essendo tutte consecutive e al di sotto della linea centrale. ....111

<b>Figura 3.14:</b> Applicazione Carta EWMA al Topic 4 Charges and fees. L'andamento delle osservazioni campionario risulta più "schiacciato" sulla linea centrale rispetto alle Carte UWMA. Le prime sedici osservazioni risultano essere punti di fuori controllo secondo le "Western Electric Rules", essendo tutte consecutive e al di sotto della linea centrale.....	113
<b>Figura 3.15:</b> Applicazione delle Carte a media mobile per il topic 18 Customer service courtesy, il quale evidenzia condizioni di stazionarietà non costante. In figura a) è rappresentata l'applicazione della Carta UWMA: vi sono numerosi punti di fuori controllo. In figura b) è raffigurata l'applicazione della Carta EWMA: vi sono numerosi punti di fuori controllo. Emerge che entrambe le carte non risultano adatte monitorare il profilo non stazionario costante delle osservazioni. ....	114
<b>Figura 3.16:</b> Carta generale annuale del rating per il database ridotto: Zipcar-Yelp!-USA. Emerge un andamento decrescente del valore medio del rating e una restrizione del range interquartile.....	120
<b>Figura 3.17:</b> Carta p annuale e la relativa carta del rating per il Topic 8 Car condition. In figura a) è raffigurata la Carta p costruita con un valore soglia di binarizzazione delle prevalenze tematiche pari a 0,2. In figura b) è rappresentata la carta del rating costruita con il rating delle sole recensioni con prevalenza tematica del Topic 8 superiore al valore soglia. Il topic evidenzia un andamento stazionario costante sulla Carta p e nessun elemento di criticità è segnalabile, tuttavia dalla carta del rating emerge un andamento decrescente del rating. ....	121
<b>Figura 3.18:</b> Carta generale annuale del rating per la combinazione di recensioni: Zipcar-Play Store-USA. Emerge un andamento leggermente crescente del valore medio del rating e un modesto aumento del range interquartile. ....	122
<b>Figura 3.19:</b> Carta generale annuale del rating per la combinazione di recensioni: Car2go-Yelp!-USA. Emerge un andamento decrescente del valore medio del rating. ....	123

## INDICE DELLE TABELLE

<b>Tabella 1.1:</b> <i>Tecniche per l'individuazione delle esigenze esplicite del cliente. (Freeman &amp; Radziwill, 2018).</i> .....	18
<b>Tabella 1.2:</b> <i>Tecniche per l'individuazione delle esigenze nascoste del cliente. (Freeman &amp; Radziwill, 2018).</i> .....	19
<b>Tabella 1.3:</b> <i>Recensioni esempio STM. Per ogni recensione oltre al testo è riportata anche la valutazione espressa dall'autore della stessa.</i> .....	42
<b>Tabella 1.4:</b> <i>Esempio di topics. Le parole con prevalenza tematica al di sotto dello 0,10 non concorrono alla definizione del topic.</i> .....	43
<b>Tabella 1.5:</b> <i>Esempio di matrice della prevalenza tematica <math>\vartheta</math>.</i> .....	44
<b>Tabella 1.6:</b> <i>Effetti marginali nel cambio delle topic proportions in base alla bassa valutazione (valutazione di 1 e 2) e alta (valutazione di 4 e 5). La linea tratteggiata rappresenta l'effetto zero (valutazione di 3).</i> .....	44
<b>Tabella 2.1:</b> <i>Etichettatura dei 20 topics individuati dall'algoritmo STM (Barravecchia, Mastrogiacomo, Franceschini, 2020a. Adattata).</i> .....	55
<b>Tabella 2.2:</b> <i>Database utilizzato per la determinazione dei topics. Sulle righe vi sono i diversi provider di car sharing mentre sulle colonne vi sono le diverse fonti di provenienza delle recensioni.</i> .....	57
<b>Tabella 2.3:</b> <i>Parole nei topics in base ai criteri Highest probability (H.P.) e FREX. Per ogni criterio sono riportate le prime sette parole che più caratterizzano i topics.</i> .....	60
<b>Tabella 2.4:</b> <i>Passaggio dal database iniziale al database ridotto, composto dalla sola combinazione Zipcar-Yelp!-USA.</i> .....	63
<b>Tabella 3.1:</b> <i>Modello generale di una Carta di Controllo. <math>\mu_w</math> e <math>\sigma_w</math> rappresentano rispettivamente la media campionaria e la deviazione standard campionaria della statistica <math>w</math>. <math>L</math> è la distanza dei limiti di controllo dalla linea centrale.</i> .....	66
<b>Tabella 3.2:</b> <i>Esempio di determinazione dei valori campionari per il Topic 4 Charges and fees. A partire dalle topic proportions (<math>\vartheta_{i,j,4}</math>) delle recensioni relative al periodo gennaio-giugno 2019, si determinano i valori di prevalenza media dei campioni del</i>	

<i>primo e secondo trimestre (Q1 2019, Q2 2019) e del primo semestre del 2019 (S1 2019).....</i>	<i>78</i>
<b>Tabella 3.3:</b> <i>Valori per la costruzione della carta <math>\bar{X}</math> con periodo semestrale del Topic 4 Charges and fees. ....</i>	<i>79</i>
<b>Tabella 3.4:</b> <i>Valori per la costruzione della carta S con periodo semestrale per il Topic 4 Charges and fees. ....</i>	<i>80</i>
<b>Tabella 3.5:</b> <i>Esempio di trasformazione binaria delle topic proportions: la topic proportion dell'argomento effettivamente discusso all'interno della recensione (Topic 8 Car condition) è approssimata all'unità, tutte le altre topic proportions sono approssimate allo zero.....</i>	<i>88</i>
<b>Tabella 3.6:</b> <i>Soglie utilizzate per trasformazione binaria delle topic proportions....</i>	<i>95</i>
<b>Tabella 3.7:</b> <i>Esempio di recensione con un unico topic effettivamente discusso al suo interno (Topic 4 Charges and fees). ....</i>	<i>98</i>
<b>Tabella 3.8:</b> <i>Modelli di regressione utilizzati: <math>Y_i</math> è la variabile dipendente, <math>x_i</math> è la variabile indipendente e <math>a</math> e <math>b</math> sono i parametri dei modelli. Nel caso di studio: la variabile dipendente è rappresentata dalle osservazioni campionarie <math>\bar{X}_{i,k}</math>, mentre la variabile indipendente dai campioni. ....</i>	<i>103</i>
<b>Tabella 3.9:</b> <i>Valori per la costruzione della Regression Control Chart con periodo semestrale per il Topic 18 Customer service courtesy.....</i>	<i>104</i>
<b>Tabella 3.10:</b> <i>Valori per il calcolo del coefficiente di determinazione (<math>R^2</math>) del modello di regressione lineare, applicato ai valori campionari semestrali del Topic 18 Customer service courtesy. ....</i>	<i>105</i>
<b>Tabella 3.11:</b> <i>Valore del coefficiente di determinazione (<math>R^2</math>) in base al modello di regressione utilizzato per approssimare le osservazioni del Topic 18 Customer service courtesy.....</i>	<i>106</i>
<b>Tabella 3.12:</b> <i>Esempio di costruzione dei valori di prevalenza media per ogni sottogruppo <math>M_{i,k}</math> per il Topic 4 Charges and fees. ....</i>	<i>111</i>
<b>Tabella 3.13:</b> <i>Topics con profilo temporale stazionario costante. Per questi topics gli strumenti proposti per il monitoraggio temporale delle loro prevalenze tematiche sono: le Carte <math>\bar{X}</math>-S, la Carte <math>p</math> e le Carte a media mobile.....</i>	<i>115</i>
<b>Tabella 3.14:</b> <i>Topics con profilo temporale stazionario non costante. Per ognuno di essi è riportato il tipo di andamento e il modello di regressione che meglio si adatta</i>	

alle osservazioni campionarie in base alla frequenza di campionamento. Le cause della stazionarietà non costante sono state rintracciate nel venire meno della componente di Novità (N) o della componente della Qualità offerta (Q). Lo strumento proposto per monitorare il comportamento temporale delle prevalenze tematiche di questi topics è la Regression Control Chart. .... 116

**Tabella 3.15:** Determinazione dei valori della media e del range interquartile del rating per la costruzione della carta generale del rating per le Carte  $\bar{X}$ -S, con frequenza di campionamento trimestrale. Nella tabella di sinistra sono riportati, in ordine cronologico, le recensioni del campione trimestrale Q1 2007 e i relativi valori del rating. Nella tabella di destra, una volta ordinati i valori del rating in modo ascendente, si individua il valore mediano all'interno dell'insieme composto dai valori del rating ordinati. Si individuano l'insieme A (composto da tutti i valori al di sotto del valore mediano del rating calcolato sull'intero campione) e l'insieme B (composto da tutti i valori al di sopra del valore mediano). Quindi, si trovano: il valore medio del rating all'interno del campione (4,1052), il primo quartile del rating (mediana dell'insieme A, 4) e il terzo quartile del campione (mediana dell'insieme B, 5). .... 119

## **PREMESSA**

Oggigiorno l'esistenza di un'impresa in un mondo sempre più competitivo è fortemente legata allo sviluppo e al mantenimento di un cliente soddisfatto e fidelizzato, poiché questo rappresenta una fonte di redditività per l'azienda ed è sinonimo di successo a lungo termine (Anderson & Mittal, 2000). Le organizzazioni dovrebbero comprendere le esigenze e le aspettative del cliente in merito ai prodotti e servizi offerti, monitorandone le performance, poiché maggiori sono le prestazioni, maggiore è la soddisfazione del cliente (Oliver, 1980). Di conseguenza, una sempre più grande attenzione è riservata alla qualità percepita dal cliente. La qualità è diventata un fattore strategico per le imprese ed è di fondamentale importanza comprendere quali siano gli elementi in grado di influenzarla. Questi elementi, denominati dimensioni della qualità, consentono alle organizzazioni di misurare, controllare e migliorare la percezione che il cliente ha in merito a un prodotto o servizio (Johnston, 1995). L'esistenza di un'impresa sul mercato passa, quindi, dal concetto di far sentire i propri clienti preziosi e unici, interpretandone e soddisfacendone i bisogni attraverso il miglioramento della qualità dei prodotti (o servizi) offerti.

Le organizzazioni si avvalgono dell'uso di tecniche, denominate di Quality tracking, per monitorare sia la qualità di un prodotto sia la soddisfazione del cliente. Queste tecniche traggono le informazioni utili al monitoraggio non da attività e processi interni all'azienda ma dall'esterno, ascoltando direttamente i consumatori. Infatti, le tecniche di Quality tracking rilevano il variare della qualità di un prodotto nel tempo, raccogliendo la "Voice of the Customer" (VoC). La VoC è definibile come un processo volto a raccogliere le opinioni dei clienti, al fine di trarne degli spunti per il miglioramento di prodotti o servizi (Griffin & Hauser, 1991). Ascoltando la Voce dei Clienti è, dunque, possibile anticipare le esigenze future dei clienti stessi, per poi pianificare e progettare al meglio i nuovi prodotti.

Nelle tecniche di Quality tracking il cliente è al centro dell'attenzione, tuttavia queste mostrano nella loro applicazione più tradizionale una forte componente di intrusività ai danni del cliente stesso. In altre parole, le organizzazioni, nel raccogliere la VoC, interpellano direttamente il cliente, avendo interazioni con questo in occasioni predefinite o a intervalli periodici.

L'argomento centrale di questo lavoro di tesi è la proposta di un innovativo approccio al Quality tracking in grado di raccogliere la VoC senza interpellare direttamente il cliente. Questo nuovo approccio è reso possibile dalla crescente disponibilità di contenuti postati sul web dai clienti delle organizzazioni in merito all'esperienza avuta con i prodotti e servizi acquistati. Difatti, la miriade di dati rilasciati dai clienti sul web ha aperto negli ultimi anni nuovi scenari nel tracciamento della qualità di un prodotto. Tali dati, chiamati User-Generated Contents (UGC), sono in grande parte recensioni pubblicate dai clienti sotto forma testuale, non strutturata e gratuita e pertanto rappresentano un valido ed economico supporto per le organizzazioni per indagare e monitorare la qualità di un prodotto o servizio. L'analisi degli UGC tramite tecniche di topic modeling rende possibile l'individuazione automatica delle dimensioni latenti della qualità di un prodotto o servizio. In altre parole, analizzando un corpus di UGC tramite appositi algoritmi si identificano gli argomenti più discussi all'interno del corpus stesso. Gli argomenti individuati sono denominati "topics" e rappresentano le dimensioni latenti della qualità del prodotto in esame.

L'obiettivo principale di questo studio è di capire quali siano gli Strumenti di Controllo Statistico che meglio si prestano al monitoraggio temporale dei topics, estratti attraverso un algoritmo di topic modeling da un database di UGC. L'oggetto verso il quale sono state rivolte le analisi effettuate è il Product-Service System del car sharing. Il car sharing rientra a pieno titolo nei modelli di Sharing Economy più diffusi negli ultimi anni e pertanto rappresenta un fenomeno di grande interesse. Un Product-Service System (PSS) è definito come un sistema di prodotti, servizi, reti di "attori" e apposite infrastrutture che si adopera continuamente per fronteggiare la competitività tra le imprese, soddisfacendo le esigenze dei clienti e

riducendo l'impatto ambientale rispetto ai modelli di business tradizionali (Goedkoop *et al.*, 1999).

Sono state condotte una serie di analisi applicando al caso di studio diversi tipi strumenti di monitoraggio appartenenti alla famiglia delle Carte di Controllo. Per giunta, al fine di capire non solo come variano nel tempo gli argomenti discussi dai clienti ma anche il come se ne discute di questi, sono state svolte delle ricerche in merito alla relazione tra le dimensioni latenti della qualità, le valutazioni associate alle recensioni e la data di pubblicazione delle stesse. La motivazione dietro alle attività svolte in questo lavoro di tesi è rintracciabile nel fatto che attraverso una minuziosa e continua raccolta della VoC un'azienda è in grado di conoscere al meglio il proprio cliente, intuendo tempestivamente i suoi bisogni e l'evoluzione di questi nel tempo. Ciò può garantire una maggiore soddisfazione e fidelizzazione del cliente, fornendo spunti per migliorare le performance di prodotti, servizi o PSS.

Il lavoro è organizzato in quattro capitoli:

- **Capitolo 1:** si illustrano i concetti e le motivazioni che possono indurre alla raccolta della Voce del Cliente e si espongono esempi di tecniche di Quality tracking "tradizionali". Si introducono gli elementi che sono alla base del nuovo approccio al Quality tracking, quali: gli User-Generated Contents e i Topic Models;
- **Capitolo 2:** sono elencati gli elementi caratterizzanti del caso di studio. Vengono individuate le dimensioni latenti della qualità del PSS car sharing a partire da un database di recensioni pubblicate sul web dagli utenti. Quindi, vengono riportati i passi svolti in preparazione della successiva fase di analisi temporale delle dimensioni della qualità individuate;
- **Capitolo 3:** dopo dei brevi richiami sulla teoria delle Carte di Controllo, si espone una rassegna della letteratura in merito all'utilizzo delle Carte di Controllo per monitorare gli UGC. In seguito, si illustrano i risultati dell'applicazione delle Carte di Controllo al caso di studio. Inoltre, si evidenziano i legami esistenti tra le dimensioni della qualità, la data e la

valutazione delle recensioni contenute nel database, proponendo la costruzione di specifiche carte del rating;

- **Capitolo 4:** si espongono le conclusioni e gli aspetti di novità introdotti da questo lavoro. Infine, si propongono dei possibili sviluppi futuri dello studio.

# 1. CAPITOLO I

## 1.1. Concetti introduttivi

### 1.1.1. La Customer Satisfaction (CS)

Secondo la norma internazionale ISO/FDIS 10004 (2018) la soddisfazione del cliente è la percezione da parte dello stesso del grado con cui le sue aspettative vengono soddisfatte da un prodotto (o servizio). In letteratura esistono molteplici interpretazioni del concetto di Customer Satisfaction (CS), tuttavia tutte le definizioni condividono tre componenti generali comuni:

- la soddisfazione del consumatore è una risposta emotiva o cognitiva;
- la risposta riguarda un focus particolare (aspettative, prodotto, esperienza di consumo, ecc.);
- la risposta avviene in un momento particolare (dopo il consumo, dopo la scelta, ecc.).

La CS, inoltre, può essere vista come la valutazione da parte del cliente di una funzione aggregata di una serie di fattori che compongono l'acquisto. In altre parole, il livello di soddisfazione del cliente è il risultato delle caratteristiche del prodotto o del servizio, di fattori interni all'azienda, dell'esperienza del cliente e dei requisiti del prodotto. La soddisfazione include non solo le sensazioni associate al processo di acquisto, ma anche l'atmosfera prima e dopo l'esecuzione degli acquisti. La soddisfazione è quindi la risultante della somma delle valutazioni di ogni attributo che compone il prodotto e tanto maggiore è l'importanza di un attributo, tanto maggiore è il suo impatto sulla soddisfazione generale (Mahapatra & Kumar, 2010).

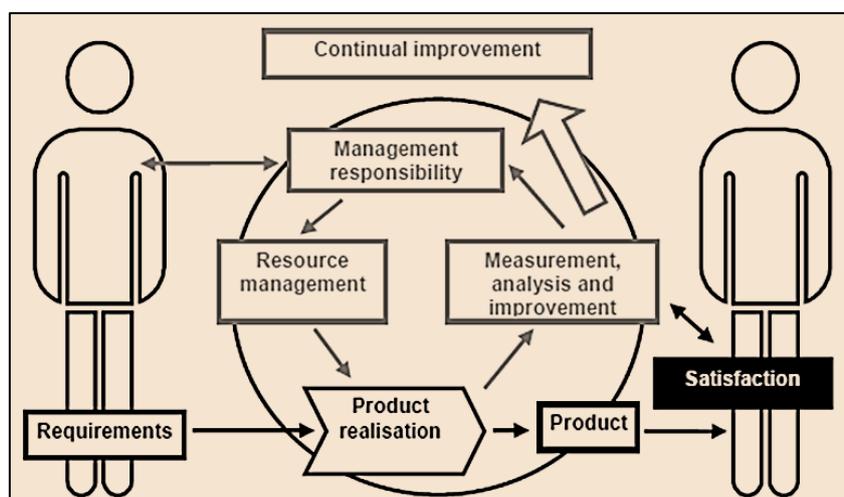
Per raggiungere la soddisfazione del cliente, l'organizzazione dovrebbe comprendere le sue aspettative. La comprensione delle aspettative dei clienti non solo può determinare un buon livello di CS, ma costituisce anche una valida risorsa in fase di progettazione dei prodotti e dei servizi che verranno successivamente realizzati (ISO/FDIS 10004, 2018). Il paradigma della disconferma delle aspettative ci suggerisce che il livello di soddisfazione del cliente è correlato alla conferma o al disconoscimento di aspettative precedenti, o meglio la CS è quantificabile come la differenza tra la prestazione attesa e quella percepita di un prodotto (Oliver, 1980).

Un ruolo importante nelle percezioni del cliente è riservato all'utilità e alle performance del prodotto. Infatti, quando le prestazioni del prodotto sono buone, le valutazioni cognitive dell'utilità del prodotto si traducono nell'esperienza di soddisfazione (Oliver, 1980). L'importanza riconosciuta alle performance del prodotto nelle scelte future di acquisto determina non solo se il cliente è soddisfatto o meno, ma anche il grado di soddisfazione (Mahapatra & Kumar, 2010). Difatti, più sono favorevoli le prestazioni di un prodotto, maggiore è la soddisfazione del cliente (Oliver, 1980).

I clienti soddisfatti acquisteranno di nuovo e condivideranno la loro esperienza positiva (World of Mouth, WoM), al contrario, i clienti insoddisfatti pubblicheranno negativamente il prodotto e sceglieranno i prodotti della concorrenza. Pertanto, la norma ISO/FDIS 10004 invita le organizzazioni a misurare la soddisfazione del cliente in maniera sistematica e costante, poiché le esigenze del cliente e quindi la sua soddisfazione sono soggette a modifiche nel tempo. Un approccio focalizzato alla raccolta dei feedback dei clienti deve essere supportato dal top management, dall'impegno di tutta l'organizzazione e dall'uso efficace delle risorse a disposizione. I feedback dei clienti sono fondamentali per il miglioramento dei prodotti esistenti e anche per svilupparne di nuovi, in linea con i principi della filosofia del miglioramento continuo. Di conseguenza, il cliente risulta essere il motore principale dello sviluppo di un prodotto e della sua qualità e pertanto le aziende si sono dotate di sistemi di gestione della qualità (Quality Management System, QMS). Questi sistemi si fondano sulle indicazioni contenute

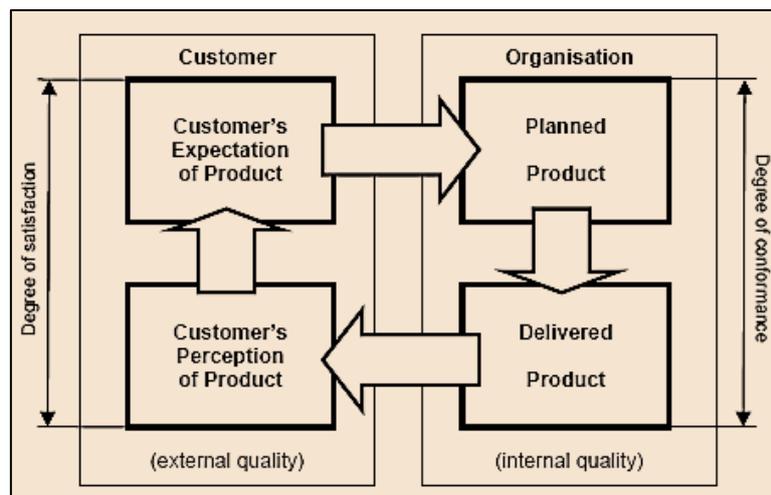
nelle norme internazionali degli standard della serie ISO 9000. In particolare, la norma ISO 9001 afferma che l'azienda deve garantire che i requisiti del cliente siano determinati e rispettati al fine di migliorare la soddisfazione dello stesso. Un QMS incorpora delle procedure per il miglioramento e incremento della qualità e si basa sulle informazioni deducibili dal cliente stesso, poiché la qualità di un prodotto dipende dalle sue esigenze e aspettative. Un sistema di gestione della qualità deve anche essere in grado di definire i processi che contribuiscono alla realizzazione di un prodotto accettabile per il cliente e di monitorare eventuali cambiamenti nei bisogni dei clienti, essendo quest'ultimi soggetti a rapidi cambiamenti nel tempo (UNI EN ISO 9001:2015).

Il Quality Management System, schematizzato in figura 1.1, è quindi definibile come un processo ciclico che a partire dal cliente e dai suoi bisogni, migliora continuamente il prodotto, impiegando e modificando adeguati processi interni con lo scopo di aumentarne la soddisfazione. Il prodotto realizzato e successivamente venduto non ha generalmente tutti gli attributi che emergono in fase di investigazione delle esigenze dei clienti. Esso risulta essere un compromesso tra la comprensione delle aspettative del cliente, delle capacità dell'organizzazione, dei suoi interessi interni e dei vincoli tecnici, statutari e normativi applicabili all'organizzazione e al prodotto (Biesok & Wyrod-Wrobel, 2011). Il livello di soddisfazione del cliente riflette il divario tra la visione del cliente del prodotto atteso e la percezione del cliente del prodotto ricevuto.



**Figura 1.1:** Il Quality Management System. (Biesok & Wyrod-Wrobel, 2011. Adattata).

In figura 1.2, è raffigurato il rapporto tra la “qualità interna” (corrispondente al miglioramento del funzionamento interno dell'azienda) e la “qualità esterna” (corrispondente alla soddisfazione dei clienti). L’obiettivo di un QMS è quello di ottimizzare il legame tra queste due grandezze, riducendo sia la differenza esistente tra il prodotto pianificato e quello realizzato (grado di conformità), sia la distanza tra le aspettative del cliente e le sue percezioni riguardo al prodotto finito (grado di soddisfazione) (Biesok & Wyrod-Wrobel, 2011).



**Figura 1.2:** Il modello concettuale della soddisfazione del cliente. (Biesok & Wyrod-Wrobel, 2011. Adattata).

La soddisfazione rafforza gli atteggiamenti positivi verso l’azienda, determinando la formazione di clienti fidelizzati. Pertanto, l’obiettivo di un’azienda è focalizzato sulla creazione di un servizio o di un prodotto di qualità, ma anche sulla creazione di clienti fidelizzati. Perciò, la progettazione di efficaci strategie aziendali richiede una comprensione della natura e dell’impatto della soddisfazione (o insoddisfazione) del cliente sulla fidelizzazione all’azienda e ai suoi prodotti.

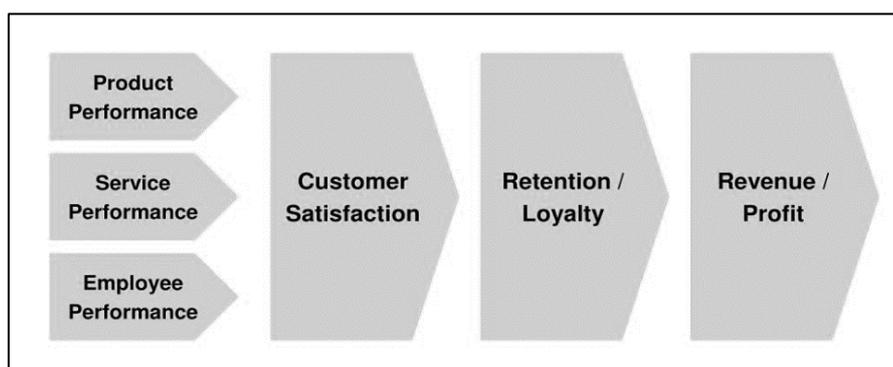
### **1.1.2. La Customer Retention (CR)**

La cura del cliente è volta ad ottenere sempre più clienti non solo soddisfatti ma anche fidelizzati all'azienda. La Customer Retention (CR) presuppone un elevato livello di soddisfazione della clientela, la quale anche in presenza di possibili alternative, sceglie liberamente di continuare a comprare dall'azienda, rimanendo ad essa "fidelizzata". La fidelizzazione del cliente può essere definita come un senso di connessione, attaccamento all'azienda, o ai prodotti da essa offerti (Biesok & Wyrod-Wrobel, 2011).

La CR, sebbene dipenda dalla CS, non si presenta come un'estensione diretta della Customer Satisfaction, poiché un cliente può risultare sia fidelizzato che molto soddisfatto (ad esempio in presenza di poche altre scelte) o essere soddisfatto ma non fidelizzato (ad esempio, in presenza di molte alternative) (Shankar *et al.*, 2003). Il legame esistente tra la CS e la CR non è di tipo proporzionale: quando la soddisfazione aumenta al di sopra di una soglia, la fidelizzazione all'acquisto aumenterà rapidamente e quando la soddisfazione scende al di sotto di un livello soglia, la fidelizzazione diminuirà altrettanto rapidamente (Bowen & Chen, 2001). Di conseguenza, essendo la CS legata alle aspettative e alle percezioni della clientela, un obiettivo cardine delle organizzazioni è quello di acquisire una sempre maggiore e accurata conoscenza del cliente, mantenendo un rapporto costante con questo e soddisfacendo le sue esigenze attraverso il miglioramento della qualità del prodotto/servizio.

È il caso di fare due osservazioni di carattere economico in merito alla Customer Retention. La prima osservazione è che l'acquisizione di nuovi clienti risulta essere molto più costosa che mantenere gli attuali, perciò le imprese hanno adottato una serie di iniziative volte alla protezione e all'incremento della CR. La seconda osservazione è che la Customer Retention, assicurando una elevata e spontanea stabilità alla permanenza del cliente, consente di stabilizzare la base clienti nel tempo e rendere più certi i flussi di ricavi, come suggerito dalla teoria "Catena Soddisfazione-Profitto" (Satisfaction-Profit Chain, SPC). La teoria della Catena Soddisfazione-Profitto, in figura 1.3, è un modello concettuale che evidenzia come

agendo sugli attributi che determinano la qualità di un prodotto o servizio, denominati “drivers of customer satisfaction” (“product performance”, “service performance” e “employee performance”), si possa ottenere un immediato riscontro in termini di incremento della CS, della CR e in ultimo del profitto da parte dell’azienda (Anderson & Mittal, 2000; Mittal & Westbrook, 2014).



**Figura 1.3:** La “Catena Soddifazione-Profitto”: il profitto è una diretta conseguenza dalla fidelizzazione dei clienti, la quale è strettamente legata alla Customer Satisfaction. La soddisfazione dei clienti è a sua volta influenzata dalla qualità del prodotto e del servizio e da una cultura aziendale positiva e proattiva. (Anderson & Mittal, 2000. Adattata).

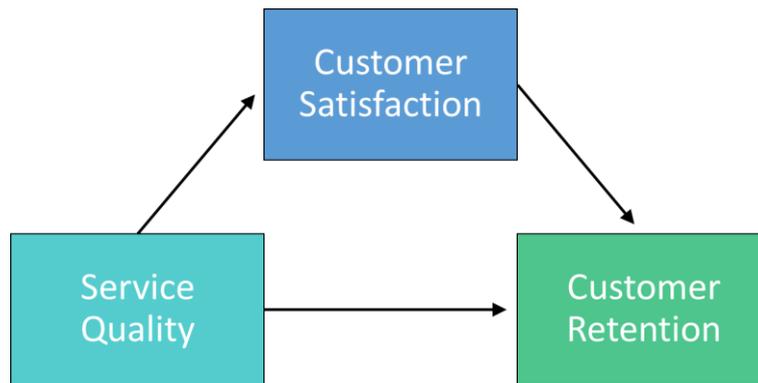
Il rapporto tra CS, CR e profitti dipende fortemente dalla qualità del prodotto o del servizio offerto. Infatti, i clienti fidelizzati sono quelli che riconoscono al prodotto dell’azienda una qualità superiore rispetto ai prodotti della concorrenza. Le informazioni raccolte durante l’intero ciclo di vita del prodotto hanno lo scopo di supportare questi obiettivi. Tuttavia, l’evidenza empirica suggerisce che la maggior parte delle aziende non sfrutta appieno il potenziale del feedback del cliente nell’incidere al miglioramento del processo di progettazione del prodotto/servizio. Esistono significative opportunità di crescita, in termini di qualità del prodotto e di ascolto del cliente, in molti rami industriali e non (Saccani *et al.*, 2006). Pertanto, prestare attenzione sia alla soddisfazione che alla fidelizzazione del cliente, monitorando con occhio critico i diversi fattori che possono influenzare queste la CS e la CR, deve essere il faro delle strategie aziendali (Jahanshahi *et al.*, 2011).

### **1.1.3. Il concetto di “qualità”**

I concetti di CS e CL sono strettamente legati al concetto di “qualità”. Infatti, se la soddisfazione del cliente è il motore che determina il successo dell'impresa, questa passa attraverso prodotti e servizi di qualità, in grado di garantire elevate performance. L'UNI EN ISO 9000:2015 definisce la qualità come: “il grado con cui un insieme di caratteristiche intrinseche di un oggetto soddisfa i requisiti”. Dove per “oggetto” si intende: “un prodotto, un servizio, un processo, una persona, una organizzazione, un sistema e una risorsa”, mentre per requisito: “un’esigenza o aspettativa che può essere espressa, implicita oppure obbligatoria”.

Avendo la CS e la CR, secondo la teoria della “Catena Soddisfazione-Profitto”, un ruolo determinante nella redditività emerge che la qualità rappresenta il fulcro di ogni decisione strategica volta alla competitività dell'organizzazione. Infatti, un cliente è definito soddisfatto quando il prodotto o il servizio sono conformi alle sue esigenze, ossia che la prestazione offerta è superiore alle sue aspettative (Bolton *et al.*, 1991). Inoltre, la qualità incide in maniera positiva sulla soddisfazione, la quale a sua volta riveste un ruolo decisivo nelle intenzioni d'acquisto di un cliente (Cronin & Taylor, 1992).

Guardando al mondo dei servizi, il rapporto esistente tra la CS, la CR e la qualità è raffigurato in figura 1.4. Il legame è di tipo triangolare, ove emerge che un aumento della qualità di un servizio oltre a determinare un aumento della CS, ha un effetto positivo, sia diretto che indiretto, sulla CR (Caruana, 2002). Il modello presentato in figura 1.4 è valido anche se l'oggetto d'interesse non è un servizio. Infatti, il confronto tra il servizio atteso e quello ricevuto non è sostanzialmente diverso da quanto effettuato dal cliente nel momento in cui valuta la qualità di un prodotto manifatturiero. Da evidenziare che la soddisfazione, essendo la differenza tra le aspettative e le percezioni del cliente, si manifesta nella fase di post-vendita del prodotto o servizio, al contrario la qualità non dipende da un momento in particolare.



**Figura 1.4:** Relazione tra Customer Satisfaction, Customer Retention e Service Quality. (Caruana, 2002. Adattata).

Un ulteriore elemento da considerare è la qualità del supporto offerto nel periodo successivo alla vendita del prodotto o servizio. In prima istanza perché gli eventuali servizi post-vendita garantiscono una sostenibilità a lungo termine, permettendo attraverso la differenziazione del prodotto il miglioramento della redditività dell'azienda. In seconda istanza poiché il periodo di post-vendita può essere utilizzato come fonte di informazioni utili a carpire le esigenze dei clienti e intervenire sui punti deboli. Di fatto, il post-vendita è il collegamento tra l'azienda e i clienti (Çevik *et al.*, 2017). Infatti, un cliente soddisfatto, non solo dal prodotto in sé ma anche dal servizio successivo alla vendita, sarà più propenso a condividere la sua esperienza positiva con altri potenziali consumatori (Durugbo, 2020). Anche in questo caso grande importanza è da attribuire al ruolo del passaparola tra i consumatori (WoM).

In conclusione, considerando il ruolo fondamentale che assume la qualità, diventa di vitale importanza comprendere quali siano gli elementi in grado di influenzarla. Individuare le dimensioni della qualità consente alle organizzazioni di misurare, controllare e migliorare la percezione che il cliente ha in merito a un prodotto o servizio (Johnston, 1995). Tuttavia, non è possibile identificare delle dimensioni della qualità valide sia per i prodotti manifatturieri sia per i servizi, essendo queste due entità intrinsecamente diverse. Infatti, le dimensioni della qualità per un prodotto manifatturiero sono generalmente valutate in relazione a delle specifiche misurabili e tangibili dei componenti e del prodotto finale. Al contrario l'individuazione delle dimensioni della qualità di un servizio risulta

essere più difficoltosa, data la natura intangibile di questo (Franceschini, 2001). È comunque possibile affermare che sia i prodotti che i servizi condividono il fatto che la qualità è un concetto multidimensionale ed articolato (Parasuraman *et al.*, 1985; Garvin, 1987).

### 1.1.3.1. Le dimensioni della qualità dei prodotti

Nel 1987 Garvin ha proposto una lista di otto dimensioni o componenti della qualità dei prodotti tangibili. L'individuazione delle dimensioni ha lo scopo di fornire alle organizzazioni le aree ove competere, indicando le dimensioni intorno alle quali costruire un vantaggio competitivo. Le otto dimensioni della qualità possono essere sintetizzate come segue (Garvin, 1987):

- **Prestazioni (“Performance”)**: caratteristiche operative primarie di un prodotto caratterizzate da attributi misurabili (ad esempio: la velocità di clock di una CPU o la frequenza di aggiornamento del pannello di un televisore);
- **Funzionalità o attributi accessori (“Features”)**: caratteristiche secondarie o addizionali rispetto alle funzioni di base. Queste contribuiscono a distinguere il prodotto dalla concorrenza e ad accrescere l'appeal del prodotto agli occhi del consumatore (ad esempio: la possibilità di effettuare la sintonizzazione automatica dei canali satellitari in un televisore);
- **Affidabilità (“Reliability”)**: probabilità di guasto di un prodotto all'interno in un intervallo di tempo stabilito. In molti settori rappresenta un elemento chiave della percezione della qualità (ad esempio: un motore d'areo deve avere un'affidabilità molto elevata);
- **Conformità (“Conformance”)**: grado di corrispondenza tra le caratteristiche operative di un prodotto e i requisiti evidenziati in fase di progettazione. Un prodotto che soddisfa pienamente gli standard prefissati è considerato di alta qualità;
- **Durata (“Durability”)**: intervallo di tempo medio prima che il prodotto si deteriori o necessiti di essere sostituito. Dal punto di vista economico

può essere definita come il numero di utilizzi che il prodotto può garantire prima di andare incontro a guasti;

- **Manutenibilità (“Serviceability”)**: facilità e velocità con cui il prodotto può essere riparato in caso di guasto. Spesso il costo relativo alla riparazione può influenzare le scelte d’acquisto;
- **Estetica (“Aesthetics”)**: rappresenta la preferenza personale dell’individuo. Dimensione soggettiva che riguarda l’aspetto esteriore del prodotto (ad esempio: forma, colore e configurazione degli interni di un’automobile);
- **Qualità percepita (“Perceived quality”)**: qualità che un cliente attribuisce a un prodotto sulla base di considerazioni indirette (ad esempio: clienti influenzati, in fase da acquisto di un prodotto, dal brand e dalla reputazione dell’azienda produttrice).

### 1.1.3.2. Le dimensioni della qualità dei servizi

Guardando ai servizi, Parasuraman, Zeithaml e Berry (1985) hanno evidenziato che, a prescindere dal tipo di servizio, i consumatori adottano criteri simili per valutare la qualità del servizio. A partire da questi criteri sono state definite dieci categorie chiave, denominate fattori determinanti della percezione della qualità del servizio. Le dieci determinanti o dimensioni della qualità dei servizi possono essere sintetizzate come segue:

- **Affidabilità (“Reliability”)**: corrispondenza tra prestazioni e fiducia. L’organizzazione esegue il servizio nel modo giusto e mantiene le promesse (ad esempio: la precisione nella fatturazione, la corretta tenuta delle registrazioni, l’esecuzione del servizio al momento stabilito);
- **Capacità di risposta (“Responsiveness”)**: volontà e prontezza degli addetti nel fornire il servizio. Comprende la tempestività del servizio (ad esempio: prontezza nel richiamare il cliente, rapidità nel dare appuntamenti);

- **Competenza (“Competence”)**: possedere le abilità e le conoscenze necessarie ad eseguire il servizio (ad esempio: conoscenze e abilità del personale a contatto con il cliente e del personale di supporto operativo);
- **Accesso (“Access”)**: possibilità di accesso e facilità di contatto (ad esempio: servizio facilmente accessibile telefonicamente, tempi di attesa non lunghi quando si offre il servizio, comodo orario d'apertura, comoda ubicazione delle attrezzature di servizio);
- **Cortesìa (“Courtesy”)**: gentilezza, rispetto, considerazione e amabilità da parte del personale di contatto (ad esempio: considerazioni per quanto è di proprietà del consumatore, aspetto pulito e curato del personale a contatto con il pubblico);
- **Comunicazione (“Communication”)**: tenere informati i clienti con un linguaggio comprensibile, prestando loro ascolto. L’organizzazione deve adattare il linguaggio a ogni tipo di cliente (ad esempio: spiegazione del servizio stesso, precisione dei costi, spiegazione delle relazioni tra servizio e costo, rassicurazione al cliente che l’inconveniente sarà risolto);
- **Credibilità (“Credibility”)**: fiducia e onestà. Comporta l’aver a cuore l’interesse del cliente (ad esempio: il nome e la reputazione dell’azienda, le caratteristiche proprie del personale a contatto con il cliente)
- **Sicurezza (“Security”)**: libertà dal pericolo, dal rischio o dal dubbio (ad esempio: sicurezza fisica, sicurezza finanziaria, riservatezza);
- **Capire/Conoscere il cliente (“Understanding/Knowing the customer”)**: adoperarsi per capire le esigenze del cliente (ad esempio: imparare quale siano le esigenze specifiche del cliente, prestare attenzione individualizzata, riconoscere il cliente abituale);
- **Elementi tangibili (“Tangibles”)**: supporti materiali al servizio (ad esempio: strumenti e attrezzature usate per fornire il servizio, componenti tangibili del servizio, altri clienti presenti nell’ambiente in cui si offre il servizio).

### **1.1.4. La Voice of the Customer (VoC)**

Al fine di instaurare un circolo virtuoso che consenta di incrementare la qualità di un prodotto o servizio e quindi la Customer Satisfaction e la Customer Retention è di fondamentale importanza ascoltare la “Voice of the Customer” o “Voce dei Clienti” (VoC). Questa è definibile come un processo per catturare i requisiti, le aspettative e le lamentele dei clienti. Lo scopo dell’ascolto della VoC è quello di raccogliere le opinioni dei clienti al fine di trarne degli spunti per il miglioramento di prodotti o servizi esistenti o nuovi (Griffin & Hauser, 1991). Infatti, ascoltando la Voce dei Clienti, è possibile, anticipare le esigenze future dei clienti stessi, per poi pianificare e progettare al meglio i nuovi prodotti. Lo sviluppo dei prodotti può essere influenzato positivamente dai dati raccolti nel post-vendita, come emerge dal sistematico utilizzo di questi dati in molti settori industriali come, ad esempio, nel settore automotive (Szwejcjewski et al., 2015).

Una visione incentrata sul cliente e sulla raccolta dei suoi feedback, ascoltando la “Voice of the Customer” (VoC), può essere cruciale per il successo di un’impresa principalmente per tre motivi (Durugbo, 2020):

1. per lo sviluppo di nuovi prodotti e riprogettazione di prodotti/servizi esistenti: i dati provenienti dai clienti stessi e dalle attività di manutenzione possono supportare la riprogettazione dei prodotti esistenti e lo sviluppo di nuovi;
2. per attivare campagne di promozioni: le informazioni sul cliente e la storia dei prodotti che possiede, possono supportare le attività di vendita e promozione;
3. per strategie di marketing: le informazioni raccolte possono essere utilizzate a supporto delle attività di Customer Relationship Management (CRM), con l'obiettivo di aumentare la soddisfazione del cliente.

Ascoltare la Voice of the Customer significa individuare:

- le **esigenze esplicite**: esigenze espresse direttamente dal cliente;
- le **esigenze implicite**: esigenze che non sono espresse direttamente ma sono deducibili indirettamente;
- le **esigenze nascoste**: esigenze che non sono individuabili né direttamente né indirettamente a partire dal cliente ma che possono essere identificati analizzando il contesto, le relazioni e le esigenze espresse dalle tendenze sociali.

Le tecniche per la raccolta della VoC si configurano come un grande insieme diversificato di tecniche sia quantitative che qualitative. Un programma VoC efficace deve combinare l'utilizzo di diverse tecniche di identificazione affinché tutti i tipi di esigenze vengano opportunamente raccolte ed esaminate (Freeman & Radziwill, 2018).

Le **esigenze esplicite** sono quelle esigenze che il cliente dichiara in maniera diretta (ad esempio: un cliente di un autosalone, configurando il suo ordine, dichiara esplicitamente di volere un veicolo di colore rosso). Le tecniche più utilizzate per individuare le esigenze esplicite sono riportate nella tabella 1.1.

TECNICA	DESCRIZIONE
<b>Sondaggi</b>	I sondaggi sono composti da una serie di domande predefinite in diversi di formati (ad es. caselle di testo o scelta multipla). Forniscono dei feedback facilmente quantificabili dall'organizzazione. Possono essere condotti di persona, per telefono, tramite un modulo web, tramite videoconferenza o tramite e-mail. I sondaggi sono utili per valutare e monitorare le preferenze e la soddisfazione dei clienti e per valutare l'impatto di eventuali modifiche a prodotti o servizi.
<b>Analisi comparativa</b>	Il benchmarking con i leader di mercato aiutano le organizzazioni a studiare le best practices di altre organizzazioni, individuando i punti in cui possono apportare miglioramenti ai propri processi.
<b>“Gemba Visits”</b>	“Gemba Visits” è una tecnica in cui un incaricato dall'azienda si reca sul posto di lavoro per ottenere informazioni dirette su ciò che i clienti vogliono e di cui hanno bisogno. Utile poiché molti clienti insoddisfatti non si lamentano e l'osservazione diretta può rivelare la fonte di tale insoddisfazione.
<b>Focus group</b>	Attraverso i focus group l'azienda sottopone a gruppi selezionati di clienti delle sessioni di brainstorming o di domande su determinati argomenti.
<b>Analisi dei social media</b>	Il feedback sui social media fornisce tempestive informazioni sui clienti.
<b>Web Analytics</b>	L'analisi dei dati web specifica la quantità di traffico verso parti specifiche di un sito web, fornendo una visione significativa delle priorità e degli interessi dei clienti.
<b>Risultati del dipartimento di ricerca</b>	Il dipartimento interno di ricerche di mercato (o società esterne) conducono per conto dell'azienda ricerche sia qualitative che quantitative sui bisogni dei clienti.
<b>Analisi dei reclami</b>	L'analisi dei reclami dei clienti permette alle organizzazioni di diagnosticare i guasti del processo o del prodotto.
<b>Metodo Delphi</b>	Il metodo Delphi è un metodo di indagine iterativo composto da più cicli di questionari sottoposti agli esperti in materia con l'obiettivo di far convergere l'opinione degli intervistati.
<b>Dati sulla garanzia</b>	I dati sulla garanzia raccolti durante la manutenzione dei prodotti in garanzia sono una fonte preziosa di informazioni sui guasti del prodotto e sulle cause di insoddisfazione del cliente.

**Tabella 1.1:** *Tecniche per l'individuazione delle esigenze esplicite del cliente. (Freeman & Radziwill, 2018).*

Le **esigenze implicite** sono le esigenze che il cliente non esprime direttamente, ma che comunque desidera o necessita (ad esempio, chi compra una lavatrice si aspetta che questa sia in grado di lavare gli indumenti, tuttavia non esprimerà esplicitamente questa esigenza, poiché è ritenuta una caratteristica intrinseca del prodotto acquistato). Le esigenze implicite non sono articolate poiché il cliente le ritiene ovvie. Gli strumenti utilizzati per identificare i bisogni impliciti hanno origine nei campi della psicologia, etnografia, scienza dei dati, ingegneria e marketing.

Le **esigenze nascoste** sono quelle esigenze che non possono essere facilmente espresse dal cliente, poiché potrebbe ancora non conoscerle. Queste esigenze possono fare la differenza tra il successo e il fallimento di un prodotto o servizio. I possibili approcci utilizzabili per individuare queste esigenze sono riportati nella tabella 1.2.

TECNICA	DESCRIZIONE
<b>Voice of the Customer Table (VoCT)</b>	Metodo che esamina le esigenze indefinite dei clienti utilizzando un approccio che partendo dalla problematica espressa dal cliente, riconduce le cause a esigenze reali e attuabili.
<b>Topic modeling</b>	Questo metodo utilizza tecniche matematiche per analizzare qualsiasi testo non strutturato (ad esempio: recensioni online, post sui social media, commenti dei clienti) per identifica i temi contenuti in essi.
<b>Sentiment Analysis</b>	Questo metodo accetta in input qualsiasi testo non strutturato (ad esempio: recensioni online, post sui social media, commenti dei clienti) e li confronta con lessici stabiliti per determinare se il sentimento complessivo è positivo o negativo e se determinate emozioni sono più rappresentate di altre.
<b>Utilizzo di sensori connessi ad internet</b>	Una rete di sensori interconnessi presente nei prodotti o nell'ambiente del cliente (ad es. Internet of Things) può fornire una visione non filtrata del comportamento e dell'interazione dell'utente.

**Tabella 1.2:** *Tecniche per l'individuazione delle esigenze nascoste del cliente. (Freeman & Radziwill, 2018).*

### **1.1.5. Tecniche di Quality tracking**

Esistono tre approcci pratici per misurare la soddisfazione del cliente e la qualità di un prodotto o servizio:

1. la valutazione post-acquisto;
2. l'attuazione di indagini periodiche sulla soddisfazione;
3. il monitoraggio continuo della soddisfazione del cliente.

La valutazione post-acquisto consiste nel chiedere al cliente di effettuare una valutazione del prodotto o servizio acquistato subito dopo la consegna o l'utilizzo di questo. Invece, i sondaggi periodici sulla soddisfazione forniscono istantanee occasionali delle percezioni dei clienti mentre il monitoraggio continuo permette di tenere traccia della soddisfazione del cliente e delle sue esigenze in maniera sistematica e continuativa nel tempo (Bandaru *et al.*, 2015).

Le tecniche utilizzate nella terza modalità di indagine, nel momento in cui si basa prevalentemente sul monitoraggio della qualità esterna, si identificano sotto il nome di "Tecniche di Quality tracking". Lo scopo primario delle tecniche di Quality tracking è dunque quello di monitorare come la qualità di un prodotto o servizio possa variare nel tempo, individuando le cause di eventuali criticità. È di vitale importanza conoscere il livello di qualità raggiunto dal proprio prodotto, nonché monitorare l'evoluzione dello stesso nel tempo, al fine di comprendere quando e dove è necessario migliorarlo. Queste tecniche sono in grado di apportare un valido aiuto nel miglioramento di prodotti (o servizi) esistenti, fornendo supporto alla pianificazione e alla progettazione di nuovi. L'aspetto più interessante delle tecniche di Quality tracking è che traggono le informazioni utili al monitoraggio della qualità non da attività e processi interni all'azienda ma dall'esterno, ascoltando direttamente i consumatori.

I sistemi di Quality tracking possono essere anche molto differenti tra loro a seconda della tipologia di prodotto che si intende porre sotto indagine e alle informazioni a disposizione dell'azienda. In questa sezione, saranno riportati, alcuni esempi di tecniche di Quality tracking. Il primo esempio è uno strumento di diagnosi in grado di segnalare le aree del prodotto maggiormente critiche e che

necessitano perciò con più urgenza di interventi correttivi, consentendo anche il confronto di misurazione dei propri progressi rispetto la concorrenza. Il secondo esempio è una metodologia che mira a migliorare i processi interni, al fine di aumentare la qualità dei prodotti e la soddisfazione dei clienti. Il terzo esempio è un modello basato sui dati riguardanti gli interventi di riparazione eseguiti durante il periodo di garanzia. Questi dati provengono da prodotti riparabili, per i quali l'azienda spesso possiede già informazioni sufficienti per effettuare il Quality tracking. La realizzazione di un sistema di questo tipo comporta la progettazione di una procedura di elaborazione dei dati raccolti in grado di sfruttare il più possibile il loro potenziale informativo.

### **Esempio 1.**

Il primo esempio è la tecnica di "Quality Tracking (QT)" sviluppata da FIAT in collaborazione con Politecnico di Torino (Franceschini & Galetto, 2003; Bassotto *et al.*, 2005). Questa tecnica garantisce la tracciabilità del livello prestazionale di un prodotto nel tempo, ponendosi anche come strumento di supporto per le fasi di progettazione e programmazione di un nuovo prodotto. Tramite il QT è possibile avere una visione sulle varie fasi del ciclo di vita del prodotto (o servizio) permettendo, allo stesso tempo, di confrontare i risultati prestazionali di un prodotto nelle sue diverse fasi di vita e di confrontare il prodotto in analisi con quelli analoghi delle organizzazioni concorrenti. La finalità è quella di limitare i tempi per la diagnosi e l'intervento migliorativo dei prodotti già esistenti, ma anche di ridurre tempi e costi di sviluppo dei nuovi modelli.

L'applicazione di questa tecnica si basa su una serie di ricerche condotte su un panel di clienti che hanno acquistato uno specifico prodotto in un determinato periodo temporale. I clienti sono intervistati a campione, attraverso la compilazione di un questionario scritto o tramite un colloquio telefonico, a scadenze temporali predefinite. Per condurre una corretta ricerca bisogna conoscere: le aspettative del cliente (qualità attesa) e il grado di soddisfazione in merito al prodotto o servizio (qualità percepita). Dal confronto tra i due tipi di informazioni scaturisce la possibilità di avviare programmi di miglioramento o

sviluppo dei prodotti più carenti avvicinandosi maggiormente ai bisogni reali dei clienti. Si distinguono due tipologie di “Quality Tracking”:

- il QT orizzontale, che consente di valutare l’andamento delle caratteristiche di uno stesso prodotto nel tempo, intervistando lo stesso gruppo di clienti interpellati in periodi successivi;
- il QT verticale, che consente di valutare l’evoluzione delle caratteristiche di uno stesso prodotto o di prodotti diversi immessi nel mercato in periodi diversi, intervistando gruppi di clienti diversi che hanno acquistato la stessa tipologia di prodotto.

Il prodotto, al fine di raccogliere le informazioni con un livello di dettaglio maggiore possibile, viene scomposto dal punto di vista logico e funzionale in più sottosistemi o componenti. Per ciascuno di questi viene creato un questionario allo scopo di far emergere eventuali criticità o guasti riscontrati dal cliente. Le domande da porre devono far in modo di acquisire sia dati qualitativi che quantitativi. Le informazioni raccolte sono essenzialmente di due tipi:

- informazioni sulla qualità: il cliente indica le anomalie e i difetti riscontrati sul prodotto in uso. Il prodotto in questo caso risulta essere non conforme alle specifiche di progetto per via di guasti o malfunzionamenti;
- informazioni sul prodotto: il cliente, indipendentemente dalla buona qualità del prodotto utilizzato, indica gli elementi di disagio e fastidio che potrebbero essere eliminati o migliorati a livello di progettazione. Il prodotto è conforme alle specifiche di progetto ma non soddisfa tutte le esigenze dell'utente.

Inoltre, qualora si sia verificato un guasto, i clienti sono invitati a fornire anche le seguenti informazioni:

- il tempo trascorso tra l’acquisto e la manifestazione del guasto;
- la dinamica del guasto;
- i disagi provocati dallo stesso;
- il livello di gravità percepita relativo al guasto;
- eventuali interventi di riparazione o sostituzione in garanzia;

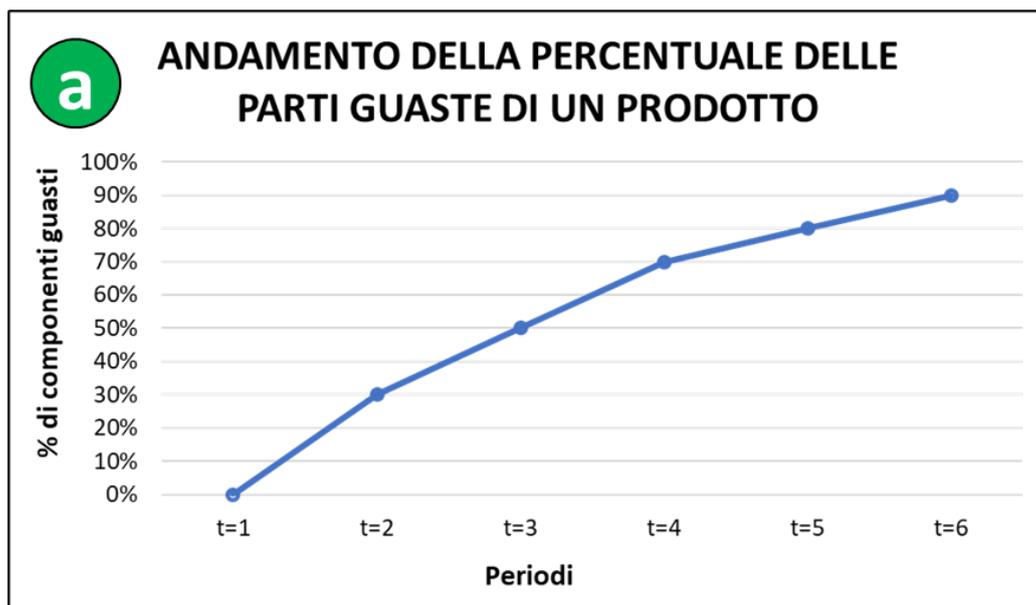
- se eventuali interventi hanno risolto positivamente il guasto;
- il grado di soddisfazione verso il prodotto acquisito.

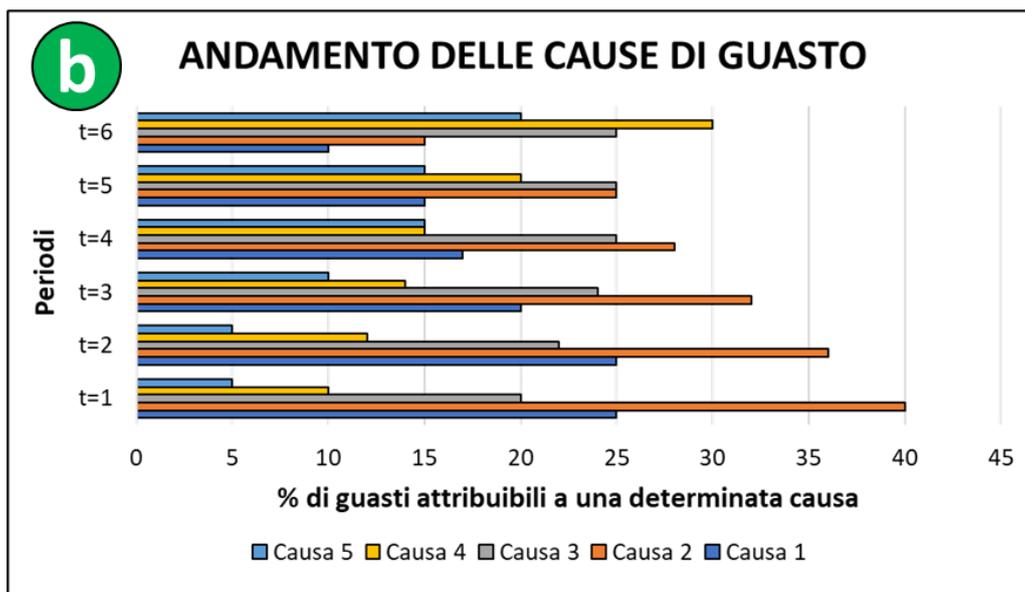
Per facilitare la successiva analisi delle informazioni raccolte, viene redatta una lista iniziale dei guasti e delle criticità più frequenti, per poi essere arricchita nel tempo.

Per ogni sottosistema viene definito un indice di criticità (IC). Definito come la moltiplicazione del livello di gravità percepito dal cliente in merito a un guasto (G), espressa solitamente su una scala da 1 (gravità minima) a 10 (gravità massima), per la frequenza del verificarsi del guasto (F), anch'essa espressa su una scala qualitativa da 1 (guasto poco probabile) a 10 (guasto molto probabile):

$$IC = G \times F \quad (1.1.1)$$

Successivamente si procede monitorando l'indice di criticità nel tempo, osservandone il trend e il valore assoluto, proponendo azioni correttive nel caso in cui mostrasse un profilo temporale anomalo. Dai dati raccolti è possibile elaborare altre statistiche sulla qualità di un prodotto. Ad esempio, si può osservare l'andamento del numero totale delle parti guaste di un prodotto nel tempo o tenere traccia delle cause di guasto più frequenti nelle varie fasi di vita del prodotto.

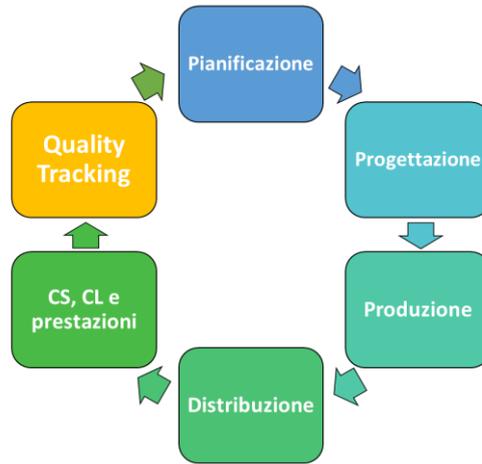




**Figura 1.5:** Esempi di elaborazione dei dati raccolti tramite la tecnica "Quality Tracking". In figura a) è rappresentato l'andamento della percentuale delle parti guaste di un prodotto. In figura b) sono rappresentate le cause di guasto più frequenti nelle diverse fasi di vita del prodotto.

Il QT consente di distinguere tra due tipologie di effetti che possono intervenire come causa di deterioramento o obsolescenza di un prodotto: gli effetti di tipo endogeno e gli effetti di tipo esogeno. Gli effetti di tipo esogeno sono dovuti all'effettiva alterazione delle prestazioni stesse (quali: decadimento, danneggiamento o usura dei componenti di un prodotto), al contrario gli effetti di tipo esogeno sono legati prevalentemente al confronto con la concorrenza (immissione sul mercato di prodotti più evoluti).

I risultati ottenuti hanno lo scopo di stabilire le cause che hanno determinato un deterioramento della qualità. Per quanto concerne l'effetto retroattivo, la tecnica di QT proposta funge da anello di congiunzione tra la VoC e sviluppo di nuovi prodotti, consentendo eventuali aggiustamenti a fronte della comparsa di problemi non preventivati durante la progettazione (figura 1.6).

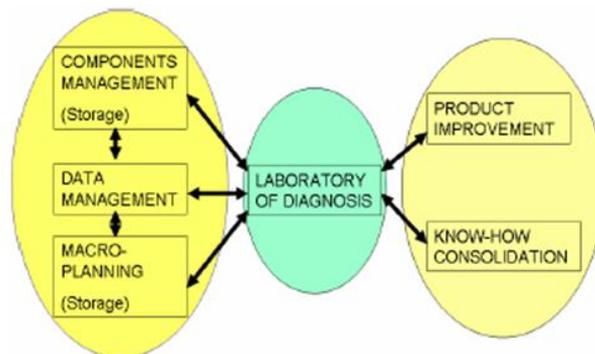


**Figura 1.6:** Il ruolo del “Quality Tracking”. (Franceschini & Galetto, 2003. Adattata).

L’effetto retroattivo è reso possibile dall’applicazione di tecniche in fase progettuale capaci di legare la definizione delle esigenze del cliente con le informazioni raccolte. Ad esempio, l’impiego delle “matrici delle relazioni” del Quality Function Deployment (QFD) permette di esprimere il legame funzionale tra i requisiti del cliente gli aspetti prestazionali del prodotto, rappresentando un valido aiuto nella identificazione delle caratteristiche progettuali critiche.

## Esempio 2

Il secondo esempio di Quality tracking riguarda la metodologia “Complaints Macro-Process” sviluppata da FIAT in collaborazione con il centro sperimentale ELASIS (Arcidiacono *et al.*, 2006). L’obiettivo principale di questa, in fig. 1.7, è di eliminare i processi di non conformità o ridurre al minimo la loro variabilità, al fine di aumentare la soddisfazione dei clienti.



**Figura 1.7:** Il “Complaints Macro-Process”. (Arcidiacono *et al.*, 2006).

Le principali attività che compongono il framework di questa tecnica sono: “Data Management”, “Components Management”, “Macro-planning”, “Diagnosis” e “Product Improvement”. Il processo di “Data Management” fornisce informazioni complete su ogni anomalia riscontrata dai clienti, consente la stima della distribuzione dei guasti ed effettua una classificazione dei difetti riscontrati. Il processo di “Component Management” garantisce una corretta gestione dei componenti di un prodotto o servizio mentre l’attività “Macro-planning” è utile nella programmazione delle attività di miglioramento o progettazione dei prodotti. L’attività di “Diagnosis” permette, tramite l’elaborazione delle informazioni ottenute dal cliente, di migliorare il prodotto (attività di “Product Improvement”). Il framework proposto ha come risultato anche il consolidamento del know-how sulla conoscenza dei requisiti dei clienti e del mercato.

L’obiettivo è di eliminare i processi che impattano negativamente sulla soddisfazione del cliente. Più in dettaglio, questa tecnica, si basa sull’approccio DMADV (Define, Measure, Analyze, Design, Verify) del Design For Six Sigma (DFSS) (Pyzdek, 2003):

- Fase “Define”: definizione degli obiettivi da perseguire e predisposizione della mappa dei processi di produzione. La mappa dei processi è importante per identificare le attività nascoste ma che influenzano la qualità di un prodotto. Ad esempio, analizzando i guasti relativi a un determinato modello d’automobile si risale a tutti i processi che concorrono alla produzione e alla consegna al cliente dello stesso, come: la saldatura delle parti metalliche, l’assemblaggio del paraurti oppure il processo di gestione dall’ordine del cliente alla spedizione;
- Fase “Measure”: analisi approfondita del cliente per comprenderne le esigenze e conoscere nei dettagli la Voice of the Customer. Lo strumento utilizzato nel quantificare e correlare le caratteristiche della VoC con gli elementi principali e critici del progetto è il Quality Functional Deployment (QFD). Inoltre, viene compilata una Scorecard, al fine di fornire una prima valutazione di affidabilità del processo. Ad esempio, per il processo "dall'ordine del cliente alla spedizione", si può valutare il

processo in base: alle ore che trascorrono dall'ordine del cliente alla sua conferma oppure ai giorni tra la presa in carico dell'ordine da parte dell'azienda alla spedizione;

- Fase “Analyze”: attraverso un diagramma a lisca di pesce, vengono evidenziate le cause che potrebbero influenzare la qualità di un progetto, riconducendo le cause riscontrate in sei tipologie: uomo, materiale, macchina, ambiente, misura e metodi. Tornando all'esempio precedente, per individuare le cause dei guasti ci si potrebbe domandare quale sia il motivo di un eventuale aumento del numero medio di ore dall'ordine del cliente alla conferma del cliente, per poi ricondurre le cause riscontrate alle sei tipologie predefinite.
- Fase “Design”: il processo viene progettato nei dettagli, apportando i miglioramenti necessari per ridurre le cause e la frequenza di guasto. Ad esempio, supponendo che si voglia ridurre il numero di giorni dall'ordine alla spedizione, si potrebbe implementare un processo di fatturazione automatica.
- Fase “Verify”: verifica del raggiungimento della qualità prefissata in fase di riprogettazione del processo e il rispetto di altri obiettivi di affidabilità e dei vincoli di budget.

### **Esempio 3**

In una serie di studi sono stati elaborati framework volti al miglioramento dei prodotti a partire dai dati ricavabili dall'interazione con il cliente nel periodo di garanzia del prodotto (Warranty Data Analysis (WDA)). Uno degli approcci proposti consiste nella costruzione di un modello quantitativo per prevedere l'indice di soddisfazione del cliente nel settore automobilistico (Bandaru *et al.*, 2011; Bandaru *et al.*, 2015).

Ai clienti che si rivolgono all'assistenza in fase di post-acquisto vengono rivolte domande non di carattere generale ma a livello di componenti di prodotto per il quale hanno richiesto l'assistenza (ad esempio il funzionamento del motore, dello sterzo o dei tergicristalli di un'automobile). A partire dai dati raccolti nel periodo

di post-vendita viene elaborata una funzione matematica che determina dell'indice di soddisfazione aggregato "Customer Satisfaction Index" (CSI), allo scopo di intervenire sulle principali cause di guasto che influenzano le caratteristiche che compongono l'indicatore. La funzione che determina il CSI viene pertanto espressa in funzione di sei variabili:

- $x_1$ : il numero delle diverse richieste di assistenza da parte del cliente (CSI  $\propto \frac{1}{x_1}$ );
- $x_2$ : la somma di tutti i tempi di riparazione in ore (CSI  $\propto \frac{1}{x_2}$ );
- $x_3$ : la somma di tutti i costi di assistenza e riparazione (CSI  $\propto \frac{1}{x_3}$ );
- $x_4$ : l'intervallo di tempo medio tra il verificarsi di due diverse problematiche al veicolo (CSI  $\propto x_4$ );
- $x_5$ : la distanza percorsa dal veicolo prima del sopraggiungere del problema (CSI  $\propto x_5$ );
- $x_6$ : la somma delle valutazioni di gravità del problema (CSI  $\propto \frac{1}{x_6}$ ).

Viene pertanto definito l'indicatore CSI come funzione additiva o moltiplicativa delle sei variabili espresse:

$$CSI = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) \quad (1.1.2)$$

La fase successiva alla quantificazione dell'indice CSI prevede che i clienti vengano suddivisi tra quelli soddisfatti e quelli insoddisfatti. I feedback raccolti vengono analizzati al fine di trovare le possibili cause dei reclami. Questa analisi può aiutare le imprese a identificare facilmente i clienti insoddisfatti per fare proposte di riacquisto o altre proposte di valore. Il calcolo del CSI è quindi esteso a due o più modelli di veicoli, permettendo un confronto in base alla qualità percepita dal cliente. Ad esempio, ipotizzando, per uno stesso modello di veicolo, che il CSI dello sterzo sia maggiore al CSI del motore, l'organizzazione dovrebbe intervenire primariamente sul motore, essendo questo un componente più critico rispetto allo sterzo. Inoltre, è possibile calcolare il livello di soddisfazione generale del veicolo in esame, aggregando i livelli di CSI dei suoi componenti.

Infine, viene testato l'eventuale aumento dell'indicatore CSI nel caso in cui le cause di guasto identificate vengano eliminate in base al loro grado di criticità. Ad esempio, ipotizzando che la riparazione più richiesta per il motore sia l'intervento correttivo al circuito di raffreddamento, eliminando le cause che determinano il guasto è possibile stimare l'aumento dell'indicatore CSI. Questo metodo, in linea con la filosofia del miglioramento continuo, conduce a migliorare in maniera iterativa il design di processo e di prodotto e di conseguenza la soddisfazione del cliente. Ricapitolando, la metodologia si articola nelle seguenti attività:

1. determinazione dell'indice di soddisfazione del cliente per un determinato prodotto;
2. identificazione, a partire dai dati acquisiti dal servizio di post-vendita, delle caratteristiche e del legame esistente tra le componenti che influenzano l'indice;
3. distinzione tra i clienti soddisfatti e insoddisfatti per intraprendere programmi di gestione delle relazioni con i clienti mirati;
4. classificazione dei diversi tipi di guasto in base alla loro criticità e intervento per eliminare le cause di non la soddisfazione del cliente.

## 1.2. Il concetto di User-Generated Contents (UGC)

Le tecniche di Quality tracking descritte nel capitolo precedente si basano principalmente su strumenti “tradizionali” di raccolta della VoC. Tuttavia, l’enorme quantità di dati rilasciati dagli utenti sul web ha aperto negli ultimi anni nuovi scenari sul tracciamento della qualità di un prodotto e della percezione dei clienti. Raccogliendo e analizzando questi dati è possibile “ascoltare” la Voice of the Customer in maniera più affidabile rispetto alle tradizionali tecniche utilizzate (Sweeney *et al.*, 2008). Infatti, l’analisi dei dati rilasciati dagli utenti sul web può aiutare le aziende a superare gli elementi di criticità e di arbitrarietà presenti nelle comuni tecniche di raccolta della VoC, poiché questi dati possono fornire una visione più puntuale e spontanea delle aspettative, delle esigenze e della soddisfazione dei clienti.

I contenuti rilasciati dagli utenti sul web sono comunemente chiamati User-Generated Contents (UGC). Con l’acronimo UGC ci si riferisce a tutti quei dati reperibili sul web che sono stati elaborati da un utente e successivamente pubblicati in rete (OECD, 2007). Questi contenuti si presentano sotto diverse forme (testo, audio, foto, video) e sono perlopiù pubblicati sui social network, sui forum di discussione, sui blog, sugli aggregatori di recensioni e sulle piattaforme di e-commerce.

La creazione di un UGC comporta uno sforzo creativo da parte dell’utente che lo genera, il quale non è interessato al conseguimento di un guadagno o profitto dalla pubblicazione dell’UGC. Infatti, i creatori di UGC sono spesso spinti esclusivamente dal desiderio di condividere con altri utenti una loro esperienza o opinione. Pertanto, gli User-Generated Contents sono definibili come dei contenuti creativi pubblicati sul web, creati senza un collegamento diretto al profitto monetario o all’interesse commerciale da parte di chi li genera. (OECD, 2007). Gli UGC possono essere considerati come una nuova forma di passaparola elettronico (eWoM) per via dell’influenza che esercitano sulla determinazione della domanda e delle vendite di un prodotto (Sperkova & Vencovsky, 2015). Infatti, i consumatori

percepiscono gli UGC come più credibili rispetto alle tradizionali pratiche di promozione di un prodotto, essendo gli UGC basati sulle esperienze di consumatori che non hanno alcun interesse commerciale (Bahtar & Muda, 2016).

Il seguente lavoro di tesi si basa su informazioni estraibili dagli UGC in formato testuale e non strutturato. L'accesso al web da parte di un numero sempre maggiore di utenti alimenta continuamente la creazione degli UGC sotto forma di recensioni testuali. Queste possono rappresentare un valido ed economico supporto per le aziende nell'indagare e monitorare la qualità di un prodotto o servizio. Nello specifico, il miglioramento delle tecniche e metodologie relative al data mining ha reso possibile l'utilizzo di strumenti innovativi nel raccogliere e interpretare la VoC partendo dall'analisi degli UGC. L'utilizzo di queste tecniche innovative è agevolato dal fatto che gli UGC vengono raccolti da aggregatori di recensioni e da piattaforme appositamente dedicate, le quali permettono l'accesso alle recensioni raccolte in forma gratuita a chiunque voglia consultarle. Gli UGC possono essere quindi utilizzati per misurare la qualità del prodotto e per avere una migliore comprensione delle aspettative dei clienti e della loro soddisfazione.

### **1.3. I Topic Models**

La principale difficoltà nell'utilizzo degli UGC come fonte di informazione per le organizzazioni consiste nel fatto che questi dati non hanno una forma strutturata. Per forma strutturata ci si riferisce a una presentazione dei dati che segua delle precise linee nell'esposizione delle informazioni contenute nei dati, in modo da facilitarne la raccolta e l'elaborazione automatica. Un esempio di dati con forma strutturata sono quelli raccolti tramite la somministrazione di un questionario. Al contrario, i dati non strutturati sono quelli che non rispettano una procedura standard nella loro composizione e forma e pertanto la loro analisi automatica risulta di difficile attuazione.

Per aggirare questo ostacolo, si fa ricorso a tecniche e algoritmi appartenenti a una apposita branca del data mining: il text mining. Il text mining è identificabile

come l'insieme delle tecniche volte all'analisi automatica di documenti testuali non strutturali, come gli User-Generated di interesse in questo lavoro. Attraverso queste tecniche è possibile individuare gli argomenti più discussi sui social network, oppure all'interno dei forum online, di una rivista online, di un sito internet o di un insieme di recensioni. Ad esempio, analizzando i commenti rilasciati dai clienti sulle pagine social di un'azienda o sugli aggregatori di recensioni, si possono estrapolare opinioni e sentimenti, al fine di individuare eventuali disservizi, le esigenze dei clienti e il loro legame con i prodotti dell'azienda.

Nell'ultimo decennio la crescente facilità nel reperire e nell'immagazzinare dati digitali ha portato al consolidamento delle tecniche di text mining. Queste formalmente si presentano come algoritmi matematico-computazionali che, a partire da grandi moli di dati e senza conoscenze pregresse, riescono a scovare relazioni nascoste all'interno dei dati in maniera automatica. Tra le tecniche più utilizzate vi sono i "Topic Models" o "Probabilistic Topic Models". Con il termine Topic Models ci si riferisce all'insieme diversificato di tecniche statistiche per l'analisi di dati testuali che consentono di estrarre i temi che caratterizzano maggiormente un corpus di testi sulla base di calcoli statistico-probabilistici. Inoltre, i Topic Models sono tecniche di apprendimento non-supervisionato, volte all'individuazione di relazioni nascoste a partire dall'analisi di dati testuali non strutturati (Blei, 2012). In altre parole, queste tecniche non necessitano di codifiche o classificazioni dei dati da parte dell'uomo, poiché in grado di "leggere" una raccolta di documenti ed estrarre automaticamente gli argomenti più discussi al suo interno.

Un Topic Model è, quindi, un modello probabilistico che permette l'individuazione degli argomenti di discussione, denominati topics, che ricorrono all'interno di un documento o di una raccolta e delle relazioni esistenti tra questi. Ad esempio, ipotizzando di avere a disposizione le seguenti recensioni in merito a una struttura alberghiera:

1. "L'albergo è in centro ed è facilmente raggiungibile";

2. “La camera aveva in dotazione della biancheria scadente ed era presente della polvere”;

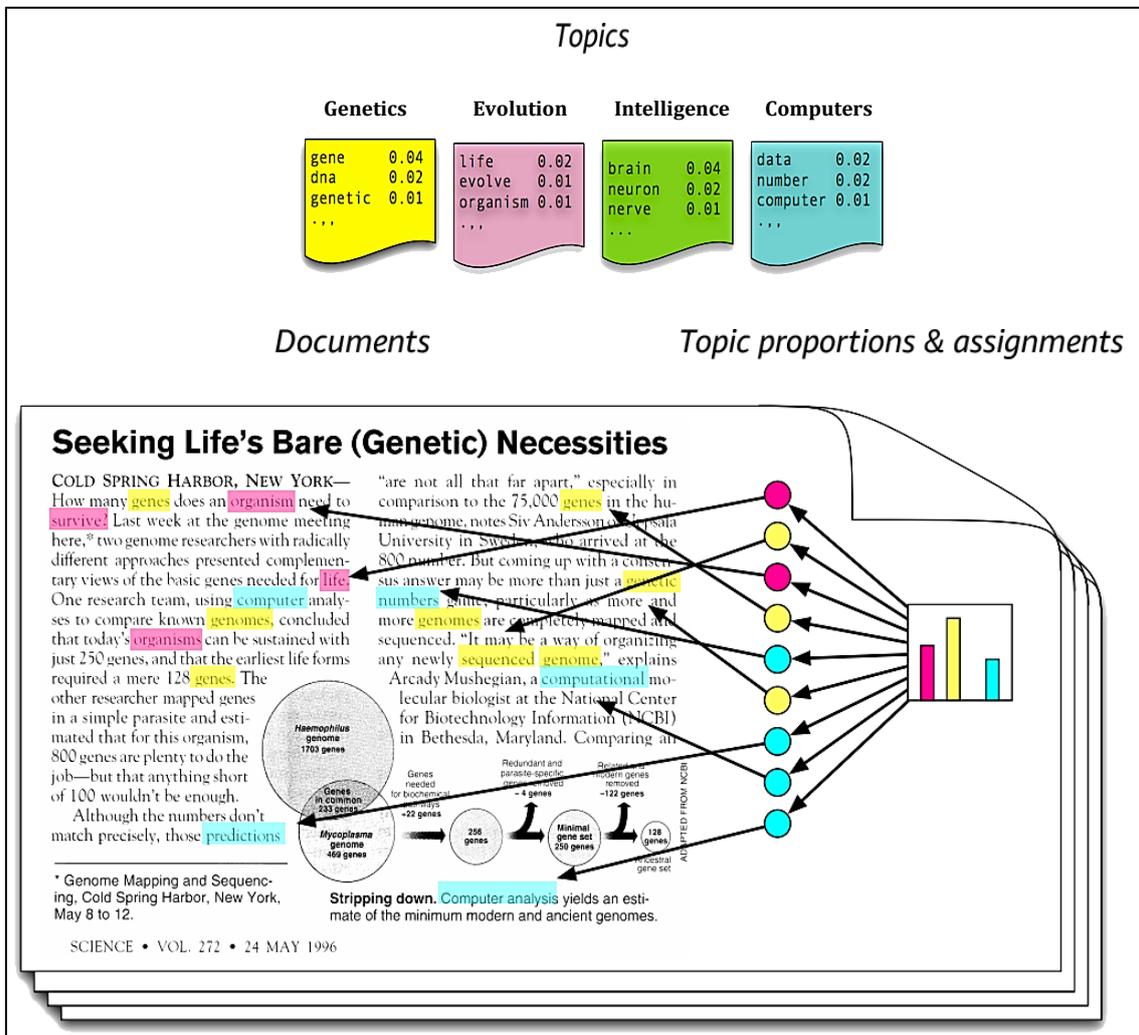
un Topic Model è in grado di riconoscere che gli argomenti, o topics, discussi nella prima e nella seconda recensione siano rispettivamente: la “posizione della struttura” e le “condizioni della stanza”.

Gli argomenti nelle singole recensioni possono rimanere separati caratterizzando ciascuna recensione, ma possono anche combinarsi tra loro in misure diverse. Lo scopo dei Topic Models è pertanto quello di determinare la variabilità semantica presente nei topics e nei documenti. Ad esempio, nella recensione: “L’hotel è vicino al Colosseo, la stanza è piccola e necessita di manutenzione” sono discussi entrambi i topics evidenziati nell’esempio precedente. Tramite il topic modeling è possibile individuare la quota parte della recensione relativa al primo argomento e quella relativa al secondo.

I topics sono rappresentati da cluster di parole composti da tutti i vocaboli contenuti nel corpus di documenti in esame. I topics differiscono l’uno dall’altro in base alla distribuzione di probabilità delle parole al loro interno (Blei, 2012). Infatti, le parole pur appartenendo a tutti i topics, la loro probabilità è diversa da uno rispetto ad altro. Le parole più probabili di un topic sono quelle parole che lo caratterizzano di più e che ne descrivono meglio il contenuto. Riprendendo l’esempio precedente, ad entrambi gli argomenti individuati vengono associate delle parole più probabili. Ad esempio, la parola “polvere” viene associata all’argomento “condizioni della stanza”, essendo questa parola più probabile che compaia quando nella recensione si parla della pulizia della stanza piuttosto che della posizione della struttura.

Alla base di queste tecniche vi è una ipotesi controintuitiva, secondo la quale l’autore di un documento decide inizialmente gli argomenti da affrontare e in seconda battuta crea il documento, miscelando in proporzioni diverse gli argomenti scelti nella fase iniziale. Si può quindi affermare che tutti i documenti di un corpus provengono da uno specifico insieme di topics e avendo questi generato a livello teorico i documenti, si può risalire a loro tramite una procedura

inferenziale. I Topic Models, quindi, determinano quali topics hanno generato più verosimilmente un corpus di testi e tale procedura prende il nome di “processo generativo” (Blei, 2012).



**Figura 1.8:** Esempificazione grafica del processo generativo di un Topic Model. Avendo a disposizione un determinato numero di topics (Genetics, Evolution, Intelligence e Computers) e le relative parole caratterizzanti (caselle colorate in alto), si presume che ogni documento venga generato scegliendo la distribuzione dei topics all'interno del documento da scrivere (istogramma a destra). Quindi, si scelgono le parole da usare in base agli argomenti selezionati. (Blei, 2012. Adattata).

Per comprendere il funzionamento del processo generativo si faccia riferimento alla figura 1.8. Il documento riportato nell'immagine è un articolo scientifico riguardante il numero di geni di cui un organismo ha bisogno per sopravvivere. Le caselle colorate a sinistra dell'articolo rappresentano gli argomenti identificati sull'intero corpus di documenti tramite il topic modeling. Le parole nelle caselle

descrivono le parole più frequenti caratterizzanti ogni argomento. Queste sono colorate nel testo dell'articolo in base al colore del topic di appartenenza. Ad esempio, le parole "life" e "organism", entrambe colorate in rosa, hanno un forte legame semantico e pertanto sono contenute ambedue nel topic "Evolution", colorato anch'esso di rosa. L'istogramma a destra descrive la distribuzione dei topics identificati sull'intero corpus di documenti relativamente allo specifico documento in esame.

Fissando a priori i topics ("Genetics", "Evolution", "Intelligence" e "Computers") e le parole contenute in questi è possibile articolare il processo controintuitivo, che guida l'autore di un documento alla scrittura dello stesso, in tre fasi successive:

1. l'autore sceglie quali topics trattare nel documento, scegliendoli tra quelli fissati a priori (nell'articolo in esempio l'autore sceglie di affrontare i seguenti temi: "Genetics", "Evolution" e "Computers")
2. l'autore sceglie la distribuzione all'interno del documento dei topics selezionati, in base all'importanza a loro assegnata dall'autore stesso (la distribuzione è rappresentata dall'istogramma a destra dell'articolo);
3. l'autore sceglie le parole da utilizzare nel documento, individuandole tra quelle contenute nei topics selezionati (ad esempio l'autore, avendo scelto di trattare il topic "Evolution", utilizza nel documento il termine "life").

L'ipotesi alla base di queste tecniche è che ciascun documento sia composto da un mix di argomenti e che questi argomenti siano comuni, ma in proporzioni diverse, a tutti i documenti del corpus in esame. Questi modelli ripercorrendo al contrario il processo generativo, fanno emergere le quantità latenti presenti nel corpus di documenti, ossia le proporzioni dei documenti nei topics e le parole più probabili nei topics, i cui valori sono stimati attraverso delle procedure inferenziali. Quindi, gli obiettivi del topic modeling sono quelli, dato un corpus di documenti significativo, di identificare gli argomenti discussi nei documenti, associando un insieme di parole chiave a ciascun argomento e definendo la prevalenza di questi argomenti all'interno di ogni documento (Blei *et al.*, 2010).

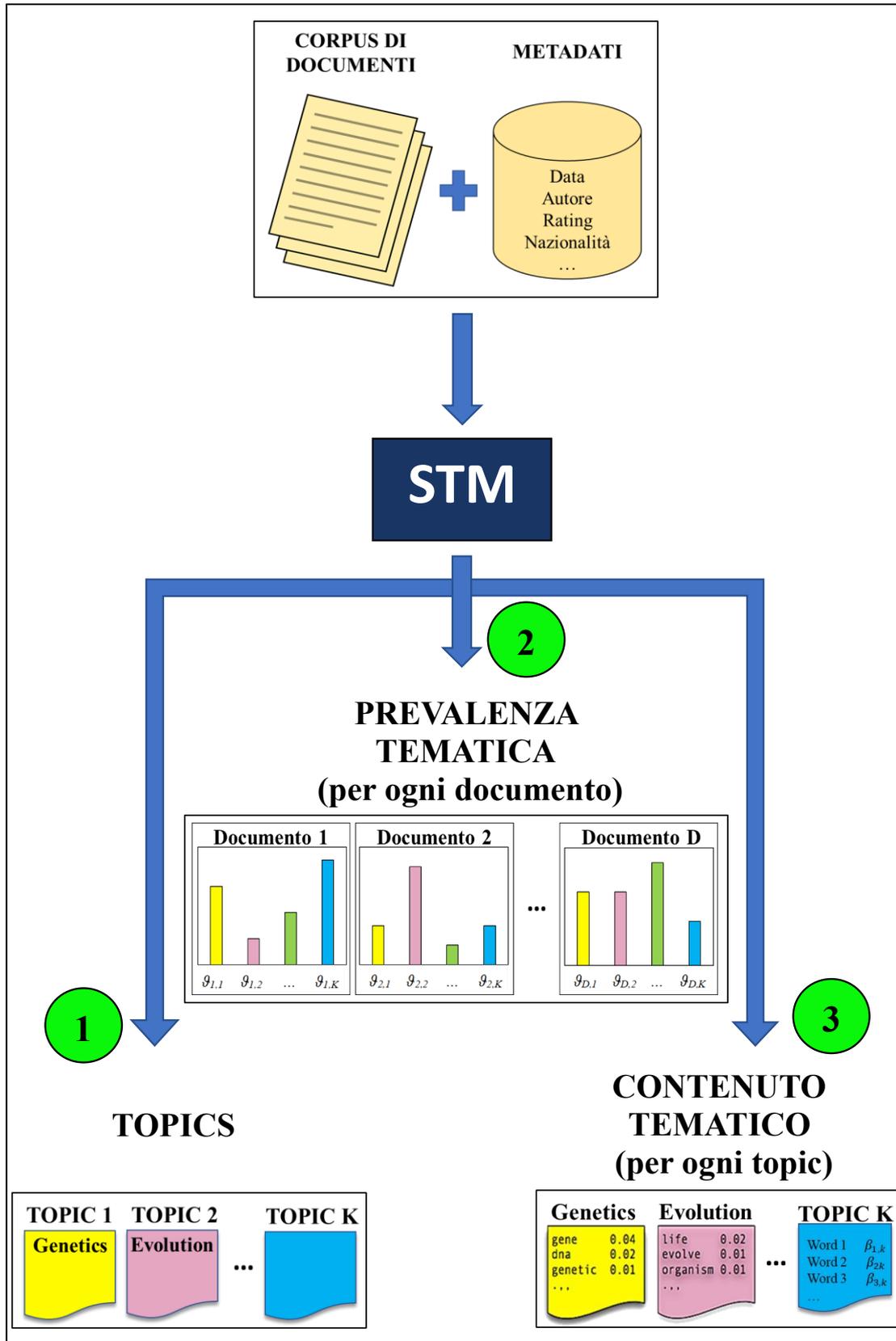
La scelta di ricorrere in questo studio a un algoritmo di topic modeling è spinta dal desiderio di determinare le dimensioni chiave della qualità di un prodotto, servizio o Product-Service System, facendo affidamento esclusivamente sulle recensioni rilasciate direttamente dai clienti in forma autonoma e spontanea, al fine di avere una visione il più possibile reale e dinamica delle percezioni dei clienti.

### **1.3.1. L'algoritmo Structural Topic Model (STM)**

L'algoritmo usato nello studio di questa tesi è lo "Structural Topic Model (STM)". Questo modello combina ed estende tre altri modelli: il "Correlated Topic Model (CTM)", il "Dirichlet-Multinomial Regression (DMR)" e il "Sparse Additive Generative Topic Model (SAGE)" (Roberts *et al.*, 2013). La novità è che il modello STM permette di stimare in modo flessibile i topics, includendo anche i metadati. Quest'ultimi sono identificabili nelle informazioni aggiuntive che esulano dal corpo testuale dei documenti, come ad esempio: la valutazione di una recensione o la data e il luogo di pubblicazione del documento.

L'algoritmo STM consente di stimare, dato un corpus di documenti ed eventuali metadati, tre diversi output (in figura 1.9):

1. i topics: cluster di parole che rappresentano gli argomenti discussi all'interno dell'intero corpus di documenti;
2. la topic proportion  $\vartheta$  (o prevalenza tematica) per ogni documento: con "prevalenza tematica" si intende la proporzione di un documento riguardante un determinato topic;
3. la topical content  $\beta$  (o contenuto tematico) per ogni topic: con "topical content" ci si riferisce alle parole più probabili relative a un determinato topic.



**Figura 1.9:** L'algorithmo STM processa il corpus di documenti e i metadati restituendo tre output: 1) i topics discussi all'interno dei documenti, 2) la prevalenza tematica per ogni documento e 3) il contenuto tematico per ogni topic.

I metadati influenzano due output del modello esposto nelle figure 1.9 e 1.10: la topic proportion  $\vartheta$  e la topical content  $\beta$ . I metadati sono introdotti nel modello attraverso covariate a livello documentale. Più specificamente, i metadati che influenzano la prevalenza tematica sono introdotti come covariate di prevalenza tematica mentre quelli che influenzano il contenuto tematico sono introdotti come covariate del contenuto tematico (Roberts *et al.*, 2014; Roberts *et al.*, 2019). Ritornando all'esempio della struttura alberghiera, si ipotizzi di avere a disposizione oltre al testo delle recensioni anche la nazionalità degli autori delle stesse. Introducendo i metadati (nazionalità dell'autore) è possibile stimare l'effetto di questi sulla determinazione dei topics. Ad esempio, si può scoprire che l'argomento "posizione della struttura" è maggiormente discusso dai clienti tedeschi rispetto ai clienti italiani. Inoltre, osservando il legame tra i metadati e le parole che caratterizzano i topics è possibile scoprire come varia la frequenza di utilizzo di una determinata parola rispetto la nazionalità dei clienti.

Al fine di presentare al meglio il modello si introducono gli elementi di notazione utilizzati (Roberts *et al.*, 2019):

- i documenti che compongono il corpus sono indicati con la lettera  $d$  (con  $d \in \{1 \dots D\}$ );
- le parole che compongono i documenti sono indicate con la lettera  $n$  (con  $n \in \{1 \dots N_d\}$ ), dove  $N_d$  è il numero delle parole del documento  $d$ -esimo;
- le parole dei documenti  $w_{d,n}$  vanno a formare il vocabolario dei termini unici, indicizzate in questo tramite la lettera  $v$  (con  $v \in \{1 \dots V\}$ );
- i topics sono rappresentati dalla lettera  $k$ , con  $k \in \{1 \dots K\}$ . Il numero dei topics,  $K$ , viene definito a priori.

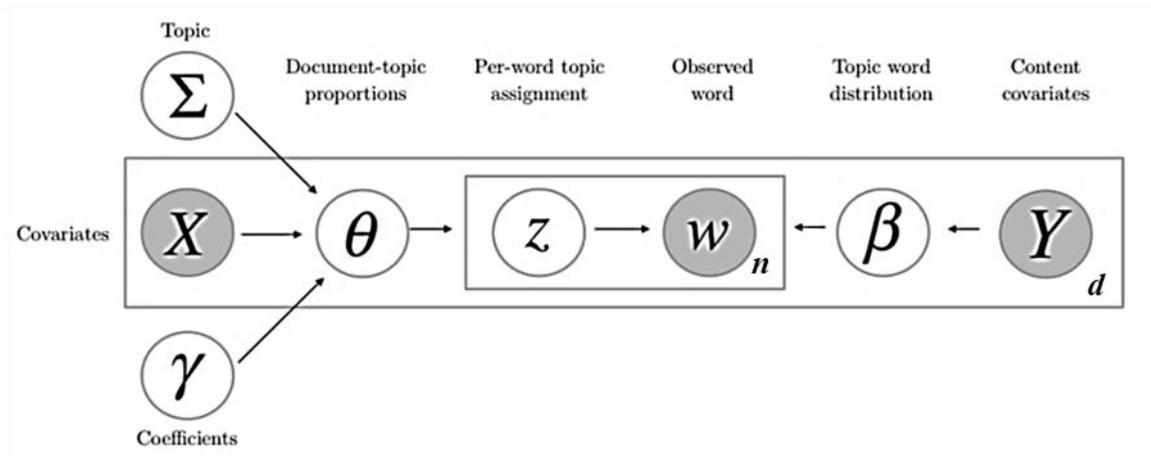
Inoltre, bisogna considerare la presenza di due matrici, una per la prevalenza tematica e una per il contenuto tematico, rispettivamente indicate con le lettere  $X$  e  $Y$ . La matrice  $X$ , di dimensione  $D \times P$ , ha sulle righe i documenti del corpus ( $D$ ) e sulle colonne le covariate che influenzano la prevalenza tematica ( $P$ ). La matrice  $Y$  ha dimensione  $D \times A$ , dove sulle righe vi sono documenti del corpus ( $D$ ) e sulle colonne le covariate che influenzano il contenuto tematico ( $A$ ). Nelle righe delle

matrici  $X$  e  $Y$ , indicate rispettivamente con  $X_d$  e  $Y_d$ , è definito un vettore di tutte le covariate per ciascun documento.

Il modello STM è suddivisibile in tre sub-modelli che si susseguono in fasi successive (Roberts *et al.*, 2013, 2016, 2019):

1. il modello generatore della prevalenza tematica;
2. il modello generatore del contenuto tematico;
3. il modello generatore delle singole parole di un documento.

La rappresentazione grafica delle fasi che compongono il modello STM è riportata nella figura 1.10.



**Figura 1.10:** Rappresentazione grafica del metodo STM. I rettangoli raffigurano le iterazioni effettuate dall'algorithm per individuare la distribuzione delle parole per ogni topic ( $\beta$ ) e la distribuzione dei topics in ogni documento ( $\vartheta$ ). Il rettangolo più esterno indica che le variabili contenute in esso sono diverse per ogni documento, mentre le variabili contenute in quello più interno differiscono per ogni parola. (Roberts *et al.*, 2016. Adattata).

## 1. Il modello generatore della prevalenza tematica

Nella determinazione delle topic proportions a livello di documento si assume che la prevalenza tematica di un documento  $\vartheta_d$  segua una distribuzione Normale-Logistica. La prevalenza tematica è quindi espressa in funzione delle covariate di documento  $X_d$ , dei topics  $k$  e dalla relazione covariata-topic  $Y$ :

$$\vec{\vartheta}_d | X_{d\gamma}, k \sim \text{LogisticNormal}(\mu = X_{d\gamma}, k) \quad (1.3.1)$$

Viene quindi definita la matrice  $\vartheta$  di dimensione  $D \times K$  contenente i valori delle topic proportions a livello di documento. Questa matrice ha sulle righe i documenti

che compongono il corpus di documenti, sulle colonne i K topics e al suo interno è contenuta la prevalenza tematica  $\vartheta_{d,k}$  del  $d$ -esimo documento relativa  $k$ -esimo topic. Da notare che un singolo documento può essere composto da più argomenti ma la somma delle prevalenze degli argomenti all'interno del documento è unitaria.

$$\theta = \begin{array}{c|cccc} & \text{Topic1} & \text{Topic2} & \dots & \text{TopicK} \\ \hline \text{Doc1} & .2 & .1 & \dots & 0.05 \\ \text{Doc2} & .2 & .1 & \dots & .3 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \text{DocD} & 0 & 0 & \dots & .5 \end{array}$$

**Figura 1.11:** Esempio di matrice  $\vartheta$ : al suo interno sono contenute le prevalenze tematiche  $\vartheta_{d,k}$ .

## 2. Il modello generatore del contenuto tematico

Per quanto concerne il contenuto tematico  $\beta_{k,v}$ , ogni topic presenta una propria distribuzione sulle parole, che può variare a seconda al valore dell'iterazione documento-covariata contenuta nella matrice Y. Tali covariate non sono incluse nel modello come nel caso del modello generatore della prevalenza tematica ma agiscono direttamente sulla parametrizzazione della distribuzione dei topics sulle parole. Il contenuto tematico dipende quindi dalla distribuzione Multinomiale delle occorrenze delle parole  $m_v$ , dalla quota di deviazione di un topic  $k_v^k$ , dalla quota di deviazione di una covariata  $k_v^{y'}$  e dall'interazione topic-covariata  $k_v^{y,k}$ :

$$\beta_{k,v} \propto \exp (m_v + k_v^k + k_v^{y'} + k_v^{y,k}) \quad (1.3.2)$$

Più in particolare, la distribuzione Multinomiale delle occorrenze di ciascuna parola  $m_v$  è definita come il logaritmo delle quote di deviazione rispetto alla distribuzione di tutte le parole del corpus. Le quote di deviazione sono definite in funzione dei topics, delle covariate osservate e delle interazioni tra topic e covariata, indicate rispettivamente con  $k_v^k$ ,  $k_v^{y'}$ ,  $k_v^{y,k}$ .

Viene quindi definita la matrice parole-topics  $\beta^T$  di dimensione V x K. Questa matrice ha sulle righe i vocaboli che compongono il vocabolario dei termini unici e sulle colonne i K topics. All'interno della matrice è presente il contenuto tematico

$B_{k,v}$  del  $v$ -esimo vocabolo all'interno del  $k$ -esimo topic. Per ogni topic la somma delle  $\beta_{k,v}$  ad esso associate è unitaria.

$$\beta^T = \left[ \begin{array}{c|cccc} & \text{Topic1} & \text{Topic2} & \dots & \text{TopicK} \\ \hline \text{"text"} & .02 & .001 & \dots & 0.001 \\ \text{"data"} & .001 & .02 & \dots & 0.001 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \text{"analysis"} & .01 & .01 & \dots & 0.0005 \end{array} \right]$$

**Figura 1.12:** Esempio di matrice  $\beta^T$ : al suo interno vi è il contenuto tematico tematico  $B_{k,v}$ .

### 3. Il modello generatore delle singole parole di un documento

La terza fase prevede la combinazione tra la prevalenza tematica e il contenuto tematico determinati nelle fasi precedenti. Ogni parola  $n$  di un documento viene assegnata a un topic, in base alla distribuzione multinomiale della prevalenza tematica a livello di documento ( $\vartheta_d$ ). Si definisce quindi  $z_{d,n}$  come l'assegnazione di un topic per l'  $n$ -esima parola nel documento  $d$ -esimo.

$$z_{d,n} | \vec{\vartheta}_d \sim \text{Multinomial}(\vec{\vartheta}_d) \quad (1.3.3)$$

Inoltre, condizionatamente all'assegnazione tematica delle parole ( $z_{d,n}$ ) e al contenuto tematico ( $\beta_{k,v}$ ), viene determinata la probabilità di estrazione delle parole per ogni topics ( $w_{d,n}$ ):

$$w_{d,n} | z_{d,n}, \beta_{d,k=z_{d,n}} \sim \text{Multinomial}(\beta_{d,k=z_{d,n}}) \quad (1.3.4)$$

Di seguito, al fine di comprendere meglio il funzionamento dell'algoritmo STM, è riportato un semplice esempio. Si ipotizzi di avere a disposizione un corpus di documenti costituito da cinque recensioni riguardanti una struttura alberghiera (tabella 1.3). Di ogni recensione, oltre al testo, si riporta anche la valutazione espressa dal cliente, su una scala da 1 a 5, in merito all'esperienza avuta durante il soggiorno nella struttura.

DOCUMENTO	TESTO	VALUTAZIONE
1.	L'albergo in <b>centro</b> ed è <b>facilmente raggiungibile</b> .	4
2.	La struttura è in <b>posizione strategica</b> per visitare la città.	5
3.	L'hotel è <b>vicino</b> al <b>Colosseo</b> , la stanza è <b>piccola</b> e necessita di <b>manutenzione</b> .	3
4.	La camera aveva in dotazione della <b>biancheria scadente</b> ed era presente della <b>polvere</b> .	2
5.	Il <b>condizionatore</b> della camera era <b>rotto</b> .	1

**Tabella 1.3:** *Recensioni esempio STM. Per ogni recensione oltre al testo è riportata anche la valutazione espressa dall'autore della stessa.*

L'algoritmo STM, "leggendo" automaticamente i documenti, individua i legami nascosti tra le parole più significative contenute nel testo delle recensioni. Queste parole esprimono le opinioni dei clienti e si assume che implicitamente siano connesse alle dimensioni della qualità che caratterizzano la struttura alberghiera in esame. Queste parole sono evidenziate in grassetto nella tabella 1.3 e compongono il vocabolario dei termini unici. L'algoritmo individua due topics in base al legame esistente tra le parole evidenziate e inoltre, stima il contenuto tematico come la prevalenza di una specifica parola all'interno di un topic, ossia quanto una parola incide sulla definizione del topic a cui appartiene. In tabella 1.4 sono riportati i topics e il contenuto tematico dei termini unici (colonne  $\beta_{1,v}$  e  $\beta_{2,v}$ ). Da sottolineare che tutte le parole del vocabolario dei termini unici appartengono a entrambi i topics individuati, tuttavia solo le parole con una prevalenza tematica significativa concorrono alla definizione degli stessi. L'etichettatura dei topics non è effettuata automaticamente dall'algoritmo STM ma spetta a un intervento umano. Leggendo le parole caratterizzanti i due topics si identificano i due temi principali: la "posizione della struttura" (topic 1) e la "condizioni della stanza" (topic 2).

		TOPIC 1				TOPIC 2	
		PAROLE (v)	$B_{1,v}$			PAROLE (v)	$B_{2,v}$
<b>PAROLE CARATTERIZZANTI</b>		centro	0,18			piccola	0,19
		posizione	0,16			polvere	0,18
		raggiungibile	0,15			biancheria	0,16
		vicino	0,14			scadente	0,14
		strategica	0,13			manutenzione	0,12
		Colosseo	0,12			rotto	0,10
		facilmente	0,10			condizionatore	0,10
		piccola	0,01			centro	0,01
		manutenzione	0,01			facilmente	0,01
		biancheria	0,01			raggiungibile	0,01
		scadente	0,01			posizione	0,01
		polvere	0,01			strategica	0,01
		condizionatore	0,01			vicino	0,01
		rotto	0,01			Colosseo	0,01

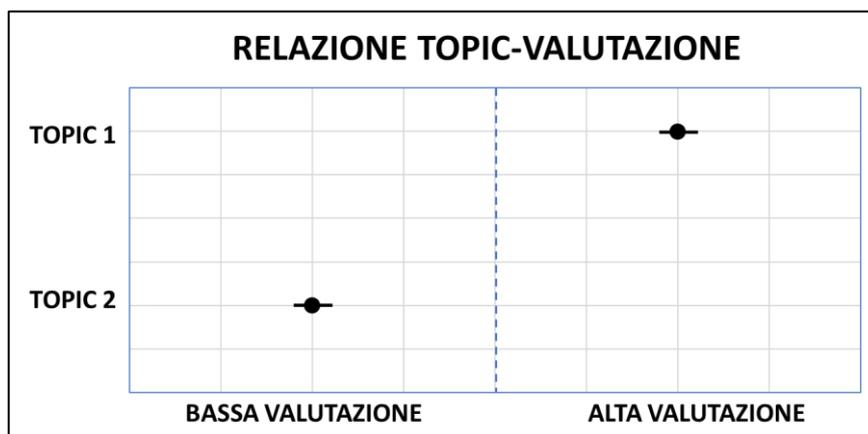
**Tabella 1.4:** Esempio di topics. Le parole con prevalenza tematica al di sotto dello 0,10 non concorrono alla definizione del topic.

Tornando al testo delle recensioni, il primo e il secondo documento contengono esclusivamente i termini caratterizzanti il topic “posizione della struttura” (“centro”, “facilmente”, “raggiungibile”, “posizione”, “strategica”) e pertanto appartengono al 100% a questo. Al contrario, il terzo e il quarto documento appartengono al 100% al topic “condizioni della stanza”, poiché contengono i termini che più caratterizzano quest’ultimo (“biancheria”, “scadente”, “polvere”, “condizionatore”, “rotto”). La terza recensione invece appartiene al 50% al primo topic e al 50% al secondo, essendo costituita da parole significative di entrambi i topics. Le percentuali sopra evidenziate, se portate in valori da 0 a 1, rappresentano le prevalenze tematiche delle recensioni, ossia la quota parte delle recensioni appartenente a un determinato topics (tabella 1.5).

DOCUMENTO	PREVALENZA TOPIC 1 ( $\vartheta_{d,1}$ )	PREVALENZA TOPIC 2 ( $\vartheta_{d,2}$ )
1.	1	0
2.	1	0
3.	0,5	0,5
4.	0	1
5.	0	1

**Tabella 1.5:** Esempio di matrice della prevalenza tematica  $\vartheta$ .

L'algoritmo STM, come già scritto, permette di includere nell'analisi anche eventuali metadati. In questo caso è possibile osservare la relazione tra i topics e le valutazioni espresse dai clienti (tabella 1.6). Nell'esempio, il topic 1 è maggiormente legato alle recensioni con un alto punteggio di valutazione mentre il topic 2 a quelle di valutazione più bassa. Quindi, la dimensione della qualità "condizione della stanza" risulta essere un fattore maggiormente critico per la determinazione della soddisfazione del cliente, poiché le recensioni riguardanti questo argomento sono caratterizzate da una valutazione negativa.



**Tabella 1.6:** Effetti marginali nel cambio delle topic proportions in base alla bassa valutazione (valutazione di 1 e 2) e alta (valutazione di 4 e 5). La linea tratteggiata rappresenta l'effetto zero (valutazione di 3).

Il modello descritto è stato utilizzato nel caso di studio attraverso l'utilizzo del software R. Il codice è stato implementato in R attraverso la versione 1.3.6 del pacchetto 'stm' (Roberts *et al.*, 2019). Il pacchetto stm consente di utilizzare il modello Structural Topic Model per stimare modelli tematici con covariate a livello

di documento. In aggiunta consente di utilizzare strumenti per la selezione del modello, la visualizzazione e la stima delle regressioni topic-covariate.

## 2. CAPITOLO II

### 2.1. Il concetto di Product-Service System (PSS)

Per comprendere appieno il lavoro effettuato è necessario chiarire il concetto di Product-Service System. Un Product-Service System, abbreviato in PSS, può essere definito come una combinazione integrata di prodotti e servizi al fine di soddisfare specifiche esigenze del cliente, creando valore aggiunto per quest'ultimo (Boehm & Thomas, 2013). Inoltre, un PSS può essere visto come un sistema di prodotti, servizi, reti di "attori" e apposite infrastrutture che si adopera continuamente per fronteggiare la competitività tra le imprese, soddisfare le esigenze dei clienti e ridurre l'impatto ambientale rispetto ai modelli di business tradizionali (Goedkoop *et al.*, 1999).

I PSS nascono per soddisfare i bisogni dei clienti attraverso la fornitura di servizi immateriali specificamente progettati, in simbiosi con i tradizionali beni fisici. Il focus nei PSS si sposta dalla "vendita del prodotto" alla "vendita dell'uso" (Baines *et al.*, 2007). In questa ottica le tradizionali funzionalità di un prodotto vengono sostituite o estese mediante l'integrazione di una serie di servizi. Questa nuova visione comporta il lancio sul mercato di nuovi prodotti e servizi modellati direttamente sulla domanda del cliente, incidendo in maniera sostanziale sulla concezione del prodotto/servizio sia per i produttori sia per i consumatori.

Per i produttori e fornitori di servizi l'introduzione di business model basati sui PSS comporta un cambio di paradigma nelle strategie aziendali. Infatti, il passaggio dalla produzione di prodotti standardizzati alla customizzazione tipica dei PSS determina un necessario cambio del know-how aziendale. Inoltre, la progettazione, la vendita e il mantenimento di PSS implicano una gestione più oculata delle risorse a disposizione dell'azienda, al fine di soddisfare in pieno le esigenze del

cliente lungo tutta la vita del PSS. In quest'ottica, i PSS rappresentano un importante strumento di innovazione e differenziazione anche in settori maturi, poiché la disponibilità a pagare del cliente cresce grazie all'ampliamento dei servizi aggiuntivi al prodotto e alle varie forme di assistenza nel periodo successivo all'acquisto. I servizi aggiuntivi offerti al cliente comprendono una serie di azioni volte al prolungamento della durata del prodotto venduto, rendendo l'eventuale prodotto fisico utilizzabile a lungo e incidendo in maniera positiva sulla redditività dell'azienda.

Dal punto di vista dei consumatori, essi possono godere di una più ampia varietà di scelta sul mercato di servizi e prodotti poiché i business model incentrati sui PSS stimolano la competitività tra le imprese. Inoltre, i PSS hanno stravolto il ruolo del periodo di postvendita, infatti sono sempre di più e sempre più differenziati i servizi di manutenzione e riparazione offerti dalle imprese al cliente nel momento successivo all'acquisto. I clienti possono anche beneficiare di diversi schemi di pagamento nati al sopraggiungere dei PSS, permettendo loro un tipo di utilizzo del prodotto e di pagamento che meglio si adatta alle specifiche esigenze.

Un'importante differenza con la tradizionale logica dell'acquisto di un prodotto risiede nella struttura dei diritti di proprietà. Infatti, in taluni casi di PSS i diritti di proprietà al momento dell'acquisto non vengono trasferiti dall'azienda produttrice all'acquirente ma rimangono in essere all'azienda. In questi casi il cliente non acquisisce la proprietà del prodotto comprato bensì il diritto all'uso di questo per un periodo di tempo determinato.

Attraverso una comunicazione continua e diretta con il cliente in fase di progettazione di nuove soluzioni, un'azienda fornitrice di un PSS è in grado di conoscere al meglio lo stesso, capendo tempestivamente i suoi bisogni e l'evoluzione di questi nel tempo. Ne deriva una maggiore fidelizzazione e nuovi spunti per migliorare le performance del prodotto-servizio.

### 2.1.1. Categorie di PSS

I PSS sono comunemente classificati in 3 categorie (Baines *et al.*, 2007; Pergande *et al.*, 2012) alle quali successivamente se ne sono aggiunte ulteriori due (Neely, 2008). Nel dettaglio:

- a. *Product-oriented PSS*: sono caratterizzati dalla vendita tradizionale del prodotto con l'aggiunta di servizi volti al miglioramento del prodotto nel post-vendita. La proprietà del PSS rimane in mano al cliente. Esempi sono la manutenzione del prodotto, la riparazione o il riciclo del prodotto.
- b. *Use-oriented PSS*: sono basati sulla vendita dell'uso o della disponibilità di un prodotto. La proprietà del bene rimane in capo al fornitore, che è quindi responsabile della manutenzione, delle riparazioni e del monitoraggio. È prevista la concessione d'utilizzo del prodotto al cliente a fronte di un pagamento generalmente basato sul tempo di utilizzo del prodotto. Esempio di questi PSS sono il car sharing, il bike sharing e il leasing di veicoli o di macchinari.
- c. *Result-oriented PSS*: prevedono la vendita di un risultato o di una capacità specifica. Il fornitore sviluppa soluzioni complete in base alle esigenze dei clienti, personalizzando i servizi e ricevendo pagamenti in base al risultato finale ottenuto. Degli esempi sono i servizi di lavanderia al posto della vendita delle lavatrici o il servizio Rolls-Royce's Power-by-the-Hour, dove l'azienda vende l'utilizzo dei motori d'aereo e la loro manutenzione in base alle ore di volo e non il motore in sé.
- d. *Integration-oriented PSS*: sono venduti dalle imprese quando esse vogliono incrementare la loro offerta ai clienti successivamente a un processo di integrazione verticale. La proprietà del prodotto è trasferita al cliente ma il fornitore offre dei servizi di corredo al prodotto venduto. Ad esempio, le imprese nel settore del mobile offrono anche il servizio di consegna e trasporto in seguito a una integrazione verticale con un'azienda di trasporti.

- e. *Service-oriented PSS*: incorporano il servizio nel prodotto stesso. La proprietà è del cliente e i servizi aggiuntivi sono offerti come parte integrante dell'offerta. Un esempio è la vendita di radiatori o di motori d'aereo insieme a dei sensori in grado di monitorare la prestazione del prodotto.

L'individuazione delle dimensioni della qualità di un PSS è un campo d'indagine poco esplorato. Data la presenza di componenti sia tangibili che intangibili, risulta necessario sviluppare un nuovo approccio per determinare le dimensioni della qualità per i PSS che consenta di tenere in considerazione gli aspetti caratteristici sia dei prodotti sia dei servizi. Le dimensioni della qualità dei PSS devono essere definite rispetto alla figura del cliente, essendo i processi di realizzazione dei PSS basati su una forte integrazione con i clienti. Un approccio alternativo per determinare le dimensioni della qualità dei PSS, valido anche per i servizi e per i prodotti, è rappresentato dal potenziale informativo contenuto negli UGC. Infatti, a partire dall'analisi dei UGC tramite strumenti di text mining, capaci di ottenere informazioni da documenti di testo scritti in linguaggio naturale, è possibile individuare le dimensioni latenti della qualità. La logica alla base di questo approccio è che se un argomento viene discusso all'interno di un corpus di UGC, allora rappresenta una componente fondamentale per la definizione della qualità del PSS in esame.

## **2.2. Il car sharing**

L'oggetto d'analisi di questo lavoro è il PSS car sharing. Il car sharing è definibile come un servizio di autonoleggio a breve termine, dove aziende specializzate sia pubbliche che private mettono a disposizione dei loro utenti veicoli prenotabili in base alle esigenze del cliente. I clienti che usufruiscono di questo particolare PSS pagano, oltre ad una eventuale quota una tantum per l'iscrizione al servizio, esclusivamente in base al tipo di veicolo noleggiato e all'utilizzo, perlopiù in unità di tempo, che si fa di questo.

Il car sharing appartiene a pieno titolo ai modelli di Sharing Economy più diffusi degli ultimi anni e rientra nella categoria degli use-oriented PSS. Infatti, questo è caratterizzato dall'accesso temporaneo dei clienti a risorse condivise, attribuendo agli utilizzatori il diritto di accesso ma non quello del trasferimento di proprietà. Il successo del car sharing lo si deve al fatto che l'utente riesce a contenere i costi legati all'acquisto e alla gestione di un veicolo personale, usufruendo di un servizio che gli garantisce la massima flessibilità nella scelta e nella disponibilità di un veicolo. Inoltre, essendo la proprietà dei veicoli in capo alle aziende erogatrici, esse ne curano gli aspetti legati alla manutenzione e sicurezza, sollevando da questo compito il cliente.

Il car sharing è oramai diffuso in tutti i grandi centri urbani del mondo e il mercato di riferimento è destinato a crescere del 16% annuo nel periodo 2020-2024, raggiungendo la cifra di 7,65 miliardi di dollari (Report: *Global Car Sharing Market 2020-2024*). Parte del suo successo è da ricondurre al fatto che risponde alla domanda di una sostenibilità ambientale sempre più richiesta della società odierna, riducendo il traffico veicolare e incentivando una mobilità sostenibile (Shaheen *et al.*, 2019). Le aziende di car sharing che usano schemi di business tradizionali si distinguono in due classi: quelli che adottano un sistema free-floating e quelli invece che utilizzano un sistema station-based. Alla prima categoria appartengono tutti i provider che consentono ai clienti di terminare il loro noleggio in qualsiasi parcheggio all'interno dell'area di copertura del servizio. I provider appartenenti alla seconda categoria, invece, obbligano il cliente a riconsegnare il veicolo a termine del viaggio in una delle stazioni o parcheggi appositamente predisposte per la riconsegna.

### **2.2.1. Zipcar**

Le analisi svolte sono state incentrate su un determinato provider di car sharing: *Zipcar*. Nata nel 2000, partendo dalla sola città di Boston, questa azienda si è estesa nel corso degli anni fino ad offrire il noleggio dei suoi veicoli in oltre 500 città, in 7 Paesi sparsi per il mondo. La crescita internazionale dell'azienda è stata

spinta dall'acquisto della stessa da parte di Avis Budget Group, leader del mercato del noleggio auto, nel 2013 per 500 milioni di dollari.

Come dichiarato dall'azienda stessa, la loro mission aziendale è quella di "consentire una vita urbana semplice e responsabile", offrendo ai cittadini il noleggio dei suoi veicoli al fine di ridurre il traffico automobilistico e l'inquinamento ([www.zipcar.com](http://www.zipcar.com)).

L'azienda adotta uno schema di car sharing station-based e conta al 2016 più di un milione di clienti. I suoi 12000 veicoli includono sia auto ibride che elettriche e sono prenotabili sia online sia da applicazione smartphone.

Agli utenti del servizio sono addebitati i costi relativi al tempo per cui hanno noleggiato un veicolo Zipcar direttamente sulla carta o sul conto del cliente associati all'account in fase di iscrizione. Per giunta, i clienti sono tenuti pagare: una quota di iscrizione, una quota annuale e una tassa di prenotazione. Invece, il carburante, il parcheggio, l'assicurazione e la manutenzione sono inclusi.

Per accedere al veicolo i clienti possono utilizzare il proprio smartphone o una carta d'accesso RFID consegnata al cliente in fase di iscrizione. I veicoli sono disponibili in maniera capillare nelle città in cui è attivo il servizio e una volta terminato il noleggio i veicoli sono riconsegnabili in una delle aree predisposte al ritiro.

## **2.1. Il caso di studio**

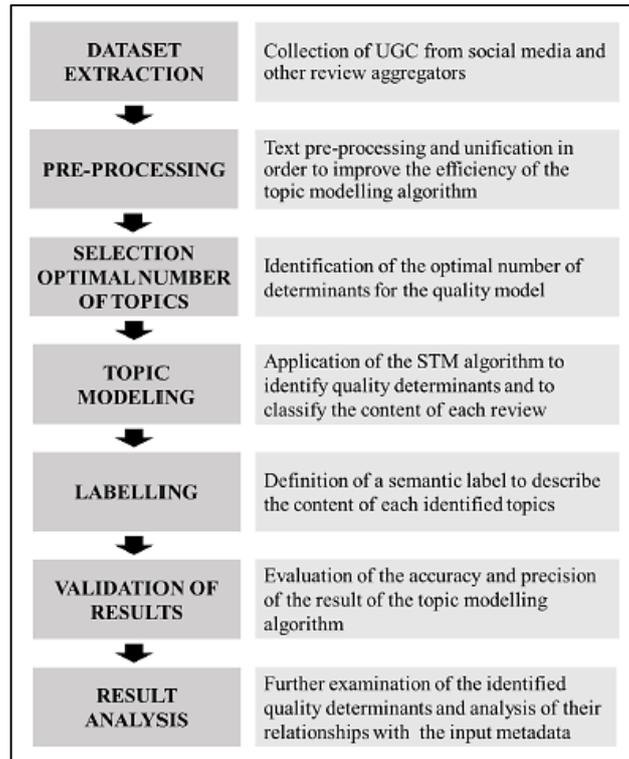
### **2.1.1. Lavori correlati**

Lo studio sviluppato fa riferimento nella sua parte iniziale al metodo d'indagine sviluppato da Barravecchia, Mastrogiacomo e Franceschini (2020a; 2020b; 2020c). Gli autori di questi articoli hanno proposto una metodologia per identificare e categorizzare le determinanti della qualità di un prodotto, servizio o PSS analizzando User-Generated Contents non strutturati.

Il carattere innovativo della metodologia risiede nella riduzione dell'intrusività da parte dell'azienda nel raccogliere e analizzare la valutazione, le esigenze e i requisiti del cliente. Di fatto, raccogliendo la Voce del Cliente direttamente da recensioni rilasciate spontaneamente dai clienti si aggirano i limiti degli approcci tradizionali di Quality tracking, aprendo nuovi scenari nella progettazione e miglioramento di prodotti o servizi.

Lo scopo dell'indagine è di individuare gli argomenti più discussi all'interno di un corpo di documenti, per poi determinare le dimensioni che influenzano la qualità dell'oggetto in esame. Questo approccio si basa sull'ipotesi secondo la quale se un argomento viene discusso dai clienti all'interno dei documenti raccolti allora probabilmente questo inciderà in maniera significativa sulla qualità del servizio considerato.

L'individuazione delle determinanti della qualità è affidata all'analisi degli UGC tramite tecniche di text mining, capaci di estrapolare informazioni comprendendo testi scritti in linguaggio naturale. La metodologia è articolata in diverse fasi successive ed è rappresentata in figura 2.1.



**Figura 2.1:** Metodologia sviluppata da Barravecchia, Mastrogiacomo e Franceschini. Le attività che si susseguono sono: formazione del database, pre-processamento dei dati, identificazione del numero ottimale dei topics, applicazione dell’algoritmo STM, etichettatura dei topics, validazione dei risultati, analisi dei risultati. (Mastrogiacomo, Barravecchia, Franceschini, Marimon, 2020c).

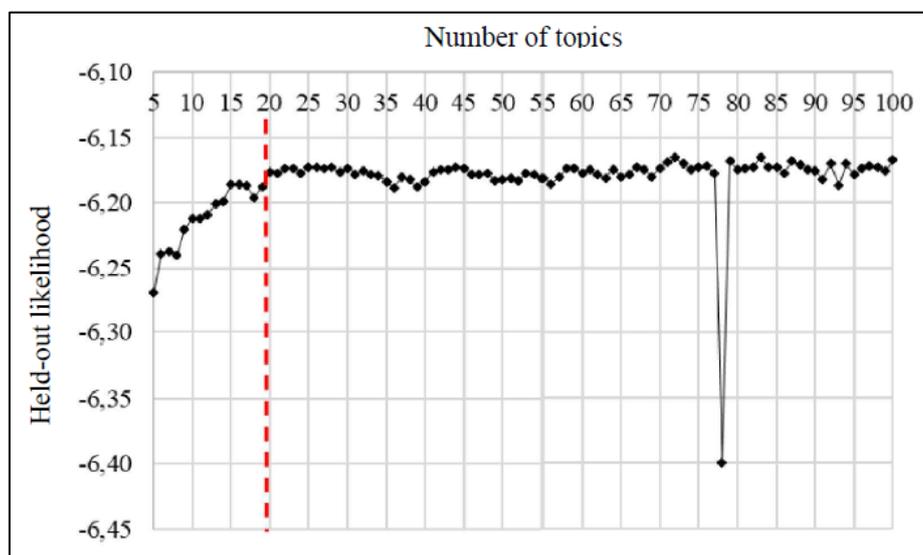
La metodologia è stata sviluppata rivolgendo l’interesse verso il PSS car sharing. Barravecchia, Mastrogiacomo e Franceschini hanno collezionato un database composto all’incirca 17000 recensioni provenienti dal web e riguardanti il car sharing. Le recensioni contenute nel database coprono un intervallo temporale che va da gennaio 2010 a dicembre 2019 e possono differire l’un l’altra per: l’azienda erogatrice del servizio, il tipo di gestione del parco automobilistico del provider, il Paese e la fonte di provenienza della recensione.

Al fine di facilitare la successiva analisi testuale il database è stato sottoposto a una fase di pre-processamento, eliminando quelle informazioni considerate non utili o fuorvianti ai fini della determinazione delle dimensioni della qualità del PSS in esame. In seguito, gli autori hanno definito il numero ottimale “K” di argomenti (o topics) da rintracciare nei documenti, che dovrebbero rappresentare le determinanti della qualità cercate. Valutando l’indicatore *Held-out likelihood*, il numero ottimale di topics da ricercare nel corpus dei documenti è stato fissato pari

a 20. Questo indicatore fornisce una misura di quanto bene il modello di topic modeling sviluppato, utilizzando una porzione dei dati a disposizione, spiega i dati “held-out”, ossia quei dati non utilizzati nello sviluppo del modello. In altre parole, l'*Held-out likelihood* valuta quanto il topic modeling utilizzato è in grado di descrivere la variabilità complessiva nel corpus testuale (Scott & Baldrige, 2013). Osservando l'indicatore *Held-out likelihood* al variare del numero dei topics è possibile identificare il numero ottimale di questi. Formalmente, l'indicatore *Held-out likelihood* ( $L$ ) è definito come il logaritmo della probabilità ( $p$ ) dei dati held-out ( $W_{held-out}$ ) dato il modello sviluppato ( $M_{trained}$ ):

$$L = \log p(W_{held-out} | M_{trained}) \quad (2.3.1)$$

Nel caso specifico, il 90% degli UGC a disposizione è stato utilizzato per addestrare il modello tematico e il restante 10% è stato utilizzato per testare il modello tematico sviluppato. Nell'applicazione gli autori sottolineano che variando il numero di topics da 5 a 100, il grafico dell'indicatore *Held-out likelihood* in funzione di  $K$  diviene pressoché costante in corrispondenza del valore 20, consigliando quindi l'utilizzo di questo quest'ultimo.



**Figura 2.2:** Andamento dell'indicatore *Held-out likelihood* al variare del numero dei topics. In corrispondenza del numero di topics pari a 20 l'andamento diviene costante. (Barravecchia, Mastrogiacomo, Franceschini, 2020a).

In seguito alla determinazione del numero ideale di topics, per la fase di analisi del database gli autori hanno fatto affidamento sull’algoritmo Structural Topic Model (STM). A ciascuno dei 20 topics individuati dall’algoritmo è stato assegnato un nome in base alle recensioni che più lo caratterizzano e alle parole chiave ad esso associate. I risultati della fase di modellizzazione dei topics e di etichettatura sono mostrati in tabella 2.1.

ETICHETTATURA TOPICS	
Topic 1: <i>Customer service (physical office)</i>	Topic 11: <i>Car proximity</i>
Topic 2: <i>Accident and management</i>	Topic 12: <i>Car availability</i>
Topic 3: <i>Registration process</i>	Topic 13: <i>Efficacy</i>
Topic 4: <i>Charges and fees</i>	Topic 14: <i>Sharing benefits</i>
Topic 5: <i>Parking areas</i>	Topic 15: <i>Customer service responsiveness</i>
Topic 6: <i>App reliability</i>	Topic 16: <i>Intermodal transportation</i>
Topic 7: <i>End trip issues</i>	Topic 17: <i>Car start-up issues</i>
Topic 8: <i>Car condition</i>	Topic 18: <i>Customer service courtesy</i>
Topic 9: <i>Convenience</i>	Topic 19: <i>Billing and membership</i>
Topic 10: <i>Use rates</i>	Topic 20: <i>Car reservation</i>

**Tabella 2.1:** Etichettatura dei 20 topics individuati dall’algoritmo STM (Barravecchia, Mastrogiacomo, Franceschini, 2020a. Adattata).

I risultati ottenuti sono stati validati confrontando i risultati ottenuti dall’algoritmo con quelli deducibili dalla lettura diretta di un campione di recensioni selezionate casualmente. Definendo come:

- vero positivo (tp): un topic riconosciuto come discusso all’interno della recensione sia dall’algoritmo sia dalla lettura diretta;
- falso positivo (fp): un topic riconosciuto dall’algoritmo ma non dalla lettura diretta;
- vero negativo (tn): un topic non riconosciuto né dall’algoritmo né dalla lettura diretta;
- falso negativo (fn): un topic riconosciuto tramite lettura diretta ma non dall’algoritmo;

gli autori hanno valutato i risultati ottenuti tramite tre indicatori: *Accuracy*, *Recall*, *Precision*, definiti nell'intervallo [0;1] e costruite tramite le seguenti relazioni:

$$Accuracy = \frac{tp+tn}{tp+tn+fn+fp} \quad (2.3.2)$$

$$Recall = \frac{tp}{tp+fn} \quad (2.3.3)$$

$$Precision = \frac{tp}{tp+fp} \quad (2.3.4)$$

L'indicatore *Accuracy* mostra la frazione di topics giustamente riconosciuti dall'algoritmo sul totale. L'indicatore *Recall* misura il rapporto tra i topics correttamente riconosciuti come discussi dall'algoritmo sul totale dei topics effettivamente discussi mentre l'indicatore *Precision* mostra il rapporto tra i topics correttamente predetti dall'algoritmo sul totale di quelli indicati come discussi dall'algoritmo. Gli autori hanno ottenuto valori discretamente alti per i tre indicatori considerati (rispettivamente 0,94, 0,73 e 0,65). Da notare che nella maggior parte dei casi di validazione di un modello di text mining l'indicatore *Accuracy* è compreso tra lo 0,5 e lo 0,8 (Zaki & McColl-Kennedy, 2020) e che un valore superiore allo 0,55 è considerato come "degno di nota" (Nassirtoussi *et al.*, 2014). Questi risultati valorizzano e sostengono la metodologia proposta dagli autori e successivamente utilizzata in questo lavoro di tesi.

### **2.1.2. I dati**

Il seguente studio si pone l'obiettivo di osservare come le prevalenze associate alle dimensioni della qualità di un PSS variano nel corso del tempo. Alla luce dei risultati ottenuti nei lavori precedenti si è deciso di incentrare le analisi anche in questo caso sul PSS car sharing. La scelta dell'oggetto di studio è stata spinta anche dalla crescente attenzione rivolta al car sharing e dalla grande disponibilità di recensioni in merito, reperibili online e pubblicate direttamente dagli utenti. Sebbene presentati in forma non strutturata, questi User-Generated Contents rappresentano una fonte di dati a basso costo e costantemente aggiornata, per la quale si hanno a disposizione recensioni per un arco temporale importante.

Per l'analisi si è adoperato pertanto il quadro concettuale proposto da Barravecchia, Mastrogiacomo e Franceschini, utilizzando un database simile a quello utilizzato dagli autori. Il database utilizzato è costituito da 11130 recensioni, pubblicate sul web da utenti di diversi provider di car sharing in forma gratuita e spontanea. Le recensioni riguardano dieci diversi provider di car sharing operanti in almeno uno dei seguenti Paesi: USA, UK, Australia e Canada. L'intero corpus di recensioni è in lingua inglese e i provider si differenziano tra quelli che adottano un sistema free-floating e quelli station-based. Le fonti di provenienza delle recensioni sono varie e sono costituite sia da aggregatori di recensione come *Play Store*, *Yelp!* e *Trustpilot.com*, sia dalle sezioni relative alle recensioni di colossi del web quali *Facebook* e *Google*. L'intervallo temporale coperto dalle recensioni va da gennaio 2006 a dicembre 2019. Inoltre, ogni recensione è accompagnata dalla valutazione rilasciata dal cliente su una scala da 1 a 5 e dalla data di pubblicazione.

DATABASE						
PROVIDER/FONTE	Facebook	Google	Play Store	Trustpilot.com	Yelp!	TOTALE
Zipcar (station-based)	-	31	2050	891	2288	5260
Car2go (free-floating)	-	57	2142	43	762	3004
Drivenow (free-floating)	-	-	513	87	-	600
Enterprise car share (station-based)	-	-	258	105	184	547
Evo car share (free-floating)	51	-	494	-	40	585
Maven (free-floating)	-	-	178	-	135	313
Altri	-	-	555	149	117	821
<b>TOTALE</b>	51	88	6190	1275	3526	<b>11130</b>

**Tabella 2.2:** Database utilizzato per la determinazione dei topics. Sulle righe vi sono i diversi provider di car sharing mentre sulle colonne vi sono le diverse fonti di provenienza delle recensioni.

Al fine di preparare il database alle successive analisi anche in questo caso è stato necessario pulire il database dagli elementi non rilevanti e confusi. Quindi, nella fase di pre-processamento dei documenti, tramite l'utilizzo del software R, sono state effettuate le seguenti operazioni di pulizia del corpo testuale delle recensioni:

- i caratteri in maiuscolo sono stati convertiti in minuscolo al fine di facilitare l'analisi (ad esempio le parole "Engine" e "Car" sono stati ricondotti rispettivamente ai termini "engine" e "car");
- il testo è stato normalizzato eliminando dalle parole le terminazioni morfologiche e l'eventuale forma riflessiva (ad esempio le parole "like", "liked", "liking" e "likely" sono ricondotti al termine "like");
- le parole simili sono state ricondotte a un unico termine (ad esempio le parole "drive" e "driven" sono state ricondotte al termine "drive");
- le parole non significative per l'analisi sono state eliminate, essendo di scarso rilievo ai fini dell'indagine (ad esempio le parole: "review", "yesterday", "think");
- tutti le parole usate comunemente insieme per esprimere un determinato concetto sono state ricondotte ad un unico termine composto dalle due parole unite (procedura denominata *tokenization*, ad esempio le parole "car" e "sharing" sono state considerate un'unica parola).

Inoltre, sono state rimosse dal corpo testuale anche:

- la punteggiatura;
- i numeri;
- le stop-words più comuni: articoli, preposizioni, congiunzioni (ad esempio: "and", "what", "under");
- le parole più corte di due caratteri;
- le parole che compaiono all'intero dell'intero corpus di recensioni meno di 15 volte.

In seguito alla fase di pre-processamento e pulitura il database è risultato essere composto da 11127 recensioni. Sia la scelta dell'algoritmo di topic modeling che del parametro K sono le medesime di quelle fatte nei lavori presentati nella

sezione precedente, essendo l'oggetto di studio lo stesso e il database utilizzato una versione ridotta del database utilizzato in quei lavori.

L'algoritmo utilizzato è lo Structural Topic Model (STM), poiché in grado di identificare gli argomenti latenti all'interno di raccolta di documenti e a differenza di altri algoritmi permette di incorporare nell'analisi anche i metadati del documento, quali: valutazione, tipo di car sharing e Paese di provenienza. L'inclusione dei metadati nell'analisi migliora l'inferenza e l'interpretabilità qualitativa dei risultati. L'algoritmo STM è in grado di capire le relazioni latenti esistenti tra le parole e restituisce come output i K topics cercati. I topics indicati dall'algoritmo sono mostrati sotto forma di insiemi di parole raggruppate nei vari topics in base al legame esistente tra di esse. In Allegato 1 è disponibile lo script dell'algoritmo STM implementato in R.

In continuità con i lavori precedenti è stata conservata anche la stessa etichettatura degli topics. Per ciascuno dei 20 topics l'algoritmo fornisce il relativo elenco delle parole chiave in base ai due criteri alternativi: *Highest probability* e *FREX*. Il criterio *Highest probability* pone l'attenzione sulla ricerca delle parole più probabili per ogni topic mentre il criterio *FREX* risalta le parole sia più frequenti che esclusive. I risultati della fase di topic modeling e di etichettatura sono mostrati nella tabella 2.3. Da sottolineare che tutti i topics sono composti dalle medesime parole, le quali hanno un contenuto tematico diverso da topic a topic. Solo le parole con un contenuto tematico significativo all'interno di un topic concorrono alla definizione dello stesso (vedasi sezione 1.3.).

TOPICS	
<b>Topic 1: Customer service (physical office)</b>	H. P.: help, phone, call, person, office, answer, number FREX: help, staff, answer, office, phone, person, question
<b>Topic 2: Accident and management</b>	H. P.: damage, report, accident, fault, enterprise, member, response FREX: damage, accident, minor, excess, fault, claim, scratch
<b>Topic 3: Registration process</b>	H. P.: card, sign, process, website, license, drive, check F.: license, application, registration, process, sign, approve, website
<b>Topic 4: Charges and fees</b>	H. P.: charge, fee, late, return, pay, time, refund FREX: fee, charge, late, return, dollar, extra, extend
<b>Topic 5: Parking areas</b>	H. P.: park, lot, spot, find, ticket, street, space FREX: park, spot, space, ticket, street, lot, meter
<b>Topic 6: App reliability</b>	H. P.: app, work, update, book, map, show, time FREX: app, map, crash, feature, version, slow, load
<b>Topic 7: End trip issues</b>	H. P.: trip, time, end, money, waste, actual, make FREX: trip, end, waste, life, stuck, total, money
<b>Topic 8: Car condition</b>	H. P.: gas, dirty, rent, card, clean, tank, fill FREX: dirty, smell, tire, smoke, tank, filthy, hair
<b>Topic 9: Convenience</b>	H. P.: need, convenience, quick, book, car, recommend, awesome FREX: awesome, quick, excel, perfect, convenience, amaze, super
<b>Topic 10: Use rates</b>	H. P.: hour, price, rate, cost, expense, less, mile FREX: price, rate, expense, cost, advertise, daily, tax
<b>Topic 11: Car proximity</b>	H. P.: minute, time, wait, walk, home, tri, away FREX: minute, walk, wait, home, garage, figure, block
<b>Topic 12: Car availability</b>	H. P.: car, avail, locate, area, vehicle, option, time FREX: avail, car, select, vehicle, search, choose, date
<b>Topic 13: Efficacy</b>	H. P.: use, now, time, far, user, review, happy FREX: use, far, happy, user, review, love, future
<b>Topic 14: Sharing benefits</b>	H. P.: city, insure, year, member, gas, need, Zipcar FREX: live, hybrid, errand, phill, suv, sold, city
<b>Topic 15: Customer service responsiveness</b>	H. P.: service, custom, issue, company, terrible, problem, experience FREX: service, custom, terrible, issue, support, resolve, company
<b>Topic 16: Intermodal transportation</b>	H. P.: way, drive, little, take, ride, get, town FREX: bus, town, taxi, airport, little, bike, store
<b>Topic 17: Car start-up issues</b>	H. P.: start, lock, turn, key, happen, unlock, trip FREX: battery, key, turn, start, strand, lock, remote
<b>Topic 18: Customer service courtesy</b>	H. P.: call, member, ask, rep, manage, representative, custom FREX: representative, rep, supervisor, agent, rude, manage, speak
<b>Topic 19: Billing and membership</b>	H. P.: account, email, credit, day, month, card, receive FREX: account, email, bank, payment, sent, send, address
<b>Topic 20: Car reservation</b>	H. P.: reserve, time, book, locate, cancel, plan, change FREX: reserve, plan, advance, book, origin, cancel, change

**Tabella 2.3:** Parole nei topics in base ai criteri Highest probability (H.P.) e FREX. Per ogni criterio sono riportate le prime sette parole che più caratterizzano i topics.

L'algoritmo STM fornisce inoltre la prevalenza di un topic all'interno di un documento. In altre parole, per ogni recensione il modello fornisce la probabilità, denominata topic proportion  $\vartheta_k$ , che il  $k$ -esimo topic sia trattato nella recensione. In ogni recensione la somma delle topic proportions relative ai 20 topics non può superare l'unità. La figura 2.3 riporta il grafico in cui si evidenzia la topic proportion o prevalenza tematica media per ogni topics calcolata sull'interno database. La prevalenza tematica media di un topic è calcolata come media delle topic proportions relative al topic lungo l'intero database a disposizione:

$$\bar{X}_k = \frac{\sum_{j=1}^N \vartheta_{k,j}}{N} \quad \forall k \quad (2.5)$$

dove  $\vartheta_{k,j}$  è la proportion topic del  $k$ -esimo topic relativo alla  $j$ -esima recensione e  $N$  è il numero di recensioni contenute nel database. Ad esempio, per il topic 6 la prevalenza tematica media si calcola nel seguente modo:

$$\bar{X}_6 = \frac{\vartheta_{6,1} + \vartheta_{6,2} + \dots + \vartheta_{6,11127}}{11127} = 0,1849$$

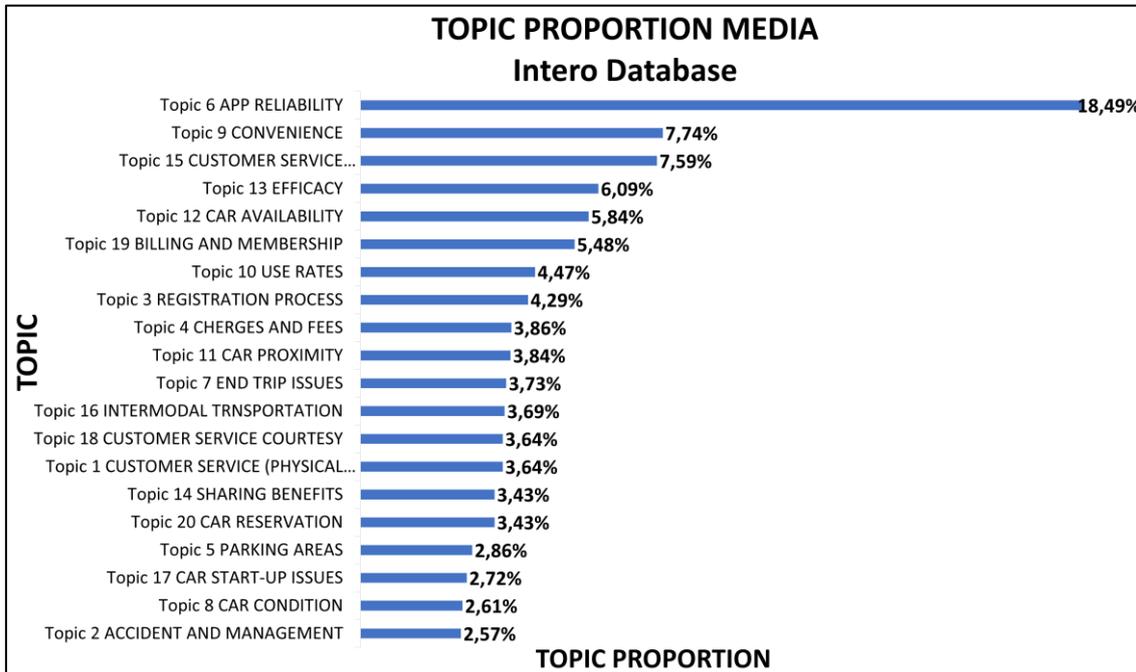


Figura 2.3: Topic proportions medie calcolate sull'intero database dopo la fase di pre-processamento.

Il topic più discusso risulta essere il Topic 6 *App Reliability*, seguono i topics 9 *Convenience* e 15 *Customer service responsiveness*. I meno discussi risultano essere i topics 2 *Accident and management* e 8 *Car condition*.

Come visto nella sezione 1.3.1., l'algoritmo STM determina anche la topical content per ogni topic, o meglio la probabilità che una parola appartenga a un determinato topic. In figura 2.4 sono riportate le word probabilities  $\beta_k$  determinate tramite il criterio *Highest probabilities*.

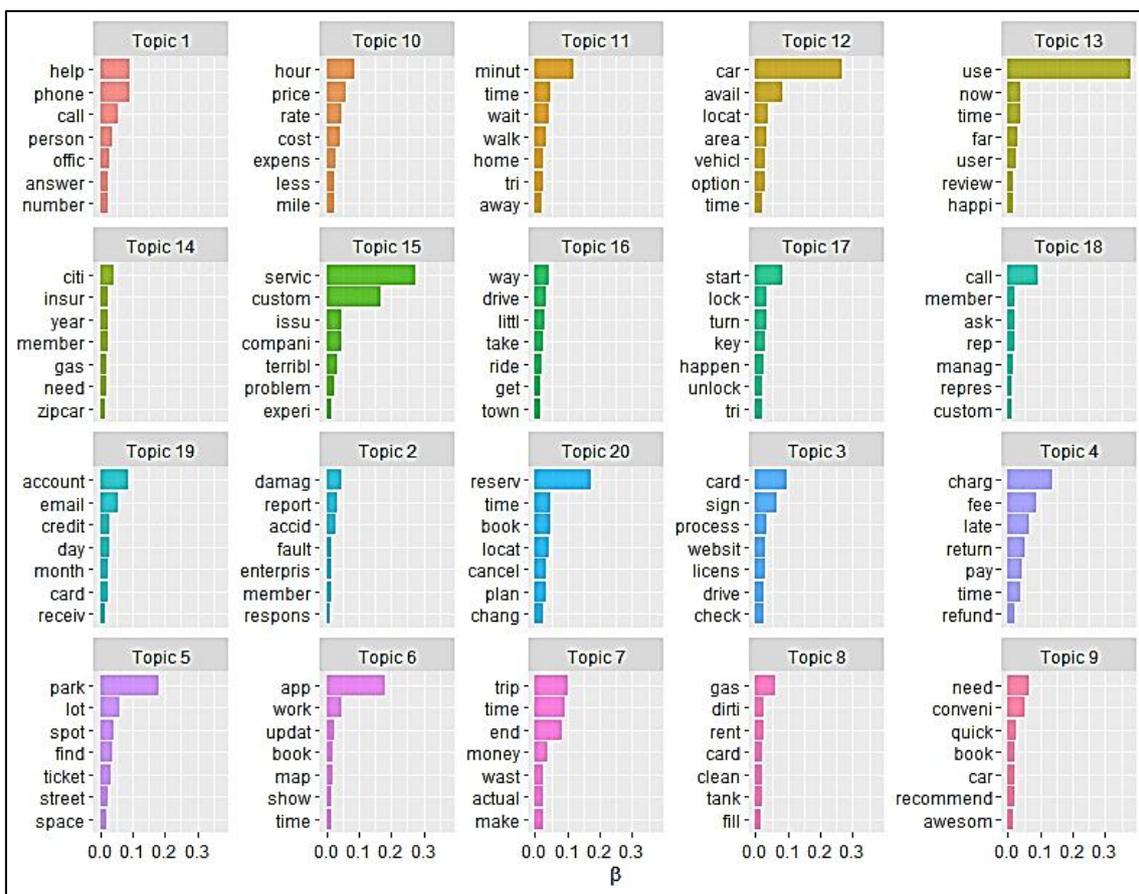


Figura 2.4: Word probabilities delle parole più probabili per ogni topic. Sono riportate le prime 7 parole più probabili che caratterizzano i topics in base al criterio *Highest probabilities*.

### 2.1.3. Selezione dei dati per l'analisi temporale

L'insieme degli output dell'algoritmo STM è stato filtrato per condurre le successive analisi. Con l'intento di ridurre al minimo l'eterogeneità nel database si è deciso di limitare le analisi solo alle recensioni appartenenti ad una combinazione di servizio, Paese e fonte, mantenendo i valori output

dall'applicazione del topic modeling precedentemente esposta. Infatti, nel database sono presenti diversi fattori (diversi servizi, diverse nazioni e diverse fonti) che possono esercitare un peso rilevante sulle analisi da compiere, alterandone i risultati. Pertanto, è stata selezionata la combinazione che consente di lavorare sulla porzione di database maggiore: *Zipcar-Yelp!-USA*.

DATABASE INIZIALE		
SERVIZIO	FONTE	PAESE
Car2go	Facebook	Australia
DriveNow	Google	Canada
Enterprice Car Sharing	Play Store	UK
Evo Car Share	Trustpilot.com	USA
GoGet CarShare	Yelp!	
Hertz 24		
Maven		
Piccolo		
Ubeeqo		
Zipcar		
<b>11127 recensioni</b>		

↓

DATABASE FINALE		
SERVIZIO	FONTE	PAESE
Zipcar	Yelp!	USA
<b>2170 recensioni</b>		

**Tabella 2.4:** Passaggio dal database iniziale al database ridotto, composto dalla sola combinazione *Zipcar-Yelp!-USA*.

Le recensioni appartenenti alla combinazione *Zipcar-Yelp!-USA* risultano essere 2174. A queste sono state tolte le recensioni relative all'anno 2005 per via del loro esiguo numero e poiché temporalmente non consecutive. Pertanto, il database

utilizzato per le successive analisi è composto da 2170 recensioni, le quali spaziano in un intervallo temporale che va da gennaio 2006 al dicembre 2019.

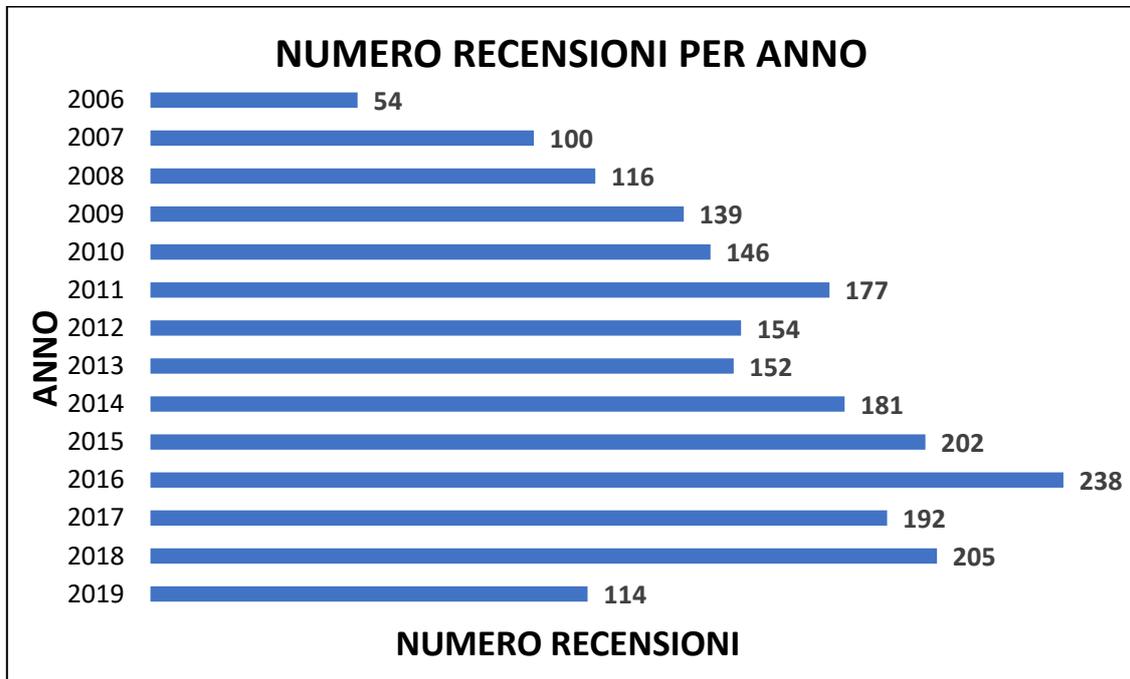
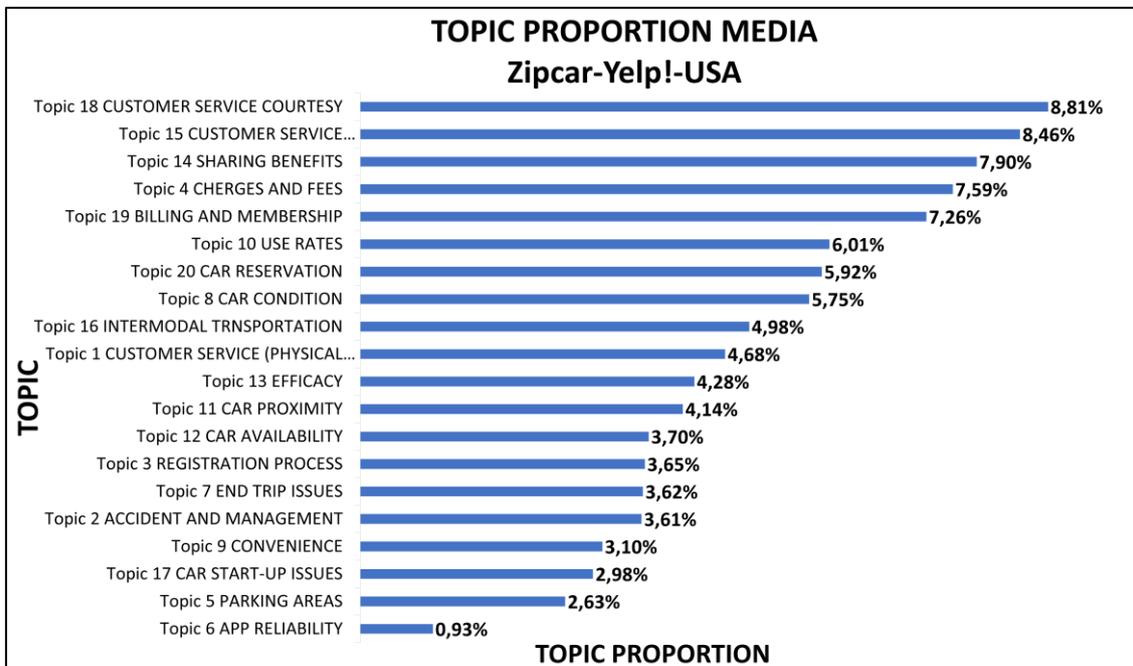


Figura 2.5: Numero recensioni per anno per il database ridotto Zipcar-Yelp!-USA.

Pur riducendo l'analisi alla sola combinazione *Zipcar-Yelp!-USA* si è deciso di lasciare immutati i topics e le relative topic proportions individuati dall'algoritmo STM sull'intero database. Questa scelta è stata spinta dalla volontà di indagare la variazione delle determinanti della qualità di una determinata cerchia di recensioni omogenee, facendo riferimento alle caratteristiche generali e comuni dei servizi di car sharing.

Le topic proportions calcolate sull'intero database, in figura 2.3, risultano essere sostanzialmente diverse dalle topic proportions calcolate limitatamente alla combinazione scelta, in figura 2.6. Infatti, i Topic 6, 9 e 15 risultano essere nell'ordine i più discussi se si considera il database intero, al contrario i topic più discussi se si considera la sola combinazione *Zipcar-Yelp!-USA* sono i Topic 18, 15 e 14. La natura di queste differenze può essere rintracciata nel fatto che ogni servizio, ogni mercato e ogni fonte hanno le proprie peculiarità. Ad esempio, il balzo dal primo all'ultimo posto nella classifica dei topic più discussi per il Topic 6 *App Reliability*, quando si restringe la ricerca alla combinazione *Zipcar-Yelp!-USA*, è

dovuto all'esclusione delle recensioni provenienti dal *Play Store*, determinando una naturale diminuzione delle osservazioni dei clienti in merito alle app sviluppate dal provider, in quanto il Play Store è un aggregatore esclusivamente di recensioni riguardanti le applicazioni mobile.



**Figura 2.6:** *Topic proportions medie calcolate sul database ridotto (combinazione Zipcar-Yelp!-USA).*

Le 2170 recensioni della combinazione *Zipcar-Yelp!-USA* e le relative topic proportions  $\vartheta_k$  sono state quindi trasferite su un file CSV e ordinate in base alla data di pubblicazione sul web. Le analisi svolte su questi dati saranno espone nel capitolo successivo. L'intento è di fornire una visione generale degli strumenti più adatti al monitoraggio temporale delle determinanti della qualità risultanti dall'analisi tramite tecniche di text mining di UGC relativi a un prodotto, servizio o PSS. Le analisi sono state indirizzate verso l'uso delle "Carte di Controllo". Il ricorso alle "Carte di Controllo" è stato ispirato dalla capacità di queste nel fornire informazioni diagnostiche e di stabilità di un processo. Queste rappresentano lo strumento di monitoraggio più importante tra gli strumenti del Controllo Statistico di Processo e il loro obiettivo primario è quello di monitorare l'andamento di una determinata caratteristica di un processo nel tempo.

## 3. CAPITOLO III

### 3.1. Richiami sulla teoria delle Carte di Controllo

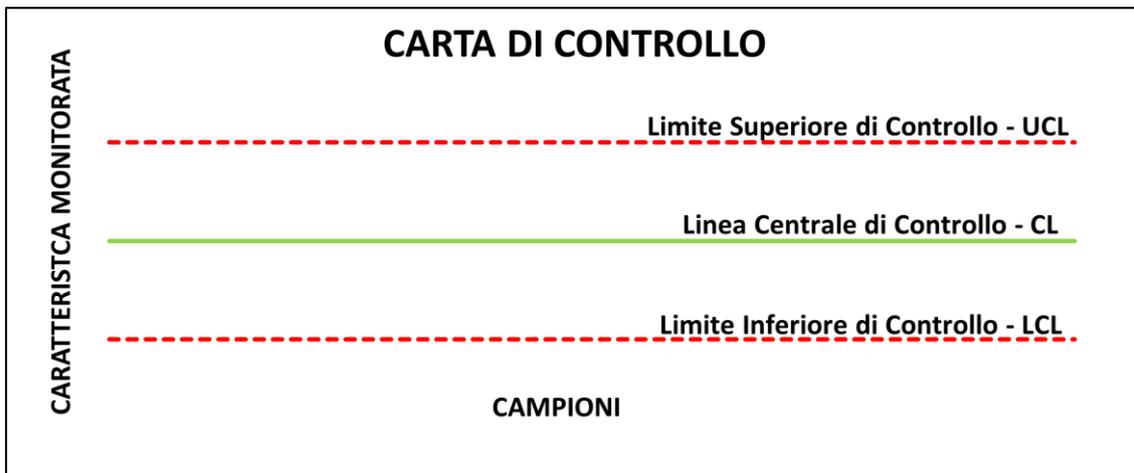
Le Carte di Controllo sono costituite da tre linee: la Linea Centrale di Controllo (CL), il Limite Superiore di Controllo (UCL) e Limite Inferiore di Controllo (LCL). La Linea Centrale di Controllo rappresenta il valor medio della caratteristica monitorata, mentre il Limite Superiore di Controllo e il Limite Inferiore di Controllo rappresentano i valori critici con cui la statistica monitorata viene confrontata. I limiti vengono scelti in modo tale che se il processo è in controllo i campioni cadranno al loro interno. Al contrario, se il processo non è in controllo i campioni cadranno al di fuori dell'area contenuta tra i due limiti, rendendo necessarie azioni correttive. Inoltre, le azioni correttive sono necessarie anche nel caso in cui i campioni, pur rimanendo all'interno dei limiti di controllo, evidenziano andamenti non casuali. Il modello generale di una Carta di Controllo è caratterizzato dalle relazioni in tabella 3.1.

SCHEMA GENERICO DI UNA CARTA DI CONTROLLO
$UCL = \mu_w + L\sigma_w$
$CL = \mu_w$
$LCL = \mu_w - L\sigma_w$

**Tabella 3.1:** Modello generale di una Carta di Controllo.  $\mu_w$  e  $\sigma_w$  rappresentano rispettivamente la media campionaria e la deviazione standard campionaria della statistica  $w$ .  $L$  è la distanza dei limiti di controllo dalla linea centrale.

Dal punto di vista grafico la rappresentazione di una Carta di Controllo, in figura 3.1, prevede che sull'asse delle ascisse vengano riportati i campioni ordinati temporalmente, mentre sull'asse delle ordinate si riportano i valori della caratteristica monitorata. I valori associati ad ogni campione vengono riportati

come punti all'interno del grafico. Dalla lettura della carta si stabilisce se un punto, o una sequenza di essi, determinano una condizione di controllo o fuori controllo del processo, in base alla loro posizione rispetto ai limiti di controllo e alla linea centrale.



**Figura 3.1:** Rappresentazione generica di una Carta di Controllo: con le linee tratteggiate sono indicati i Limiti di Controllo mentre con la linea continua è indicata la Linea Centrale di Controllo.

La costruzione di una Carta di Controllo si suddivide in due fasi successive:

- la fase di “impianto” in cui vengono definiti i limiti di controllo;
- la fase di “controllo” in cui viene monitorato il comportamento dei valori estratti nel tempo.

In fase di “impianto” generalmente si è propensi impostare una distanza dei limiti di controllo dalla linea centrale pari a  $L = 3$  e di conseguenza viene fissata una probabilità dell'errore di primo tipo pari a  $\alpha = 0.0027$ . Più i limiti sono distanti dalla linea centrale, minore è il rischio di primo tipo  $\alpha$ , ossia la condizione in cui la carta indica una situazione di fuori controllo quando invece nessun fattore specifico si è manifestato, determinando quindi un falso allarme. D'altra parte, ampliare i limiti di controllo comporta un aumento del rischio di secondo tipo  $\beta$ , ossia l'aumento della probabilità che un punto cada all'interno dei limiti quando in realtà il processo è fuori controllo. Nel progettare una Carta di Controllo occorre determinare inoltre la frequenza di campionamento e la dimensione campionaria. La scelta della frequenza di campionamento deriva dalla valutazione del trade-off

tra i costi e la sensibilità delle carte nell'esaminare piccoli campioni con frequenza elevata o l'esaminare grandi campioni a intervalli più distanziati.

In fase di "controllo" si verifica una situazione di fuori controllo quando uno o più punti cadono oltre i limiti oppure quando l'andamento descritto dai punti, pur rimanendo interni ai limiti, non è casuale. Per l'identificazione dei "fuori controllo" si utilizzano frequentemente i criteri denominati "Western Electric Rules" (Western Electric, 1956; Montgomery, 2009).

Le Carte di Controllo utilizzate in questo studio sono le seguenti:

- Carte di Controllo  $\bar{X}$ -S
- Carta di Controllo p
- Regression Control Chart
- Carta di Controllo a media mobile uniforme UWMA
- Carta di Controllo a media mobile esponenziale EWMA

### 3.1.1. Carte di Controllo $\bar{X}$ -S

Le Carte di Controllo  $\bar{X}$ -S a numerosità variabile rientrano nella famiglia delle Carte di Controllo per variabili. La carta in questione si presta all'uso quando la dimensione campionaria è grande ( $n > 10$ ) o la dimensione del campione è variabile (Montgomery, 2009). Le Carte di Controllo  $\bar{X}$ -S prevedono l'uso congiunto di due carte: la carta per la media,  $\bar{X}$ , e la carta per la variabilità, S.

La costruzione della carta prevede che per ogni campione  $i$  vengano calcolate la media campionaria  $\bar{X}_i$  e la deviazione standard campionaria  $S_i$  nel seguente modo:

$$\bar{X}_i = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} x_{i,j}}{n_i} \quad \text{con } i = 1, \dots, m \quad (3.1.1)$$

$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} (x_{i,j} - \bar{X}_i)^2}{n_i - 1} \quad (3.1.2)$$

dove:  $n_i$  è la numerosità campionaria,  $x_{i,j}$  sono le osservazioni contenute nel campione  $i$ -esimo e  $m$  è in numero dei campioni. In seguito si calcola la grande media del processo o media delle medie  $\bar{\bar{X}}$  e lo scarto tipo medio  $\bar{S}$ :

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^m n_i \bar{X}_i}{\sum_{i=1}^m n_i} \quad (3.1.3)$$

$$\bar{S} = \left[ \frac{\sum_{i=1}^m (n_i - 1) S_i^2}{\sum_{i=1}^m n_i - m} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3.1.4)$$

I limiti di controllo per la carta  $\bar{X}$  si calcolano nel seguente modo:

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{S} \quad (3.1.5)$$

$$CL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} \quad (3.1.6)$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{S} \quad (3.1.7)$$

I limiti per la carta S sono:

$$UCL_S = B_4 \bar{S} \quad (3.1.8)$$

$$CL_S = \bar{S} \quad (3.1.9)$$

$$LCL_S = B_3 \bar{S} \quad (3.1.10)$$

dove  $A_3$ ,  $B_3$  e  $B_4$  sono parametri in funzione della numerosità campionaria  $n_i$ , reperibili sulla Tavola dei parametri per il calcolo dei limiti delle Carte di Controllo (Montgomery, 2009).

### 3.1.2. Carta di Controllo p

La Carta di Controllo p appartiene alla famiglia delle Carte di Controllo per attributi, le quali monitorano caratteristiche qualitative esprimibili tramite un numero finito di stati. In questo lavoro, data la natura dei dati a disposizione, è stata utilizzata la carta p per campioni a numerosità variabile. Le carte p sono generalmente utilizzate per monitorare la frazione di non conformi di un processo.

La stima della frazione di non conformi  $\hat{p}_i$  per ogni campione è determinata dalla seguente formula:

$$\hat{p}_i = \frac{D_i}{n_i} \quad (3.1.11)$$

dove:  $D_i$  è il numero di unità difettose nel campione  $i$ -esimo e  $n_i$  è la numerosità campionaria. Le stime  $\hat{p}_i$  rappresentano le osservazioni sulla carta.

La percentuale media di difettosi  $\bar{p}$  è calcolata nel seguente modo:

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^m D_i}{\sum_{i=1}^m n_i} \quad (3.1.12)$$

dove  $m$  è il numero totale di campioni.

I limiti di controllo sono definiti come segue:

$$UCL_p = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}} \quad (3.1.13)$$

$$CL_p = \bar{p} \quad (3.1.14)$$

$$LCL_p = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}} \quad (3.1.15)$$

Se la formula del limite inferiore restituisce un valore negativo, il limite di controllo inferiore viene posto a 0.

### 3.1.3. Regression Control Chart

La Regression Control Chart è utilizzata quando si ha l'esigenza di monitorare quei processi per i quali si prevede che la media delle osservazioni non rimanga la stessa nel tempo, ma che invece possa variare. In questa Carta di Controllo la linea centrale e i limiti di controllo seguono l'andamento delle osservazioni. La prima versione della carta, formulata da Mandel (1969), prevede la costruzione dei limiti di controllo paralleli alla linea centrale. Elaborazioni successive della carta invece propongono limiti di controllo che dipendono dalla numerosità campionaria, costruiti utilizzando le formule per la costruzione dei limiti della carta  $\bar{X}$  (Jhon & Agarwal, 2019).

La costruzione della carta prevede in prima battuta la determinazione del modello di regressione che meglio si adatta alle osservazioni della caratteristica monitorata. Di seguito è mostrata la procedura per la costruzione della Regression Control Chart utilizzando il modello di regressione lineare, il quale è rappresentato dalla seguente formula:

$$Y_i = B_0 + B_1x_i + \varepsilon_i \quad (3.1.16)$$

dove:

- $Y_i$  è la variabile dipendente;
- $x_i$  è la variabile indipendente o regressore;
- $B_0$  è l'intercetta della retta di regressione della popolazione;
- $B_1$  è la pendenza della retta di regressione della popolazione;
- $\varepsilon_i$  è l'errore statistico, costituito dai fattori omessi che influenzano  $Y_i$ . La sua media è pari a zero e la sua varianza è costante ( $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma_i^2)$ ).

La linea centrale della carta è rappresentata dal modello di regressione individuato e in questo caso dalla retta di regressione stimata:

$$CL_i = \hat{Y}_i = b_0 + b_1x_i \quad (3.1.17)$$

dove le  $\hat{Y}_i$  sono le osservazioni stimate tramite il modello. Definiti:  $m$  come il numero dei campioni,  $\bar{Y}$  come la media delle  $Y_i$  e  $\bar{x}$  come la media delle  $x_i$ ,  $b_0$  e  $b_1$  si calcolano nel seguente modo:

$$b_0 = \bar{Y} - b_1\bar{x} \quad (3.1.18)$$

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2} \quad (3.1.19)$$

I limiti di controllo nella versione proposta da Mandel sono (Mandel, 1969; Hayati, 2017):

$$UCL = b_0 + b_1x_i + 2\sigma_y\sqrt{1 - r^2} \quad (3.1.20)$$

$$LCL = b_0 + b_1x_i - 2\sigma_y\sqrt{1 - r^2} \quad (3.1.21)$$

dove  $\sigma_y$  è la deviazione standard della variabile dipendente e  $r$  è il coefficiente di correlazione tra la variabile dipendente e la variabile indipendente.

$$r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^m (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (3.1.22)$$

I limiti di controllo risultanti dalle successive elaborazioni sono definiti nel seguente modo:

$$UCL = b_0 + b_1 x_i + A_3 \bar{S} \quad (3.1.23)$$

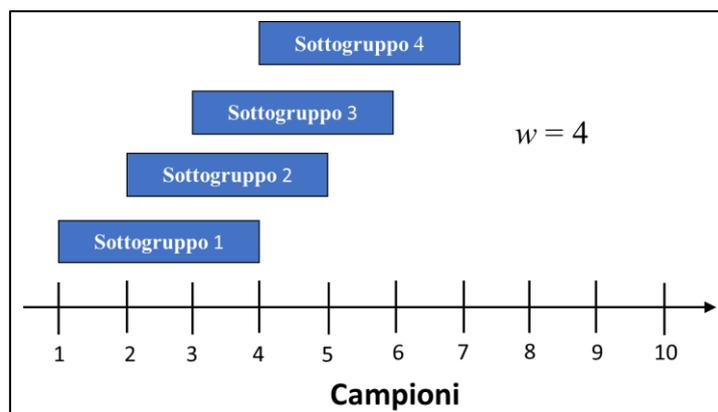
$$LCL = b_0 + b_1 x_i - A_3 \bar{S} \quad (3.1.24)$$

### 3.1.4. Carte di Controllo a media mobile

Le Carte di controllo a media mobile utilizzate in questo lavoro sono di due tipi: la Carta media mobile uniforme UWMA e la Carta a media mobile esponenziale EWMA. Le carte a media mobile risultano essere più sensibili delle carte  $\bar{X}$  nel rilevare rapidamente piccoli spostamenti della media o della deviazione standard. Infatti, queste hanno una probabilità inferiore di mancato allarme  $\beta$ , a parità di probabilità di falso allarme  $\alpha$ , rispetto alle carte  $\bar{X}$ , per via dell'utilizzo di sottogruppi di campioni.

- **Carta a media mobile uniforme UWMA**

La costruzione della carta a media mobile uniforme UWMA parte dalla definizione del numero di campioni,  $w$ , che andranno a formare i sottogruppi. I vari sottogruppi si sovrappongono l'uno all'altro come nella figura 3.2.



**Figura 3.2:** Esempio di sottogruppi della Carta UWMA di numerosità  $w$  pari a 4.

La costruzione della carta prevede che per ogni campione  $i$  vengano calcolate la media campionaria  $\bar{x}_i$  e la deviazione standard campionaria  $S_i$  nel seguente modo:

$$\bar{X}_i = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} x_{i,j}}{n_i} \quad (3.1.25)$$

$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} (x_{i,j} - \bar{X}_i)^2}{n_i - 1} \quad (3.1.26)$$

dove:  $x_{i,j}$  sono le osservazioni contenute nel campione  $i$ -esimo e  $n_i$  è la numerosità campionaria. Indicando con  $m$  il numero di campioni, si calcola la media delle medie e lo scarto tipo medio:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^m n_i \bar{X}_i}{\sum_{i=1}^m n_i} \quad (3.1.27)$$

$$\bar{S} = \left[ \frac{\sum_{i=1}^m (n_i - 1) S_i^2}{\sum_{i=1}^m n_i - m} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3.1.28)$$

Le osservazioni riportate sulla carta rappresentano la media mobile  $M_i$ , ossia i valori degli  $i$ -esimi sottogruppi. Questa è definita nel seguente modo:

$$M_i = \frac{\bar{X}_i + \bar{X}_{i-1} + \dots + \bar{X}_{i-w+1}}{w} \quad (3.1.29)$$

Per  $i < w$  si considera:

$$M_1 = \bar{X}_1 \quad (3.1.30)$$

$$M_2 = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2}{2} \quad (3.1.31)$$

...

$$M_w = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_w}{w} \quad (3.1.32)$$

I limiti di controllo per la carta UWMA sono:

$$UCL_{UWMA} = \bar{\bar{X}} + 3 \frac{\bar{S}}{\sqrt{n_i w}} \quad (3.1.33)$$

$$CL_{UWMA} = \bar{\bar{X}} \quad (3.1.34)$$

$$LCL_{UWMA} = \bar{\bar{X}} - 3 \frac{\bar{s}}{\sqrt{n_i w}} \quad (3.1.35)$$

- **Carta a media mobile esponenziale EWMA**

Nelle carte a media mobile esponenziale le osservazioni non sono pesate allo stesso modo come avviene nelle carte UWMA. Nelle carte EWMA si conferisce maggiore peso alle ultime osservazioni mediante il seguente modello esponenziale:

$$Z_i = t_0 \bar{x}_i + t_1 \bar{x}_{i-1} + t_2 \bar{x}_{i-2} + \dots + t_n \bar{x}_1 \quad (3.1.36)$$

dove  $\bar{x}_i$  è la media campionaria del  $i$ -esimo campione e le  $t_n$  sono i pesi attribuiti alle medie campionarie, con  $t_0 > t_1 > \dots > t_n$ .

Le osservazioni riportate sulla carta EWMA sono definite nel seguente modo:

$$Z_i = \lambda \bar{x}_i + (1 - \lambda) Z_{i-1} \quad (3.1.37)$$

con  $0 \leq \lambda \leq 1$  e  $Z_0 = \bar{\bar{X}}$

I limiti della carta EWMA risultano essere:

$$UCL_{EWMA} = \bar{\bar{X}} + 3 \left( \frac{\bar{s}}{\sqrt{n_i}} \right) \sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda} [1 - (1 - \lambda)^{2i}]} \quad (3.1.38)$$

$$CL_{EWMA} = \bar{\bar{X}} \quad (3.1.39)$$

$$LCL_{EWMA} = \bar{\bar{X}} - 3 \left( \frac{\bar{s}}{\sqrt{n_i}} \right) \sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda} [1 - (1 - \lambda)^{2i}]} \quad (3.1.40)$$

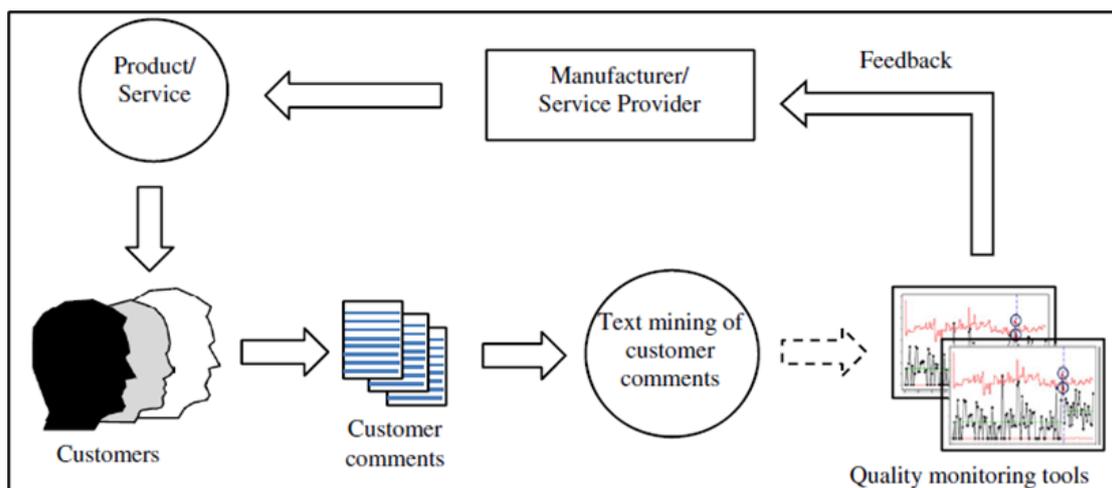
## 3.2. Analisi della letteratura riguardo l'applicazione delle Carte di Controllo agli UGC

I passi fatti in avanti negli ultimi anni nell'analisi degli UGC, in unione all'uso delle Carte di Controllo, ha reso possibile il monitoraggio della variazione delle percezioni del cliente in merito alle caratteristiche chiave di un prodotto o servizio. L'analisi tramite algoritmi di topic modeling di recensioni lasciate dagli utenti sul web rappresenta una possibile fonte di informazioni per valutare come la qualità

percepita dai clienti varia nel tempo. Le topic proportions stimate dagli algoritmi di topic modeling possono essere rappresentate graficamente attraverso le Carte di Controllo, al fine di identificare eventuali criticità nella loro evoluzione temporale. L'obiettivo è quello, una volta estratte e valutate nel tempo le proporzioni associate ai topics, di intervenire sul prodotto per migliorarlo. Pertanto, le Carte di Controllo consentono di comprendere la natura delle dimensioni della qualità ed individuare le aree ove intraprendere azioni correttive e di miglioramento.

Tuttavia, in letteratura esistono pochi e frammentari studi volti ad indagare come e in quale misura possono variare nel tempo le dimensioni latenti della qualità individuate tramite i Topic Models. Il primo studio in questa direzione è un documento di Lo (2008). Nel documento, tramite l'algoritmo Support Vector Machine (SVM), vengono identificati i commenti contenenti reclami tra quelli rilasciati dagli utenti di un sito web. Una volta identificati i reclami e il loro tipo, la loro proporzione sul totale viene monitorata attraverso l'utilizzo delle Carte di Controllo p. Questo approccio, tuttavia, nella fase di monitoraggio raggruppa tutti i tipi di reclami, ignorando le tematiche latenti contenuti in essi, comportando difficoltà nell'interpretare una eventuale variazione della proporzione monitorata e quindi della qualità del servizio.

Ashton e Evangelopoulos (2012, 2013, 2015), a differenza del lavoro precedente, propongono un modello in grado di mantenere separate le identità dei vari topics nella fase di monitoraggio. Più in particolare, gli autori hanno esaminato i commenti che i clienti di un'azienda della grande distribuzione hanno rilasciato in forma digitale e non strutturata, proponendo un approccio per estrarre e monitorare i topics dai commenti attraverso l'algoritmo Latent Semantic Analysis (LSA). Con lo scopo di tener traccia delle variazioni delle proporzioni dei diversi fattori di qualità, gli autori utilizzano le Carte di Controllo p e Carte di Controllo a media mobile esponenziale. Ogni carta è specifica di un singolo topic, consentendo la valutazione, per ogni topic, degli effetti delle azioni migliorative intraprese dall'azienda. Il metodo è rappresentato schematicamente in figura 3.3.



**Figura 3.3:** Metodo proposto da Ashton e Evangelopoulos. Processo ciclico che, partendo dall'analisi tramite tecniche di text mining dei commenti dei clienti relativi a un prodotto (o servizio), porta all'individuazione dei fattori di qualità del prodotto in esame. Monitorando i fattori della qualità attraverso l'uso delle Carte di Controllo è possibile individuare le aree dove intraprendere azioni migliorative. (Ashton et al., 2015).

Un ulteriore studio in questa direzione è contenuto nel documento di Liang e Wang (2019). In questo documento, a partire dalle recensioni dei clienti una delle più famose piattaforme di shopping online in Cina, gli autori propongono uno schema di monitoraggio per l'evoluzione temporale degli argomenti e dei sentimenti contenuti nelle recensioni. La novità di questo lavoro risiede nel fatto che, oltre a monitorare l'andamento della distribuzione dei topics, si tiene traccia anche della distribuzione dei sentimenti dei clienti, distinguendo i sentimenti positivi da quelli negativi. Più in particolare le recensioni sono analizzate tramite il modello Sequential Reverse Joint Sentiment-Topic (SRJST) e il monitoraggio in linea dei risultati ottenuti è effettuato tramite le Carte di Controllo SRJST. Queste Carte di Controllo sono state sviluppate dagli autori per monitorare un'apposita statistica che incorpora sia la distribuzione dei topics sia quella dei sentimenti. Le Carte prevedono la costruzione del solo limite di controllo superiore, il quale è costruito in modo tale da ottenere un valore fisso della funzione Average Run Length (ARL).

### 3.3. Applicazione delle Carte di Controllo al caso di studio

Le analisi effettuate riguardano l'applicazione delle Carte di Controllo alle 2170 recensioni della combinazione *Zipcar-Yelp!-USA* (vedasi capitolo 2.1.3). Le Carte di Controllo sono state costruite considerando tre diverse frequenze di campionamento: trimestrale, semestrale e annuale. I campioni utilizzati nella costruzione delle carte sono costituiti dalle recensioni che rientrano nell'intervallo di tempo in cui sono definiti gli stessi e pertanto, essendo fissa la frequenza di campionamento, questi risultano essere composti da un numero variabile di recensioni.

A partire dalla sezione 3.3.1. verranno mostrati i risultati delle applicazioni delle Carte di Controllo al caso di studio. Per ognuno dei 20 topics individuati nella fase di topic modeling è stata costruita la relativa Carta di Controllo, delle quali si riportano, per semplicità, degli esempi significativi. Le analisi svolte prevedono l'applicazione sia delle carte più tradizionali, come le Carte  $\bar{X}$ -S e p, sia di carte meno usuali, come la Regression Control Chart e le Carte a media mobile.

#### 3.3.1. Applicazione Carte $\bar{X}$ -S

Partendo dalla costruzione della carta  $\bar{X}$ , per ogni campione è stata calcolata la prevalenza di ogni topic all'interno di questo. La prevalenza di un topic in uno specifico campione è stata calcolata come media delle topic proportions associate alle recensioni appartenenti al campione:

$$\bar{X}_{i,k} = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} \vartheta_{i,k,j}}{n_i} \quad \forall i, k \quad (3.3.1)$$

dove  $\vartheta_{i,k,j}$  è la proportion topic o prevalenza tematica del  $k$ -esimo topic relativo alla  $j$ -esima recensione del  $i$ -esimo campione e  $n_i$  è la numerosità campionaria. Le  $\bar{X}_{i,k}$  rappresentano le osservazioni sulla carta  $\bar{X}$  del topic  $k$ -esimo. Nella tabella 3.2 si riporta un esempio di costruzione del valore di prevalenza medio del Topic 4

*Charges and fees* per i primi due campioni trimestrali del 2019 ( $\bar{X}_{Q1-2019,4}$  e  $\bar{X}_{Q2-2019,4}$ ) e per il primo campione semestrale del 2019 ( $\bar{X}_{S1-2019,4}$ ). La topic proportion del Topic 4 all'interno del primo campione trimestrale del 2019, denominato "Q1 2019", è determinata come la media delle prevalenze tematiche del Topic 4 associate alle recensioni pubblicate nell'intervallo temporale che varia tra gennaio e marzo. Allo stesso modo, cambiando l'intervallo temporale di riferimento, sono calcolate le topic proportions del secondo trimestre del 2019 (campione "Q2 2019") e del primo semestre del 2019 (campione "S1 2019").

ID rec	Data	$\vartheta_{i,j,4}$									
6040	gen-19	0,0878	2673	feb-19	0,0305	3099	apr-19	0,0290	9082	mag-19	0,0578
6041	gen-19	0,0184	2677	feb-19	0,1272	3100	apr-19	0,0432	9083	mag-19	0,0776
6042	gen-19	0,0506	2678	feb-19	0,1437	3105	apr-19	0,0323	9085	mag-19	0,0792
6043	gen-19	0,0304	2680	feb-19	0,0552	3115	apr-19	0,0414	8039	giu-19	0,0344
6046	gen-19	0,0562	2873	mar-19	0,0432	3119	apr-19	0,0637	8040	giu-19	0,0332
6047	gen-19	0,0715	2874	mar-19	0,0382	9063	mag-19	0,0640	8041	giu-19	0,0422
6056	gen-19	0,0312	2877	mar-19	0,0525	9064	mag-19	0,1840	8042	giu-19	0,0395
6058	gen-19	0,0223	2880	mar-19	0,0614	9065	mag-19	0,1386	8043	giu-19	0,0164
2659	feb-19	0,0156	2881	mar-19	0,0711	9066	mag-19	0,0854	8050	giu-19	0,0255
2660	feb-19	0,1251	2882	mar-19	0,0244	9072	mag-19	0,0479	8051	giu-19	0,0255
2662	feb-19	0,0347	2887	mar-19	0,0368	9073	mag-19	0,0292	8052	giu-19	0,0618
2669	feb-19	0,0293	2888	mar-19	0,0577	9074	mag-19	0,0514	8053	giu-19	0,1970
2670	feb-19	0,0373	2892	mar-19	0,1331	9075	mag-19	0,0405	8062	giu-19	0,1338
2671	feb-19	0,0443	3097	apr-19	0,1466	9076	mag-19	0,0738	8063	giu-19	0,0360
2672	feb-19	0,0206	3098	apr-19	0,1694	9077	mag-19	0,4150	8067	giu-19	0,0243



TRIMESTRE (i)	PERIODO	NUM. REC. ( $n_i$ )	$\sum_{j=1}^{n_i} \vartheta_{i,j,4}$	$\bar{X}_{i,4}$
Q1 2019	gen-feb-mar	28	1,5501	1,5501/28= <b>0,0554</b>
Q2 2019	apr-mag-giu	32	2,5398	2,5398/32= <b>0,0794</b>

SEMESTRE (i)	PERIODO	NUM. REC. ( $n_i$ )	$\sum_{j=1}^{n_i} \vartheta_{i,j,4}$	$\bar{X}_{i,4}$
S1 2019	gen-feb-mar-apr-mag-giu	60	4,0899	4,0899/60= <b>0,0682</b>

**Tabella 3.2:** Esempio di determinazione dei valori campionari per il Topic 4 *Charges and fees*. A partire dalle topic proportions ( $\vartheta_{i,j,4}$ ) delle recensioni relative al periodo gennaio-giugno 2019, si determinano i valori di prevalenza media dei campioni del primo e secondo trimestre (Q1 2019, Q2 2019) e del primo semestre del 2019 (S1 2019).

La linea centrale della carta dei topics  $k$ -esimo,  $\bar{\bar{X}}_k$ , è stata costruita calcolando la media delle osservazioni  $\bar{X}_{i,k}$  relative al topic  $k$ -esimo, in base alla formula (3.1.3). Per la costruzione dei limiti di controllo si è fatto riferimento alle formule (3.1.5) e (3.1.7). Nella tabella 3.3 sono riportati i valori ottenuti per la costruzione della carta  $\bar{X}$  con frequenza di campionamento semestrale per il Topic 4 *Charges and fees*.

CAMPIONE (i)	$n_i$	$\bar{X}_{i,4}$	$\bar{\bar{X}}_4$	A3	LCL	UCL
S1 2006	26	0,0374	0,0759	0,5942	0,0301	0,1218
S2 2006	28	0,0417	0,0759	0,5722	0,0318	0,1201
S1 2007	46	0,0592	0,0759	0,4448	0,0417	0,1102
S2 2007	54	0,0600	0,0759	0,4102	0,0443	0,1076
S1 2008	65	0,0628	0,0759	0,3736	0,0471	0,1047
S2 2008	51	0,0556	0,0759	0,4222	0,0434	0,1085
S1 2009	59	0,0581	0,0759	0,3923	0,0457	0,1062
S2 2009	80	0,0612	0,0759	0,3365	0,0500	0,1019
S1 2010	66	0,0915	0,0759	0,3707	0,0474	0,1045
S2 2010	80	0,0833	0,0759	0,3365	0,0500	0,1019
S1 2011	98	0,0879	0,0759	0,3038	0,0525	0,0994
S2 2011	79	0,0818	0,0759	0,3386	0,0498	0,1020
S1 2012	86	0,0702	0,0759	0,3244	0,0509	0,1010
S2 2012	68	0,0713	0,0759	0,3652	0,0478	0,1041
S1 2013	72	0,0764	0,0759	0,3548	0,0486	0,1033
S2 2013	80	0,0778	0,0759	0,3365	0,0500	0,1019
S1 2014	87	0,0707	0,0759	0,3226	0,0511	0,1008
S2 2014	94	0,0965	0,0759	0,3103	0,0520	0,0999
S1 2015	100	0,0841	0,0759	0,3008	0,0528	0,0991
S2 2015	102	0,0807	0,0759	0,2978	0,0530	0,0989
S1 2016	102	0,0751	0,0759	0,2978	0,0530	0,0989
S2 2016	136	0,0758	0,0759	0,2577	0,0561	0,0958
S1 2017	110	0,0794	0,0759	0,2867	0,0538	0,0980
S2 2017	82	0,0704	0,0759	0,3323	0,0503	0,1016
S1 2018	101	0,0840	0,0759	0,2993	0,0529	0,0990
S2 2018	104	0,0829	0,0759	0,2949	0,0532	0,0987
S1 2019	60	0,0682	0,0759	0,3889	0,0460	0,1059
S2 2019	54	0,1023	0,0759	0,4102	0,0443	0,1076

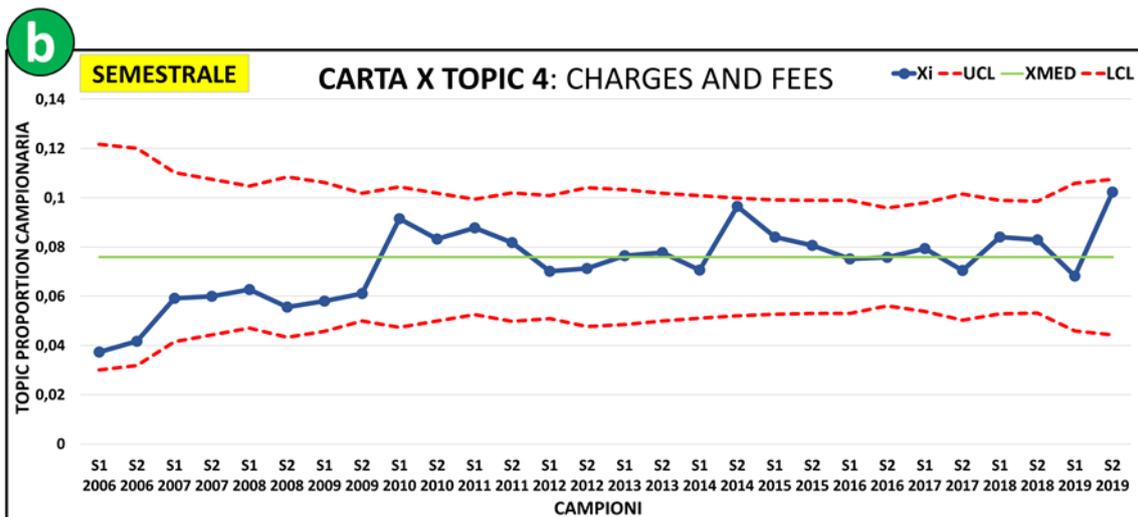
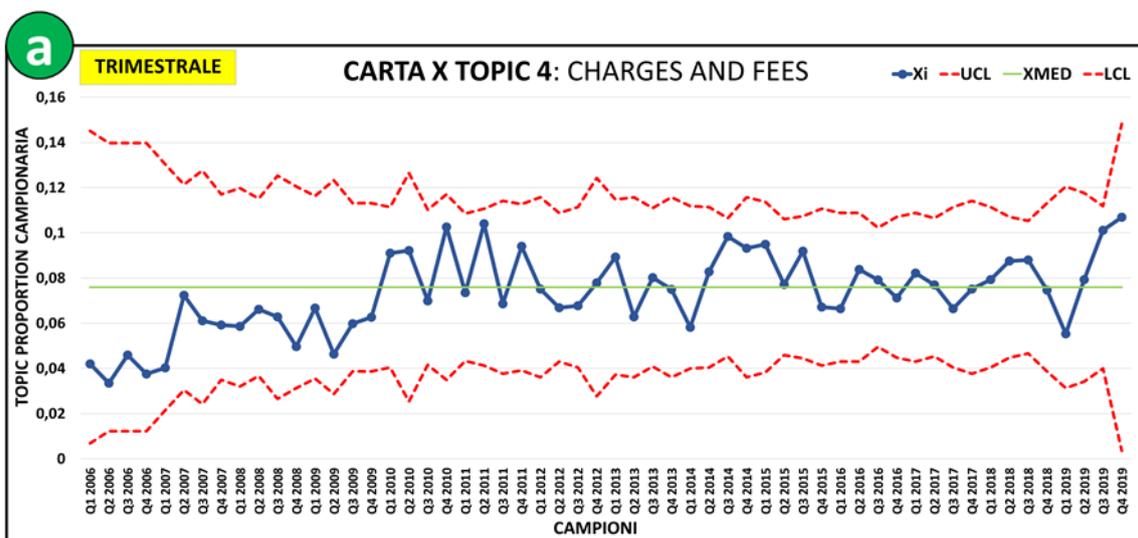
**Tabella 3.3:** Valori per la costruzione della carta  $\bar{X}$  con periodo semestrale del Topic 4 *Charges and fees*.

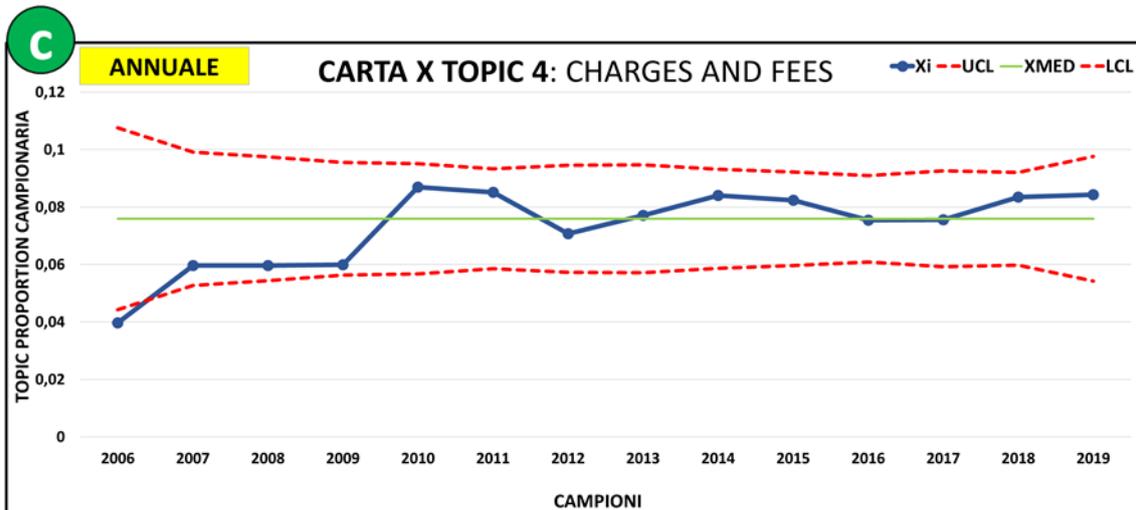
Per quanto concerne la Carta S si è proceduto calcolando, per ogni campione e per ogni topics, la deviazione standard delle topic proportions relative alle recensioni appartenenti al generico campione in base alla formula (3.1.2). Queste deviazioni standard sono identificate con il simbolo  $S_{i,k}$  e rappresentano le osservazioni campionarie riportate sulla carta S. La linea centrale della carta  $\bar{S}_k$  e i relativi limiti di controllo sono stati calcolati in base alle formule (3.1.4), (3.1.8) e (3.1.10). Nella tabella 3.4 si riportano i valori risultati dalle operazioni di costruzione della carta S per il Topic 4 *Charges and fees*.

CAMPIONE (i)	$n_i$	$S_{i,4}$	$\bar{S}_4$	B3	B4	LCL	UCL
S1 2006	26	0,0352	0,0771	0,5715	1,4285	0,0441	0,1101
S2 2006	28	0,0439	0,0771	0,5880	1,4120	0,0453	0,1089
S1 2007	46	0,0990	0,0771	0,6820	1,3180	0,0526	0,1016
S2 2007	54	0,0766	0,0771	0,7072	1,2928	0,0545	0,0997
S1 2008	65	0,0583	0,0771	0,7338	1,2662	0,0566	0,0976
S2 2008	51	0,0692	0,0771	0,6985	1,3015	0,0539	0,1003
S1 2009	59	0,0584	0,0771	0,7203	1,2797	0,0555	0,0987
S2 2009	80	0,0518	0,0771	0,7606	1,2394	0,0586	0,0956
S1 2010	66	0,1058	0,0771	0,7359	1,2641	0,0567	0,0975
S2 2010	80	0,0913	0,0771	0,7606	1,2394	0,0586	0,0956
S1 2011	98	0,0894	0,0771	0,7841	1,2159	0,0604	0,0937
S2 2011	79	0,0987	0,0771	0,7590	1,2410	0,0585	0,0957
S1 2012	86	0,0667	0,0771	0,7692	1,2308	0,0593	0,0949
S2 2012	68	0,0830	0,0771	0,7399	1,2601	0,0570	0,0972
S1 2013	72	0,0713	0,0771	0,7474	1,2526	0,0576	0,0966
S2 2013	80	0,0630	0,0771	0,7606	1,2394	0,0586	0,0956
S1 2014	87	0,0722	0,0771	0,7706	1,2294	0,0594	0,0948
S2 2014	94	0,0803	0,0771	0,7794	1,2206	0,0601	0,0941
S1 2015	100	0,0871	0,0771	0,7863	1,2137	0,0606	0,0936
S2 2015	102	0,0839	0,0771	0,7884	1,2116	0,0608	0,0934
S1 2016	102	0,0698	0,0771	0,7884	1,2116	0,0608	0,0934
S2 2016	136	0,0687	0,0771	0,8171	1,1829	0,0630	0,0912
S1 2017	110	0,0716	0,0771	0,7963	1,2037	0,0614	0,0928
S2 2017	82	0,0744	0,0771	0,7636	1,2364	0,0589	0,0953
S1 2018	101	0,0688	0,0771	0,7873	1,2127	0,0607	0,0935
S2 2018	104	0,0776	0,0771	0,7905	1,2095	0,0609	0,0932
S1 2019	60	0,0634	0,0771	0,7227	1,2773	0,0557	0,0985
S2 2019	54	0,1076	0,0771	0,7072	1,2928	0,0545	0,0997

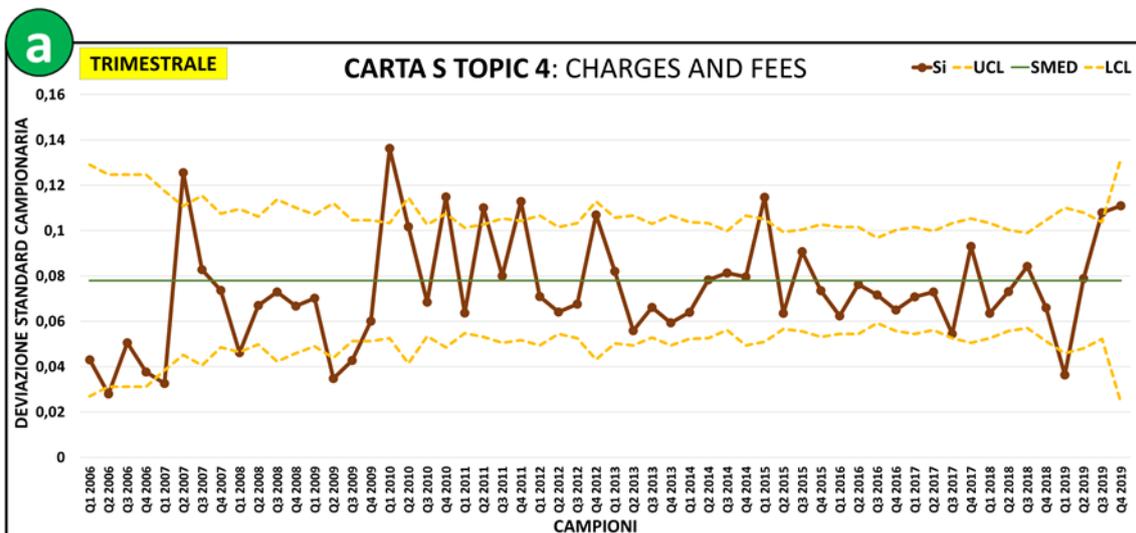
**Tabella 3.4:** Valori per la costruzione della carta S con periodo semestrale per il Topic 4 *Charges and fees*.

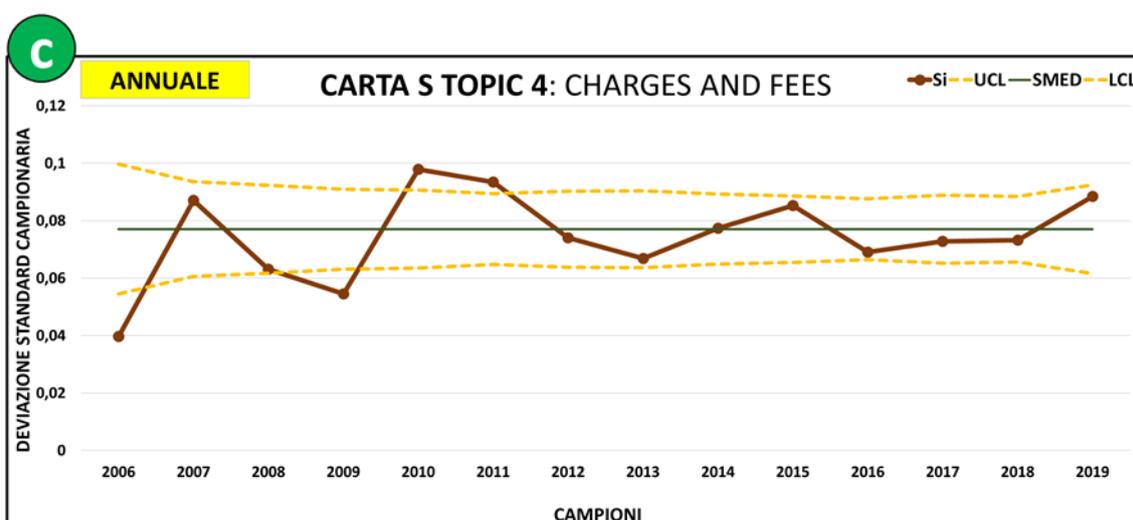
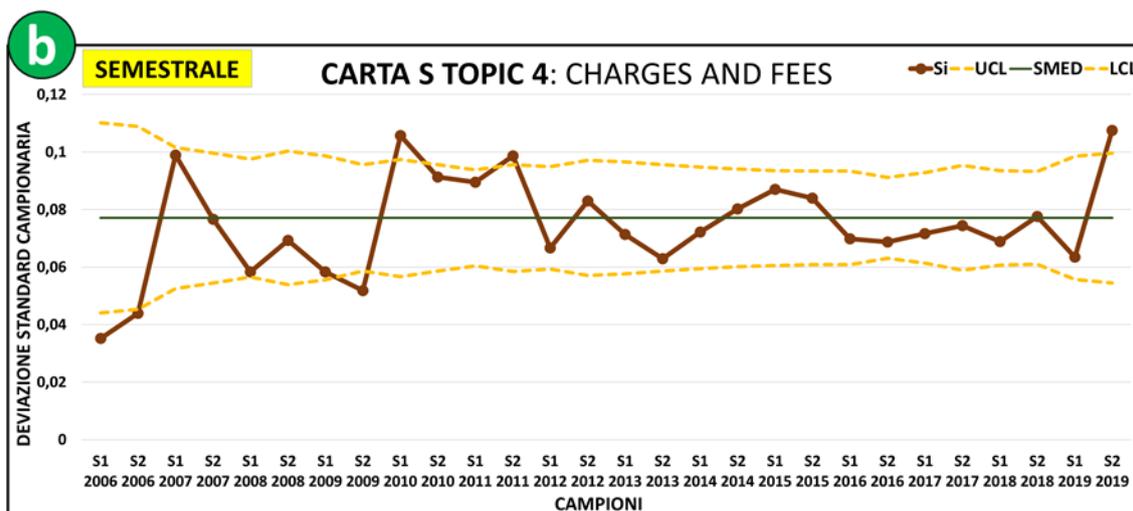
Nelle figure 3.4 e 3.5 si propone la rappresentazione grafica delle Carte  $\bar{X}$ -S relativamente al Topic 4 *Charges and fees*, per i campioni dal 2006 al 2019. Sulla carta  $\bar{X}$ , i limiti di controllo sono indicati tramite le linee tratteggiate rosse, con la linea continua verde è indicata la linea centrale e con pallini blu uniti dalla linea spezzata sono rappresentate le osservazioni campionarie. Sulla carta S, i limiti di controllo sono indicati tramite le linee tratteggiate gialle, con la linea continua verde è indicata la linea centrale e con pallini marroni uniti dalla linea spezzata sono rappresentate le osservazioni campionarie.





**Figura 3.4:** Applicazione Carta  $\bar{X}$  per il Topic 4 Charges and fees. In figura a) è raffigurata l'applicazione con periodo di campionamento trimestrale: le prime sedici osservazioni risultano essere punti di fuori controllo secondo le "Western Electric Rules", essendo tutte consecutive e al di sotto della linea centrale. In figura b) è rappresentata l'applicazione con periodo di campionamento semestrale: le prime otto osservazioni risultano essere punti di fuori controllo, essendo tutte consecutive e al di sotto della linea centrale. In figura c) è riprodotta l'applicazione con periodo di campionamento annuale: vi è un punto oltre i limiti di controllo in corrispondenza del campione 2006. La linea centrale è la medesima per tutte le figure, al contrario il profilo temporale delle osservazioni è sempre meno dinamico passando dalla figura a) alla figura c). Il topic in esame mostra un andamento stazionario costante in tutte le tre applicazioni proposte.





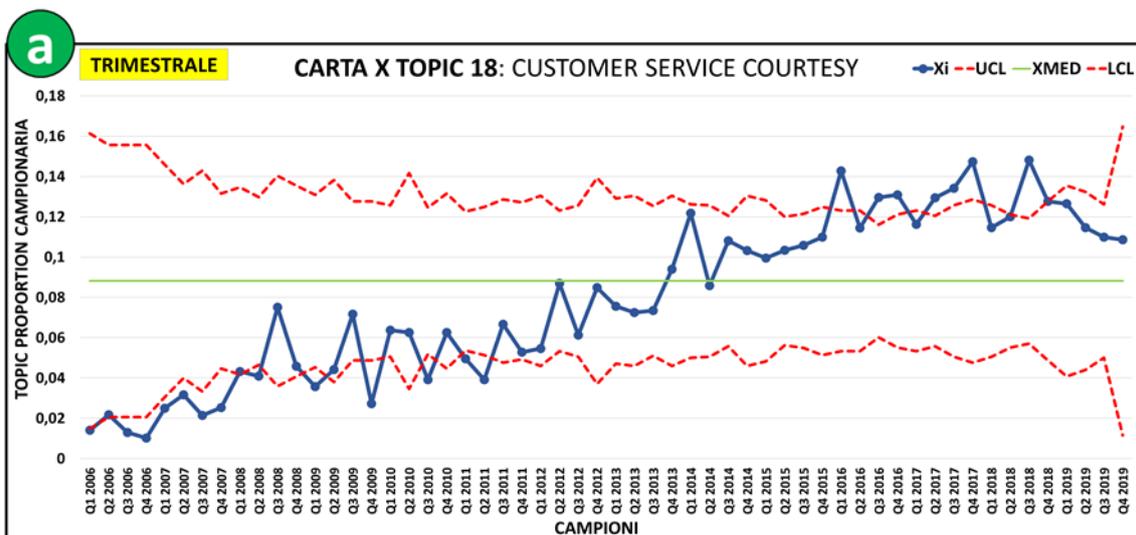
**Figura 3.5:** Applicazione Carta S per il Topic 4 Charges and fees. In figura a) è raffigurata l'applicazione con periodo di campionamento trimestrale: vi sono tredici punti oltre i limiti di controllo. In figura b) è raffigurata l'applicazione con periodo di campionamento semestrale: vi sono sei punti oltre i limiti di controllo. In figura c) è rappresentata l'applicazione con periodo di campionamento annuale: vi sono quattro punti di fuori controllo. La linea centrale è la medesima per tutte le figure. Passando dalla figura a) alla figura c): il profilo temporale delle osservazioni è sempre meno dinamico e la percentuale di fuori controllo tende a diminuire. Il topic in esame mostra un andamento stazionario costante in tutte le tre applicazioni proposte.

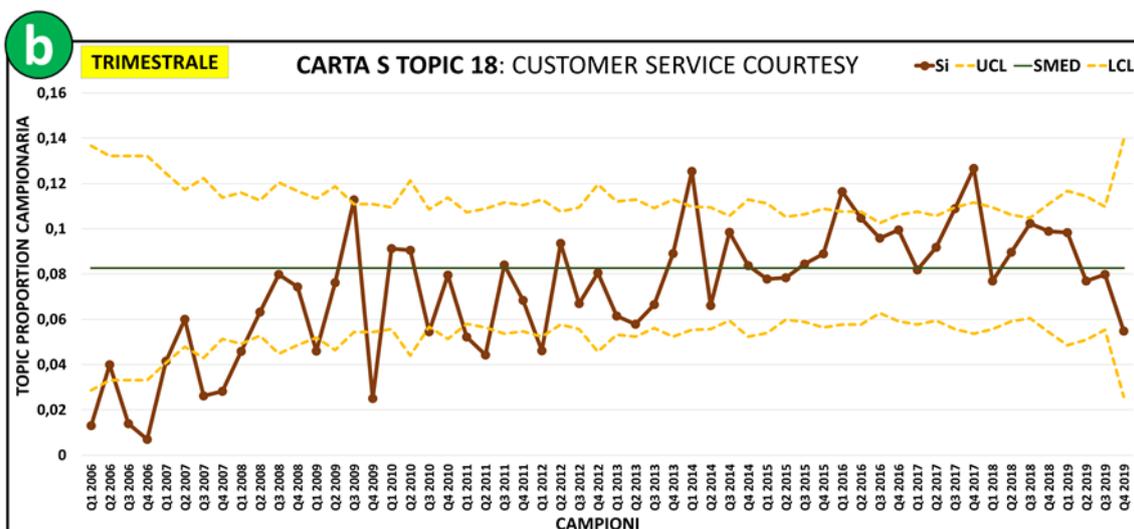
Nell'esempio del topic 4 *Charges and fees* il cambio di periodo di campionamento da 3 mesi a 6 mesi a 1 anno lascia pressoché invariate le potenzialità della carta  $\bar{X}$  nell'individuare eventuali punti oltre i limiti di controllo. Al contrario, per la carta S l'aumento del periodo di campionamento comporta un leggero aumento dei punti oltre i limiti di controllo. In particolare, nell'esempio in figura 3.5 la percentuale di punti oltre i limiti nella carta S passa dal 23% del campionamento ogni 3 mesi al 28% della carta con periodo di campionamento

annuale. Questo aumento è stato riscontrato anche nelle carte S costruite per gli altri topics.

La carta con frequenza di campionamento annuale mitiga la dinamicità delle osservazioni sia nella carta  $\bar{X}$  sia per la carta S. Infatti, le carte annuali tendono a non mostrare la dinamicità evidenziata dalle carte con frequenza di campionamento più elevata. Una elevata dinamicità delle osservazioni è probabilmente una caratteristica in linea con le aspettative riguardanti l'analisi di UGC relativi a un PSS come il car sharing. Inoltre, le carte trimestrali e semestrali consentono di determinare con maggiore facilità il periodo (campione) in cui si presentano uno o più punti di fuori controllo. I punti di fuori controllo possono mostrarsi sulle carte in diverse forme (Western Electric, 1956; Montgomery, 2009) e questi potrebbero non essere percepiti con la giusta intensità nelle carte annuali. Pertanto, in questo caso l'utilizzo di una Carta di Controllo  $\bar{X}$ -S con periodo di campionamento semestrale o annuale sembrerebbe essere più opportuno.

Le Carte  $\bar{X}$ -S si prestano bene al monitoraggio di topics che mostrano un andamento stazionario costante, il cui esempio più emblematico è rappresentato dal Topic 4 *Charges and fees*. Al contrario, si osserva una classe di topic caratterizzati da un andamento stazionario non costante, per i quali le Carte  $\bar{X}$ -S non si rivelano efficaci. A titolo di esempio si riporta l'applicazione delle Carte  $\bar{X}$ -S per uno dei topics stazionari non costanti: il Topic 18 *Customer service courtesy*.





**Figura 3.6:** Applicazione Carte  $\bar{X}$ -S per il topic 18 Customer service courtesy, il quale evidenzia condizioni di stazionarietà non costante. In figura a) vi è l'applicazione della Carta  $\bar{X}$ : vi sono numerosi punti di fuori controllo. Emerge che la Carta non risulta essere efficace nel monitorare il profilo crescente delle osservazioni. In figura b) è raffigurata della Carta S: non emergono significative differenze con le Carte S costruite per i topics dal comportamento stazionario costante.

Il topic 18 *Customer service courtesy* evidenzia sulla carta  $\bar{X}$  una tendenza fortemente crescente. Le Carte  $\bar{X}$ -S non si rivelano essere lo strumento giusto per il monitoraggio di andamenti caratterizzati da una tendenza crescente o decrescente. In particolare, i limiti di controllo delle Carte  $\bar{X}$ -S non sono in grado segnalare efficacemente eventuali punti di fuori controllo in caso di profili dall'andamento stazionario non costante. Inoltre, secondo le regole di identificazione dei fuori controllo, un andamento stazionario non costante, come quello in figura 3.6a, risulterebbe avere numerosi punti di fuori controllo, avendo questi un comportamento non casuale (Western Electric, 1956; Montgomery, 2009). Le ragioni di ciò risiedono nel fatto che le Carte  $\bar{X}$ -S partono dal presupposto che i parametri osservati, in assenza di cause assegnabili, manifestano un comportamento stazionario costante, ipotesi disattesa nel caso di andamenti crescenti o decrescenti. Dal punto di vista grafico, le Carte  $\bar{X}$ -S prevedono la costruzione dei limiti di controllo a partire dalla linea centrale della carta. Quest'ultima per via della sua costruzione è una retta parallela all'asse delle ascisse e pertanto la carta  $\bar{X}$  non è in grado di monitorare topics che, per varie ragioni, richiedono la costruzione dei limiti di controllo sulla base dell'andamento evidenziato dalle osservazioni. In Allegato 2 sono riportati i grafici

dell'applicazione delle Carte  $\bar{X}$ -S con frequenza di campionamento trimestrale per tutti i topics.

### **3.3.2. Applicazione Carta p**

Nel seguente lavoro la Carta per attributi p è utilizzata per monitorare la frazione di “vittorie” di un topic. Per topic “vincente” si intende un topic la cui prevalenza tematica è stata portata al valore 1. La Carta è stata applicata al caso di studio considerando tre diversi modi di trasformazione binaria delle prevalenze tematiche. Infatti, per usare una Carta p è necessario avere delle caratteristiche operative esprimibili mediante due stati. Pertanto, la trasformazione in “zero” ed “uno” delle proporzioni è volta proprio ad ottenere dei valori rappresentabili mediante una Carta p. Nella trasformazione binaria delle topic proportions lo stato indicato mediante il valore 1 evidenzia che il topic è effettivamente discusso all'interno della recensione, al contrario lo stato 0 indica che il topic non è discusso all'interno della recensione.

Il primo caso considerato prevede che per ogni recensione sia associato uno e un solo topic “vincente”, o meglio che tra i 20 topics potenzialmente discussi all'interno di una recensione ne sia riconosciuto solamente uno come effettivamente discusso. Nel secondo caso viene rilassata la condizione di univocità tra recensione e topic e viene introdotto un valore soglia per le topic proportions, al fine di eliminare le recensioni più “confuse”, ossia quelle recensioni dove non emerge chiaramente l'argomento predominante. Infine, il terzo caso prevede sempre la presenza del valore di soglia e inoltre si reintroduce la condizione di univocità dei topics all'interno delle recensioni, come nel primo caso.

### 3.3.2.1. Primo caso: Carta p con un solo topic “vincente” per recensione

In questa prima condizione ad ogni recensione viene associato un solo topic, la cui prevalenza viene approssimata al valore 1 mediante una trasformazione binaria. Al contrario, le topic proportions dei 19 topic non “vincenti” vengono approssimate al valore 0. Pertanto, la somma delle 20 prevalenze associate a una recensione dopo la trasformazione binaria risulta essere pari ad 1. Per ogni recensione il topic “vincente” è quello che mostra la topic proportion più elevata tra quelle associate alla recensione. In altre parole, il topic “vincente” è il topic che, secondo l’algoritmo STM, risulta essere il più discusso all’interno della recensione. In termini matematici:

$$V_{i,j,k} = \begin{cases} 1 & \text{se } \vartheta_{i,j,k} = \vartheta_{i,j,k;MAX} \\ 0 & \text{se } \vartheta_{i,j,k} \neq \vartheta_{i,j,k;MAX} \end{cases} \quad \forall k, j \quad (3.3.2)$$

dove  $V_{i,j,k}$  è il risultato della binarizzazione della prevalenza tematica  $\vartheta_{i,j,k}$ .  $V_{i,j,k} = 1$  se è il topic  $k$ -esimo è “vincente” all’interno della recensione  $j$ -esima del campione  $i$ -esimo. Al contrario,  $V_{i,j,k} = 0$  se il topic non è “vincente”.

Nell’esempio in tabella 3.5 è evidente che l’argomento discusso nella recensione riguarda la pulizia e le condizioni delle auto noleggiate dall’autore della recensione. L’algoritmo STM riconosce correttamente che l’argomento più discusso nella recensione è il Topic 8 *Car condition*. Pertanto, la prevalenza tematica del Topic 8 è portata a 1 ( $V_{i,j,8} = 1$ ), mentre quelle dei restanti topic a 0 ( $V_{i,j,k} = 0$  per  $k \neq 8$ ).

ID	FONTE	PAESE	PROVIDER	DATA	TESTO
10015	Yelp!	USA	Zipcar	01/10/2018	Rented twice. First car was disgusting, full of garbage, McDonald's wrappers, dirty seats. It took an hour to get another car. Second time got a car smelling like cigarretes and weed. There was actual weed on the seat. So frustrating!

TOPIC PROPORTION									
TOPIC 1	TOPIC 2	TOPIC 3	TOPIC 4	TOPIC 5	TOPIC 6	TOPIC 7	TOPIC 8	TOPIC 9	TOPIC 10
0,0093	0,0142	0,0086	0,0335	0,0071	0,0031	0,0274	0,6910	0,0034	0,0213
TOPIC 11	TOPIC 12	TOPIC 13	TOPIC 14	TOPIC 15	TOPIC 16	TOPIC 17	TOPIC 18	TOPIC 19	TOPIC 20
0,0206	0,0144	0,0115	0,0106	0,0255	0,0147	0,0184	0,0317	0,0141	0,0194



**TRASFORMAZIONE  
BINARIA**

TOPIC PROPORTION BINARIA									
TOPIC 1	TOPIC 2	TOPIC 3	TOPIC 4	TOPIC 5	TOPIC 6	TOPIC 7	TOPIC 8	TOPIC 9	TOPIC 10
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
TOPIC 11	TOPIC 12	TOPIC 13	TOPIC 14	TOPIC 15	TOPIC 16	TOPIC 17	TOPIC 18	TOPIC 19	TOPIC 20
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabella 3.5:** Esempio di trasformazione binaria delle topic proportions: la topic proportion dell'argomento effettivamente discusso all'interno della recensione (Topic 8 Car condition) è approssimata all'unità, tutte le altre topic proportions sono approssimate allo zero.

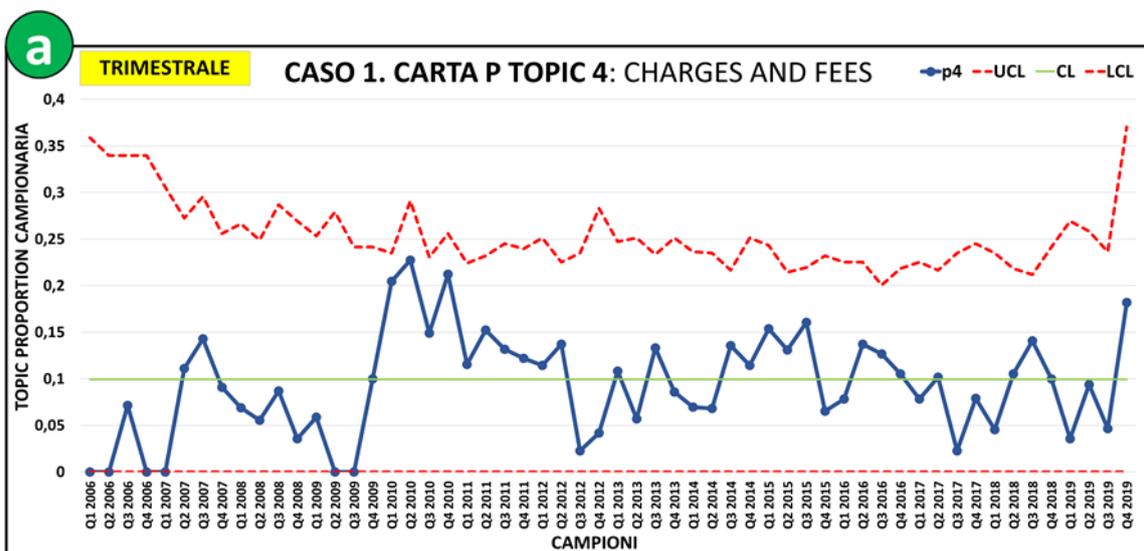
Una volta effettuata la trasformazione binaria delle topic proportions di tutte le recensioni e quindi aver individuato il topic predominante in queste, si è proceduto calcolando i valori delle osservazioni  $\hat{p}_{i,k}$  della carta, ossia la stima della percentuale di "vittoria" di un determinato topic all'interno di un campione. Anche in questo caso sono state considerate tre diverse frequenze di campionamento: trimestrale, semestrale ed annuale. Il valore  $\hat{p}_{i,k}$  di un topic di uno specifico campione è calcolato come la media delle prevalenze binarie del topic relativamente alle recensioni appartenenti al campione, in maniera simile a quanto fatto nella tabella 3.2, con la differenza che per le carte  $p$  le  $V_{i,j,k}$  non possono assumere un valore all'interno dell'intervallo  $(0;1)$ , come le topic proportions  $\vartheta_{i,k,j}$ , ma solo i valori 0 e 1. Indicando con  $n_i$  la numerosità campionaria del

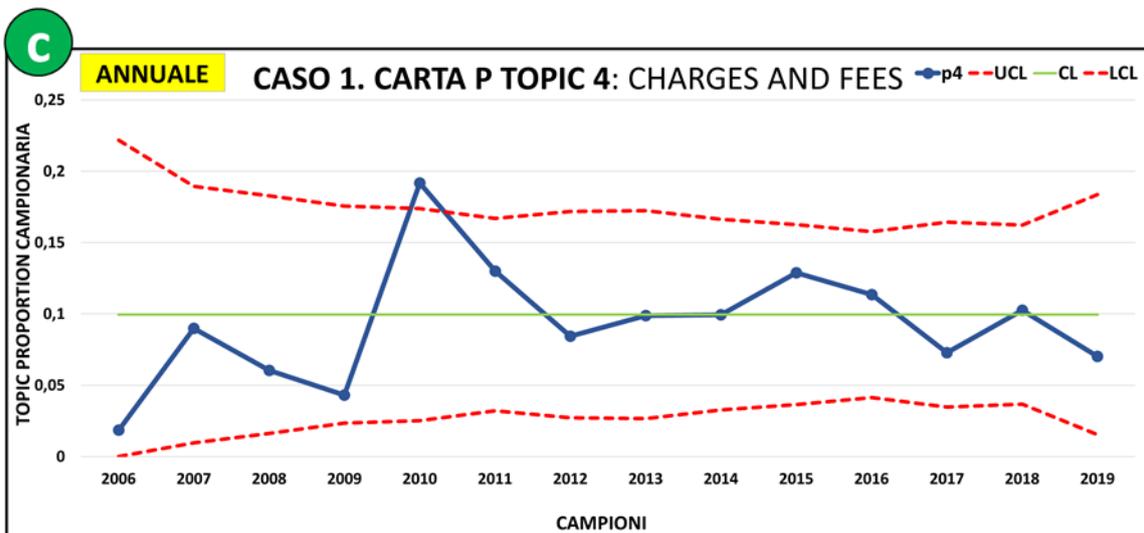
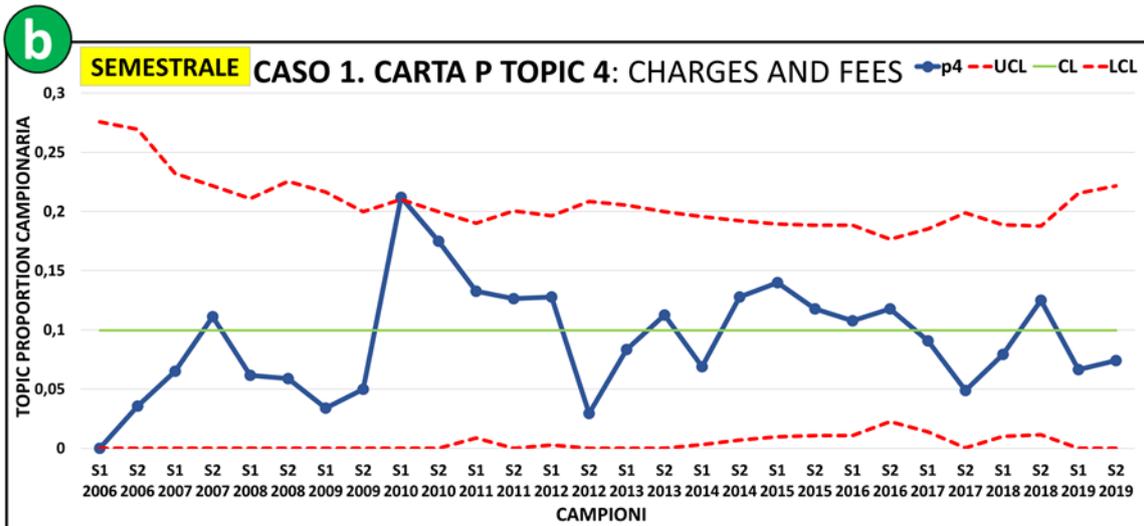
campione  $i$ -esimo, i valori delle osservazioni  $\hat{p}_{i,k}$  sono definiti dalla seguente formula:

$$\hat{p}_{i,k} = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} V_{i,k,j}}{n_i} \quad \forall i, k \quad (3.3.3)$$

In seguito, per ogni topic è stata calcolata la media dei  $\hat{p}_{i,k}$  di tutti i campioni,  $\bar{p}_k$ , che rappresenta la percentuale media di “vittorie” del topic all’interno di tutto il corpus delle recensioni. Sul valore della media  $\bar{p}_k$  sono calcolati i limiti di controllo della carta secondo le formule (3.1.13) e (3.1.15), imponendo una distanza dei limiti di controllo dalla linea centrale  $L$  pari a 3.

Di seguito si propone la rappresentazione grafica della Carta p per il Topic 4 *Charges and fees* per tutte le frequenze di campionamento considerate. I limiti di controllo sono indicati tramite le linee tratteggiate in rosso, con la linea continua verde è indicata la linea centrale e con pallini blu uniti dalla linea spezzata sono rappresentate le osservazioni campionarie. Il limite di controllo inferiore è posto pari a 0 quando nel calcolo assume valori negativi.



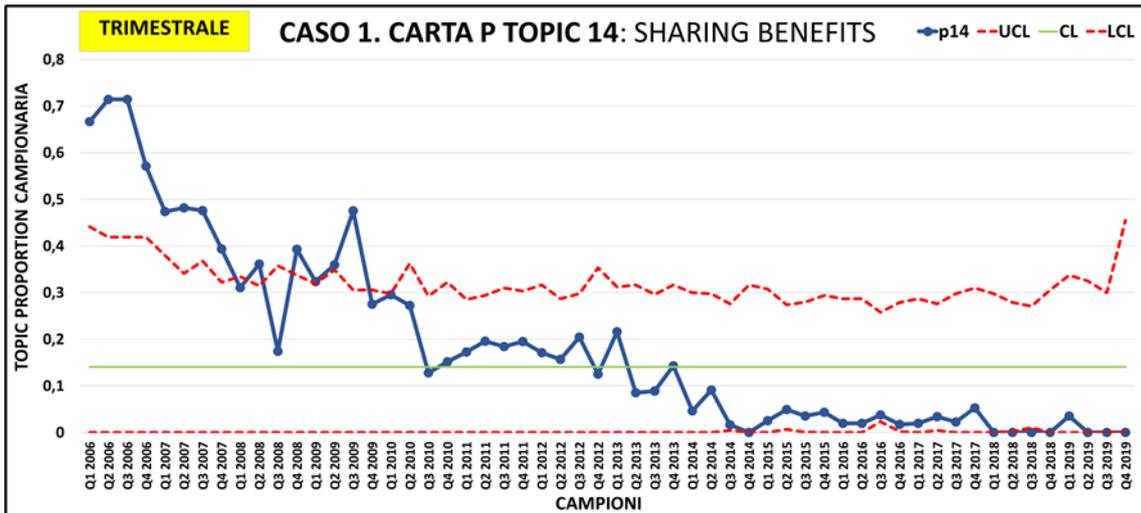


**Figura 3.7:** Applicazione Carta p: Caso 1 per il Topic 4 Charges and fees. In figura a) è raffigurata l'applicazione con periodo di campionamento trimestrale: non emergono punti di fuori controllo. In figura b) è riprodotta l'applicazione con periodo di campionamento semestrale: emerge un punto oltre i limiti di controllo in corrispondenza del campione S1 2010. In figura c) è rappresentata l'applicazione con periodo di campionamento annuale: vi è un punto oltre i limiti di controllo in corrispondenza del campione 2010. La linea centrale è la medesima per tutte le figure, al contrario il profilo temporale delle osservazioni è sempre meno dinamico passando dalla figura a) alla figura c). Il profilo delle osservazioni risulta essere marcatamente differente nella figura a) rispetto alle altre, essendo i campioni nelle carte con periodo di campionamento trimestrale caratterizzati da una numerosità minore. Di conseguenza, è minore la probabilità di trovare, all'interno di un campione, il Topic 4 come "vincente" in almeno una recensione. Il topic in esame mostra un andamento stazionario costante in tutte le tre applicazioni proposte.

L'esempio del Topic 4 indica che la frequenza di campionamento non incide in maniera significativa sull'individuazione di punti oltre i limiti di controllo. Questa osservazione è stata riscontrata anche in tutti gli altri topics che mostrano un andamento stazionario costante ed è valida anche per tutte le successive

applicazioni della Carta p. Anche in questo caso è da notare che la carta con periodo di campionamento annuale attenua la dinamicità delle osservazioni e la capacità di cogliere il periodo esatto in cui si verificano uno o più punti di fuori controllo. Tuttavia, le carte per semestri o annuali hanno una più elevata probabilità di non avere campioni con osservazioni nulle. Infatti, aumentando il periodo temporale aumentano il numero di recensioni contenute all'interno di un campione e quindi anche la probabilità che ogni topic sia predominante in almeno una di esse. Nel caso del Topic 4 *Charges and fees* emerge chiaro come il numero di campioni con osservazioni nulle diminuisca passando dalle sei della carta per trimestri all'unico campione in quella per semestri, fino a nessun campione con osservazione nulla in quella per anni. In conclusione, sembrerebbe opportuno l'utilizzo di carte per semestre o per anno, qualora la numerosità dei dati a disposizione non permetta la costruzione di carte con pochi campioni con valori nulli. Al contrario, si consiglia l'uso di carte dal periodo temporale più breve qualora si abbiano a disposizione una considerevole mole di dati, poiché maggiormente in grado di cogliere la dinamicità del fenomeno.

Le Carte p costruite sono utilizzabili per monitorare topics dall'andamento stazionario costante. Per quanto riguarda i topic con andamento stazionario non costante, anche in questo caso, si consiglia di ricorrere a un altro tipo di strumento di monitoraggio, quale la *Regression Control Chart*. Un esempio della non utilizzabilità delle Carte p nel monitoraggio dei topic con andamento stazionario non costante è rappresentato nella figura 3.8, nella quale si riporta la costruzione della Carta p con un solo topic "vincente" per recensione per il Topic 14 *Sharing benefits*.



**Figura 3.8:** Applicazione Carta p per il Topic 14 Sharing benefits, il quale evidenzia condizioni di stazionarietà non costante. Carta con campioni definiti ogni tre mesi. Il topic in esame mostra un trend decrescente: le osservazioni dei primi anni si attestano su valori elevati, che tendono a diminuire fino ad attestarsi su valori molto bassi degli ultimi anni. Sono presenti numerosi punti di fuori controllo. La Carta non risulta essere efficace nel monitorare il profilo decrescente delle osservazioni.

### 3.3.2.2. Secondo caso: Carta p con più topic “vincenti” per recensione

La seconda applicazione della Carta p prevede la possibilità di ottenere più topics “vincenti” per ogni recensione. Il rilassamento della condizione di univocità della prima applicazione è stato ottenuto introducendo un valore di soglia ( $t$ ) da utilizzare nella binarizzazione delle topic proportions. La scelta dell’introduzione del valore soglia è spinta dalla volontà di eliminare dal database le recensioni “confuse”, ossia quelle recensioni dove l’algoritmo STM non è stato in grado di riconoscere in modo evidente il topic maggiormente discusso. In particolare, quando il valore della topic proportion è superiore al valore di soglia esso è approssimato al valore 1, invece nel caso in cui sia inferiore è approssimato allo 0. In termini matematici:

$$V_{i,j,k} = \begin{cases} 1 & \text{se } \vartheta_{i,j,k} \geq t \\ 0 & \text{se } \vartheta_{i,j,k} < t \end{cases} \quad \forall k, j \quad (3.3.4)$$

Il calcolo della prevalenza del topic all’interno del campione è stato ottenuto considerando il numero totale di “vittorie” dividendo per il numero totale di

recensioni nel campione, indipendentemente dall'esito della binarizzazione delle proporzioni degli altri topic, tramite la formula (3.3.3).

Nella scelta della soglia è stato fatto riferimento alla letteratura. Ashton e Evangelopoulos (2012, 2013, 2015) utilizzano un valore di soglia che permetta in media di ottenere un solo topic "vincente" per recensione. Volendo rilassare la condizione di univocità proposta da Ashton, si propone di utilizzare un valore di soglia in grado di individuare esclusivamente i topics correttamente riconosciuti dall'algoritmo STM come discussi. Questo valore di soglia è stato individuato confrontando gli argomenti effettivamente caratterizzanti le recensioni, identificati tramite la lettura diretta delle stesse, con i topics evidenziati dall'algoritmo STM. È stato quindi stimato che un valore di soglia pari a 0,2 è in grado di distinguere efficacemente i topics più discussi all'interno delle recensioni. Più specificatamente, oltre questo valore di soglia delle topic proportions, i topics riconosciuti come discussi dall'algoritmo all'interno di una recensione coincidono con quelli effettivamente discussi, individuati dalla lettura diretta della stessa.

Guardando ai processi binarizzazione delle immagini, la teoria dei filtri suggerisce l'utilizzo di una soglia iterativa nelle trasformazioni binarie. Questa soglia, denominata di Ridler (Magid *et al.*, 1990), è basata su un algoritmo considerato un raffinamento della scelta come soglia della media. Nel calcolo della soglia di Ridler si parte calcolando la media di tutte le topic proportions a disposizione e dividendo quest'ultime in due insiemi A e B. Nell'insieme A sono contenute le topic proportions inferiori alla media, mentre in B sono contenuti tutti i valori superiori alla media. Si calcola, quindi, la media dei valori di A e di B, ottenendo rispettivamente i valori  $T_{a,1}$  e  $T_{b,1}$ :

$$T_{a,1} = \frac{\sum_A \vartheta_{i,j,k}}{n_{A,1}} \quad (3.3.5)$$

$$T_{b,1} = \frac{\sum_B \vartheta_{i,j,k}}{n_{B,1}} \quad (3.3.6)$$

dove  $n_{A,1}$  e  $n_{B,1}$  sono rispettivamente la numerosità dell'insieme A e B. A questo punto la nuova soglia è definita come:

$$t_1 = \frac{(T_{a,1} + T_{b,1})}{2} \quad (3.3.7)$$

Il procedimento viene ripetuto iterativamente finché in due passi consecutivi non si ottiene il medesimo valore di soglia. In particolare, il calcolo della soglia si riduce alla valutazione iterativa delle seguenti relazioni:

$$A_q = \{\vartheta_{i,j,k} \mid \vartheta_{i,j,k} < t_{q-1}\} \quad (3.3.8)$$

$$B_q = \{\vartheta_{i,j,k} \mid \vartheta_{i,j,k} \geq t_{q-1}\} \quad (3.3.9)$$

$$T_{a,q} = \frac{\sum_{A,q} \vartheta_{i,j,k}}{n_{A,q}} \quad (3.3.10)$$

$$T_{b,q} = \frac{\sum_{B,q} \vartheta_{i,j,k}}{n_{B,q}} \quad (3.3.11)$$

$$t_q = \frac{(T_{a,q} + T_{b,q})}{2} \quad (3.3.12)$$

dove  $n_{A,q}$  e  $n_{B,q}$  sono rispettivamente la numerosità dell'insieme A e B al passo  $q$ -esimo. Nel caso di studio, è stato trovato, al decimo passo iterativo, un valore di soglia di Ridler pari allo 0,1239. Di seguito, a titolo d'esempio, si riportano i primi tre passi effettuati per la determinazione della soglia di Ridler nel caso di studio.

- **Passo 1 ( $t_0 = \text{media} = 0,05$ )**

$$T_{a,1} = \frac{\sum_{A,1} \vartheta_{i,j,k}}{n_{A,1}} = 0,0210$$

$$T_{b,1} = \frac{\sum_{B,1} \vartheta_{i,j,k}}{n_{B,1}} = 0,1221$$

$$t_1 = \frac{(0,0210 + 0,1221)}{2} = 0,0715$$

Essendo  $t_0 \neq t_1 \Rightarrow$  Passo 2

- **Passo 2 ( $t_1 = 0,0715$ )**

$$T_{a,2} = \frac{\sum_{A,2} \vartheta_{i,j,k}}{n_{A,2}} = 0,0254$$

$$T_{b,2} = \frac{\sum_{B,2} \vartheta_{i,j,k}}{n_{B,2}} = 0,1520$$

$$t_2 = \frac{(0,0254 + 0,1520)}{2} = 0,0887$$

Essendo  $t_1 \neq t_2 \Rightarrow$  Passo 3

- **Passo 3 ( $t_2=0,0887$ )**

$$T_{a,3} = \frac{\sum_{A,3} \vartheta_{i,j,k}}{n_{A,3}} = 0,0283$$

$$T_{b,3} = \frac{\sum_{B,3} \vartheta_{i,j,k}}{n_{B,3}} = 0,1735$$

$$t_3 = \frac{(0,0283 + 0,1735)}{2} = 0,1009$$

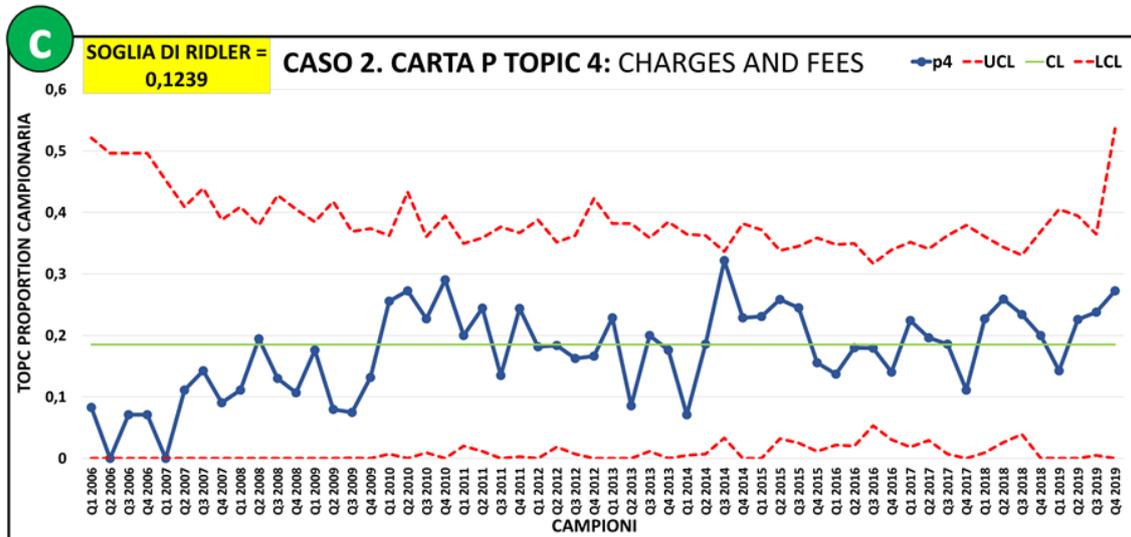
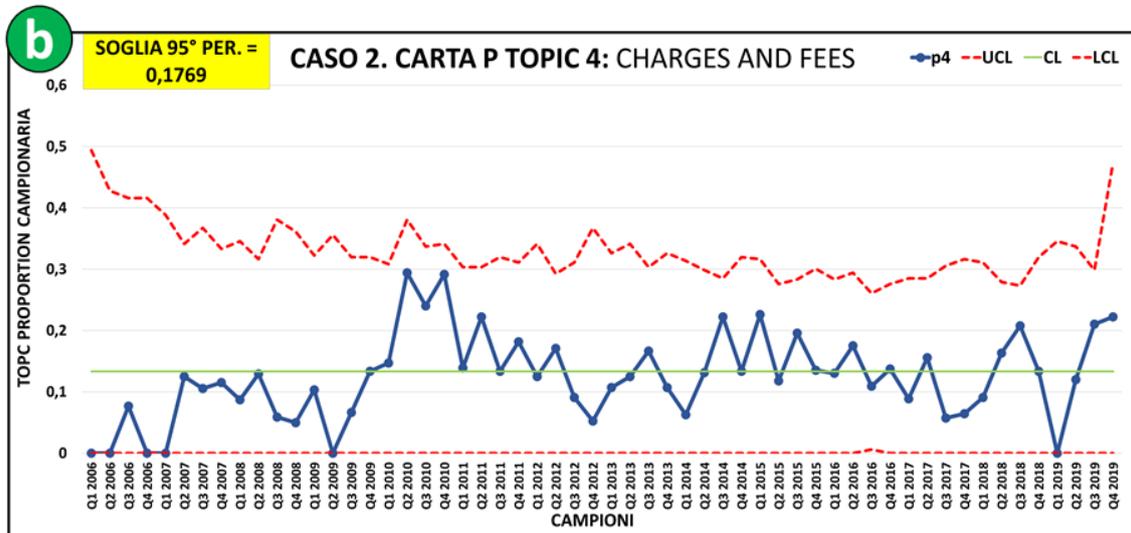
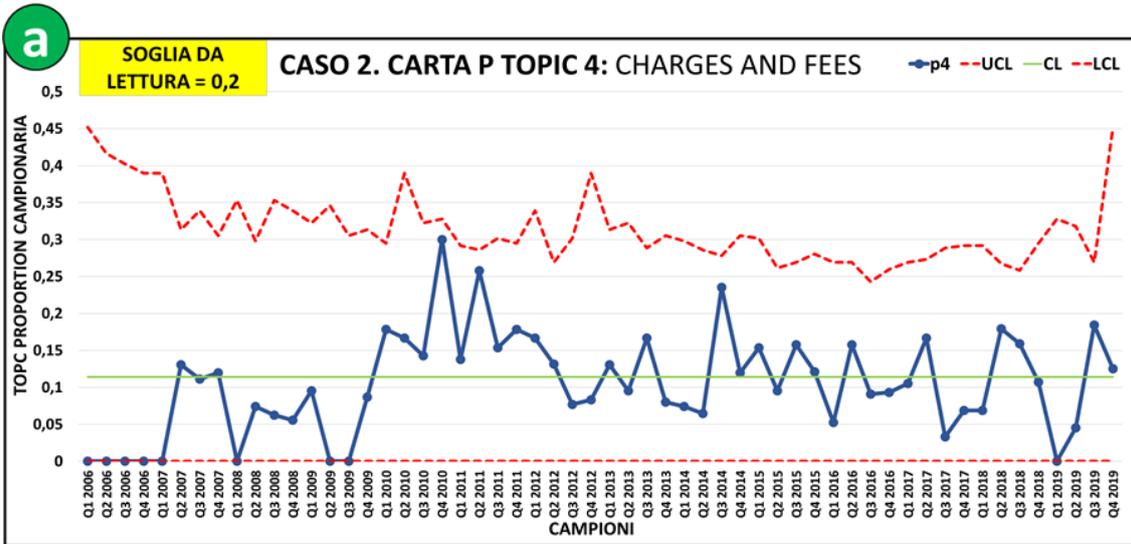
Essendo  $t_2 \neq t_3 \Rightarrow$  Passo 4

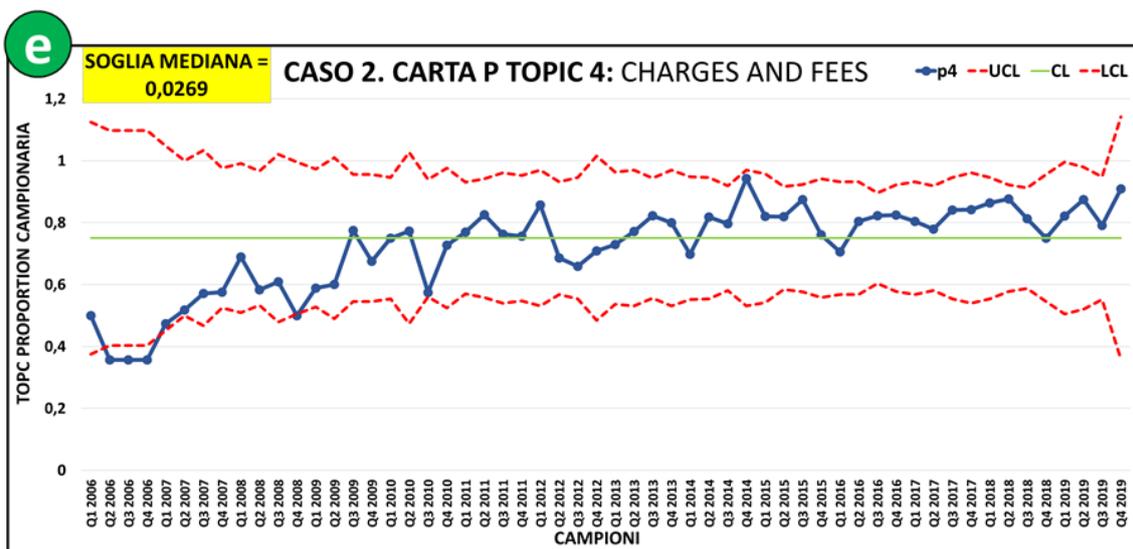
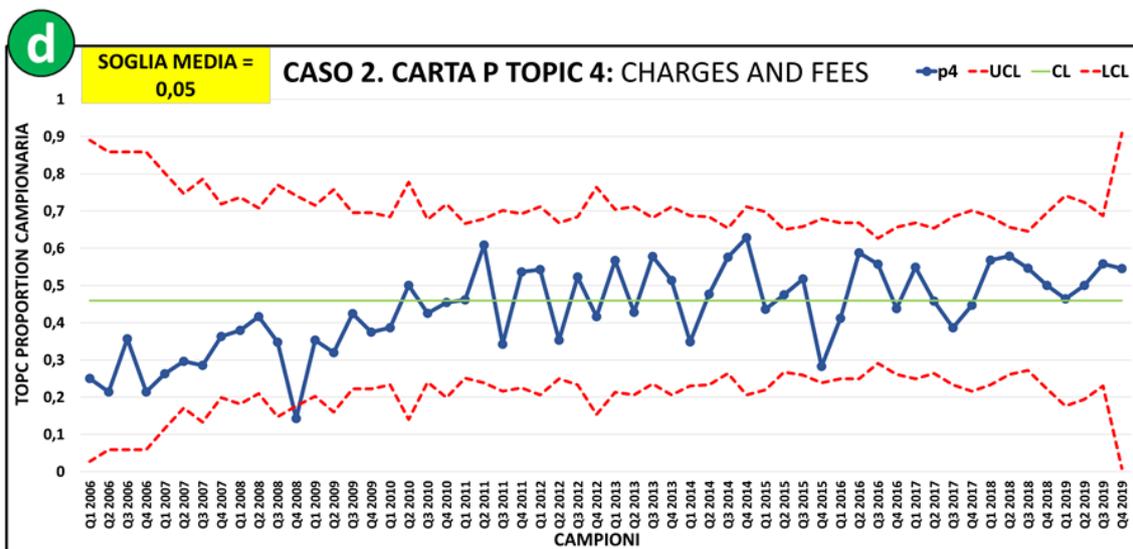
Altre soglie utilizzate per la binarizzazione delle proporzioni sono: il valore medio, il valore mediano e il 95° percentile. Tutti i valori utilizzati sono stati calcolati sull'insieme composto da tutte le topic proportions di tutti i topic.

SOGLIA DA LETTURA RECENSIONI	SOGLIA DI RIDLER	SOGLIA MEDIA	SOGLIA MEDIANA	SOGLIA 95° PERCENTILE
0,2	0,1239	0,05	0,0269	0,1769

**Tabella 3.6:** Soglie utilizzate per trasformazione binaria delle topic proportions.

La figura 3.9 riporta i grafici della Carta p per il Topic 4 *Charges and fees* al variare della soglia utilizzata nel processo di binarizzazione.





**Figura 3.9:** Applicazione Carta p: Caso 2 per il Topic 4 Charges and fees con periodo di campionamento trimestrale. Confronto grafico variando la soglia per la trasformazione binaria delle topic proportions. In figura a) è raffigurata l'applicazione con soglia stimata dalla lettura (0,2): sono presenti numerosi campioni con osservazioni nulle. In figura b) è rappresentata l'applicazione con soglia 95° percentile (0,1769): sono presenti numerosi campioni con osservazioni nulle. In figura c) è raffigurata l'applicazione con soglia di Ridler (0,1239): vi sono due campioni con osservazione nulla. In figura d) riprodotta l'applicazione con soglia media (0,05): non ci sono osservazioni nulle e vi è un punto di fuori controllo (Q4 2008). In figura e) è raffigurata l'applicazione con soglia mediana (0,0269): non ci sono osservazioni nulle e vi sono tre punti di fuori controllo (Q2, Q3 e Q4 2006). Il Topic 4 mostra un andamento stazionario costante in tutte le applicazioni proposte.

Nella scelta ottimale della soglia da utilizzare vi sono una serie di osservazioni da fare. Non emerge in maniera chiara una soglia da utilizzare in generale, ma si consiglia di scegliere il valore di soglia in base alla numerosità dei dati a disposizione. In questo caso, le soglie dal valore più basso, come il valore medio e mediano, garantiscono un numero di topics riconosciuti come discussi all'interno

delle recensioni maggiore rispetto alle altre soglie. Ne consegue una diminuzione della probabilità di avere campioni con osservazioni nulle, ma allo stesso tempo potrebbero essere considerati come discussi topics che in realtà non lo sono, alterando i risultati. Ad esempio, nella recensione riportata in tabella 3.7, l'algoritmo riconosce correttamente che l'argomento più discusso al suo interno è il Topic 4 *Charges and fees*. Leggendo la recensione emerge che il Topic 4 è l'unico effettivamente discusso, tuttavia l'algoritmo stima una topic proportion, diversa dallo zero, anche per i topics non effettivamente discussi. L'utilizzo di un valore di soglia risulta quindi indispensabile per non considerare, nella costruzione della Carta, anche i topics non realmente discussi. Il valore di soglia deve scelto in modo da discriminare in maniera efficace tra i topics discussi e quelli non discussi. Nell'esempio in tabella 3.7, l'utilizzo del valore medio (0,05) come soglia comporterebbe il riconoscimento anche del Topic 11 *Car proximity* come discusso ( $0,0818 > 0,05$ ), anche se in realtà non lo è. Pertanto, nel caso di studio è consigliabile come soglia l'utilizzo del valore 0,2 o del valore ad esso prossimo del 95° percentile, poiché in grado di individuare in media solo i topics discussi realmente nelle recensioni.

ID	FONTE	PAESE	PROVIDER	DATA	TESTO
163	Yelp!	USA	Zipcar	01/03/2010	Was running late once and returned at exactly 5 minutes after scheduled time and was not charged. I'd say there is an unspoken 5 minute "grace period", in effect although they don't publicize it.

TOPIC PROPORTION									
TOPIC 1	TOPIC 2	TOPIC 3	TOPIC 4	TOPIC 5	TOPIC 6	TOPIC 7	TOPIC 8	TOPIC 9	TOPIC 10
0,0193	0,0132	0,0115	0,4673	0,0360	0,0033	0,0258	0,0162	0,0186	0,0468
TOPIC 11	TOPIC 12	TOPIC 13	TOPIC 14	TOPIC 15	TOPIC 16	TOPIC 17	TOPIC 18	TOPIC 19	TOPIC 20
0,0818	0,0137	0,0272	0,0319	0,0272	0,0385	0,0151	0,0225	0,0169	0,0665

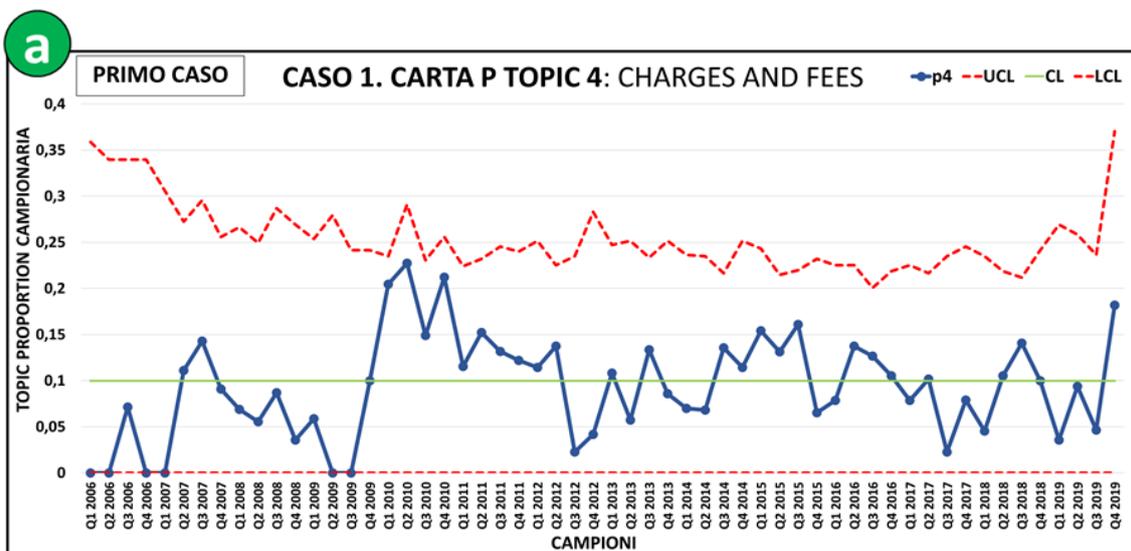
**Tabella 3.7:** Esempio di recensione con un unico topic effettivamente discusso al suo interno (Topic 4 *Charges and fees*).

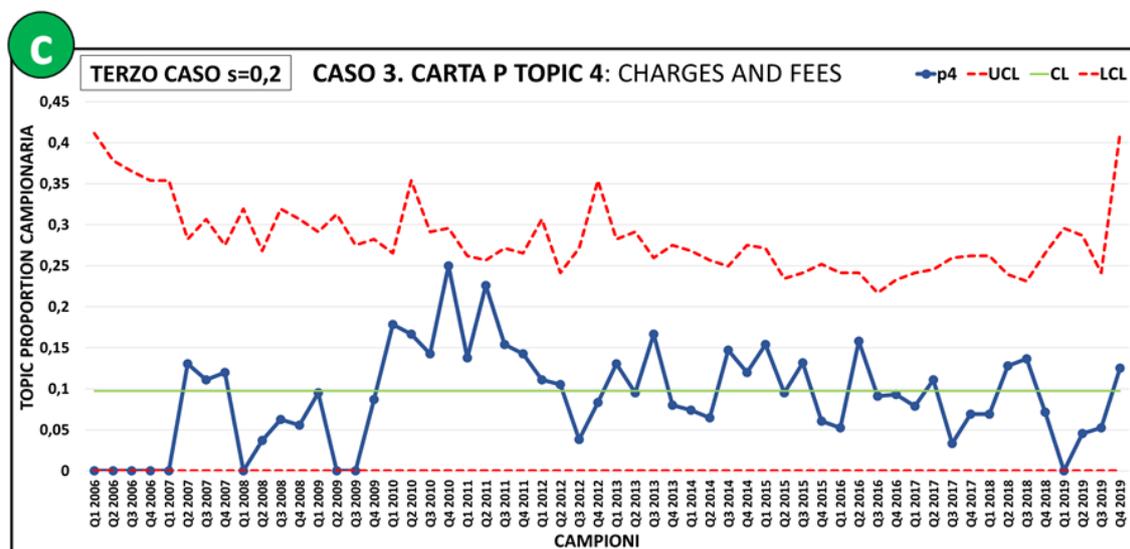
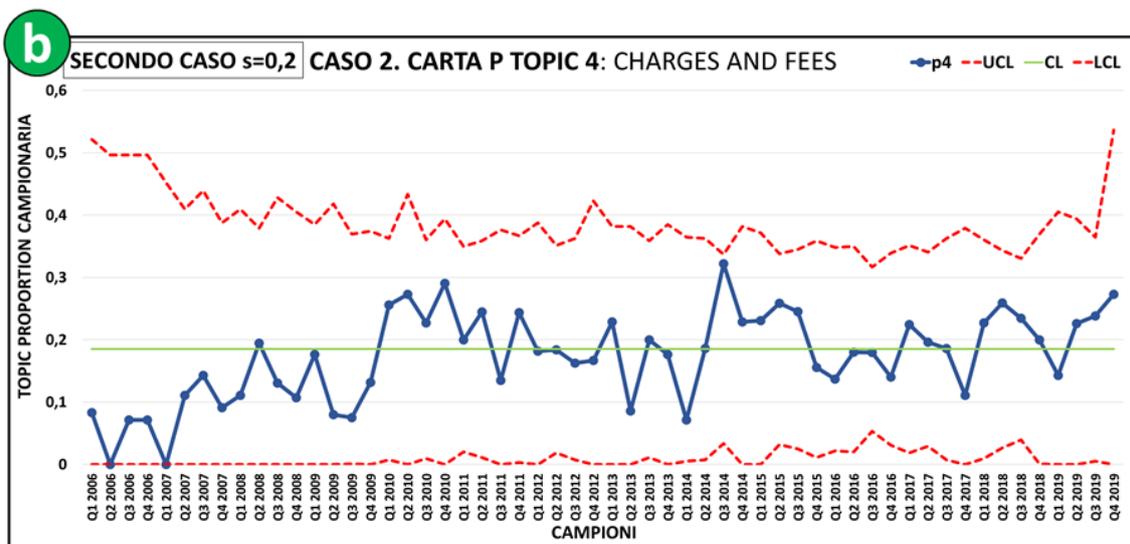
In Allegato 3 sono riportati i grafici dell'applicazione del secondo caso della Carta p per tutti i topics, considerando una soglia di binarizzazione pari a 0,2 e una

frequenza di campionamento trimestrale. In Allegato 4 e 5 sono riportate le applicazioni con una frequenza di campionamento rispettivamente semestrale e annuale, mantenendo una soglia di binarizzazione pari a 0,2.

### 3.3.2.3. Terzo caso: Carta p con valore soglia e un solo topic “vincente” per recensione

Nella terza applicazione della Carta p è stata reintrodotta la condizione di univocità della prima applicazione congiuntamente all’utilizzo di un valore soglia nella trasformazione binaria operata sulle topic proportions. Anche in questo caso si assegna il valore “1” esclusivamente alla prevalenza del topic più discusso nella recensione e il valore “0” alle rimanenti. Tuttavia, l’introduzione di una soglia minima implica una condizione maggiormente stringente rispetto al primo caso. Infatti, se il topic più discusso di una recensione non supera il valore soglia impostato, la recensione viene scartata e non influisce sulla costruzione della carta. A titolo d’esempio è riportato in figura 3.10 un confronto tra le tre applicazioni della Carta p per il Topic 4 *Charges and fees* utilizzando la frequenza di campionamento trimestrale.





**Figura 3.10:** Applicazione Carta p: confronto grafico dei 3 casi considerati. Carte costruite per il Topic 4 Charges and fees con frequenza di campionamento trimestrale. In figura a) è rappresentato il primo caso, in figura b) il secondo e in figura c) il terzo. Il primo e il terzo caso risultano essere più stringenti nelle condizioni di binarizzazione delle topic proportions rispetto al secondo caso, determinando valori delle linee centrali più bassi. Il topic in esame mostra un andamento stazionario costante in tutte le casistiche.

Tra le tre casistiche di applicazione della Carta p considerate è da preferire la seconda. Infatti, la seconda applicazione (figura 3.10b) è in grado di individuare, tramite l'introduzione di un adeguato valore soglia, esclusivamente i topics effettivamente discussi all'interno delle recensioni. Inoltre, permette di considerare uno o più topics come discussi all'interno di una stessa recensione. Al contrario, la prima applicazione (figura 3.10a) risulta essere sia troppo stringente dal lato topics, dato che considera solamente un solo topic "vincente" per recensione, sia troppo permissiva dal lato

recensioni, poiché considera anche le recensioni “confuse” per via dell’assenza del valore soglia. La terza applicazione (figura 3.10c), rispetto la seconda applicazione, risulta essere troppo stringente dal lato topics, dato che impone il riconoscimento di un solo topic come discusso all’interno di una recensione.

### 3.3.3. Confronto tra le Carte $\bar{X}$ -S e la Carta p

Le Carte  $\bar{X}$ -S e la Carta p differiscono innanzitutto per la categoria di Carta di Controllo a cui appartengono. In particolare, le Carte  $\bar{X}$ -S appartengono alla famiglia delle carte per variabili, mentre la Carta p appartiene alla famiglia delle carte per attributi. Questa differenza incide sul trattamento delle topic proportions. Infatti, per le Carte  $\bar{X}$ -S si possono direttamente utilizzare gli output generati dall’algoritmo STM e considerare quindi le  $\vartheta_{i,j,k}$  come variabili. Al contrario, non è possibile utilizzare direttamente gli output dell’algoritmo STM per la Carta p, poiché sono richiesti dalla definizione della carta dati campionari espressi tramite un numero finito di stati. Pertanto, la trasformazione delle prevalenze dei topics in valori binari è necessaria per la costruzione di una carta per attributi. Tuttavia, le trasformazioni binarie operate introducono elementi di criticità, poiché esse comportano un’alterazione delle topic proportions per via di scelte arbitrarie nell’introduzione di una soglia e nei criteri di binarizzazione.

La seconda grande differenza risiede nel fatto che le Carte p sono più “stringenti” rispetto le carte per variabili. In altre parole, nelle Carte p ogni topic è mutamente esclusivo all’interno di una recensione, al contrario nelle Carte  $\bar{X}$ -S ogni topic è presente in ogni recensione. Nella seconda applicazione della Carta p la mutua esclusività viene meno ma comunque il numero di topic “vincenti” rimane tuttavia limitato. La conseguenza di questa differenza è che per la costruzione della Carte  $\bar{X}$ -S si hanno a disposizione un numero maggiore di topic proportions rispetto alla Carta p. Infatti, i topics riconosciuti come meno discussi dall’algoritmo STM, in generale, tendono ad avere un numero di osservazioni esiguo nella Carta p.

Infine, sia le Carte  $\bar{X}$ -S che la Carta p non sono gli strumenti adatti al monitoraggio in linea di topic caratterizzati da un marcato andamento stazionario

non costante. Per l'analisi di tali topics è stata utilizzata un'ulteriore Carta di Controllo: la Regression Control Chart.

### 3.3.4. Applicazione Regression Control Chart

Per ovviare alla scarsa capacità delle carte precedenti nel monitorare i topic che mostrano un andamento stazionario non costante si è ricorso all'uso di specifiche Carte di Controllo denominate "Regression Control Charts". Queste carte sono in grado, per via della loro particolare costruzione, di monitorare efficacemente gli andamenti che mostrano un comportamento crescente o decrescente.

Anche in questo caso sono state considerate le stesse tre frequenze di campionamento utilizzate per le carte  $\bar{X}$ -S e p. L'osservazione associata al campione  $i$ -esimo è calcolata nel medesimo modo e di quanto fatto per le osservazioni  $\bar{X}_{i,k}$  della carta  $\bar{X}$ . Osservando l'andamento delle osservazioni campionarie sono stati individuati, tramite un'analisi di regressione, i topics che evidenziano un marcato trend nel loro andamento. L'andamento di tutti i topics è stato analizzato attraverso quattro modelli di regressione: il modello lineare, il modello esponenziale, il modello logaritmico e il modello di potenza. Quindi, la linea centrale è stata approssimata al modello di regressione che meglio si adatta all'andamento delle osservazioni.

MODELLO DI REGRESSIONE LINEARE	
$Y_i = a * x_i + b$	dove: $a$ = pendenza della retta che approssima l'andamento delle osservazioni $b$ = intercetta della retta

MODELLO DI REGRESSIONE ESPONENZIALE	
$Y_i = b * e^{a * x_i}$	dove: $a$ = pendenza della funzione esponenziale $b$ = intercetta della funzione esponenziale

MODELLO DI REGRESSIONE LOGARITMICO	
$Y_i = a * \ln(x_i) + b$	dove: $a$ = pendenza della funzione logaritmica $b$ = intercetta della funzione logaritmica

MODELLO DI REGRESSIONE DI POTENZA	
$Y_i = b * x_i^a$	dove: $a =$ pendenza della funzione di potenza $b =$ intercetta della funzione di potenza

**Tabella 3.8:** Modelli di regressione utilizzati:  $Y_i$  è la variabile dipendente,  $x_i$  è la variabile indipendente e  $a$  e  $b$  sono i parametri dei modelli. Nel caso di studio: la variabile dipendente è rappresentata dalle osservazioni campionarie  $\bar{X}_{i,k}$ , mentre la variabile indipendente dai campioni.

Per ogni topic e per ogni modello di regressione utilizzato è stato calcolato il coefficiente di determinazione  $R^2$ , il quale misura la frazione della varianza della variabile dipendente espressa dalla regressione:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^m (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (3.3.13)$$

Il valore di  $R^2$  varia tra 0 ed 1 e più è elevato il suo valore più il modello di regressione spiega i dati. Pertanto, più è grande il valore di  $R^2$  più la retta (o curva)  $Y$  si adatta maggiormente alle osservazioni  $\bar{X}_{i,k}$ . Il monitoraggio dei topics che mostrano un valore di  $R^2$  maggiore di 0,8 in almeno uno dei modelli di regressione utilizzati è effettuato tramite la Regression Control Chart. Si è deciso di utilizzare un valore soglia di  $R^2$  pari allo 0,8, poiché consente di distinguere i topics dall'andamento stazionario non costante da quelli dall'andamento stazionario costante. Nel caso in esame, la variabile dipendente ( $Y_i$ ) è rappresentata dalle osservazioni campionarie ( $\bar{X}_{i,k}$ ), calcolate facendo riferimento alla formula (3.3.1). La variabile indipendente ( $x_i$ ) invece è rappresentata dai campioni ( $i$ ), mentre la linea centrale assume, al campione  $i$ -esimo, il valore dell'osservazione stimata tramite il modello di regressione ( $\hat{Y}_i$ ) relativa al campione  $i$ -esimo.

A titolo d'esempio, nelle tabelle 3.9 e 3.10 si riportano i passi per la costruzione della Regression Control Chart con frequenza di campionamento semestrale per il Topic 18 *Customer service courtesy*. In seguito al calcolo dei valori campionari, si determinano i parametri dei modelli di regressione riportati in tabella 3.8.

CAMPIONE (i)	VARIABILE INDIPENDENTE $x_i$ (cumulata numero campioni)	VARIABILE DIPENDENTE $Y_i$ (osservazioni $\bar{X}_{i,18}$ )	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})(Y_i - \bar{Y})$
S1 2006	1	0,0182	182,25	0,8237
S2 2006	2	0,0116	156,25	0,8452
S1 2007	3	0,0289	132,25	0,5778
S2 2007	4	0,0237	110,25	0,5822
S1 2008	5	0,0420	90,25	0,3534
S2 2008	6	0,0590	72,25	0,1717
S1 2009	7	0,0392	56,25	0,2995
S2 2009	8	0,0494	42,25	0,1936
S1 2010	9	0,0633	30,25	0,0875
S2 2010	10	0,0487	20,25	0,1370
S1 2011	11	0,0447	12,25	0,1207
S2 2011	12	0,0594	6,25	0,0494
S1 2012	13	0,0738	2,25	0,0080
S2 2012	14	0,0696	0,25	0,0047
S1 2013	15	0,0741	0,25	-0,0025
S2 2013	16	0,0824	2,25	0,0048
S1 2014	17	0,1036	6,25	0,0610
S2 2014	18	0,1063	12,25	0,0948
S1 2015	19	0,1019	20,25	0,1021
S2 2015	20	0,1077	30,25	0,1568
S1 2016	21	0,1286	42,25	0,3212
S2 2016	22	0,1300	56,25	0,3814
S1 2017	23	0,1233	72,25	0,3747
S2 2017	24	0,1402	90,25	0,5797
S1 2018	25	0,1176	110,25	0,4036
S2 2018	26	0,1402	132,25	0,7015
S1 2019	27	0,1202	156,25	0,5121
S2 2019	28	0,1096	182,25	0,4112
	$\bar{x} = 14,5$	$\bar{Y} = 0,0792$	$\Sigma = 1827$	$\Sigma = 8,3581$

**Tabella 3.9:** Valori per la costruzione della Regression Control Chart con periodo semestrale per il Topic 18 Customer service courtesy.

In riferimento al modello di regressione lineare, si calcolano i parametri secondo le formule (3.1.18) e (3.1.19):

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2} = \frac{8,3581}{1827} = 0,0045$$

$$b_0 = \bar{Y} - b_1 \bar{x} = 0,0792 - 0,0045 * 14,5 = 0,0129$$

Successivamente, si calcolano le osservazioni stimate ( $\hat{Y}_i$ ), la cui successione compone la linea centrale della carta. A titolo d'esempio, si riporta il calcolo del valore assunto dalla linea centrale, in relazione ai campioni S1 2006 e S2 2006, ossia per i primi due campioni a disposizione. Nel calcolo si è fatto affidamento alla formula (3.1.17):

$$CL_1 = \hat{Y}_1 = b_0 + b_1x_1 = 0,0129 + 0,0045 * 1 = 0,0174$$

$$CL_2 = \hat{Y}_2 = b_0 + b_1x_2 = 0,0129 + 0,0045 * 2 = 0,0220$$

CAMPIONE (i)	VARIABILE DIPENDENTE $Y_i$ (osservazioni $\bar{X}_{i,18}$ )	$\hat{Y}_i$	$(\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$	$(Y_i - \bar{Y})^2$
S1 2006	0,0182	0,0174	0,0038	0,0037
S2 2006	0,0116	0,0220	0,0032	0,0045
S1 2007	0,0289	0,0266	0,0027	0,0025
S2 2007	0,0237	0,0311	0,0023	0,0030
S1 2008	0,0420	0,0357	0,0018	0,0013
S2 2008	0,0590	0,0403	0,0015	0,0004
S1 2009	0,0392	0,0449	0,0011	0,0015
S2 2009	0,0494	0,0494	0,0008	0,0008
S1 2010	0,0633	0,0540	0,0006	0,0002
S2 2010	0,0487	0,0586	0,0004	0,0009
S1 2011	0,0447	0,0632	0,0002	0,0011
S2 2011	0,0594	0,0677	0,0001	0,0003
S1 2012	0,0738	0,0723	4,71E-05	2,9E-05
S2 2012	0,0696	0,0769	5,23E-06	9,21E-05
S1 2013	0,0741	0,0815	5,23E-06	2,62E-05
S2 2013	0,0824	0,0860	4,71E-05	1,04E-05
S1 2014	0,1036	0,0906	0,0001	0,0005
S2 2014	0,1063	0,0952	0,0002	0,0007
S1 2015	0,1019	0,0998	0,0004	0,0005
S2 2015	0,1077	0,1043	0,0006	0,0008
S1 2016	0,1286	0,1089	0,0008	0,0024
S2 2016	0,1300	0,1135	0,0011	0,0025
S1 2017	0,1233	0,1181	0,0015	0,0019
S2 2017	0,1402	0,1226	0,0018	0,0037
S1 2018	0,1176	0,1272	0,0023	0,0014
S2 2018	0,1402	0,131837	0,002768	0,003722
S1 2019	0,1202	0,136412	0,00327	0,001679
S2 2019	0,1096	0,140986	0,003814	0,000928
	<b><math>\bar{Y} = 0,0792</math></b>		<b><math>\Sigma = 0,0382</math></b>	<b><math>\Sigma = 0,0422</math></b>

**Tabella 3.10:** Valori per il calcolo del coefficiente di determinazione ( $R^2$ ) del modello di regressione lineare, applicato ai valori campionari semestrali del Topic 18 Customer service courtesy.

Quindi, si calcola il valore di  $R^2$  per valutare quanto bene il modello di regressione lineare si adatta ai valori campionari:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^m (Y_i - \bar{Y})^2} = \frac{0,0382}{0,0422} = 0,9051$$

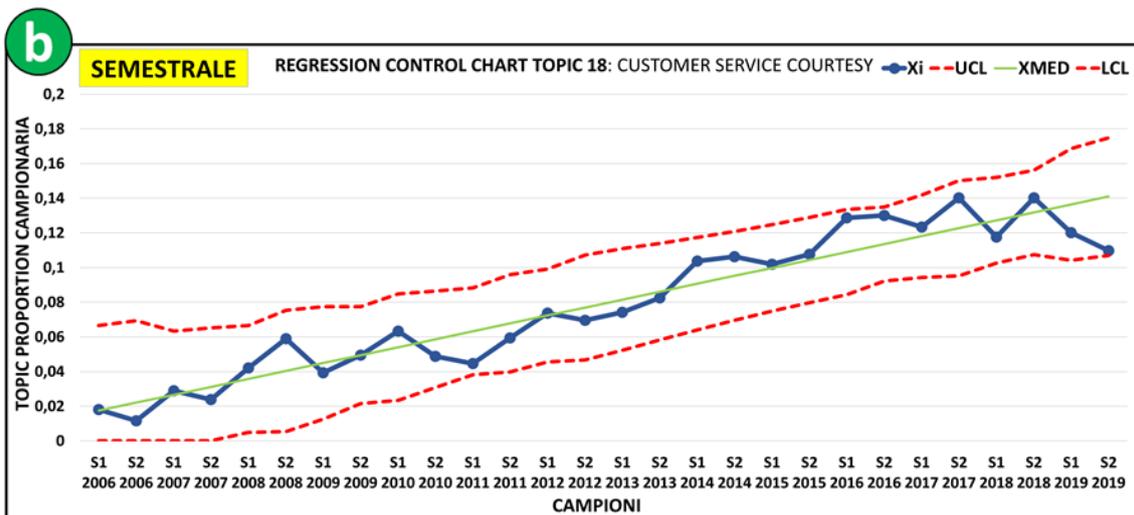
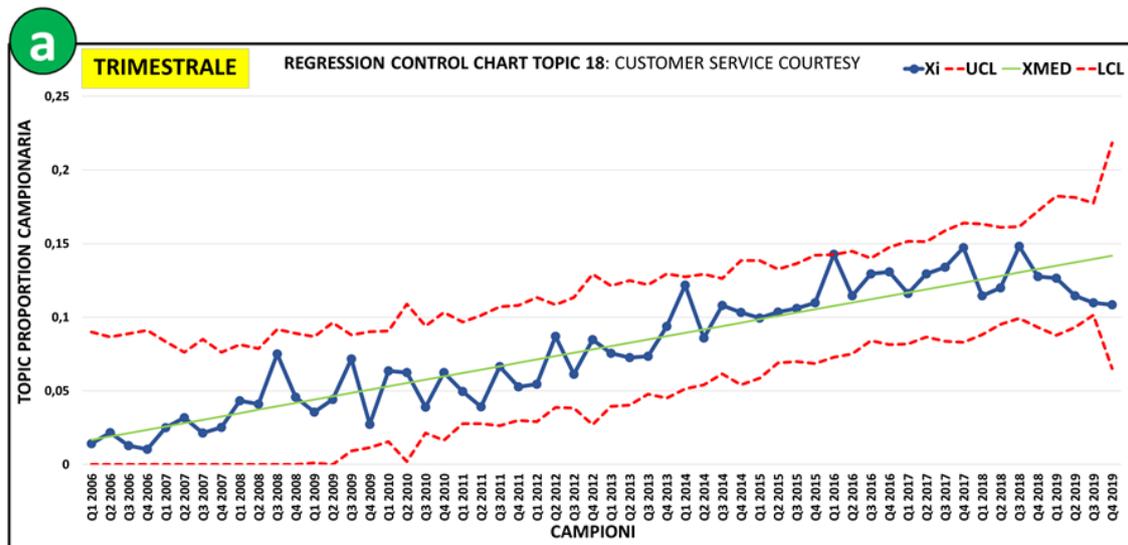
Avvalendosi dell'utilizzo di apposite funzioni in Microsoft Excel, il calcolo del coefficiente di determinazione  $R^2$  è stato ripetuto anche per gli altri modelli di regressione esponenziale, logaritmico e di potenza.

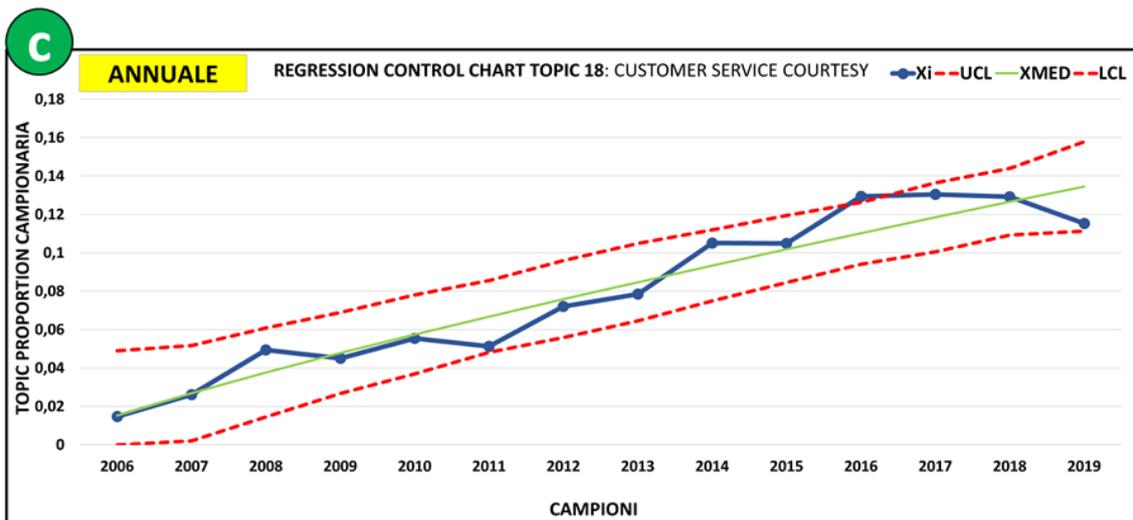
R2 MODELLO LINEARE	R2 MODELLO ESPONENZIALE	R2 MODELLO LOGARITMICO	R2 MODELLO DI POTENZA
0,9051	0,8283	0,7924	0,8972

**Tabella 3.11:** Valore del coefficiente di determinazione ( $R^2$ ) in base al modello di regressione utilizzato per approssimare le osservazioni del Topic 18 Customer service courtesy.

Nel caso del Topic 18 *Customer service courtesy*, il modello che approssima meglio il comportamento delle osservazioni campionarie è il modello lineare. Infatti, questo è il modello a cui è associato il valore di  $R^2$  più elevato. Essendo il valore  $R^2$  del modello lineare superiore al valore soglia di 0,8, il monitoraggio delle topic proportions del Topic 8 è effettuato tramite la Regression Control Chart. I limiti controllo sono costruiti sia nella versione proposta da Mandel, formule (3.1.20) e (3.1.21), sia nella versione definita successivamente, formule (3.1.23) e (3.1.24). Nel calcolo dei limiti di Mandel, la deviazione standard della variabile dipendente ( $\sigma_y$ ) è stata approssimata al valore dello scarto tipo della variabile dipendente ( $\bar{S}$ ), definito dalle formule (3.1.2) e (3.1.4).

La figura 3.11 riporta un esempio dell'applicazione del metodo Regression Control Chart per il Topic 18 *Customer service courtesy* per tutti i periodi di campionamento considerati. Nella figura 3.11 i limiti di controllo sono stati costruiti secondo le formule (3.1.23) e (3.1.24), e sono rappresentati dalle linee tratteggiate di colore rosso. La linea centrale è in verde mentre le osservazioni campionarie, rappresentate da pallini, sono collegate dalla linea in blu.

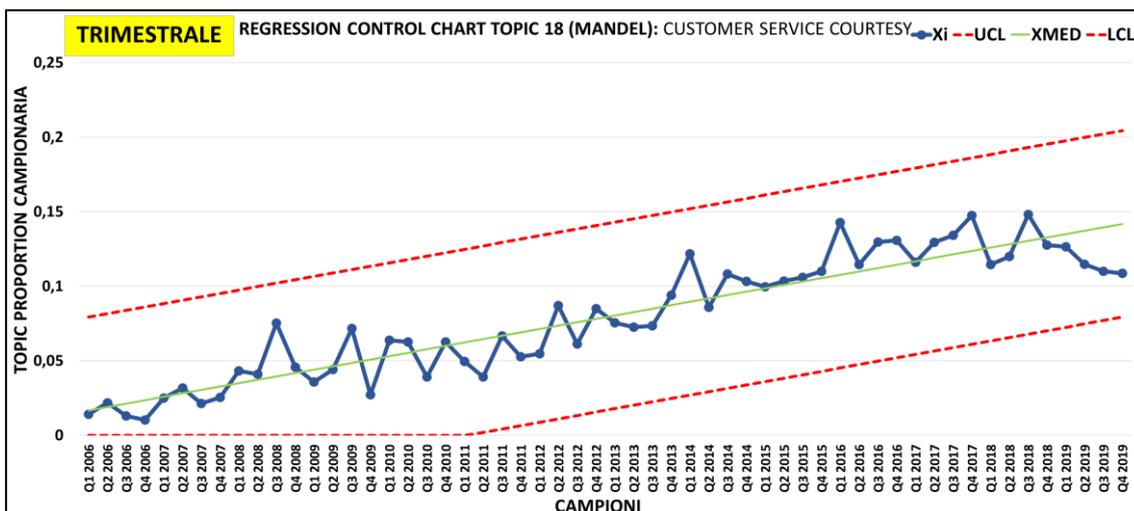




**Figura 3.11:** Applicazione Regression Control Chart per il Topic 18 Customer service courtesy, il quale mostra un comportamento stazionario non costante. Carte costruite con limiti dipendenti dalla numerosità campionaria. In figura a) è raffigurata l'applicazione con periodo di campionamento trimestrale: non emergono punti di fuori controllo. In figura b) è riprodotta l'applicazione con periodo di campionamento semestrale: non emergono punti di fuori controllo. In figura c) è rappresentata l'applicazione con periodo di campionamento annuale: vi è un punto di fuori controllo in corrispondenza del campione 2016. Il modello di regressione lineare è utilizzato nelle figure a) e b), mentre nella figura c) è adottato il modello di regressione di potenza. La linea centrale di tutte e tre le figure segue l'andamento crescente delle osservazioni campionarie. Il profilo temporale delle osservazioni è sempre meno dinamico passando dalla figura a) alla figura c).

Anche in questo caso valgono le osservazioni di carattere generale fatte per gli altri tipi di carte utilizzate. In particolare, l'utilizzo di un periodo di campionamento annuale attenua la dinamicità delle osservazioni, pertanto si consiglia, qualora possibile, l'utilizzo di un periodo di campionamento semestrale o trimestrale, al fine di individuare eventuali brevi e improvvise oscillazioni nelle osservazioni che potrebbero non risultare evidenti nella carta annuale. Da notare che il modello di regressione che meglio si adatta ai dati a disposizione può cambiare scegliendo diversi periodi di campionamento. Infatti, per il Topic 18 *Customer service courtesy* il modello di regressione lineare è quello che meglio si adatta alle osservazioni per quanto riguarda la carta trimestrale e semestrale, al contrario il modello di potenza si rivela essere il più adatto sulla carta annuale.

La figura 3.12 riporta il grafico della carta trimestrale per il Topic 18, nel quale i limiti di controllo sono stati costruiti secondo le formule consigliate da Mandel.



**Figura 3.12:** Applicazione Regression Control Chart per il Topic 18 Customer service courtesy: limiti costruiti secondo la proposta di Mandel. I limiti di controllo non dipendono dalla numerosità campionaria e risultano essere meno stringenti rispetto a quelli in figura 3.11a. Carta con campioni definiti ogni tre mesi.

Dal confronto tra le carte costruite con le formule per i limiti di controllo suggeriti da Mandel, in figura 3.12, e quelli proposti successivamente dalla letteratura, in figura 3.11, emergono sostanziali differenze. Infatti, i limiti di controllo di Mandel sono costruiti basandosi esclusivamente sulla distanza dalla linea centrale, senza considerare la numerosità dei campioni. I limiti di controllo pertanto risultano avere, per valori superiori allo 0, esattamente lo stesso profilo della linea centrale. Al contrario le successive rielaborazioni prevedono la costruzione di limiti di controllo che tengano conto anche della numerosità campionaria. Pertanto, questa seconda versione dei limiti di controllo comporta profili che variano di periodo in periodo, in base al valore della linea centrale e della numerosità dei campioni. In generale, i limiti proposti da Mandel risultano essere meno stringenti. Nel caso in esame, essendo la numerosità campionaria diversa da campione a campione, indipendentemente dal periodo di campionamento, sembrerebbe opportuno costruire i limiti di controllo nella versione dipendente dalla numerosità campionaria stessa. In Allegato 6 sono riportati i grafici dell'applicazione della Regression Control Chart con frequenza di campionamento trimestrale per tutti i topics che mostrano un comportamento stazionario non costante, proponendo sia la versione dei limiti di controllo dipendente dalla numerosità campionaria sia la versione di Mandel. In Allegato 7 e

8 vi è l'applicazione della Regression Control Chart con frequenza di campionamento semestrale e annuale, con limiti di controllo dipendenti dalla numerosità campionaria.

### **3.3.5. Applicazione Carte a media mobile**

In merito al monitoraggio temporale delle topic proportions sono state utilizzate anche le Carte di Controllo a media mobile, quali la Carta di Controllo a media mobile uniforme UWMA e la Carta di Controllo a media mobile esponenziale EWMA. Le Carte di Controllo a media mobile prevedono una trasformazione delle osservazioni campionarie calcolate per la Carta  $\bar{X}$ . L'ipotesi di base è che ogni osservazione è legata in vario modo alle precedenti osservazioni o a un sottogruppo di esse. Pertanto, le osservazioni vengono rappresentate graficamente come una media mobile o meglio come il risultato del legame esistente tra una osservazione e le sue precedenti.

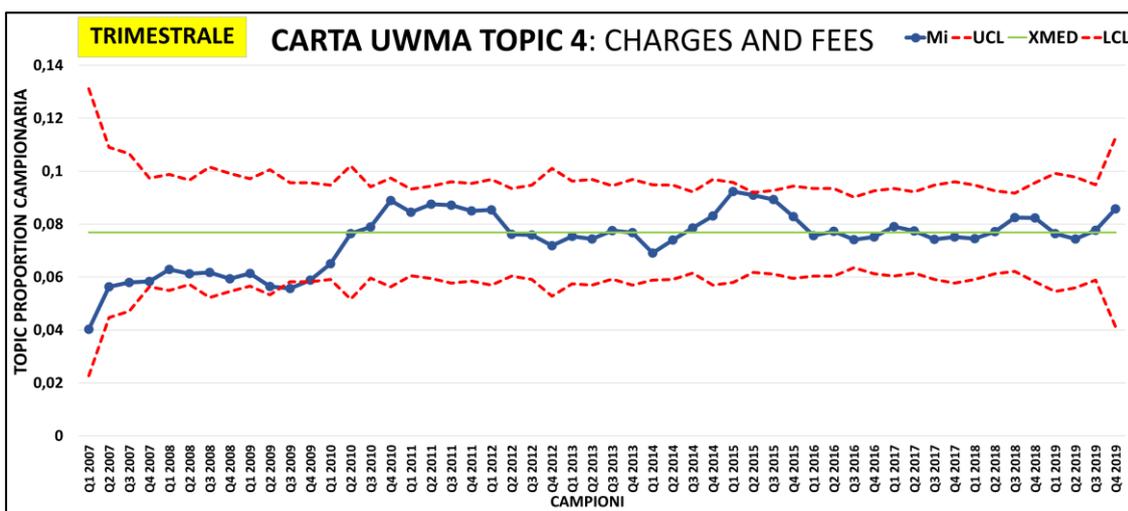
- **Applicazione Carta di Controllo a media mobile uniforme UWMA**

La Carta a media mobile uniforme UWMA è stata costruita utilizzando sottogruppi di numerosità pari a 4 ( $w=4$ ). La scelta della numerosità dei sottogruppi è stata spinta dal fatto di voler legare le prevalenze medie di quattro trimestri consecutivi, ossia di un anno. A partire dalle prevalenze generate dall'algoritmo STM per ogni recensione e per ogni topics è stata calcolata la prevalenza media dei topics all'interno dei campioni secondo la formula (3.3.1). In maniera iterativa la prevalenza media un campione è stata legata alle prevalenze medie dei 4 campioni precedenti. Quindi, è stata calcolata la prevalenza media per ogni sottogruppo ( $M_{i,k}$ ) secondo la formula (3.1.29). Si noti che il valore di  $w$  è inferiore a quello predefinito per i primi sottogruppi per mancanza di osservazioni precedenti di numerosità sufficiente al calcolo, vedasi formule da (3.1.30) a (3.1.32). A titolo d'esempio, in tabella 3.12 si riportano i valori ottenuti per i primi cinque sottogruppi per il Topic 4 *Charges and fees*, considerando una frequenza di campionamento trimestrale.

CAMPIONE (i)	$\bar{X}_{i,4}$	w	$M_i$
Q1 2006	0,0420	1	$M_1 = \frac{\bar{X}_{1,4}}{1} = 0,0420$
Q2 2006	0,0334	2	$M_2 = \frac{\bar{X}_{2,4} + \bar{X}_{1,4}}{2} = 0,0377$
Q3 2006	0,0458	3	$M_3 = \frac{\bar{X}_{3,4} + \bar{X}_{2,4} + \bar{X}_{1,4}}{3} = 0,0404$
Q4 2006	0,0375	4	$M_4 = \frac{\bar{X}_{4,4} + \bar{X}_{3,4} + \bar{X}_{2,4} + \bar{X}_{1,4}}{4} = 0,0397$
Q1 2007	0,0403	4	$M_5 = \frac{\bar{X}_{5,4} + \bar{X}_{4,4} + \bar{X}_{3,4} + \bar{X}_{2,4}}{4} = 0,0393$

**Tabella 3.12:** Esempio di costruzione dei valori di prevalenza media per ogni sottogruppo  $M_{i,k}$  per il Topic 4 Charges and fees.

La linea centrale e i limiti di controllo sono stati calcolati in accordo con le formule (3.1.33), (3.1.34) e (3.1.35). Nel grafico in figura 3.13 è mostrato il risultato della costruzione della carta UWMA per il Topic 4 Charges and fees considerando la frequenza di campionamento trimestrale. In particolare, ogni tre mesi viene definito un nuovo campione, il cui valore ( $M_{i,k}$ ) è definito come le media delle prevalenze del topic nei quattro trimestri precedenti. Con le linee tratteggiate sono raffigurati i limiti di controllo, la linea continua rappresenta la linea centrale mentre la linea spezzata rappresenta le osservazioni dei sottogruppi  $M_{i,4}$ .



**Figura 3.13:** Applicazione Carta UWMA al Topic 4 Charges and fees. L'andamento delle osservazioni campionarie risulta più "schiacciato" sulla linea centrale rispetto alle Carte  $\bar{X}$ -S. Le prime tredici osservazioni risultano essere punti di fuori controllo secondo le "Western Electric Rules", essendo tutte consecutive e al di sotto della linea centrale.

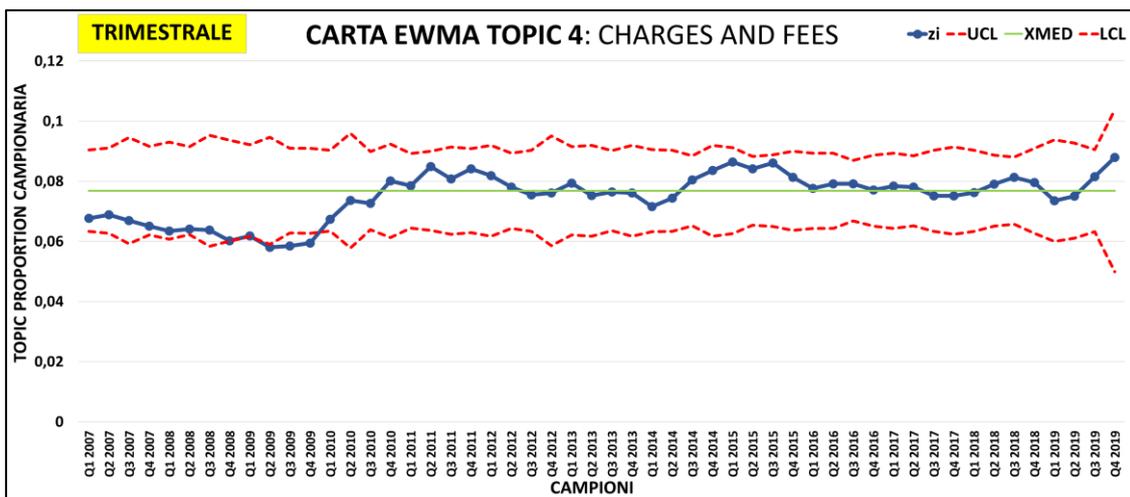
- **Applicazione Carta di Controllo a media mobile esponenziale EWMA**

La Carta di controllo a media mobile esponenziale EWMA conferisce un peso maggiore alle ultime osservazioni. In particolare, ogni osservazione campionaria calcolata per la carta  $\bar{X}$  viene legata alla precedente in base alla seguente relazione:

$$Z_i = \lambda \bar{X}_{i,k} + (1 - \lambda)Z_{i-1} \quad (3.3.14)$$

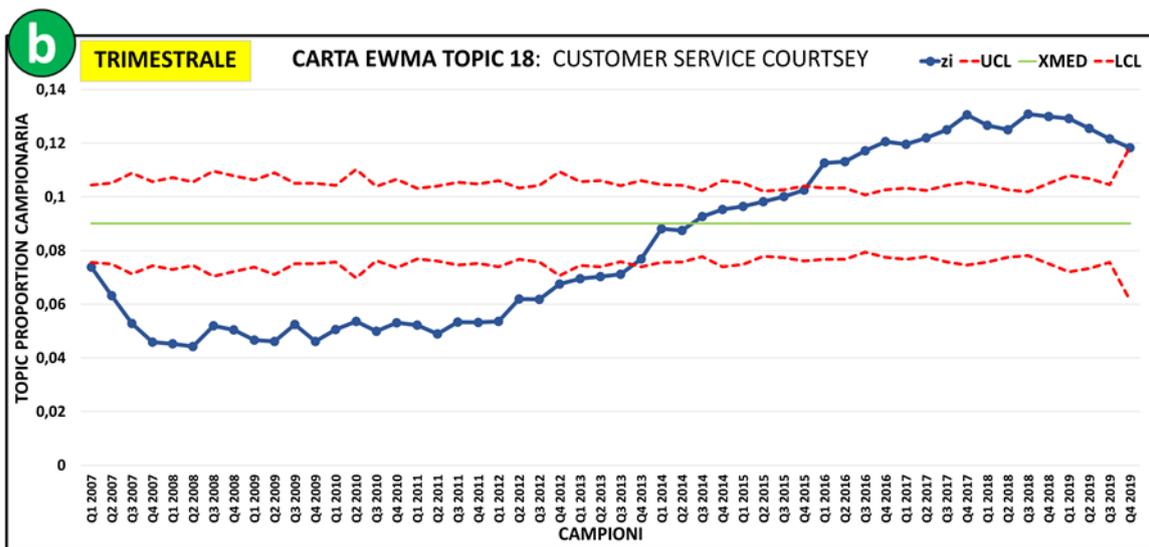
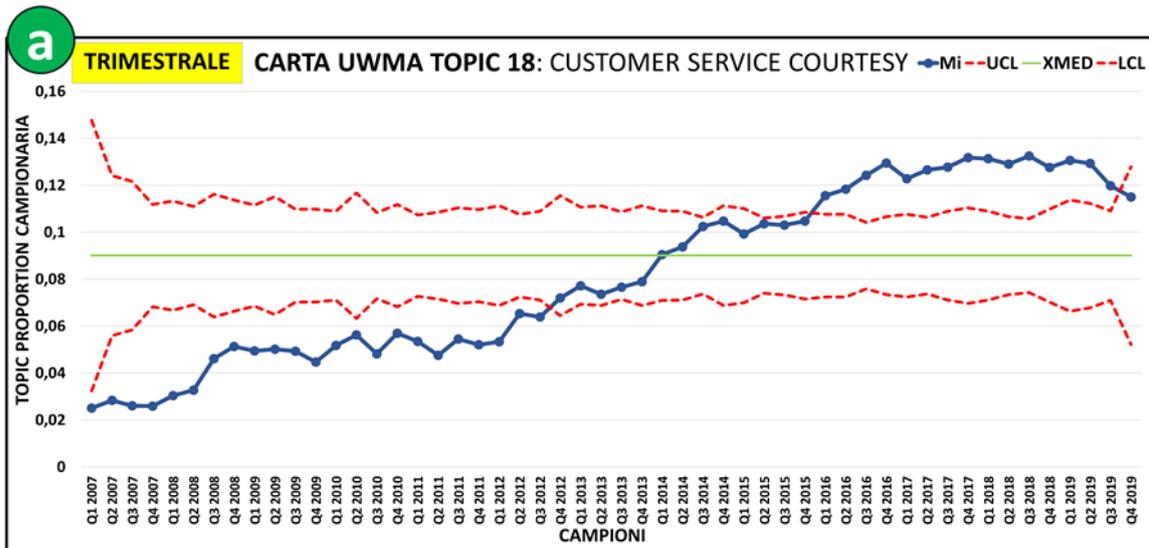
Si definisce quindi il nuovo valore campionario  $Z_i$ , il quale è legato sia all'osservazione campionaria ( $\bar{X}_{i,k}$ ), sia al risultato dell'applicazione della formula sopraesposta alle precedenti osservazioni ( $Z_{i-1}$ ). La Carta EWMA risulta essere una media ponderata a pesi decrescenti secondo una progressione geometrica dell'osservazione corrente e di quelle passate. Rivolgendo uno sguardo alla letteratura, Montgomery (2009) consiglia valori della costante di smorzamento  $\lambda$  appartenenti all'intervallo [0,05; 0,25]. Ashton e Evangelopoulos (2012, 2013, 2015) utilizzano nei loro lavori un valore di 0,25. Nel caso in esame, in accordo con la letteratura, è stato utilizzato un valore della costante di smorzamento  $\lambda$  pari a 0,25.

Per la costruzione della carta si è fatto ricorso alle formule (3.1.38), (3.1.39) e (3.1.40), considerando per la definizione dei limiti di controllo un valore di  $\alpha$  pari a 0,0027 e quindi una distanza dei limiti di controllo dalla linea centrale  $L$  uguale a 3. In figura 3.14 si riporta il grafico dell'applicazione della Carta EWMA per il Topic 4 *Charges and fees*, considerando campioni trimestrali.



**Figura 3.14:** Applicazione Carta EWMA al Topic 4 Charges and fees. L'andamento delle osservazioni campionario risulta più "schiacciato" sulla linea centrale rispetto alle Carte UWMA. Le prime sedici osservazioni risultano essere punti di fuori controllo secondo le "Western Electric Rules", essendo tutte consecutive e al di sotto della linea centrale.

Nelle Carte UWMA le osservazioni all'intero del sottogruppo sono pesate allo stesso modo e nel caso in cui si verificasse un cambiamento nella media del processo, la carta lo potrebbe rilevare con ritardo, essendo le osservazioni precedenti in controllo. Invece, nella Carta EWMA si assegna maggior peso alle ultime osservazioni, al fine di ridurre il ritardo nel rilevamento dello spostamento. Si preferisce l'uso della Carta EWMA quando si monitorano singoli campioni e non sottogruppi di essi. Riguardo la scelta del periodo di campionamento per le Carte a media mobile valgono le stesse osservazioni fatte per le Carte  $\bar{X}$ -S. Inoltre, anche le Carte UWMA e EWMA non si rivelano adatte al monitoraggio di topics stazionari non costanti. Le Carte a media mobile, così come le Carte  $\bar{X}$ -S e la Carta p, partono dal presupposto che i parametri osservati, in assenza di cause assegnabili, manifestano un comportamento stazionario costante, essendo la condizione di stazionarietà costante il modo naturale di comportarsi di un processo in assenza di cause assegnabili. In figura 3.15 è riportato, a titolo d'esempio, la costruzione delle Carte UWMA e EWMA per il Topic 18 *Customer service courtesy*, il quale è caratterizzato da un andamento stazionario non costante.



**Figura 3.15:** Applicazione delle Carte a media mobile per il topic 18 Customer service courtesy, il quale evidenzia condizioni di stazionarietà non costante. In figura a) è rappresentata l'applicazione della Carta UWMA: vi sono numerosi punti di fuori controllo. In figura b) è raffigurata l'applicazione della Carta EWMA: vi sono numerosi punti di fuori controllo. Emerge che entrambe le carte non risultano adatte monitorare il profilo non stazionario costante delle osservazioni.

### 3.4. Classificazione dei topics

Alla luce dei risultati ottenuti applicando le Carte di Controllo emerge che non tutti i topics mostrano il medesimo tipo di andamento temporale. Infatti, è possibile distinguere i topics in due categorie: i topics che mostrano un andamento stazionario costante e quelli caratterizzati da un comportamento stazionario non costante. Per la prima categoria, le Carte di Controllo che meglio si prestano al monitoraggio sono: le Carte  $\bar{X}$ -S, la Carta p e le Carte a media mobile. Invece, per i topic appartenenti alla seconda categoria sembrerebbe più opportuno l'uso della Regression Control Chart. Inoltre, è possibile operare un'ulteriore divisione per i topics che mostrano una tendenza nel loro comportamento temporale. Infatti, essi possono essere suddivisi tra i topics caratterizzati da un andamento crescente e quelli caratterizzati da uno decrescente. Questi topics possono essere ulteriore distinti in base al modello di regressione che meglio si adatta alle loro osservazioni.

La classificazione dei topic del caso di studio in base al loro andamento è mostrata nelle tabelle 3.13 e 3.14.

TOPIC CON STAZIONARIETÀ COSTANTE	
Topic 1: <i>Customer service (physical office)</i>	Topic 8: <i>Car condition</i>
Topic 2: <i>Accident and management</i>	Topic 10: <i>Use rates</i>
Topic 3: <i>Registration process</i>	Topic 11: <i>Car proximity</i>
Topic 4: <i>Charges and fees</i>	Topic 12: <i>Car availability</i>
Topic 5: <i>Parking areas</i>	Topic 13: <i>Efficacy</i>
Topic 6: <i>App reliability</i>	Topic 17: <i>Car start-up issues</i>
Topic 7: <i>End trip issues</i>	Topic 20: <i>Car reservation</i>

**Tabella 3.13:** Topics con profilo temporale stazionario costante. Per questi topics gli strumenti proposti per il monitoraggio temporale delle loro prevalenze tematiche sono: le Carte  $\bar{X}$ -S, la Carte p e le Carte a media mobile.

TOPICS CON STAZIONARIETÀ NON COSTANTE			
NOME	ANDAMENTO	MODELLO DI REGRESSIONE (CAMPIONI OGNI: 3M/6M/1Y)	POSSIBILE CAUSA
Topic 9: <i>Convenience</i>	Decrescente	Exp/Lin/Lin	N
Topic 14: <i>Sharing benefits</i>	Decrescente	Exp/Exp/Log	N
Topic 15: <i>Customer service responsiveness</i>	Crescente	Exp/Exp/Pot	Q
Topic 16: <i>Intermodal transportation</i>	Decrescente	Exp/Exp/Exp	N
Topic 18: <i>Customer service courtesy</i>	Crescente	Lin/Lin/Pot	Q
Topic 19: <i>Billing and membership</i>	Crescente	Pot/Pot/Pot	Q

**Tabella 3.14:** *Topics con profilo temporale stazionario non costante. Per ognuno di essi è riportato il tipo di andamento e il modello di regressione che meglio si adatta alle osservazioni campionarie in base alla frequenza di campionamento. Le cause della stazionarietà non costante sono state rintracciate nel venire meno della componente di Novità (N) o della componente della Qualità offerta (Q). Lo strumento proposto per monitorare il comportamento temporale delle prevalenze tematiche di questi topics è la Regression Control Chart.*

Il modello di regressione che meglio si presta nel seguire le osservazioni dei topics stazionari non costanti può variare in base alla frequenza di campionamento scelto in fase di costruzione della carta. Inoltre, si possono fare delle osservazioni di carattere generale sulle motivazioni alla base del trend evidenziato in alcuni degli andamenti. In questa ottica, leggendo direttamente le recensioni, due possibili cause dell'andamento stazionario non costante dei topics. Le cause individuate sono: l'elemento di "Novità" e la "Qualità" del PSS, rispettivamente rappresentate con le lettere N e Q nella tabella 3.14.

La prima causa, la "Novità", è indice di quanto il servizio di car sharing incida sulla prospettiva di spostamento urbano degli utenti. È facile ipotizzare che le novità introdotte dal car sharing siano state percepite quasi come una rivoluzione della mobilità nei primi anni di lancio del PSS, incidendo in maniera significativa sugli argomenti più discussi nelle recensioni. È anche ipotizzabile che con il passare degli anni gli elementi che prima rendevano il servizio originale e innovativo siano stati considerati sempre più assodati e ovvi agli occhi dei clienti.

La tendenza decrescente dei Topic 9, 14 e 16 è quindi imputabile al venire meno nel corso del tempo degli elementi di originalità del servizio, nella fattispecie: i vantaggi legati all'uso di un mezzo condiviso e non di proprietà, nel risparmio di carburante nell'utilizzo di macchine ibride e meno inquinanti e nella possibilità di scegliere rapidamente mezzi alternativi a quelli tradizionali.

La seconda causa, la "Qualità", invece indica quanto l'azienda è stata capace di mantenere alto il livello di qualità del PSS nel tempo. L'andamento crescente dei Topic 15, 18, 19 è infatti legato alla scarsa capacità dell'azienda nel rispondere in maniera adeguata alle esigenze dei clienti. Dal confronto tra la storia aziendale di Zipcar e le recensioni raccolte è evidente come nel corso del tempo la notevole espansione societaria, dei ricavi e della flotta non sia andata di pari passo con il mantenimento degli ottimi livelli di qualità offerti nei primi anni. Il venir meno dell'eccellente servizio offerto nei primi anni e dell'attenzione ai clienti ha determinato un aumento nelle recensioni (anche se non positive) degli argomenti legati alla qualità del servizio clienti, alla gestione degli account e dei pagamenti.

### 3.5. Carte del rating

Con l'intento di capire ancora più nel profondo il caso di studio è stato analizzato il rapporto esistente tra due dei metadati a disposizione: il rating delle recensioni e la data di pubblicazione di queste. L'obiettivo di questa ulteriore indagine è di capire come il PSS viene percepito dagli utenti.

Per indagare sulla relazione esistente tra il "di che cosa si discute" e il "come se ne discute" sono state utilizzate le valutazioni che gli utenti stessi hanno accompagnato al testo della recensione. Questa valutazione è indicata nel database sotto il nome di "Rating" e per ogni recensione assume un valore, su una scala ordinale, che può variare dall'1 al 5. È bene sottolineare che, nonostante le operazioni svolte nel seguito di questo lavoro, le valutazioni di questo tipo godono solamente delle proprietà delle scale ordinali, in quanto è possibile affermare che una valutazione di 4 è migliore di una di 2 ma non che la prima sia il doppio della seconda (Franceschini, 2001).

Al fine di ottenere una misura della valutazione dei clienti il più accurata possibile, per ogni periodo campionario è stato calcolato, oltre al valore medio delle valutazioni, anche il relativo range interquartile (o scarto interquartile campionario, IQR). Il range interquartile è un indice di dispersione che permette di osservare l'ampiezza della fascia di valori contenente la metà "centrale" dei valori osservati.

$$\text{IQR} = \text{Terzo quartile} - \text{Primo quartile} \quad (3.5.1)$$

Nel caso di studio, per ogni campione è stata calcolata la media e il range interquartile del rating in base alle valutazioni associate alle recensioni appartenenti al campione. È stata quindi costruita una carta generale del rating mantenendo le stesse frequenze di campionamento utilizzate per la costruzione delle Carte di Controllo. In aggiunta, per le Carte di Controllo p è stata costruita una carta del rating per singoli topics. A titolo d'esempio, in tabella 3.15 si riportano i valori della media del rating e del relativo primo e terzo quartile, ottenuti per il

campione “Q1 2007” (primo trimestre del 2007), in merito alla carta generale del rating costruita per i valori della Carta  $\bar{X}$ -S con frequenza di campionamento trimestrale.

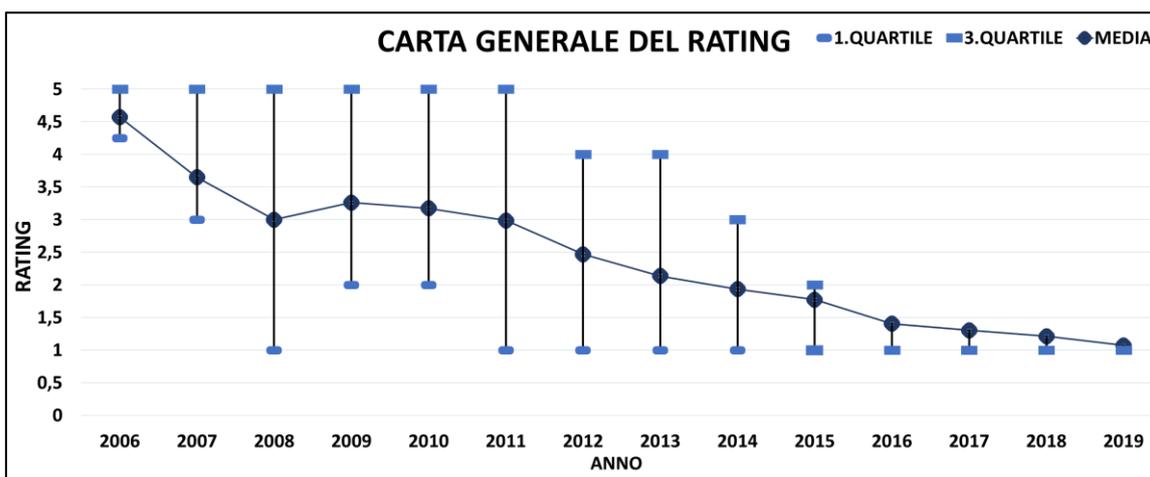
ID REC	DATA	RATING		ID REC	RATING	QUARTILI			
5369	01/01/2007	5	RATING ORDINATO DAL VALORE PIÙ PICCOLO AL PIÙ GRANDE	25	1	INSIEME A	MEDIANA DEL RATING INSIEME A = PRIMO QUARTILE = 4		
5370	01/01/2007	5		27	1				
5371	01/01/2007	5		16	2				
5372	01/01/2007	5		24	2				
5373	01/01/2007	4		5373	4				
5374	01/01/2007	5		17	4				
5375	01/01/2007	5		23	4				
16	01/02/2007	2		5369	5				
17	01/02/2007	4		5370	5				
18	01/02/2007	5		5371	5	MEDIANA RATING INTERO CAMPIONE			
19	01/02/2007	5		5372	5	INSIEME B	MEDIANA DEL RATING INSIEME B = PRIMO QUARTILE = 5		
20	01/02/2007	5		5374	5				
21	01/02/2007	5		5375	5				
22	01/02/2007	5		18	5				
23	01/02/2007	4		19	5				
24	01/03/2007	2		20	5				
25	01/03/2007	1		21	5				
26	01/03/2007	5		22	5				
27	01/03/2007	1		26	5				
					<b>MEDIA RATING</b>	<b>4,1053</b>			

**Tabella 3.15:** Determinazione dei valori della media e del range interquartile del rating per la costruzione della carta generale del rating per le Carte  $\bar{X}$ -S, con frequenza di campionamento trimestrale. Nella tabella di sinistra sono riportati, in ordine cronologico, le recensioni del campione trimestrale Q1 2007 e i relativi valori del rating. Nella tabella di destra, una volta ordinati i valori del rating in modo ascendente, si individua il valore mediano all'interno dell'insieme composto dai valori del rating ordinati. Si individuano l'insieme A (composto da tutti i valori al di sotto del valore mediano del rating calcolato sull'intero campione) e l'insieme B (composto da tutti i valori al di sopra del valore mediano). Quindi, si trovano: il valore medio del rating all'interno del campione (4,1052), il primo quartile del rating (mediana dell'insieme A, 4) e il terzo quartile del campione (mediana dell'insieme B, 5).

L'obiettivo della carta generale è quello di capire come varia nel tempo la valutazione complessiva, mentre l'obiettivo delle carte per singoli topics è quello di individuare eventuali tendenze nell'andamento temporale del rating di specifiche

dimensioni della qualità del servizio in esame. Da evidenziare che, per la costruzione delle carte del rating per singoli topics, la valutazione di una recensione partecipa alla determinazione del rating del campione a cui appartiene esclusivamente se il topic in esame è stato riconosciuto come “vincente”. Riprendendo l’esempio della recensione in tabella 3.7, volendo costruire le carte del rating per singoli topics imponendo una soglia di binarizzazione pari a 0,2, la recensione concorrerebbe alla definizione della carta del rating del solo topic “vincente” al suo interno (Topic 4 *Charges and fees*), essendo la prevalenza tematica di questo l’unica superiore al valore soglia ( $0,4673 > 0,2$ ).

In figura 3.16 sottostante è riportata la carta generale del rating valida per Carte di Controllo con frequenza di campionamento annuale delle Carte:  $\bar{X}$ -S, a media mobile e Regression Control Chart.

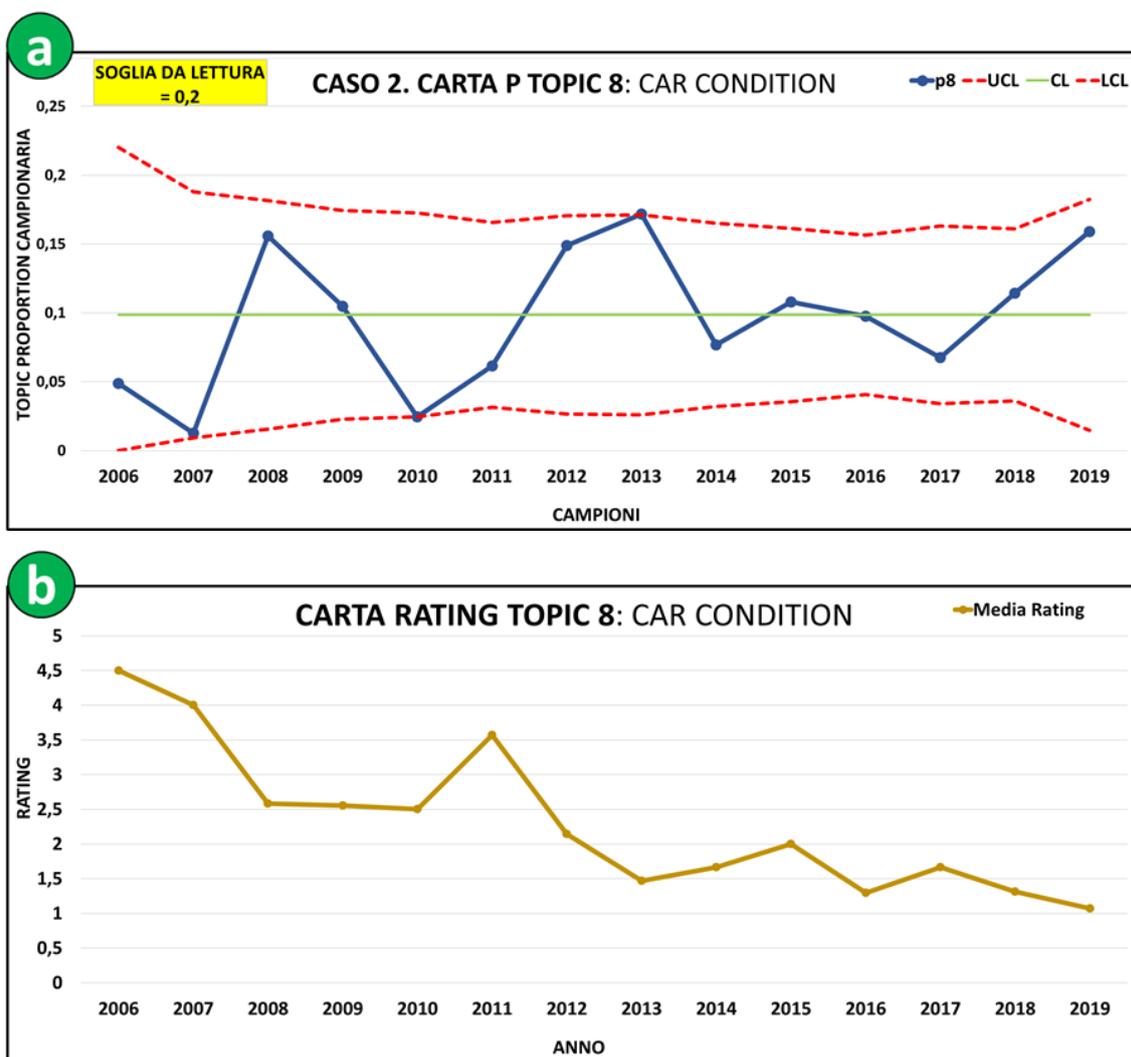


**Figura 3.16:** Carta generale annuale del rating per il database ridotto: Zipcar-Yelp!-USA. Emerge un andamento decrescente del valore medio del rating e una restrizione del range interquartile.

Dall’osservazione della carta emerge chiaro che il rating relativo alle recensioni della combinazione *Zipcar-Yelp!-USA* abbia un andamento discendente nel tempo. Ciò evidenzia una valutazione da parte degli utenti sempre meno positiva nel corso degli anni riguardo i prodotti e servizi offerti da Zipcar. Alla luce di questi risultati e in seguito alla lettura diretta delle recensioni si può affermare che il provider non è riuscito a mantenere elevati, con il passare del tempo, gli ottimi livelli prestazionali del servizio dei primi anni. Ciò conferma le ipotesi fatte precedentemente (si veda sezione 3.4.) in merito alle motivazioni che determinano

un profilo crescente del Topic 15 *Customer service responsiveness*, del Topic 18 *Customer service courtesy* e del Topic 19 *Billing and membership*.

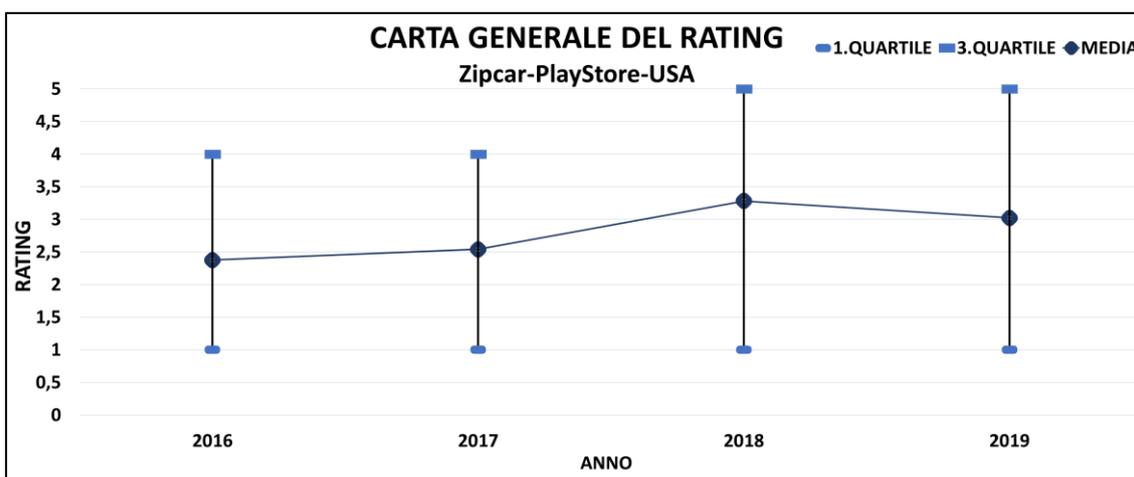
Passando alla carta del rating per singoli topics questa, oltre a dare una prospettiva più mirata del rating, è in grado di facilitare l'individuazione di eventuali criticità non rilevabili utilizzando le sole Carte di Controllo. Nell'esempio di figura 3.17 si riportano la Carta p e la relativa carta del rating per il Topic 8 *Car condition*.



**Figura 3.17:** Carta p annuale e la relativa carta del rating per il Topic 8 *Car condition*. In figura a) è raffigurata la Carta p costruita con un valore soglia di binarizzazione delle prevalenze tematiche pari a 0,2. In figura b) è rappresentata la carta del rating costruita con il rating delle sole recensioni con prevalenza tematica del Topic 8 superiore al valore soglia. Il topic evidenzia un andamento stazionario costante sulla Carta p e nessun elemento di criticità è segnalabile, tuttavia dalla carta del rating emerge un andamento decrescente del rating.

Guardando la Carta di Controllo p, il topic in esame risulta avere un andamento stazionario costante e le sue osservazioni sono contenute all'interno dell'area definita dai limiti di controllo. Tuttavia, la lettura della carta del rating dovrebbe far scattare un campanello d'allarme all'azienda. Infatti, nonostante non ci sia un sostanziale cambiamento nella topic proportion, è possibile osservare sulla carta del rating un importante peggioramento della valutazione. Alle recensioni relative alle condizioni dei veicoli era associato un rating molto elevato nei primi anni in esame, sinonimo probabilmente dell'ottima condizione in cui era mantenuta la flotta di veicoli. Al contrario, nel corso del tempo le condizioni dei veicoli sono peggiorate e ciò ha determinato il trend negativo evidenziato dalla carta del rating. In Allegato 9 sono riportati i risultati della costruzione della carta del rating annuale per tutti i 20 topics individuati dall'algoritmo STM.

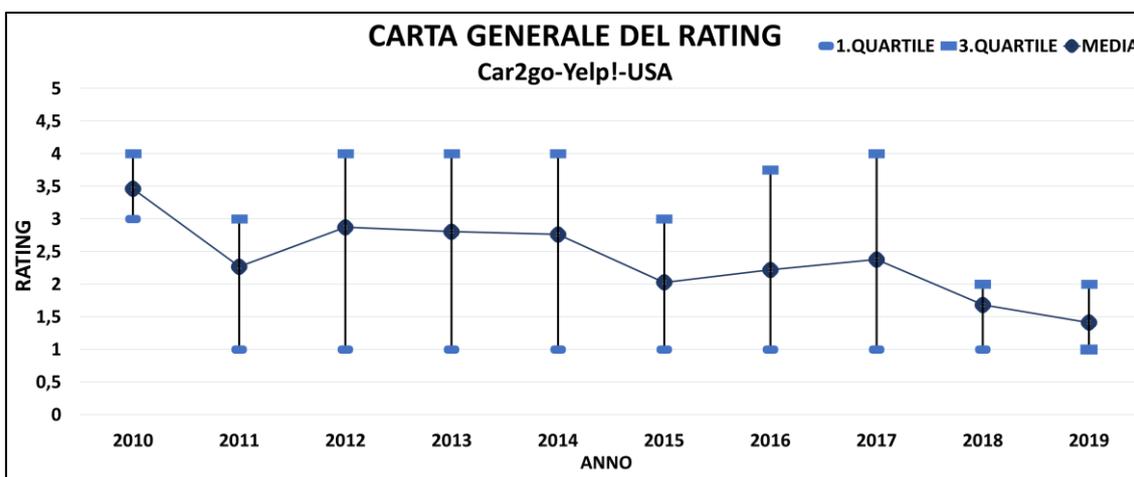
A supporto dei risultati ottenuti sono state condotte ulteriori analisi variando la combinazione *provider-fonte-Paese* nella selezione delle recensioni del database a disposizione. Quindi, è stata costruita la carta generale del rating per la seconda combinazione contenente il più grande numero di recensioni: *Zipcar-Play Store-Usa*, riportata in figura 3.18. In questo caso, per via del limitato numero di recensioni, l'analisi è stata limitata al solo periodo 2016-2019, per il quale si hanno a disposizione un numero di recensioni confrontabile con quello della combinazione *Zipcar-Yelp!-USA*.



**Figura 3.18:** Carta generale annuale del rating per la combinazione di recensioni: *Zipcar-Play Store-USA*. Emerge un andamento leggermente crescente del valore medio del rating e un modesto aumento del range interquartile.

In questo caso, il rating, così come il range interquartile, non è decrescente con il passare degli anni ma sembra essere avere un andamento leggermente crescente. Questa forte discrepanza con i risultati della combinazione *Zipcar-Yelp!-USA*, ottenuta variando la sola fonte di provenienza delle recensioni, è indice di quanto sia importante in fase iniziale una scrematura delle recensioni al fine di ridurre la variabilità contenuta nel database. Da notare che la valutazione del servizio potrebbe essere alterata nel caso della combinazione *Zipcar-Play Store-Usa*, essendo il Play Store un aggregatore esclusivamente di recensioni relative alle applicazioni sviluppate per i cellulari. Pertanto, in questo caso sono da scindere due tipi di oggetto di valutazione diversa da parte del cliente: il servizio offerto dal provider di car sharing e la qualità dell'app mobile del provider.

Un'ulteriore analisi del rating è stata condotta variando il provider del servizio nella composizione della combinazione delle recensioni da analizzare. In particolare, è stata costruita la carta generale del rating anche per la combinazione *Car2go-Yelp!-USA*, la quale risulta essere la combinazione contenente il maggior numero di recensioni se si escludono le recensioni relative a Zipcar. In questo caso l'intervallo temporale d'analisi è limitato al periodo compreso tra il 2010 e il 2019.



**Figura 3.19:** Carta generale annuale del rating per la combinazione di recensioni: *Car2go-Yelp!-USA*. Emerge un andamento decrescente del valore medio del rating.

La figura 3.19 mostra una diminuzione del valore del rating passando dai primi agli ultimi anni. Anche il range interquartile, similmente a quanto avviene in figura 3.16, si riduce negli ultimi anni. Tuttavia, la diminuzione di questi due fattori non è

accentuata come nel caso della combinazione *Zipcar-Yelp!-USA*. I risultati ottenuti dalla costruzione delle carte del rating relative alle combinazioni *Zipcar-Play Store-USA* e *Car2go-Yelp!-USA*, se confrontati con la combinazione principale scelta in questo lavoro, giustificando la scelta di ridurre le analisi esclusivamente alle sole recensioni appartenenti a una determinata combinazione di *provider-fonte-Paese*.

## 4. CAPITOLO IV

### 4.1. Conclusioni

In questo lavoro di tesi è stata effettuata una tassonomia dell'applicazione delle Carte di Controllo alle dimensioni della qualità di un Product-Service System, estratte da un database di User-Generated Contents tramite un algoritmo di topic modeling. A partire da un database 11130 recensioni pubblicate online dai clienti di varie aziende operanti nel settore del car sharing è stato possibile individuare, tramite l'algoritmo Structural Topic Model (STM), i 20 argomenti, o topics, più discussi all'interno del corpus delle recensioni: *Customer service (physical office)*, *Accident and management*, *Registration process*, *Charges and fees*, *Parking areas*, *App reliability*, *End trip issues*, *Car condition*, *Convenience*, *Use rates*, *Car proximity*, *Car availability*, *Efficacy*, *Sharing benefits*, *Customer service responsiveness*, *Intermodal transportation*, *Car start-up issues*, *Customer service courtesy*, *Billing and membership*, *Car reservation*. Questi argomenti rappresentano le dimensioni latenti della qualità del Product-Service System in esame e con l'intento di indagarne la natura, cogliendone la dinamicità e l'evoluzione temporale, è stata valutata la possibilità di utilizzare le Carte di Controllo come strumento per il loro monitoraggio.

Le analisi sono state incentrate su un sottoinsieme del database corrispondente alle 2170 recensioni appartenenti alla combinazione *Zipcar-Yelp!-Usa*, al fine di ridurre al minimo la variabilità interna al database. Le Carte di Controllo sono state utilizzate per monitorare il profilo temporale della prevalenza tematica dei topics all'interno delle recensioni. Sono state condotte prove utilizzando: le Carte per variabili  $\bar{X}$ -S, la Carta per attributi p, la Carte a media mobile uniforme UWMA, la Carta a media mobile esponenziale EWMA e la Regression Control Chart.

Dall'applicazione delle Carte di Controllo emerge chiaramente che non tutti i topics mostrano il medesimo tipo di profilo di andamento temporale. Quindi, è stata effettuata una prima classificazione delle dimensioni della qualità: le dimensioni che mostrano un andamento nel tempo stazionario costante e quelle che invece sono caratterizzate da un profilo temporale stazionario non costante. A vario titolo, le Carte di Controllo rivelate più adatte al monitoraggio dei topics rientranti nella prima categoria sono: le Carte  $\bar{X}$ -S, la Carta p e le Carte a media mobile. Invece, per i topics appartenenti alla seconda categoria sembrerebbe opportuno l'uso della Regression Control Chart. Per i topics con profilo dell'andamento temporale stazionario ma non costante è stato possibile determinare un'ulteriore distinzione in base al tipo di comportamento mostrato da questi. Si distinguono quindi topics dall'andamento crescente o decrescente, caratterizzati da un profilo lineare, esponenziale, logaritmico o di potenza. Dalla lettura diretta delle recensioni è possibile individuare due possibili macro-cause della stazionarietà non costante dei topics: la componente della "Novità" e la componente della "Qualità". L'elemento di "Novità" indica il carattere innovativo del servizio mentre l'elemento di "Qualità" è sinonimo di quanto l'azienda sia stata capace di mantenere alto il livello di qualità offerta nel tempo.

Ulteriori ricerche sono state svolte per far luce sulla relazione esistente tra le dimensioni della qualità, il tempo e le valutazioni contenute nelle recensioni. Emerge che l'utilizzo delle Carte di Controllo condizionatamente all'uso di apposite carte del rating, costruite sia per l'intero database ridotto sia per singoli topics, fornisce una visione più completa delle dimensioni della qualità del PSS. Infatti, la relazione tra gli argomenti più discussi e la valutazione delle recensioni permette di osservare l'evoluzione delle percezioni e della soddisfazione del cliente in merito a elementi specifici del PSS considerato.

Questo lavoro presenta numerosi aspetti dal carattere innovativo:

- **nell'identificazione delle dimensioni della qualità:** l'analisi degli User-Generated Contents (UGC) può rappresentare una preziosa fonte di informazioni per individuare e classificare le dimensioni della qualità di un PSS, servizio o prodotto. Infatti, in un mondo sempre più digitalizzato,

i contenuti rilasciati dagli utenti sul web (UGC) possono essere considerati sia come una nuova forma di passaparola elettronico (eWoM) in grado di influenzare le vendite, sia come una valida, economica ed affidabile risorsa per le organizzazioni nell'indagare la qualità dei prodotti e le percezioni dei clienti. Nello specifico, in questo studio sono state prese in considerazione le recensioni rilasciate dal web dagli utenti di diversi provider di car sharing. L'individuazione delle dimensioni della qualità è stata possibile grazie all'uso dell'algoritmo STM, il quale consente l'analisi simultanea sia degli UGC sia dei relativi metadati, quali: la valutazione, il tipo di car sharing e il Paese di provenienza delle recensioni;

- **nell'individuazione delle dimensioni della qualità di un PSS:** lo studio delle dimensioni della qualità di un PSS è un tema poco esplorato e che presenta importanti margini di ricerca. L'approccio proposto consente di individuare le dimensioni della qualità di un PSS basandosi esclusivamente su informazioni, sotto forma di UGC, provenienti dai clienti, i quali rappresentano il vero motore del successo di un PSS. In particolare, si sono incentrate le analisi su uno dei PSS di maggior successo ed esempio virtuoso di Sharing Economy: il car sharing;
- **rispetto alle tradizionali tecniche di Quality tracking:** il lavoro aggiunge nuovi elementi di riflessione in merito alle possibilità aperte da un innovativo approccio al Quality tracking di prodotto, capace di raccogliere la Voce del Cliente in maniera automatica e senza interpellare direttamente il cliente. Tale metodo d'indagine permette di oltrepassare la visione prevalentemente statica e la componente di intrusività ai danni del cliente dei metodi di ricerca tradizionali della qualità, individuando i fattori che entrano in gioco nel processo valutativo del cliente. Infatti, l'uso di UGC, come le recensioni utilizzate in questo lavoro, consente di cogliere la dinamicità e l'evoluzione temporale delle caratteristiche della qualità percepita dai clienti, senza interpellare direttamente questi ultimi. Inoltre, le recensioni sono disponibili sul web in forma gratuita e in un numero tale da supportare il

Quality tracking in maniera continuativa e sistematica, permettendo di tenere traccia dell'andamento delle dimensioni della qualità nel tempo.

- **rispetto alla letteratura riguardo l'applicazione delle Carte di Controllo agli UGC:** questo lavoro cerca di colmare la lacuna esistente in letteratura in merito l'applicazione delle Carte di Controllo nel monitorare gli output risultanti dal topic modeling basato su UGC, essendo i lavori in questa direzione in numero limitato e frammentari. Il documento, rispetto ai lavori esposti nella sezione 3.2., fornisce una visione più completa in merito all'uso delle Carte di Controllo nel monitorare le dimensioni latenti della qualità. Le principali differenze tra i lavori presenti in letteratura e quelli introdotti in questo lavoro risultano essere:

- nella scelta del caso di studio: questo lavoro è l'unico ad avere incentrato le proprie ricerche su un Product-Service System, aggiungendo spunti di riflessione in merito all'uso delle Carte di Controllo in un campo d'indagine ancora meno esplorato;
- nell'approccio più sistematico all'uso delle Carte di Controllo: nel lavoro si considerano un numero di tipologie di Carte di Controllo, applicate allo stesso caso di studio, maggiore rispetto ai lavori presenti in letteratura. Quindi, sono state identificate le Carte più adatte al monitoraggio dei topics in base al tipo di profilo temporale mostrato da questi. A differenza degli altri lavori viene utilizzata anche la Regression Control Chart, capace di monitorare l'andamento dei topics caratterizzati da un andamento stazionario non costante. Vengono, quindi, proposte due possibili cause del comportamento stazionario non costante: l'elemento di "Novità" e l'elemento di "Qualità";
- nell'intervallo temporale considerato: nessun altro lavoro ha considerato un intervallo d'indagine così lungo (gennaio 2006-dicembre 2019). Inoltre, sono state considerate tre diverse frequenze di campionamento per la costruzione delle Carte di Controllo, al fine di individuare la dimensione campionaria che

meglio si presta al monitoraggio di un fenomeno dinamico come il car sharing;

- nella scelta dell'algoritmo di topic modeling: a differenza degli algoritmi usati nei lavori esposti nella sezione 3.2., l'algoritmo STM è in grado di includere, nella stima dei valori di output, anche eventuali metadati, con l'obiettivo di migliorare i risultati;
- nell'introduzione delle carte del rating: queste carte, se usate in combinazione con le Carte di Controllo, forniscono una visione ancora più completa della qualità dell'oggetto in esame.

I risultati di questo lavoro mettono in evidenza le potenzialità e le opportunità offerte da un approccio data-driven al Quality tracking. Risvolti significativi si hanno:

- **nell'identificazione e comprensione delle esigenze del cliente:** gli UGC possono ricoprire un ruolo fondamentale nell'identificazione delle esigenze dei clienti. Infatti, le esigenze dei clienti, così come le dimensioni della qualità latenti, possono essere ottenute analizzando gli UGC. La comprensione delle esigenze del cliente fornisce un supporto sia per il miglioramento di PSS, servizi o prodotti esistenti sia per la progettazione di nuovi. L'individuazione delle esigenze del cliente e lo studio delle dimensioni della qualità possono aiutare nello sviluppo di nuovi PSS, prodotti o servizi dal carattere innovativo e incentrati sul cliente e sulle sue aspettative. Di fatto, analizzando gli UGC per un periodo di tempo prolungato, è possibile analizzare le dinamiche temporali delle dimensioni della qualità, anticipando eventualmente le esigenze dei clienti.
- **per il management delle organizzazioni:** le informazioni risultanti da un approccio basato sugli UGC, possono essere utilizzate dalle organizzazioni per sviluppare PSS, servizi o prodotti sempre più innovativi e in linea con le esigenze e le aspettative dei clienti. Infatti, la classificazione dei topics e l'individuazione delle Carte di Controllo più adatte al loro monitoraggio possono rivelarsi di grande aiuto al

management delle organizzazioni non solo per capire a pieno il fenomeno in esame, ma anche nel fornire preziose informazioni per il monitoraggio della qualità. L'uso delle Carte di Controllo può evidenziare la natura dei topics ed eventuali problematiche riscontrate dai clienti. Capire la natura dei topics consente di intervenire direttamente sulle dimensioni della qualità, facilitando l'individuazione e la risoluzione delle criticità. Inoltre, l'uso combinato delle Carte di Controllo e delle carte del rating consente di scovare eventuali cambiamenti della valutazione fatta dal cliente in merito alla qualità offerta, che potrebbero non avere un riscontro nell'utilizzo delle sole Carte di Controllo. Concludendo, l'utilizzo di queste informazioni, congiuntamente alla disponibilità di informazioni interne all'azienda, offre l'opportunità per il management di intervenire sul sistema, rendendo soddisfatto il consumatore e migliorando le performance dei prodotti, in maniera alternativa a quanto si faceva prima utilizzando le tecniche "tradizionali" di Quality tracking.

## **4.2. Sviluppi futuri**

Nel seguente lavoro le Carte di Controllo sono state utilizzate per il monitoraggio del profilo temporale dei topics e per la classificazione di questi. Tuttavia, rimangono ancora aperte delle questioni di grande interesse scientifico. Infatti, esistono interessanti margini d'indagine nel capire come gli effetti di una variazione dei topics impatti sul design di un prodotto e quindi quali siano gli interventi migliorativi da intraprendere alla luce dei risultati ottenuti. Tema di possibili futuri studi è la comprensione delle informazioni deducibili del comportamento temporale dei topics per prevedere in anticipo il loro andamento, con l'intento di intervenire in maniera preventiva sui fattori che influenzano la qualità di un prodotto, servizio o PSS. Spunti di riflessione nascono anche dalla quantificazione dell'importanza delle dimensioni della qualità, con lo scopo di

determinare sia le priorità degli interventi migliorativi sia le implicazioni per l'azienda derivanti dalla stazionarietà non costante dei topics.

Studi futuri potrebbero essere volti al superamento degli elementi di arbitrarietà introdotti in questo lavoro. Infatti, nello studio sono state assunte delle ipotesi che portano a una distorsione dei valori di output forniti dall'algoritmo STM, come ad esempio l'introduzione di valori soglia arbitrari e le operazioni di binarizzazione relativamente alla Carta p.

Di interesse per ulteriori approfondimenti è il confronto tra i risultati ottenuti in questo studio con quelli conseguibili cambiando la combinazione nella scelta delle recensioni del database utilizzato, con ripercussioni circa il mercato di riferimento, l'azienda erogatrice del PSS e la fonte di provenienza delle recensioni. Infine, potrebbero essere condotti studi in merito al comportamento temporale degli output risultanti dal topic modeling di altri PSS, servizi o prodotti, per cogliere analogie e differenze rispetto ai risultati ottenuti in questo lavoro. L'obiettivo è di costruire un approccio con valenza generale al monitoraggio temporale delle dimensioni latenti della qualità di un PSS, servizio o prodotto.

# ALLEGATO 1

## Script dell'algoritmo STM implementato in R

```
1  #LIBRERIE UTILIZZATE
2
3  library(stm)
4  library(tm)
5  library(stringr)
6  library(Rtsne)
7  library(Rtsne)
8  library(geometry)
9  library(dplyr)
10 library(ggplot2)
11 library(quanteda)
12 library(stminsights)
13 library(stmCorrViz)
14 library(igraph)
15 library(tidytext)
16 library(wordcloud)
17 library(tidygraph)
18 library(ggraph)
19 library(ggrepel)
20 library(shiny)
21 library(shinyBS)
22 library(shinydashboard)
23 library(shinyjs)
24 library(purrr)
25 library(stringr)
26 library(tibble)
27 library(readr)
28 library(huge)
29 library(statsr)
30 library(scales)
31 library(htmltools)
32
33 #INPUT DATI
34 data <- read.csv2("datipuliti3.csv") #CSV RECENSIONI
35 rimuovere <- read.csv("rimuovere1.csv") #CSV CUSTOM STOP WORDS DA
    RIMUOVERE
36
37 # -----
38 # PREPARE AND PRE-PROCESS DATA
39 # -----
40
41 #PRE-PROCESSING
42 processed <- textProcessor(data$Review, metadata = data,
    customstopwords = rimuovere$i..Parole, verbose=TRUE)
43 out <- prepDocuments(processed$documents, processed$vocab,
    processed$meta, lower.thresh=15, verbose=TRUE ) #ELIMINA PAROLE CHE
    APPAIONO MENO DI 15 VOLTE
44 docs <- out$Review
45 vocab <- out$vocab
46 meta <-out$meta
47
48 z<-data[~-out$docs.removed,]
49 length(z)
50 write.csv (z, file='review rimanenti.csv')
51
52 # -----
53 # ESTIMATE THE STRUCTURAL TOPIC MODEL
54 # -----
55
56 #APPLICAZIONE STM
```

```

57 poliblogPrevFit <- stm(documents=out$documents,
vocab=out$vocab,K=20,prevalence=~out$met$Rating+out$meta$Country+out$meta$Type,max.em.its=75, data=out$meta, init.type="Spectral")
58 write.csv (poliblogPrevFit$theta,file='review_topics.csv')
59
60 #Label topics by listing top words for all topics. Save as txt file.
61 labelTopicsAll <- labelTopics(poliblogPrevFit, c(1:20), n=10)
62 sink("stm-list-label-topics-all.txt", append=FALSE, split=TRUE)
63 print(labelTopicsAll)
64 sink()
65
66 # -----
67 # GRAPHS
68 # -----
69
70 #PLOT RISLTATI TOP TOPICS/PERCENTUALE TOPICS NEL TEXT CORPUS
71 plot(poliblogPrevFit,type="summary",xlim = c(0,.3))
72 #STAMPA TOP 7 KEYWORDS PER I 20 TOPICS UTILIZZANDO 4 RANKINGS
(Highest probability, FREX, Score, Lift)
73 labelTopics(poliblogPrevFit, c(1:20), n=10)
74
75 #GRAFICO PROPORZIONI TOPIC SENZA PERCENTUALI
76 labels<-c("Topic 1 CUSTOMER SERVICE (PHYSICAL OFFICE)","Topic 2
ACCIDENT AND MANAGEMENT","Topic 3 REGISTRATION PROCESS","Topic 4
CHERGES AND FEES","Topic 5 PARKING AREAS","Topic 6 APP RELIABILITY",
77 "Topic 7 END TRIP ISSUES","Topic 8 CAR CONDITION","Topic 9
CONVENIENCE","Topic 10 USE RATES","Topic 11 CAR
PROXIMITY","Topic 12 CAR AVAILABILITY",
78 "Topic 13 EFFICACY","Topic 14 SHARING BENEFITS","Topic 15
CUSTOMER SERVICE RESPONSIVENESS","Topic 16 INTERMODAL
TRANSPORTATION","Topic 17 CAR START-UP ISSUES",
79 "Topic 18 CUSTOMER SERVICE COURTESY","Topic 19 BILLING AND
MEMBERSHIP","Topic 20 CAR RESERVATION")
80 par(bty="n",col="grey40",lwd=5)
81 plot.STM(poliblogPrevFit,type="summary",custom.labels="",topic.names=labels)
82
83 #GRAFICO TOPIC CON PERCENTUALI
84 ## Extract theta from the stm-model
85 df <- data.frame(labels)
86 proportion <-
as.data.frame(colSums(poliblogPrevFit$theta/nrow(poliblogPrevFit$theta
)))
87 df <- cbind(df, proportion)
88 colnames(df) <- c("Labels", "Probability")
89
90 ## Sort the dataframe
91 df <- df[order(-proportion), ]
92 df$Labels <- factor(df$Labels, levels = rev(df$Labels))
93 df$Probability <- as.numeric(df$Probability)
94 df$Probability <- round(df$Probability, 4)
95
96 write.csv (proportion,file='proportion.csv')
97
98 ## Plot graph
99 ggplot(df, aes(x = Labels, y = Probability)) +
100 geom_bar(stat = "identity") +
101 scale_y_continuous(breaks = c(0, 0.30), limits = c(0, 0.30),
expand = c(0, 0)) + #change breaks and limits as you need
102 coord_flip() +

```

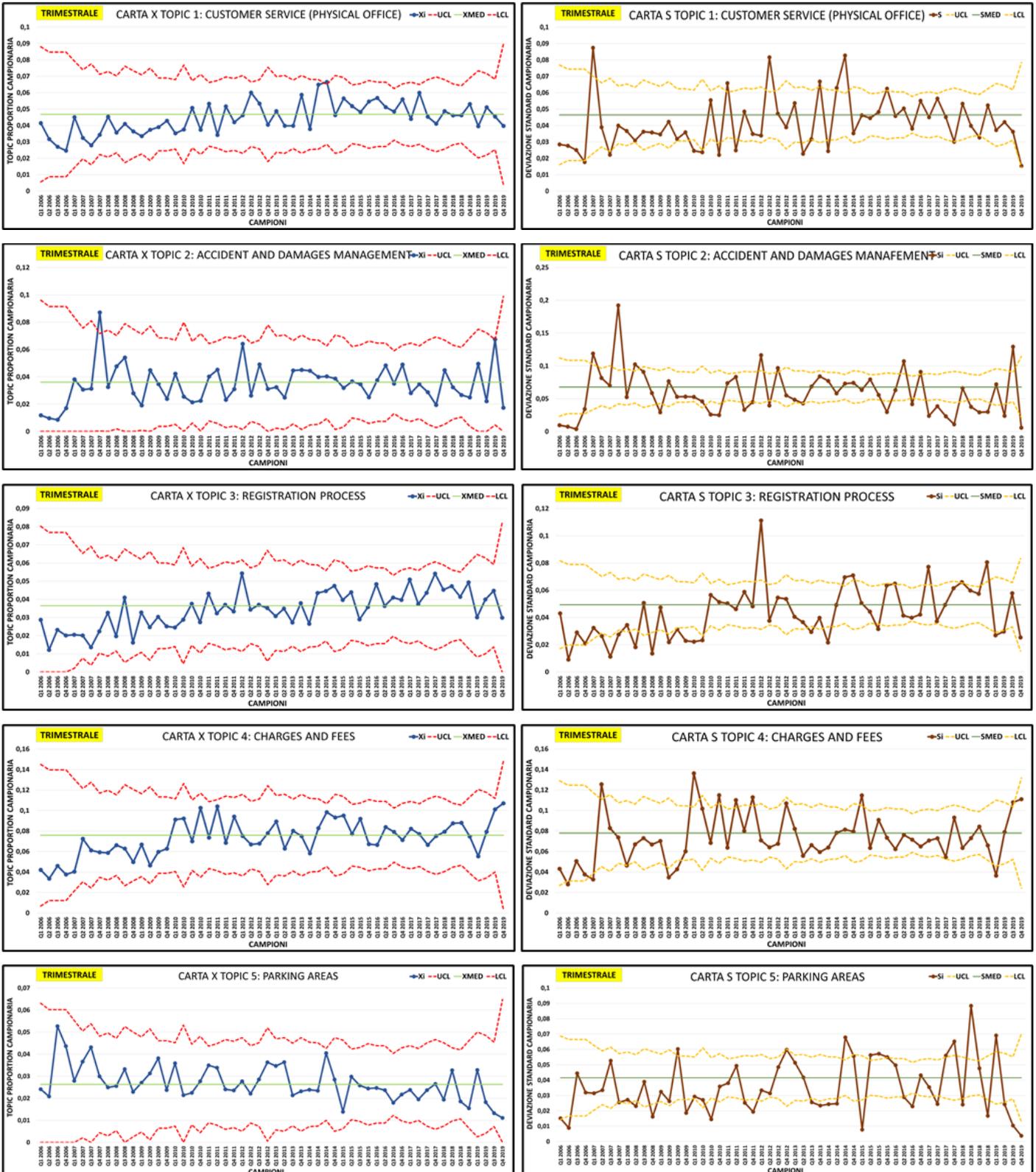
```

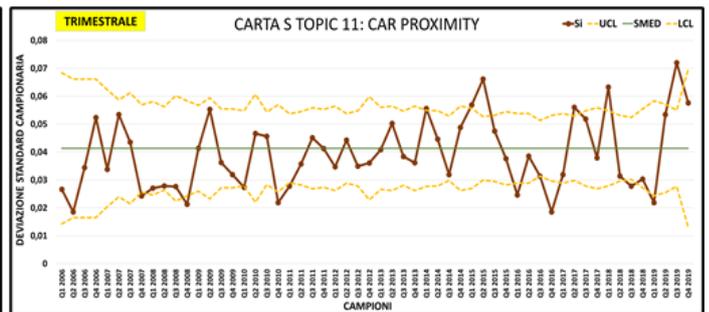
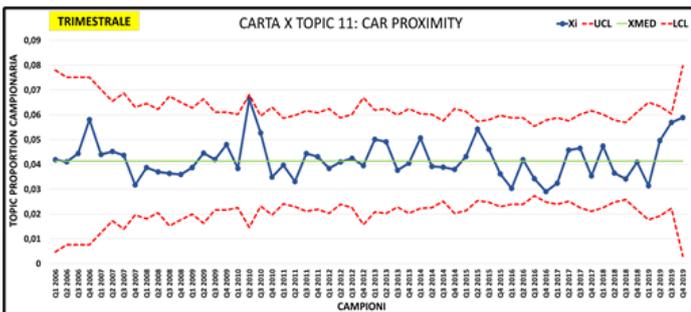
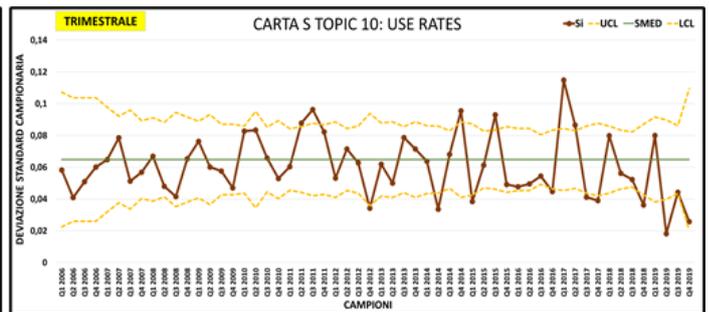
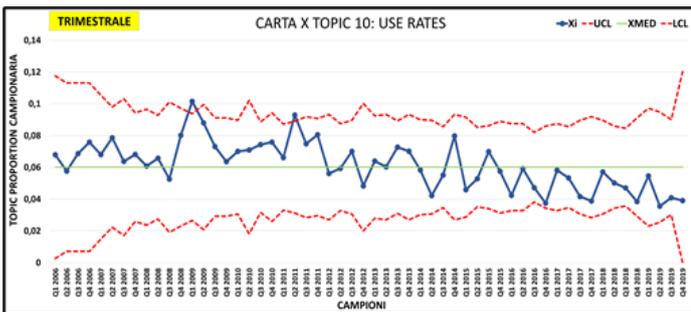
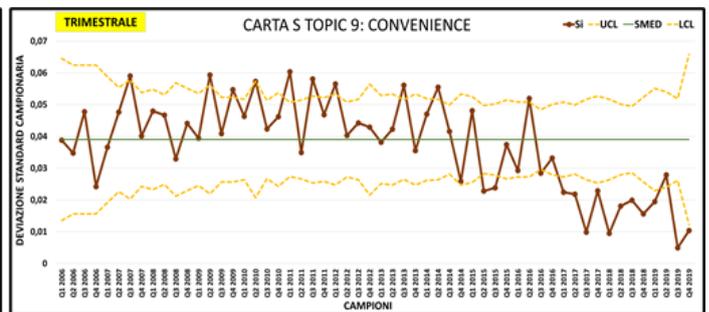
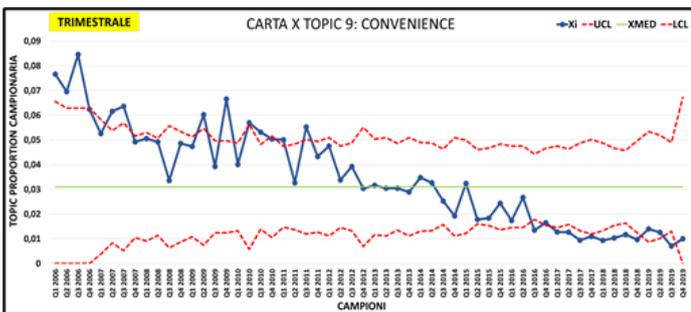
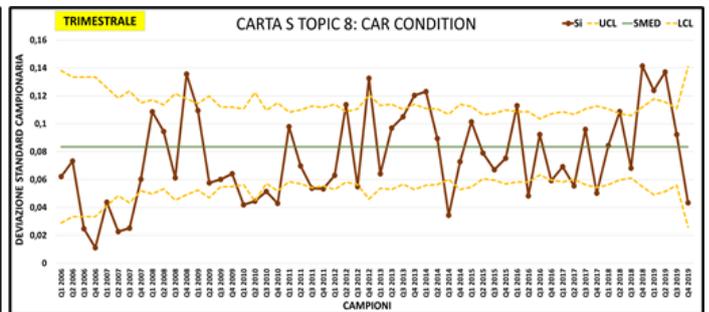
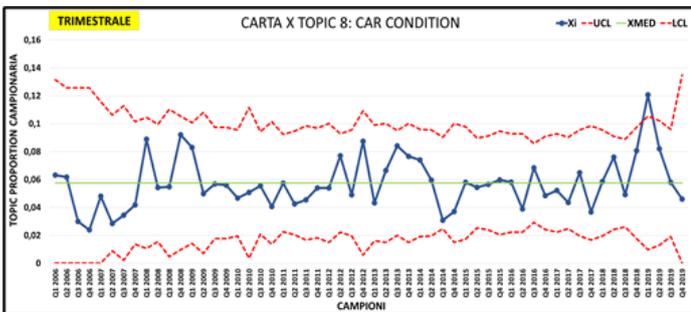
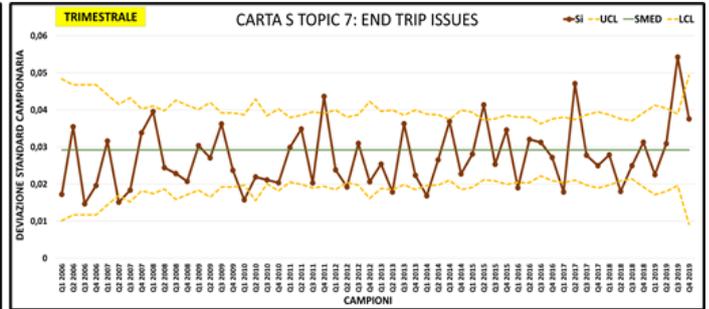
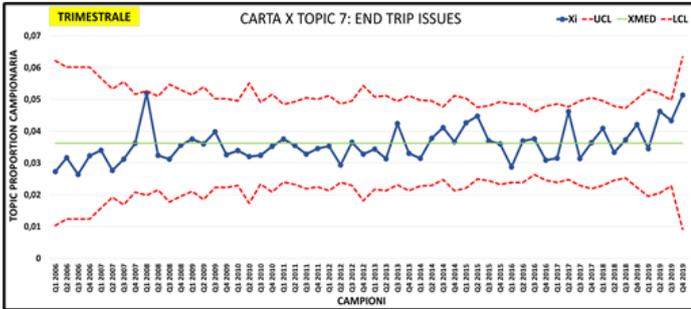
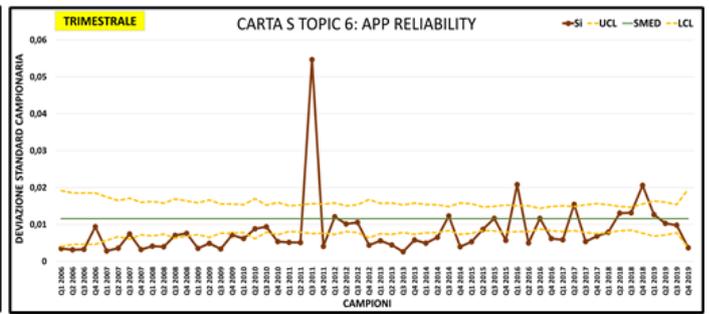
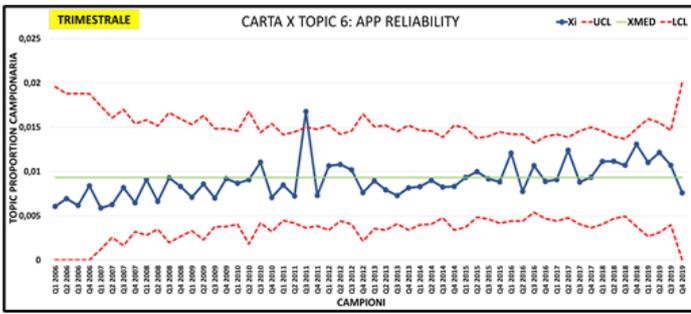
103   geom_text(aes(label = scales::percent(Probability)), #Scale in
      percent
104             hjust = -0.25, size = 4,
105             position = position_dodge(width = 1),
106             inherit.aes = TRUE) +
107   theme(panel.border = element_blank())
108
109   # -----
110   # WORLD GRAPHICS
111   # -----
112
113   #PROPORZIONE PAROLE NEI TOPIC
114   td_beta <- tidy(poliblogPrevFit)
115   td_beta %>%
116     group_by(topic) %>%
117     top_n(10, beta) %>%
118     ungroup() %>%
119     mutate(topic = paste0("Topic ", topic),
120            term = reorder_within(term, beta, topic)) %>%
121     ggplot(aes(term, beta, fill = as.factor(topic))) +
122     geom_col(alpha = 0.8, show.legend = FALSE) +
123     facet_wrap(~ topic, scales = "free_y") +
124     coord_flip() +
125     scale_x_reordered() +
126     labs(x = NULL, y = expression(beta),
127          title = "Highest word probabilities for each topic",
128          subtitle = "Different words are associated with different
      topics")
129   write.csv(td_beta, file='topicwords.csv')
130   pdf("topic-words.pdf", width=10, height=8.5)
131
132   #WORDS IN UN DETERMINATO TOPIC; PAROLE CON P SOPRA 0,03
133   betaT1<-td_beta %>%
134     mutate(topic = paste0("Topic ", topic),
135            term = reorder_within(term, beta, topic))
136     %>%filter(topic=="Topic 1")#beta values for topic 1
137   betaplotT1<-ggplot(betaT1[betaT1$beta>0.003,], aes(term, beta, fill
138     = as.factor(topic))) +
139     geom_bar(alpha = 0.8, show.legend = FALSE, stat =
140     "Identity")+coord_flip()+labs(x ="Terms", y = expression(beta),
141
142     title = "Word probabilities for Topic 1")#plot word
143     probabilities higher than 0.003 for topic 1
144   betaplotT1
145
146   # -----
147   # VISUALIZZAZIONE INTERATTIVA
148   # -----
149
150   # save objects in .RData file
151   save.image('stm.RData')
152
153   run_stminsights()

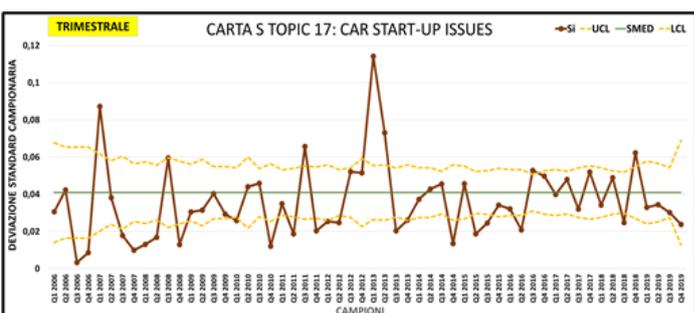
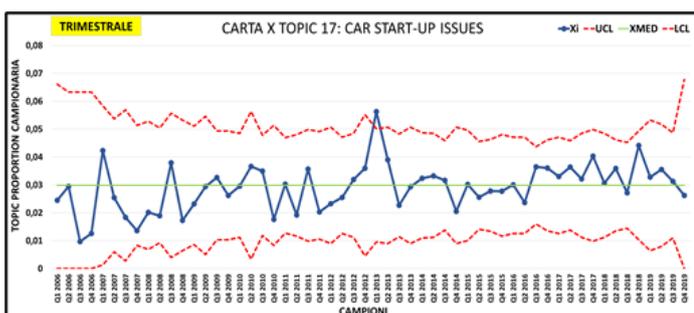
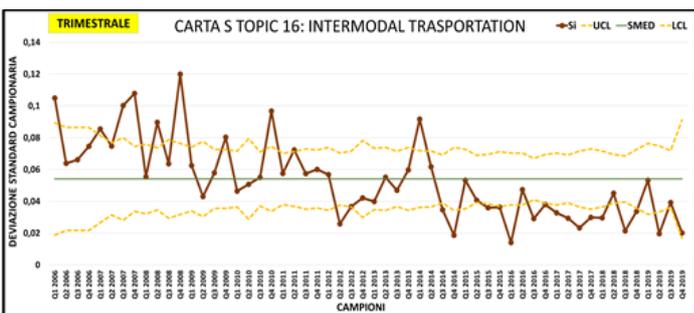
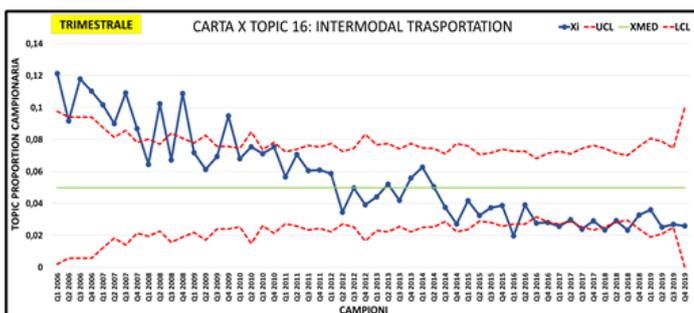
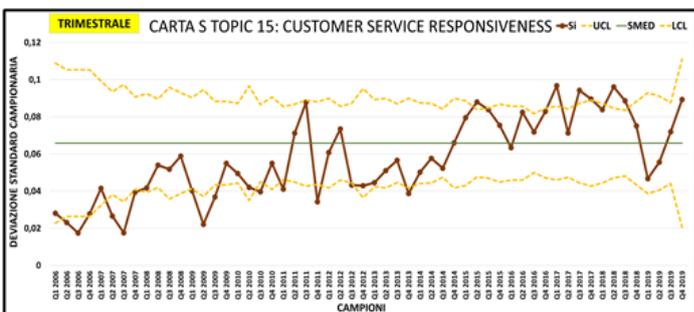
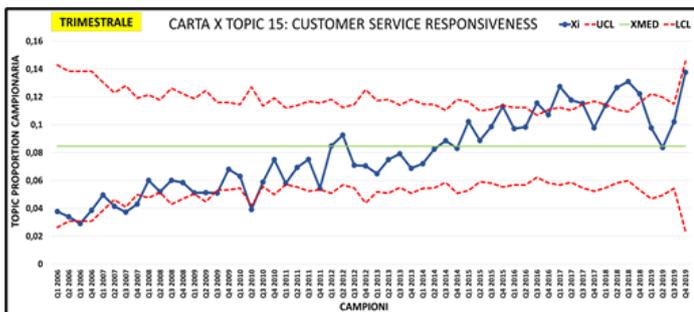
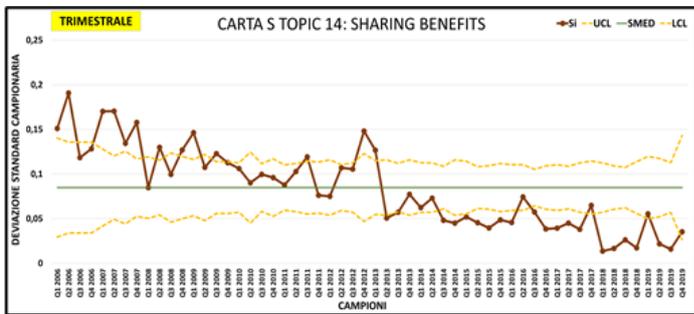
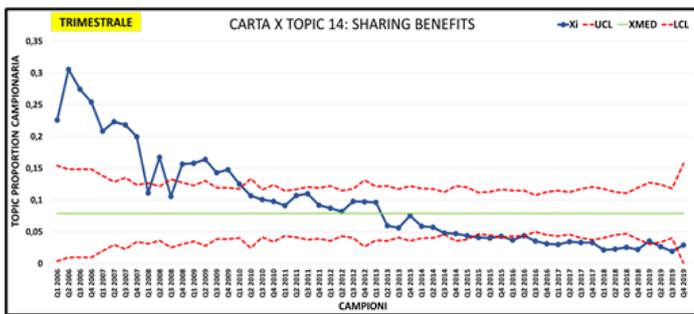
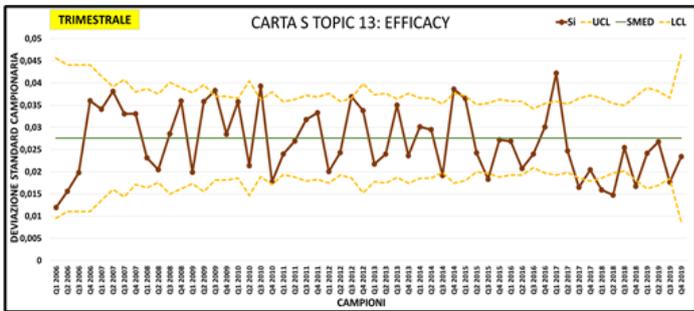
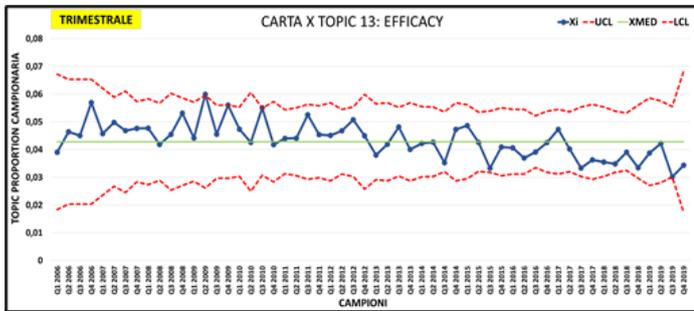
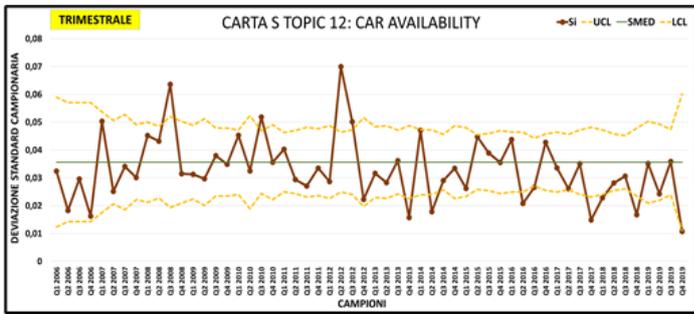
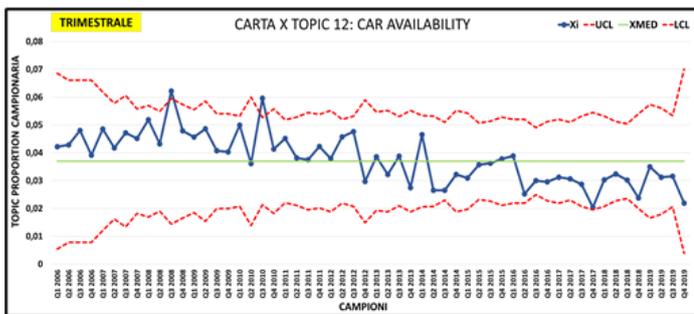
```

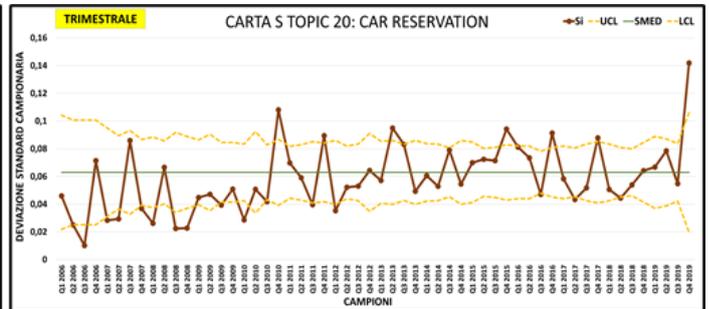
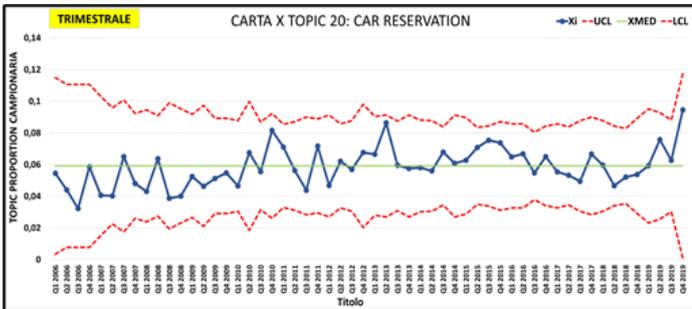
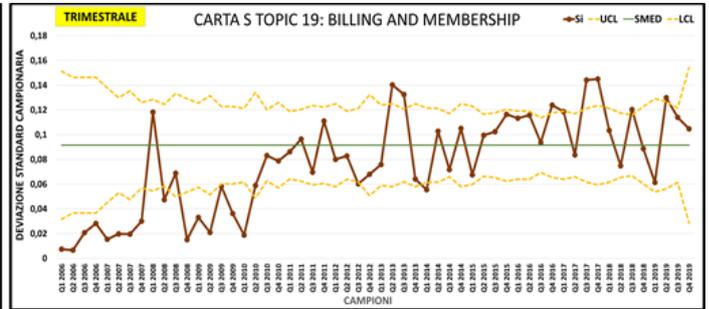
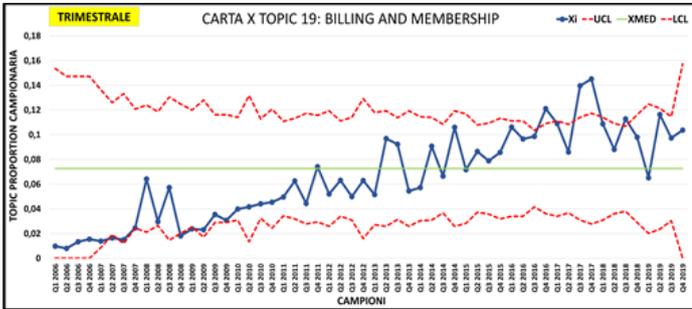
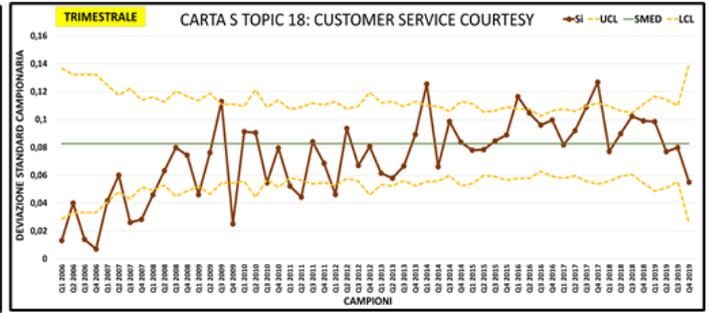
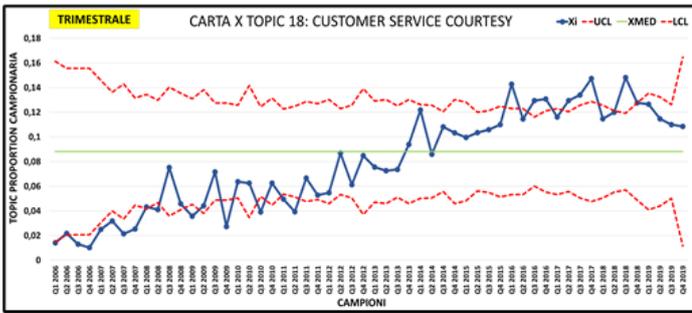
# ALLEGATO 2

## Applicazione Carte di Controllo $\bar{X}$ -S: frequenza di campionamento trimestrale



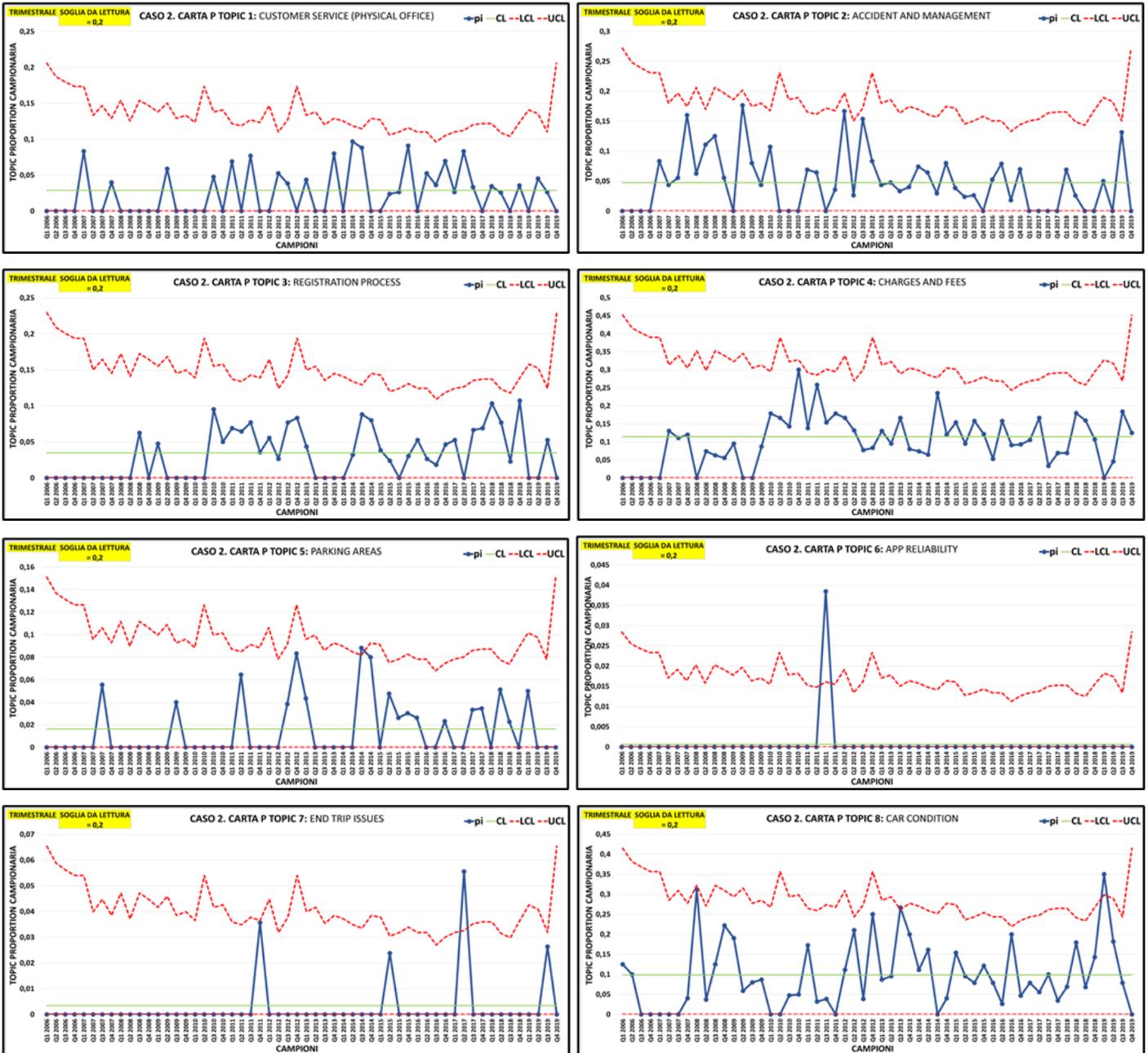


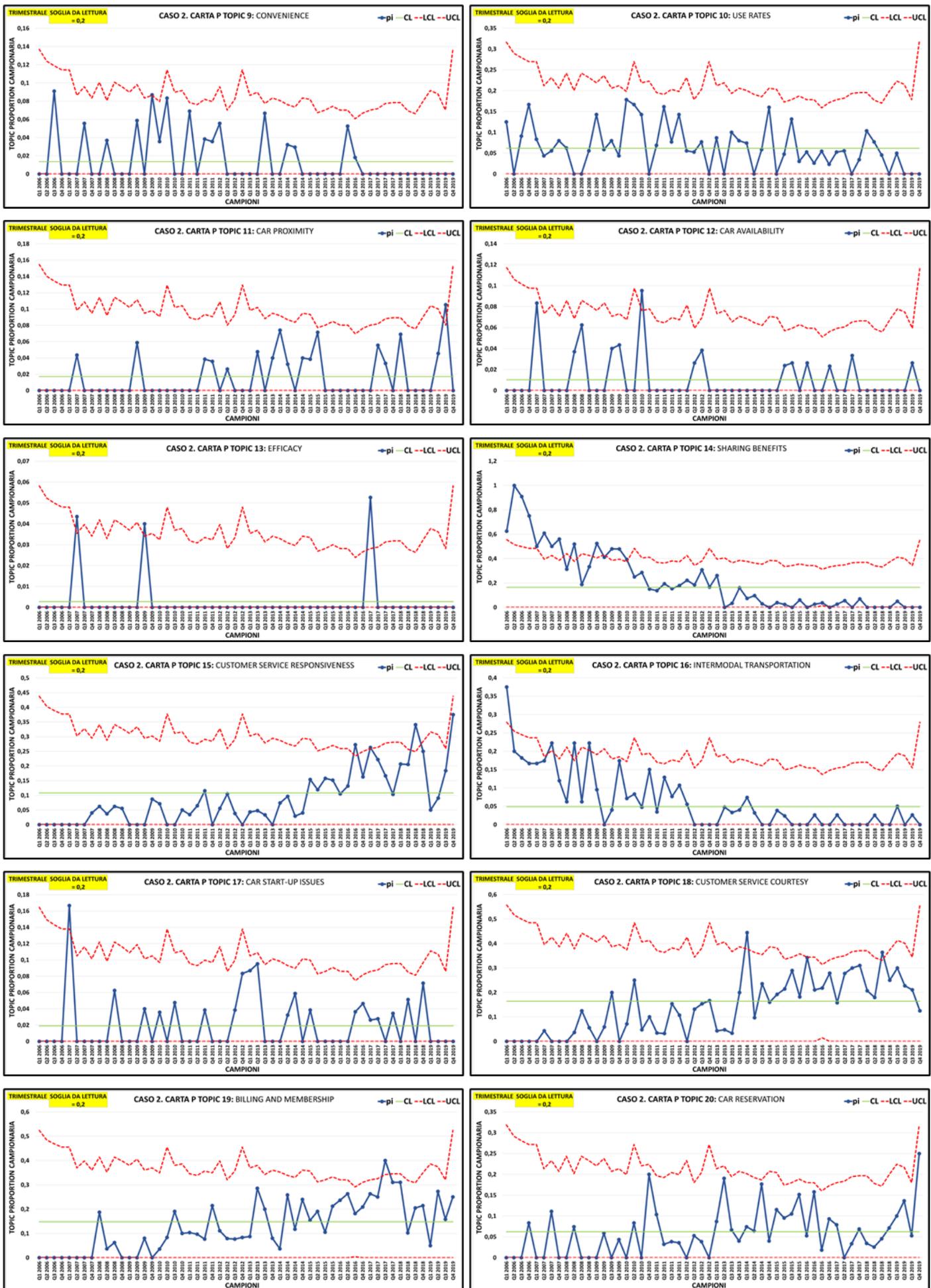




# ALLEGATO 3

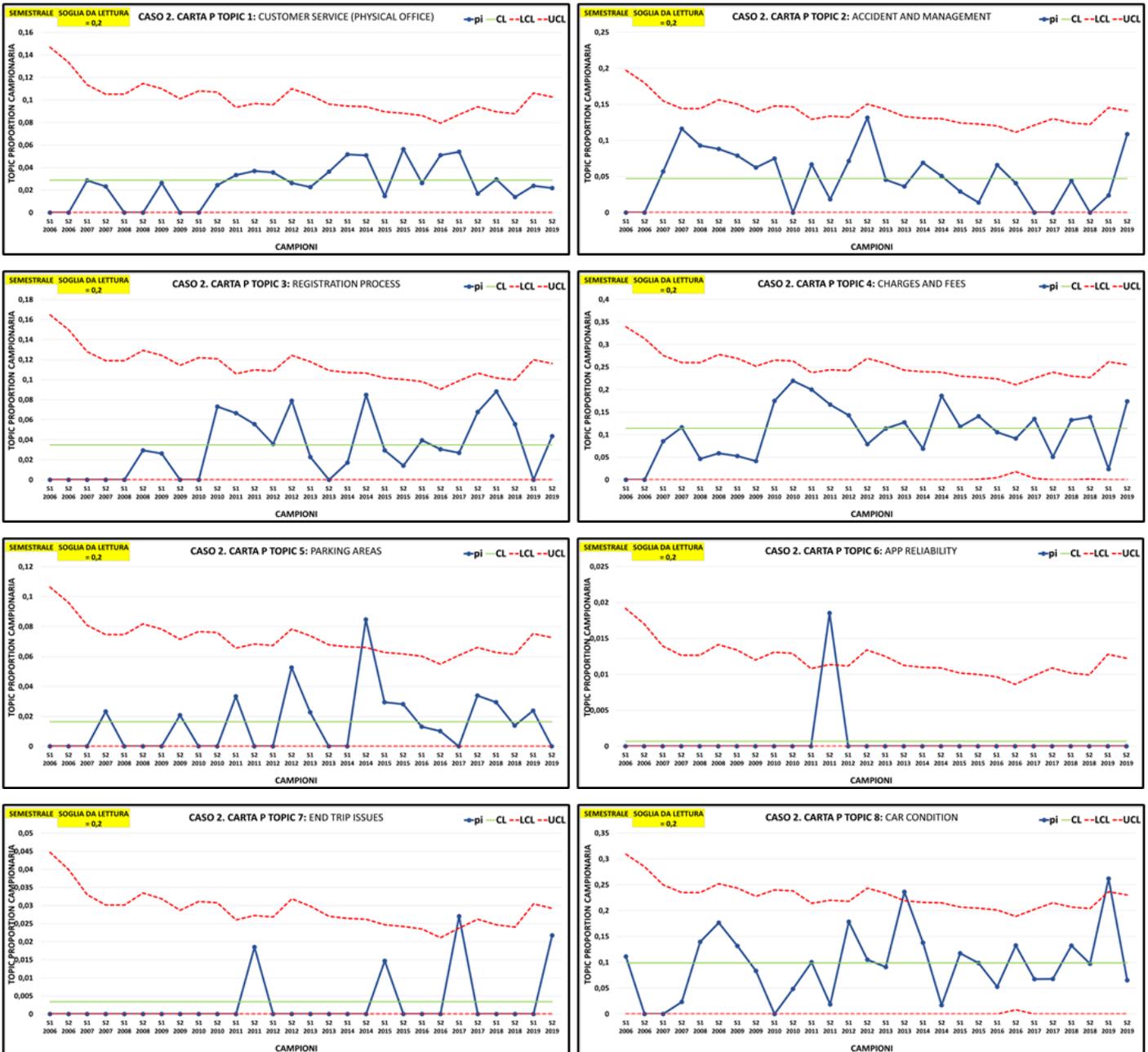
## Applicazione Carta di Controllo p Caso 2: frequenza di campionamento trimestrale

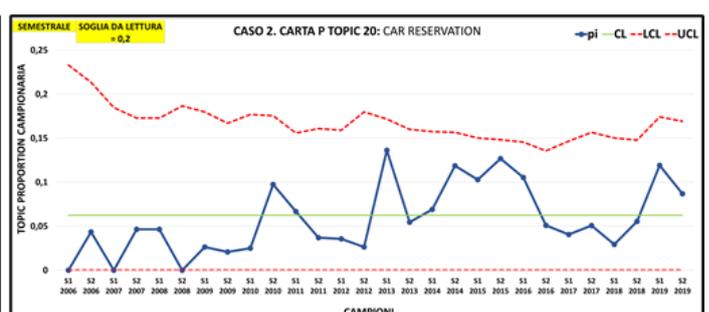
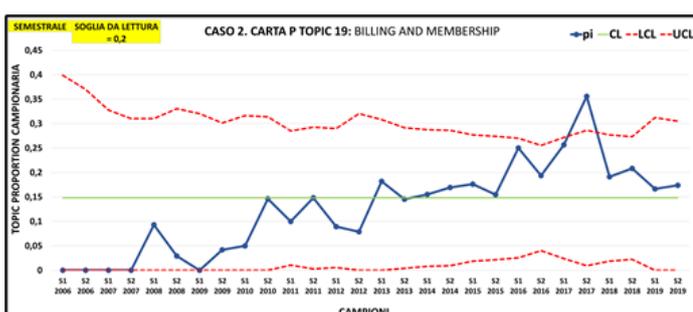
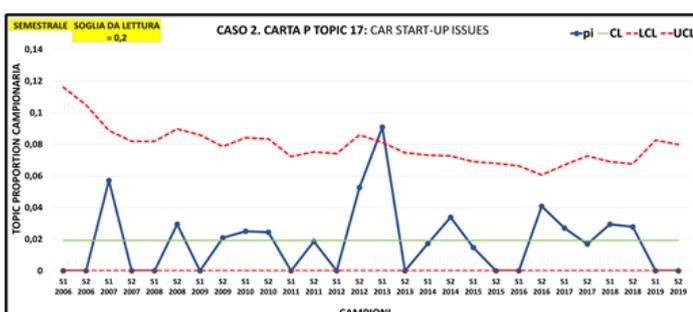
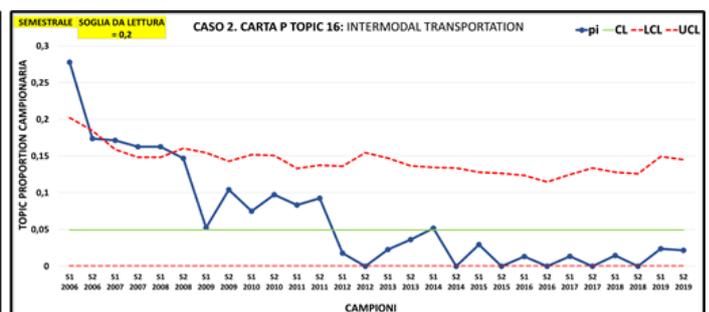
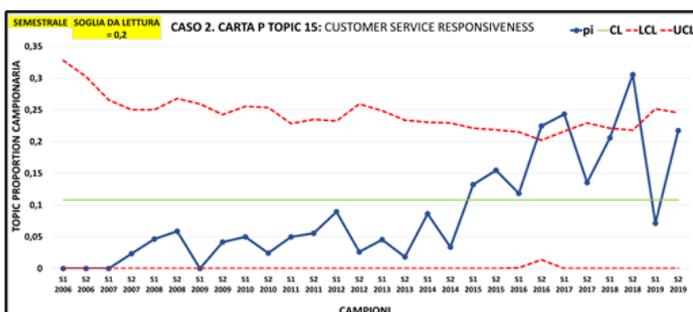
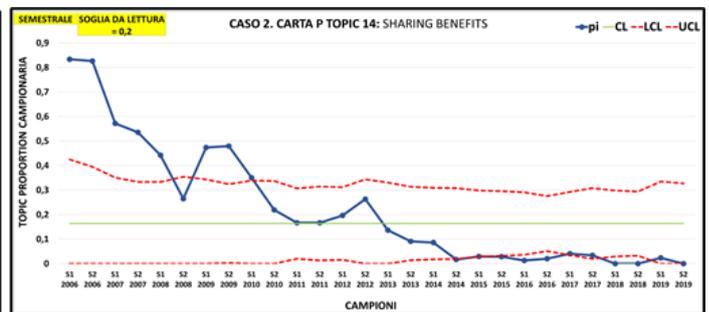
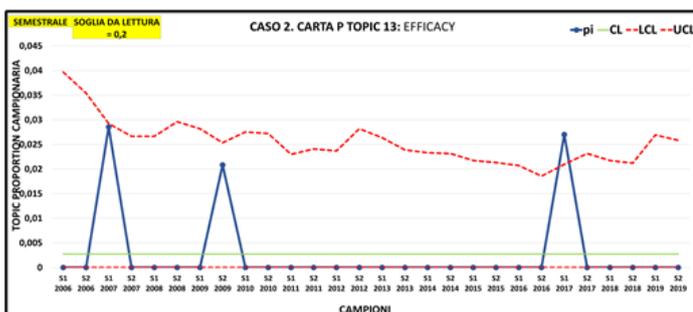
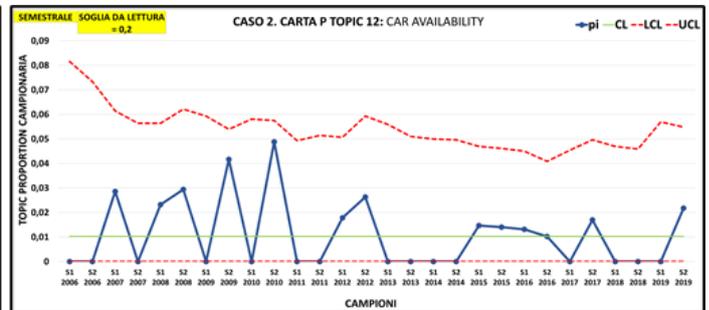
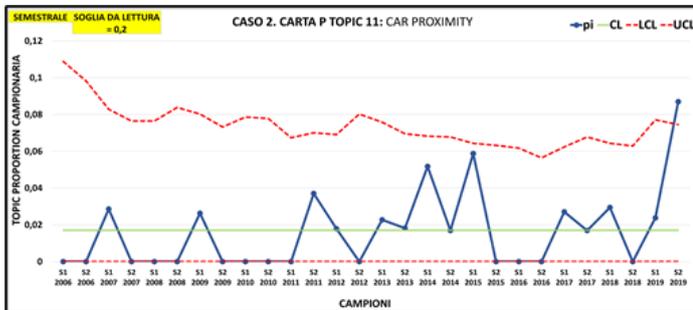
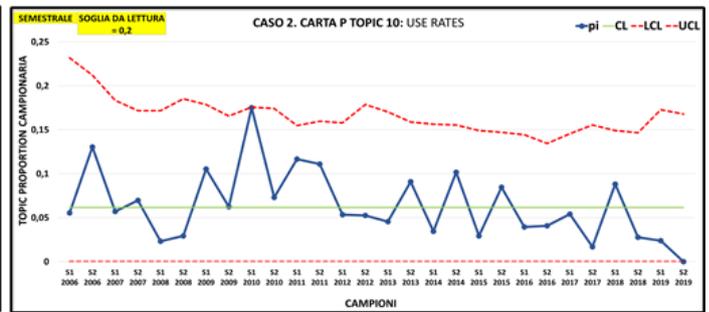
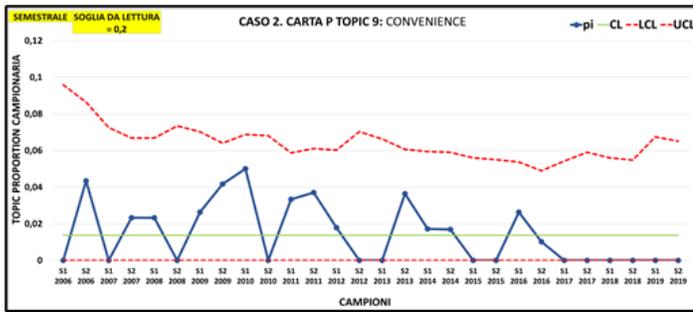




# ALLEGATO 4

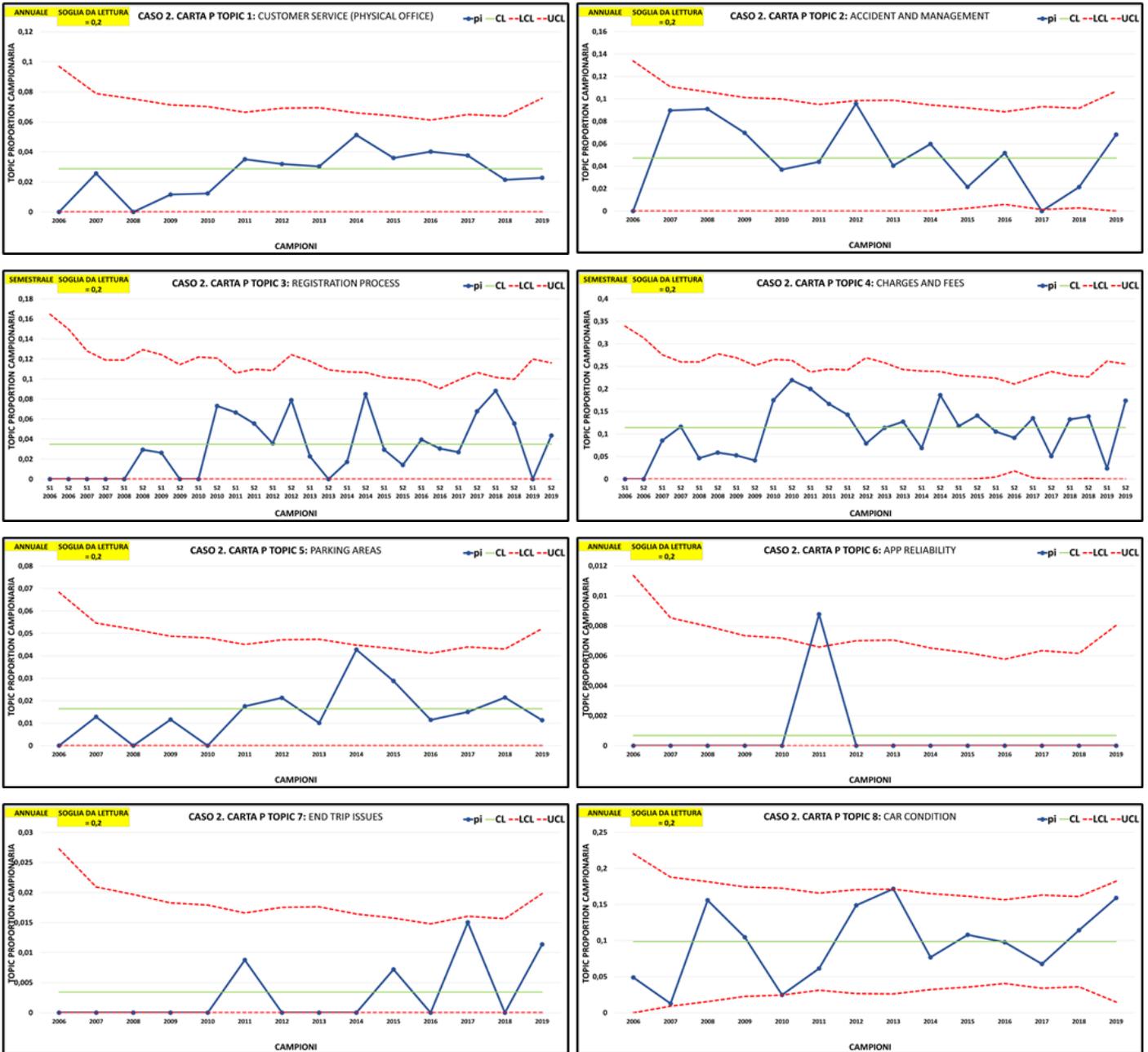
## Applicazione Carta di Controllo p Caso 2: frequenza di campionamento semestrale

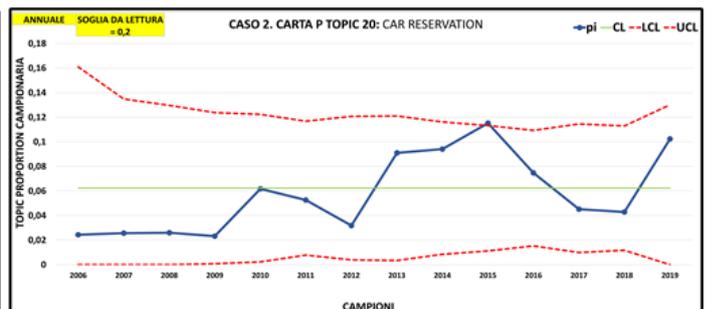
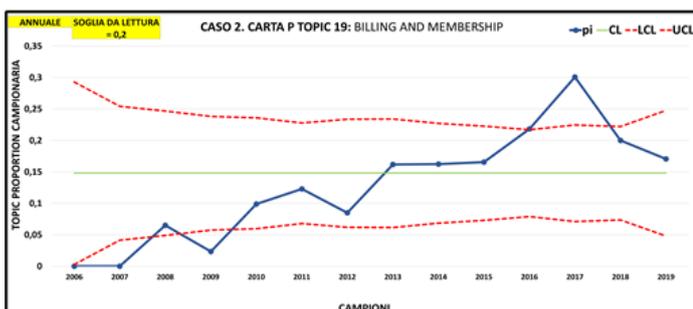
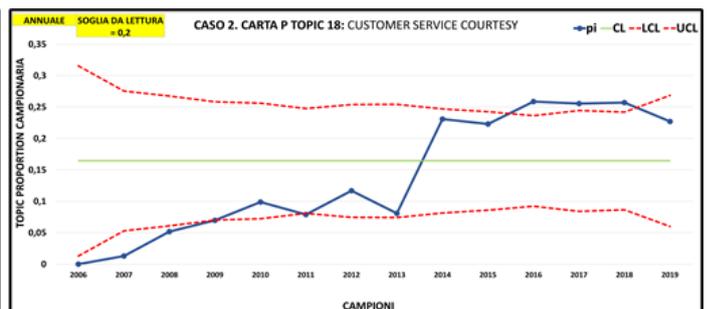
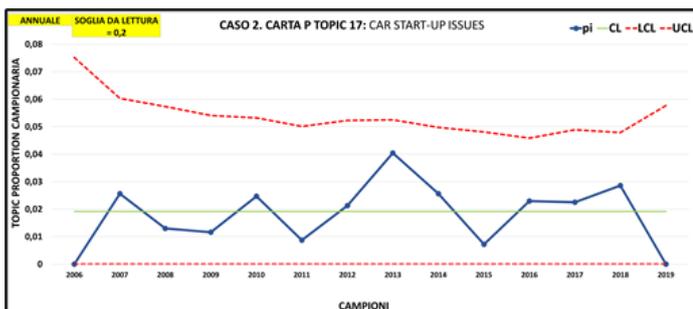
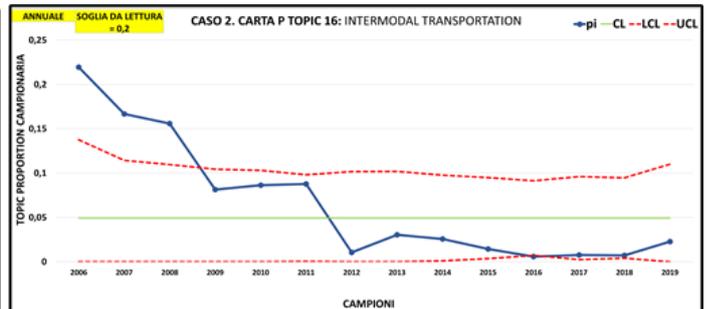
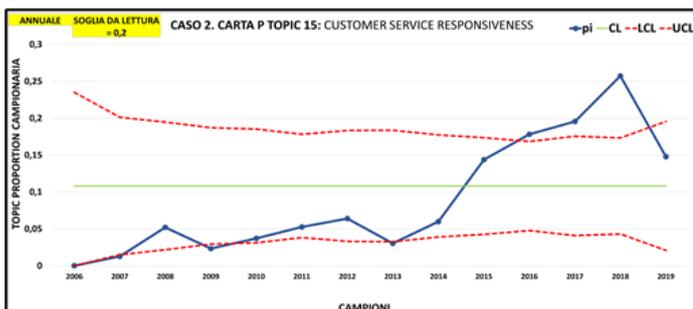
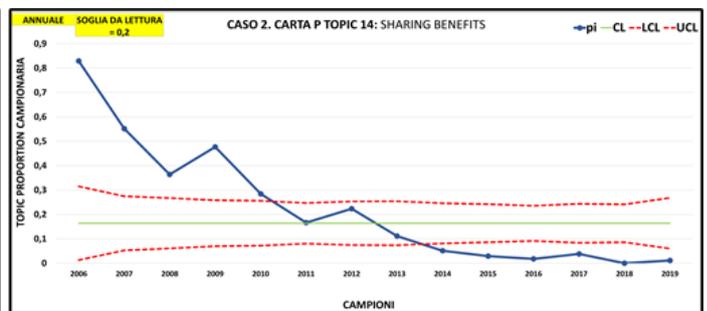
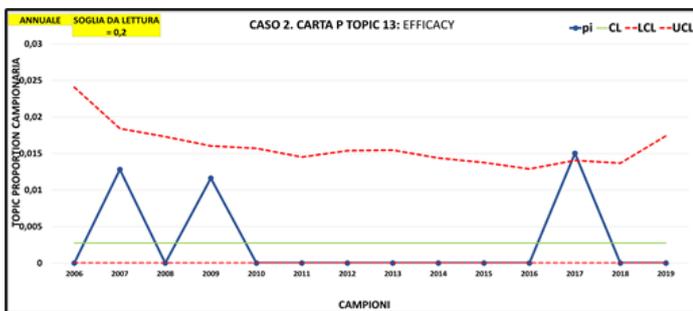
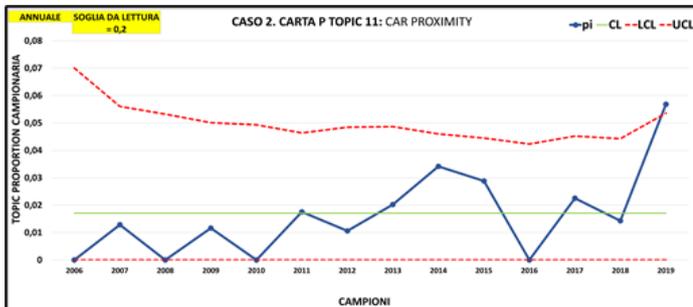
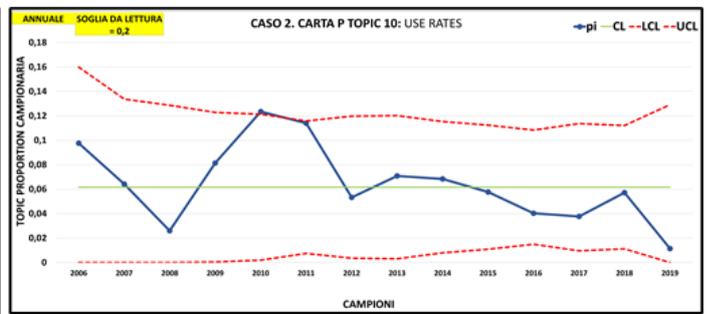
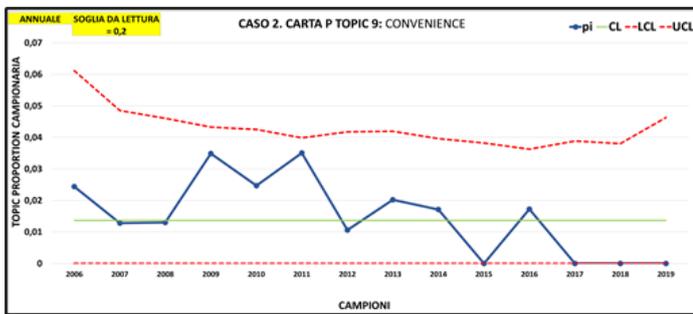




# ALLEGATO 5

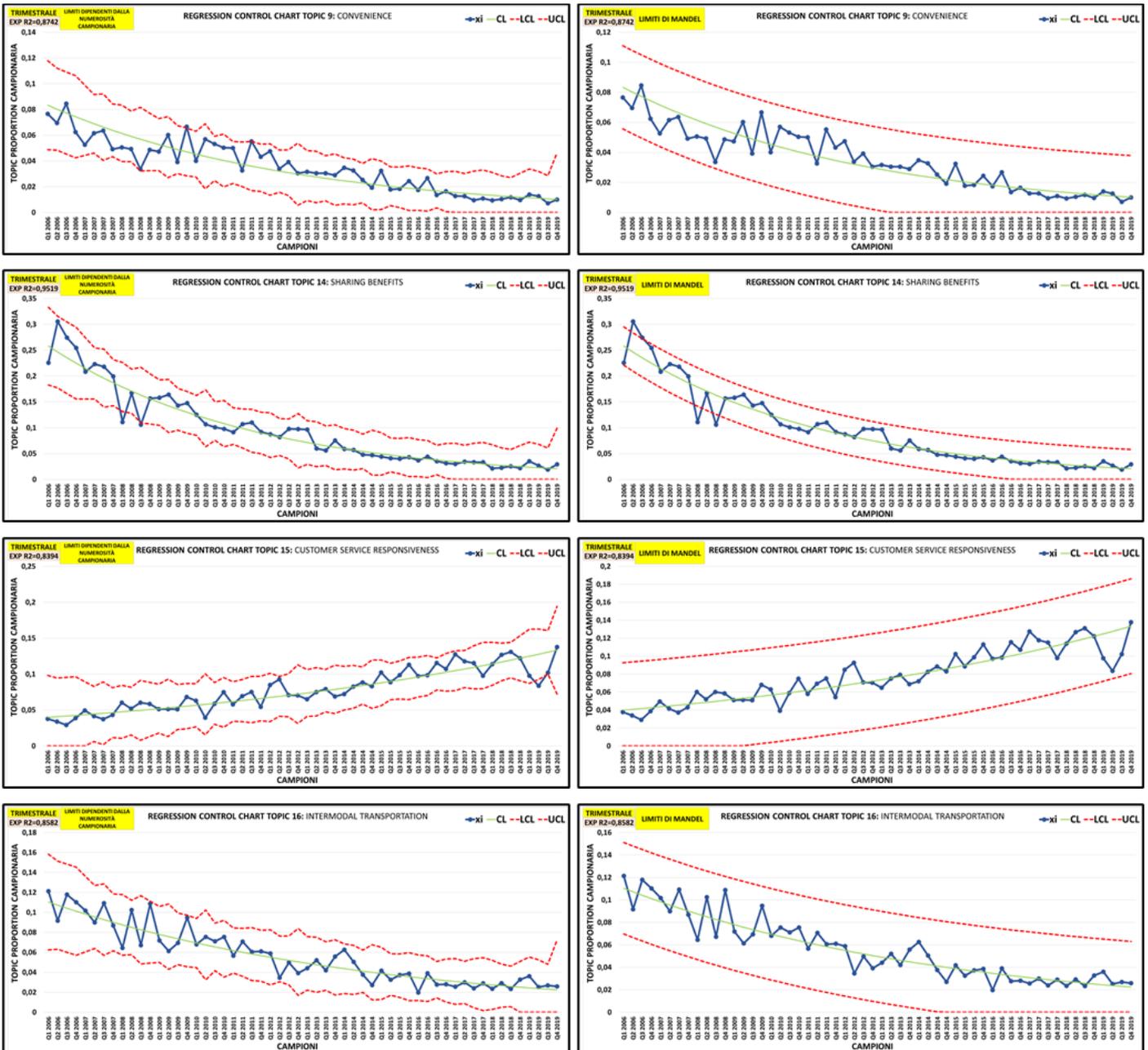
## Applicazione Carta di Controllo p Caso 2: frequenza di campionamento annuale

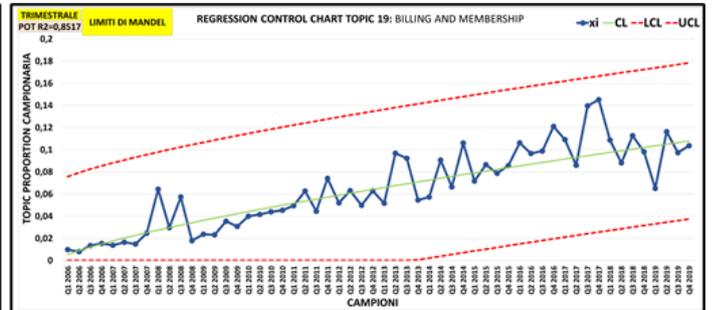
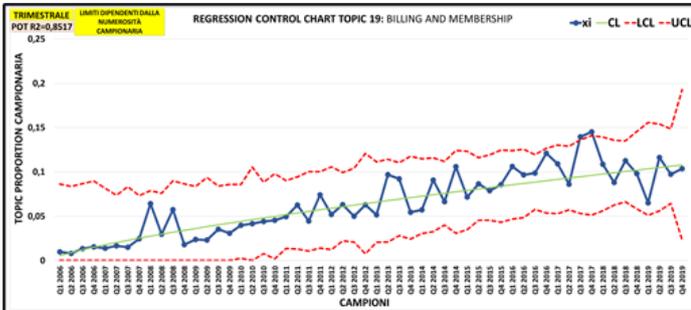
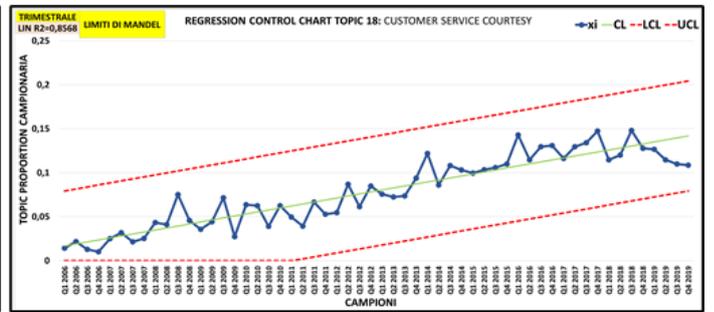
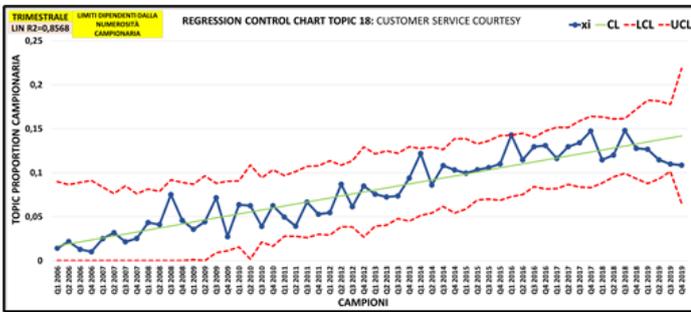




# ALLEGATO 6

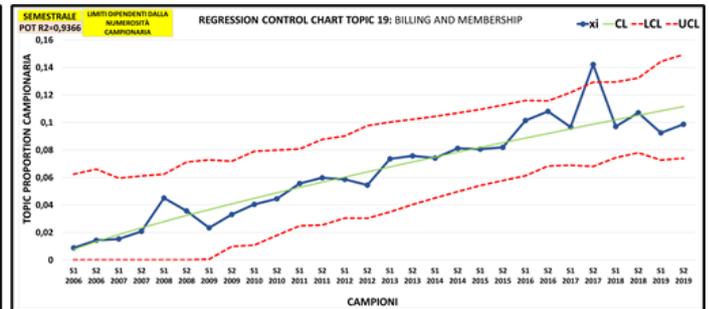
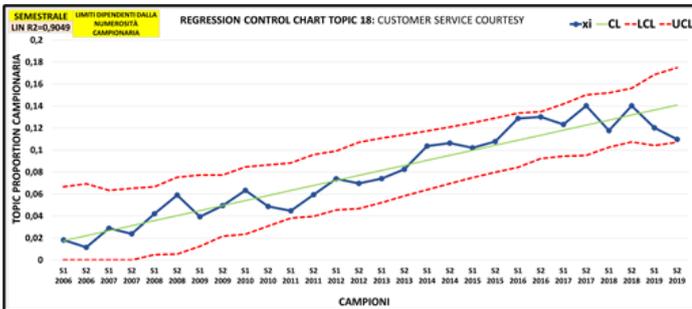
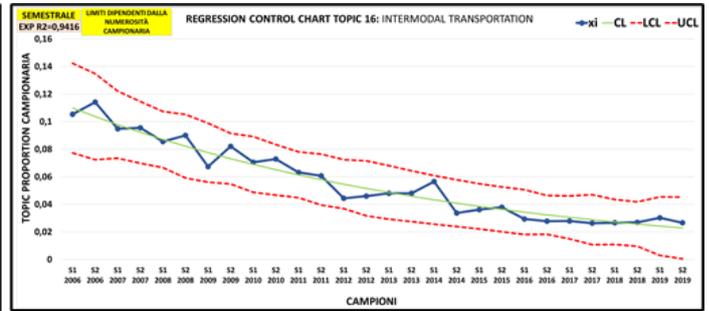
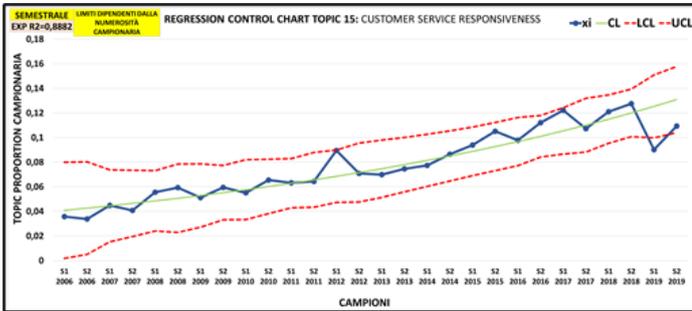
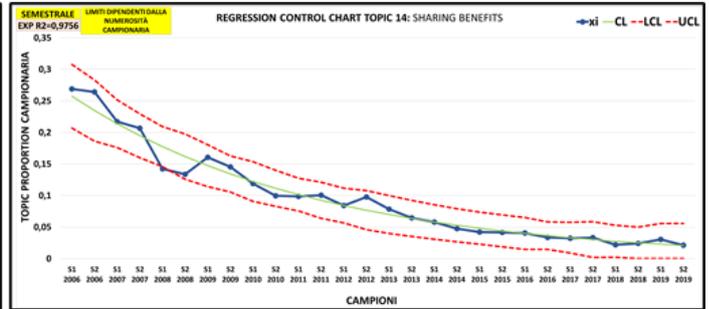
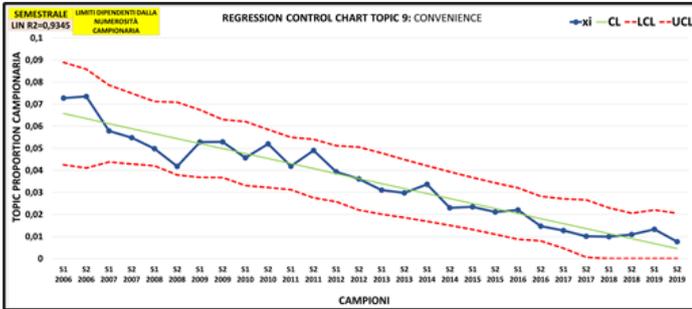
**Applicazione Regression Control Chart: frequenza di campionamento trimestrale.  
Confronto limiti di controllo: versione dependente dalla numerosità campionaria  
(a sinistra) e versione proposta da Mandel (a destra)**





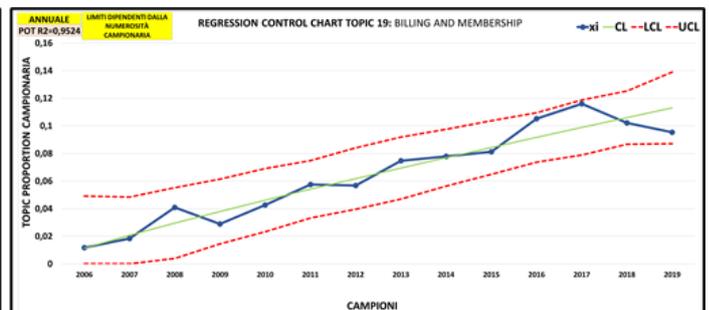
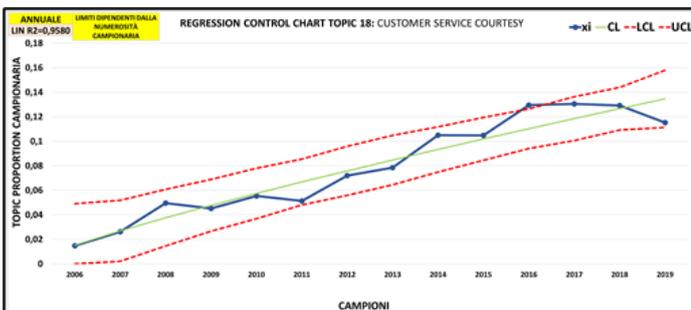
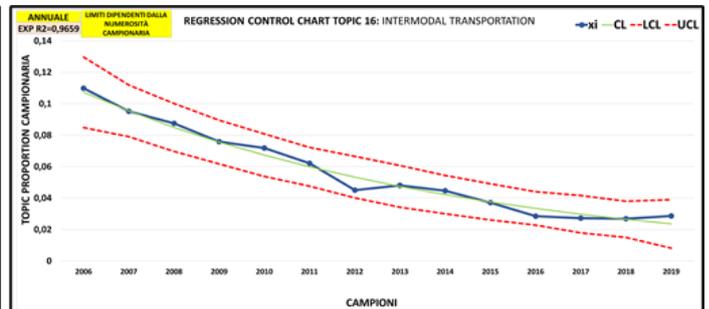
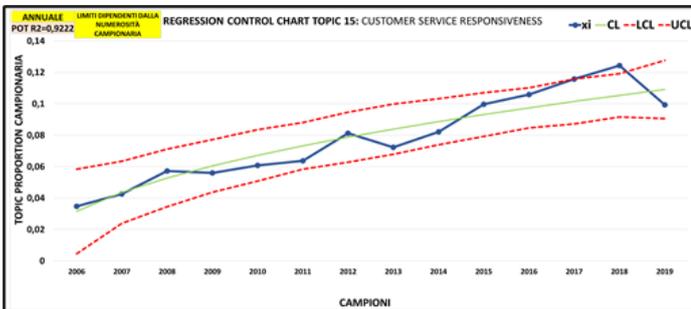
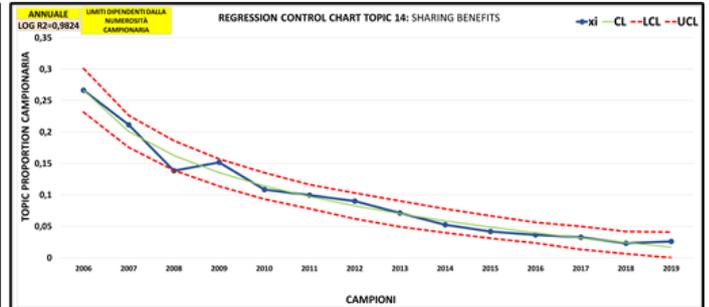
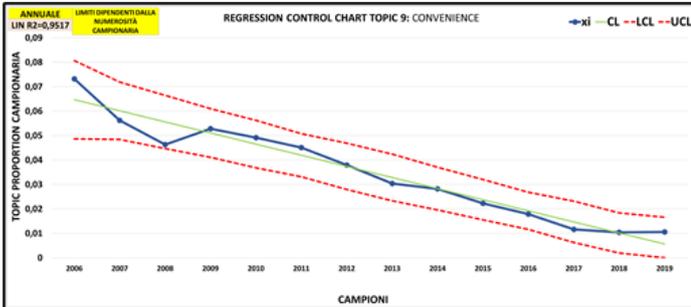
# ALLEGATO 7

## Applicazione Regression Control Chart: frequenza di campionamento semestrale



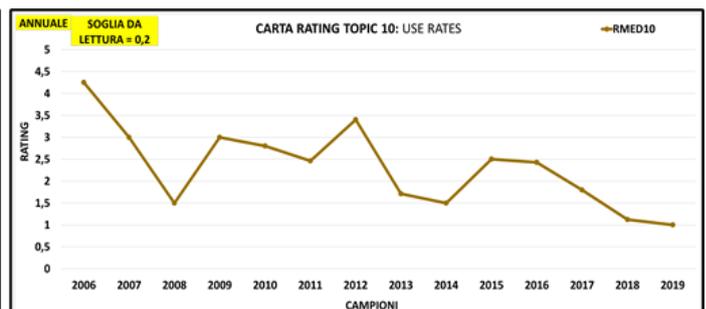
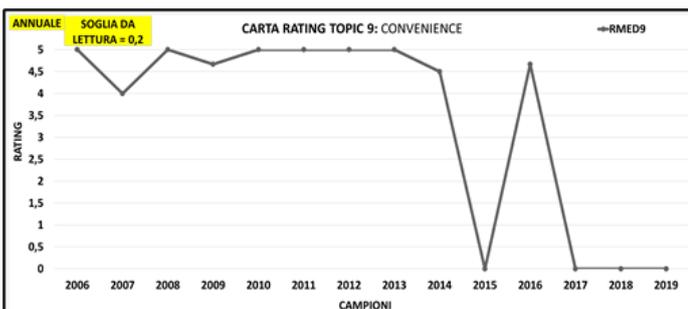
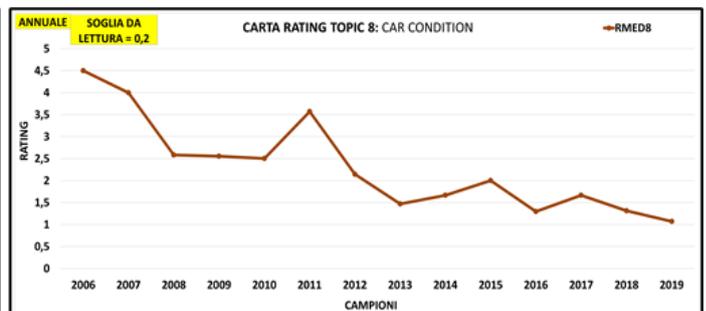
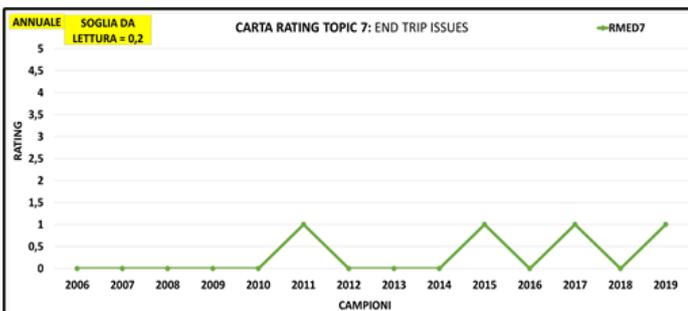
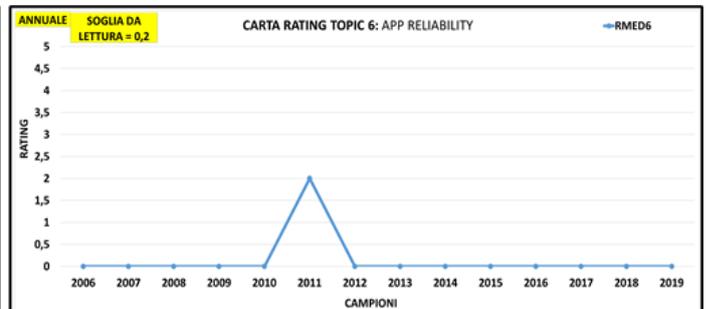
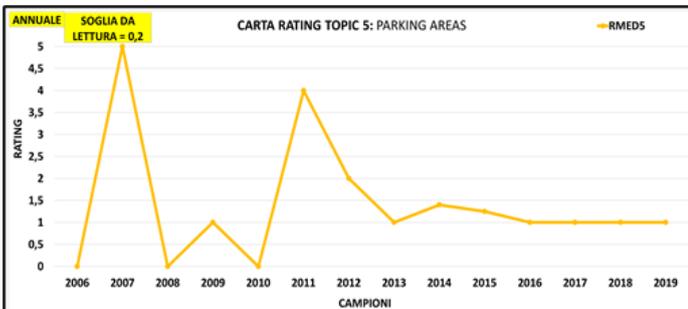
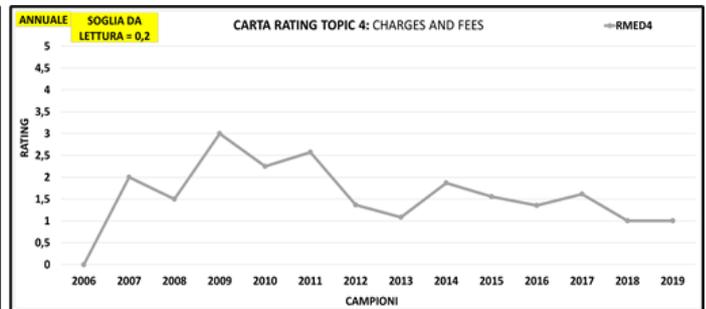
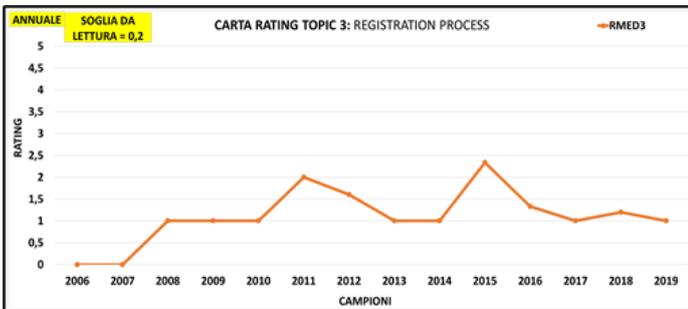
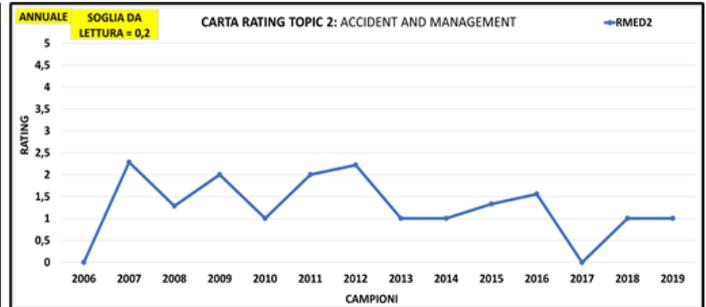
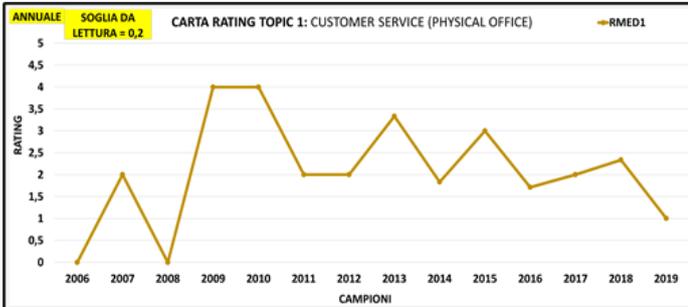
# ALLEGATO 8

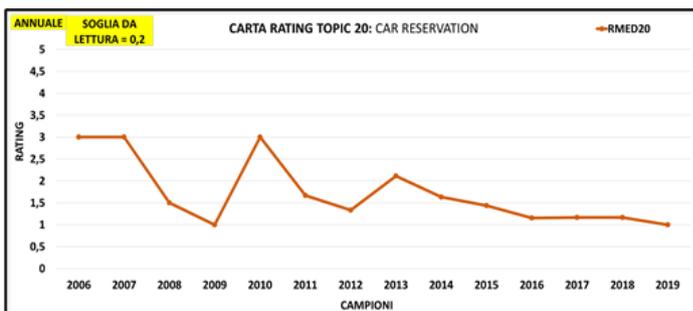
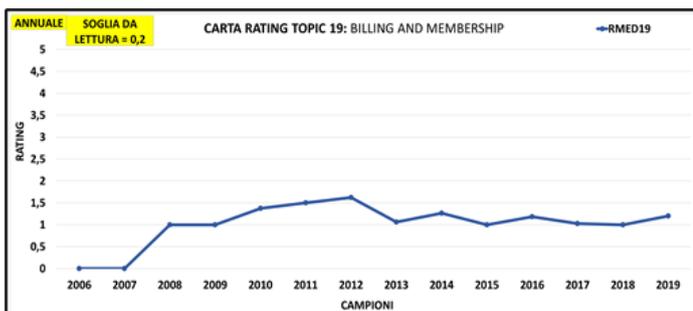
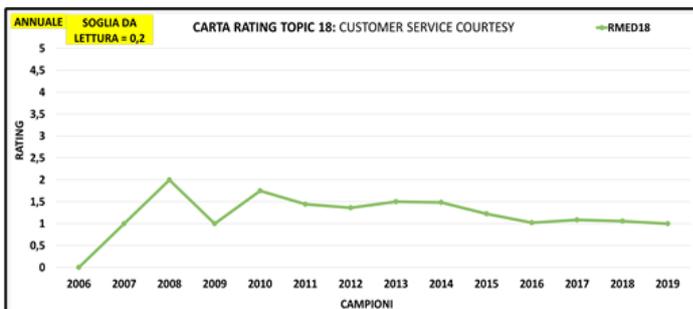
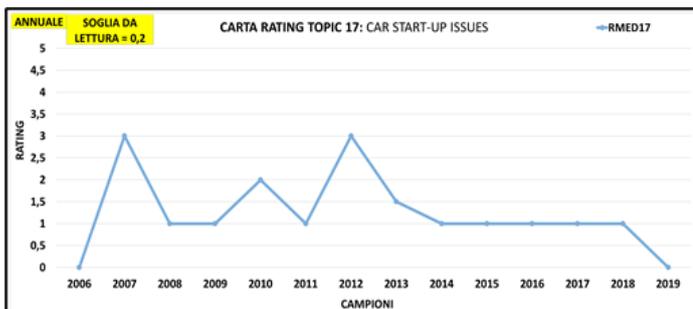
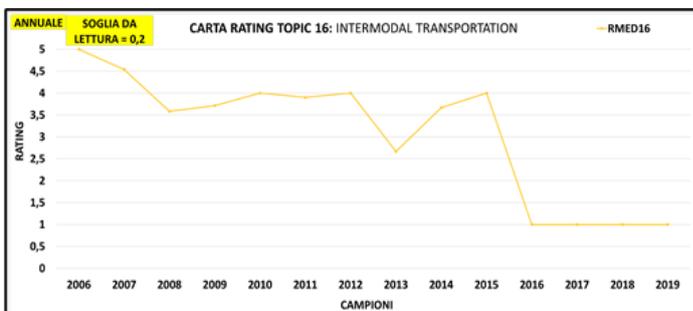
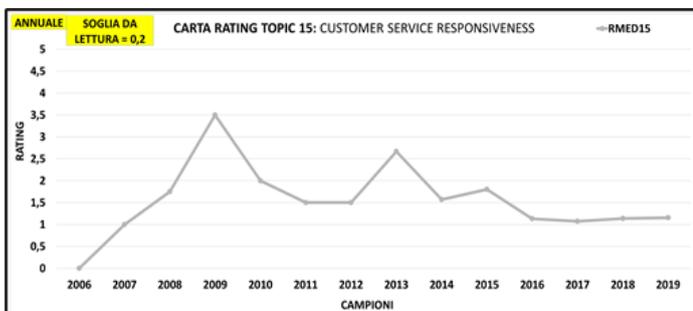
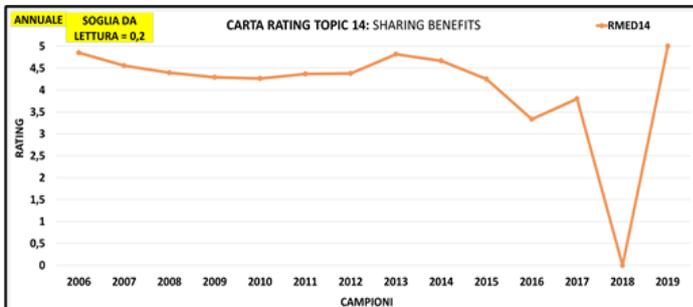
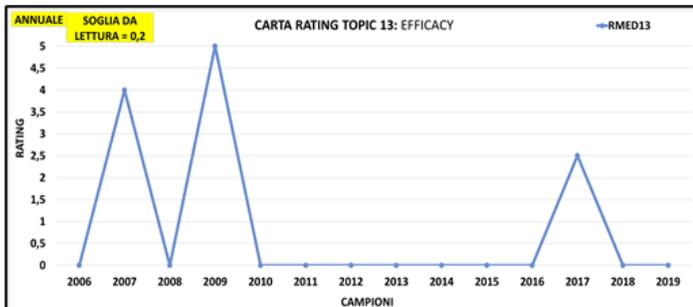
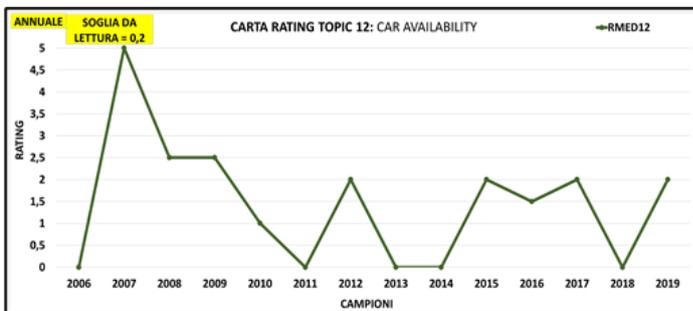
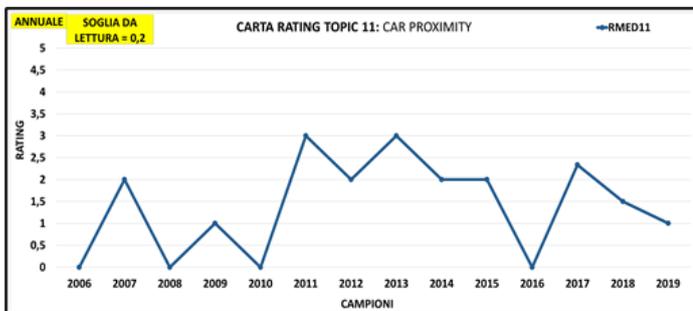
## Applicazione Regression Control Chart: frequenza di campionamento annuale.



# ALLEGATO 9

## Carta del rating annuale per singoli topics





## BIBLIOGRAFIA

- Anderson E., Mittal V., 2000. Strengthening the Satisfaction-Profit Chain. *Journal of Service Research*, 3, pp. 107-120.
- Arcidiacono G., Citti P., Antico P., Torricini S., 2006. A new management process to analyse the automotive component's complaints through DMADV. *Conference Paper: Proceedings of ICAD2006, 4<sup>th</sup> International Conference on Axiomatic Design*, Firenze, IT, 13-16 June 2006.
- Ashton T., Evangelopoulos N., 2012. CONTROL CHARTS FOR CUSTOMER COMMENTS: A CASE STUDY AND A RESEARCH AGENDA. *Conference Paper: Southwest Decision Sciences Institute (SWDSI)*, New Orleans, LA.
- Ashton T., Evangelopoulos N., Prybutok V.R., 2015. Quantitative quality control from qualitative data: control charts with latent semantic analysis. *Quality & quantity*, 49(3), pp. 1081–1099.
- Ashton T., Evangelopoulos N., Prybutok V.R., 2014. Extending monitoring methods to textual data: a research agenda. *Quality & quantity*, 48(4), pp. 2277–2294.
- Bahtar A., Muda M., 2016. The Impact of User – Generated Content (UGC) on Product Reviews towards Online Purchasing – A Conceptual Framework. *Procedia Economics and Finance*, 37, pp. 337-342.
- Baines T. S., Lightfoot H. W., Evans S. Neely, A. Greenough R. Peppard, J., Wilson H., 2007. State-of-the-art in product-service systems. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part B, Journal of Engineering Manufacture*, 221(10), pp. 1543-1552.
- Bandaru S., Deb K., Khare V., Chougule R., 2011. Quantitative modeling of customer perception from service data using evolutionary optimization. *Proceedings*

of the 13th Annual Conference on Genetic and Evolutionary Computation, pp. 1763-1770.

Bandaru S., Gaur A., Deb K., Khare V., Chougule R., & Bandyopadhyay, P., 2015. Development, analysis and applications of a quantitative methodology for assessing customer satisfaction using evolutionary optimization. *Applied Soft Computing*, 30, pp. 265-278.

Barravecchia F., Mastrogiacomo L., Franceschini F., 2020, Identifying car sharing quality determinants: a data-driven approach to improve engineering design. *International Conference on Quality Engineering and Management*, Braga, PO, 15–17 July 2020, pp. 125–140.

Barravecchia F., Mastrogiacomo L., Franceschini F., 2020. Categorizing Quality Determinants in Mining User-Generated Contents. *Sustainability*, 12, pp. 1-12.

Bassotto C., D'Aprile F., Davanzo G., Franceschini F., Maisano D., Spirito F., 2005, Customer Satisfaction: spunti per l'analisi in automatico di reclami o di lamenti su prodotti/servizi. *QUALITÀ*, 2005(1-2), pp. 35-38.

Biesok G., Wyrod-Wrobel J., 2011. Customer satisfaction — Meaning and methods of measuring. *Marketing and logistic problems in the management of organization*, pp. 23-41.

Blei D., 2012. Probabilistic Topic Models. *Conference Paper: Communications of the ACM*, 55, Issue 4, April 2012, pp. 77-84

Blei D., Carin L., Dunson, D., 2010. Probabilistic Topic Models: A focus on graphical model design and applications to document and image analysis. *IEEE signal processing magazine*, 27, pp. 55-65.

Boehm M., Thomas O., 2013. Looking beyond the rim of one's teacup: A multidisciplinary literature review of Product-Service Systems in Information Systems, Business Management, and Engineering & Design. *Journal of Cleaner Production*, 51, pp. 245–260.

- Bolton R., Drew J., 1991. A Longitudinal Analysis of the Impact of Service Changes on Customer Attitudes. *Journal of Marketing*, 55, pp. 1-9.
- Bowen J., Chen S., 2001. The relationship between customer satisfaction and customer loyalty. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 13, pp. 213-217.
- Caruana A., 2002. Service Loyalty: The Effects of Service Quality and the Mediating Role of Customer Satisfaction. *European Journal of Marketing*, 36, pp. 811-828.
- Çevik S. Öztayşi B., Kahraman C., 2017. Dynamic intuitionistic fuzzy multi-attribute aftersales performance evaluation. *Complex & Intelligent Systems*, 3, pp. 197-204.
- Cronin J., Taylor S., 1992. Measuring Service Quality - A Reexamination And Extension. *The Journal of Marketing*, 56, pp. 55-68.
- Durugbo C. M., 2020. After-sales services and aftermarket support: A systematic review, theory and future research directions. *International Journal of Production Research*, 58(6), pp. 1857-1892.
- Franceschini F., 2001. Dai prodotti ai servizi. Le nuove frontiere per la misura della qualità. *UTET*, Torino, IT.
- Franceschini F., Galetto M., 2003. *Tecniche di Quality Tracking per il supporto alla pianificazione di nuovi prodotti*. *QUALITÀ*, 2003(6), pp. 25-28.
- Freeman G., Radziwill N., 2018. Voice of the Customer (VoC): A Review of Techniques to Reveal and Prioritize Requirements for Quality. *JOQAT – JOURNAL OF QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS, APPLIED ENGINEERING, AND TECHNOLOGY MANAGEMENT*, 2018(3), pp. 1-29.
- Garvin D., 1987. Competing on the Eight Dimensions of Quality. *Harvard Business Review*, 87, pp. 101-109.
- Global Car Sharing Market 2020-2024, 2020. *Report April 2020*.

- Goedkoop M. J.; van Halen C. J. G.; te Riele H. R. M.; Rommens P. J. M., 1999. Product Service Systems, Ecological and Economic Basics. *Report for Dutch Ministries of Environment (VROM) and Economic Affairs (EZ)*.
- Griffin A., Hauser J., 1991. The Voice of the Customer. *Marketing Science*, 12(1), pp. 1-6.
- Hayati F., 2017. Regression control chart for two related variables: a forgotten lesson. *International Journal of Modelling in Operations Management*, 6(4), pp. 262-279.
- ISO/FDIS 10004, 2018. Quality management - Customer satisfaction - Guidelines for monitoring and measuring.
- Jahanshahi A. A., Gashti M. A. H., Mirdamadi S. A., Nawaser K., Khaksar S. M. S., 2011. Study of the effects of customer service and product quality on customer satisfaction and loyalty. *International Journal of Humanities and Social Science*, 1(7), pp. 253-260.
- John B., Agarwal V., 2019. A regression spline control chart for monitoring characteristics exhibiting nonlinear profile over time. *TQM Journal*, 31, pp. 507-522.
- Johnston R., 1995. The determinants of service quality: Satisfiers and dissatisfiers. *International Journal of Service Industry Management*, 6(5), pp. 53-71.
- Liang Q., Wang K., 2019. Monitoring of user-generated reviews via a sequential reverse joint sentiment-topic model. *Quality and Reliability Engineering International*, 35, pp. 1180-1199.
- Lo S., 2008. Web service quality control based on text mining using support vector machine. *Expert systems with applications*, 34(1), pp. 603-610.
- Magid A., Rotman S., Weiss, A. M., 1990. Comment on "Picture Thresholding Using an Iterative Selection Method". *Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on*, 20(5), pp. 1238-1239.

- Mahapatra S., Kumar J. Chauhan A., 2010. Consumer satisfaction, dissatisfaction and post-purchase evaluation: An empirical study on small size passenger cars in India. *International Journal of Business and Society*, 11(2), pp. 97-108.
- Mandel B. J., 1969. The Regression Control Chart. *Journal of Quality Technology*, 1(1), pp. 1-9.
- Mastrogiacomo L., Barravecchia F., Franceschini F., Marimon F., 2020. Mining quality determinants of Product-Service Systems from User-Generated Contents. (Under Review).
- Mittal V., Westbrook R., 2014. The satisfaction profit chain. *Handbook of Service Marketing Research*, 10, pp. 182-218.
- Montgomery D. C., 2009. Introduction to Statistical Quality Control. 6th ed. *Wiley*, Hoboken, NJ.
- Nassirtoussi A. K., Aghabozorgi S., Wah T. Y. Ngo, D. C. L., 2014. Text mining for market prediction: A systematic review. *Expert Systems with Applications*, 41(16), pp. 7653-7670.
- Neely A., 2008. Exploring the financial consequences of the servitization of manufacturing. *Operations Management Research*, 1(2), pp. 103-118.
- OECD, 2007. Participative Web and User-Created Contents: Web 2.0, Wikis and Social Networking.
- Oliver R., 1980. A Cognitive Model of Antecedents and Consequences of Satisfaction Decisions. *Journal of Marketing Research*, 17, pp. 460-469.
- Parasuraman A., Zeithaml V., Berry, L., 1985. A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research. *Journal of Marketing*, 49(4), pp. 41-50.
- Pergande B., Nobre P., Nakanishi A., Zancul E., Loss L., Horta L., 2012. Product-Service System Types and Implementation Approach. *Paper Conference: CIRP LCE Conference*, January 2012, pp. 43-48.

- Pyzdek T., Keller P. A., 2003. *The Six Sigma Handbook: A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Levels. McGraw-Hill Professional Publishing, New York, NY.*
- Roberts M., Stewart B., Airoidi E., 2016. A Model of Text for Experimentation in the Social Sciences. *Journal of the American Statistical Association*, 111, pp. 1-49.
- Roberts M., Stewart B., Tingle D., 2019. stm: An R Package for Structural Topic Models. *Journal of Statistical Software*, 91(2), pp. 1-40.
- Roberts M., Stewart B., Tingle D., Airoidi E., 2013. The Structural Topic Model and Applied Social Science. *ICONIP*, 2013, pp. 1-4.
- Roberts M., Stewart B., Tingle D., Lucas C., Leder-Luis J., Gadarian S. K., Albertson B., Rand D. G., 2014. Structural Topic Models for Open-Ended Survey Responses. *American Journal of Political Science*, 58(4), pp. 1064-082.
- Saccani N. Songini L., Gaiardelli P., 2006. The role and performance measurement of after-sales in the durable consumer goods industries: An empirical study. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 55, pp. 259-283.
- Scott J., Baldridge J., 2013. A recursive estimate for the predictive likelihood in a topic model. *Journal of Machine Learning Research*, 31, pp. 527-535.
- Shaheen S., Cohen A., Farrar E., 2019. Carsharing's impact and future. *Advances in Transport Policy and Planning*, 4, pp. 87-120.
- Shankar V., Smith A., Rangaswamy A., 2003. Customer Satisfaction and Loyalty in Online and Offline Environment. *International Journal of Research in Marketing*, 20, pp. 153-175.
- Sito web Zipcar: [www.zipcar.com](http://www.zipcar.com)
- Sperkova L., Vencovsky F., Bruckner T., 2015. How to Measure Quality of Service Using Unstructured Data Analysis: A General Method Design. *Journal of Systems Integration*, 2015(4), pp. 3-16.

Sweeney J., Soutar G., Mazzarol T., 2008. Factors Influencing Word-of-Mouth Effectiveness: Receiver Perspectives. *European Journal of Marketing*, 42, pp. 334-364.

Szwejczeński M., Goffin K. Anagnostopoulos Z., 2015. Product service systems, after-sales service and new product development. *International Journal of Production Research*, 53, pp. 1-20.

UNI EN ISO 9001:2015, 2015. Quality management systems - Requirements.

Western Electric, 1956. Statistical Quality Control Handbook. *Western Electric Corporation*, Indianapolis, IN.

Zaki M., McColl-Kennedy J., 2020. Text mining analysis roadmap (TMAR) for service research. *The Journal of services marketing*, 34(1), pp. 30-47.