



UNIVERSITÀ DEL PIEMONTE ORIENTALE

**Dipartimento di Studi per l'Economia e per l'Impresa**

Corso di Laurea Magistrale in Management e Finanza

Curriculum Marketing and Operations Management

TESI DI LAUREA MAGISTRALE

**IL REVENUE MANAGEMENT NELLE STRATEGIE  
DI PREZZO DELLE COMPAGNIE AEREE**

Relatore:

Chiar.mo Prof. Graziano ABRATE

Candidato:

Alessia GIURATO

Matricola 20029010

Anno Accademico 2022/2023

*Ai miei genitori Cecilia e Dario,  
a mio fratello Edoardo.*

# SOMMARIO

Introduzione.....	1
<b>CAPITOLO 1 – BACKGROUND E CONTESTO.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 STRATEGIE DI PREZZO E ORIGINI DEL REVENUE MANAGEMENT .....</b>	<b>3</b>
1.1.1 Strategie di prezzo .....	3
1.1.2 Le origini del revenue management.....	5
<b>1.2 PREREQUISITI, CARATTERISTICHE E CLASSIFICAZIONE DEL REVENUE MANAGEMENT.....</b>	<b>8</b>
1.2.1. Prerequisiti.....	8
1.2.2. Caratteristiche e classificazione .....	9
<b>CAPITOLO 2 - REVENUE MANAGEMENT NEL SETTORE AEROMOBILE .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 LE BASI DEL REVENUE MANAGEMENT NEL SETTORE AEROMOBILE.....</b>	<b>13</b>
2.1.1 Catena di valore commerciale di una compagnia aerea e stagionalità della domanda	13
2.1.2 Modello di business full service e low cost.....	14
2.1.3 La logica per l'applicazione del revenue management .....	18
2.1.4 Principali fattori che differenziano i prezzi .....	20
2.1.5 I KPI fondamentali usati nel Revenue Management .....	25
2.1.6 Bilanciamento degli obiettivi di redditività e fattore di carico .....	26
<b>2.2 IL PROCESS FLOW NEL REVENUE MANAGEMENT DELLE COMPAGNIE AEREE .....</b>	<b>28</b>
<b>CAPITOLO 3 – I FATTORI CHE INFLUENZANO IL PREZZO: ANALISI EMPIRICA.....</b>	<b>35</b>
<b>3.1 ANALISI DELLA LETTERATURA PRECEDENTE .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2 DATASET .....</b>	<b>40</b>
3.2.1 Descrizione del primo dataset: German Air Fares.....	40
3.2.2 Descrizione del secondo dataset: American Airlines Expedia.....	41
<b>3.3 ANALISI DEI DATI .....</b>	<b>43</b>
3.3.1 Dataset German Air Fares.....	43
3.3.1.1 Statistiche descrittive .....	43
3.3.1.2 Analisi di regressione.....	53
3.3.2 Dataset American Airlines Expedia.....	57
3.3.2.1 Statistiche descrittive .....	57
3.3.2.2. Analisi di regressione.....	61

<b>3.4 DISCUSSIONE DEI RISULTATI.....</b>	<b>65</b>
<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>70</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>72</b>
<b>SITOGRAFIA.....</b>	<b>75</b>

## Introduzione

Con l'espansione di Internet in tutto il mondo, il settore della vendita dei biglietti aerei ha subito una serie di cambiamenti. (Klein & Loebbercke, 2000) L'evoluzione del settore aeromobile è stata un processo lungo e complesso, influenzato da diverse cause, tra cui la globalizzazione e l'internazionalizzazione che hanno spinto un numero sempre maggiore di persone a viaggiare. I comportamenti dei viaggiatori per scopi turistici hanno subito cambiamenti nel tempo, mentre l'espansione del trasporto merci e gli accordi commerciali hanno aumentato la mobilità dei viaggiatori d'affari. Questi fattori hanno avuto un impatto significativo sulla definizione delle strategie di pricing nel settore aereo. (Fedorco & Hospodka, 2013)

Il settore aeromobile ha tutti i prerequisiti che servono per applicare il revenue management e l'importanza dell'utilizzo di questo metodo per le compagnie aeree è cresciuta costantemente dal 1990. Ciò porta il revenue management ad essere un elemento decisivo per la profittabilità totale di una compagnia aerea. (Cramer & Thams, 2021)

Il prezzo del biglietto aereo dipende da molti fattori dinamici diversi, come le politiche tariffarie delle compagnie aeree, la distanza del volo, la classe di servizio, la compagnia aerea, la mobilità della popolazione globale, tutti elementi che definiscono la domanda di viaggio. Il costo del biglietto può variare in modo significativo per lo stesso volo, anche per posti vicini. (Narangajavana, Garrigos-Simon, García, & Forgas-Coll, 2014). Il modello del mercato dei biglietti aerei varia da Paese a Paese e dipende dal volume e dalla struttura dell'offerta (numero di compagnie aeree e di voli) e della domanda (numero di passeggeri, stagionalità). La domanda di viaggi aerei è influenzata dalla mobilità della popolazione mondiale, a sua volta, influenzata da diverse variabili. I biglietti con date di partenza/arrivo nel fine settimana, ad esempio, sono solitamente più costosi. (Lantseva, Mukhina, Nikishova, Ivanov, & Knyazkow, 2015). Questi sono solo alcuni fattori che influenzano il prezzo.

Gli obiettivi di questa ricerca sono il risultato di una curiosità personale per i prezzi dei biglietti delle compagnie aeree. L'idea iniziale per lo sviluppo dell'elaborato è nata dalla volontà di comprendere se esista una strategia efficace per risparmiare durante la prenotazione di un volo. La domanda che mi sono posta è stata: esistono dei fattori che influiscono sui prezzi dei voli? Questo interrogativo è emerso da esperienze personali e da osservazioni del mercato, che hanno suscitato un forte interesse nell'approfondire il funzionamento dei meccanismi di pricing delle compagnie aeree e nell'identificare eventuali opportunità per i consumatori di ottimizzare i loro acquisti di biglietti.

L'obiettivo principale della ricerca è quello di condurre un'analisi sull'impatto che specifici fattori, tra cui la distanza temporale tra il giorno di prenotazione e il giorno del volo, la fascia oraria del volo, la compagnia aerea, la distanza totale della tratta e il numero di posti rimanenti sul volo, hanno sul prezzo del biglietto aereo nel settore dell'aviazione commerciale. Attraverso l'analisi empirica dei dati raccolti, si forniscono nuove elaborazioni di dati che possano arricchire il corpo della letteratura esistente, offrire nuove prospettive sulle strategie di pricing

delle compagnie aeree e identificare possibili tendenze che possano essere di interesse per gli studiosi e i professionisti del settore.

Nel primo capitolo, si descriveranno le strategie di prezzo, le origini e l'evoluzione del concetto di revenue management esplorando come questa pratica sia emersa in risposta alla necessità di gestire in modo dinamico la disponibilità limitata di risorse e ottimizzare le entrate. Si passerà poi a definire i prerequisiti necessari per implementare con successo questa pratica, nonché le sue caratteristiche e classificazioni chiave. Questo capitolo introduttivo fornirà una base teorica essenziale per il resto dell'elaborato, consentendo una comprensione delle strategie di pricing e del ruolo critico del revenue management nel panorama aziendale moderno.

Nel secondo capitolo di questa tesi, ci si concentrerà sull'applicazione specifica del revenue management nel settore aeromobile. Si inizierà descrivendo la catena di valore commerciale di una compagnia aerea. Successivamente, si analizzeranno le caratteristiche distintive dei due principali modelli di business dei vettori aerei: il modello "full service" e il modello "low cost". Si presenterà, poi, un caso esemplificativo che illustra la logica sottostante all'applicazione del revenue management nel settore aeromobile. Attraverso un'analisi approfondita della letteratura esistente, si esploreranno i principali fattori che influenzano la differenziazione dei prezzi nel settore: si esamineranno quindi le variabili lato consumatori, lato costi e lato competitività. Dopo aver spiegato brevemente il bilanciamento tra gli obiettivi di redditività e il fattore di carico si descriverà il processo operativo del revenue management nelle compagnie aeree, delineando le fasi principali di raccolta dei dati, stima e previsione della domanda, ottimizzazione della capacità e del pricing, nonché il controllo e la gestione delle performance.

Nel terzo capitolo, verrà condotta un'analisi sull'impatto che alcune variabili (distanza tra la data di prenotazione e la data di partenza, la fascia oraria del volo, la compagnia aerea, la distanza totale della tratta e i posti rimanenti) hanno sul prezzo del biglietto del volo, utilizzando due diversi dataset. Rispetto alla convinzione tradizionale secondo cui più si prenota in anticipo, più vengono garantite tariffe convenienti, si riscontrano delle eccezioni, anche se generalmente è vantaggioso prenotare almeno una settimana prima della partenza. Inoltre, l'influenza della fascia oraria sul prezzo del biglietto dipende da altre variabili e non è sempre significativa. Si osserva che le compagnie "full service" tendono ad avere tariffe medie più elevate rispetto alle compagnie "low cost". Inoltre, si evidenzia che il numero di posti rimanenti sul volo influisce sul prezzo del biglietto, con un risparmio maggiore quanto più sono i posti disponibili.

Al termine, una sezione conclusiva proporrà opportune riflessioni finali.

# CAPITOLO 1 – BACKGROUND E CONTESTO

## 1.1 STRATEGIE DI PREZZO E ORIGINI DEL REVENUE MANAGEMENT

### 1.1.1 Strategie di prezzo

*“Per prezzo di un prodotto o di un servizio si intende la quantità monetaria che un compratore deve spendere per acquistare questo prodotto o servizio.” (Zatta, 2009).*

Una strategia di prezzo è un insieme di regole o metodi che le aziende possono utilizzare per determinare il prezzo dei loro prodotti e servizi.

Esistono sostanzialmente tre possibili basi di riferimento per le decisioni di prezzo: i costi di produzione, i prezzi praticati dalle imprese concorrenti e la domanda di mercato. Una buona strategia di prezzo dovrebbe riuscire a tenere in conto tutti e tre gli elementi (Abrate, 2020).

Parallelamente, è possibile utilizzare tre differenti approcci. L'**approccio cost-based** si concentra sulle basi di costo dei prodotti e dei servizi che l'impresa deve sostenere, quindi, l'ottica di partenza è quella della produzione. (Magnus, Hallberg, Hinterhuber, Zbaracki, & Liozu, 2012). In questo caso i dati sono di facile acquisizione in quanto sono interni all'impresa, ma l'utilizzo di questo metodo trascura la competitività e la disponibilità a pagare dei clienti, portando ad una debole efficacia. (Abrate, 2020). L'**approccio competition-based** determina il prezzo partendo dall'osservazione delle tariffe della concorrenza e stabilisce un target di prezzo per poter adattare il processo di produzione e far sì che i costi rimangano all'interno del budget prestabilito. Anche in questo caso i dati sono di facile acquisizione ma si tiene conto della pressione competitiva. Questo metodo è appropriato in caso di beni non differenziati o non differenziabili. (Abrate, 2020). L'**approccio value-based** prevede come punto di partenza la domanda di mercato, quindi il valore generato per un determinato segmento di consumatori. La maggior parte degli studiosi di pricing ritiene che quest'ultimo sia l'approccio migliore per la definizione dei prezzi nei mercati commerciali, ma è utilizzato da poche imprese a causa della maggiore complessità, in quanto risulta complesso per l'azienda valutare e comunicare il valore, segmentare il mercato. (Magnus, Hallberg, Hinterhuber, Zbaracki, & Liozu, 2012)

Uno dei criteri che possono determinare le decisioni di prezzo è il tempo. Infatti, se per esempio si verificano cambiamenti nella disponibilità di materie prime per un certo periodo, i costi di produzione possono variare. Se si prendono come base di riferimento i cambiamenti nella domanda, invece, si può per esempio riscontrare una diminuzione della disponibilità a pagare per un prodotto non più innovativo. Allo stesso modo, se un nuovo concorrente entra sul mercato con un prodotto simile, allora bisognerà aggiustare il prezzo. Quando si prendono decisioni di prezzo, si possono quindi mettere in atto piani a medio-lungo termine, oppure si possono predisporre singole azioni con un obiettivo di breve termine. Nel breve periodo si possono adattare decisioni di prezzo rispetto a cambiamenti imprevisti delle condizioni di mercato. (Abrate, 2020)

*“The new business environment is characterized by unpredictability, complexity, and changes”* (Garrigós-Simón, Palacios-Marqué, & Narangajavana, 2008)

La domanda che si pone è: “dato il vincolo di capacità produttiva, si possono utilizzare i prezzi per far fronte a fluttuazioni della domanda non prevedibili, di breve termine?”. Dall’esigenza di gestire fluttuazioni dinamiche della domanda nasce, quindi, il sistema di revenue management, un insieme di strumenti e tecniche per ottimizzare i ricavi grazie al controllo e alla gestione attiva della domanda nel breve periodo.

I prezzi dinamici, quindi, si adattano in tempo reale in risposta a cambiamenti nelle condizioni di mercato, alla domanda corrente o ad altri fattori. Ad esempio, poco prima della partenza le compagnie aeree possono offrire voli economici per massimizzare il carico dei loro voli. (Escobari, Rupp, & Meskey, 2018)

Le imprese spesso trovano vantaggioso suddividere i clienti in base alla loro sensibilità alla domanda e adottare politiche di prezzo differenziate. In alcuni contesti, è possibile osservare l’eterogeneità dei consumatori direttamente, consentendo all’impresa di fissare i prezzi in base alle caratteristiche contrattabili dei consumatori. In altri casi, l’eterogeneità non è direttamente osservabile ma si può presentare un menu di prodotti e prezzi, consentendo ai consumatori di auto-selezionarsi. In entrambi i casi, l’obiettivo dell’impresa è quello di fissare i prezzi dei propri prodotti in base all’elasticità della domanda di fondo di ciascun consumatore, al fine di massimizzare il surplus e aumentare le vendite tra i clienti più sensibili ai prezzi. (Stole, 2007)

Quando lo stesso bene è venduto a prezzi diversi senza che la differenza di prezzo rifletta una differenza di costo di produzione, si parla di differenziazione di prezzo (Abrate, 2020). La discriminazione di prezzo esiste quando i prezzi variano tra i segmenti di clientela in un modo che non può essere interamente spiegato dalle variazioni del costo marginale. (Stole, 2007). La differenziazione di prezzo si può suddividere in tre tipi: primo, secondo e terzo grado e può essere applicata solo se: (i) le imprese hanno potere di mercato di breve periodo, (ii) i consumatori possono essere segmentati direttamente o indirettamente e (iii) l’arbitraggio tra bene a prezzi diversi non è possibile. La segmentazione di primo grado è una segmentazione completa in cui ogni prodotto è venduto ad un prezzo diverso e il processo di negoziazione è individuale. Questo tipo di segmentazione è molto difficile da praticare in quanto l’acquirente dovrebbe svelare la propria disponibilità a pagare e la trattativa sarebbe individuale. La differenziazione di secondo grado è una segmentazione indiretta e avviene in base a caratteristiche non direttamente osservabili dal venditore. Il consumatore, infatti, sceglie l’opzione di prezzo che preferisce. Il vantaggio consiste nello sfruttare l’eterogeneità dei consumatori riferita a qualche caratteristica di quantità o qualità del consumo. La differenziazione di terzo grado, invece, è una segmentazione diretta e avviene in base a caratteristiche direttamente osservabili dal venditore, il quale assegna prezzi riservati a determinate categorie di consumatori. Il vantaggio consiste nello sfruttare la diversa elasticità dei prezzi. (Abrate, 2020)

La discriminazione dinamica dei prezzi si verifica quando un'azienda vende un bene identico a prezzi diversi in base al momento dell'acquisto.

Le strategie di prezzo sono parte integrante del revenue management e sono utilizzate dalle aziende per massimizzare i ricavi attraverso la gestione dinamica dei prezzi in risposta alle condizioni di mercato, alla domanda dei clienti e ad altri fattori influenti.

### **1.1.2 Le origini del revenue management**

La nascita del Revenue Management risale al 1978, in seguito ad una normativa, l'Airline Deregulation Act, voluta dall'Aviazione Civile Statunitense, che prevedeva la deregolamentazione del settore del trasporto aereo. Con questa legge, il Consiglio dell'aviazione civile degli Stati Uniti allentava il controllo sui prezzi delle compagnie aeree. (Talluri & Van Ryzin, 2005). L'entrata in vigore di nuovi vettori low cost, infatti, pone una forte pressione concorrenziale per le maggiori compagnie aeree. Queste compagnie, grazie al costo del lavoro più basso, alle operazioni più semplici e senza servizi accessori erano in grado di praticare prezzi più bassi rispetto alle compagnie tradizionali. Nonostante questo, gli orari più frequenti, i collegamenti con un maggior numero di aeroporti, e un marchio e reputazione consolidati, rendevano le compagnie aeree tradizionali attraenti per i viaggiatori d'affari. Ciò che le compagnie full service perdevano, era il segmento dei viaggiatori per piacere. (Talluri & Van Ryzin, 2005). Divenne chiaro che il controllo efficace dei posti a tariffa scontata richiedeva un monitoraggio dettagliato della cronologia delle prenotazioni, l'espansione delle capacità dei sistemi informativi e uno sviluppo attento delle regole per il controllo dell'inventario dei posti. (Demydyuk, 2012)

La prima compagnia ad implementare un sistema di Revenue Management è American Airlines, che iniziò a studiare un metodo per reagire alla concorrenza sui prezzi con le compagnie low cost, che a livello di KPI iniziano ad esercitare una forte pressione competitiva. (Abrate, 2020). Nel 1987 Robert Crandall, vicepresidente del settore marketing iniziò ad applicare sconti e promozioni che potevano essere usufruiti solo entro un determinato periodo di tempo. American Airline è partita dal presupposto che una guerra di prezzo alle compagnie low cost era una strategia non praticabile a causa dei costi medi più elevati. Nonostante questo, il costo marginale era sostanzialmente nullo quindi c'era la possibilità di competere sui prezzi applicando delle promozioni. (Abrate, 2020)

Le promozioni potevano essere applicate sui posti in eccesso, per competere sui prezzi applicati dalle compagnie low cost. I due principali problemi che si sono presentati erano l'identificazione dei posti in eccesso su ciascun volo e la ricerca di una modalità per impedire ai viaggiatori disposti a pagare il prezzo pieno di scegliere una tariffa in promozione. (Abrate, 2020). Le soluzioni che sono state adottate per ovviare a questo tipo di problema sono l'introduzione di restrizioni sui biglietti venduti in promozione (ad esempio la non rimborsabilità, un minimo di 7 giorni tra andata e ritorno, obbligo di acquisto 30 giorni prima della partenza...) e la predisposizione di un limite sulle quantità di posti venduti con una tariffa promozionale su ciascun volo. (Abrate, 2020). Queste restrizioni sono state messe in atto per impedire alla maggior parte dei viaggiatori d'affari di utilizzare le nuove tariffe agevolate. Allo

stesso tempo, per controllare la capacità delle tariffe, American Airline limitava il numero di posti scontati venduti. (Talluri & Van Ryzin, 2005)

Nonostante inizialmente il programma funzionasse, si sono poi verificati dei problemi tariffari. Inizialmente, i controlli sul numero dei posti venduti in promozione erano basati su una porzione fissa su ciascun volo. Questo rendeva il sistema imperfetto in quanto non tutti i voli avevano le stesse caratteristiche: i voli in giorni e orari diversi avevano modelli di domanda molto diversi. (Abrate, 2020) (Talluri & Van Ryzin, 2005). Nel 1985, allora, venne elaborato un nuovo sistema di ottimizzazione dinamica che permetteva di definire tariffe promozionali a seconda del volo considerato in quanto in grado di controllare con esattezza la disponibilità dei posti su ciascun volo. Questo nuovo sistema fu chiamato DINAMO (Dynamic Inventory Allocation and Maintenance Optimizer system) e rappresentò il primo tentativo di sviluppo di un sistema di revenue management. In questo modo, American Airlines aveva la possibilità di pubblicizzare i prezzi promozionali su tutto il mercato americano, confidando sulla capacità di DINAMO di controllare e limitare automaticamente il numero di posti venduti in offerta su ciascun volo, con la possibilità di reagire nel caso un rivale pubblicasse una promozione. (Abrate, 2020). Le conseguenze dell'introduzione di DINAMO nel gennaio 1985 cambiarono le dinamiche della concorrenza nel mercato aereo: People Express, una delle più importanti compagnie low cost del periodo, passò da un profitto di 60 milioni di euro nel 1984 ad una perdita di 160 milioni di euro nel 1986. (Abrate, 2020).

La prima persona che ha applicato il revenue management al di fuori del mercato aereo è stata Bill Marriott JR, CEO di Marriott International. Marriot ha applicato le tecniche di revenue management all'industria alberghiera in quanto aveva capito che i punti in comune tra i due settori erano svariati, tra cui: deperibilità del prodotto, struttura con alti costi fissi, prenotazioni effettuate in anticipo, oscillazione della domanda per fattori esterni al prezzo come ad esempio previsioni metereologiche, eventi importanti, festività. Gli alberghi del gruppo Marriot, quindi, cominciarono a differenziare le tariffe in base a precisi elementi, tra cui le caratteristiche della clientela, la lunghezza del soggiorno, la distanza della prenotazione dalla data di arrivo, il volume della domanda sulle date di soggiorno. (Gestione Consulenze Alberghiere, 16/12/2021)

Un altro elemento che ha contribuito allo sviluppo del moderno revenue management è stato l'avvento di Internet. (Yeoman I. , 2016). Da qui in poi, infatti i consumatori erano in grado di confrontare facilmente e rapidamente i prezzi dei posti in aereo, delle camere in albergo, delle crociere... Di conseguenza le aziende hanno dovuto concentrarsi maggiormente sui prezzi e modificarli più frequentemente. Questo ha portato sempre più ad una concorrenza dinamica sui prezzi.

Nella storia delle origini del revenue management possiamo già identificare le prime caratteristiche principali del sistema, che verranno spiegate più approfonditamente in seguito. Una definizione generale di revenue management la offre Kimes Sheryl della Cornell School of Hotel Administration:

*“processo di allocazione del giusto tipo di bene, al giusto prezzo, per ogni cliente, al fine di massimizzare il ricavo” (Kimes, 1989)*

Il revenue management consiste quindi nell'applicazione di analisi che portano ad una previsione del comportamento dei consumatori e all'ottimizzazione della disponibilità dei prodotti e dei prezzi di vendita con l'obiettivo di massimizzare i ricavi e si basa su modelli matematici e statistici. (Cramer & Thams, 2021)

Come menzionato precedentemente, il revenue management coinvolge la determinazione dei prezzi in modo dinamico, tenendo conto di vari fattori come la concorrenza, la domanda dei clienti, la stagionalità, gli eventi speciali. I settori delle compagnie aeree, degli alberghi e delle auto a noleggio rappresentano applicazioni tradizionali di RM perché condividono caratteristiche simili (le caratteristiche verranno spiegate al capitolo 1.2.1). (Chiang, Chen, & Xu, 2007)

La gestione accurata dei ricavi consente alle aziende di adattare i prezzi in base alla variazione della domanda, massimizzando così i profitti complessivi. L'impiego di tecnologie avanzate, analisi dei dati e modelli predittivi è spesso essenziale nel contesto del revenue management per prendere decisioni informate e reattive. Per arrivare ad avere una previsione attendibile è necessario utilizzare sia dati storici che dati stimati e predisporre un'attenta analisi. (Cramer & Thams, 2021)

## 1.2 PREREQUISITI, CARATTERISTICHE E CLASSIFICAZIONE DEL REVENUE MANAGEMENT

### 1.2.1. Prerequisiti

Per poter applicare il revenue management è necessario che vengano rispettati alcuni prerequisiti. (Cramer & Thams, 2021)

In primis l'applicazione del revenue management prevede che i prodotti abbiano precise caratteristiche che devono essere pienamente soddisfatte. Le caratteristiche sono:

**Capacità fissa:** la quantità erogata sul mercato è conosciuta e fissa e non cambia con il passare del tempo. (Cramer & Thams, 2021). Le attività di produzione di beni, a differenza delle società che erogano servizi, non presentano questa caratteristica in quanto in questo caso la produzione può variare a seconda della quantità erogata sul mercato. Nel caso di società che erogano servizi invece, si stabilisce a priori la quantità da erogare, indipendentemente dal numero di clienti che acquisteranno il servizio. Un esempio in cui questa caratteristica non è soddisfatta è quando cambia il tipo di automobile in quanto la capacità non rimane costante nel tempo e cambia durante il periodo di prenotazione. (Cramer & Thams, 2021)

Se non viene rispettato questo prerequisito, si avrà un impatto nell'efficacia del revenue management in quanto le previsioni si riferiscono a dati storici. Invece, quando non c'è inflessibilità, si ha una maggiore interazione con la domanda. (Cramer & Thams, 2021)

**Prodotto deperibile:** un prodotto deve avere questa caratteristica perché altrimenti le vendite potrebbero andare avanti fino all'infinito. I voli aerei, le stanze d'hotel, le crociere o anche i concerti e gli eventi sportivi possono avere queste caratteristiche in quanto, prendendo ad esempio una stanza d'albergo, una volta che c'è stato il check-in, questa non può più essere venduta per la stessa data. (Cramer & Thams, 2021)

**Costi fissi alti e costi marginali bassi:** prendendo ad esempio una compagnia aerea, i costi di un passeggero addizionale sono bassi in rapporto ai costi fissi di un volo. Per far sì che diminuisca il costo per unità venduta, è necessario distribuire il maggior numero di unità possibile e dunque adattare il prezzo. (Cramer & Thams, 2021)

**Domanda stocastica:** la domanda è stocastica, siccome è esposta ad effetti randomici. Se il futuro fosse deterministico e prevedibile, la gestione dei ricavi sarebbe obsoleta, in quanto l'allocazione della capacità sarebbe interamente pianificabile e statica. (Cramer & Thams, 2021)

**Prenotazioni anticipate:** il revenue management richiede che le prenotazioni siano possibili in anticipo. Questo presupposto vale per un'ampia gamma di prodotti dell'industria dei viaggi, come voli, hotel, crociere, ecc. (Cramer & Thams, 2021)

### 1.2.2. Caratteristiche e classificazione

Come precedentemente accennato, l'obiettivo del Revenue Management è l'ottimizzazione dei ricavi attraverso l'utilizzo di tecniche di prezzo dinamiche che si adattino alle mutevoli condizioni del mercato e alle fluttuazioni della domanda. Un corretto utilizzo di revenue management consente di massimizzare i guadagni dell'azienda.

Contrariamente ai modelli di prezzo statici, il revenue management si basa quindi sulla dinamicità dei prezzi. Questo vuol dire che i prezzi possono variare in tempo reale in base a fattori come la domanda attuale, la concorrenza, le condizioni metereologiche o altri elementi che possono influenzare la decisione di acquisto del cliente. Per poter variare in tempo reale i prezzi, è necessaria un'accurata previsione della domanda futura attraverso l'utilizzo di modelli statistici e algoritmi predittivi che consentono alle aziende di anticipare le tendenze del mercato e di adattare le strategie di pricing di conseguenza. (Cramer & Thams, 2021)

In generale, si possono identificare tre diversi modelli di revenue management: quantity-based revenue management, price-based revenue management e overbooking.

Il **quantity-based revenue management** è il modello più utilizzato. In questo caso, la variabile sotto controllo dinamico è la quantità e vengono definite a priori varie categorie di prezzo, ma non viene determinata la quantità che si venderà a quel determinato prezzo poiché la quantità effettivamente allocata sarà definita in funzione della capacità produttiva disponibile e controllata in tempo reale. In questo caso, le decisioni da prendere sono differenti, tra cui come allocare la produzione a vari canali, se accettare o meno un'offerta di acquisto, quando non vendere un prodotto sul mercato e venderlo in un momento successivo, e così via. (Talluri & Van Ryzin, 2005). Pensando al quantity-based revenue management applicato per un volo aereo, si può individuare il paradosso della capacità del volo: perché la quantità può diventare oggetto di controllo dinamico se la capacità di un aereo è fissa? La soluzione si trova se si pensa che si possono definire più categorie di prezzo. Si può decidere quale la quantità da definire a prezzo più alto e quale quantità a prezzo più basso. (Abrate, 2020)

Infatti, il modello quantity-based si basa sulla regola di Littlewood: (Talluri & Van Ryzin, 2005)

$$y_1^* = F_1^{-1}\left(1 - \frac{R_2}{R_1}\right)$$

l'assunzione di questa regola di fonda su due gruppi di consumatori: il primo gruppo ha la possibilità a pagare pari a P1 e il secondo ha una disponibilità a pagare pari a P2. Assumiamo che P1 sia maggiore di P2. In questo caso abbiamo, quindi, solo due classi: C1 e C2. Chiamiamo la domanda che rappresenta la capacità totale D1 e D2. La domanda D2 è conosciuta ed osservabile, mentre la domanda D1, con una più elevata volontà a pagare è casuale e sarà conosciuta solo in un periodo di tempo successivo. Il processo decisionale in questo sistema si basa in linea di principio su una semplice ipotesi che risiede nella condizione iniziale. (Littlewood, 2005; Cramer & Thams, 2021)

Dalla prospettiva del revenue management, lo scopo è quello di decidere quale allocazione della capacità per le classi C1 e C2 porta a massimizzare i ricavi.

Se ci fosse la certezza che la domanda inizialmente sconosciuta e casuale di C1 riempie la capacità totale, bisognerebbe riservare l'intera capacità di D1 e respingere totalmente la domanda D2. Ciò significa che l'allocazione della capacità in termini di livelli di protezione è determinata fondamentalmente dalla domanda futura prevista per la classe 1. Se si riceve una richiesta di classe 2, allora si hanno due possibilità di risposta:

1. accettare la richiesta per la classe 2, che porterà a un ricavo di  $p_2$ .
2. rifiutare la richiesta per la classe 2, che genererà un ricavo futuro atteso di  $p_1$ .

Risulta logico non accettare la richiesta per la classe 2, se vale la seguente equazione:

$$p_2 \geq p_1 \text{Prob}(D_1 \geq x)$$

questa equazione implica che ci sarà un livello di protezione ottimale che soddisfa le seguenti due condizioni:

$$p_2 \leq p_1 \text{Prob}(D_1 \geq y_1^*)$$

$$p_2 > p_1 \text{Prob}(D_1 \geq y_1^* + 1)$$

dove la seconda soluzione può essere vista come una soluzione limite, nel senso che un'unità aggiuntiva di capacità residua ci farà accettare la richiesta attuale per la classe 2.

Se assumiamo inoltre che la domanda per la classe 1 possa essere modellata da una distribuzione continua, indicata con  $F_1(x)$ , possiamo ricavare facilmente l'allocazione ottimale della capacità. a tal fine, possiamo riscrivere la prima condizione come

$$p_2 = p_1 \text{Prob}(D_1 \geq y_1^*) ,$$

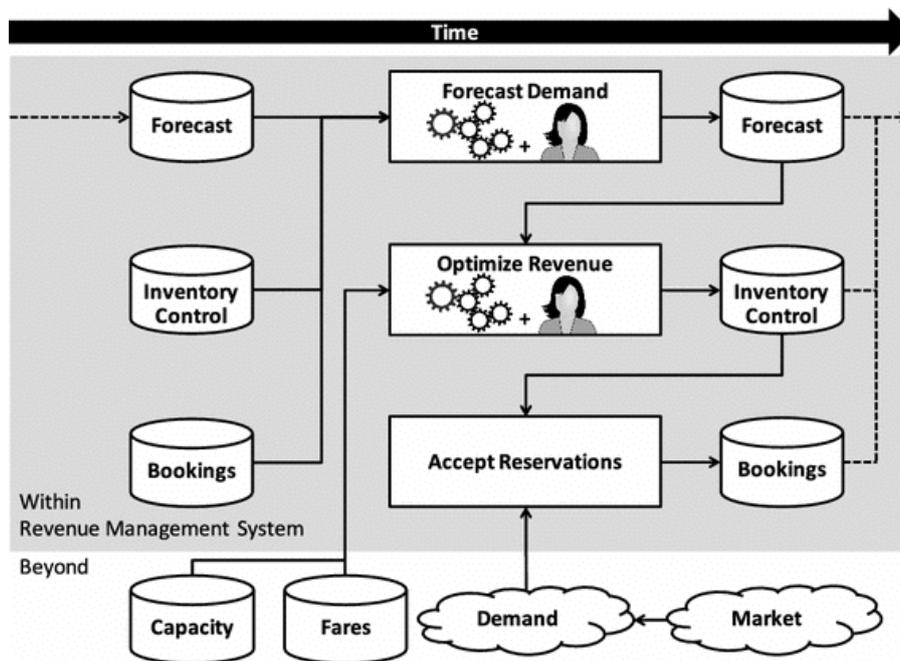
che si traduce in

$$y_1^* = F_1^{-1}\left(1 - \frac{p_2}{p_1}\right).$$

$F_1^{-1}$  rappresenta la funzione inversa della funzione di distribuzione. Questa equazione è nota come regola di Littlewood, che dà un livello di protezione ottimale  $y_1^*$ . Il limite di prenotazione corrispondente è dato da  $b_2^* = C - y_1^*$ .

In poche parole, la regola di Littlewood fornisce una struttura formale per determinare l'allocazione di capacità ottimale nel caso in cui siano presenti solo due classi. (Cramer & Thams, 2021)

La figura 1.1 rappresenta il sistema di revenue management quantity-based.



**Figura 1.1** Quantity-based revenue management system.

**Fonte:** (Cleophas, Kadatz, & Vock, 2017)

Nel modello **price-based** la variabile oggetto di controllo di tipo dinamico è il prezzo. Un esempio potrebbe essere nei negozi al dettaglio, in cui gli spazi sono pre-allocati e la variabile più facile da modificare nel breve periodo è il prezzo. Si possono definire dei limiti superiori e inferiori per i prezzi delle classi di prenotazione, mentre il prezzo dinamico all'interno del periodo di prenotazione viene calcolato mediante ottimizzazione. La determinazione dei prezzi può basarsi sui costi, sulla concorrenza o sui clienti. (Phillips, 2005)

L'**overbooking**, invece, è una strategia che permette di vendere prenotazioni in eccedenza rispetto alla capacità produttiva. Questo è possibile studiando le statistiche sui clienti che non usufruiscono effettivamente della prenotazione. L'**overbooking** è usato frequentemente dalle compagnie aeree come strumento di revenue management per migliorare la performance economica di un volo ed è molto importante per la profittabilità totale di una compagnia aerea. Gli aspetti negativi di questa pratica interessano la soddisfazione dei clienti se il numero effettivo di cancellazioni o no-shows è più basso di quello atteso, in quanto la conseguenza sarà il negato imbarco dei passeggeri. (Cramer & Thams, 2021)

La possibilità di vendere prenotazioni in eccesso è motivata da diverse ragioni: alcune cancellazioni da parte dei passeggeri prima della partenza, assenze senza cancellazione, doppie prenotazioni o perdita di coincidenze. Nei voli ad alta domanda, il profitto potenziale per un passeggero aggiuntivo supera significativamente i costi di un rifiuto d'imbarco, se a questo si affiancano una ri-prenotazione e l'alloggio. (Cramer & Thams, 2021)

Le stime suggeriscono che l'overbooking può aumentare i ricavi di oltre il 5%, a seconda del tasso effettivo di cancellazioni e no-show. Tuttavia, le compagnie aeree orientate al turismo vedranno un aumento dei ricavi dovuti all'overbooking meno significativo a causa dei bassi tassi di cancellazione e assenza dei clienti rispetto a quelle che si concentrano sui viaggi d'affari. Tradizionalmente, infatti, i piani di un viaggiatore d'affare cambiano più frequentemente. (Cramer & Thams, 2021)

È importante notare che l'esperienza di un passeggero negato all'imbarco a causa dell'overbooking sarà estremamente negativa e potrebbe essere amplificata dalla condivisione dell'insoddisfazione sui social media, portando a danni reputazionali e costi nascosti per la compagnia. (Cramer & Thams, 2021)

Per mitigare questo rischio, è essenziale implementare processi di gestione dei passeggeri efficaci in collaborazione con le unità operative della compagnia aerea, specialmente quando l'overbooking è parte della gestione della capacità. (Cramer & Thams, 2021)

# CAPITOLO 2 - REVENUE MANAGEMENT NEL SETTORE AEROMOBILE

## 2.1 LE BASI DEL REVENUE MANAGEMENT NEL SETTORE AEROMOBILE

### 2.1.1 Catena di valore commerciale di una compagnia aerea e stagionalità della domanda

La catena di valore commerciale di una compagnia aerea può essere riassunta come rappresentato nella figura 2.1



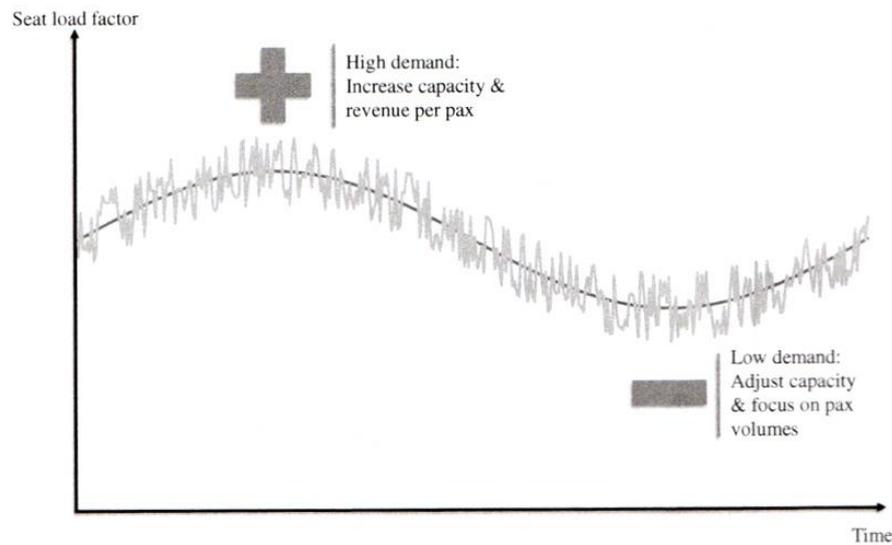
**Figura 2.1** Catena di valore commerciale di una compagnia aerea

**Fonte:** (Cramer & Thams, 2021), rivisitazione propria

Il revenue management rappresenta l'ultimo passaggio che influisce sul reddito a breve termine. Un efficiente sistema di revenue management è sempre strettamente integrato con un'ampia area commerciale ed interagisce strettamente con il team di vendite e marketing lungo tutta la catena del valore commerciale. Se così non fosse, esisterebbe sempre il rischio di abbassare i prezzi più del necessario durante periodi di domanda debole, poiché le attività di marketing e vendita potrebbero non essere completamente allineate e coordinate. Questo condurrebbe ad inefficienze e potenziali perdite di ricavi. (Cramer & Thams, 2021)

Cramer e Thams sostengono che l'influenza del revenue management nel Consiglio di amministrazione sarà significativa nelle organizzazioni dove l'area vendita, l'area marketing e il revenue management operano principalmente in modo indipendente l'uno dall'altro, poiché offre un'opportunità facile ma inefficace per mitigare le carenze commerciali. Il ruolo del revenue management è di sviluppare e implementare azioni per realizzare potenzialità di mercato offrendo una capacità idonea, per i potenziali consumatori, ad un prezzo competitivo al momento giusto. (Cramer & Thams, 2021)

Inoltre, la domanda futura è stocastica, siccome è esposta ad effetti randomici. La figura 2.2 mostra, come il fattore di carico del sedile (Seat load factor) fluttua schematicamente lungo un modello stagionale. Il task del revenue management è di ottenere un sufficiente numero di sedili occupati quando la domanda è bassa e determinare prezzi medi alti quando una domanda più alta (Cramer & Thams, 2021)



**Figura 2.2** Schematic seasonality pattern of an airline

**Fonte:** (Cramer & Thams, 2021)

Come si approfondirà in seguito, quando si pianifica una strategia tariffaria è necessario tenere in considerazione la stagionalità. Infatti, a seconda delle tratte, la domanda di viaggi sarà più bassa o più alta a seconda che il periodo del volo sia in estate o in inverno.

### **2.1.2 Modello di business full service e low cost**

Le compagnie aeree utilizzano uno dei due metodi di revenue management: metodo tradizionale o metodo low cost. (Fedorco & Hospodka, 2013). Il modello di business low cost è stato adottato per la prima volta negli anni '70 da Southwest Airlines negli Stati Uniti ed è stato utilizzato nelle compagnie aeree in molti mercati come alternativa alla tradizionale compagnia aerea full service. (Homsombat, Lei, & Fu, March 2014). Questi due settori presentano forti contrasti nella loro strategia commerciale e competitiva, fornendo modelli operativi concorrenti. (Hunter, 2006).

Di seguito, la tabella 2.1 riassume le principali caratteristiche dei due metodi. Successivamente questi verranno spiegati.

<i>Caratteristiche</i>	<b>Full Service</b>	<b>Low Cost</b>
<i>Tariffe</i>	Ampia gamma di tariffe con varie condizioni	Offre un unico prezzo per un prodotto ad ogni partenza
<i>Compito principale del revenue management (RM)</i>	Il prezzo è fisso e il compito principale del RM è quello di massimizzare i ricavi allocando la capacità tra tutte le tariffe proposte	Maggiore interazione tra i prezzi e il RM. Il compito principale del RM è massimizzare i ricavi attraverso un pricing dinamico
<i>Strategia di prezzo</i>	Strategia di differenziazione rispetto alla qualità	Strategia basata sulla leadership di costo o minimizzazione dei costi
<i>Prodotti e servizi offerti</i>	Cabina economy o business	Solo cabina economy
	Biglietto rimborsabile o non rimborsabile	Solo biglietto non rimborsabile
	Accesso alla sala VIP/ nessun accesso alla sala VIP	Solo senza accesso alla sala VIP
	Flessibilità di pianificazione	Poca flessibilità nella pianificazione
	Voli frequenti	Voli meno frequenti
	Servizi estesi a bordo: maggior spazio e comfort, intrattenimento, cibo e bevande gratuite	Non sono previsti servizi aggiuntivi gratuiti a bordo
	Utilizzo dei principali aeroporti	Utilizzo di aeroporti secondari
	Proposta di programmi frequent flyer	Non vengono proposti programmi frequent flyer
<i>Gestione delle scorte</i>	Biglietti e posti preorganizzati	Organizzazione ridotta
	Intermediazione tramite agenti di viaggio	Vendite dirette su internet
<i>Tratte</i>	Corto, medio o lungo raggio	Solitamente a corto raggio
<i>Aeromobile</i>	Differenti tipi di aeromobili e motori	Tipo di aereo uniforme
<i>Tipologie di viaggiatori</i>	Viaggiatori meno flessibili, come ad esempio viaggiatori d'affari	Viaggiatori più flessibili.

**Tabella 2.1** Caratteristiche delle compagnie full service e low cost

**Fonte:** produzione propria

Per quanto riguarda le **tariffe**, con un approccio tradizionale, le compagnie aeree offrono un'ampia gamma di tariffe con varie condizioni. (Hunter, 2006) In questo caso, il prezzo è fisso e il compito principale del RM è quello di massimizzare i ricavi controllando la capacità, ovvero allocando la capacità tra tutte le tariffe proposte. (Fedorco & Hospodka, 2013). Il metodo low cost prevede che non si segmenti il mercato in base alla disponibilità a pagare il biglietto, ma

offre un unico prezzo per un prodotto ad ogni partenza. In questo caso non si pone il problema dell'allocazione della capacità ma è necessario decidere quando chiudere le vendite ad un prezzo per aprire quelle al prezzo successivo. Il revenue management deve gestire i livelli di prezzi in vendita attualmente – quindi massimizzare i ricavi attraverso il pricing dinamico. Questo richiede interazione tra il reparto prezzi e il revenue management. (Fedorco & Hospodka, 2013).

Per quanto riguarda la **strategia di prezzo** utilizzata, il modello di business full service è basato su una strategia di differenziazione rispetto al servizio mentre il modello low cost è basato sulla leadership di costo o una minimizzazione dei costi. (Hunter, 2006). Turkish Airlines, ad esempio, ha come obiettivo quello di fornire un servizio confortevole e di qualità e mira a servire tutti i tipi di settori strategicamente importanti del trasporto aereo civile. Pegasus Airlines, invece, è una compagnia low cost che realizza voli a basso costo riducendo al minimo le spese operative; la sua strategia è quella di ottenere una leadership di costo con un efficace sistema di controllo dei costi e la formazione di alleanze strategiche. (Acar & Karabulak, 2015). I vettori tradizionali CSA e Air France utilizzano strategie di prezzo basate sull'allocazione della capacità, in cui la compagnia assegna un numero di posti in classi di prenotazione a un prezzo fisso. La disponibilità delle classi di prenotazione è gestita dal prezzo di offerta, che si basa sulla domanda prevista. Pertanto, se la velocità di prenotazione non si sviluppa come previsto dal sistema, il prezzo di offerta scende. Può quindi accadere che le tariffe offerte siano più basse in prossimità della partenza. (Fedorco & Hospodka, 2013)

Per quanto concerne i **prodotti**, i vettori tradizionali possono offrire due diversi prodotti verticali di qualità (cabina economy vs. cabina business, biglietto rimborsabile vs. biglietto non rimborsabile, accesso alla sala VIP vs. nessun accesso alla sala VIP) (Fedorco & Hospodka, 2013). I vettori low-cost offrono solo un tipo di prodotto (cabina economy, biglietto non rimborsabile e nessun accesso alla sala VIP). In questo caso, i biglietti non sono rimborsabili e i cambi del biglietto sono disponibili solo sotto pagamento (Fedorco & Hospodka, 2013). Per quanto riguarda i **servizi**, le compagnie full service prevedono più flessibilità di pianificazione e voli frequenti, servizi estesi a bordo (come, ad esempio, maggior spazio e comfort, intrattenimento, cibo e bevande gratuite) e servizi completi a terra (lounge aeroportuali). Si utilizzano inoltre i principali aeroporti. Si evidenzia che queste caratteristiche attraggono i viaggiatori d'affari. Per quanto riguarda le compagnie low cost, invece, c'è poca flessibilità nel cambio del biglietto, non sono previsti pasti o catering a bordo (se non sotto pagamento). Il prodotto delle compagnie low cost, quindi, non è differenziato e non prevede neanche servizi quali lounge negli aeroporti, giornali da consultare, programmi "frequent-flyer", e nessuna possibilità di riprenotare con altre compagnie. (Alderighi, Cento, Nijkamp, & Rietveld, 2012) e i servizi di terra sono generalmente esternalizzati. In genere queste compagnie utilizzano aeroporti secondari e con tariffe di atterraggio più economiche. (Hunter, 2006)

Per quanto concerne la **gestione delle scorte**, i biglietti e i posti delle compagnie full service sono preorganizzati e vengono utilizzati gli agenti di viaggio come intermediari. (Hunter, 2006).

La distribuzione è la più semplice possibile, grazie alle vendite dirette su Internet e ai biglietti elettronici. (Alderighi, Cento, Nijkamp, & Rietveld, 2012)

Tra le **caratteristiche operative** si può sottolineare che la scala delle compagnie full service è tipicamente grande, mentre gli attori low cost sono più piccoli (sono comunque presenti eccezioni quali ad esempio EasyJet e Ryanair). Le tratte delle compagnie full service possono essere a corto, medio o lungo raggio mentre quelle delle compagnie low cost sono principalmente a corto raggio (Hunter, 2006) e si appoggiano ad aeroporti secondari o non congestionati con tempi di consegna degli aeromobili di 20-30 minuti (Homsombat, Lei, & Fu, March 2014)

Per quanto riguarda l'**aeromobile**, le compagnie full service utilizzano vari tipi di aerei e motori, mentre nel caso delle low cost il tipo di aereo è uniforme. Inoltre, le full service utilizzano moderatamente la capacità, intorno al 60%, contro un 70/80% delle compagnie low cost. (Hunter, 2006)

I **viaggiatori** abituali per le compagnie full service sono principalmente i viaggiatori d'affari per le compagnie full service. (Hunter, 2006)

Tutte queste caratteristiche operative hanno consentito alle low cost di ottenere costi unitari inferiori rispetto alle full service e hanno portato queste compagnie a diventare leader nei mercati liberalizzati – rappresentano un esempio EasyJet e Ryanair in Europa o Southwest e JetBlue negli Stati Uniti. (Homsombat, Lei, & Fu, March 2014). Dallo studio di Ganna Demydyuk emerge che le low cost volano con tariffe molto economiche e carichi elevati; quindi, hanno un vantaggio significativo rispetto alle full service, che operano con costi elevati e migliore flessibilità. (Demydyuk, 2012)

Le compagnie low cost hanno registrato una rapida crescita dopo il 1999 e non hanno risentito della crisi del settore del trasporto aereo dopo l'11 settembre 2001, perché i bassi livelli tariffari attiravano ancora molti passeggeri e perché i vettori low-cost non operavano ancora in regioni politicamente sensibili. Secondo Morrell (2005), le compagnie aeree full service possono fronteggiare la concorrenza delle low-cost attraverso due principali approcci: (i) riduzione significativa dei costi delle loro operazioni centrali, mantenendo invariato il loro modello di business e senza compromettere i livelli di servizio; e/o (ii) istituendo strutture a basso costo, divisioni senza servizi accessori o "compagnie aeree nelle compagnie aeree" (AinA), le quali adottano integralmente o parzialmente gli elementi del modello di business delle low-cost. (Morrell, 2005)

### 2.1.3 La logica per l'applicazione del revenue management

Per spiegare la logica per l'applicazione del revenue management, si porta un caso esemplificativo.

La figura 2.3 riporta la mappa dei posti a sedere del Boeing 737-800 della compagnia Ryanair. La compagnia Ryanair è una compagnia low cost irlandese operante in più di 2000 tratte che collegano 40 nazioni europee, Marocco e Medio Oriente. La capacità totale di questo aereo ammonta a 188 posti a sedere. L'aereo opera in una tratta che ha origine in A e destinazione B.

Il compito principale del revenue management è quello di occupare i 188 sedili con il più alto ricavato possibile. In questo caso esemplificativo si ignora il potenziale impatto di prodotti e servizi accessori, che sono molto rilevanti nella distribuzione delle compagnie aeree negli ultimi anni. Ci si concentra, quindi, solo sui ricavi dalla vendita di biglietti.

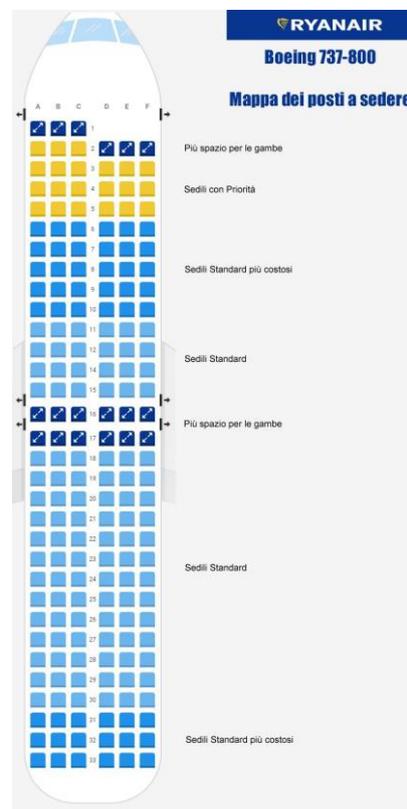


Figura 2.3 Mappa posti a sedere Ryanair

Fonte: [https://www.voli-offerte.com/ryanair-guida/ryanair-posti-a-sedere-migliori-e-peggiori/#google\\_vignette](https://www.voli-offerte.com/ryanair-guida/ryanair-posti-a-sedere-migliori-e-peggiori/#google_vignette)

La domanda per un singolo volo può arrivare da diversi gruppi di passeggeri e segmenti con differenze rispetto alla volontà di pagare e le preferenze di prodotti.

Si possono identificare quattro differenti segmenti di passeggeri:

1. **Viaggiatori per lavoro:** tendono ad avere un comportamento di prenotazione a breve termine e hanno maggiore flessibilità, siccome i loro piani possono cambiare a breve preavviso. In media, hanno una più alta volontà di pagare rispetto a quella dei clienti “tempo libero”.
2. **Turisti:** come gruppo di clienti sono diventati generalmente molto più importanti, grazie alla crescita della distribuzione di viaggi online e all'ascesa dei vettori low-cost. Questo gruppo è generalmente eterogeneo, ma assumiamo che abbia una volontà a pagare leggermente minore rispetto a quella di un tipico viaggiatore business.
3. **Visitatori di amici e parenti:** questo gruppo di consumatori si riferisce anche al “traffico etnico”. Riteniamo che vi sia una domanda rilevante per il nostro volo da parte di questo gruppo di clienti con una domanda piuttosto sensibile al prezzo, in quanto appartenenti al segmento più ampio dei viaggiatori di piacere.
4. **Tour operator:** la domanda della capacità di voli dagli operatori può essere sostanziale in alcuni mercati. Assumiamo che questo appartiene anche al nostro esempio di volo. Tuttavia, i tour operator cercano tipicamente di prendere vantaggi di prezzo contrattando un significativo volume di voli. La volontà a pagare di questo segmento è più bassa comparata agli altri settori di consumatori.

<i>Tipo di consumatore</i>	<b>Domanda</b>	<b>Volontà a pagare (€)</b>	<b>a Guadagno (€)</b>	<b>Domanda cumulativa</b>
<i>Viaggiatori per lavoro</i>	50	200	10.000	50
<i>Turisti</i>	40	150	6.000	90
<i>Visitatori di parenti e amici</i>	50	100	5.000	140
<i>Tour operator</i>	100	50	5.000	240

**Tabella 2.2** Domanda e volontà a pagare dei diversi tipi di viaggiatori

**Fonte:** produzione propria

La tabella 2.2 riassume la corrispondente assunzione per il nostro esempio di volo. I viaggiatori business rappresentano la più alta volontà di pagare con 200 euro per volo, c'è una domanda per 50 posti a sedere per questo segmento di consumatori. I gruppi di consumatori di turisti individuali hanno una volontà di pagare di 150 euro per posto con una domanda totale di 40 posti a sedere, i visitatori di amici e parenti hanno una volontà a pagare di 100 euro, mentre la domanda è di 50 posti. I tour operator cercano di avere 100 posti a sedere al prezzo di 50 euro. La domanda totale per il volo per i vari gruppi di consumatori ammonta a 240 posti ed eccede la capacità dell'aereo di 180 posti.

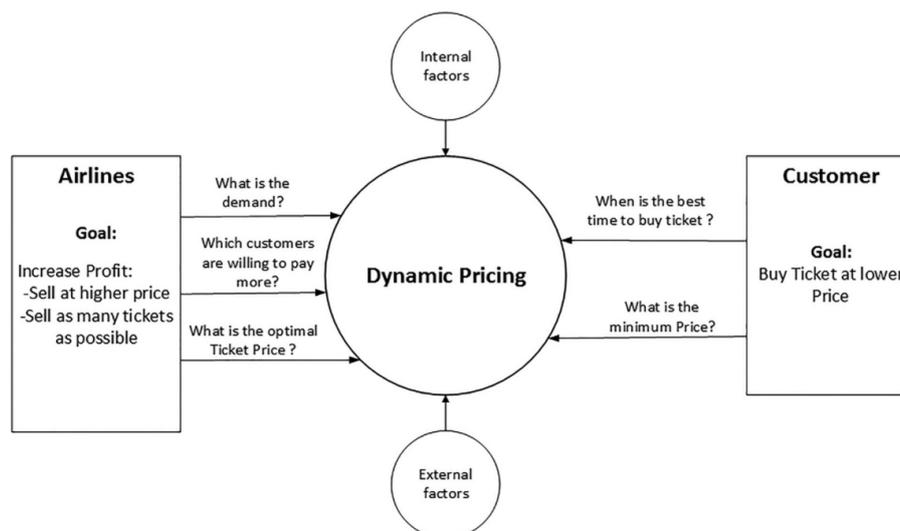
La prima task del revenue management è di decidere riguardo all'allocazione ottimale di capacità, che massimizza il ricavo del volo.

In questo esempio la soluzione è semplice: bisogna tenere 50 posti per i viaggiatori business, 40 posti per i turisti individuali 50 posti per i visitatori di parenti e amici e 40 per i tour operator, che hanno la minore volontà di pagare. Questo vuol dire che stiamo togliendo ai tour operator 40 posti, dato che hanno la minore volontà di pagare. se ora ammettiamo anche una sequenza temporale, la domanda del tour operator viene prima, ciò implica che rifiutiamo la domanda attuale certa a favore della domanda futura incerta con una maggiore disponibilità a pagare. In quest'esempio semplificato, facciamo un trade off tra una domanda corrente certa e una futura domanda incerta. (Cramer & Thams, 2021)

### 2.1.4 Principali fattori che differenziano i prezzi

“Nowadays traditional price strategies are changing very rapidly, sometimes evolving into dynamic and complex pricing policies aimed at dealing with the new environment and the competition.” (Garrigós-Simón, Palacios-Marqué, & Narangajavana, 2008)

Come si può osservare dalla figura 2.4, il prezzo dinamico deve incontrare le esigenze di due attori: da una parte c'è la compagnia aerea, che deve cercare di massimizzare i profitti, vendendo il maggior numero possibile di biglietti, al prezzo più alto possibile, dall'altra parte ci sono i clienti, il cui scopo principale è risparmiare sul costo del biglietto. Le azioni poste in atto dai clienti, quindi sono quelle di un continuo monitoraggio dei prezzi dei biglietti aerei che i vari vettori offrono. Le compagnie aeree, di conseguenza, devono adeguare dinamicamente i prezzi a seconda della domanda corrente, del comportamento dei clienti, dei prezzi praticati dai concorrenti e da tutti gli altri fattori interni (come ad esempio dati storici, festività, giorni di partenza, numero di compagnia aeree ecc.) ed esterni (come ad esempio il verificarsi di eventi come attacchi terroristici, instabilità politica, fenomeni naturali). (Abdella, Zaki, Shuaib, & Khan, 2021)



**Figura 2.4** Dynamic prices

**Fonte:** (Abdella, Zaki, Shuaib, & Khan, 2021)

Si è accennato precedentemente che il prezzo del biglietto aereo dipende da una serie di fattori dinamici, come le politiche tariffarie delle compagnie aeree, la distanza del volo, la classe del servizio, la compagnia aerea, la mobilità della popolazione globale e il costo del biglietto può variare in modo significativo per lo stesso volo. Il modello di mercato dei biglietti aerei varia da Paese a Paese e dipende dal volume e dal numero di compagnie aeree e di voli (offerta) e dal numero di passeggeri e da fattori stagionali che influenzano la domanda. (Lantseva, Mukhina, Nikishova, Ivanov, & Knyazkow, 2015). Di seguito si approfondiscono i principali fattori che possono influenzare il prezzo del biglietto aereo.

Uno degli elementi che influenza il prezzo dei biglietti è la **domanda di viaggi aerei**, la quale è condizionata dalla **mobilità della popolazione**, che a sua volta è funzione di diversi fattori. Tendenzialmente, i viaggiatori decidono quale tipo di biglietto comprare e quando comprarlo, in base agli **orari, ai giorni della settimana, alle festività**. Generalmente i prezzi sono più alti nel fine settimana e nei giorni festivi. Inoltre, il costo del biglietto, come precedentemente accennato, può dipendere dal fattore stagionale. Una **tariffazione stagionale** consente di applicare prezzi più elevati nei periodi di maggiore domanda. Tradizionalmente un maggior numero di viaggiatori tende a comprare in momenti dell'anno considerati di alta stagione (dicembre-gennaio; giugno-settembre): in questo periodo i prezzi sono più alti rispetto ai prezzi dei biglietti in periodi di bassa stagione (gennaio-marzo) quando i consumatori viaggiano di meno (Lantseva, Mukhina, Nikishova, Ivanov, & Knyazkow, 2015). Il vettore, quindi, durante la formulazione della strategia di prezzo, dovrebbe fissare in anticipo prezzi ragionevoli nei periodi di picco per evitare di esaurire la capacità con rendimenti inferiori. Aumentando i prezzi, infatti, il vettore “sposta” i passeggeri sensibili al prezzo su voli a domanda bassa e aumenta i ricavi dai biglietti venduti ai passeggeri sensibili al tempo.

Dal punto di vista della **disponibilità a pagare**, i passeggeri si possono dividere in: sensibili al tempo o sensibili al prezzo. I viaggiatori sensibili al tempo sono per lo più viaggiatori d'affari che hanno bisogno di viaggiare in giorni e orari precisi. Questi viaggiatori di solito ignorano il prezzo del biglietto aereo perché hanno necessità di spostarsi in date precise o per esigenze familiari. Anche alcuni passeggeri del tempo libero possono rientrare in questo gruppo, soprattutto quelli che hanno bisogno di spostarsi. I passeggeri sensibili al prezzo, al contrario, scelgono i voli in base al prezzo del biglietto e viaggiano in giorni meno richiesti; a volte il loro tempo di viaggio è significativamente più lungo se il prezzo finale è più basso.

Sempre riguardo alle preferenze dei consumatori, esistono tre **tipi di servizio** con diverse categorie di prezzo: economy, business e prima classe. Il consumatore con maggiore volontà a pagare acquisterà, ad esempio, un volo in prima classe piuttosto che comprare un biglietto economy. Inoltre, i passeggeri possono scegliere se volare con una compagnia low cost o con una full service a seconda della qualità del servizio che vogliono ricevere e del prezzo che sono disposti a pagare. (Lantseva, Mukhina, Nikishova, Ivanov, & Knyazkow, 2015). Il **modello di business**, quindi, è un fattore che incide sulla determinazione del prezzo. Nel settore delle compagnie aeree, in particolare, le compagnie low cost rappresentano una sfida significativa per le compagnie full service. (Acar & Karabulak, 2015)

Anche il **tipo di mercato** è uno tra i molti fattori che influenzano le strategie di prezzo, e quindi il prezzo effettivo del biglietto. Su un mercato con un segmento più ampio di viaggiatori d'affari, una compagnia in entrata dovrebbe offrire un prodotto migliore con prezzi più alti. (Fedorco & Hospodka, 2013).

La domanda di viaggi aerei non dipende solo direttamente dai consumatori ma anche da **fattori esterni** quali eventi speciali, conflitti militari, attacchi terroristici, eventi sportivi, crisi sanitarie (Wang & Gao, 2021) ed è correlata a fattori socioeconomici, quali il PIL, il reddito, le misure legate al turismo. Tutti questi fattori influenzano i prezzi dei biglietti aerei. Il PIL è la variabile predittiva utilizzata più frequentemente nell'analisi della domanda nazionale di viaggi aerei, mentre per gli studi su una provincia o un'area metropolitana è necessario utilizzare variabili del PIL più localizzate (Wang & Gao, 2021). Per quanto riguarda il reddito dei clienti, con l'aumento del benessere, le persone sono meno sensibili ai prezzi e più predisposte alla qualità dei prodotti. (Lantseva, Mukhina, Nikishova, Ivanov, & Knyazkow, 2015). Al contrario, durante una recessione i clienti sono più sensibili e più interessati al prezzo che al comfort e all'immagine del marchio. Questi fattori costringono le compagnie aeree a stimolare la domanda di trasporto aereo con varie promozioni con biglietti scontati. (Fedorco & Hospodka, 2013). Per quanto riguarda l'andamento del turismo, le variabili che influenzano la domanda sono ad esempio il volume dei turisti in entrata e in uscita (Koc & Arslan), l'indice di occupazione degli hotel (Boonekamp, Zuidberg, & Burghouwt, June 2018), il numero di posti letto (Albayrak, Çağrı Özcan, Can, & Dobruszkes, July 2020) e il numero di strutture o alloggi turistici (Koc & Arslan). Altri fattori socioeconomici determinanti sono il lavoro, i tassi d'inflazione, i tassi di cambio, il volume degli scambi, il capitale straniero, il livello dei prezzi al consumo, l'indice della produzione agricola e manifatturiera, l'istruzione e i dati sulla spesa. (Wang & Gao, 2021)

Dal lato dei **costi** sostenuti dalle compagnie aeree, i maggiori fattori che concorrono all'aumento delle tariffe sono le tasse d'imbarco e municipali, la sicurezza e il carburante. Per quanto riguarda i voli internazionali verso gli Stati Uniti si aggiungono anche altri fattori quali lo United States APHIS Passenger Fee Passengers (XA), United States Immigration User Fee (XY) e US International Arrival Tax (US). Inoltre, a determinare il prezzo del biglietto sono i costi per i diritti aeroportuali che sono principalmente composte dall'addizionale di competenza comunale, dalle spese sostenute per i controlli di sicurezza dei bagagli in stiva, dal compenso che la compagnia aerea versa per i controlli sui passeggeri e sui bagagli a mano e i diritti che la compagnia aerea sostiene verso il gestore dei servizi aeroportuali. In particolare, i diritti riguardano i costi relativi al personale preposto al check-in e agli imbarchi. Infine, c'è una percentuale di IVA sui costi dei diritti aeroportuali. A questi costi, si aggiungono quelli sostenuti per l'assistenza ai passeggeri disabili o a mobilità ridotta. (Biagio, 23 settembre 2019). Rispetto al carburante, si può evidenziare l'impatto che questo costo ha sulla variabilità delle tariffe. L'aumento del prezzo del carburante crea, infatti, una pressione significativa sulle compagnie aeree e rappresenta il 35% dei costi totali. (Holloway, 2008). Dallo studio di D. Berberi pubblicato in un articolo de *Il Corriere della Sera* del 26 febbraio 2024 si legge che si prevede un aumento dei prezzi dei biglietti, nei prossimi nove anni, fino al 67% a causa dell'introduzione da parte dell'Unione Europea della tassa sul carburante per l'aviazione.

(Berberi, Aerei, l'allarme delle compagnie: «Con la nuova tassa Ue sui carburanti in Italia voli più cari, aumenti fino al 68%», 2024)

Per quanto riguarda la **competitività**, un fattore importante per la determinazione del prezzo è la **quantità di compagnie aeree** che offrono i loro servizi su una determinata rotta. A. Acar et al. nel loro studio individuano dieci strumenti competitivi da utilizzare nei mercati deregolamentati: acquisizioni, alleanze, fusioni, qualità del servizio, struttura della rete, frequenza e orario di partenza, innovazione, commissioni delle agenzie di viaggio, sistemi di prenotazione computerizzati, programmi frequent flyer. (Acar & Karabulak, 2015)

La **quantità delle compagnie aeree** e la **struttura della rete** dipendono dalla regolamentazione dell'ambiente e la natura del mercato. Il settore aeromobile può essere caratterizzato da diversi mercati: concorrenza ideale, monopolio e oligopolio. “Gli aspetti legali e istituzionali hanno chiaramente influenzato la mobilità spaziale e le sue caratteristiche” (Alderighi, Cento, Nijkamp, & Rietveld, 2012). Il processo di deregolamentazione e il successivo processo di privatizzazione hanno indotto importanti cambiamenti nella struttura del mercato aereo. Alcune compagnie aeree hanno infatti stretto alleanze per sfruttare le economie di scala e di scopo. Le alleanze avvantaggiano, ad esempio, i passeggeri interlinea. La concorrenza tra due alleanze senza immunità antitrust porta a tariffe più basse per i passeggeri interlinea, a causa dell'eliminazione della doppia marginalizzazione, che esisteva a causa del mancato coordinamento tra i vettori. Le alleanze con immunità antitrust aumentano le tariffe per i viaggi senza scalo tra gli aeroporti hub dei partner dell'alleanza e non avvantaggiano i passeggeri interlinea più di quelle senza immunità antitrust. (Bilotkach, Price Competition between International Airline Alliances, May 2005)

Un altro fattore che incide sulla competitività e quindi sulla determinazione del prezzo è l'**area geografica**. Ad esempio, in Russia l'applicazione della politica di marketing low cost è estremamente rara tra le compagnie aeree. (Lantseva, Mukhina, Nikishova, Ivanov, & Knyazkova, 2015). La posizione geografica della Turchia, invece, è tale che le destinazioni a medio raggio rappresentano l'88% delle località internazionali. Il paese è localizzato a sole tre ore di volo da 50 paesi diversi e quindi gode di una posizione unica. Questo, ad esempio, ha fatto sì che la compagnia THY, compagnia full service turca, abbia avuto successo quando ha utilizzato la strategia di posizionare il suo hub a Istanbul per competere sui mercati internazionali dei trasferimenti. (Acar & Karabulak, 2015)

Per comprendere meglio qual è la logica per l'applicazione del revenue management nel settore aeromobile, si categorizzano con la tabella 2.3 i fattori che differenziano i prezzi. Come accennato nel primo capitolo, i principali fattori che differenziano i prezzi si possono suddividere in tre macrocategorie: i consumatori, i costi e la competitività.

<i>Consumatori</i>	Domanda di viaggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mobilità della popolazione</li> <li>- Orario e giorno della settimana del volo preferiti dai passeggeri</li> <li>- Festività ed eventi</li> <li>- Stagionalità</li> <li>- Misure legate al turismo</li> <li>- Disponibilità a pagare</li> <li>- Flessibilità</li> <li>- Tipo di servizio: economy, business, prima classe</li> <li>- Modello di business scelto</li> <li>- Categoria di viaggiatore: viaggiatore d'affari/leisure</li> </ul>
	Fattori macroeconomici	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eventi speciali, conflitti militari, attacchi terroristici, eventi sportivi, crisi sanitarie</li> <li>- PIL e reddito</li> <li>- Popolazione, misure legate al turismo</li> <li>- livello dei prezzi al consumo, indice della produzione agricola e manifatturiera, istruzione e dati sulla spesa</li> </ul>
<i>Costi</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tasse d'imbarco e municipali</li> <li>- Sicurezza</li> <li>- Carburante</li> <li>- Costi per i diritti aeroportuali</li> </ul>
<i>Competitività</i>	Fattori esterni	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Struttura della rete</li> <li>- Regolamentazione dell'ambianza e struttura di mercato</li> <li>- Area geografica in cui opera la compagnia aerea</li> <li>- Shock esterni: guerre, virus, attacchi terroristici ...</li> </ul>
	Fattori interni	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modello di business offerto</li> <li>- Quantità di compagnie aeree presenti</li> <li>- Presenza di alleanze, fusioni, acquisizioni</li> <li>- Area geografica</li> </ul>

**Tabella 2.3** Fattori principali che determinano i prezzi del biglietto aereo

**Fonte:** elaborazione propria

### 2.1.5 I KPI fondamentali usati nel Revenue Management

Per riuscire a prevedere meglio la performance finanziaria di una compagnia aerea, è utile individuare opportuni indicatori di performance finanziari. (Cramer & Thams, 2021)

Le principali misure operative utilizzate nel settore aereo sono:

- **ASK (Available Seat Kilometers):** posti disponibili in chilometri; si ottiene moltiplicando il numero di posti pronti per la vendita su ogni volo per il numero di posti disponibili;
- **CASK (Cost per ASK):** Costi per posti disponibili in chilometri;
- **RPK (numero di passeggeri per chilometro):** si ottiene moltiplicando il numero di passeggeri paganti in ogni tratta per la distanza della tratta;
- **Fattore di carico (load factor):** è il numero di passeggeri per chilometro espresso come percentuale dei posti per chilometro disponibili;
- **PAX:** numero di passeggeri trasportati.

Generalmente, un volo può differire nella capacità di posti a sedere e nella distanza geografica. Ganna Demydyuk nel suo studio esamina l'efficacia dei modelli che caratterizzano le prestazioni in base a due driver di attività: i posti o i passeggeri (revenue driving) e i passeggeri-chilometro (cost driven). (Demydyuk, 2012)

È comune utilizzare l'indicatore ASK per rappresentare la capacità attuale offerta dal mercato (Cramer & Thams, 2021). In questo caso il RASK (Revenue per ASK) è un indicatore cruciale per il revenue management di una compagnia aerea in quanto mostra quanto una compagnia aerea guadagna per ogni posto a sedere. Allo stesso modo si possono calcolare anche i costi per ASK. La differenza tra RASK e CASK determinerà la profittabilità della compagnia aerea. (Cramer & Thams, 2021)

Ganna Demydyuk dimostra che un modello di performance basato sui chilometri si adatta al settore leggermente meglio di quello basato sui passeggeri (posti a sedere). Inoltre, il profitto operativo per passeggero o per passeggero-chilometro è la variabile più significativa e più importante dei ricavi, del costo unitario e del fattore di carico tradizionalmente utilizzati nel settore (Demydyuk, 2012).

Tenendo a mente queste evidenze, si può offrire un caso esemplificativo:

si prende in considerazione un volo one way da Milano a Monaco. Immaginiamo che la distanza geografica di questo percorso ammonta a 450 km. L'attuale capacità offerta nel mercato può essere:

$$\text{ASK} = \text{distanza} \times \text{capacità dei posti} = 450 \times 130 \text{ posti a sedere} = 193.500$$

Il totale dei ricavi del volo ammonta a 15.600 euro, quindi si può calcolare il RASK, ovvero i ricavi per ASK.

$$\text{RASK} = 15.600/193.500 = 8.1 \text{ centesimi.}$$

Questo significa che la compagnia aerea guadagna per ogni posto a sedere che voli in 1 km, 8.1 centesimi indipendentemente se il volo è preso o no.

Calcolando la differenza tra RASK e CASK (costi per ASK) si può determinare la profittabilità della compagnia. (Cramer & Thams, 2021)

### **2.1.6 Bilanciamento degli obiettivi di redditività e fattore di carico**

Il fattore di carico, come precedentemente accennato, è una misura della capacità di trasporto di una compagnia aerea. È anche noto come misura dell'efficienza e quindi più comunemente utilizzato per descrivere le prestazioni di una compagnia aerea. Un fattore di carico elevato indica che una compagnia aerea ha venduto la maggior parte dei posti disponibili ed è preferito a un fattore di carico basso. (Jenatabadi & Ismail, 2007)

L'obiettivo del revenue management è quello di massimizzare i ricavi. Per farlo, è necessario misurare la domanda, che è influenzata da diversi fattori.

Si evidenzia come, diverse combinazioni di rendimento per passeggero e fattore di carico possono portare agli stessi ricavi su un volo e quindi al RASK. Ad esempio, un fattore di carico elevato e un rendimento moderato per passeggero o, in alternativa, un fattore di carico moderato e un rendimento elevato per passeggero possono portare allo stesso RASK. (Cramer & Thams, 2021)

La domanda che ci si pone è: Qual è la strategia migliore per la gestione dei ricavi? È meglio concentrarsi sul rendimento per passeggero o sul fattore di carico?

Cramer e Thams, pur riconoscendo che gli elementi che influiscono sull'equilibrio ottimale tra il rendimento per passeggero e il fattore di carico sono diversi, individuano come principali: la competizione, la strategia e il modello di business sottostante, i rendimenti ausiliari, i costi variabili, i clienti e il management (Cramer & Thams, 2021). Ad esempio, in un mercato con forte concorrenza, è meglio utilizzare una strategia basata sul fattore di carico piuttosto che una basata sul rendimento del passeggero, in quando i vettori cercheranno di offrire la tariffa più bassa possibile. Se il modello di business scelto dalla compagnia è quello low cost, allora risulterà essenziale offrire prezzi attraenti nel mercato per posizionare il prodotto e il brand, adottando talvolta strategie di prezzo aggressive, come ha ad esempio fatto Ryanair. La percezione dei consumatori richiede, infatti, offerte di prezzo economiche: un'ottimizzazione matematica dei ricavi potrebbe portare ad altri risultati. (Cramer & Thams, 2021)

Una parte consistente delle entrate delle compagnie aeree è composto dalla vendita di prodotti e servizi aggiuntivi, come ad esempio la prenotazione di uno specifico posto a sedere, i pasti, l'intrattenimento a bordo, il bagaglio. Le compagnie aeree che, rispetto al reddito totale, generano una quota elevata di redditi derivanti da prodotti ausiliari, si focalizzeranno su una strategia di revenue management load factor-driven, siccome il costo in media basso del biglietto sarà compensato da altre risorse di reddito. Per le tratte che prevedono alti costi

variabili, derivanti ad esempio dalle tariffe aeroportuali, la possibilità di avere prezzi aggressivi è naturalmente limitata. (Cramer & Thams, 2021)

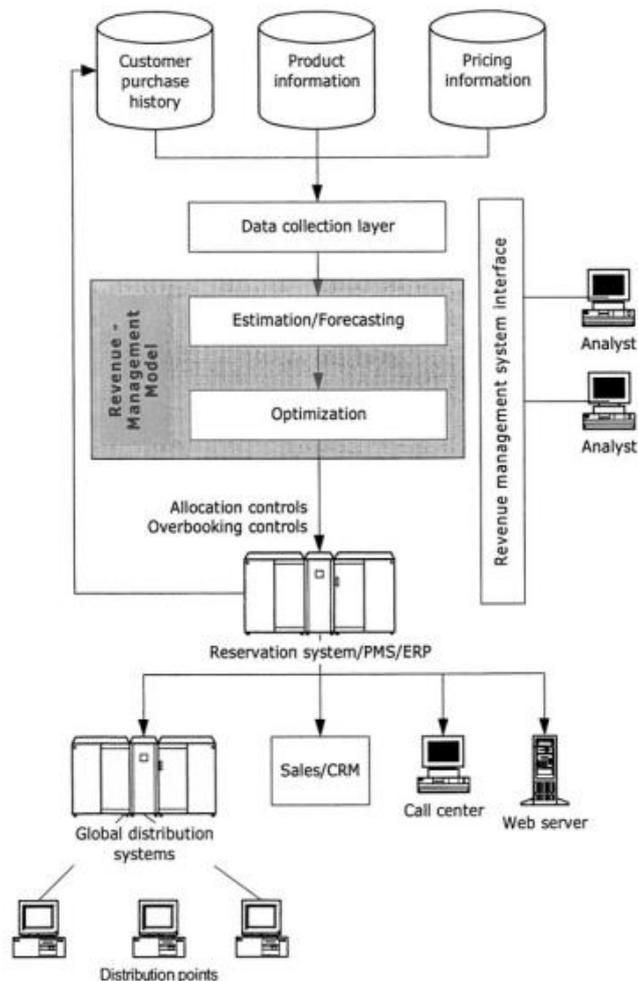
Un altro elemento che determina l'equilibrio tra la redditività per passeggero e quello per fattore di carico è l'insieme dei passeggeri in un determinato volo. Tipicamente, i viaggiatori per piacere tendono a prenotare con più anticipo rispetto ai clienti business, per i quali la curva di prenotazione è piuttosto breve. Questa domanda commerciale a breve termine viene considerata redditizia in quanto i consumatori business tendono ad essere meno sensibili al prezzo rispetto a quelli per piacere. La conseguenza è che la diminuzione dei prezzi impatterà sulla domanda dei viaggiatori d'affari solo in modo limitato. Per questo motivo, in rotte con una domanda business molto alta, è ragionevole concorrere ad una strategia di revenue management orientata al reddito per passeggero, poiché l'impatto sul fattore di carico sarà troppo basso per compensare la perdita di rendimento per passeggero. (Cramer & Thams, 2021)

Dallo studio di G. Demydyuk risulta che per le compagnie low cost, il fattore di carico è una variabile importante per la redditività, misurata dal margine operativo e dal ROA. Al contrario, non c'è una forte correlazione tra fattore di carico e profitto per le compagnie full service. Tuttavia, per le compagnie full service, i ricavi per posto a sedere sono importanti per la redditività. Per le low cost, invece, i ricavi per posto a sedere non sono così importanti per raggiungere i loro obiettivi finanziari. Quindi si può dedurre che i vettori low cost possono permettersi di diminuire i prezzi per motivi di concorrenza, ma devono stare attente al fattore di carico in quanto dovranno attirare un sufficiente numero di passeggeri a parità di numero di voli. (Demydyuk, 2012)

A tal proposito, Doganis R. motiva l'esistenza dei vettori low cost, affermando che combinando il rendimento dei passeggeri con un basso costo e fattori di carico relativamente elevati si può raggiungere la redditività. (Doganis, 2002)

## 2.2 IL PROCESS FLOW NEL REVENUE MANAGEMENT DELLE COMPAGNIE AEREE

Il processo di un sistema di revenue management è composto da quattro passaggi fondamentali: la collezione di dati (prezzi, domanda, fattori causali); la stima dei parametri dei modelli di domanda e di previsione basata su questi parametri e su altre quantità rilevanti come i tassi di no-show e di cancellazione, in base ai dati delle transizioni; l'ottimizzazione (trovare l'insieme ottimale di controlli da applicare fino alla prossima ri-ottimizzazione); il controllo (controllare la vendita delle scorte utilizzando il controllo ottimizzato. (Talluri & Van Ryzin, 2005; Cramer & Thams, 2021). La frequenza con cui ogni fase viene eseguita è funzione di molti fattori, come il volume dei dati, la velocità con cui cambiano le condizioni aziendali, il tipo di metodi di previsione e ottimizzazione utilizzati e l'importanza relativa delle decisioni che ne derivano (Talluri & Van Ryzin, 2005)



**Figura 2.5** Sistema di revenue management

**Fonte:** (Talluri & Van Ryzin, 2005)

## **1. Collezione di dati**

La raccolta dei dati è una fase critica nel processo di revenue management delle compagnie aeree (e in generale in qualsiasi settore). La raccolta e l'analisi dei dati forniscono informazioni fondamentali che aiutano le aziende a prendere decisioni informate sulla gestione dei prezzi, dell'inventario e delle capacità.

Poiché il revenue management è costruito su metodi statistici, il primo passaggio per costruire un sistema efficiente è quello di collezionare dati. La fase di collezione dei dati richiede una rigorosa e consistente gestione della qualità dei dati al fine di ottenere una buona previsione e la finale ottimizzazione.

I dati da collezionare nel caso dell'industria aerea sono quelli storici relativi a volume dei passeggeri, base tariffaria, scomparto, tipo e capacità di un aeromobile, no-shows, cancellazioni e prenotazioni di gruppo sono importanti. Per poter analizzare anche le prenotazioni più recenti e la situazione attuale della domanda nel processo di revenue management sono necessari i dati correnti oltre che la serie storica di informazioni. (Cramer & Thams, 2021)

Inoltre, è necessario collezionare dati riguardo alla domanda (tenendo in considerazione fattori esterni quali eventi, condizioni metereologiche o festività) e ai prezzi dei competitors (queste ultime possono essere ottenute attraverso monitoraggio online, analisi di mercato e studi comparativi).

In generale, raccogliere dati demografici e suddividere la clientela in segmenti è fondamentale per adottare strategie di pricing differenziate. I dati possono includere l'età, la provenienza, la fedeltà del cliente e altri fattori pertinenti. Per fare in modo che la collezione dei dati sia rigorosa, in particolare, nelle organizzazioni di grandi compagnie aeree il modello di revenue management mostra un alto livello di automatizzazione con una piccola interferenza umana. Tuttavia, ogni sistema automatizzato ha le sue limitazioni. Un revenue management classico usa dati storici per fare predizioni e infine l'assegnazione di capacità per voli futuri. (Cramer & Thams, 2021)

Gli statistici usano il concetto di processo di generazione dei dati. Con l'aiuto di metodi statistici, si stimano i valori reali. Nel caso più semplice, questo processo non cambia con il tempo e rimane costante. Certamente, nella realtà, cambia frequentemente. Le ragioni per questo cambiamento possono essere varie (cambiamento di competizione nel mercato, eventi di crisi come il Covid, vacanze...). (Cramer & Thams, 2021)

## **2. Stima e previsione**

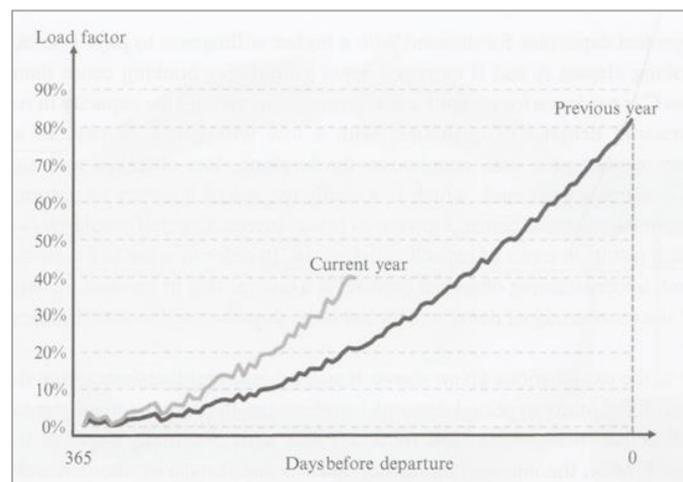
La previsione nel revenue management è l'input critico che determina i limiti di prenotazione, i quali stabiliscono la profittabilità della compagnia aerea per ogni singolo volo. Le previsioni includono sia le proiezioni della domanda per classe di prenotazione, sia il tasso di no-show per volo. (Weatherford, 2015). Alcune stime del settore suggeriscono che una riduzione del 20%

dell'errore di previsione può tradursi in un aumento dell'1% dei ricavi generati dal sistema di revenue management (Polt, 1998). Si può sostenere, quindi, che una buona previsione è fondamentale. (Talluri & Van Ryzin, 2005). Nella maggior parte dei sistemi di RM, le previsioni sono automatizzate, transazionali e basate sui dati, anziché qualitative (come le opinioni degli esperti) o basate su sondaggi. Ciò è dovuto principalmente all'enorme volume di previsioni che devono essere effettuate e agli stretti requisiti di tempo di elaborazione. (Talluri & Van Ryzin, 2005)

La previsione usa i dati storici per evidenziare i parametri del modello della domanda. Questo permette di derivare conclusioni sulla domanda totale del mercato, inclusa l'elasticità del prezzo. (Cramer & Thams, 2021)

Kalyan T. Talluri e Garret J. Van Ryzin forniscono una definizione di stima e di previsione. Per stima si intende il problema di trovare parametri del modello che meglio descrivono un insieme di dati osservati, per cui l'analisi è descrittiva. La previsione comporta il prevedere i valori futuri non osservati. Nel contesto del revenue management, a differenza della stima, la previsione viene effettuata frequentemente: ad esempio per le previsioni della domanda, dei prezzi di mercato, dei tassi di cancellazione ecc. (Talluri & Van Ryzin, 2005)

La figura 2.3 rappresenta una tipica curva di prenotazione per un singolo volo, che un sistema di revenue management mostrerebbe ad un revenue manager. La curva di prenotazione mostra come le prenotazioni si sviluppano verso il giorno della partenza.



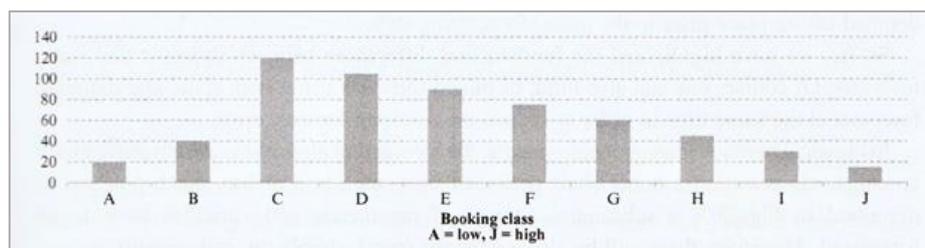
**Figura 2.5** Booking curve for a single flight event, current year versus previous year

**Fonte:** (Cramer & Thams, 2021)

C. Cramer e Andreas Thams nel loro libro offrono i seguenti due casi esemplificativi. “Assumiamo che 365 giorni prima un volo è aperto alla vendita. La curva di prenotazione descrive come le prenotazioni crescono durante questo periodo fino al giorno di partenza. La linea grigia nella figura rappresenta la curva di prenotazione dell'anno corrente, la curva nera rappresenta la curva dell'anno precedente. La curva dell'anno precedente dovrebbe essere un riferimento per lo sviluppo dell'anno corrente. L'assunzione è quindi che i due modelli di

domanda siano comparabili. Nell'ultimo anno, il volo è partito con un load factor dell'80%, come indica la riga nera. In questo momento, il volo ha un load factor di approssimativamente 40%, che è sotto il livello dell'anno precedente. Il load factor è approssimativamente 20 punti percentuali più alto comparato all'anno precedente, mentre la curva di quest'anno è molto più ripida. Quello che il revenue management deve fare è una valutazione e analisi riguardo al futuro sviluppo delle prenotazioni. In termini statistici, il revenue management serve per avere una previsione basata su un modello di domanda stimata.” (Cramer & Thams, 2021)

La figura 3.1 mostra come sia essenziale avere una previsione ottimale. (Cramer & Thams, 2021). Una previsione accurata delle prenotazioni e delle cancellazioni anticipate è molto importante per la gestione delle entrate. Se la previsione della domanda dei passeggeri a tariffa alta è troppo elevata, non si occupano i posti che potevano essere venduti ai passeggeri a tariffa bassa. Se la previsione risulta troppo bassa, i passeggeri disposti a pagare una tariffa più alta non potranno essere presi in considerazione. (Lemke, Riedel, & Gabrys, 2013). Solo nel caso di una domanda imparziale o di una previsione di prenotazione, il processo di revenue management porterà ad avere un'allocazione di capacità ottimale che riflette la situazione della domanda attuale e porta alla massimizzazione dei ricavi. (Cramer & Thams, 2021)



**Figura 2.6** Cumulative observed demand per booking class on a single route

**Fonte:** (Cramer & Thams, 2021)

Nella figura 2.4 la domanda di un percorso è presentato da differenti prospettive. Il grafico mostra la domanda cumulativa per classi di prenotazioni per un percorso nel mercato tedesco domestico per tutti i voli in un mese. Prenotare la classe A ha i ricavi minori in termini di media volontà di pagare e unità per reddito, mentre la classe di prenotazione J ha il grado più alto. Al contrario della dinamica descritta prima (figura 2.3), la figura 2.4 mostra lo sviluppo della domanda nelle classi di prenotazioni. La domanda per classe di prenotazione mostra l'impatto del revenue management nelle prenotazioni effettuate in questo percorso. Le classi di prenotazione A-J sono ordinate per livelli di prezzo. Con una prospettiva economica ci si aspetta che con le classi di prenotazione più alte, la domanda diminuisca: ciò si verifica per le classi C-J, mentre per le prime classi A e B l'intuizione è contraddetta. Questa è la conseguenza diretta del revenue management. Il revenue management, infatti, ha l'obiettivo di massimizzare i ricavi di un volo lasciando dei sedili ai consumatori con più alta volontà a pagare. Se le più basse classi di prenotazione fossero aperte per tutto il periodo della vendita, l'aereo sarebbe riempito con un'alta frazione di consumatori con una più bassa volontà a pagare, e questo porterebbe ad un risultato di ricavi subottimale per questo volo. (Cramer & Thams, 2021)

“Per massimizzare i ricavi, è compito del revenue management di limitare la capacità per l’allocazione delle classi di prenotazioni più basse per proteggere la capacità di domanda con una più alta volontà di pagare. Il fatto che le classi di prenotazione minore A e B abbiano minori prenotazioni delle altre classi da C in poi è evidenza del fatto che attraverso il revenue management si è diminuita la capacità per le classi di consumatori con una più bassa volontà a pagare.” (Cramer & Thams, 2021)

In un sistema di revenue management o in un “magazzino di dati”, i dati delle prenotazioni osservati e collezionati rappresentano solo la domanda limitata, il che è una sfida quando si tratta di un’ottimizzazione: i dati suggeriscono che, quando la domanda cresce, il prezzo diminuisce, e questo porterà a risultati fuorvianti in termini di capacità di allocazione.

Per arrivare ad una visione reale e vera della domanda, una domanda osservata senza vincoli è un passo fondamentale per il revenue management.

È anche essenziale che le previsioni consegnino un risultato imparziale per la domanda futura attesa, altrimenti il sistema di revenue management non suggerirà un’allocazione ottimale della capacità e questo porterebbe ad avere impatti negativi nella profittabilità.

### **3. Ottimizzazione e controllo**

La fase dell’ottimizzazione si basa sull’analisi dei dati, l’esperienza passata e la risposta alle dinamiche di mercato. L’ottimizzazione usa la domanda stimata e alloca la capacità totale dell’aereo in modo da massimizzare i ricavi complessivi tenendo conto di fattori quali la domanda, la concorrenza e le risorse disponibili. Il controllo si riferisce al processo di allocare l’ottimizzato set di controlli nel sistema di vendite e distribuzione delle compagnie aeree ed è un passo fondamentale per monitorare l’efficacia delle strategie intraprese e apportare aggiustamenti in risposta alle dinamiche di mercato. Infatti, le strategie di pricing sono adattate in tempo reale sulla base dei dati operativi correnti e delle condizioni di mercato. I set di controlli sono trasferiti tramite interfacce tecniche dal sistema di revenue management al sistema di riserva, che è connesso a differenti canali di vendite e distribuzione delle compagnie aeree. (Cramer & Thams, 2021)

Durante la fase di controllo quindi si confrontano le prestazioni attuali con gli obiettivi stabiliti. Le strategie di pricing sono adattate in tempo reale sulla base dei dati operativi correnti e delle condizioni di mercato. Ciò può comportare aggiustamenti dinamici dei prezzi per massimizzare i ricavi, soprattutto nelle fasi più vicine alla data di partenza dei voli.

Le compagnie aeree utilizzano modelli di previsione sofisticati per analizzare la domanda futura e adattare le loro strategie di pricing di conseguenza. Questo coinvolge la gestione delle classi tariffarie e l’adattamento dei prezzi in base alle previsioni della domanda. Le compagnie aeree monitorano attentamente l’occupazione e la vendita di ciascuna classe tariffaria per apportare modifiche mirate alle disponibilità e ai prezzi. Questa fase richiede una tempestiva risposta ai cambiamenti delle condizioni di mercato, ai nuovi sviluppi economici o a eventi straordinari

che possono influenzare la domanda e l'offerta. Inoltre, per una compagnia aerea è necessario monitorare costantemente i feedback dei clienti e le recensioni per migliorare la soddisfazione dei consumatori e le politiche di pricing. Per questo, è fondamentale l'utilizzo di modelli analitici avanzati. Durante il controllo, le compagnie aeree valutano l'efficacia dei modelli predittivi e apportano eventuali aggiornamenti per migliorare la precisione delle previsioni.

Un modello per allocare in modo ottimale le capacità alle classi di prenotazione si basa sulla regola di Littlewood (si veda capitolo 1.1.2) e l'approccio utilizzato è quello dell'"Expected Marginal Seat Revenue" (EMSR), esplicitata da Curt Cramer e Andreas Thams nel libro "Airline Revenue Management".

Questa metodologia è usata con il revenue management e compara coppie di classi per determinare il livello di protezione ottimale per ciascuna di esse.

L'analisi è basata sui seguenti set di assunzioni:

1. Due classi di prenotazione: C1 e C2

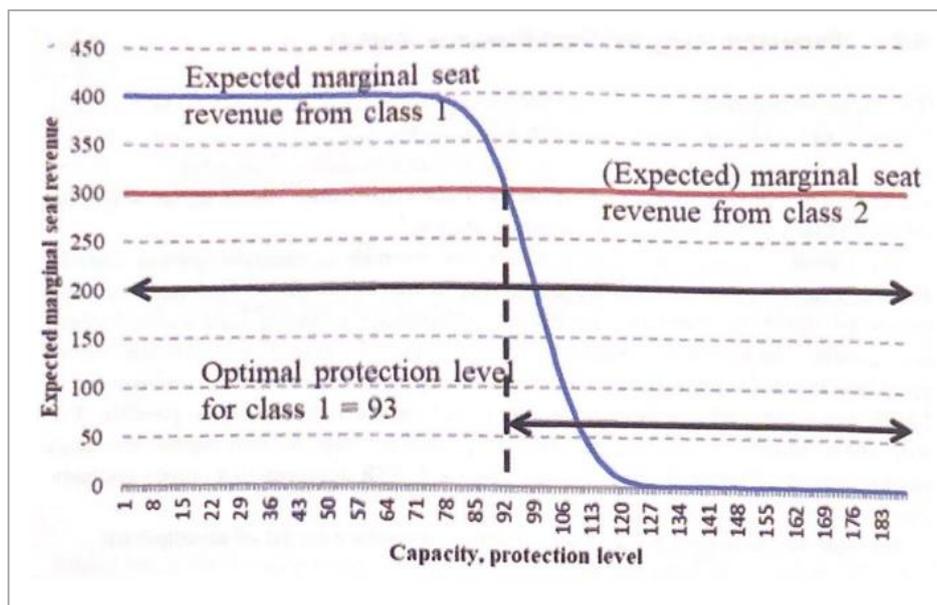
2. C2 ha un prezzo di 300 euro e C1 di 400 euro

3. La domanda è stocastica e segue una sequenza temporale, per esempio la domanda per C2 è conosciuta oggi mentre la domanda per C1 apparirà in un secondo momento ed è incerta e stocastica.

L'obiettivo è quello di determinare l'ottimale ammontare di sedili che devono essere venduti per la domanda con più valore: qual è il livello ottimale di protezione per la classe 1?

Come nel caso della regola di Littlewood, ci sono due alternative: si può rifiutare la domanda per la classe C2, che genererebbe un certo e conosciuto ricavo di 300 euro immediatamente, o attendere per riempire la capacità di posti con consumatori che hanno una più alta volontà a pagare, i quali vorrebbero potenzialmente pagare 400 euro più tardi, in un momento non conosciuto.

Questo vuol dire che c'è un trade off tra l'accettazione della domanda certa e di meno valore oggi e una domanda con più valore.



**Figura 2.7** Application of EMSR-a to determine the optimal set of controls in a two-class environment.

**Fonte:** (Cramer & Thams, 2021)

Nella figura 2.5 l'asse x denota la capacità di massimo 189 sedili. L'asse y rappresenta il ricavo marginale atteso del sedile per vendere un'unità addizionale di capacità nelle corrispettive classi di prenotazione. La domanda per C2 è certa e conosciuta così che il ricavo marginale del sedile, rappresentato dalla linea rossa, ammonta a 300 euro per tutti i sedili fino a 189. In più, assumiamo che la domanda per la classe 1 segua la distribuzione normale con una media di 100 e una deviazione standard di 10. Questo produce la linea blu, che ha un'interpretazione molto semplice. Come in media ci aspettiamo una domanda di 100 passeggeri per la classe 1, sarà quasi certo che saremo in grado di vendere un'unità dalla classe 1. In più, il ricavo atteso marginale, come rappresentato dalla linea blu, ha un valore di circa 400 euro, che è il risultato della probabilità di vendere un'unità nella classe 1 moltiplicata per l'unità di ricavi della classe 1.

Anche vendere una seconda, terza e quarta unità nella classe 1 è molto probabile, questo porta il ricavo marginale atteso per sedile ad un valore di circa 400 euro fino a che si arriva all'intervallo di circa 70 unità di capacità, dove il ricavo marginale atteso per sedile inizia a diminuire. Questo significa che la probabilità di vendere un'unità addizionale alla classe 1 diventa più piccola. Mentre questa probabilità continua a decrescere, il ricavo marginale atteso per sedile per la classe 1 equivale a 300 euro ad esattamente 93 unità, ovvero dove la linea blu intercetta quella rossa. (Cramer & Thams, 2021)

## CAPITOLO 3 – I FATTORI CHE INFLUENZANO IL PREZZO: ANALISI EMPIRICA

### 3.1 ANALISI DELLA LETTERATURA PRECEDENTE

Per molti consumatori, quando si ritrovano a dover acquistare un biglietto aereo, la domanda più importante è: **“quando si dovrebbe acquistare un biglietto per ridurre al minimo il prezzo?”**. (Lantseva, Mukhina, Nikishova, Ivanov, & Knyazkow, 2015). Una prima risposta a questa domanda può essere che il prezzo del biglietto dello stesso volo può variare in modo dinamico anche per i posti vicini. (Narangajavana, Garrigos-Simon, García, & Forgas-Coll, 2014; Etzioni, Rattapoom, Knoblock, & Yates, 2003). Da alcuni studi si evince, in particolare, che il prezzo del biglietto può variare fino a 7 volte al giorno (Etzioni, Rattapoom, Knoblock, & Yates, 2003), anche se altre ricerche sostengono che la variabilità dei prezzi è probabile nei vari giorni di prenotazione, ma non nello stesso giorno. Gli studiosi Piga e Bachis riconducono questa variabilità ai bassi costi di menu. (Piga & Bachis, 2006).

La letteratura, rispetto alle analisi del settore aereo e in particolare riguardo ai fattori che influenzano le tariffe, è molto ampia. Dallo studio di Bilotkach et al., che analizza le tariffe offerte dalle compagnie aeree sulla tratta Londra-New York, emerge che i prezzi dei biglietti aerei con partenza il lunedì e il sabato e quelli offerti per i voli mattutini sono più alti. Gli autori confermano, inoltre, che le tariffe sono più alte in prossimità della data di partenza e che non esiste un legame tra la quota di mercato del vettore e la sua strategia di determinazione dei prezzi. (Bilotkach, Gorodnichenko, Talavera, & Zubenko, 2006).

I risultati dell'articolo di Piga e Bachis rilevano che, per alcune compagnie aeree low cost, le tariffe di prenotazione anticipata possono essere più alte di quelle disponibili poche settimane prima della partenza. In ogni caso, i prezzi sono più volatili quando ci si avvicina alla data di partenza. Gli autori osservano, inoltre, che le tariffe delle compagnie full service si presentano talvolta più economiche di quelle offerte da una compagnia low cost a pochi giorni dalla partenza (Piga & Bachis, 2006) e che queste tendono a variare molto spesso, con probabilità del 77% per British Airways e del 90% per Scandinavian. (Piga & Bachis, 2006)

Per Ryanair, considerato il principale sviluppatore del modello low cost in Europa, le tariffe tendono ad aumentare fino all'ultimo momento prima della chiusura delle prenotazioni. Inoltre, i prezzi sono mediamente più bassi, soprattutto quando si prenota in anticipo. Dagli studi risulta una correlazione positiva tra tariffe, lunghezza e frequenza delle rotte e percentuale di voli completamente prenotati. Inoltre, anche con una prenotazione in anticipo, Ryanair prevede meno sconti sulle rotte a lungo raggio e ad alta frequenza. (Malighetti, Paleari, & Reboni, 2009)

Taluni studi hanno smentito le convinzioni tradizionali per cui i biglietti siano più economici se acquistati in anticipo. Dallo studio effettuato da Lantseva et al. sulle tratte russe emerge infatti che, mentre per i voli internazionali i prezzi dei biglietti diminuiscono se aumenta la distanza

dal giorno di partenza, per i voli locali, in cui la concorrenza non è molto alta, i prezzi crescono (Lantseva, Mukhina, Nikishova, Ivanov, & Knyazkow, 2015). Nonostante le convinzioni tradizionali siano tendenzialmente confermate, quindi, si possono riscontrare delle eccezioni.

Alcuni studi hanno analizzato anche l'esistenza di differenze nei prezzi quando i biglietti vengono prenotati in momenti diversi della giornata. Escobari et al. nel loro studio sottolineano che, quando c'è più probabilità che i viaggiatori d'affari comprino, allora si registrano prezzi più alti durante gli orari d'ufficio e prezzi più bassi alla sera. (Escobari, Rupp, & Meskey, 2018) Steven L. Puller e Lisa M. Taylor, d'altro canto, hanno condotto una ricerca per verificare l'esistenza di una discriminazione di prezzo in base al giorno della settimana in cui il biglietto è stato acquistato. Lo studio ha rilevato che i biglietti acquistati nel fine settimana hanno un prezzo del 5% inferiore rispetto a quelli acquistati nei giorni feriali. (Puller & Taylor, 2012) . Mumbower et al. concludono che i viaggiatori del tempo libero, che preferiscono acquistare i biglietti nel fine settimana, sono più elastici rispetto al prezzo, a differenza dei viaggiatori per lavoro che acquistano durante i giorni lavorativi. (Mumbower, Garrow, & Higgins, 2014)

Le compagnie aeree, inoltre, applicano ai clienti prezzi diversi in base alle origini del volo: ai consumatori che acquistano da città in cui l'elasticità della domanda al prezzo dei passeggeri è più bassa, viene applicato un prezzo più alto. (Luttmann, 2019)

Un fattore importante che le compagnie aeree devono tenere in considerazione è che i clienti cercano di comprare il biglietto più conveniente. Negli ultimi anni si è assistito ad un aumento delle ricerche da parte dei consumatori. I biglietti sono disponibili per l'acquisto a qualsiasi ora del giorno, tutti i giorni e i futuri viaggiatori possono confrontare i prezzi di una grande quantità di compagnie aeree prima di prendere una decisione. Questo è uno dei motivi per cui il prezzo è sempre più difficile da prevedere.

I ricercatori hanno sviluppato diversi modelli di previsione sia per le compagnie aeree che per i clienti, in modo da poter comprendere meglio la dinamicità dei prezzi. (Abdella, Zaki, Shuaib, & Khan, 2021).

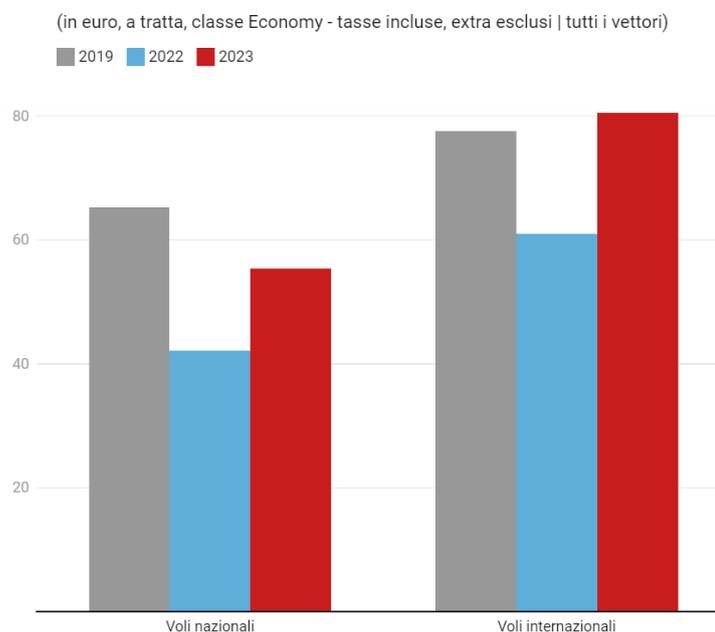
Alderighi et al. studiano le pratiche di pricing delle compagnie aeree low cost e full service per la rotta Londra-Amsterdam quando i vettori operano in un mercato ampio. Dalla ricerca emerge che, una strategia di prezzo molto importante per le compagnie aeree è la discriminazione di prezzo intertemporale, poiché si rileva un aumento medio delle tariffe di circa il 3% ogni giorno che ci si avvicina di più alla data di partenza. Inoltre, si riscontrano differenze nelle strategie di prezzo delle due compagnie aeree KLM e British Airways, in quanto la prima usa come strumento di discriminazione sia il periodo di soggiorno che il tempo di prenotazione prima della partenza, mentre British Airways utilizza soltanto la discriminazione intertemporale. (Alderighi, Cento, & Piga, 2011)

Malighetti et al. sostengono che le tecniche di discriminazione dei prezzi utilizzate dalle compagnie full service prevedono la suddivisione delle tariffe in diverse classi, la pratica dell'overbooking, l'adozione di sistemi di sconti e l'utilizzo di programmi di fidelizzazione dei clienti. (Malighetti, Paleari, & Rebondi, 2009) I vettori low-cost tendono ad utilizzare il

dynamic pricing ed, escludendo qualsiasi servizio aggiuntivo, non prevedono la modalità di discriminazione basata sulla qualità (Piga & Bachis, 2006). Altre forme di discriminazione di prezzo che domina il settore è l'obbligo di pernottamento del sabato sera, gli sconti in caso di prenotazione anticipata e il sovrapprezzo per i biglietti di sola andata. (Piga & Bachis, 2006)

Si prende ora brevemente in considerazione uno studio condotto da Leonard Berberi per Il Corriere della Sera al fine di evidenziare alcune notizie di attualità. (Berberi, 2024)

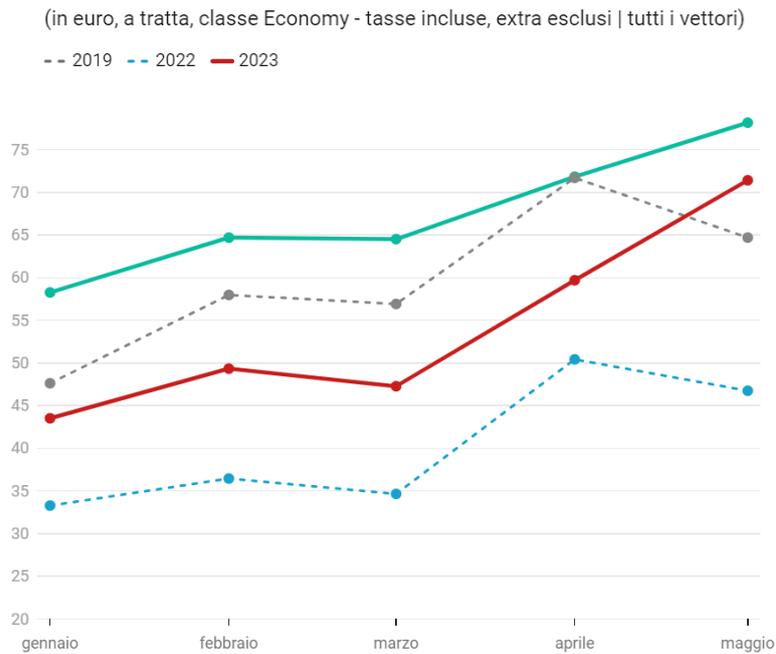
Nella ricerca vengono analizzati voli nazionali (Italiani) e internazionali in classe economy sia dei vettori full service che dei vettori low cost. Nello studio si riscontra un aumento del 20% nei primi mesi del 2024 dei prezzi dei biglietti aerei rispetto all'anno precedente. I dati sono stati confermati anche da Eurostat, che nel 2023 ha riscontrato che l'Italia e la Grecia hanno aumentato maggiormente le tariffe dei voli in Europa.



**Figura 3.1** Tariffa media nel mercato aereo italiano

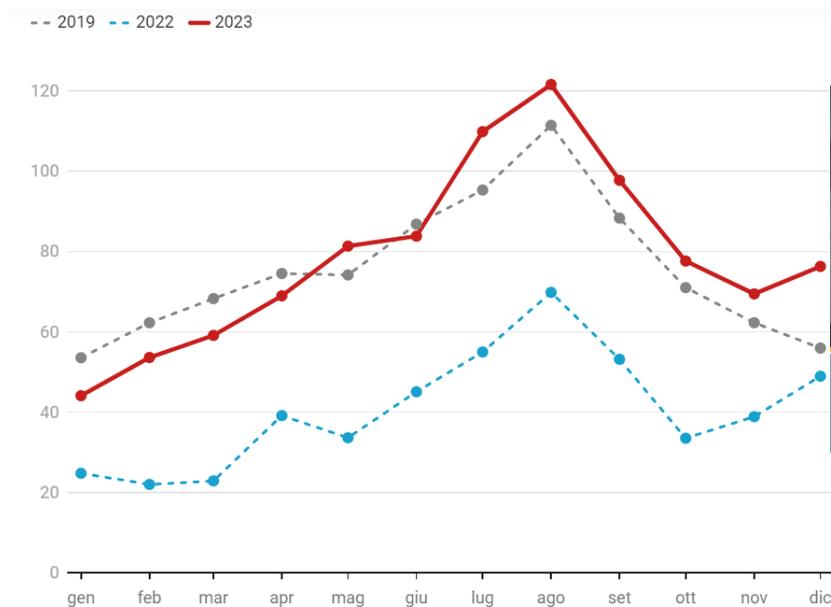
**Fonte:** (Berberi, Biglietti aerei, il 2024 sarà l'anno più caro? Nei primi cinque mesi prezzi su del 20%, 2024)

Sulle rotte italiane la tariffa media nel 2023 è stata poco più di 55 euro in media, ovvero il 31,5% in più del 2022 e il 15 % in meno de 2019. Sulle tratte internazionali (Italia-Europa) la tariffa media è di 80,5 euro nel 2023, ovvero il 32% in più del 2022.



**Figura 3.2** Tariffa media mensile sui voli nazionali in Italia

**Fonte:** (Berberi, Aerei, l'allarme delle compagnie: «Con la nuova tassa Ue sui carburanti in Italia voli più cari, aumenti fino al 68%», 2024)



**Figura 3.3** Tariffa media mensile sui voli Italia- Europa

**Fonte:** (Berberi, Biglietti aerei, il 2024 sarà l'anno più caro? Nei primi cinque mesi prezzi su del 20%, 2024)

È interessante notare come nel mese di ottobre 2023 sia presente un'eccezione particolare. Si nota, infatti, che i prezzi delle rotte nazionali e internazionali sono aumentate rispettivamente del 48% e del 132% rispetto al 2022. Secondo alcuni esperti intervistati da Il Corriere della Sera, questo potrebbe essere dovuto al fatto che la stagione turistica estiva si è prolungata fino ad ottobre. Tra gli elementi che hanno inciso sull'aumento dei prezzi sono state sottolineate l'inflazione, l'aumento del prezzo del carburante e la domanda.

Tutti i fattori presentati, addizionati a quelli presenti nel capitolo 2.5, sono coinvolti nel processo di formazione dei prezzi dei biglietti aerei e contribuiscono alla risposta della domanda che è stata posta all'inizio del capitolo.

Il presente lavoro, sfruttando due dataset recenti, che verranno descritti in seguito, la cui raccolta di dati è stata effettuata facendo attività di web scraping, ha lo scopo di riassumere, attraverso opportune analisi, le tendenze dei prezzi dei biglietti delle compagnie aeree. In particolare, si vuole studiare la dinamica delle tariffe offerte al variare di cinque differenti fattori: la distanza in giorni dal momento di ricerca del volo alla data di partenza, la fascia oraria in cui il volo è partito, la compagnia aerea che opera il volo (low cost o full service), i posti a sedere rimanenti al momento della prenotazione, la distanza totale della tratta.

## 3.2 DATASET

Per le analisi condotte sono stati utilizzati due dataset, entrambi scaricati dalla piattaforma Kaggle, una comunità dinamica per data scientist e professionisti dell'apprendimento automatico che, tra le altre funzionalità, offre agli utenti la possibilità di scoprire e condividere dataset.

Sono stati impiegati due diversi dataset per consentire un'analisi completa delle variabili considerate. In particolare, il primo è stato utilizzato per esaminare e confrontare le variabili riguardanti la distanza tra il giorno di prenotazione e la data di partenza, la fascia oraria, la compagnia aerea e il prezzo. Tuttavia, questo dataset non conteneva informazioni riguardanti la distanza in miglia del volo e il numero di posti rimanenti al momento della prenotazione, pertanto, è stato necessario ricorrere anche al secondo. È importante notare che i due dataset presentano delle differenze: il primo include dati relativi a voli diretti che collegano diverse città della Germania operati da diverse compagnie aeree, il secondo si concentra esclusivamente su una compagnia aerea, American Airlines, per voli diretti e tratte americane.

### 3.2.1 Descrizione del primo dataset: German Air Fares

Il dataset è stato scaricato dal sito Kaggle e raccoglie dal 18-10-2019 al 24-10-2019 le informazioni sui voli diretti interni alla Germania con partenza possibile tra il 25-10-2019 e il 24-04-2020 con diverse compagnie aeree. Il dataset contiene le informazioni di 84 rotte per un totale di 29278 osservazioni ed è stato creato attraverso attività di web scraping e contiene i seguenti dati:

<b>Departure city:</b>	la città da cui il volo parte	<b>Route:</b> il dataset contiene le informazioni di 84 rotte per un totale di 29278 osservazioni.
<b>Arrival city:</b>	la città in cui il volo arriva	
<b>Scrape date:</b>	la data di quando sono state raccolte le informazioni del volo	
<b>Departure date:</b>	la data di partenza del volo	(25-10-2019 to 24-04-2020).
<b>Booking Lead Time:</b>	quanto tempo prima il volo è stato prenotato	(7,14,30, 42, 90, 180 giorni)
<b>Departure time:</b>	l'orario di partenza del volo	<b>Time slot:</b> per l'analisi dei dati sono stati suddivisi gli orari di partenza dei voli nelle seguenti fasce: 06:00-10:00; 10:00-14:00; 14:00-18:00; 18:00-22:00; 22:00-02:00.
<b>Arrival time:</b>	l'orario di arrivo del volo	
<b>Airline</b>	la compagnia aerea che opera il volo	British Airways, Lufthansa, Luxair che sono considerate compagnie full service e Eurowings e EasyJet che sono considerate compagnie low cost

<b>Stops</b>	numero di fermate per cambio vettore	si prendono in considerazione solo voli diretti
<b>Price (€):</b>	il prezzo del biglietto del volo in euro	<b>Price range:</b> per alcune analisi i prezzi sono stati divisi in fasce da 50 euro ciascuna

**Tabella 3.1** Descrizione delle variabili presenti nel dataset analizzato nello studio

**Fonte:** elaborazione propria su dati scaricati da Kaggle.com

Le città dove sono situati gli aeroporti di partenza e arrivo sono i seguenti: Brema, Francoforte, Monaco, Stoccarda, Colonia, Dresda, Amburgo, Lipsia-Halle, Berlino, Dusseldorf, Dortmund, Friedrichshafen, Norimberga, Karlsruhe/Baden-Baden, Münster Osnabrück, Hannover-Langenhagen, Saarbrücken, Laage-Rostock, Paderborn-Lippstadt.

Con l'utilizzo di questo dataset si prendono in considerazione le seguenti variabili:

- **Booking Lead Time:** distanza in giorni dal momento di ricerca del volo alla data di partenza del volo. Nel dataset questa variabile presenta 6 valori unici che sono 7,14,30, 42, 90, 180 giorni prima della data di partenza. Trattasi di variabile numerica che sarà poi suddivisa in dummy;
- **Time Slot:** gli orari di partenza sono stati divisi in fasce orarie per semplificarne la lettura. Le fasce orarie sono 06:00-10:00; 10:00-14:00; 14:00-18:00; 18:00-22:00; 22:00-02:00; la variabile è qualitativa;
- **Airline:** rappresenta la compagnia aerea che opera il volo. Tre di queste compagnie aeree sono full service (British Airways, Lufthansa, Luxair) e due sono low cost (EasyJet ed Eurowings). La variabile è qualitativa;
- **Price:** la variabile prezzo è in euro e rappresenta la tariffa del biglietto al momento dell'attività di ricerca. In alcuni casi questa variabile è suddivisa in fasce di prezzo da 50 euro per gruppo (Price Range). Il prezzo è una variabile quantitativa.

### 3.2.2 Descrizione del secondo dataset: American Airlines Expedia

Il dataset è stato scaricato dal sito Kaggle ed è un file CSV in cui ogni riga è un biglietto acquistabile (con partenza possibile dal 16/04/2022 al 16/06/2022) trovato sul sito Expedia.com tra il 16/04/2022 e il 18/04/22, da/per i seguenti aeroporti: ATL (Atlanta), DFW (Dallas-Fort Worth), DEN (Denver), ORD (Orlando), LAX (Los Angeles), CLT (Charlotte), MIA (Miami), JFK (New York), EWR (Newark), SFO (San Francisco), DTW (Detroit), BOS (Boston), PHL (Philadelphia), LGA (New York), IAD (Washington-Dulles), OAK (Oakland).

Per questo studio si prendono in considerazione solo i voli con la compagnia American Airlines, per un totale di 100228 osservazioni. Le variabili che si prendono in considerazione per l'analisi sono:

<b>Search date:</b>	La data (AAAA-MM-GG) in cui questa voce è stata presa da Expedia.
<b>Flight Date:</b>	La data (YYYY-MM-DD) del volo
<b>Booking Lead Time:</b>	Distanza dal giorno di partenza.
<b>Starting Airport:</b>	Aeroporto di partenza
<b>Destination Airport:</b>	Aeroporto di arrivo
<b>Travel Duration:</b>	La durata del viaggio in ore e minuti
<b>Elapsed Days:</b>	Il numero di giorni trascorsi (in genere 0)
<b>Price:</b>	Il Prezzo del biglietto (in USD) include tasse e tariffe
<b>Seats Remaining:</b>	Numero intero che indica il numero di posti rimanenti al momento della ricerca (da 1 a 10 posti rimanenti)
<b>Total Travel Distance:</b>	La distanza totale del viaggio in miglia
<b>Airline:</b>	Nome della compagnia aerea che opera il volo. In questo studio si prende in considerazione solo la compagnia aerea American Airline.

**Tabella 3.17** Descrizione delle variabili presenti nel dataset

**Fonte:** elaborazione propria su dati scaricati da Kaggle.com

Con l'utilizzo di questo dataset si prendono in considerazione in particolare 4 variabili:

- **Price:** il prezzo è espresso in USD ed è una variabile quantitativa;
- **Seats Remaining:** la variabile rappresenta il numero di sedili rimasti nel giorno di prenotazione del biglietto; i posti rimanenti possono essere 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 10. La variabile è numerica;
- **Total Travel Distance:** La distanza totale della tratta è espressa in miglia ed è stata divisa in gruppi, ogni gruppo è di 500 miglia l'uno. Questa è una variabile quantitativa.
- **Booking Lead Time:** la variabile rappresenta la distanza dalla data di prenotazione al giorno della partenza. La variabile è stata divisa in gruppi da 7 giorni ciascuno ed è compresa da 1 a 60 giorni prima.

### 3.3 ANALISI DEI DATI

#### 3.3.1 Dataset German Air Fares

##### 3.3.1.1 Statistiche descrittive

Di seguito vengono presentate le tabelle di statistiche descrittive di ciascuna delle variabili studiate nel dataset German Air Fares

	Price (€)	Booking Lead Time
<b>Nro Osservazioni</b>	29278	29278
<b>Media</b>	130,699	59,987
<b>Std. Dev.</b>	88,594	59,6378
<b>Varianza</b>	7848,94	3556,68
<b>25° Percentile</b>	62	14
<b>Mediana</b>	107	30
<b>75° Percentile</b>	166	90

**Tabella 3.2** Statistiche descrittive delle variabili quantitative Price e Booking Lead Time

**Fonte:** elaborazione propria su dati scaricati da Kaggle.com

La tabella riassume le due variabili quantitative “Time Slot” e “Booking Lead Time” indicando per ognuna delle variabili il numero di osservazioni, la media, la standard deviation, la varianza e i vari percentili.

	Frequenza	Percent	Cum.
<b>British Airways</b>	191	0,65	0,65
<b>Eurowings</b>	11557	39,47	40,13
<b>Lufthansa</b>	14305	48,86	88,98
<b>Luxair</b>	290	0,99	89,98
<b>Easyjet</b>	2935	10,02	100,00
<b>Total</b>	<b>29278</b>	<b>100,00</b>	
<b>06:00-10:00</b>	9000	30,74	30,74
<b>10:00-14:00</b>	5480	18,72	49,46
<b>14:00-18:00</b>	6842	23,37	72,83
<b>18:00-22:00</b>	7769	26,54	99,36
<b>22:00-02:00</b>	187	0,64	100,00
<b>Total</b>	<b>29278</b>	<b>100,00</b>	

**Tabella 3.3** Statistiche descrittive delle variabili qualitative Airline e Time Slot

**Fonte:** elaborazione propria su dati scaricati da Kaggle.com

La tabella 3.3 mostra, per le due variabili quantitative Airline e Time Slot, il numero di osservazioni corrispondenti a ciascuna categoria (frequenza), la percentuale di osservazioni rispetto al totale delle osservazioni (percent), e la somma cumulativa delle percentuali fino al livello di categoria corrente (cum).

Da notare fin da subito è la presenza di poche osservazioni per le compagnie aeree British Airways e Luxair. Una spiegazione è data dal fatto che British Airways è una compagnia aerea full service del Regno Unito e Luxair è la compagnia aerea di bandiera del Lussemburgo. Le tratte effettuate dai due vettori all'interno della Germania (in questo dataset non si prendono in considerazione voli internazionali) quindi sono nettamente inferiori, ad esempio, rispetto a quelle della compagnia Lufthansa, rinominata compagnia aerea tedesca.

Di seguito si riportano le tabelle che sintetizzano il prezzo analizzato in relazione a ciascuna variabile presa in considerazione.

Time Slot	Price (€)		
	Mean	Std. Dev.	Freq.
<b>06:00-10:00</b>	137,017	91,696	9000
<b>10:00-14:00</b>	110,569	68,208	5480
<b>14:00-18:00</b>	132,357	88,721	6842
<b>18:00-22:00</b>	135,489	95,439	7769
<b>22:00-02:00</b>	156,749	77,927	187
<b>Total</b>	<b>130,698</b>	<b>88,594</b>	<b>29278</b>

**Tabella 3.4** Statistiche descrittive della variabile Price suddivisa per Time Slot

**Fonte:** elaborazione propria su dati scaricati da Kaggle.com

Nella tabella 3.4 si mostrano la media, la standard deviation e la frequenza del prezzo per ogni fascia oraria. Si può notare che il prezzo è in media più alto nella fascia oraria dalle 22:00 alle 02:00.

Dalla tabella si può riscontrare che la frequenza dalle 22:00 alle 02:00 in questo dataset è molto più bassa. Il motivo è che alcune compagnie aeree non volano in questa fascia oraria, che prende in considerazione anche ore notturne.

Booking Lead Time	Price (€)		
	Mean	Std. Dev.	Freq.
7	201,847	101,929	5011
14	163,611	95,353	4740
30	119,499	74,151	5006
42	104,460	63,436	4949
90	95,871	63,727	4735
180	97,265	67,923	4837
<b>Total</b>	<b>130,698</b>	<b>88,594</b>	<b>29278</b>

**Tabella 3.5** Statistiche descrittive della variabile Price suddivisa per Booking Lead Time

**Fonte:** elaborazione propria su dati scaricati da Kaggle.com

Nella tabella 3.5 si può notare come, all'avvicinarsi del giorno della partenza, i prezzi sono in media più alti. Si osserva in controtendenza un leggero rialzo dei prezzi a 180 giorni di distanza (97 euro circa) rispetto alla tariffa a 90 giorni. Si riscontra più variabilità dei dati nei giorni vicini alla data di partenza rispetto ai giorni più lontani dalla data di partenza. Per quanto riguarda la deviazione standard, si rileva più variabilità a 7 giorni dalla data di partenza (Std.Dev. = 101.92953) che tende a diminuire quando ci si allontana dalla data di partenza: ciò è dovuto anche dal fatto che i valori aumentano in media.

Airline	Price (€)		
	Mean	Std. Dev.	Freq.
British Airways	294,204	83,202	191
Eurowings	104,462	73,135	11557
Lufthansa	161,209	88,079	14305
Luxair	277,476	118,382	290
Easyjet	60,151	38,801	2935
<b>Total</b>	<b>130,698</b>	<b>88,594</b>	<b>29278</b>

**Tabella 3.6** Statistiche descrittive della variabile Price suddivisa per Airline

**Fonte:** elaborazione propria su dati scaricati da Kaggle.com

Da questa tabella riassuntiva si può notare che il prezzo delle tariffe della compagnia low cost Easyjet è mediamente molto più basso rispetto alle compagnie full service, e comunque mediamente più basso anche rispetto alla low cost Eurowings. Prendendo in considerazione le tariffe di EasyJet e British Airways, la differenza media percentuale è di circa l'80%. Al contrario, le compagnie full service British Airways e Luxair sono le compagnie aeree più costose per le tratte interne alla Germania: ciò può essere dovuto alle nazionalità di origine delle due compagnie. Il prezzo medio del biglietto aereo della compagnia full service tedesca Lufthansa si alza del 62 % circa rispetto ad Easyjet e di circa il 35 % rispetto a Eurowings. C'è

comunque da tenere in considerazione il dato già evidenziato precedentemente, in cui si nota che queste due compagnie volano molto meno in tratte interne tedesche rispetto alle altre.

Impostando una tabella che sintetizza la variabile Price suddivisa per Time Slot ed Airline si raggiungono i seguenti risultati.

Time Slot	Airline					Total
	British Airways	Eurowings	Lufthansa	Luxair	EasyJet	
06:00-10:00	285,578	111,719	167,540	282,904	52,722	137,017
	76,109	75,799	89,906	121,356	26,494	91,696
	90	3461	4418	114	917	9000
10:00-14:00	-	83,476	138,775	-	57,7495	110,569
	-	56,698	67,211	-	30,337	68,208
	0	2064	2917	0	499	5480
14:00-18:00	291,212	106,997	165,455	253,873	64,620	132,357
	87,929	71,874	91,261	108,386	44,153	88,721
	52	3065	3088	55	582	6842
18:00-22:00	313,224	107,991	168,003	283,091	65,923	135,489
	89,042	78,608	95,055	119,504	47,217	95,439
	49	2966	3696	121	937	7769
22:00-02:00	-	74	157,194	-	-	156,749
	-	0	77,899	-	-	77,927
	0	1	186	0	0	187
TOTAL	29,420	104.46284	161,209	277,476	60,151	130,698
	83,202	73,134766	88,079	118,382	38,801	88,594
	191	11557	14305	290	2935	29278

**Note:** prima riga-media; seconda riga-standard deviation; terza riga-frequenza.

**Tabella 3.7** Statistiche descrittive della variabile Price suddivisa per Time Slot ed Airline

**Fonte:** elaborazione propria su dati scaricati da Kaggle.com

Le compagnie British Airways e Luxair si confermano mediamente più care rispetto alle altre per ogni fascia oraria; la frequenza delle loro tratte è inferiore rispetto a quella delle altre compagnie. La compagnia EasyJet rimane la più economica, seguita da Eurowings.

Non sono presenti tendenze significative rispetto alle fasce orarie ma si può osservare come alcune siano coperte da più o meno voli, ad esempio, la frequenza è più alta dalle 06:00 alle 10:00 e dalle 18:00 alle 22:00. Inoltre, si riscontra che alcune compagnie volano solo in determinati orari, ad esempio British Airways e Luxair non volano dalle 10:00 alle 14:00 e dalle 22:00 alle 02:00.

Impostando una tabella che sintetizza la variabile Price suddivisa per Booking Lead Time ed Airline si ottengono i seguenti risultati.

Booking Lead Time	Airline					
	British Airways	Eurowings	Lufthansa	Luxair	Easyjet	Total
7gg	398,6	186,005	229,219	374,593	105,605	201,847
	94,831	87,252	99,375	124,705	62,596	101,930
	30	1980	2425	54	522	5011
14gg	353,313	142,158	195,395	293,698	63,344	163,611
	81,142	77,669	94,004	103,139	34,309	95,353
	32	1847	2334	53	474	4740
30gg	288,230	87,456	157,309	214,389	49,325	119,499
	64,888	48,074	74,226	57,332	17,453	74,151
	26	2028	2397	54	501	5006
42gg	256,406	81,395	131,960	208,446	49,649	104,460
	38,271	39,887	67,252	56,949	19,468	63,436
	32	2002	2335	56	524	4949
90gg	241,484	63,267	125,032	338	45,957	95,871
	19,768	29,449	58,370	130,376	7,314	63,727
	31	1939	2292	53	420	4735
180gg	243,6	64,413	127,845	175,5	43,241	97,265
	18,952	37,701	71,993	39,139	6,403	67,923
	40	1761	2522	20	494	4837
Total	294,204	104,463	161,209	277,476	60,151	130,698
	83,202	73,135	88,078	118,382	38,801	88,594
	191	11557	14305	290	2935	29278

**Note:** prima riga-media; seconda riga-standard deviation; terza riga-frequenza.

**Tabella 3.8** Statistiche descrittive della variabile Price suddivisa per Booking Lead Time ed Airline

**Fonte:** elaborazione propria su dati scaricati da Kaggle.com

Dalla tabella 3.5, che analizzava i prezzi rispetto alla distanza dal giorno di partenza si evinceva che mediamente il prezzo si alza quanto più si avvicina la data di partenza. La medesima tendenza si verifica per tutte le compagnie aeree (tabella 3.8). Incrociando la Booking Lead Time e la Airline si può però approfondire che, mentre per tutte le altre compagnie il prezzo a 180 giorni risulta leggermente superiore al prezzo a 90 giorni, questa tendenza non si riscontra con la compagnia EasyJet, per cui il prezzo scende sempre ogni volta che ci si allontana dalla data di prenotazione.

In particolare, analizzando la differenza delle tariffe medie a 7 e 180 giorni, si può osservare che, prenotando 7 giorni prima invece che 180 giorni prima, la tariffa aumenta in percentuale:

- Per British Airways del 38,89%;
- Per Eurowings del 65,37%;

- Per Lufthansa del 44,23%;
- Per LuxAir del 53,15%;
- Per EasyJet del 59,05%.

Le compagnie low cost EasyJet ed Eurowings riportano maggiore variazione percentuale rispetto alle compagnie full service per le quali la variazione supera comunque quasi sempre il 50%. Si può notare come Eurowings abbia la più alta differenza da 180 a 7 giorni prima della partenza. Tra le compagnie full service si rileva che British Airways è quella che presenta minore variazione percentuale.

Prendendo in considerazione un periodo più breve e analizzando le differenze del prezzo a 7 e 14 giorni si nota che:

- Per British Airways la tariffa a 7 giorni aumenta in percentuale dell'11,36%;
- Per Eurowings la tariffa a 7 giorni aumenta in percentuale del 23,34%;
- Per Lufthansa la tariffa a 7 giorni aumenta in percentuale del 14,76%;
- Per LuxAir la tariffa a 7 giorni aumenta in percentuale del 21,6%;
- Per EasyJet la tariffa a 7 giorni aumenta in percentuale del 40,03%.

Anche in questo caso si nota che la differenza percentuale maggiore da 7 a 14 giorni viene rilevata per le compagnie aeree low cost. In particolare, EasyJet riporta una maggiore variazione percentuale rispetto alle altre compagnie negli ultimi 14 giorni; la differenza percentuale è comunque minore di quella che si rileva da 180 a 7 giorni prima. Tra le compagnie full service si può notare che British Airways si conferma quella con minore variazione percentuale (11,36%), seguita da Lufthansa (14,76%).

Si può rilevare che i prezzi mediamente più bassi, per tre compagnie aeree su cinque, si trovano a 90 giorni dalla data di partenza (British Airways, Eurowings, Lufthansa) e non a 180, anche se la differenza è minima.

Le two-way frequency table seguenti espongono la variabile Price Range (0-50euro; 51-100euro; 101-150euro; 151-200euro; 201-251euro...fino a 601-650euro) suddivisa rispettivamente per le variabili Time Slot (tabella 3.9), Booking Lead Time (tabella 3.10), Airline (tabella 3.11). Le tabelle vengono presentate per verificare V di Cramer e Pearson Chi2 e, di conseguenza, l'associazione tra le variabili prese in considerazione.

Time Slot	Price Range (€)													TOTAL
	1-50	51-100	101-150	151-200	201-250	251-300	301-350	351-400	401-450	451-500	501-550	551-600	601-650	
06:00-10:00	1219	2495	2400	990	759	414	346	237	119	14	4	3	0	9
	13,54	27,72	26,67	11,00	8,43	4,60	3,84	2,63	1,32	0,16	0,04	0,03	0,00	100,00
10:00-14:00	929	1837	1644	479	319	145	85	32	10	0	0	0	0	5,48
	16,95	33,52	30,00	8,74	5,82	2,65	1,55	0,58	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
14:00-18:00	826	2279	1696	686	579	304	201	178	78	11	3	1	0	6,842
	12,07	33,31	24,79	10,03	8,46	4,44	2,94	2,60	1,14	0,16	0,04	0,01	0,00	100,00
18:00-22:00	1137	2385	1808	773	589	373	336	233	115	11	5	3	1	7,769
	14,64	30,70	23,27	9,95	7,58	4,80	4,32	3,00	1,48	0,14	0,06	0,04	0,01	100,00
22:00-02:00	0	22	105	17	16	12	8	5	1	0	1	0	0	187
	0,00	11,76	56,15	9,09	8,56	6,42	4,28	2,67	0,53	0,00	0,53	0,00	0,00	100,00
<b>TOTAL</b>	4111	9018	7653	2945	2262	1248	976	685	323	36	13	7	1	29,278
	14,04	30,80	26,14	10,06	7,73	4,26	3,33	2,34	1,10	0,12	0,04	0,02	0,00	100,00

**Note:** prima riga - frequenza; seconda riga: percentuale per riga.

**Tabella 3.9** Statistiche descrittive delle variabili Time Slot e Price Range

**Fonte:** elaborazione propria su dati scaricati da Kaggle.com

<b>V di Cramer</b>	0.0742
<b>Pearson Chi2 (48)</b>	644.7681
<b>Pr</b>	0.000

**Tabella 3.10** V di Cramer, Pearson Chi2 e Pr riferiti alla tabella 3.9

**Fonte:** elaborazione propria su dati scaricati da Kaggle.com

Booking Lead Time	Price Range (€)													
	1-50	51-100	101-150	151-160	201-250	251-300	301-350	351-400	401-450	451-500	501-550	551-600	601-650	Total
<b>7gg</b>	52	815	993	884	774	489	481	325	160	23	7	7	1	5011
	1,04	16,26	19,82	17,64	15,45	9,76	9,60	6,49	3,19	0,46	0,14	0,14	0,02	100,00
<b>14gg</b>	400	888	1228	790	630	239	264	201	93	7	0	0	0	474
	8,44	18,73	25,91	16,67	13,29	5,04	5,57	4,24	1,96	0,15	0,00	0,00	0,00	100,00
<b>30gg</b>	719	1634	1451	548	311	169	102	42	26	4	0	0	0	5006
	14,36	32,64	28,99	10,95	6,21	3,38	2,04	0,84	0,52	0,08	0,00	0,00	0,00	100,00
<b>42gg</b>	699	2134	1339	355	201	121	59	34	5	2	0	0	0	4949
	14,12	43,12	27,06	7,17	4,06	2,44	1,19	0,69	0,10	0,04	0,00	0,00	0,00	100,00
<b>90gg</b>	1058	1711	147	159	158	95	25	19	34	0	6	0	0	4735
	22,34	36,14	31,05	3,36	3,34	2,01	0,53	0,40	0,72	0,00	0,13	0,00	0,00	100,00
<b>180gg</b>	1183	1836	1172	209	188	135	45	64	5	0	0	0	0	4837
	24,46	37,96	24,23	4,32	3,89	2,79	0,93	1,32	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
<b>Total</b>	4111	9018	7653	2945	2262	1248	976	685	323	36	13	7	1	29278
	14,04	30,80	26,14	10,06	7,73	4,26	3,33	2,34	1,10	0,12	0,04	0,02	0,00	100,00

**Note:** prima riga: frequenza; seconda riga: percentuale per riga.

**Tabella 3.11** Statistiche descrittive delle variabili Booking Lead Time e Price Range

**Fonte:** elaborazione propria su dati scaricati da Kaggle.com

<b>V di Cramer</b>	0.2147
<b>Pearson Chi2(60)</b>	6.7e03
<b>Pr</b>	0.000

**Tabella 3.12** V di Cramer, Pearson Chi2 e Pr riferiti alla tabella 3.11

**Fonte:** elaborazione propria su dati scaricati da Kaggle.com

Airline	Price Range (€)													Total
	1-50	51-100	101-150	151-200	201-250	251-300	301-350	351-400	401-450	451-500	501-550	551-600	601-650	
<b>British Airways</b>	0	0	0	0	49	81	15	19	11	12	3	0	1	191
	0,00	0,00	0,00	0,00	25,65	42,41	7,85	9,95	5,76	6,28	1,57	0,00	05,2	100,00
<b>Eurowings</b>	2511	4542	2155	1125	499	322	290	91	18	4	0	0	0	11557
	21,73	39,30	18,65	9,73	4,32	2,79	2,51	0,79	0,16	0,03	0,00	0,00	0,00	100,00
<b>Lufthansa</b>	0	3414	5311	1668	1655	807	636	557	251	2	4	0	0	14305
	0,00	23,87	37,13	11,66	11,57	5,64	4,45	3,89	1,75	0,01	0,03	0,00	0,00	100,00
<b>Luxair</b>	0	0	7	102	35	30	32	14	40	18	6	6	0	290
	0,00	0,00	2,41	35,17	12,07	10,34	11,03	4,83	13,79	6,21	2,07	2,07	0,00	100,00
<b>Easyjet</b>	1600	1062	180	50	24	8	3	4	3	0	0	1	0	2935
	54,51	36,18	6,13	1,70	0,82	0,27	0,10	0,14	0,10	0,00	0,00	0,03	0,00	100,00
<b>Total</b>	4111	9018	7653	2945	2262	1248	976	685	323	36	13	7	1	29278
	14,04	30,80	26,14	10,06	7,73	4,26	3,33	2,34	1,10	0,12	0,04	0,02	0,00	100,00

**Note:** prima riga - frequenza; seconda riga - percentuale per riga.

**Tabella 3.13** Statistiche descrittive delle variabili Airline e Price Range

**Fonte:** elaborazione propria su dati scaricati da Kaggle.com

V di Cramer	0.3454
Pearson Chi2(48)	1.4e04
Pr	0.000

**Tabella 3.14** V-Cramer, Pearson Chi2 e Pr riferiti alla tabella 3.13

**Fonte:** elaborazione propria su dati scaricati da Kaggle.com

La V di Cramer è un indice utilizzato per misurare l'associazione tra due fenomeni qualitativi. Il Pearson  $\chi^2$  è un test statistico che permette di testare un'ipotesi nulla, ovvero la perfetta indipendenza tra le due variabili prese in considerazione.

Dalla tabella 3.10 si evince che la V di Cramer è 0.0742. Questo significa che c'è il 7.42% di associazione tra la variabile Time Slot e la variabile Price Range. Dalla tabella 3.10 risulta un p-value uguale a 0. È quindi possibile rifiutare l'ipotesi che Time Slot e Price Range siano indipendenti. Questo vuol dire che c'è associazione tra le due variabili, nonostante la V di Cramer sia bassa.

La tabella 3.12 mette in relazione le variabili Booking Lead Time e Price Range. La V di Cramer risulta pari a 0.2147. Questo significa che c'è 21,47% di associazione tra le due variabili considerate. Il p-value è uguale a zero, quindi si può rifiutare che le due variabili siano indipendenti.

La tabella 3.14 pone in relazione le variabili Time Slot e Price Range. La V di Cramer è pari a 0.3454. Questo significa che c'è 34,54% di associazione tra le due variabili prese in considerazione. Il p-value è uguale a zero quindi si può rifiutare che Time Slot e Price Range siano indipendenti.

### ***3.3.1.2 Analisi di regressione***

Nella seguente sezione vengono presentati sette modelli di regressione per esplorare la relazione tra le variabili prese in considerazione, in particolare, come la distanza tra la data di prenotazione e la data di partenza, la fascia oraria del volo e la compagnia aerea influenzano il prezzo del biglietto aereo. Si individuerà quali variabili hanno un impatto significativo sul prezzo del biglietto per determinare se le relazioni osservate sono affidabili.

I sette modelli presentano come variabile dipendente sempre la variabile Price. Il modello 1 ha come predittori la Booking Lead Time, si individua quindi se e quale tipo di relazione esiste tra il prezzo e la distanza in giorni dal momento della prenotazione a quello della partenza del volo. Il modello 2 ha come predittore la variabile Time Slot, verrà dunque analizzata la relazione che c'è tra il prezzo e la fascia oraria in cui il volo parte. Il modello 3 ha come predittore la variabile Airline: attraverso il modello si vuole analizzare se e quale impatto hanno le diverse compagnie aeree, con diversi modelli di business, sul prezzo. I modelli 3,4 e 5 raggruppano a due a due le variabili. Il modello di regressione 7 rappresenta un'analisi integrativa che combina tutti i predittori precedentemente esaminati: Booking Lead Time, Time Slot ed Airline. Questo modello permette di valutare come queste variabili interagiscano e influenzino il prezzo del biglietto, fornendo così una visione più completa.

Var.Dip: Price	Modello 1	Modello 2	Modello 3	Modello 4	Modello 5	Modello 6	Modello7
<b>Costante</b>	201,848(1,120)***	137,017(.928)***	294,204(5,71)***	208,180(1,307)***	367,720(5,022)***	294,631(5,698)***	368,1349(4,994)***
<b>14 gg</b>	-38,237(1,607)***			-37,986(1,594)***	-39,122(1,384)***		-38,916 (1,370) ***
<b>30 gg</b>	-82,349(1,585)***			-82,147(1,572)***	-82,091(1,365)***		-81,915 (1,351)***
<b>42 gg</b>	-97,387(1,589)***			-97,278(1,577)***	-96,803(1,369)***		-96,717(1,355)***
<b>90 gg</b>	-105,976(1,607)***			-105,881(1,594)***	-106,859(1,384)***		-106,786(1,363)***
<b>180 gg</b>	-104,583(1,599)***			-104,770(1,586)***	-106,122(1,377)***		-106,285(1,3632)***
<b>10:00-14:00</b>		-26,448(1,509)***		-26,71(1,348)***		-25,326(1,346)***	-25,646(1,1608)***
<b>14:00-18:00</b>		-4,660(1,412)***		-4,586(1,262)***		-1,916(1,259)	-1,855(1,086)*
<b>18:00-22:00</b>		-1,528(1,363)		-1,782(1,218)		.373(1,214)	.154(1,047)
<b>22:00-02:00</b>		19,732(6,505)***		21,147(5,813)***		-9,762(5,809)*	-8,485 (5,011)*
<b>Eurowings</b>			-189,741(5,761)***		-191,732(4,983)***	-185,231(5,715)***	-187,179(4,936)***
<b>Lufthansa</b>			-132,995(5,752)***		-134,740(4,975)***	-127,812(7,306)***	-129,514(4,929)***
<b>Luxair</b>			-16,728(7,359)**		-22,267(6,367)***	-16,947(7,3058)**	-22,983 (6,303)***
<b>Easyjet</b>			-234,054(5,897)***		-236,802(5,101)***	-229,913(5,858)***	-232,599(5,052)***
<b>Nro Obs</b>	29278	29278	29278	29278	29278	29278	29278
<b>R-Quadro</b>	0,1988	0,0126	0,2055	0,2127	0,4058	0,2176	0,4181
<b>R-Corretto</b>	0,1987	0,0125	0,2054	0,2115	0,4057	0,2174	0,4179
<b>Statistica F</b>	1452,77	93,66	1893,41	873,31	2221,30	1017,42	1617,49
<b>Root Mse</b>	79,307	88,039	78,971	78,672	68,3	78,376	67,596

\*\*\* p-value<0.01; \*\*p-value<0.05; \*p-value<0.10; la costante si riferisce al caso della Booking Lead Time: 7 gg prima; Time Slot: 06:00-10:00; Airline: British Airways.

**Tabella 3.15** Modelli di regressione

**Fonte:** elaborazione propria su dati scaricati da Kaggle.com

Nel **modello 1** viene descritto l'impatto della Booking Lead Time sul Price. Il modello ha come variabile dipendente la variabile "Price" ed è composto dal predittore:  $X = \{\text{Booking Lead Time}\}$ . La distanza dalla data di partenza viene gestita da 6 dummy (7,14, 30, 42, 90, 180 giorni prima); la prima dummy (7 giorni prima) è esclusa dal modello per evitare problemi di perfetta multicollinearità. La variabile "Booking Lead Time" impatta sempre negativamente sul prezzo. Rispetto alla prenotazione del volo 7 giorni prima, si riscontra un risparmio di circa: 38 euro a 14 giorni prima, 82 euro a 30 giorni prima, 97 euro a 42 giorni prima, 105 euro a 90 e 180 giorni prima.

Il valore del p-value nel modello stimato è sempre inferiore a 0.05, di conseguenza si può affermare che il modello stesso comprenda solo variabili significative. Inoltre, si può notare che la statistica F ammonta a 1452,77 ( $>2$ ) per cui si può affermare che anche il modello nel suo complesso è significativo.

L'R quadro è un coefficiente di determinazione che permette di misurare la forza della relazione lineare tra le variabili indipendenti del modello e la variabile dipendente. Più l'R-Quadro è elevato, più il modello ha un alto potere predittivo. In questo caso, il modello è in grado di spiegare il 19,88% della variabilità della risposta sul campione. L'R quadro aggiustato, che permette di valutare la bontà di adattamento del modello è di 0.1987.

Il **modello 2** presenta come variabile dipendente la variabile Price ed è composto dal predittore:  $X = \{\text{Time Slot}\}$ . La Time Slot è una variabile qualitativa e viene gestita da 6 dummy (06:00-10:00; 10:00-14:00; 14:00-18:00; 18:00-22:00; 22:00-02:00); la prima dummy (06:00-10:00) è esclusa dal modello per evitare problemi di perfetta multicollinearità. Si può sostenere che, rispetto alla scelta di comprare un biglietto nella fascia oraria 06:00-10:00:

- si risparmiano circa 26 euro nella fascia oraria dalle 10:00 alle 14:00;
- si risparmiano circa 5 euro nella fascia oraria dalle 14:00 alle 18:00;
- si spendono circa 20 euro in più nella fascia oraria dalle 22:00 alle 02:00,

È da tenere in considerazione che nella fascia oraria dalle 18:00 alle 22:00 il p-value è maggiore di 0,05. La statistica F ammonta, comunque, a 93,66 ( $>2$ ), per cui si può affermare che il modello nel suo complesso è significativo ed è in grado di spiegare l'1,26% della variabilità della risposta sul campione.

Il **modello 3** ha come variabile dipendente la variabile Price ed è composto dal predittore:  $X = \{\text{Airline}\}$ . La compagnia aerea viene gestita da 6 dummy: British Airways, Eurowings Lufthansa, Luxair, EasyJet; la prima dummy (British Airways) è esclusa dal modello per evitare problemi di collinearità. Si può sostenere che la compagnia full service British Airways è la più cara.

Il valore del p-value nel modello stimato è sempre inferiore a 0.05, di conseguenza si può affermare che il modello stesso comprenda solo variabili significative ed è nel suo complesso significativo, con una statistica F di 1893,41.

I **modelli 4, 5 e 6** combinano a due a due le variabili. Gli effetti che hanno le variabili sul prezzo in questi tre modelli sono coerenti agli effetti che le stesse variabili hanno sul prezzo nel modello 7, con qualche eccezione rispetto alla variabile Time Slot, in cui, come precedentemente sottolineato, non si riscontra significatività delle variabili.

Il **modello 7** comprende tutte le variabili: presenta, quindi, come variabile dipendente la variabile Price ed è composto dai predittori:  $X = \{\text{Booking Lead Time, Time Slot; Airline}\}$ .

La variabile Booking Lead Time viene gestita dalle dummy: 7, 14, 30, 42, 90, 180 giorni prima, la Time Slot viene gestita dalle dummy: 06:00-10:00; 10:00-14:00; 14:00-18:00; 18:00-22:00; 22:00-02:00, la variabile Airline viene gestita dalle dummy: British Airways, Eurowings, Lufthansa, Luxair, EasyJet;

La prenotazione a 7 giorni di distanza è associata al prezzo più alto. A 14 giorni prima si registra un risparmio di 38 euro circa rispetto a 7 giorni prima. Rispetto a 7 giorni prima il risparmio è di:

- circa 81 euro a 30 giorni prima;
- circa 96 euro a 42 giorni prima;
- circa 106 euro a 90 e a 180 giorni prima,

mantenendo invariate le altre variabili.

I risultati rispetto ai giorni di distanza dal giorno di partenza si ripetono più o meno simili in tutti i modelli in cui la variabile è inclusa (modello 1, 4 e 5).

Prendendo in considerazione la variabile Time Slot, si può notare che, nel modello 7, quelle associate a prezzi più alti sono dalle 6:00 alle 10:00 e dalle 18:00 alle 22:00, mantenendo invariate le altre variabili. Non si riscontra la stessa tendenza nei modelli 2 e 4 in cui i prezzi più alti si trovano nella fascia oraria dalle 06:00 alle 10:00 e dalle 22:00 alle 02:00. La spiegazione risiede nel fatto che, come si è precedentemente accennato, alcune compagnie aeree in determinate fasce orarie non viaggiano. L'effetto della fascia oraria non è così significativo. L'effetto più significativo è che tra le 10 e le 14 i prezzi sono relativamente più bassi.

Per quanto riguarda la compagnia aerea, la full service British Airways è quella più cara. La differenza maggiore di prezzo si ritrova con Eurowing ed Easyjet che sono le due compagnie low cost; infatti, il prezzo diminuisce di 187 euro circa se si sceglie Eurowings al posto di British Airways e diminuisce di 232 euro circa se si sceglie EasyJet invece che British Airways.

Il valore del p-value nel modello stimato è sempre inferiore a 0.05, tranne quando si prendono in considerazione le fasce orarie dalle 14:00 alle 18:00, dalle 18:00 alle 22:00 e dalle 22:00 alle 02:00. La statistica F è di 1617,49, per cui si può affermare che anche il modello nel suo complesso è significativo ed è in grado di spiegare il 41,81% della variabilità della risposta sul campione. L'R quadro aggiustato, che permette di valutare la bontà di adattamento del modello è di 0.4179.

### 3.3.2 Dataset American Airlines Expedia

#### 3.3.2.1 Statistiche descrittive

Di seguito vengono presentate le tabelle delle statistiche descrittive di ciascuna delle variabili prese in considerazione e descritte al punto 3.2.2:

	<b>Price (USD)</b>	<b>Total Travel Distance</b>	<b>Seats Remaining</b>	<b>Booking Lead Time</b>
<b>Nro Osservazioni</b>	100228	100228	100228	100228
<b>Media</b>	256,723	1121,011	6,254	26,381
<b>St. Dev</b>	168,7642	694,297	1,893	16,651
<b>Varianza</b>	28481,34	482048,3	3,582	277,248
<b>25° Percentile</b>	154	622	7	11
<b>Mediana</b>	223	930	7	26
<b>75° Percentile</b>	328	1380	7	40

**Tabella 3.17** Statistiche descrittive delle variabili quantitative Price, Total Travel Distance, Seats Remaining e Booking Lead Time

**Fonte:** elaborazione propria su dati scaricati da Kaggle.com

La tabella 3.17 presenta le statistiche descrittive delle variabili oggetto dello studio: Price in USD, Total Travel Distance in miglia, Seats Remaining e Booking Lead Time. Per ognuna di queste variabili si riporta il numero di osservazioni, la media, la standard deviation, la varianza e i vari percentili.

<b>Total Travel Distance</b>	<b>Price (USD)</b>		
	<b>Mean</b>	<b>Std.dev</b>	<b>Freq.</b>
<b>1-500</b>	191,165	129,236	14716
<b>501- 1000</b>	218,429	122,699	36792
<b>1001-1500</b>	245,085	141,451	27171
<b>1501-2000</b>	314,528	140,539	5819
<b>2001-2500</b>	406,826	250,005	8908
<b>2501-3000</b>	435,087	203,338	6822
<b>TOTAL</b>	258,722	168,764	100228

**Tabella 3.18** Statistiche descrittive della variabile Price suddivisa per categorie di Total Travel Distance

**Fonte:** elaborazione propria su dati scaricati da Kaggle.com

Nella tabella 3.18 si suddivide la variabile che indica la distanza di ogni rotta in gruppi da 500 miglia ciascuno. Nella tabella sono presentate la media, la standard deviation e la frequenza della variabile prezzo suddivisa per ogni gruppo della variabile Total Travel Distance. Si può notare che più aumenta la lunghezza della tratta del volo, più in media il prezzo si alza.

Seats Remaining	Price (USD)		
	Mean	Std dev	Freq
1	322,766	333,609	4878
2	297,875	267,378	4274
3	279,734	206,268	3644
4	279,140	205,179	3307
5	273,980	172,689	3120
6	266,645	176,930	3002
7	250,618	138,370	74800
10	230,944	133,786	3203
<b>TOTAL</b>	258,722	168,764	100228

**Tabella 3.19** Statistiche descrittive della variabile Price suddivisa per SeatsRemaining

**Fonte:** elaborazione propria su dati scaricati da Kaggle.com

Nella tabella 3.19 si riassume il prezzo diviso per sedili rimasti. Visualizzando questo dato senza incrociarlo con altre variabili, si può notare un aumento del prezzo ogni volta che il numero di posti diminuisce di 1. In particolare, la differenza percentuale che si riscontra tra il prezzo quando rimangono 7 posti e quando ne rimane 1 solo, è del 22,35%. Si fa notare, che in questo dataset la frequenza delle rilevazioni quando ci sono 7 sedili rimanenti è molto alta.

Booking Lead Time	Price (USD)		
	Mean	Std dev	Freq
1-7	338,983	263,454	14496
8-14	286,460	203,280	14735
15-21	208,308	107,283	11978
22-28	227,108	130,310	12015
29-35	246,557	246,557	12140
36-42	253,585	253,585	12244
43-49	241,994	241,994	11768
50-57	239,554	239,554	6255
57-60	245,428	245,428	4597
<b>TOTAL</b>	258,722	168,764	100228

**Tabella 3.20** Statistiche descrittive della variabile Booking Lead Time e Price

**Fonte:** elaborazione propria su dati scaricati da Kaggle.com

Nella tabella 3.20 vengono presentate le statistiche descrittive della variabile Price suddivisa per la variabile Booking Lead Time divisa in gruppi. A differenza del dataset precedente (vedi tabella 3.5), non si riscontra una diminuzione lineare in media dei prezzi man mano che i giorni di distanza aumentano. Infatti, si può notare che i gruppi 22-28, 29-35, 36-42 presentano prezzi più alti se

comparati ai rispettivi gruppi precedenti. I prezzi da 1 a 7 giorni prima della data di partenza sono comunque più alti.

Booking Lead Time	Seats Remaining								
	1	2	3	4	5	6	7	10	Total
1-7gg	483,721	407,292	356,069	349,121	344,805	316,848	302,652	295,6	338,983
	499,335	350,550	272,200	251,202	223,932	191,163	181,894	146,930	267,453
	1486	1190	992	843	745	672	8563	5	14496
8-14gg	340,084	346,953	325,730	323,318	320,826	328,127	270,769	207,143	286,460
	319,524	361,135	257,810	287,914	194,214	278,566	158,114	80,299	203,280
	765	722	637	594	562	518	10923	14	14735
15-21gg	208,819	209,002	200,020	212,118	215,502	210,717	208,082	192,368	208,308
	90,886	93,639	88,051	104,873	104,586	105,718	110,088	75,701	107,283
	514	530	470	449	404	417	9175	19	11978
22-28gg	220,593	216,806	223,797	232,159	219,542	227,153	228,891	220,350	227,108
	130,624	123,045	125,210	117,064	111,588	112,528	132,112	134,482	130,310
	462	438	374	333	330	327	8835	916	12015
29-35gg	227,555	243,296	237,757	249,279	243,118	242,285	251,149	231,162	246,557
	114,187	173,908	142,178	137,899	145,040	121,957	138,691	132,603	138,226
	400	328	301	272	263	270	8570	1736	12140
36-42gg	235,022	248,192	249,139	243,721	234,997	249,846	255,601	261,748	253,585
	108,519	154,679	124,832	114,830	112,221	117,642	126,914	162,262	127,499
	458	412	345	308	314	310	9783	314	12244
43-49gg	235,934	223,311	234,315	244,276	236,139	226,056	243,788	233,550	241,994
	107,965	99,091	98,840	126,216	135,060	110,984	115,468	76,204	114,731
	441	360	273	279	266	251	9767	131	11768
50-56gg	223,043	236,885	231,319	253,237	246,043	248,64	239,845	232,370	239,554
	90,744	84,927	91,702	165,850	106,006	107,560	104,443	93,979	104,804
	207	157	138	114	138	150	5297	54	6255
57-60gg	257,607	237,730	241,237	211,426	241,102	212,908	247,269	229,357	245,428
	106,486	108,000	110,923	96,473	126,867	108,742	111,404	67,494	111,181
	145	137	114	115	98	87	3887	14	4597
Total	322,766	297,875	279,734	279,140	273,981	266,645	250,618	230,944	258,722
	333,609	267,378	206,268	205,179	172,689	176,930	138,269	133,786	168,764
	4878	4274	3644	3307	3120	3002	74800	3203	100228

**Note:** prima riga: media; seconda riga: standard deviation; terza riga: frequenza

**Tabella 3.21** Statistiche descrittive della variabile Price suddivisa per Booking Lead Time e Seats Remaining

**Fonte:** elaborazione propria su dati scaricati da Kaggle.com

La tabella 3.21 rappresenta media, standard deviation e frequenza dei prezzi dei biglietti suddivisi per la variabile che indica la distanza dal giorno di prenotazione al giorno di partenza e i sedili rimasti. Dai risultati è possibile notare che l'aumento percentuale tra il prezzo medio del biglietto quando c'è un posto disponibile rispetto a quando ce ne sono 10 è del:

- 39 % circa nelle fasce di Booking Lead Time 1-7 e 8-14 giorni;
- 7% circa nella fascia Booking Lead Time 15-21 giorni;
- 10% circa nella fascia Booking Lead Time 36-42 giorni;
- 3,8% circa nella fascia Booking Lead Time 50-56 giorni;
- 11% circa nella fascia Booking Lead Time 57-60 giorni.

Nelle altre fasce la differenza percentuale è minore del 2%.

Dalla tabella 3.21 risulta inoltre che, quasi sempre il prezzo mediamente più alto, rispetto ai posti disponibili, si trova nel gruppo Booking Lead Time “da 1 a 7 giorni prima”, tranne quando ci sono 6 sedili rimanenti: in questo caso il prezzo mediamente più alto lo si ritrova a 8-14 giorni prima della data di partenza.

È interessante osservare che il prezzo è sempre mediamente più basso a 15-21 giorni prima della data di partenza, a parte una piccola eccezione nel caso di 4 sedili rimasti, per cui il prezzo mediamente più basso (di circa 1 euro) lo si trova a 57-60 giorni prima della data di partenza.

### ***3.3.2.2. Analisi di regressione***

Nella seguente sezione, vengono presentati sei modelli di regressione per esplorare la relazione tra le variabili prese in considerazione, in particolare Seats Remaining, Total Travel Distance, Booking Lead Time. In tutti e sei i modelli, la variabile dipendente è il prezzo del biglietto.

I primi tre modelli hanno come predittore Seats Remaining, Total Travel Distance e Booking Lead Time non suddivise in dummy. Ciò permette di considerare l'effetto complessivo di ciascuna variabile categorica sul prezzo. Il modello 8 esplora la relazione che esiste tra il numero di posti rimanenti e il prezzo del biglietto. Il modello 9 descrive la relazione tra la distanza totale della tratta in miglia e il prezzo del biglietto. Il modello 10, invece, studia la relazione tra la distanza totale tra la data di prenotazione e la data di partenza e il prezzo. È da notare che quest'ultima relazione era già stata studiata anche con il primo dataset – l'obiettivo è dunque quello di confrontare i risultati ottenuti con il primo dataset per verificare eventuali differenze.

Con il modello 11 e 12, si suddividono in dummy Seats Remaining e Booking Lead Time e si mettono in relazione con il prezzo per comprendere come queste due variabili influenzano il prezzo.

Infine, il modello 13 presenta come predittori tutte le variabili prese in considerazione precedentemente: Total Travel Distance, Seats Remaining divisa in 8 dummy, Booking Lead Time divisa in 9 dummy e permetterà di esplorare in modo completo e dettagliato l'impatto combinato di tutte le variabili sul prezzo dei biglietti aerei.

Variabile Dipendente: Prezzo	Modello 8	Modello 9	Modello 10	Modello 11	Modello 12	Modello 13
Costante	321,529(1,829)***	138,120(.908)***	294,771(.990)***	322,766(2,400)***	338,983(1,363)	249,771(2,439)***
Seats Remaining	-10,043(.280)***					
Total Travel Distance		.108(.002)***				.106(.001)***
Booking Lead Time			-1,367(.0317)***			
2 Seats Left				-24,891(3.513)***		-23,287(3.063)***
3 Seats Left				-43,032(3,672)***		-37,499(3,201)***
4 Seats Left				-43,627(3,776)***		-35,209(3,294)***
5 Seats Left				-48,785(3,843)***		-37,835(3,252)***
6 Seats Left				-56,121(3,889)***		-44,035(3,393)***
7 Seats Left				-72,148(2,477)***		-36,187(2,179)***
10 Seats Left				-91,822(3,813)***		-41,113(3,429)***
8-14 Gg					-52.523(1,920)***	-50,094(1,719)***
15-21 Gg					-130.675(2,026)***	-125,037(1,817)***
22-28 Gg					-111,875(2,925)***	-105,968(1,831)***
29-35 Gg					-92,427(2,019)***	-85,924(1,859)***
36-42 Gg					-85,399(2,014)***	-79,819(1,815)***
43-49 Gg					-96,989(2,036)***	-90,413(1,836)***
50-56 Gg					-99,429(2,483)***	-93,980(2,232)***
57-60 Gg					-93,555(2,778)***	-87,711(2,492)***
Nro Obs	100228	100228	100228	100228	100228	100228
R-Quadro	0,013	0.1959	0,0182	0,0133	0,0545	0,2496
R-Corretto	0,013	0.1959	0.0182	0,0132	0,0545	0,2495
Statistica F	1287,75	24417,03	1855,42	192,37	722,67	2083,67
Root Mse	167,69	151,33	167,22	167,65	164,1	146,2

\*\*\* p-value<0.01; \*\*p-value<0.05; \*p-value<0.10; la costante si riferisce al caso della Seats Remaining: 1 seat left; Booking Lead Time: 1-7 gg.

**Tabella 3.22** Modelli di regressione

**Fonte:** elaborazione propria su dati scaricati da Kaggle.com

Il **modello 8** descrive l'impatto che la variabile Seats Remaining ha sulla variabile Price. Il modello ha come variabile dipendente la variabile Price ed è composto dal predittore:  $X = \{\text{Seats Remaining}\}$ . Si può notare che il prezzo diminuisce di circa 10 USD per ogni unità in più di posto rimanente.

Il valore del p-value nel modello stimato è inferiore a 0,05, di conseguenza si può affermare che le variabili del modello siano significative. Inoltre, risulta una Statistica F di 1287,75 ( $>2$ ) per cui si può affermare che anche il modello nel suo complesso è significativo. Il modello è in grado di spiegare l'1,3% della variabilità della risposta sul campione.

Il **modello 9** descrive l'impatto della distanza di viaggio totale (in miglia) sul prezzo. La variabile dipendente del modello è Price e il predittore è:  $X = \{\text{Total Travel Distance}\}$ . Dal modello si può evincere che, se si aumentasse di un'unità la variabile, si avrebbe un incremento di 0.1 USD circa. Il p-value è inferiore a 0,05, di conseguenza si può affermare che le variabili del modello siano significative. Il modello è in grado di spiegare il 19,59% della variabilità della risposta sul campione.

Il **modello 10** descrive l'impatto che ha la variabile Booking Lead Time ha sul prezzo. La variabile dipendente del modello è Price e il predittore è:  $X = \{\text{Booking Lead Time}\}$ . Dal modello si nota che, aumentando di un'unità i giorni di distanza tra la prenotazione e la partenza, si ha un risparmio di 1,37 USD circa. Il p-value è inferiore a 0,05, di conseguenza si può affermare che le variabili del modello siano significative. Il modello è in grado di spiegare l'1,82% della variabilità della risposta sul campione.

I **modelli 11 e 12** sono coerenti con il **modello 13**. Quest'ultimo descrive l'impatto che le variabili Seats Remaining, Booking Lead Time e Total Travel Distance hanno sul prezzo. Il modello è quindi composto dalla variabile dipendente Price e dai predittori:  $X = \{\text{Total Travel Distance, Seats Remaining, Booking Lead Time}\}$ . Il predittore Seats Remaining viene gestita dalle dummy: 1,2,3,4,5,6,7,10 sedili rimasti. La variabile Booking Lead Time viene gestita dalle dummy 1-7; 8-14; 15-21; 22-28; 29-35; 36-42; 43-49; 50-56; 57-60. La costante si riferisce a 1 per i sedili rimanenti e 1-7 giorni per giorni mancanti alla partenza.

Per quanto riguarda i sedili rimasti, si può notare, rispetto al caso in cui ci sia solo 1 sedile rimasto:

- Un risparmio di 22 USD circa quando ci sono due sedili rimasti;
- Un risparmio di 40 USD circa quando ci sono 3 sedili rimasti;
- Un risparmio di 39 USD circa quando ci sono 4 sedili rimasti;
- Un risparmio di 43 USD circa quando ci sono 5 sedili rimasti;
- Un risparmio di 48 USD circa quando ci sono 6 sedili rimasti;
- Un risparmio di 54 USD circa quando ci sono 7 sedili rimasti;
- Un risparmio di 61 USD circa quando ci sono 10 sedili rimasti,

mantenendo invariate le altre variabili.

Per quando riguarda i giorni di distanza dal giorno di partenza, rispetto alla prenotazione 1-7 giorni prima si riscontra:

- Un risparmio di 48 USD circa a 8-14 giorni prima;
- Un risparmio di 125 USD circa 15-21 giorni prima;
- Un risparmio di 105 USD circa 22-28 giorni prima;
- Un risparmio di 84 USD circa 29-35 giorni prima;

- Un risparmio di 79 USD circa 36-42 giorni prima;
- Un risparmio di 90 USD circa 43-49 giorni prima;
- Un risparmio di 92 USD circa 50-56 giorni prima;
- Un risparmio di 86 USD circa 57-60 giorni prima.

Il valore del p-value nel modello stimato è sempre inferiore a 0.05, di conseguenza si può affermare che il modello stesso comprenda solo variabili significative. La statistica F è 431,31 ( $>2$ ) per cui si può affermare che anche il modello nel suo complesso è significativo.

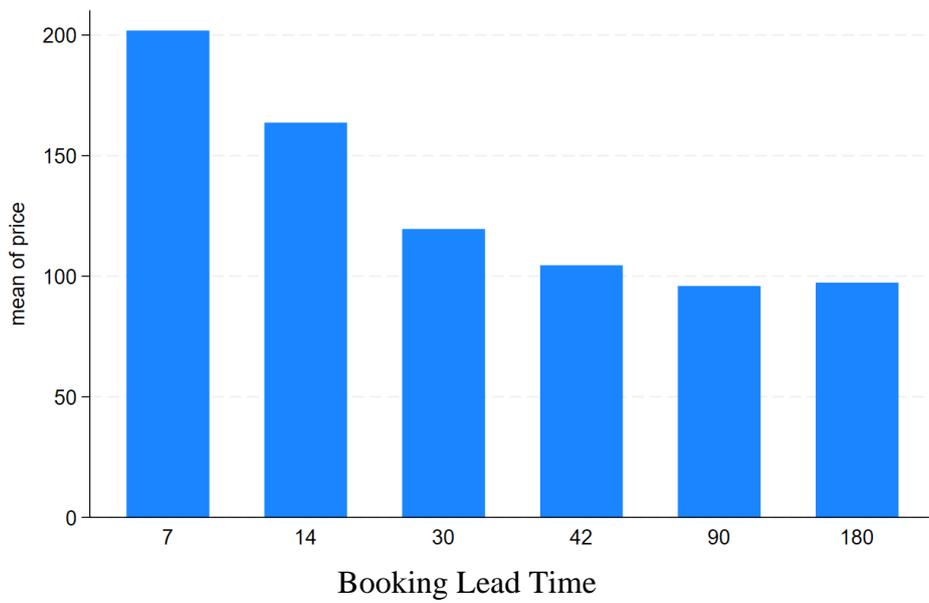
Il modello è in grado di spiegare il 6,06% della variabilità della risposta sul campione. L'R quadro aggiustato, che permette di valutare la bontà di adattamento del modello è di 0,0605.

### 3.4 DISCUSSIONE DEI RISULTATI

Il capitolo è dedicato alla discussione dei risultati ottenuti attraverso l'esame dei due dataset presentati. Si compareranno tra di loro i risultati dei due dataset (German Air Fares e American Airlines Expedia) per le variabili coincidenti evidenziando le similitudini e le differenze. Ciò permetterà di valutare la consistenza dei risultati attraverso diverse fonti di dati e di identificare discrepanze o pattern unici. I risultati verranno confrontati con la letteratura precedente, valutando come le scoperte si allineano o discostano dalle conoscenze esistenti prese in considerazione.

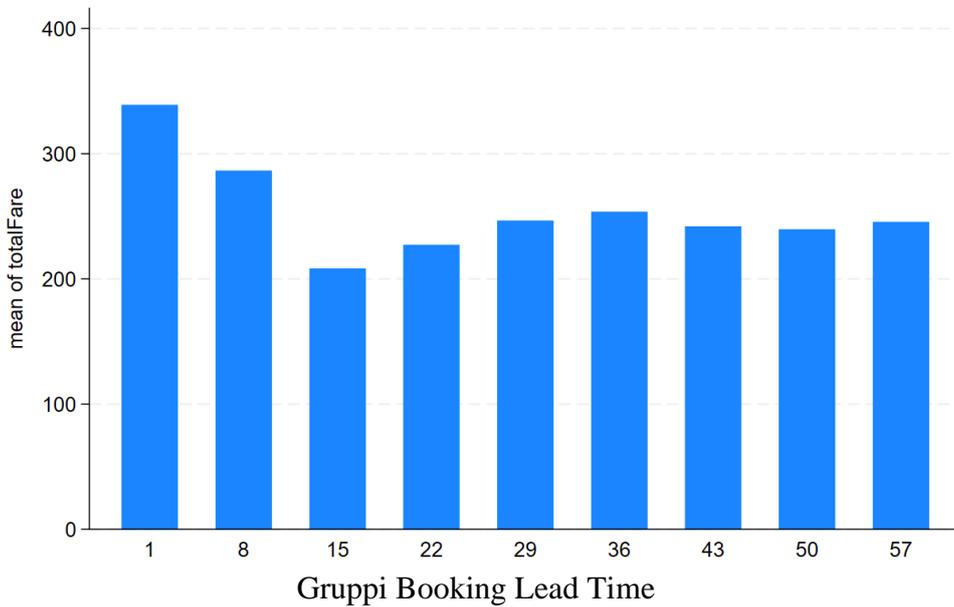
In relazione alla distanza temporale tra la prenotazione e la partenza del volo, emerge una leggera differenza nel confronto tra i due dataset analizzati. Osservando i dati relativi ai voli diretti interni alla Germania, risulta che, per questa tipologia di voli, il prezzo medio del biglietto diminuisce all'aumentare della Booking Lead Time, ossia del tempo trascorso tra la prenotazione e la partenza, nell'arco da 1 a 90 giorni. Si rileva poi un lieve incremento dei prezzi medi a 180 giorni dalla partenza rispetto a quelli registrati a 90 giorni. Questo trend si conferma anche considerando la variabile Booking Lead Time in relazione alle diverse compagnie aeree, ad eccezione di EasyJet: allontanandosi dalla data di partenza, si riscontra una diminuzione dei prezzi medi del biglietto e questa tendenza persiste anche con la Booking Lead Time a 180 giorni prima, rispetto ai 90 giorni precedenti. L'analisi dei modelli di regressione conferma tali risultati. Per quanto riguarda il secondo dataset, contenente dati relativi alle tratte americane operati dalla compagnia aerea American Airlines, si prende in considerazione una finestra temporale più limitata per la prenotazione, che va da 60 a 1 giorno prima del volo, cioè si studiano variazioni nei prezzi del biglietto nell'arco dei due mesi precedenti la partenza. Risulta che il prezzo medio dei voli è più elevato se vengono prenotati nei 7 giorni precedenti la partenza. A differenza del dataset German Air Fares, qui, il prezzo si abbassa costantemente se si allunga la Booking Lead Time fino ai 21 giorni, dopodiché, l'andamento non è più costante. Nei periodi di 22-28 giorni prima, 29-35 giorni prima, 36-42 giorni prima e 57-60 giorni prima si rileva un aumento dei prezzi medi rispetto ai corrispondenti periodi precedenti. L'analisi della variabile in relazione alla Seats Remaining presenta tendenze simili.

Le figure 3.1 e 3.2 rappresentano un grafico a barre che evidenzia in modo chiaro e visivo i cambiamenti nei prezzi dei biglietti in relazione alla Booking Lead Time. Dalle due figure si nota che, mentre per il dataset German Air Fares, c'è una diminuzione lineare dei prezzi all'aumentare della distanza temporale (figura 3.1), il grafico relativo al dataset American Airline Expedia mostra un andamento non linearmente decrescente (figura 3.2).



**Figura 3.1** Grafico a barre; ascisse: gruppi di Booking Lead Time; ordinate: media di Price riferito al dataset German Air Fares

**Fonte:** elaborazione propria su dati scaricati da Kaggle



**Figura 3.2** Grafico a barre; ascisse: gruppi di Booking Lead Time; ordinate: media di Price riferito al dataset American Airline Expedia

**Fonte:** elaborazione propria su dati scaricati da Kaggle

Tali osservazioni, da un lato, confermano la letteratura esistente, e, dall'altro, forniscono ulteriori dettagli su tali variazioni. Bilotkach et al. nel loro studio hanno riscontrato che le tariffe sono più alte in prossimità della data di partenza (Bilotkach, Gorodnichenko, Talavera, & Zubenko, 2006), mentre Piga & Bachis rilevano che per alcune compagnie low cost, le tariffe di prenotazione anticipata possono essere più alte di quelle disponibili poche settimane prima della partenza. (Piga & Bachis, 2006) Nell'analisi presente in questo elaborato, le osservazioni di Piga & Bachis contrastano con le rilevazioni della presente ricerca: per quanto riguarda la compagnia low cost Eurowings, il prezzo medio rilevato 180 giorni prima è lievemente più alto solo rispetto a quello rilevato 90 giorni prima. Lo stesso non vale per la compagnia low cost EasyJet, per cui più ci si allontana dalla data di partenza, più la tariffa si abbassa. Anche per la compagnia low cost Ryanair le tariffe tendono ad aumentare fino all'ultimo momento prima della chiusura delle prenotazioni, in particolare i dati dimostrano che il prezzo non supera i 50 euro per prenotazioni effettuate almeno 20 giorni prima della data effettiva del volo. Al contrario, l'ultima settimana prima del volo le tariffe aumentano notevolmente, con prezzi che superano i 200 euro nel 5% dei casi e i 75 euro nel 50% dei casi entro 3 giorni dalla data del volo (Malighetti, Paleari, & Rebondi, 2009). Una tendenza differente la si osserva sulle tratte russe per cui i prezzi dei biglietti diminuiscono se aumenta la distanza dal giorno di partenza per i voli internazionali, mentre per i voli locali, dal momento che la concorrenza non è molto alta, i prezzi crescono. (Lantseva, Mukhina, Nikishova, Ivanov, & Knyazkov, 2015). Alderighi et al. constatano un aumento medio delle tariffe di circa il 3% ogni giorno che ci si avvicina di più alla data di partenza per le compagnie aeree KLM e British Airways. (Alderighi, Cento, Nijkamp, & Rietveld, 2012). Considerando le compagnie full service, la tendenza descritta da Alderighi et al. è tendenzialmente vera se si considera il dataset German Air Fares, mentre per quanto riguarda il dataset American Airlines, si invita a leggere le considerazioni precedentemente illustrate.

Rispetto alla variabile Airline, nel dataset relativo alle tratte tedesche sono state considerate tre compagnie full service (British Airways, Luxair e Lufthansa) e due compagnie low cost (EasyJet ed Eurowings). Dalle statistiche descrittive emerge che il prezzo delle tariffe della compagnia low cost EasyJet è in media circa l'80% più basso rispetto alla tariffa media di British Airways. British Airways e Luxair, con una tariffa media rispettivamente di 294 euro e 277 euro, risultano essere le compagnie aeree più costose. Tuttavia, è importante notare che questo potrebbe essere attribuito al fatto che British Airways è una compagnia aerea del Regno Unito, mentre Luxair è la compagnia di bandiera del Lussemburgo e che le frequenze dei voli sono più basse. Considerando la compagnia full service tedesca Lufthansa, si osserva un prezzo medio più alto rispetto alle compagnie low cost di circa il 62% rispetto ad EasyJet e di circa il 35% rispetto a Eurowings. Inoltre, suddividendo il prezzo delle tariffe delle compagnie aeree in base alla fascia oraria, si nota che alcune di queste non operano sempre. La variabile Airline è stata messa a confronto anche con la Booking Lead Time. Prendendo in considerazione le compagnie Lufthansa ed Eurowings, si osserva che la tariffa a 7 giorni prima della data di partenza, rispetto

a quella a 180 giorni prima: per Lufthansa aumenta di circa il 44% e per Eurowings aumenta di circa il 65%.

Da alcuni studi emerge che le tariffe delle compagnie full service tendono a variare molto spesso, con probabilità del 77% per British Airways e del 90% per Scandinavian. (Piga & Bachis, 2006). Dalla ricerca di Pels & Rietveld, in cui sono state prese in considerazione, per la tratta Londra-Parigi, le compagnie aeree EasyJet, Buzz, Air France, British Midlands, British Airways, risulta che le tariffe di alcuni vettori rimangono costanti per un certo periodo di tempo, mentre altri vettori aggiornano frequentemente le loro tariffe. (Pels & Rietveld, 2004) Inoltre, nel loro studio, viene evidenziato che EasyJet è la compagnia più economica nel periodo considerato. (Pels & Rietveld, 2004). I modelli di regressione della nostra analisi rilevano che British Airways risulta essere la compagnia aerea più costosa in Germania, EasyJet si conferma la più economica.

In relazione alla variabile Time Slot, esaminata nel dataset German Air Fares, si osserva che i prezzi sono mediamente più alti durante le fasce orarie dalle 22:00 alle 02:00 e dalle 06:00 alle 10:00. È da notare, però, che la distribuzione delle frequenze non è uniforme tra le diverse fasce orarie: si riscontrano solo 187 rilevazioni dalle 22:00 alle 02:00, contro le 9000 dalle 06:00 alle 10:00. Il motivo risiede nel fatto che alcune compagnie non operano durante determinate fasce orarie: British Airways e Luxair non volano dalle 10:00 alle 14:00 e dalle 22:00 alle 02:00. Allo stesso modo, EasyJet non fornisce servizi dalle 22:00 alle 02:00. L'analisi del modello di regressione 7, che include tutte le variabili considerate nel dataset, suggerisce che l'effetto della fascia oraria non è sempre statisticamente significativo. Studi precedenti confermano alcune osservazioni: le tariffe offerte per i voli mattutini di diverse compagnie aeree per i voli New York- Londra, appaiono più alte. (Bilotkach, Gorodnichenko, Talavera, & Zubenko, 2006).

Utilizzando il dataset American Airlines, è stata condotta un'analisi sull'impatto della distanza totale della tratta in miglia sul prezzo del biglietto aereo. I risultati indicano che, in media, il prezzo del biglietto aumenta all'aumentare della distanza della tratta. Inoltre, i modelli di regressione mostrano che la variabile Total Travel Distance è statisticamente significativa, e un aumento di un'unità nella variabile corrisponde a un incremento medio di circa 0.1 USD nel prezzo del biglietto. Dallo studio di Malighetti et al. emerge l'esistenza di correlazione negativa tra i prezzi dinamici e la lunghezza del percorso e la frequenza dei voli. In particolare, tra tutte le variabili che sono state analizzate dal loro studio, si sottolinea come la lunghezza della tratta sia la variabile più significativa, insieme alla domanda, alla frequenza delle rotte e alla percentuale di voli al completo. L'andamento dei prezzi acquisisce stabilità man mano che la tratta diventerà più lunga e percorsa più frequentemente. (Malighetti, Paleari, & Rebondi, 2009)

L'ultima variabile analizzata con particolare interesse è stata la Seats Remaining. L'importanza della variabile è data dal fatto che è tipica dei modelli di quantity-based revenue management: il controllo sul numero di posti rimasti è infatti determinante per far scattare rialzi automatici di prezzo man mano che l'aereo si riempie. In media, si è osservato che il prezzo del biglietto aereo per i voli operati dalla compagnia American Airlines aumenta proporzionalmente alla

diminuzione dei posti disponibili. La differenza percentuale media nel prezzo del biglietto, rilevata tra un volo con 7 posti disponibili e un volo con soltanto un posto rimanente, è di circa il 22%. Considerando la media del prezzo suddiviso per Seats Remaining e Booking Lead Time emerge che non sempre il prezzo del biglietto diminuisce linearmente all'aumentare dei posti disponibili. Nel modello di regressione costruito, è emerso che il prezzo del biglietto diminuisce in media di circa 10 USD per ogni unità aggiuntiva di posto rimanente. In particolare, si evidenzia che la tariffa è più bassa di circa 22 USD quando rimangono due sedili piuttosto che uno; il risparmio è di 61 USD quando i sedili rimanenti sono dieci rispetto ad uno.

## CONCLUSIONI

Lo studio analizza l'impatto di diversi fattori sul prezzo dei biglietti aerei, in particolare la distanza tra la data di prenotazione e quella di partenza, il tipo di compagnia aerea (full service o low cost), la fascia oraria del volo, la lunghezza della tratta e la disponibilità dei posti. I risultati indicano che i prezzi tendono ad aumentare man mano che ci si avvicina alla data di partenza, sebbene non sempre in modo lineare. Le compagnie low-cost risultano generalmente più convenienti rispetto a quelle full service. L'effetto della fascia oraria non è sempre significativo, ma si osservano tariffe medie più alte nei periodi mattutini. Inoltre, i prezzi tendono ad aumentare con la lunghezza della tratta e la diminuzione della disponibilità dei posti.

La ricerca fornisce nuove elaborazioni dei dati al fine di verificare le tendenze identificate nella letteratura precedente. In particolare, questo lavoro si propone di esaminare l'impatto che le variabili Booking Lead Time, Airline, Time Slot, Total Travel Distance, Seats Remaining hanno sul prezzo del biglietto aereo, riconoscendo che le dinamiche del settore possono essere complesse e variabili. Attraverso l'analisi di due dataset differenti relativi a mercati aerei distinti, uno tedesco e l'altro americano, si è contribuito alla letteratura integrando i risultati di diversi studi condotti su mercati aerei differenti e fornendo una panoramica generale del fenomeno studiato.

I risultati dell'analisi sono una fonte di informazione che può risultare utile sia per i vettori che per l'esperienza dei clienti nel processo di prenotazione dei voli. Per le compagnie aeree, l'analisi fornisce una panoramica delle strategie di pricing che possono essere utilizzate nel settore, evidenziando l'importanza della discriminazione di prezzo intertemporale. Approfondire tali analisi potrebbe consentire alle compagnie aeree di acquisire una migliore comprensione delle tecniche strategiche adottate dai propri concorrenti, consentendo loro di adattare e ottimizzare le proprie per rimanere competitive sul mercato.

Dall'altro lato, per i viaggiatori, lo studio offre informazioni che possono aiutare a prendere decisioni più informate sull'acquisto dei biglietti aerei. Comprendere quale sia il momento ottimale per effettuare un acquisto, tenendo conto delle variazioni di prezzo nel tempo, può consentire ai consumatori di risparmiare denaro e ottenere tariffe più convenienti. Inoltre, l'analisi fornisce suggerimenti su quali accorgimenti tenere in considerazione durante il processo di prenotazione, come ad esempio l'importanza di monitorare, ove possibile, la disponibilità dei posti.

Si forniscono alcuni accenni sui limiti dell'analisi effettuata. Innanzitutto, per entrambi i dataset sono stati presi in considerazione voli diretti di sola andata. In particolare, nel caso del primo set di dati sono stati considerati solo voli interni, mentre sarebbe interessante analizzare quali sono i comportamenti delle variabili rispetto a voli internazionali. Nel secondo dataset, invece, è stata considerata soltanto una compagnia aerea, limitando così la possibilità di generalizzare i risultati. Con più rilevazioni a disposizione, sarebbe interessante studiare la variabilità del prezzo nella stessa giornata e nei diversi giorni della settimana, consentendo così di identificare eventuali tendenze che potrebbero essere influenzate da fattori temporali specifici. Variabili che

potrebbero essere prese in considerazione per arricchire la ricerca sono l'indicazione del giorno della settimana di partenza del volo e quella del giorno e dell'orario di ricerca dell'offerta. Questo permetterebbe di studiare, da un lato, se e come la partenza in uno specifico giorno della settimana di partenza possa influire sul prezzo, dall'altro, se esistono tendenze per le quali, prenotando ad un determinato giorno e/o orario della settimana il prezzo possa variare.

In generale, analizzare set di dati raccolti in periodi temporali più ampi, potrebbe consentire una valutazione più dettagliata delle tendenze dei prezzi nel tempo. Inoltre, sarebbe interessante confrontare i prezzi delle tariffe Economy con quelle Business e Prima Classe per individuare la differenza nel livello di prezzo e nelle strategie adottate. Infine, sarebbe stimolante comparare le tariffe non solo in base alla lunghezza della tratta, ma anche in relazione alla frequenza delle rotte e al livello di concorrenza nel mercato di riferimento.

Queste aree di ricerca offrono ampie opportunità per esplorare ed approfondire le complesse dinamiche del settore dell'aviazione. Si lasciano questi spunti ad eventuali ricerche future.

## BIBLIOGRAFIA

- Abdella, J., Zaki, N., Shuaib, K., & Khan, F. (2021). Airline ticket price and demand prediction: A survey. *Journal of King Saud University*, 375-391.
- Abrate, G. (2020). *Pricing e creazione di valore. Strumenti e applicazioni manageriali*. Aracne.
- Acar, A., & Karabulak, S. (2015). Competition between Full Service Network Carriers and Low Cost Carriers in Turkish Airline Market. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 207, 642-651.
- Albayrak, M. B., Çağrı Özcan , İ., Can, R., & Dobruszkes, F. (July 2020). The determinants of air passenger traffic at Turkish airports. *Journal of Air Transport Management*, 86.
- Alderighi, M., Cento, A., Nijkamp, P., & Rietveld, P. (2012). Competition in the European aviation market: the entry of low-cost airlines. *Journal of Transport Geography*, 223-233.
- Alderighi, M., Cento, A., & Piga , C. (2011). A case study of pricing strategies in European airline markets: The London - Amsterdam route. *Journal of Air Transport Management*, 369-373.
- Berberi, L. (2024). Aerei, l'allarme delle compagnie: «Con la nuova tassa Ue sui carburanti in Italia voli più cari, aumenti fino al 68%». *Corriere della Sera*.
- Berberi, L. (2024). Biglietti aerei, il 2024 sarà l'anno più caro? Nei primi cinque mesi prezzi su del 20%. *Corriere della Sera*.
- Biagio, S. (23 settembre 2019). Tasse sui biglietti aerei: tutti i costi che incidono sui nostri voli. *Il Sole 24 Ore*.
- Bilotkach, V. (May 2005). Price Competition between International Airline Alliances. *Journal of Transport Economics and Policy*, 39, 167-189.
- Bilotkach, V., Gorodnichenko, Y., Talavera, O., & Zubenko, I. (2006). Are Airlines' Price-Setting Strategies Different? *German Institute for Economic Research (DIW Berlin)*.
- Boonekamp, T., Zuidberg, J., & Burghouwt, G. (June 2018). Determinants of air travel demand: The role of low-cost carriers, ethnic links and aviation-dependent employment. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 112, 18-22.
- Chiang, W.-C., Chen, J., & Xu, X. (2007). An overview of research on revenue management: current issues and future research. *International Journal of Revenue Management*, 97-128.
- Cleophas, C., Kadatz, D., & Vock, S. (2017). Resilient revenue management: a literature survey of recent theoretical advances. *Journal of Revenue and Pricing Management*.
- Cramer , C., & Thams, A. (2021). *Airline Revenue Management - Current Practices and Future Directions*. Wiesbaden, Germany: Springer Gabler.
- Demydyuk, G. (2012). Optimal financial key performance indicators: evidence from the airline industry. *Accounting and taxation*, p. 39-51.
- Doganis, R. (2002). *Flying off Course - The economics of international airlines*. London: Routledge.
- Escobari, D., Rupp, N., & Meskey, J. (2018). An Analysis of Dynamic Price Discrimination in Airlines.

- Etzioni, O., Rattapoom, T., Knoblock, C., & Yates, A. (2003). To buy or not to buy: Mining airfare data to minimize ticket purchase price. *9th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining, ACM*, 119-128.
- Fedorco, L., & Hospodka, J. (2013). Airline pricing strategies in European Airline Market. 33-41.
- Garrigós-Simón, F. J., Palacios-Marqué, D., & Narangajavana, Y. (2008, April). Improving the perceptions of hotel managers. *Annals of Tourism Research*, p. 359-380.
- Gestione Consulenze Alberghiere. (16/12/2021). Revenue Management: storia e definizione.
- Holloway, S. (2008). *Straight and Level - Practical Airline Economics*. Hampshire, England: Ashgate.
- Homsombat, W., Lei, Z., & Fu, X. (March 2014). Competitive effects of the airlines-within-airlines strategy – Pricing and route entry patterns. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 63, 1-16.
- Hunter, L. (2006). Low Cost Airlines: Business Model and Employment Relations. *European Management Journal*, 315-321.
- Jenatabadi, H., & Ismail, N. (2007). The Determination of Load Factors in the Airline Industry. *International Review of usiness Research Papers*, 125-133.
- Kimes, S. E. (1989). The basic of Yield Management. *The Cornell H.R.A. Quartely*, 14-19.
- Klein, S., & Loebbercke, C. (2000). The Transformation of Pricing Models on the Web: Examples from the Airline Industry. *Electronic Commerce: The End of the Beginning*, 19-21.
- Koc, I., & Arslan, E. (s.d.). Demand Forecasting for Domestic Air Transportation in Turkey using Artificial Neural Networks. *6th International Conference on Control Engineering & Information Technology (CEIT)*.
- Lantseva, A., Mukhina, K., Nikishova, A., Ivanov, S., & Knyazkow, K. (2015). Data-driven Modeling of Airlines Pricing. *Procedia Computer Science*, 267-276.
- Lemke, C., Riedel, S., & Gabrys, B. (2013). Evolving forecast combination structures for airline revenue management. *Journal of Revenue and Pricing Management*.
- Littlewood, K. (2005). Special Issue Papers: Forcasting and control of passenger bookings. *Journal of Revenue and Pricing Management*, 111-123.
- Luttmann, A. (2019). Evidence of directional price discrimination in the U.S. airline industry. *International Journal of Industrial Organization*, 291-329.
- Magnus, J., Hallberg, N., Hinterhuber, A., Zbaracki, M., & Liozu, S. (2012). Pricing Strategies and Pricing Capabilities. *Journal of Revenue and Pricing Management*.
- Malighetti, P., Paleari, S., & Reboni, R. (2009). Pricing strategies of low-cost airlines: The Ryanair case study. *Journal of Air Transport Management*, 195-203.
- Morrell, P. (2005). Airlines within airlines: An analysis of US network airline responses to Low Cost Carriers. *Journal of Air Transport Management*, 303-312.

- Mumbower, S., Garrow, L., & Higgins, M. (2014). Estimating flight-level price elasticities using online airline data: a first step toward integrating pricing, demand, and revenue optimization. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 196-212.
- Narangajavana, Y., Garrigos-Simon, F., García, J., & Forgas-Coll, S. (2014). Prices, prices and prices: A study in the airline sector. *Tourism Management*, 28-42.
- Pels, E., & Rietveld, P. (2004). Airline pricing behaviour in the London-Paris market. *Journal of Air Transport Management*, 277-281.
- Phillips, R. (2005). *Pricing and Revenue Optimization*. Stanford: Stanford University Press.
- Piga, C., & Bachis, E. (2006). Pricing Strategies by European Traditional and Low Cost Airlines: Or, when is it the best time to book on line? Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=916505> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.916505>.
- Polt, S. (1998). Forecasting is difficult - especially if it refers to the future. *Reservation and Yield Management Study Group Annual Meeting Proceedings*.
- Puller, S., & Taylor, L. (2012). Price discrimination by day-of-week of purchase: evidence from the U.S. airline industry. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 801-812.
- Stole, L. A. (2007). Chapter 34 Price Discrimination and Competition. *Handbook of Industrial Organization*, 2221-2299.
- Talluri, K., & Van Ryzin, G. (2005). *The Theory and practice of revenue management*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Tsai, W.-H., & Kuo, L. (2004). Operating costs and capacity in the airline industry. *Journal of Air Transport Management*, 14, 269-275.
- Wang, S., & Gao, Y. (2021). A literature review and citation analyses of air travel demand studies published between 2010 and 2020. *Journal of Air Transport Management*.
- Weatherford, L. (2015). The history of forecasting models in revenue. *Journal of Revenue and Pricing Management*.
- Yeoman, I. (2016). The history of revenue and pricing management – 15 years and more. *Journal of Revenue and Pricing Management*, 185-196.
- Yeoman, I. S., & McMahon-Beattie, U. (2017). The turning points of revenue management: a brief history of future evolution. *Journal of Tourism Futures*, 66-72.
- Zatta, D. (2009). *Le basi del pricing - Strategie di prezzo come leva per incrementare la redditività*. Milano: Ulrico Hoepli Editore S.p.A. .

## SITOGRAFIA

Gestioni Consulenze Alberghiere; Revenue Management: storia e definizione, 16/12/2021:  
[www.gecoconsulenzealberghiere.com](http://www.gecoconsulenzealberghiere.com)

Brian Beers; “How Does Load Factor Impact Airline Profitability?”; updated July 28, 2022:  
<https://www.investopedia.com/>

Andrew Roach; “Strategie di Prezzo: come scegliere il prezzo dei tuoi prodotti”; 29/07/2022:  
<https://www.oberlo.it/>

Wikipedia; “Ryanair”: [Ryanair - Wikipedia](#)

Giacomo De Amici; Trasporto aereo e meccanismi di pricing”; 06/09/2018:  
<https://startingfinance.com/>

Revenue & Co; “Revenue Management alberghiero: che cos’è”: <https://revenueandco.com/>

Apparoud; “Che cos’è il Revenue Management?”: [www.apparoud.com](http://www.apparoud.com)

Fonte dei dataset: [www.kaggle.com](http://www.kaggle.com)