

# Indicatori per l'analisi della customer satisfaction in aeroporto

Laura Antonucci<sup>1</sup>, Corrado Crocetta<sup>1</sup>, Francesco D. d'Ovidio<sup>2\*</sup>,  
Najada Firza<sup>3</sup>, Ernesto Toma<sup>2</sup>, Domenico Viola<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Università degli Studi di Foggia (IT), <sup>2</sup> Università degli Studi di Bari Aldo Moro (IT),

<sup>3</sup> Università Cattolica "Zoja e Këshillit të Mirë", Tirana (AL)

**Riassunto:** L'obiettivo di questo studio è quello di indagare, partendo da un'indagine campionaria condotta negli aeroporti pugliesi di Bari e Brindisi, l'incidenza di ciascun servizio aeroportuale sulla soddisfazione del cliente e in che modo alcuni fattori osservabili e non osservabili possono influenzare tali percezioni. Innanzitutto, le relazioni tra le variabili osservate (valutazione dei servizi aeroportuali) e le dimensioni latenti sono state esplorate utilizzando l'Analisi Fattoriale Esplorativa. I risultati di questa sono stati poi utilizzati come punto di partenza per identificare le relazioni causali in un modello di Equazioni Strutturali, che può essere assunto come rappresentativo del comportamento del cliente nei confronti della qualità dei servizi aeroportuali. Infine, è stata eseguita un'analisi di invarianza di questo modello causale, discernendo per aeroporto e per stagione (alta o bassa).

**Keywords:** Servizi aeroportuali; Customer satisfaction; Analisi fattoriale esplorativa; Modelli di equazione strutturale; Analisi dell'invarianza.

## 1. Introduzione

Oggi gli aeroporti sono complessi centri multifunzionali che offrono una vasta gamma di servizi di viaggio, e stanno diventando sempre più fattori chiave per il progresso sociale ed economico. I passeggeri di tutto il mondo richiedono livelli sempre più elevati di servizio, e per questo motivo, le autorità di regolamentazione

---

\* Corresponding Author: [francescodomenico.dovidio@uniba.it](mailto:francescodomenico.dovidio@uniba.it) (orcid: 0000-0003-1641-039X).

Questo studio è frutto di un progetto comune, ma L. Antonucci ha redatto la sezione 3, C. Crocetta la sezione 1, F. D. d'Ovidio le sezioni 5 e 6, N. Firza la § 4, E. Toma la § 7, D. Viola la § 2. Gli autori ringraziano la società "Aeroporti di Puglia S.p.A.", che ha finanziato e supportato l'indagine qui descritta, per l'autorizzazione all'utilizzo dei dati statistici raccolti.

prestano maggiore attenzione alla fornitura di servizi aeroportuali e alla qualità della fornitura di servizi.

Lo scopo di questo studio è di indagare sulla percezione dei passeggeri riguardo la qualità dei servizi aeroportuali, sulla base di un'indagine effettuata negli aeroporti pugliesi di Bari e Brindisi nel 2016, alla ricerca di un modello generale utile per la gestione dei servizi.

L'importanza soggettiva dei servizi aeroportuali è stata esplorata innanzitutto utilizzando semplici tecniche di classificazione statistica; successivamente, utilizzando l'Analisi Fattoriale Esplorativa sono state identificate alcune relazioni tra le variabili osservate (giudizi dei servizi) in grado di delineare l'esistenza di dimensioni latenti della qualità. I risultati della AFE sono stati quindi utilizzati per un'Analisi Fattoriale Confermativa allo scopo di trovare poi, con metodi totalmente "data driven", le relazioni causali in un Modello di Equazione Strutturale. Tale modello causale può essere assunto come rappresentativo del comportamento dei clienti nei confronti dei servizi aeroportuali, utile per affrontare le sfide dell'orientamento strategico e quelle della gestione del marketing.

Ulteriori risultati di questa analisi sono l'identificazione di differenze e somiglianze tra le relazioni precedenti, distinte per aeroporto, e il discernimento dell'effetto della stagionalità sulle valutazioni fornite.

## **2. L'indagine sul campo**

Nel 2016 è stata avviata un'indagine periodica sulla soddisfazione della clientela negli aeroporti pugliesi di Bari e Brindisi, entrambi gestiti da "Aeroporti di Puglia S.p.A.". Tale indagine, organizzata secondo le regole definite dall'Ente Nazionale per l'Aviazione Civile nel 2014, è stata effettuata in due tempi (stagione estiva ed invernale), al fine di valutare in modo estensivo la qualità dei servizi aeroportuali attraverso giudizi sui diversi servizi forniti nelle strutture e sulle caratteristiche di *Customer Satisfaction*.

Questo studio si basa su un questionario standardizzato, comprendente alcune informazioni personali e le restanti domande tutte richiedenti una valutazione in scala 1-10 punti (ove 1 indica il caso peggiore e 10 quello migliore), con l'obiettivo di valutare un'ampia gamma di servizi forniti dall'autorità aeroportuale o da altri soggetti autorizzati, seguendo appunto i criteri della circolare ENAC GEN-06 (2014).

Le dieci sezioni del questionario somministrato ai passeggeri in attesa di accesso nell'area di partenza degli aeroporti, cartaceo e composto da 2 facciate, sono:

- A. Dati personali** (Genere, Età, Titolo di studio, Motivi del viaggio);
- B. Servizi di sicurezza** (Servizio di controllo di sicurezza delle persone e dei bagagli a mano, Sicurezza personale e patrimoniale in aeroporto);
- C. Accuratezza e Puntualità** (Regolarità e puntualità dei servizi ricevuti in aeroporto);
- D. Pulizia e Igiene** (Pulizia e funzionalità dei servizi igienici, Pulizia dell'aeroporto);
- E. Comfort** (Disponibilità di carrelli portabagagli, Efficienza dei sistemi di trasferimento passeggeri, Efficienza degli impianti di climatizzazione, Comfort complessivo);
- F. Servizi Aggiuntivi** (Accessibilità e affidabilità di connessioni Wi-Fi, Disponibilità e reperibilità dei punti di ricarica per telefoni cellulari o computer portatili, Disponibilità di distributori di bevande e snack, Valutazione di ristoranti e altri negozi<sup>1</sup>);
- G. Servizi Informativi** (Efficacia dei punti informativi, Chiarezza ed efficacia della segnaletica interna, Professionalità del personale, Aggiornamento e facile lettura del sito web, Accessibilità e generale efficacia delle informazioni);
- H. Servizi Gate e Desk** (Servizi di biglietteria, Tempi di attesa ai banchi check-in, Tempi di attesa ai controlli di sicurezza);
- I. Rete di Trasporto** (Chiarezza ed efficacia della segnaletica esterna, Adeguatezza delle connessioni tra città e aeroporto);
- J. Soddisfazione complessiva** (Qualità attesa dei servizi aeroportuali, Qualità percepita dei servizi fruiti).

Sui questionari sono presenti ulteriori informazioni rilevate dagli intervistatori, ossia: data dell'intervista e aeroporto in cui essa è stata effettuata (Bari o Brindisi), compagnia aerea utilizzata dall'intervistato (Alitalia, Ryanair o altro vettore) e tipo di volo (nazionale o internazionale).

Nell'aeroporto di Bari sono stati intervistati in modo casuale sistematico (1 viaggiatore in partenza ogni 30 che attraversavano una "linea ideale" nell'area di accesso, successiva ai banchi del check in) 840 passeggeri in alta stagione, ossia nella settimana 27 giugno-3 luglio; ne sono stati invece intervistati 1.288 in periodo di bassa stagione (23-29 novembre), con la medesima cadenza; parallelamente e

---

<sup>1</sup> I giudizi riguardo "Valutazione di ristoranti ed altri negozi" sono in realtà espressi in 8 item distinti: *Assortimento, Qualità, Prezzi, Cortesia dello staff*, separatamente per negozi-edicole e per ristoranti-caffetterie.

con cadenza identica, 840 passeggeri sono stati intervistati a Brindisi nella settimana 4-9 luglio e 712 sono stati intervistati nella settimana 10-16 dicembre (Tabella 1). Sebbene la dimensione complessiva del campione sia molto cospicua (quasi 3.500 intervistati), la sua copertura della popolazione studiata risulta abbastanza ridotta (circa 0,5% in entrambi gli aeroporti); tuttavia, il campione, grazie anche alle modalità di rilevazione, garantisce stime affidabili dei parametri della popolazione dei passeggeri transitati negli aeroporti pugliesi.

**Tabella 1.** Copertura della popolazione osservata tramite il campione.

Aeroporti	Passeggeri				Copertura (%)
	Popolazione (passeggeri nel 2016)	Alta stagione	Bassa stagione	Campione complessivo	
Bari	4.312.496	840	1.288	2.128	0,49
Brindisi	2.323.298	640	712	1.352	0,58
Aeroporti di Puglia	6.635.794	1.480	2.000	3.480	0,52

### 3. Prime analisi statistiche dei servizi aeroportuali

Va qui premesso che, per motivi presumibilmente legati alla non disprezzabile lunghezza del questionario, solo 3.179 degli intervistati (83% del totale) hanno risposto alle domande finali, e specificatamente a quelle sulla soddisfazione generale, fondamentali per l'analisi statistica; pertanto, le analisi successive si concentrano proprio su questi passeggeri.

Poiché le domande con una grande quantità di valori mancanti producono risultati meno robusti e validi nelle analisi multivariate, è necessario procedere ad uno screening preventivo per poter utilizzare dati significativi. Pertanto, utilizzando tabelle incrociate multiple con eliminazione progressiva di domande critiche (quelle con valori mancanti, ma anche quelle scarsamente discriminanti o correlate alle altre, in questo con l'ausilio del coefficiente Alfa di Cronbach), è stato selezionato il massimo numero di item in grado di produrre un campione di numerosità superiore a 1.000 unità.

Il miglior risultato di questa procedura ha identificato 17 item: ciascuno di essi è stato valutato da quasi il 70% dei 3.179 intervistati che hanno completato il questionario, mentre ben 1.113 intervistati hanno risposto a tutte le domande.

Quindi, le analisi successive riguardano tutte le domande (o item) relative a *Servizio di Sicurezza, Precisione e Puntualità, Pulizia e Igiene, Comfort, Servizio Informazioni*, ma anche alcune domande relative ai *Servizi di Gate e Check-in*,

escluso il *Servizio Biglietteria*, a causa dell'uso ormai diffusissimo di prenotazione e acquisto via web, e una singola domanda sulle *Reti di Trasporto* (chiarezza ed efficacia della segnaletica esterna). Si veda in proposito la successiva Tabella 2. *Tutti* i servizi aggiuntivi risultano invece esclusi, perché molti passeggeri non li hanno utilizzati (in tutto o in parte) e quindi non hanno fornito alcun giudizio su di essi.

L'affidabilità dei 17 item selezionati è eccellente nel subcampione, come dimostra l'Alfa di Cronbach dell'insieme, pari a 0,905 (Cronbach, 1951). Come verifica di tale risultato, si è constatato che l'esclusione di altri item o il reinserimento di item precedentemente eliminati riduce, sia pur in misura limitata, l'indice Alfa.

**Tabella 2.** *Valutazione dei servizi aeroportuali da parte dei passeggeri intervistati nei due aeroporti.*

Sez.	Indicatori dei servizi	Bari	Brindisi
B	Servizio di controllo sicurezza delle persone e dei bagagli a mano	7,5	7,7
	Sicurezza personale e patrimoniale in aeroporto	7,7	7,7
C	Regolarità e puntualità dei servizi ricevuti in aeroporto	7,6	7,6
D	Pulizia e funzionalità dei servizi igienici	7,6	7,6
	Pulizia dell'aeroporto	7,9	7,8
E	Disponibilità di carrelli portabagagli	7,4	7,5
	Efficienza dei sistemi di trasferimento dei passeggeri	7,8	7,6
	Efficienza degli impianti di climatizzazione	<b>8,0</b>	<b>7,9</b>
	Comfort complessivo	7,9	7,7
F	Accessibilità e affidabilità di connessioni Wi-Fi	5,5	6,3
	Disponibilità e reperibilità dei punti di ricarica per telefoni cellulari o computer portatili	5,7	5,6
	Disponibilità di distributori di bevande e snack	7,0	7,0
	Valutazione di ristoranti e altri negozi	6,7	6,9
G	Efficacia degli <i>info point</i>	7,2	7,2
	Chiarezza ed efficacia della segnaletica interna	7,5	7,5
	Professionalità del personale	7,5	7,5
	Aggiornamento e facile lettura del sito web	7,2	7,2
	Accessibilità e generale efficacia delle informazioni	7,3	7,3
H	Ticket service	7,3	7,4
	Tempi di attesa ai banchi check-in	7,4	7,3
	Tempi di attesa ai controlli di sicurezza	7,6	7,5
I	Chiarezza ed efficacia della segnaletica esterna	7,7	7,7
	Adeguatezza delle connessioni tra città e aeroporto	7,4	7,5
J	Qualità attesa dei servizi aeroportuali	7,7	7,7
	Percezione globale della qualità dei servizi aeroportuali fruiti	7,8	7,8

Le valutazioni medie fornite dai passeggeri ai vari servizi fruiti (Tabella 2) risultano abbastanza simili tra i due aeroporti considerati, e anche abbastanza simili tra loro, con il massimo, assegnato all'efficienza degli impianti di climatizzazione, solo di qualche decimo di punto superiore agli altri item. Fanno eccezione i primi due item della sezione F dedicati alla tecnologia, sensibilmente inferiori agli altri.

#### **4. Analisi Fattoriale Esplorativa**

Al fine di identificare le dimensioni latenti della percezione della qualità del servizio in "Aeroporti di Puglia", è stata applicata una Analisi Fattoriale Esplorativa a tutti i 17 item precedentemente identificati. Si tenga conto che, pur essendo detti item espressi in punteggi di valutazione (quindi di per sé maggiormente prossimi a scale ordinali che non a scale cardinali), l'articolazione dei punteggi medesimi e la loro distribuzione consentono di considerarli *proxy* di variabili quantitative sottostanti.

Sono stati utilizzati, comunque, due differenti metodi di estrazione, quello delle Componenti Principali (Hotelling, 1933) e quello dei Fattorializzazione degli Assi Principali, noto come PAF, più robusto contro la violazione della normalità (Fabrigar et al., 1999). Entrambi hanno fornito risultati simili, ma qui vengono mostrati quasi sempre solo i risultati della seconda tecnica, perché la valutazione degli item fornita dagli intervistati è sensibilmente asimmetrica e ben lontana dalla distribuzione normale.

Per identificare un sistema fattoriale robusto e massimamente esplicativo degli indicatori utilizzati, è stata applicata una procedura di "backward elimination" degli item meno correlati agli altri, espressa nei seguenti passi:

1. in primo luogo, seguendo il criterio di Kaiser (1960) modificato come suggerito da Larsen e Warne (2010), ogni Componente Principale è stata selezionata solo se si verificava la condizione  $\{(limite\ inferiore\ dell'intervallo\ di\ confidenza\ dell'autovalore) > 1,0\}$ ;
2. dopo di ciò, è stato escluso l'item con la comunanza meno rilevante (cioè quello la cui quota di spiegata dalla soluzione fattoriale fosse inferiore alle altre e non maggiore di 0,5).

Dopo aver eliminato un item, la procedura andava reiterata dallo step 1, fino ad ottenere solo variabili con una buona comunanza. Tuttavia, in questo caso, essa si è interrotta dopo aver eliminato soltanto la valutazione dell'item "Chiarezza ed Efficacia della Segnaletica Esterna", sia con il metodo di estrazione PC che con il PAF.

Questo risultato ha consentito che le successive analisi potessero utilizzare le valutazioni fornite da un numero maggiore di soggetti, poiché alcuni erano stati precedentemente esclusi non avendo fornito risposta proprio a tale item.

Pertanto, il data base finale risulta essere composto da 1.164 unità. Sono state individuate tre componenti principali<sup>2</sup>, in grado di spiegare oltre il 74% della variabilità totale espressa dai 16 item restanti; la statistica KMO di questa soluzione, pari a 0,891, è quasi ottimale, posto che  $\text{Max(KMO)} = 1,00$  (Kaiser, 1972).

**Tabella 3.** *Analisi Fattoriale della qualità percepita di servizi, con rotazione obliqua Promax (k=3.5)*

Componenti	Risultati iniziali ed estrapolati			PC	PAF
	Autovalori	Percentuale di Varianza	% Cumulativa di Varianza	Autovalori Rota-zione Promax (*)	Autovalori Rota-zione Promax (*)
<b>1</b>	<b>6,532</b>	<b>40,824</b>	<b>40,824</b>	<b>5,621</b>	<b>5,371</b>
<b>2</b>	<b>4,343</b>	<b>27,143</b>	<b>67,967</b>	<b>5,400</b>	<b>5,150</b>
<b>3</b>	<b>1,027</b>	<b>6,420</b>	<b>74,387</b>	<b>3,684</b>	<b>3,420</b>
4	0,786	4,914	79,301		
5	0,624	3,898	83,199		
6	0,434	2,716	85,914		
7	0,407	2,545	88,460		
8	0,351	2,193	90,652		
9	0,290	1,813	92,465		
10	0,239	1,494	93,959		
11	0,202	1,264	95,222		
12	0,183	1,146	96,368		
13	0,165	1,032	97,400		
14	0,163	1,020	98,420		
15	0,139	0,868	99,288		
16	0,114	0,712	100,000		

Le componenti identificate sono state sottoposte ad un'analisi fattoriale obliqua mediante rotazione Promax con costante frazionale (Manly 1986): la Tabella 3 mostra gli autovalori della soluzione ruotata per entrambe le procedure di estrazione

<sup>2</sup> La robustezza di questa soluzione, così come quella del successivo modello causale, è stata verificata utilizzando una procedura di bootstrap (Efron, 1979), ottenendo risultati abbastanza buoni. Le mediane dei bootstrap degli autovalori sono molto vicine alla loro media (differenza dell'1% o meno), e anche gli intervalli percentili al 90% sono piuttosto stretti: in genere il 5° e il 95° percentile si discostano meno del  $\pm 15\%$  dal valore mediano della rispettiva distribuzione e nella maggior parte dei casi sono prossimi a  $\pm 5\%$ . I bootstrap sono distribuiti quasi normalmente, con un'asimmetria accettabile: minimo -0,29 per l'autovalore dell'estrazione della 2<sup>a</sup> componente, massimo 0,81 per l'autovalore dell'estrazione del sesto componente (con errore standardizzato di circa 0,08). Si tenga conto che le distribuzioni non normali sono identificate da asimmetria maggiore di 1,0 in valore assoluto.

PC e PAF, mentre la Tabella 4 mostra i soli pesi fattoriali della matrice ruotata stimata dal PAF, che definisce le dimensioni latenti della qualità, sensibilmente correlate tra di loro.

**Tabella 4.** *Comunanze e pesi fattoriali (Pattern Matrix) degli item valutati.*

Item	Comunanze	Fattori		
		1	2	3
G2-Chiarezza ed efficacia della segnaletica interna	0,809	0,904	-0,064	0,049
G3-Professionalità del personale	0,809	0,903	-0,022	0,004
G5-Accessibilità/efficacia complessiva delle informaz.	0,791	0,892	-0,006	-0,008
G1-Efficacia degli <i>info point</i>	0,729	0,855	-0,068	0,074
G4-Aggiornamento e facilità di lettura del sito web	0,724	0,837	0,063	-0,014
H3-Tempo di attesa ai controlli di sicurezza	0,644	0,807	0,013	-0,060
H2-Tempi di attesa ai banchi check-in	0,646	0,788	0,101	-0,068
E4-Comfort complessivo	0,671	0,023	0,837	-0,040
E1-Disponibilità di carrelli portabagagli	0,623	-0,049	0,825	-0,047
E3-Efficienza degli impianti di climatizzazione	0,644	0,020	0,818	-0,033
E2-Efficienza dei sistemi di trasferimento dei passeggeri	0,609	0,005	0,810	-0,053
D2-Pulizia dell'aeroporto	0,642	-0,018	0,766	0,063
D1-Pulizia e funzionalità dei servizi igienici	0,540	0,008	0,682	0,080
C1-Regolarità e puntualità dei servizi ricevuti	0,553	0,043	0,512	0,302
B2-Sicurezza personale e protezione della proprietà	0,883	-0,006	0,116	0,867
B1-Controllo sicurezza passeggeri e bagagli a mano	0,736	-0,019	0,058	0,824

A causa del metodo di rotazione scelto (motivatamente, per ottenere indicazioni utili alle successive analisi), infatti, il 2° e il 3° fattore sono fortemente correlati l'uno con l'altro (Tabella 5), in particolare a causa della loro relazione con “Regolarità e Puntualità dei servizi fruiti”. Il primo fattore ha invece una leggera ma statisticamente significativa correlazione con il 2° fattore, ma anche con il terzo.

**Tabella 5.** *Matrice di correlazione dei fattori ruotati.*

Fattori	1	2	3
1	1.000	<b>0.213</b>	0.146
2	<b>0.213</b>	1.000	<b>0.600</b>
3	0.146	<b>0.600</b>	1.000

Osservando ancora i pesi fattoriali mostrati in Tab. 4, si evince immediatamente che il 1° Fattore è molto rappresentativo della dimensione “Efficienza e Professionalità”, mentre il 2° Fattore è chiaramente correlato agli “Aspetti Tangibili” e, ultimo ma non per importanza, il 3° Fattore è senza dubbio identificato con la “Affidabilità” dei servizi fruiti dai passeggeri in aeroporto. Non si ritiene necessario qui approfondire i risultati dell'analisi esplorativa, in quanto quasi replicati nel seguito.



## 5. Analisi Causale S.E.M.

L'Analisi Fattoriale Esplorativa ha identificato tre fattori latenti della Qualità dei Servizi, ma si ritiene in genere che l'interpretazione di questi fattori e le relazioni tra di loro sia più completa identificando un modello causale. Per raggiungere tale risultato, è stata applicata la procedura di Equazioni Strutturali con un modello LISREL-like (Jöreskog, 1973; Jöreskog and Sorbom, 1984)<sup>3</sup>, identificato tramite il software AMOS con l'opzione *EmuLisrel*.

Al fine di identificare il miglior Sistema causale, è stata applicata un'Analisi Fattoriale Confermativa, partendo inizialmente dalla struttura fattoriale precedentemente descritta, la cui matrice di correlazione è illustrata in Tabella 5, per poi aggiungere una variabile latente (CS, ossia "Customer Satisfaction") misurata da entrambi gli item osservati "Qualità Attesa dei servizi aeroportuali" e "Qualità Percepita" (ossia la percezione globale della qualità dei servizi aeroportuali fruiti).

A causa delle notevoli violazioni di normalità delle variabili osservate (e di conseguenza, presumibilmente, anche delle variabili latenti, o LV), si è deciso di stimare pesi fattoriali e discrepanze tramite il metodo robusto *Asymptotically Distribution Free*<sup>4</sup> proposto da Browne (1984).

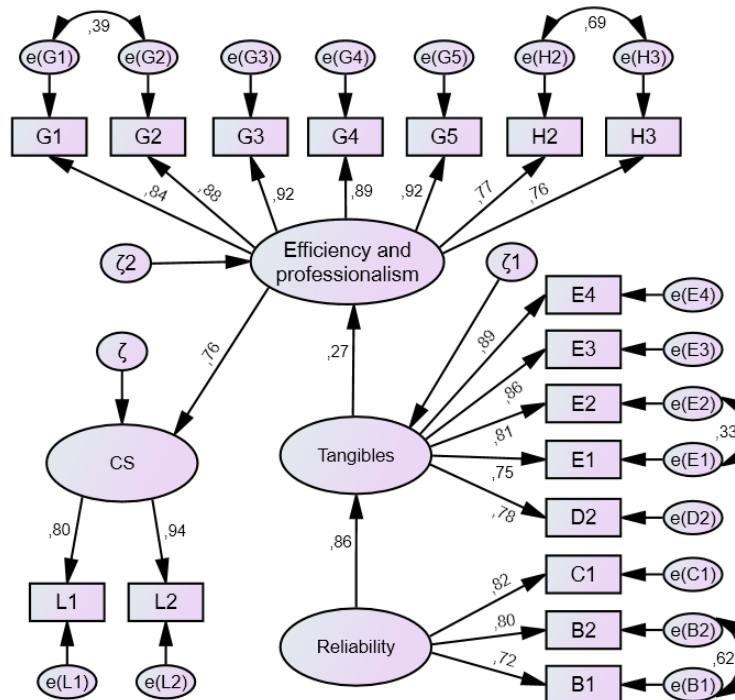
La Fattoriale Confermativa ha identificato un problema critico nella variabile osservata "Pulizia e Funzionalità dei servizi igienici", che è stata poi esclusa dalla successiva identificazione dei "rapporti causali" tra le variabili latenti al fine di ottenere un buon modello per l'analisi della *Customer Satisfaction* (utilizzando ancora un metodo "data driven" sotto il vincolo del miglior adattamento possibile).

<sup>3</sup> Un Modello di Equazioni Strutturali (SEM) è descritto da due modelli matematici, che riguardano rispettivamente le variabili osservate e quelle latenti. Il primo modello (*modello di misurazione*) mappa le variabili osservate sulle proprie variabili latenti (LV):  $x_h = \lambda_{ih}\zeta_i + \delta_h$  se tale variabile è correlata ad un fattore causale  $\zeta_i, y_k = \lambda_{jk}\eta_j + \varepsilon_k$  se è collegato ad un LV causato ( $\delta_h$  e  $\varepsilon_k$  rappresentano i residui di ogni variabile osservata, le quali non sono correlate con nessuna LV). Il secondo modello (*structural model*) dimostra le relazioni reciproche tra le variabili latenti (LV); in notazione matriciale:  $\boldsymbol{\eta} = \mathbf{B}\boldsymbol{\eta} + \boldsymbol{\Gamma}\boldsymbol{\zeta} + \boldsymbol{\zeta}$ , dove  $\mathbf{B}$  è la matrice (che ha gli zeri sulla diagonale principale) della regressione fattoriale pesata delle variabili endogene LV,  $\boldsymbol{\Gamma}$  è la matrice dei pesi della regressione delle variabili esogene LV, e  $\boldsymbol{\zeta}$  è il vettore dell'errore stocastico del modello di regressione in questione, che non è correlato con le LV. Tutte le LV e i residui hanno media zero, mentre i residui  $\boldsymbol{\zeta}$ ,  $\boldsymbol{\varepsilon}$  e  $\boldsymbol{\delta}$  sono incorrelati tra di loro. Riguardo la teoria SEM, vedere Jöreskog, 1973, 1977.

<sup>4</sup> Sebbene questo metodo fornisca statistiche di discrepanza più basse rispetto ad altri metodi, è molto più adeguato quando i dati non vengono misurati a livello di intervalli o non siano normalmente distribuiti (Muthén & Kaplan, 1992). Tuttavia, esso può essere utilizzato con profitto solo quando la dimensione del campione è maggiore di  $m \cdot (m+1)$ , ove  $m$  è il numero totale delle variabili esplicative presenti nel modello. Bentler e Chou (1987) suggeriscono, inoltre, un criterio minimo di 10 unità per ogni parametro libero (ossia, un modello con 50 d.f. deve essere misurato sulla base di almeno 500 unità statistiche).

Il software utilizzato fornisce indici di modifica, nonché indici di significatività e di adattamento, che aiutano a rimuovere o ad aggiungere relazioni al modello, in modo iterativo, fino a quando non viene perfezionato al meglio possibile. Il modello migliore, con coefficienti significativi per tutte le relazioni e la maggiore bontà dell'adattamento, è mostrato nel *path diagram* di Figura 1. Detto modello è stato poi convalidato utilizzando procedure di bootstrap (ottenendo distribuzioni quasi normali) al fine di escludere forti influenze di endogeneità e/o fattori di rumore.

**Figura 1.** *Struttura del modello SEM di Customer Satisfaction dei servizi aeroportuali*



KEY: variabili esplicative

Affidabilità	Efficienza e Professionalità
B1-Servizio di controllo sicurezza di passeggeri e bagagli a mano	G1-Efficacia degli <i>info point</i>
B2-Sicurezza personale e protezione delle proprietà	G2-Chiarezza ed efficacia della segnaletica interna
C1-Regolarità e puntualità dei servizi ricevuti	G3-Professionalità del personale
<b>Aspetti tangibili</b>	G4-Aggiornamento e facile lettura del sito web
D2-Pulizia dell'aeroporto	G5-Accessibilità/efficacia complessiva delle info
E1-Disponibilità di carrelli portabagagli	H2-Tempi di attesa ai banchi check-in
E2-Efficienza dei sistemi di trasferimento dei passeggeri	H3-Tempi di attesa ai controlli di sicurezza
E3-Efficienza degli impianti di climatizzazione	<b>Customer Satisfaction</b>
E4-Comfort complessivo	L1-Qualità attesa dei servizi aeroportuali
	L2-Percezione globale della qualità dei servizi aeroportuali fruiti

Il modello identificato ha una struttura causale “a cascata” (o seriale), in cui ogni LV è causata dalla precedente e causa la LV successiva: logicamente, la LV *Affidabilità*, esogena, causa solo la seconda LV, *Aspetti Tangibili*, mentre la LV di interesse, *Customer Satisfaction*, è causata solo da *Efficienza e professionalità*. Tutti i coefficienti di regressione e covarianza, qui mostrati in valori standardizzati, sono fortemente significativi ( $p < 0,001$ ).

Gli indici di adattamento del modello, mostrati in Tabella 6, sono molto buoni<sup>5</sup>, e dunque il modello si adatta decisamente bene ai dati osservati.

**Tabella 6.** *Indici di adattamento del modello di Customer Satisfaction identificato.*

Indici di adattamento	Modello identificato	Modello saturato	Modello di Indipendenza
GFI- <i>Goodness of Fit Index</i>	0.924	1,0	0.479
AGFI- <i>Adjusted Goodness of Fit Index</i>	0.896	-	0.414
CFI- <i>Comparative Fit Index</i>	0.920	1.0	0.000
NFI- <i>Normed Fit Index</i>	0,854	1,0	0.000
TLI- <i>Tucker-Lewis Index</i>	0.902	-	0.000
RMR- <i>Root Mean Square Residual</i>	0.121	0,0	1.164
SRMR- <i>Standardized Root Mean Square Residual</i>	0.102	-	-
RMSEA- <i>Root Mean Square Error of Approximation</i>	0.030	-	0.095

## 6. Analisi Causale Multigruppo

Partendo dal modello precedentemente descritto, sono state quindi eseguite due analisi multigruppo, al fine di rispondere a due ipotesi che hanno un certo interesse per “Aeroporti di Puglia S.p.A.”:

- in primo luogo, un’analisi per aeroporto: Bari e Brindisi hanno ruoli diversi nella rete aerea della regione pugliese, dato che l’aeroporto di Bari accoglie settimanalmente molti voli internazionali, mentre quello di Brindisi ha una vocazione più nazionale e in ogni caso prevede un numero inferiore di voli; e questa differenza, nonostante le medie riportate nella precedente Tab. 2, potrebbe influire sulla qualità del servizio globale e sulla Customer Satisfaction;

<sup>5</sup> L’adattamento del modello è determinato usando indici di adattamento più corretti rispetto al test di adattamento della Discrepanza con Chi-square: cioè l’indice Adjusted Goodness-of-Fit (AGFI) di Jöreskog, l’indice di adattamento comparativo CFI (Bentler, 1990), l’indice TLI (Tucker and Lewis, 1973) e l’approssimazione della radice quadrata media d’errore (RMSEA), di Browne e Cudeck, 1993. Si noti che la massima bontà di adattamento (verificabile solo nel modello saturo sovrastimato) si verifica quando RMSEA=0.0 e gli altri indici sono pari a 1.0; TLI non ha limiti superiori, ma quando il suo valore è prossimo a 1,0, l’adattamento del modello è eccellente (Hu & Bentler, 1999).

- in seguito, un'analisi stagionale: forse i passeggeri dei voli in bassa stagione (autunno), ove è presumibilmente molto meno rilevante la componente di turismo vacanziero, potevano avere esigenze e punti di vista diversi da quelli dei voli di alta stagione (estate), e quindi diverse dinamiche di soddisfazione.

**Tabella 7.** *Coefficienti del modello di misurazione e del modello strutturale, e correlazione dei fattori specifici, separatamente per gruppi; Test Z per l'equivalenza dei coefficienti all'interno di ciascun gruppo.*

	Aeroporti			Stagione		
	Bari (n=723)	Brindisi (n=441)	Test Z *	Alta (n=491)	Bassa (n=673)	Test Z *
<b>Modello di misura</b>						
Reliability → B1	0,74	0,69	1,848	0,64	0,75	-3,542
Reliability → B2	0,78	0,82	-1,654	0,70	0,79	-3,253
Reliability → C1	0,78	0,92	-8,594	0,77	0,85	-3,857
Tangibles → D2	0,73	0,83	-4,299	0,82	0,78	1,864
Tangibles → E1	0,74	0,81	-2,843	0,80	0,74	2,640
Tangibles → E2	0,80	0,89	-4,808	0,81	0,81	0,098
Tangibles → E3	0,85	0,91	-4,303	0,83	0,87	-2,512
Tangibles → E4	0,86	0,95	-9,182	0,87	0,91	-3,346
Eff. & profess. → G1	0,85	0,88	-2,324	0,87	0,83	2,565
Eff. & profess. → G2	0,88	0,91	-1,924	0,91	0,86	4,168
Eff. & profess. → G3	0,94	0,91	3,001	0,96	0,90	7,339
Eff. & profess. → G4	0,90	0,91	-0,989	0,90	0,89	0,809
Eff. & profess. → G5	0,91	0,95	-5,433	0,92	0,92	0,544
Eff. & profess. → H2	0,79	0,77	1,008	0,78	0,76	0,780
Eff. & profess. → H3	0,78	0,75	1,085	0,80	0,74	2,221
CS → L1	0,77	0,91	-8,685	0,84	0,78	3,026
CS → L2	0,92	0,95	-3,515	0,92	0,96	-6,104
<b>Modello di struttura</b>						
Reliability → Tangibles	0,88	0,87	0,284	0,91	0,85	4,511
Tangibles → Eff. & profess.	0,28	0,30	-0,378	0,31	0,24	1,258
Eff. & profess. → CS	0,74	0,79	-1,909	0,84	0,74	4,609
<b>Correlazioni dei fattori specifici</b>						
e(B1) ↔ e(B2)	0,53	0,69	-4,152	0,77	0,61	5,204
e(E1) ↔ e(E2)	0,26	0,45	-3,675	0,61	0,23	7,987
e(G1) ↔ e(G2)	0,33	0,35	-0,393	0,33	0,40	-1,243
e(H2) ↔ e(H3)	0,69	0,70	-0,478	0,72	0,73	-0,213

\* Valore critico della trasformazione Z:  $z_{0,025} = 1,95996$

La Tabella 7 mostra un panorama sinottico di entrambe le analisi, vale a dire i coefficienti per ciascun aeroporto (colonne 2-3) e per ogni stagione (colonne 4-5). Sebbene molti coefficienti del modello di misurazione sembrano essere simili in entrambi i modelli aeroportuali ed in entrambi i modelli stagionali, in ciascuna

coppia di modelli solo poche misure sono statisticamente equivalenti, dato  $\alpha=0.05$ , utilizzando l'appropriato test statistico<sup>6</sup>.

Si noti, tuttavia, che la stima dell'ADF fornisce una buona consistenza interna (e, quindi il test di Wald sui singoli coefficienti è affidabile), ma la violazione di normalità delle variabili esplicative e delle variabili latenti rende meno potente il Test Z per la differenza dei coefficienti: per questo motivo l'importanza di tali differenze potrebbe essere discutibile.

Tuttavia è qui applicabile, avendo subcampioni di buone dimensioni, un metodo più robusto, pur se meno potente: il test del Chi quadrato con la statistica C-min delle minime discrepanze tra modelli causali teorici e i dati osservati. Poiché la struttura del modello non vincolato è risultata abbastanza stabile tra i gruppi, rispetto alle variabili date e alle relazioni identificate, siamo stati in grado di verificare le seguenti alternative correlate (cfr. Bollen, 1989; Kline, 1998):

- Invarianza della matrice dei coefficienti di misurazione ( $\Lambda$ ):

$$H_{\Lambda}: \Lambda_1 = \Lambda_2;$$

- Invarianza della matrice dei coefficienti strutturali ( $\Phi$ ):

$$H_{\Phi}: \Phi_1 = \Phi_2;$$

- Invarianza della matrice di errore dei coefficienti  $\zeta$  (ossia  $\Psi$ ):

$$H_{\Psi}: \Psi_1 = \Psi_2;$$

- Invarianza della matrice dei residui ( $\Theta$ ):

$$H_{\Theta}: \Theta_1 = \Theta_2.$$

Tali ipotesi sono state verificate sia singolarmente che combinate, prefissando un livello di significatività  $\alpha=0.05$ , per ogni coppia di modelli strutturali (aeroporto/stagione). I risultati sono mostrati in Tabella 8.

La prima sezione della tabella (ove si assume solo che il modello non vincolato sia corretto) evidenzia, come già osservato utilizzando il Test Z, che i coefficienti di misurazione di entrambi i gruppi sono *non invarianti*, e in questo scenario tutti i successivi test di invarianza falliscono. D'altro canto, assumendo che i coefficienti di misurazione siano corretti, tutte le restanti matrici della coppia di modelli "Ae-

<sup>6</sup>Dato che i pesi standardizzati nella regressione lineare sono pari ai coefficienti di correlazione di Pearson, per ogni  $j$ -ma coppia di coefficienti qui illustrati, l'ipotesi nulla  $H_0: \lambda_{j1}=\lambda_{j2}$  vs. l'ipotesi alternativa  $H_1: \lambda_{j1}\neq\lambda_{j2}$  è stata verificata utilizzando la trasformazione Z di Fisher per ogni coefficiente  $r$ , in modo da correggere la sua asimmetria e la sua eteroschedasticità (Fisher 1915, 1921):  $z_i = \ln[(1+r_i)/(1-r_i)]/2 = \text{arctanh}(r_i)$  se  $|r_i|<1$ , altrimenti  $z_i = r_i$ .

Pertanto, è qui utilizzato il test:

$$Z = (z_1 - z_2) / \sqrt{1/(n_1 - 3) + 1/(n_2 - 3)},$$

che è normalmente distribuito per grandi campioni (quindi, fissato  $\alpha$ , l'ipotesi nulla  $H_0$  deve essere rifiutata se, in valore assoluto,  $Z > Z_{\alpha/2}$ ).

roporto” sono invarianti, ad eccezione dei residui di misurazione (identificabili come la matrice dei fattori specifici). Questo risultato si verifica in tutti i successivi passaggi. Le matrici relative alla coppia di modelli “Stagione”, invece, falliscono i test di invarianza a quasi tutti i livelli.

**Tabella 8.** *Test di discrepanza per ogni coppia di modelli, assumendo che il modello gerarchicamente precedente sia corretto.*

Model	Modello Aeroporti			Modello Stagioni		
	g.d.l.	C-min	P-value	g.d.l.	C-min	P-value
<b>Assumendo che sia corretto il modello non vincolato (<i>Unconstrained</i>):</b>						
Coefficienti di misurazione	13	30.64	0.004	13	24.45	0.027
Coefficienti strutturali	16	33.55	0.006	16	44.06	0.000
Covarianze strutturali	17	35.26	0.006	17	49.34	0.000
Residui strutturali	20	39.10	0.006	20	56.31	0.000
Residui di misurazione	42	175.06	0.000	42	134.10	0.000
<b>Assumendo che sia corretto il modello <i>Coefficienti di misurazione</i>:</b>						
Coefficienti strutturali	3	2.91	0.405	3	19.61	0.000
Covarianze strutturali	4	4.62	0.328	4	24.89	0.000
Residui strutturali	7	8.46	0.294	7	31.86	0.000
Residui di misurazione	29	144.42	0.000	29	109.65	0.000
<b>Assumendo che sia corretto il modello <i>Coefficienti strutturali</i>:</b>						
Covarianze strutturali	1	1.71	0.191	1	5.28	0.022
Residui strutturali	4	5.54	0.236	4	12.25	0.016
Residui di misurazione	26	141.51	0.000	26	90.04	0.000
<b>Assumendo che sia corretto il modello <i>Covarianze strutturali</i>:</b>						
Residui strutturali	3	3.83	0.280	3	6.97	0.073
Residui di misurazione	25	139.80	0.000	25	84.76	0.000
<b>Assumendo che sia corretto il modello <i>Residui strutturali</i>:</b>						
Residui di misurazione	22	135.96	0.000	22	77.79	0.000

Una visione globale dei test di invarianza, quindi, fornisce i seguenti due importanti risultati:

- nonostante che in entrambi i gruppi di modelli causali i pesi di misurazione sembrano piuttosto vicini, così come lo erano i giudizi medi nel confronto precedente tra aeroporti, essi riflettono approcci diversi ai servizi aeroportuali, presumibilmente legati alla disponibilità o affidabilità di tali servizi (che in realtà non sono gli stessi negli aeroporti di Bari e Brindisi, e sicuramente sono diversi in alta e in bassa stagione, oltre ad aversi una differente congestione in aeroporto), oppure alle impressioni soggettive e spesso aleatorie, la cui modellazione è per definizione difficile o impossibile (e che possono essere considerati come fattori specifici, o residui di misura);

- a parte questi effetti diretti dell'interazione con il mondo concreto, la struttura latente della soddisfazione della qualità è pressoché stabile, ma l'importanza delle relazioni interne (abbastanza costante in entrambi gli aeroporti) risente grandemente dell'effetto stagionale.

## 7. Considerazioni conclusive

I cambiamenti di struttura e di appartenenza portano nuovi attori interessati e nuovi modelli di business nel settore aeroportuale, e la concorrenza tra gli aeroporti ha raggiunto nuove vette. Sono finiti i giorni in cui gli aeroporti erano solo i punti di partenza e di arrivo per viaggiatori disattenti.

In questo lavoro abbiamo cercato di comprendere come incrementare la soddisfazione dei passeggeri, e come i passeggeri valutano i servizi dell'Aeroporto di Puglia, quali aspetti rivestono un'importanza particolare e in che modo le percezioni e le priorità dei passeggeri cambiano nel tempo. Un'analisi esplorativa ha ridotto sensibilmente il numero di indicatori a solo 17 item utili e affidabili, ma la successiva analisi fattoriale ha evidenziato alcuni punti deboli in uno di questi indicatori, determinandone l'esclusione dal modello causale finale. Tale modello, ottenuto utilizzando la tecnica di stima robusta ADF, ha identificato un affidabile "percorso seriale" nella generazione della *Customer Satisfaction*, che è chiaramente influenzata dall'*Efficienza e Professionalità*, ma (indirettamente) anche dagli *Aspetti Tangibili* e dall'*Affidabilità* dei servizi.

Il modello identificato è stato infine sottoposto a due diverse analisi multi-gruppo, evidenziando la sua sostanziale invarianza rispetto ai due aeroporti considerati (e dunque alla localizzazione dei servizi), ma non rispetto alla stagione di viaggio: la valutazione dei servizi dunque risulta essere considerevolmente diversa nei viaggi invernali (generalmente lavorativi) rispetto a quelli estivi, che fanno rilevare una quota consistente di viaggi per vacanza.

Questi risultati suggeriscono che le amministrazioni aeroportuali dovrebbero prestare comunque attenzione alla continuità temporale dei loro servizi interni, in particolare all'*Affidabilità* dei servizi (vedere le prime righe delle colonne di destra in Tabella 7), ma anche ad alcuni item della dimensione di *Efficienza e Professionalità*.

### Riferimenti bibliografici

- Bentler, P.M. (1990). Comparative fit indexes in structural models. *Psychological Bulletin*, 107: 238-246.
- Bentler, P.M.; Chou, C.P. (1987). Practical issues in structural modeling. *Sociological Methods & Research*, 16: 78-117.
- Bollen, K.A. (1989). *Structural Equations with Latent Variables*, John Wiley, New York.
- Browne, M.W. (1984). Asymptotic distribution-free methods for the analysis of covariance structures. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 37: 62-83.
- Browne, M.W.; Cudeck, R. (1993). Alternative ways of assessing model fit. In: K.A. Bollen & J.S. Long (eds), *Testing structural equation models*, Sage, Newbury Park, CA: 136-162.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*. 16 (3): 297-334.
- Efron B. (1979). Bootstrap methods: another look at the jackknife. *Annals of Statistics*, 7: 1-26.
- Fabrigar, L. R.; Wegener, D. T.; MacCallum, R. C.; Strahan, E. J. (1999). Evaluating the use of exploratory factor analysis in psychological research. *Psychological Methods*. 4 (3): 272-299.
- Fisher, R. A. (1915). Frequency distribution of the values of the correlation coefficient in samples of an indefinitely large population. *Biometrika*. 10 (4): 507-521.
- Fisher, R. A. (1921). On the “probable error” of a coefficient of correlation deduced from a small sample. *Metron*. 1: 3-32.
- Hotelling, H.(1933). Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *Journal of Educational Psychology*, 24: 417-441, 498-520 (2<sup>nd</sup> part).
- Hotelling, H.(1953). New light on the correlation coefficient and its transformation. *Journal of Royal Statistical Society, Series B*, 15: 193-232.
- Hu, L.; Bentler, P.M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6(1): 1-55.
- Jöreskog, K.G. (1973). A general method for estimating a linear structural equation system. In: Goldberger A S., Duncan O. D. (eds) *Structural equation Models in the Social Sciences*, 85-112. Academic Press, New York.
- Jöreskog, K.G. (1977). Structural equation models in the social sciences. In: P.R. Krishnaiah (ed.), *Application of Statistics*, North Holland, Amsterdam: 265-287.
- Jöreskog, K. G.; Sorbom, D. (1984). *LISREL VI Analysis of Linear Structural Relation by Maximum Likelihood, Instrumental Variables, and Least Square Methods, User's guide*. Department of Statistics, University of Uppsala.
- Kaiser, H.F. (1960). The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*. 20: 141-151.



- Kaiser, H. F. (1974). An index of factor simplicity. *Psychometrika* 39: 31-36.
- Kline, R. B. (1998). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling*, Guilford Press, NY.
- Larsen, R.; Warne, R. T. (2010). Estimating confidence intervals for eigenvalues in exploratory factor analysis. *Behavior Research Methods*, 42: 871-876.
- Manly, B. F. J. (1986). *Multivariate Statistical Methods: a Primer*, London, Chapman & Hall: 77.
- Muthén, B.; Kaplan, D. (1992). A comparison of some methodologies for the factor analysis of non-normal Likert variables: A note on the size of model. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 45: 19-30.
- Schwarz, G. E. (1978). Estimating the dimension of a model, *Annals of Statistics*, 6 (2): 461-464.
- Tucker, L.R.; Lewis, C. (1973). A reliability coefficient for maximum likelihood factor analysis. *Psychometrika*, 38: 1-10.

### **Sitografia**

ENAC-Ente Nazionale per l'Aviazione Civile (2014), *Circolare GEN-06*, in: <https://www.enac.gov.it/la-normativa/normativa-enac/circolari/serie-gen/gen-06>

