



I velivoli che hanno influenzato il mercato aeronautico commerciale

Dott. Ing. Pietro ZITO^(*), Prof. Ing. Luigi LA FRANCA^(*)

1. Introduzione

L'industria del trasporto aereo è uno dei settori produttivi più efficienti dal punto di vista economico; infatti, essa rappresenta il settore con il più alto valore di Prodotto Interno Lordo (PIL) per lavoratore, essendo tre volte maggiore del valore medio mondiale degli altri settori industriali. Gli effetti positivi dell'industria aeronautica sui sistemi produttivi di Stati Uniti ed Europa vengono prevalentemente generati in termini tecnologici, ma anche occupazionali ed economici, considerando che la produzione aeronautica determina degli elevati flussi di esportazione. Il fatturato annuale dei produttori aeronautici nel 2000 ammontava ad oltre 150 miliardi di dollari; inoltre, nel 2000 il settore civile aerospaziale ha offerto 1.220.000 posti di lavoro in Europa e Stati Uniti, mentre nel 1990 erano oltre 1.800.000 (ATAG, 2005).

Il mercato aeronautico è un mercato dinamico con enormi costi di produzione, ricerca e sviluppo che lo rendono pressoché inaccessibile ad ingressi esterni. Oltre alle barriere finanziarie, esso ha enormi barriere tecnologiche, dal momento che un nuovo velivolo da inserire sul mercato deve possedere caratteristiche operative e tecnologiche di altissimo livello. Ciò ha portato ad una serie di accordi ed alleanze strategiche che hanno provocato una forte concentrazione ed una grande internazionalizzazione del settore oltre che ad una caratterizzazione oligopolistica del mercato.

Fino alla prima metà degli anni '70 la produzione dei velivoli a getto per il trasporto commerciale era quasi esclusivamente nelle mani di aziende statunitensi che, grazie a grandi risorse finanziarie e allo sviluppo tecnologico del periodo post-bellico, controllavano il mercato aeronautico. Infatti, se escludiamo il *Caravelle*, prodotto dalla francese Sud-Est, e il *Comet*, primo aereo di linea con motori a getto della inglese De Havilland, entrambi messi sul mercato a cavallo degli anni '50, in Europa il

black-out totale nella produzione aerospaziale durò 20-30 anni.

L'industria europea si riaffacciò sul mercato alla fine degli anni '60 con la produzione anglo-francese del *Concorde*, primo aereo commerciale con velocità supersonica, e nel 1974 con l'entrata in scena del consorzio europeo Airbus⁽¹⁾. Quest'ultimo diede la possibilità alle nazioni dell'Europa Occidentale di mettere da parte le rivalità nazionali e di realizzare un grosso polo industriale che potesse competere con i colossi statunitensi McDonnell - Douglas e Boeing e dare al mercato aeronautico una maggiore competitività.

Sin dall'inizio i governi europei intervennero a favore dell'Airbus con grossi investimenti finanziari che permisero al consorzio europeo di sviluppare diversi velivoli coprendo i costi di ricerca e sviluppo con contributi statali sotto forma di prestiti con tassi di interesse al di sotto dei valori di mercato.

I sussidi europei che coprono i costi di sviluppo dell'A300 furono giustificati da Francia, Germania, Inghilterra e Spagna dal fatto che l'industria era monopolisticamente controllata dai produttori statunitensi. Questo provocò l'inizio di una serie di controversie commerciali tra il governo americano e quello europeo, entrambi impegnati a difendere i propri consorzi che stavano dimostrando di poter rappresentare dei grossi volani per le economie continentali essendo dei generatori di lavoro ed esportazione. I contrasti proseguirono fino al 1992 quando fu siglato l'accordo tra Stati Uniti ed Unione Europea sul mercato dei velivoli civili (*1992 US-EU agreement on trade in civil aircraft*) che limitò i finanziamenti governativi ai produttori di velivoli commerciali per il trasporto civile al 33% dei costi di ricerca e sviluppo di ciascun nuovo progetto, gli aiuti indiretti al 3% del valore del velivolo e che impedì eventuali pressioni sulle compagnie di bandiera da parte dei governi sulle scelte d'acquisto degli aeromobili.

^(*) Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Ingegneria dei Trasporti.

⁽¹⁾ Il consorzio europeo Airbus, con sede a Tolosa, nacque nel 1974 dalla fusione di Aerospatiale, Hawker Siddley (poi BAE), Fokker e CASA.

Proprio negli anni '90, si ebbe un'ulteriore trasformazione del mercato aeronautico quando i due principali produttori americani, McDonnell – Douglas e Boeing, formarono un'unica impresa che, potenzialmente, poteva controllare gran parte del settore.

Negli anni successivi, però, Airbus cominciò ad assumere un ruolo sempre più importante nel mercato aeronautico entrando prepotentemente in tutti i segmenti di mercato ed introducendo velivoli che si dimostrarono validi concorrenti dei prodotti americani con un livello di tecnologia sempre crescente. Nel 1988, infatti, l'Airbus iniziò a commercializzare l'A320, primo velivolo narrow-body prodotto dal consorzio con base a Tolosa.

Il successo dell'Airbus è dimostrato anche dal fatto che nel 2003, per la prima volta, il costruttore europeo riuscì a superare il competitor d'oltreoceano assumendo la posizione di leadership nelle vendite. Inoltre, con la progettazione del super-jumbo A-380, il cui sviluppo ha richiesto uno sforzo economico pari a 12 miliardi di dollari, parzialmente finanziati da ulteriori sussidi dei governi del Vecchio continente, l'Airbus si appresta a togliere alla Boeing l'ultimo segmento di mercato in cui, quest'ultima, mantiene l'assoluto monopolio.

Ad oggi, dunque, l'industria aeronautica vede la presenza di soli due colossi produttivi che danno vita ad un classico esempio di duopolio e che hanno creato una struttura di mercato, come detto, pressoché chiuso a potenziali concorrenti, che si troverebbero a dover affrontare costi fissi di ricerca e sviluppo troppo elevati. La realizzazione e la commercializzazione dei velivoli commerciali, infatti, necessita di un elevato know-how tecnologico e di marketing. Inoltre, il settore presenta diversi rischi:

- Rischi di mercato*, determinati dal periodo elevato tra l'avvio di un progetto e la consegna dei primi esemplari; questo può portare ad un radicale cambiamento delle preferenze e delle disponibilità all'acquisto delle compagnie aeree;
- Rischi tecnologici*, legati al fatto che le imprese aeronautiche si trovano a dover fronteggiare delle scelte sulle traiettorie tecnologiche sulle quali focalizzare l'attività innovativa;
- Rischi finanziari*, individuati dall'allungamento del *payback period*, ovvero del tempo necessario affinché gli investimenti siano recuperati interamente attraverso la commercializzazione dei velivoli.

In questo studio è stata effettuata un'analisi sui dati di traffico prodotti dai singoli modelli d'aeromobile che effettivamente hanno operato, di conseguenza uno degli obiettivi dello studio è stato quello di classificare i velivoli che hanno maggiormente caratterizzato, in termini di passeggeri trasportati, il servizio aereo commerciale passeggeri mondiale. Il parametro scelto per effettuare questa classificazione è stato identificato nell'indicatore tipico del settore aeronautico "*Revenue Passenger Kilometers*" (RPK) ovvero i passeggeri paganti moltiplicati per i chilometri per-

corsi dai singoli velivoli, che sono stati raggruppati per modello; la ricerca è stata inoltre svolta e suddivisa per singoli decenni a partire dal 1970 fino al 2008 anno a cui si riferiscono gli ultimi dati attendibili in possesso.

2. Alcuni cenni storici

Nella storia dell'industria aeronautica si possono individuare sei principali fasi rappresentative dell'evoluzione tecnologica del settore del trasporto aereo (ESPOSITO, 2004). Esse sono caratterizzate da scenari socio – economici e politici che hanno, direttamente o indirettamente, influenzato l'andamento e lo sviluppo del mercato mondiale e vengono di seguito elencate:

- fase postbellica*, caratterizzata dalla riconversione al campo civile degli aerei utilizzati per il trasporto militare durante la Seconda Guerra Mondiale;
- periodo di crescita del settore negli anni '50 e '60*, durante il quale l'obiettivo dell'innovazione fu il miglioramento delle prestazioni, l'incremento della capacità di carico dei velivoli e la ricerca di una maggiore affidabilità e sicurezza: si passò, quindi, dalla generazione di velivoli con motori a pistoncini a quella con propulsori a reazione;
- fase di crisi petrolifera degli anni '70*, in cui si assistette ad un aumento vertiginoso del prezzo del petrolio e che costrinse i produttori aeronautici a sviluppare prevalentemente una tecnologia che minimizzasse il consumo di combustibile;
- fase di trasformazione del mercato degli anni '80*, che iniziò con una grave recessione del mercato, durante la quale le aziende produttrici si orientarono verso uno sviluppo tecnologico che privilegiava la riduzione dei costi operativi diretti (DOC), il miglioramento delle performance tecniche del velivolo e della qualità del servizio in relazione all'introduzione dell'*Airline Deregulation Act* che rimosse tutte le restrizioni del settore e liberalizzò di fatto il trasporto aereo commerciale. Nella seconda metà degli anni '80, infatti, si verificò un'importante fase di crescita tecnologica grazie ad una complessa innovazione del sistema dovuta all'introduzione dei nuovi materiali, allo sviluppo di propulsori ad alto rapporto di bypass ed all'elevata utilizzazione dell'avionica;
- fase di crisi strutturale della prima metà degli anni '90*, in cui per fronteggiare la drastica riduzione della domanda civile e militare, le aziende produttrici avviavano profondi processi di riorganizzazione che costrinsero i consorzi ad abbandonare i programmi di sviluppo di nuovi progetti e concentrare i propri fondi sul miglioramento dei velivoli già in produzione;
- fase dell'orientamento al mercato degli inizi del Duemila*, in cui accanto al livello tecnologico e di sicurezza assume particolare importanza l'economicità del servizio nella sua totalità. Tutto il settore aeronautico attraversa una fa-

se di forte incertezza dovuto sia allo scenario economico - politico (11 Settembre 2001, compagnie no-frills, etc.), sia al costante aumento del prezzo del combustibile.

3. La metodologia

Al fine di valutare i dati di traffico per singolo aeromobile sono state combinate le caratteristiche tecniche dell'aereo con il numero di pezzi consegnati dall'entrata in commercio ad oggi.

La prima caratteristica tecnica considerata è l'autonomia massima chilometrica dei velivoli in esame "Range". Questo valore è stato ottenuto attraverso una media pesata sui diversi allestimenti dei singoli modelli. Esistono infatti diverse configurazioni e motorizzazioni di uno stesso modello che pertanto presentano autonomie chilometriche anche significativamente diverse; per questo motivo si è deciso di inglobare in un'unica categoria tutti i velivoli, come il Boeing 737, che presentano più versioni realizzate nella storia della loro produzione.

Allo stesso modo si è operato per quello che riguarda la capacità media di un modello, infatti le diverse motorizzazioni influenzano non solo il range, quindi l'autonomia chilometrica, ma anche il numero di passeggeri trasportabili. Spesso inoltre per i velivoli che sono stati maggiormente prodotti è stata realizzata anche una "Extended Version" ovvero una versione allungata con maggior numero di posti.

La terza caratteristica considerata è relativa al *Totale Anni Volati*. Per la maggior parte dei velivoli in considerazione infatti, la produzione si è protratta per un periodo così lungo da non poter individuare una vita media del modello; si è allora proceduto a moltiplicare i pezzi prodotti in un singolo anno per il numero d'anni di utilizzo sommando i risultati. Per esempio, la produzione del Boeing 737 è iniziata nel 1967 con 4 unità, ma ancora adesso continua a pieno regime (290 unità nel 2008).

Inoltre, si è tenuto in considerazione che molti di questi velivoli, per ovvi motivi di età oggi non volano più; si è allora stimata una longevità media del modello, nello specifico 23 anni per il Boeing 737, per la quale sono moltiplicate tutte le unità prodotte prima del 1985; mentre si è operato come esposto sopra per quelle prodotte dopo questa data che si è supposto siano ancora operative. Per tenere in considerazione gli aeromobili che, ancora teoricamente utilizzabili, sono in realtà parcheggiati, è stato, in base ai dati relativi al 2008, stimato un coefficiente moltiplicativo correttivo medio pari a 0,91. Il dato ottenuto è stato classificato sotto la voce *Stored Aircraft* (Aeromobili parcheggiati).

La caratteristica successiva riguarda il fattore di carico "Load Factor"⁽²⁾ medio che è stato fortemente in-

fluenzato dal periodo in cui i velivoli hanno volato. Prima della *Deregulation*, infatti, le compagnie aeree, fortemente protette, potevano permettersi di far viaggiare i loro aeromobili anche parzialmente vuoti, questo non fu più possibile dopo la liberalizzazione del mercato. Di conseguenza agli aerei più moderni è stato attribuito un *Load Factor* superiore. Si è considerato un valore del 65% per quelli che hanno volato di più in ambito di *Deregulation* contro un valore del 55% per quelli, come il Douglas DC3, che hanno volato in un periodo antecedente. Per quei modelli che hanno operato a cavallo dei due periodi si è attribuito un valore del *Load Factor* del 60%.

Un altro dato inserito è stato quello dei voli giornalieri medi operati dai singoli aeromobili ed a tal fine sono state raccolte informazioni provenienti da alcune compagnie aeree; è importante sottolineare quanto tali dati siano fortemente influenzati dall'autonomia chilometrica del modello e dalla durata della singola operazione.

L'ultimo parametro preso in considerazione è quello relativo alle operazioni di manutenzione che si effettuano sugli aeromobili, è stato stimato un utilizzo progressivo decrescente con l'aumentare dell'età media della flotta del velivolo in considerazione. Per i modelli più moderni si è stimato un utilizzo per undici mesi all'anno pari a 335 giorni, per i modelli più obsoleti, che quindi richiedono delle operazioni di manutenzione più frequenti, si è attribuito invece un utilizzo annuo di dieci mesi, pari a 274 giorni.

Per tutto quanto sopra, per ogni modello l'indicatore preso in considerazione per l'analisi individuale del traffico "Revenue Passengers Kilometers" si ottiene dalla relazione:

$$RPK_i = R_i \cdot C_i \cdot AV_i \cdot LF_i \cdot VG_i \cdot UA_i \cdot SA_i \quad (1)$$

dove:

R_i è il Range;

C_i è la Capacità Passeggeri;

AV_i sono gli Anni Volati cioè il numero di anni di utilizzo per il numero di velivoli prodotti nell'anno;

LF_i è il Load Factor;

VG_i è il numero di Voli Giornalieri;

UA_i è l'Utilizzo Annuo;

SA_i è Stored Aircraft;

i la tipologia dell'aeromobile.

L'analisi è stata ripetuta a partire dal 1974 fino al 2008 con passi discreti di alcuni anni ed i risultati raggruppati per periodi significativi, come risulta nelle tabelle. In corrispondenza al 2008, passo finale dello studio, è stato quindi ricavato il totale degli *RPK* volati dai singoli modelli dalla loro entrata in servizio.

⁽²⁾ Coefficiente di carico o di utilizzazione.

POLITICA E ECONOMIA

4. Risultati

4.1. Revenue Passengers Kilometers, dal 1974 al 1980 e dal 1974 al 1995

Al fine di analizzare le fasi intermedie, si nota, in tabella 1, che, fino al 1980, il DC3 è il primo in assoluto a dispetto di un range e di una capacità decisamente bassi, 2420 chilometri e 32 passeggeri, ma il numero di pezzi prodotti elevatissimo gli consentì di realizzare 8.064 miliardi di RPK. Fino a quell'anno il velivolo immediatamente successivo era il Boeing 727, distanziato però di quasi duemila miliardi di RPK, questo velivolo sarebbe diventato il più importante estendendo l'analisi sino al 1995

raggiungendo quasi 13.000 miliardi di RPK grazie alle 1831 unità prodotte e ad una capacità media di 273 passeggeri (tabella 2).

4.2. Revenue Passengers Kilometers, dal 1974 fino al 2008

In tabella 3 sono riportati il *Revenue Passengers Kilometers* dal 1974 al 2008.

Come si può facilmente notare, il velivolo che ha maggiormente influenzato il trasporto aereo passeggeri è il Boeing 747 con i suoi 21.833 miliardi di RPK ottenuti dal-

TABELLA 1

REVENUE PASSENGERS KILOMETERS DAL 1974 FINO AL 1980

Modello	Velivoli prodotti	Range (km)	Capacità pass.	Velivoli x anni volati	Load Factor	Voli / Giorn.	gg. Utilizzo annuo	RPK (miliardi)
DC3	12655	2420	32	379650	0,55	2	274	8063,68
Boeing 727	1692	2970	273	15695	0,55	3	320	6114,43
Boeing 707/720	939	8250	159	14716	0,55	1,5	304	4405,65
DC8	556	8658	186	8738	0,55	1,5	304	3211,53
Boeing 747	487	12000	432	3058	0,6	1	335	2899,61
DC9/MD 80/90	955	3863	132	9981	0,6	3	320	2667,70
Ilyushin II-18	600	5100	98	10800	0,55	2	289	1561,54
Boeing 737	715	4070	167	4979	0,65	2	335	1341,17
Yakovlev Yak-40	1011	1840	120	8088	0,6	4	335	1306,58
DC6	665	6602	65	19950	0,55	1	274	1174,05
Ilyushin II-62	250	8425	151	3000	0,6	1,5	320	1000,23
Tupolev 154	500	4810	167	3000	0,65	2	335	955,02
DC10	339	9665	300	1772	0,6	1	335	939,78

TABELLA 2

REVENUE PASSENGERS KILOMETERS DAL 1974 FINO AL 1995

Modello	Velivoli prodotti	Range (km)	Capacità pass.	Velivoli x anni volati	Load Factor	Voli / Giorn.	gg. Utilizzo annuo	RPK (miliardi)
DC3	12655	2420	32	379650	0,55	2	274	8063,68
Boeing 727	1831	2970	273	36885	0,55	3	289	12977,53
Boeing 747	1071	12000	432	13900	0,6	1	320	12589,90
DC9/MD 80/90	2121	3863	132	33595	0,6	3	320	8979,19
DC3	12655	2420	32	379650	0,55	2	274	8063,68
Boeing 737	2764	4070	167	29823	0,65	2	335	8033,26
Boeing 707/720	1010	8250	159	27388	0,55	1,5	274	7390,22
Boeing 767	597	9517	527	4098	0,65	1,5	320	5835,51
DC8	556	8658	186	16945	0,55	1,5	274	5613,30
Tupolev 154	900	4810	167	18000	0,65	2	289	4943,30
DC 10	446	9665	300	8315	0,6	1	289	3804,31
Airbus A300	448	5961	274	4950	0,65	2	304	2907,59
Yakovlev Yak-40	1011	1840	120	20220	0,6	4	289	2817,93
Lockheed L10	250	8571	308	4499	0,6	1,5	289	2811,12
Boeing 757	694	6317	224	4068	0,65	2	335	2281,23
Ilyushin II-18	600	5100	98	15000	0,55	2	274	2056,23
Ilyushin II-62	250	8425	151	6250	0,6	1,5	274	1784,27

TABELLA 3

REVENUE PASSENGERS KILOMETERS DAL 1974 FINO AL 2008

Modello	Velivoli prodotti	Range (km)	Capacità pass.	Velivoli x anni volati	Load Factor	Voli / Giorn.	gg. Utilizzo annuo	RPK (miliardi)
Boeing 747	1410	12000	432	25374	0,6	1	304	21833,34
Boeing 767	960	9517	527	14811	0,65	1,5	320	21090,70
Boeing 737	5890	4070	167	76884	0,65	2	335	20709,82
Boeing 727	1831	2970	273	42113	0,55	3	274	14047,89
Airbus A320	2036	5318	329	17504	0,65	2	335	12136,99
DC9/MD 80/90	2283	3863	132	47387	0,6	3	304	12032,21
Boeing 757	1049	6317	224	16412	0,65	2	320	8791,34
Douglas DC3	12655	2420	32	379650	0,55	2	274	8063,68
Boeing 707/720	1010	8250	159	23082	0,55	1,5	274	6228,31
Airbus A300	561	5961	274	10246	0,65	2	289	5721,46
Tupolev 154	900	4810	167	20700	0,65	2	274	5389,73
Boeing 777	748	11263	422	5258	0,65	1	335	4952,07
DC 10	446	9665	300	10225	0,6	1	274	4435,37
Douglas DC8	556	8658	186	12788	0,55	1,5	274	4236,23
Airbus A330	587	9382	324	3562	0,65	1,5	335	3218,29
Lockheed L10	250	8571	308	5000	0,6	1,5	274	2962,01
Airbus A310	255	8121	246	5166	0,65	1,5	320	2930,18
Yakovlev Yak-40	1011	1840	120	20220	0,6	4	289	2817,93
Airbus A340	361	13963	315	3217	0,65	1	335	2803,75
MD 11	200	11420	309	3015	0,65	1	335	2108,20
Ilyushin II-18	600	5100	98	15000	0,55	2	274	2056,23
Airbus A319	1133	5118	133	6730	0,65	2	335	1815,50
Ilyushin II-62	250	8425	151	6250	0,6	1,5	274	1784,27
Tupolev 134	700	2973	69	17500	0,6	3	274	1611,19
Airbus A321	488	4616	203	3323	0,65	2	335	1234,02
DC6	665	6602	65	19950	0,55	1	274	1174,05
DC7	338	7360	102	10140	0,55	1	274	1043,93
Ilyushin II-96	66	10436	309	1320	0,65	1	335	843,46
Ilyushin II-14	1276	1750	26	31900	0,55	4	274	796,19
Fokker 100	283	2836	111	4245	0,65	3	335	794,38
Caravelle	282	3145	96	5640	0,55	3	274	700,56
ATR-72	596	1930	70	5900	0,65	4	335	631,78
Embraer 145	648	2657	50	6480	0,65	3	335	511,75
ATR-42	399	3790	47	4739	0,65	2	335	334,54
Concorde	16	7218	136	384	0,6	1,5	289	89,22
Comet	76	4255	77	760	0,55	2	274	68,29
Airbus A318	66	6000	107	218	0,65	2	335	55,47
Airbus A380	13	15000	555	14	0,65	2	335	46,19

l'entrata in servizio fino al 2008; questo significativo dato risulta fortemente influenzato prima di tutto dall'elevata autonomia chilometrica media, 12.000 chilometri, secondo solo all'Airbus A340 ed inoltre dalla grande capacità passeggeri, 432 in media per i diversi allestimenti, in assoluto la più elevata tra i velivoli fino ad ora realizzati. Il velivolo, cosiddetto *Jumbo*, che per la prima volta è stato realizzato nel 1969 e che continua ad essere prodotto, ha realizzato il maggior numero di RPK tra tutti gli aerei per il trasporto commerciale prodotti.

Subito dopo figurano il Boeing 767 con 21.090 miliardi di RPK e il Boeing 737; questo risultato è stato ottenuto

grazie alla elevata capacità e versatilità del primo e la notevole quantità di velivoli prodotti per il secondo, ben 5890 dal 1967 ad oggi, ma anche alla longevità della produzione stessa che ha visto la realizzazione di sette versioni di questo *medium range airliner* di grande successo. Il Boeing 737 è anche il velivolo più prodotto in era moderna, infatti le sue 5.890 unità prodotte risultano essere seconde solo alle 12.655 del DC3 *Dakota*, la cui esistenza deriva da una trasformazione a usi civili di un velivolo largamente prodotto nel periodo della Seconda Guerra Mondiale.

Il quarto modello, per RPK trasportati sono il Boeing 727, rispettivamente con 14.047 miliardi; quest'ultimo ve-

livolo, al primo posto sino al 1995, per il quale sono stati calcolati all'epoca quasi 13.000 miliardi di RPK, ha significativamente rallentato l'incremento della quantità di passeggeri trasportati a causa della sua uscita di produzione a partire dal 1985.

I primi quattro velivoli della graduatoria sono prodotti dalla Boeing mentre il quinto è l'Airbus A320 con 12.137 miliardi di RPK; subito dopo si nota il velivolo McDonnell-Douglas DC9 che comprende le versioni MD 80 e 90; questo velivolo risulta essere il secondo per pezzi prodotti in epoca moderna con 2.283 unità ed ha realizzato nella sua storia circa 12.032 miliardi di RPK. Il primo velivolo non statunitense della graduatoria è l'Airbus A320, da sottolineare come abbia ottenuto questo risultato in un periodo relativamente breve; il suo ingresso in servizio risale infatti al 1988, attualmente conta ben 2036 velivoli costruiti.

Focalizzando adesso l'attenzione sul Douglas DC3, si nota che, anche se non più in servizio effettivo da più di venti anni, si attesta in una posizione di assoluto rilievo (ottavo posto sino al 2008) con i suoi 8.064 miliardi di RPK, grazie ad una produzione di 12.655 pezzi che non ha confronti; questo velivolo è stato il primo vero *Airliner* della storia dell'aeronautica ed ha consentito lo sviluppo e la costituzione delle prime compagnie aeree moderne. Fino alla fine degli anni settanta era stato il dominatore incontrastato del trasporto passeggeri mondiale, visto che aveva già realizzato tutti gli RPK all'epoca, com'è possibile notare nella tabella relativa al primo step dello studio.

A breve distanza, in undicesima posizione, si trova il Tupolev 154 che ha realizzato fino ad oggi 5.390 miliardi di RPK; il velivolo sovietico è riuscito a guadagnarsi questa posizione grazie a valori di range, produzione e passeggeri mediamente alti ed al grandissimo utilizzo che di tale aeromobile si è fatto nell'ex Unione Sovietica da parte dell'Aeroflot.

Volendo analizzare i dati relativi alla produzione dei due grandi consorzi mondiali solo nel 2008, si registra che il velivolo più prodotto in assoluto sia il Boeing 737 con 290 unità realizzate a fronte dei 209 Airbus A320 consegnati. Nello stesso anno la produzione totale del consorzio europeo si attesta sulle 483 unità, sorpasso avvenuto per la prima volta nella sua storia nel 2003, la Boeing nel 2008 si è fermata a 375 unità realizzate.

In conclusione, dalla tabella si evince come il Concorde, uno dei più famosi velivoli della storia dell'aviazione commerciale, a causa della sua esigua produzione, solo 16 unità, si attesti al penultimo posto della nostra graduatoria confermando la sua destinazione di nicchia non finalizzata ad un vero e proprio trasporto di massa.

Nelle figg. 1 e 2 sono riportate le principali caratteristiche tecniche dei velivoli Airbus e Boeing rispettivamente.

In seguito sono riportati i diagrammi raggruppando in ogni grafico cinque velivoli (scartando il Douglas DC3 in quanto ormai obsoleto), per diverso valore di RPK conseguiti sino al 2008. Nel primo gruppo di aeromobili l'RPK varia tra 10.000 e 20.000, nel secondo gruppo tra i 5.000 e 10.000 ed infine nel terzo gruppo per valori inferiori a 5.000.

Il primo gruppo di velivoli (fig. 3) comprende quattro modelli della Boeing, uno dell'Airbus ed il McDonnell-Douglas DC9. E' possibile notare come il B747 ha sorpassato il B727, solamente negli ultimissimi anni anche se la produzione di quest'ultimo è cessata nel 1984. Questo è accaduto poiché, essendo ancora in servizio, il B747 continua ad incrementare il numero di passeggeri trasportati in giro per il mondo. E' da notare come il B737 dal 1995 al 2008 ha quasi raddoppiato i suoi RPK, questo è avvenuto grazie alla grandissima accelerazione che la sua produzione ha conosciuto a partire dalla seconda metà degli anni ottanta; infatti le prime 1182 unità sono state prodotte dal 1967 al 1985 mentre le restanti 4708 negli ultimi venti anni con un forte tasso di crescita degli RPK chiaramente visibile nel grafico. Tutto ciò è coinciso con la produzione della seconda generazione di B737 iniziata con il B737-300 del 1984; questi veli-



Fig. 1 - Caratteristiche dei velivoli AIRBUS.

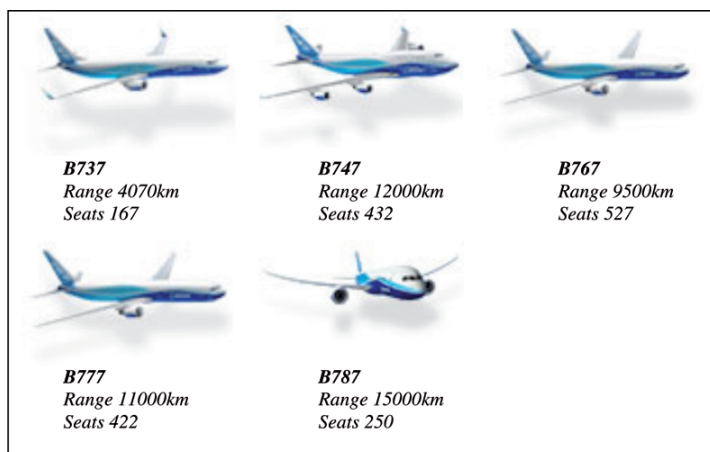


Fig. 2 - Caratteristiche dei velivoli Boeing.

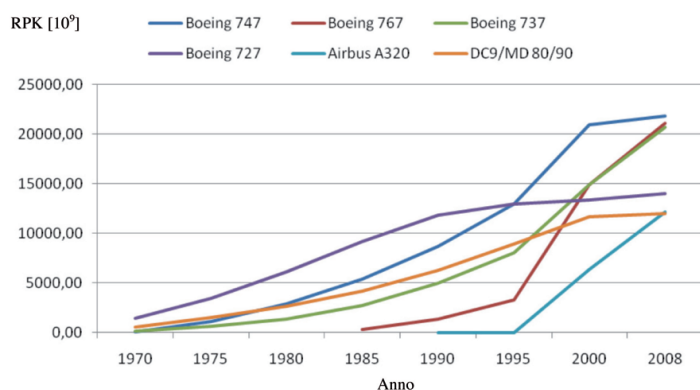


Fig. 3 - Primo gruppo dei vettori più utilizzati.

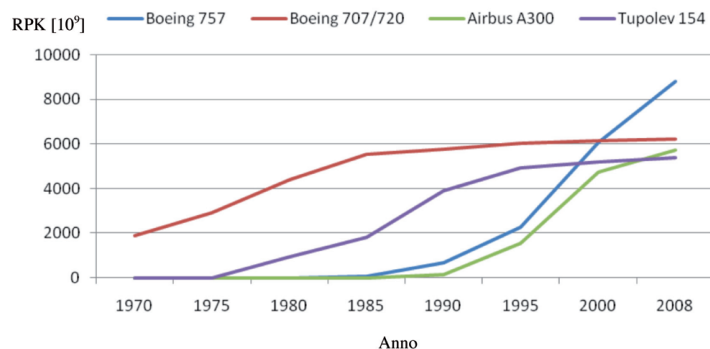


Fig. 4 - Secondo gruppo dei vettori più utilizzati.

voli hanno avuto un notevole successo nel nuovo mercato delle compagnie *Low Cost* che hanno fortemente puntato su questo modello, la sola Ryanair ne possiede 91 e ne ha ordinati 193 che dovranno essere consegnati nei prossimi anni. Fino al 1995 il B737 era solamente il quinto per RPK trasportati superato anche dal più obsoleto B727 e dallo storico DC3; inoltre il tasso di crescita relativo al B727 è notevolmente meno ripido di quello del B737, ma anche degli altri due modelli della casa di Seattle, B747 e B767, ancora adesso in produzione e che quindi continueranno ad operare a lungo. Analogamente a quanto appena esposto, il DC9 presenta una crescita degli RPK realizzata inferiore ai modelli sopraelencati visto che la sua produzione, anche se con diverse configurazioni, è cessata nel 2000, raggiungendo complessivamente le 2283 unità ed un valore degli RPK pari a 12.032 miliardi. Un velivolo che invece presenta un elevato successo è l'A320 il quale, insieme al B737, ha un tasso di crescita elevatissimo rappresentato da una curva molto ripida soprattutto negli ultimi anni. Le 2036 unità prodotte di A320 negli ultimi anni sono, Boeing 737 a parte, il risultato più elevato in assoluto e giustificano questa crescita così marcata.

La fig. 4 analizza un altro gruppo di aeromobili: il Tupolev 154, il Boeing 707, il Boeing 757 ed infine l'Airbus A300 primo velivolo prodotto dal consorzio europeo.

Anche in questo caso è possibile notare come il tasso di crescita dei diversi modelli sia significativamente diverso. Il B707, che fino agli anni ottanta è stato nei primissimi posti, ha un tasso di crescita ormai quasi nullo a causa della sua produzione, continuata con pochissime unità fino al 1994, ma in realtà cessata alla fine degli anni settanta, inoltre nel 2003 solo poco più di quaranta di questi velivoli risultavano in servizio attivo. Il B757 che presenta caratteristiche simili all'A320 ha il tasso di crescita più elevato del secondo gruppo di velivoli. Il primo velivolo realizzato dall'Airbus (A300) risulta essere ancora efficiente

e molto utilizzato per il trasporto passeggeri anche se gli ultimi pezzi prodotti sono soprattutto *freighter*⁽³⁾.

Il terzo ed ultimo gruppo di velivoli (fig. 5) analizzato comprende il McDonnell-Douglas DC10, il Lockheed L10 "Tristar", il Douglas DC8, l'Airbus A310 e A330, ed infine il Boeing 777.

Questi velivoli molto diversi fra loro per dimensioni e caratteristiche tecnologiche hanno raggiunto dei risultati molto simili in termini di RPK trasportati; infatti si va dai 2.930 miliardi dell'Airbus A310 ai 4952 miliardi del B777.

Quest'ultimo insieme all'Airbus 330 presenta un tasso di crescita ancora interessante, che essendo giustificato nel caso dell'Airbus e della Boeing dalla produzione ancora in corso. Anche se di limitata entità il Lockheed L10 presenta un lento tasso di crescita, più di cento velivoli di questo modello operano nei cieli trasportando passeggeri ancora adesso.

5. Conclusioni

I risultati ottenuti mettono in evidenza che gli aeromobili che hanno inciso di più sul trasporto aereo moderno sono, a parte il glorioso Douglas DC3 "Dakota", i modelli 747, 767 e 737 della Boeing. La casa produttrice di Seattle ha un enorme vantaggio soprattutto grazie al lungo periodo da cui opera sul mercato, infatti il primo jet consegnato dalla Boeing nel dopoguerra è stato il 707 nel 1958 mentre il primo prodotto dalla Airbus, unico concorrente, è stato l'A300 del 1974. In quell'anno la Boeing aveva già raggiunto le 2428 unità prodotte complessivamente per quattro diversi modelli. Questo gap pesa ancora molto sul consorzio europeo che però sembra intenzionato a colmarlo il più velocemente possibile. Inoltre, a parte il B747, il velivolo che in assoluto ha raggiunto più RPK, il Boeing 737, sembra destinato a consolidare la sua posizione di assoluto rilievo grazie anche ad una produzione che continua a pieno regime, 290 unità consegnate per il 2008, ed al grande riscontro che ottiene tra le compagnie *Low Cost*, 84 ordinati solo dalla Ryanair. La famiglia dell'A320, che comprende anche A318, A319 ed A321, ha ottenuto 386 ordini per il 2008 restando al disotto del diretto concorrente americano ma comunque raggiungendo un risultato molto positivo (+30%).

⁽³⁾ Aeromobile per il trasporto merci.

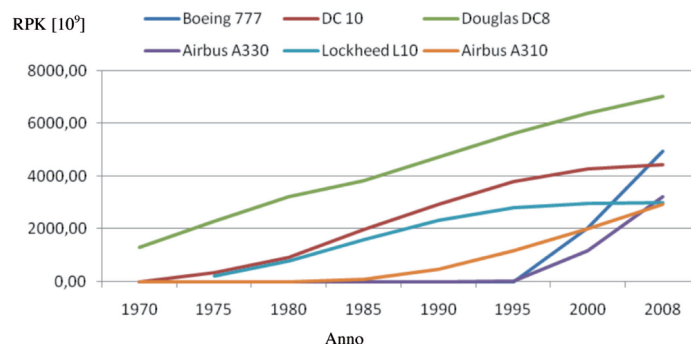


Fig. 5 - Terzo gruppo dei vettori più utilizzati.

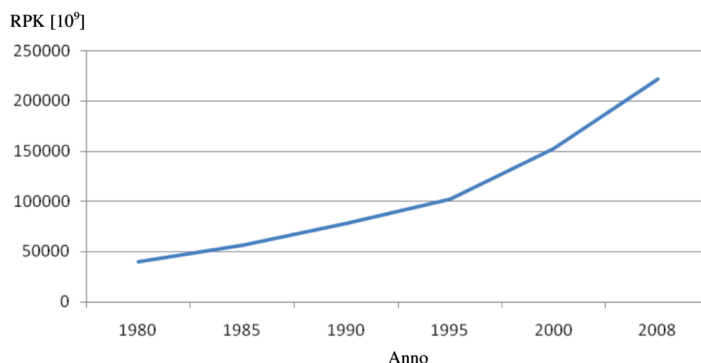


Fig. 6 - Trend RPK totale.

BIBLIOGRAFIA

- [1] AA.VV., "Jane's All The World Aircraft 2004-05", Jane's Information Group Limited.
- [2] Aerospace Industries Association (AIA), 2004 - 41st Annual Year-End Review & Forecast Luncheon.
- [3] Airbus 2003, "Orders and Deliveries 2003", (www.airbus.com).
- [4] Airbus 2004, Global Market Forecast 2004-2023.
- [5] R. BALDWIN, P. KRUGMAN, 1988 - "Industrial policy and international competition in wide bodied jet aircraft", In: BALDWIN R.E. (Ed.), Trade Policy Issues and Empirical Analysis, University of Chicago Press for the NBER.
- [6] C.L. BENKARD, 2000, "Learning and forgetting: the dynamics of aircraft production", American Economic Review 90, pp. 1034-1054.
- [7] C.L. BENKARD, 2004, "A Dynamic Analysis of the market for Wide-Bodied Commercial Aircraft", Review of Economic Studies 71, pp. 581-611.

- [8] Boeing Corporation, 2005, Current Market Outlook – World demand for commercial airplanes. Boeing Commercial Airplane Group Marketing, Seattle, Washington, DC.
- [9] A. BONACCORSI, P. GIURI, 2001, “The long-term evolution of vertically-related industries”, *International Journal of Industrial Organization*, 19, pp. 1053-1083.
- [10] G. BURROWS et al., 2001, “Real-time cost management of aircraft operations”, *Management Accounting Research*, 12, pp. 281-298.
- [11] L. CABRAL, 2000, “R&D co-operation and product market competition”, *International Journal of Industrial Organization*, 18, pp. 1033-1047.
- [12] W. CARLTON, J.M. PERLOFF, 1997, “Organizzazione industriale”, McGraw – Hill.
- [13] P. DASGUPTA, J. STIGLITZ, 1988, “Learning-by-doing, market structure and industrial and trade policies”, *Oxford Economic Papers*, 40, pp. 246-268.
- [14] E. ESPOSITO, 2004, “Strategic alliances and internationalisation in the aircraft manufacturing industry”, *Technological Forecasting & Social Change* 71, pp. 443-468.
- [15] A. FERNANDEZ, D. JACOBS, C. KEATING, P. KAUFFMAN, 2000, “A market attraction model for predicting the US market share of large civil aircraft”, *Journal of Air Transport Management* 6, pp. 3-11.
- [16] W. GIBSON, P. MORRELL, 2004, “Theory and practice in aircraft financial evaluation”, *Journal of Air Transport Management* 10, pp. 427-433.
- [17] J.R. HANSMAN, “Overview of Recent Forces & Trends in the Airline Industry”, MIT International Center for Air Transportation, 2004.
- [18] R.J. HANSMAN, 2003, “Air transportation: the next 100 years – Challenges and Opportunities”, MIT Department of Aeronautics and Astronautics.
- [19] IATA (2005), *Annual Report 2005*, (www.iata.org).
- [20] D.A. IRWIN, N. PAVCNİK, 2004, “Airbus versus Boeing revisited: international competition in the aircraft market”, *Journal of International Economics* 64, pp. 223-245.
- [21] Japan Aircraft Development Corporation, 2002, *Worldwide Market Forecast for Commercial Air Transport 2002-2021*.
- [22] Jet Information Services Inc., *World Jet Inventore Year-end 2004*.
- [23] G. KLEPPER, 1990, “Entry into the market for large transport aircraft”, *European Economic Review*, 34, pp. 775-803.
- [24] N. PAVCNİK, 2002, “Trade Disputes in the Commercial Aircraft Industry”, *World Economy* 25, pp. 733-751.
- [25] A. SCHAFER, D.G. VICTOR, 2000, “The future mobility of the world population”, *Transportation Research Part A*, 34, pp. 171-205.
- [26] R. SHAW, “The Air Transport System A Return to Growth in an Enlarged Europe”, AECMA Annual Convention 2003.
- [27] W.M. SWAN, N. ADLER, 2006, “Aircraft trip cost parameters: a function of stage length and seat capacity”, *Transportation Research Part E*, 42, pp. 105-115.
- [28] The Boeing Company (2003), *Orders and Deliveries 2003*, (<http://www.boeing.com/>).
- [29] W.-H. TSAI, L. KUO, 2004, “Operating costs and capacity in the airline industry”, *Journal of Air Transport Management*, 10, pp. 271-277.
- [30] US International Trade Commission, 1998 – The changing structure of the global large civil aircraft industry and market: implications for the competitiveness of the US industry. US international Trade Commission, Publication 3143. Washington, DC.