

INDICE

1. INTRODUZIONE	2
2. SCOPO DEL LAVORO	5
3. MATERIALI E METODI	7
3.1 <i>Applicazione web</i>	7
3.2 <i>Tecnologie utilizzate</i>	8
3.3 <i>Classificazione del traffico aereo</i>	13
4. SITO E PAGINE WEB	16
4.1 <i>Struttura del sito</i>	16
5. TRAFFICO AEREO NAZIONALE	24
5.1 <i>Classificazione dello spazio aereo</i>	25
5.2 <i>Lo sviluppo del controllo del traffico aereo</i>	33
5.3 <i>L'evoluzione in Italia paragonata a quella negli USA</i>	35
5.4 <i>Enti ATC</i>	38
5.5 <i>Controllo d'area</i>	38
5.6 <i>Controllo di torre e avvicinamento</i>	39
5.7 <i>Funzioni degli enti ATC</i>	41
5.8 <i>Principali norme di traffico aereo</i>	42
5.9 <i>Aeroporto di Pisa</i>	43
6. DISCUSSIONE	46
7. CONCLUSIONI	51
BIBLIOGRAFIA	54

1. INTRODUZIONE

Negli ultimi anni si è assistito ad uno sviluppo delle ICT (*Information and Communication Technology*) e delle relative applicazioni come fulcro funzionale allo sviluppo. A partire dalle prime innovazioni tecnologiche si denota come l'impatto di internet abbia suscitato notevoli migliorie sia nel campo della gestione/progettazione che nel campo economico.

L'obiettivo di questa tesi è la progettazione e lo sviluppo di una web application attinente all'analisi del traffico aereo sul territorio nazionale italiano, mediante studio dei flussi di movimenti, numero passeggeri e cargo dal 2007 al 2017.

InfoFlightIta (Information for Flights in Italy) è il nome che ho scelto per la *Web app* che ha lo scopo di analizzare, in modo sintetico e visivamente immediato, il traffico aereo nazionale.

La presenza di una rete di scali aeroportuali efficiente rappresenta un fattore cruciale per il sistema economico nazionale, non soltanto in ragione della domanda di mobilità soddisfatta (nel 2014 il traffico passeggeri in Italia ha superato i 150 milioni di unità), ma soprattutto per l'elevato impatto economico connesso alla presenza di infrastrutture aeroportuali e per il ruolo

che il vettore aereo svolge nel garantire un adeguato livello di connettività tra i territori (1).

Il sistema aeroportuale italiano, pur essendo sostanzialmente in linea per numero di scali e volumi di traffico con quello di altri Paesi europei di dimensioni comparabili, si caratterizza per la presenza di un numero molto elevato di aeroporti di medie dimensioni. Tale circostanza riflette sicuramente il ruolo significativo che il trasporto aereo assume in Italia in quanto elemento che garantisce l'accessibilità di ampie porzioni di territorio nazionale altrimenti difficilmente raggiungibili. Tuttavia, se da una parte questo fenomeno appare riconducibile ad elementi geografici (una penisola lunga e stretta con un'orografia complessa e un territorio insulare esteso), dall'altra troppo spesso sembra il riflesso dell'inadeguatezza delle infrastrutture viarie e ferroviarie, soprattutto lungo alcune direttrici. Questa peculiarità, che in passato non assumeva carattere di criticità, può rappresentare oggi un elemento di fragilità. Se nella fase precedente alla liberalizzazione del mercato aereo, infatti, il rapporto tra i gestori e le compagnie di bandiera, entrambi di proprietà pubblica, non rispondeva spesso a criteri di carattere industriale, nella struttura di mercato che si delinea per effetto della liberalizzazione, la condotta dei gestori è significativamente influenzata dal rapporto con le compagnie aeree e dalla capacità di attrarre nel proprio scalo passeggeri e merci (1-2).

Questo nuovo scenario ha determinato un mutamento strutturale nell'assetto di mercato, ridefinendo le relazioni tra gestori degli scali e vettori. Di fatto, il carattere di monopolio tradizionalmente associato alla gestione aeroportuale appare oggi in alcuni casi affievolito e, per i piccoli scali, si ravvisa un assetto di mercato più prossimo a un monopolio della domanda. Ad orientare il modello verso il monopolio o il monopsonio concorrono la dimensione degli aeroporti e la rilevanza "trasportistica" degli scali: aeroporti localizzati su bacini di traffico ampi e ben collegati al territorio, infatti, rappresentano asset di per sé attrattivi per le compagnie aeree, mentre nel caso dei piccoli aeroporti cresce il potere negoziale del vettore.

1. SCOPO DEL LAVORO

Lo scopo del lavoro è stato quello di realizzare una web application in grado di analizzare il traffico aereo sul territorio nazionale italiano dal 2007 al 2017.

In particolare, l'*obiettivo primario* dello studio è stato quello di analizzare il traffico aereo mediante studio dei flussi di movimenti, numero passeggeri e cargo in tutti gli aeroporti presenti sul territorio nazionale italiano.

L'*obiettivo secondario* dello studio è stato quello di stimare, alla luce dei dati analizzati, delle potenziali future estensioni dell'applicazione.

L'attenzione a questa tematica deriva, oltre che da motivi personali (essendo un dipendente della Società Aeroportuale Toscana), prevalentemente dall'importanza che infrastrutture aeroportuali hanno sull'impatto economico della nazione stessa. E' infatti noto che l'adeguatezza delle infrastrutture aeroportuali, in termini sia di capacità, sia di dislocazione sul territorio, deve essere valutata in funzione delle dimensioni attuali e attese dei flussi di traffico. La presenza sul territorio di scali aeroportuali adeguatamente dimensionati e interconnessi è in grado di produrre un beneficio significativo in termini di occupazione, valore aggiunto e PIL. A livello europeo l'impatto economico della rete aeroportuale sul PIL è stimato pari al 4,1% (3). A tale quantificazione si giunge considerando diverse tipologie di impatto:

- *l'impatto economico diretto*, ovvero l'occupazione, il reddito e il valore aggiunto generati dalle attività direttamente legate alla gestione aeroportuale. In questa categoria ricadono ad esempio le attività connesse a vettori, controllori del traffico aereo, aviazione generale, handler, sicurezza, dogane, manutenzioni;
- *l'impatto economico indiretto*, in questo aggregato sono considerate anche tutte le attività che si collocano a valle della filiera della gestione aeroportuale e dell'aviazione in generale. È il caso ad esempio delle compagnie petrolifere per la quota riconducibile ai carburanti avio, delle agenzie di viaggio o del catering (4).

2. MATERIALI E METODI

In questo capitolo verranno affrontati gli approcci metodologici utilizzati per costruire l'applicazione web.

3.1 Applicazione web

Una applicazione web è una applicazione client/server per un ambiente *state less*, cioè senza memoria, che utilizza le tecnologie internet. Con il termine Web app si descrive un'applicazione accessibile via web per mezzo di una network, come ad esempio una Intranet o attraverso la rete Internet. Pertanto, saper programmare per il web significa conoscere i diversi meccanismi e strumenti per conservare o passare i dati, detti parametri, tra le diverse pagine dell'applicazione web. In pratica una *Web-application*, è un programma che non necessita di essere installato nel computer in quanto esso si rende disponibile su un server in rete e può essere fatto funzionare attraverso un normale Web browser (es. Google Chrome, Mozilla, Firefox, Opera, etc.) in posizione di client (5). Il client, dopo aver instaurato una connessione con il server, invia la richiesta per un servizio; il server dopo aver elaborato i dati necessari rende disponibile al client il servizio richiesto. A differenza dei siti web statici (HTML), l'applicazione web viene realizzata con una o più tecnologie (PHP, Ajax, Servlet, Database, etc.) che permettono la creazione di

un sito dinamico, cioè di un sito nel quale il contenuto delle pagine varia durante l'interazione.

Le applicazioni Web si pongono come valida alternativa alle tradizionali applicazioni Client/Server per vari motivi:

- facilità di distribuzione e aggiornamento: un'applicazione Web risiede interamente sul server, per cui la sua pubblicazione coincide con la distribuzione e l'aggiornamento ed è automaticamente disponibile a tutti gli utenti;
- accesso multiplatforma: l'accesso all'applicazione è indipendente dall'hardware e dal sistema operativo utilizzato dagli utenti;
- riduzione del costo di gestione: l'uso di Internet come infrastruttura per un'applicazione Web riduce notevolmente sia i costi di connettività che i costi di gestione dei client;
- scalabilità: un'applicazione Web ben progettata può crescere insieme alle esigenze dell'azienda senza particolari problemi.

3.2 Tecnologie utilizzate

In questa sezione sono descritte in dettaglio le tecnologie utilizzate per la realizzazione dell'applicazione (6). Lo studio di esse ha occupato una parte rilevante del mio lavoro in quanto sono tecnologie di nuova generazione.

- *HTML*

HTML (*Hypertext Markup Language* - linguaggio di marcatura di Iper testi) è il linguaggio per creare pagine ipertestuali (pagine web). HTML non è come un linguaggio di programmazione ma un semplice sistema di contrassegno, i cui TAG vengono riconosciuti ed interpretati dai browser web. Questo potente mezzo di comunicazione consente di visualizzare i contenuti delle pagine nella veste grafica preferita e permette l'introduzione di elementi multimediali (suoni, immagini, filmati ecc.) nonché la consultazione di documenti in modo non sequenziale. I documenti HTML sono spesso chiamati "Pagine Web", in pratica un file in formato HTML è un file che, oltre a contenere il testo che verrà visualizzato dal browser, contiene anche dei comandi (racchiusi sempre tra i simboli "<" e ">" chiamati "tag") che associano al testo un particolare attributo. Gli elementi del linguaggio vengono detti *mark up tag* o semplicemente *tag*: essi di solito sono utilizzati a coppie, e possono contenere uno o più attributi. Generalmente l'aspetto di un tag è il seguente

<nome tag> Testo influenzato dal tag</nome tag>

Una pagina in codice HTML può essere redatta con un semplice editor di testi e salvata con estensione .html o .htm. Quando il browser (Mozilla, Firefox, Google, Chrome ecc.) carica un file HTML, legge e interpreta i tag in esso contenuti e presenta il risultato di tale elaborazione sullo schermo. Poiché i file sono soggetti all'interpretazione del browser può succedere che alcune parti del testo o alcune sue particolari formattazioni possano essere interpretate in modo diverso da browser differenti. Nella costruzione del presente sito sono stati utilizzati tag standard HTML5, ovvero della versione più recente di HTML. L'utilizzo di questa versione consente di avere un ambiente più vasto per sviluppare il progetto.

- *JAVASCRIPT*

Javascript è un linguaggio di *scripting* per applicazioni client, server che aggiunge elementi interattivi alle pagine web (HTML) con la possibilità di interfacciarsi a database o di gestire i file. Linguaggio di *scripting* sta ad indicare che i programmi creati in Javascript sono interpretati e non compilati, quindi non possono essere eseguiti direttamente dal sistema operativo, ma è necessario disporre di un browser che possa interpretare ed eseguire le istruzioni. L'utilizzo

principale di Javascript riguarda l'ottimizzazione di pagine HTML, per creare pagine dinamiche e interattive. Javascript è un linguaggio dinamico orientato agli oggetti; esso ha tipi e operatori, oggetti nucleo, e metodi. La sua sintassi deriva dai linguaggi Java e C, quindi molte strutture da questi linguaggi ricorrono anche in Javascript. Per poter scrivere codice Javascript è sufficiente un editor di testo da salvare con estensione.js per poter essere richiamato nelle pagine HTML, oppure si può essere inserire codice Javascript direttamente all'interno dei le HTML utilizzando gli opportuni tag: `<script type=text/javascript>codice Javascript</script>`.

Per la realizzazione di questo progetto è stata utilizzata sia la libreria standard di Javascript che le librerie come jQuery. Le librerie di Javascript consentono di velocizzare il processo di sviluppo, fornendo molteplici funzioni utili alla creazione.

Ciascun grafico del sito è stato realizzato basandosi sul *framework Highchart*, che rappresenta uno dei frame work più celebri, utilizzato per generare grafici e mappe interattive. Il *framework* è prevalentemente basato sulla libreria jQuery; inoltre per ottenere i grafici più adatti al sito sviluppato, sono state apportate numerose modifiche a quelli che sono gli elementi standard del *framework*. Nella realizzazione del progetto sono state infine utilizzate anche altre

tecnologie, basate su Javascript, come ad esempio JSON (JavaScript Object Notation) che costituisce un formato adatto all'interscambio di dati fra applicazioni client/server.

- *CSS*

Nel progetto sono stati utilizzati i CSS o fogli di stile a cascata (dall'inglese Cascading Style Sheet). La loro caratteristica fondamentale è la possibilità di separare i contenuti dalla formattazione e imporre una programmazione più chiara e facile da utilizzare, sia per l'autore che per l'utente. Una pagina web è formata fundamentalmente da due elementi: i contenuti veri e propri che la pagina intende fornire e la formattazione, cioè l'aspetto con cui i contenuti saranno mostrati all'utente. Per la realizzazione del sito è stata utilizzata la versione 3 di CSS. Il sito è peraltro totalmente responsivo, cioè adatto all'utilizzo su qualsiasi dispositivo, sia fisso che mobile, oltre che per ogni dimensione di schermo (sia orizzontale che verticale).

- *PHP*

PHP (acronimo ricorsivo di *Hypertext Preprocessor*) è un linguaggio di *scripting* interpretato (non compilato) server-side, con licenza open

source, originariamente concepito per la realizzazione di pagine Web dinamiche. Attualmente è utilizzato principalmente per sviluppare applicazioni Web. Il codice PHP viene usato per generare dinamicamente i documenti HTML che il client deve ricevere e visualizzare nel browser. Nel progetto è stato utilizzato il database MySQL, contenente tutte le informazioni rilevanti (i.e. movimenti, passeggeri, cargo...). Utilizzando il linguaggio PHP, ogni volta che la pagina si ricarica oppure ogni volta che il cliente clicca su un istogramma, il sito chiama una API nel formato .php la quale prende l'informazione adatta e risponde nel formato JSON alla richiesta.

3.3 Classificazione del traffico aereo

Ai fini dell'identificazione del campo di osservazione, ogni Stato membro classifica gli aeroporti comunitari ubicati nel proprio territorio in 4 categorie, sulla base del volume annuo di traffico espresso in termini di unità di passeggeri:

- gli aeroporti che hanno un traffico inferiore a 15.000 unità di passeggeri appartengono alla categoria 0;
- quelli con un traffico compreso tra le 15.000 e le 150.000 unità appartengono alla categoria 1;

- alla categoria 2 appartengono gli aeroporti che hanno un traffico compreso tra 150.000 e 1.500.000 unità di passeggeri;
- alla categoria 3 quelli con un traffico superiore a 1.500.000 di unità di passeggeri (7-8).

Il campo di osservazione dell'indagine è costituito in questo caso dai movimenti registrati negli aeroporti nazionali di aerei italiani e stranieri e del relativo carico trasportato (passeggeri o merci). Si fa riferimento, cioè, ai movimenti dell'aviazione civile commerciale - voli di linea e non di linea (charter e aerotaxi) -, ai movimenti dell'aviazione generale commerciale (servizi pubblicitari etc.) e ai movimenti dell'aviazione generale non commerciale (voli privati, di addestramento, di posizionamento, etc.). I voli di stato sono esclusi dal campo di studio della tesi, oltre agli aeroporti di categoria 0. La Fig. 1 riassume le caratteristiche infrastrutturali dei principali aeroporti italiani (3).

AEROPORTI	Area sedime (ha)	Distanza da città (Km.)	Area parcheeggio aerei (mq.)	N. piste	Pista 1		Pista 2		Pista 3		Pista 4	
					Lungh.	Largh.	Lungh.	Largh.	Lungh.	Largh.	Lungh.	Largh.
Alghero-Fertilia	246	10	45.360	1	3.000	45	-	-	-	-	-	-
Ancona-Falconara	202	13	53.000	1	2.990	45	-	-	-	-	-	-
Bari-Palese	215	12	52.000	1	2.440	45	-	-	-	-	-	-
Bergamo-Orio al Serio	300	5	176.000	2	2.937	45	750	18	-	-	-	-
Bologna-Borgo Panigale	200	6	110.000	1	2.450	45	-	-	-	-	-	-
Brindisi-Casale	250	3	56.000	2	2.628	45	1.940	50	-	-	-	-
Cagliari-Elmas	64	9	76.000	1	2.805	45	-	-	-	-	-	-
Catania-Fontanarossa	210	4,5	104.300	1	2.490	45	-	-	-	-	-	-
Firenze-Peretola	115	4	78.000	1	1.650	30	-	-	-	-	-	-
Forlì	210	4	29.950	1	2.410	45	-	-	-	-	-	-
Genova-Sestri	168	7	184.000	1	2.925	45	-	-	-	-	-	-
Lamezia Terme	236	1	70.000	2	2.400	45	1.860	45	-	-	-	-
Lampedusa	90	0,5	21.600	1	1.800	45	-	-	-	-	-	-
Marina di Campo	8	2,5	8.500	1	1.110	23	-	-	-	-	-	-
Milano-Linate	385	8	304.000	2	2.440	60	600	22	-	-	-	-
Milano-Malpensa	1.244	48	1.396.000	2	3.920	60	3.920	60	-	-	-	-
Napoli-Capodichino	200	5,5	122.000	1	2.650	45	-	-	-	-	-	-
Olbia-Costa Smeralda	179	4	89.500	1	1.446	45	-	-	-	-	-	-
Palermo-Punta Raisi	150	37	145.000	2	3.420	60	2.150	45	-	-	-	-
Pantelleria	90	5	8.400	2	1.804	45	1.232	30	-	-	-	-
Perugia-S.Egidio	176	11	110.000	1	1.856	45	-	-	-	-	-	-
Pescara	163	4	48.450	1	2.430	45	-	-	-	-	-	-
Pisa-San Giusto	360	2	61.000	2	2.993	46	1.497	45	-	-	-	-
Reggio di Calabria	144	5	14.400	2	2.119	45	1.835	45	-	-	-	-
Rimini	330	8	60.000	1	2.541	45	-	-	-	-	-	-
Roma-Ciampino	220	15	90.000	1	2.197	45	-	-	-	-	-	-
Roma-Fiumicino	1.605	34	797.250	4	3.900	60	3.295	45	3.900	60	3.800	45
Torino-Caselle	288	15	175.000	1	3.300	60	-	-	-	-	-	-
Trapani-Birgi	123	13	32.000	1	2.437	45	-	-	-	-	-	-
Treviso-Sant'Angelo	120	3	60.000	1	2.420	46	-	-	-	-	-	-
Trieste-Ronchi dei Legionari	242	33	55.000	1	3.000	45	-	-	-	-	-	-
Venezia-Tessera	330	12	123.000	2	3.300	45	2.780	45	-	-	-	-
Verona-Villafranca	340	10	66.000	1	2.657	45	-	-	-	-	-	-

Fig 1. Infrastrutture dei principali aeroporti italiani.

4. SITO E PAGINE WEB

Nel seguente capitolo verranno illustrate le singole pagine dell'applicazione web che è possibile consultare.

4.1 Struttura del sito. Il sito è in formato *one page website*, ovvero tutti gli elementi del sito si trovano in una stessa pagina, cioè l'home page. Facendo *scrolling* oppure usando il *menù*, è possibile esplorare le diverse sezioni del sito.

- **Benvenuti:** Corrisponde alla prima parte del sito, dalla quale cliccando su *scopri di più* oppure facendo *scrolling* è possibile accedere alle singole parti di analisi dei dati (movimenti, passeggeri e cargo)

- **Analisi dei dati:** accedendo a ciascuna parte (movimenti, passeggeri e cargo) è possibile visualizzare un istogramma che riassume il numero totale (di voli, passeggeri o cargo) per anno, dal 2007 al 2017. Inoltre, cliccando su ciascuna colonna dell'istogramma, è possibile visualizzare un grafico a torta che riassume in termini percentuali il contributo di ciascun aeroporto.

- **Risultati:** accedendo alla sezione risultati vengono evidenziati dei *bullet points* che riassumono le informazioni riguardanti gli aeroporti con il maggior numero di passeggeri, cargo e movimenti.

- **About:** pagina che descrive le informazioni salienti derivate dall'applicazione e le motivazioni del lavoro.

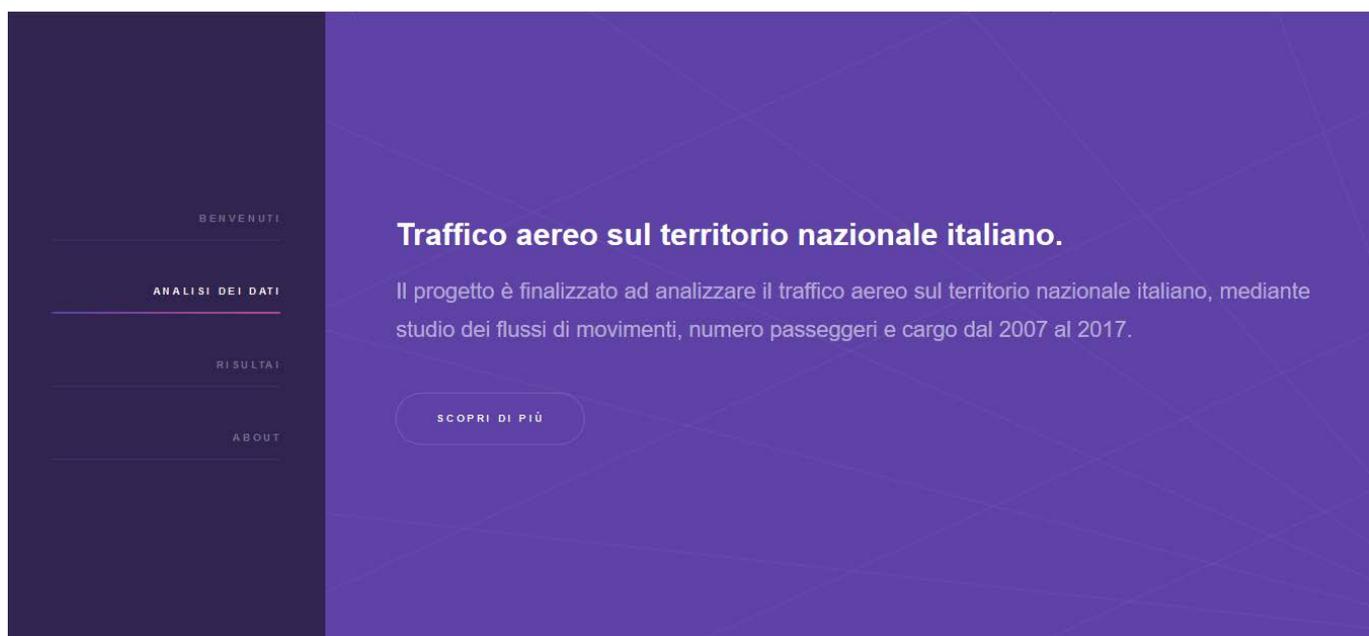


Fig. 2. Home page del sito.

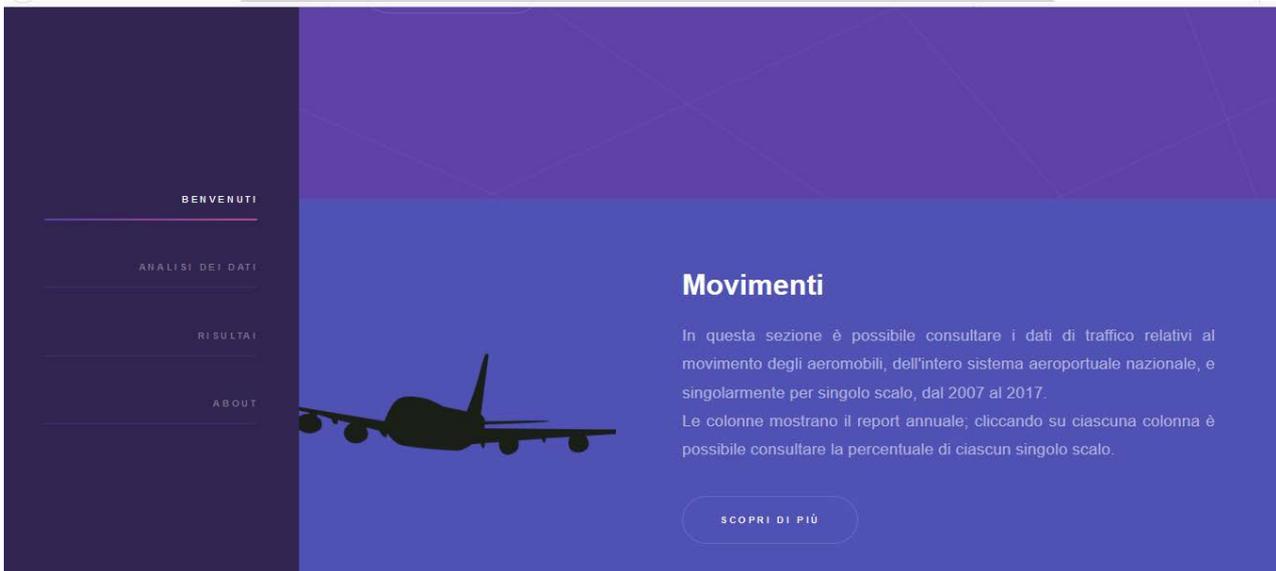


Fig. 3. Pagina Movimenti.



Fig. 4. Distribuzione dei movimenti sul territorio nazionale italiano dal 2007 al 2017.

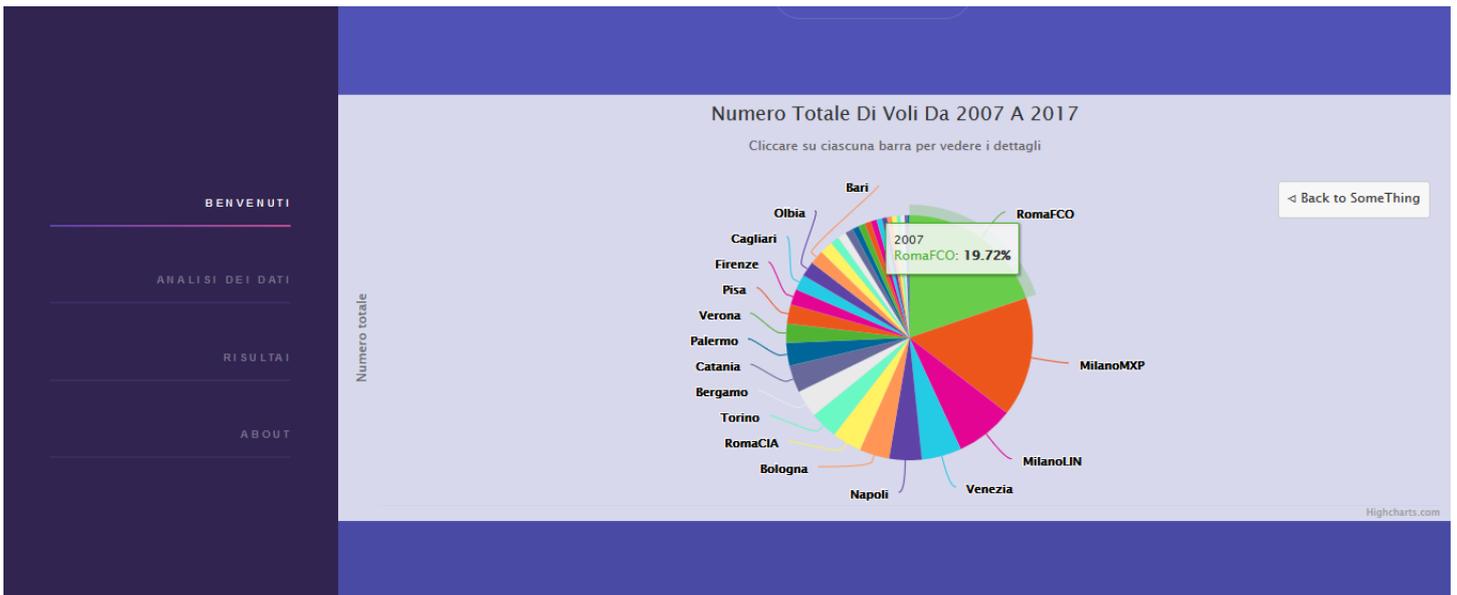


Fig. 5. Contributo di ciascun aeroporto nazionale sul numero totale di movimenti nel 2007.

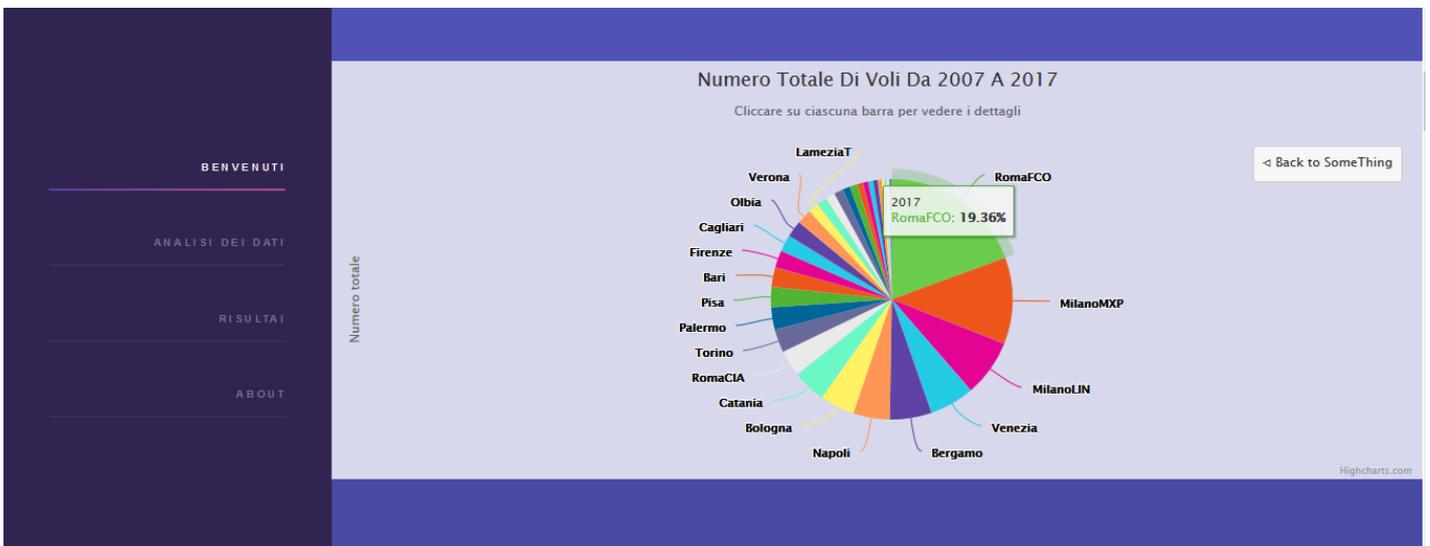


Fig. 6. Contributo di ciascun aeroporto nazionale sul numero totale di movimenti nel 2017.



Fig. 7. Pagina Passeggeri.

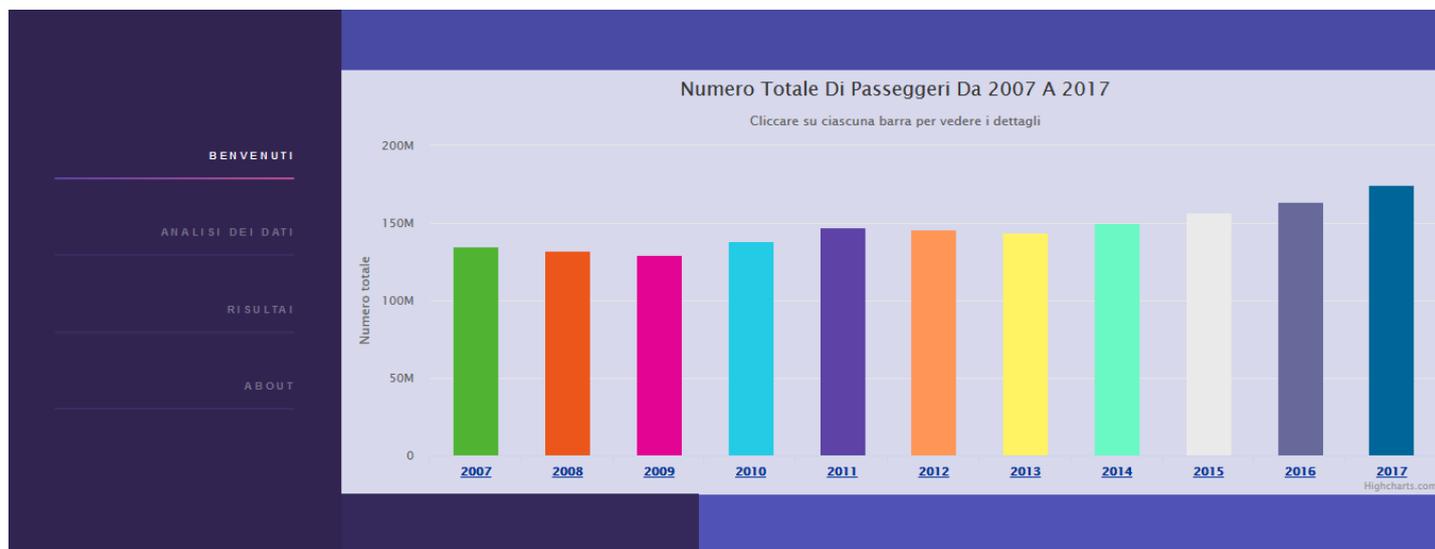


Fig. 8. Distribuzione del numero dei passeggeri sul territorio nazionale italiano dal 2007 al 2017.

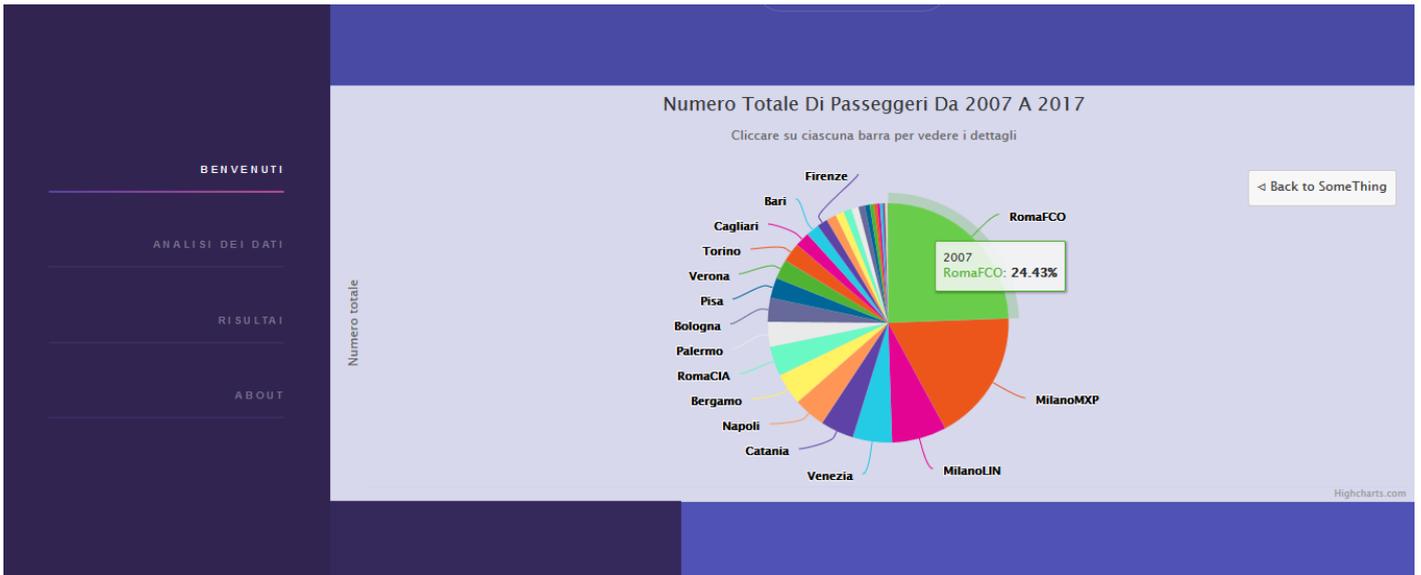


Fig. 9. Contributo di ciascun aeroporto nazionale sul numero totale di passeggeri nel 2007.

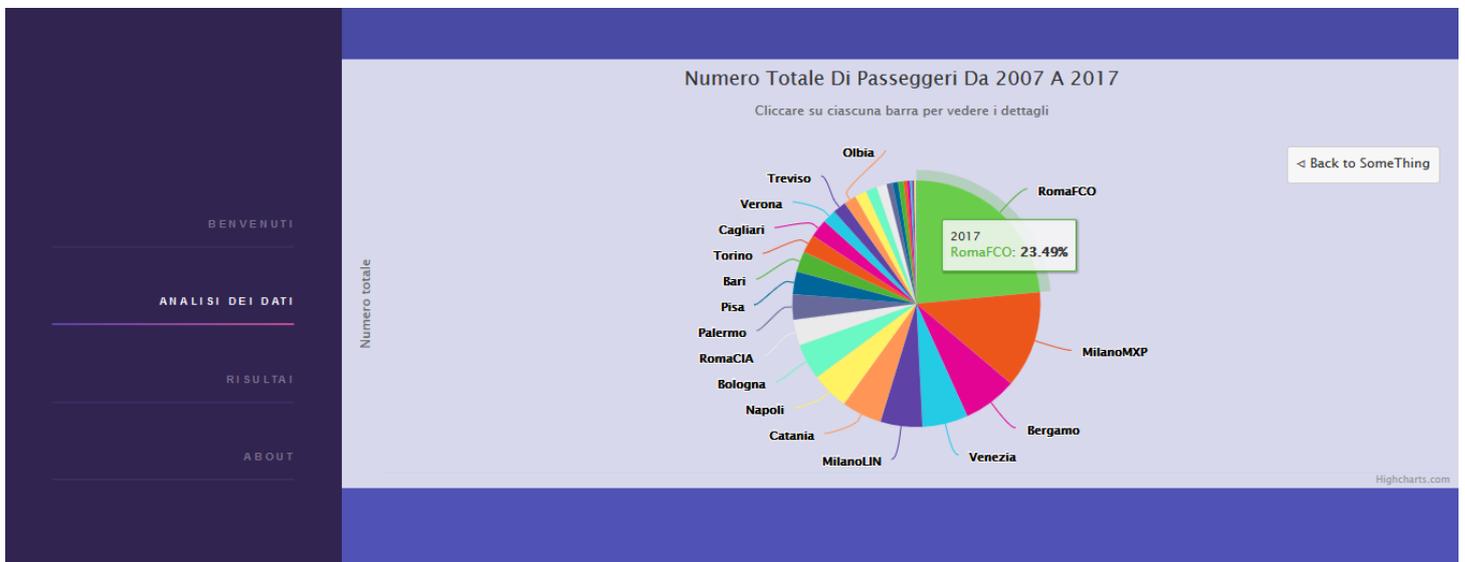


Fig. 10. Contributo di ciascun aeroporto nazionale sul numero totale di passeggeri nel 2017.



Fig. 11. Pagina Cargo.

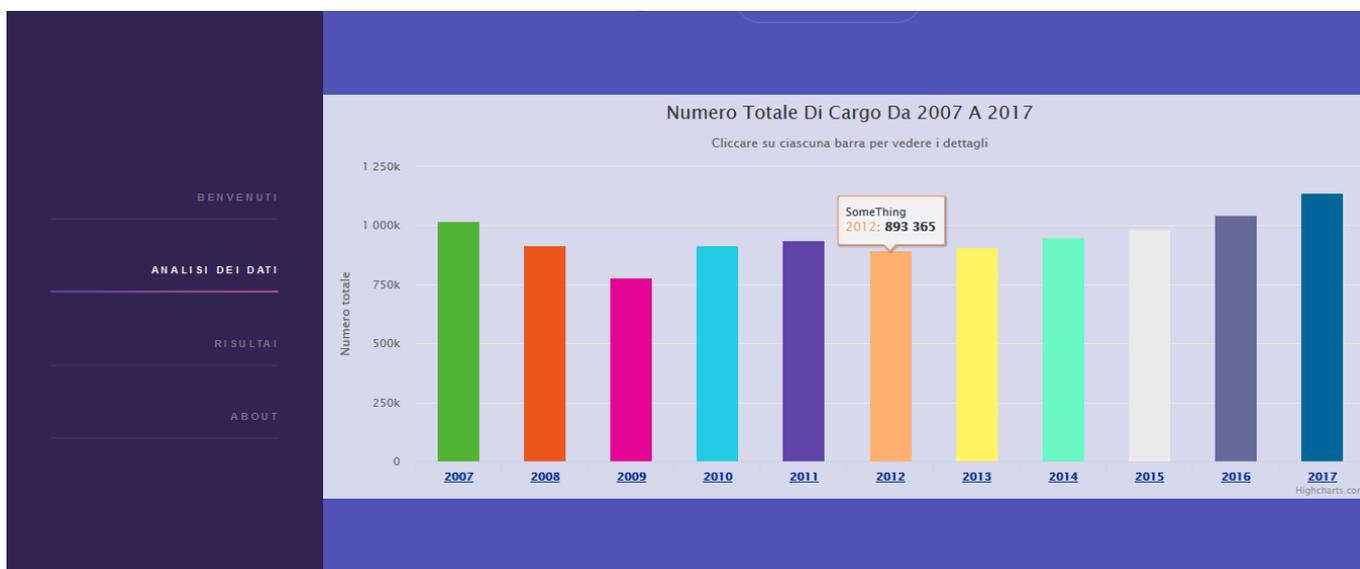


Fig. 12. Distribuzione del cargo sul territorio nazionale italiano dal 2007 al 2017

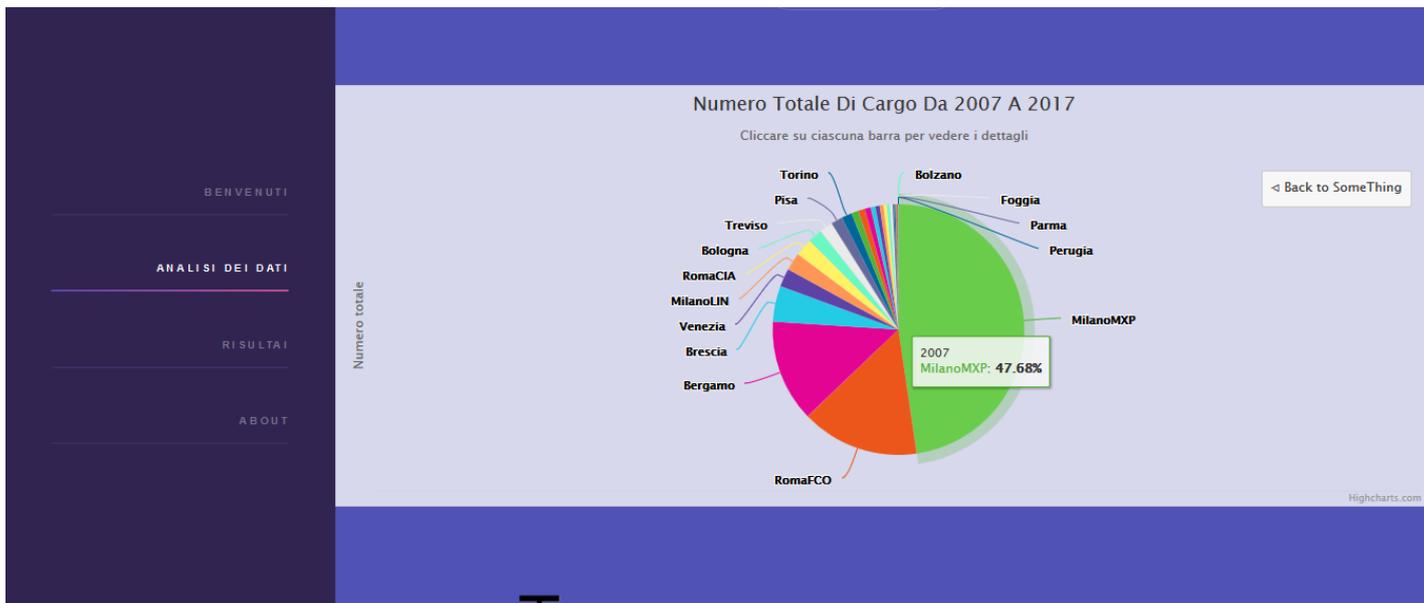


Fig. 13. Contributo di ciascun aeroporto nazionale sul cargo nel 2007.

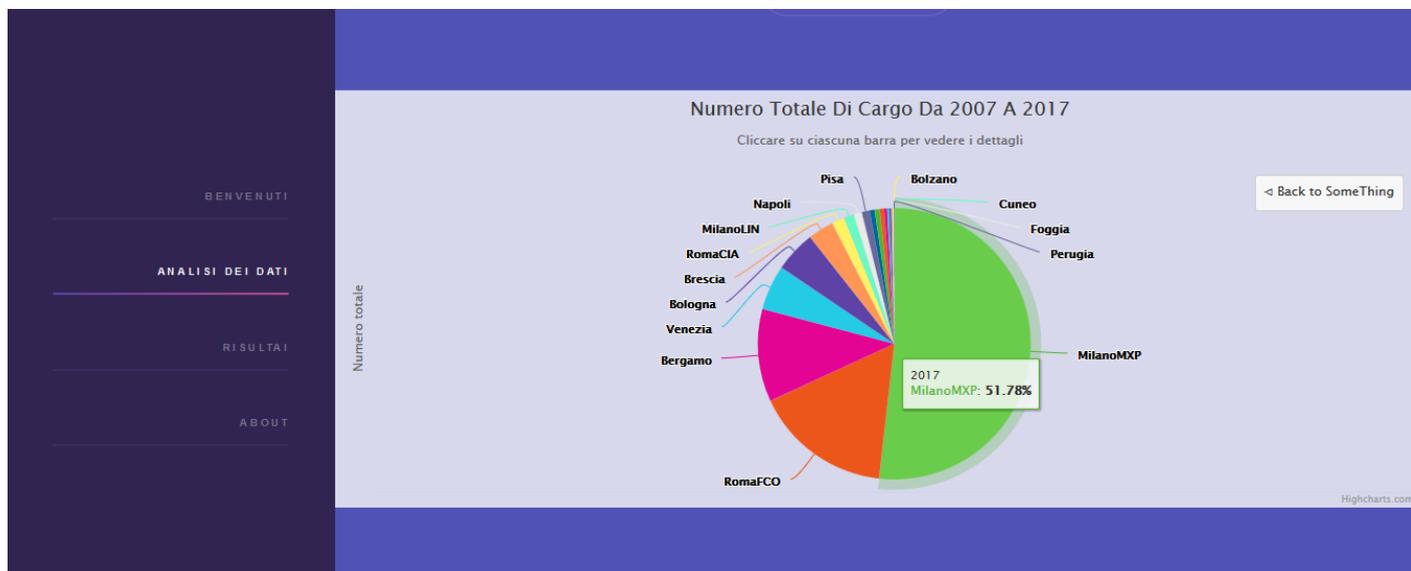


Fig. 14. Contributo di ciascun aeroporto nazionale sul cargo nel 2017.

5. TRAFFICO AEREO NAZIONALE

Il controllo del traffico aereo (ATC - *Air Traffic Control*) è quell'insieme di regole ed organismi che contribuiscono a rendere sicuro, spedito e ordinato il flusso degli aeromobili al suolo e nei cieli di tutto il mondo attraverso l'applicazione di opportune procedure e l'utilizzo di sistemi di comunicazione e, quando disponibili, di sistemi radar di sorveglianza (10-11).

Gli obiettivi del controllo del traffico aereo sono:

- ✓ prevenire le collisioni tra aeromobili sia in volo che a terra;
- ✓ prevenire le collisioni tra aeromobili ed ostacoli presenti nelle aree di manovra degli aeroporti;
- ✓ rendere spedito e mantenere ordinato il flusso del traffico aereo;
- ✓ fornire consigli ed informazioni utili per una sicura ed efficiente condotta dei voli;
- ✓ notificare agli appropriati enti notizie ed informazioni riguardanti aeromobili che necessitano del servizio di ricerca e soccorso ed assistere tali enti come richiesto.

Il servizio di controllo del traffico aereo deve essere fornito:

- a tutti i voli *Instrument Flight Rules* (IFR) negli spazi aerei di classe A, B, C, D, E;
- a tutti i voli *Visual Flight Rules* (VFR) negli spazi aerei di classe B, C, D;
- a tutto il traffico d'aeroporto sugli aeroporti controllati.

In Italia, gli enti che erogano i servizi di controllo del traffico aereo sono l'ENAV e l'Aeronautica Militare.

5.1 Classificazione dello spazio aereo

La classificazione dello spazio aereo sopra ogni nazione prevede la sua suddivisione in spazi aerei più piccoli, individuati dai limiti sia territoriali che altimetrici (10).

Lo spazio aereo verticale è poi suddiviso in spazio inferiore, fino al livello di volo 195 (19.500 ft = 5940m), e spazio aereo superiore, dal livello 200 (20.000 ft = 6000m) in su. Inoltre sopra ogni aeroporto vi sono due o tre spazi concentrici per proteggere il traffico in zona: il più piccolo è detto *Aereo Drome Traffic Zone* (ATZ), che è contenuto nel CTR, e talvolta alla confluenza di più grandi aeroporti c'è la *Terminal Control Area* (TMA). Alcune aerovie sono anche spazi aerei. A questi vanno aggiunti spazi causati da esigenze particolari, come zone pericolose.

Ognuno di questi spazi è caratterizzato da regole ben determinate. Per non dover descrivere ogni spazio singolarmente, a ognuno viene assegnata una lettera dalla A alla G, che determina le regole vigenti in quello spazio.

Sono previste sette classi di spazio aereo; ogni classe prevede la fornitura di specifici Servizi del traffico aereo.

Le classi sono nominate:

A - B - C - D - E - F - G

Lo spazio A è quello in cui vigono regole e controlli più severi, quello G è il più libero.

Di seguito è illustrato in modo molto schematico quali servizi del traffico aereo sono previsti per ciascuna classe di spazio aereo e quali sono i requisiti da rispettare per potervi accedere.

Nella terminologia aeronautica vengono definiti "spazi aerei controllati" quegli spazi aerei entro cui è fornito il Servizio di controllo del traffico aereo, cioè gli spazi A, B, C, D, E e "spazi aerei non controllati" quelli entro cui è non fornito, cioè F e G.

A dispetto del termine quindi, spazio aereo "non controllato" non indica una fetta di cielo abbandonata e senza regole, bensì uno spazio aereo entro cui sono forniti sempre il Servizio Informazioni Volo e - con alcune eccezioni -

il Servizio di allarme, più eventualmente il Servizio consultivo del traffico aereo.

A seguito della descrizione che segue si potrà quindi dedurre che sono spazi aerei controllati quelli classificati come A, B, C, D o E, mentre sono spazi aerei non controllati quelli classificati come F o G.

Spazio aereo di classe A

- Spazio aereo controllato.
- Volò secondo le Regole del volo strumentale (IFR - Instrumental Flight Rules): Consentito.
- Volò secondo le Regole del volo a vista (VFR - Visual Flight Rules): Non consentito.
- Separazione ATC: Applicata tra tutti gli aeromobili.
- Servizi forniti: Servizio di controllo del traffico aereo, Servizio Informazioni Volo e Servizio di allarme.
- Condizioni minime di visibilità e distanza dalle nubi: Applicate in accordo alla classe di spazio aereo.
- Contatto radio: Obbligatorio.
- Autorizzazione all'ingresso: Necessaria.
- Transponder: Obbligatorio, attivo in modalità A e C.

Spazio aereo di classe B

- Spazio aereo controllato.
- Volo IFR: Consentito.
- Volo VFR: Consentito.
- Separazione: Applicata tra tutti gli aeromobili.
- Servizi forniti: Servizio di controllo del traffico aereo, Servizio Informazioni Volo e Servizio di allarme.
- Condizioni minime di visibilità e distanza dalle nubi: Applicate in accordo alla classe di spazio aereo.
- Limite di velocità: Non previsto
- Contatto radio: Obbligatorio.
- Autorizzazione all'ingresso: Necessaria.
- Transponder: Attivo in modalità A e C.

Spazio aereo di classe C

- Presente nell'ATZ e CTR di alcuni aeroporti di media importanza, in alcune TMA e in altre aree.
- Spazio aereo controllato.

- Volo IFR: Consentito.
- Volo VFR: Consentito.
- Separazione: Applicata tra tutti i voli IFR e tra i voli IFR e i voli VFR. Informazione di traffico e Suggerimento per evitare collisioni (su richiesta del pilota) fornite tra voli VFR.
- Servizi forniti: Servizio di controllo del traffico aereo, Servizio Informazioni Volo e Servizio di allarme.
- Condizioni minime di visibilità e distanza dalle nubi: Applicate in accordo alla classe di spazio aereo.
- Limite di velocità: 250 Kias al di sotto di FL100
- Contatto radio: Obbligatorio.
- Autorizzazione all'ingresso: Necessaria.
- Transponder: Attivo in modalità A e C.

Spazio aereo di classe D

- Presente in tutte le aerovie sopra il livello di volo 115 e nei CTR di alcuni aeroporti.
- Spazio aereo controllato.
- Volo IFR: Consentito.
- Volo VFR: Consentito.

- Separazione: Applicata tra tutti i volo IFR. Informazione di traffico e Suggerimento per evitamento collisioni (su richiesta del pilota) fornite tra i voli IFR e i voli VFR.
- Servizi forniti: Servizio di controllo del traffico aereo, Servizio Informazioni Volo e Servizio di allarme.
- Condizioni minime di visibilità e distanza dalle nubi: Applicate in accordo alla classe di spazio aereo.
- Limite di velocità: 250 nodi di velocità indicata sotto Livello di volo 100.
- Contatto radio: Obbligatorio.
- Autorizzazione all'ingresso: Necessaria.
- Transponder: Attivo in modalità A e C.

Spazio aereo di classe E

- Presente in tutte le aerovie sotto il livello di volo 115.
- Spazio aereo controllato limitatamente ai voli IFR.
- Volo IFR: Consentito.
- Volo VFR: Consentito.
- Separazione: Applicata tra tutti i voli IFR.

- Servizi forniti: Servizio di controllo del traffico aereo, Servizio Informazioni Volo e Servizio di allarme.
- Condizioni minime di visibilità e distanza dalle nubi: Applicate in accordo alla classe di spazio aereo.
- Limite di velocità: 250 nodi di velocità indicata sotto Livello di volo 100.
- Contatto radio: Obbligatorio per i voli IFR, non obbligatorio per i voli VFR.
- Autorizzazione all'ingresso: Necessaria per i voli IFR, non necessaria per i voli VFR.
- Transponder: Attivo in modalità A e C.

Spazio aereo di classe F

- Presente in passato in una breve rotta a servizio consultivo in tutta l'Italia
- Spazio aereo non controllato.
- Volo IFR: Consentito.
- Volo VFR: Consentito.
- Separazione: Applicata tra tutti i voli IFR per quanto possibile.

- Servizi forniti: Servizio consultivo del traffico aereo, Servizio Informazioni Volo e Servizio di allarme.
- Condizioni minime di visibilità e distanza dalle nubi: Applicate in accordo alla classe di spazio aereo.
- Limite di velocità: 250 nodi di velocità indicata sotto Livello di volo 100.
- Contatto radio: Obbligatorio per i voli IFR, non obbligatorio per i voli VFR.
- Autorizzazione all'ingresso: Non necessaria.
- Transponder: Attivo in modalità A e C.

Spazio aereo di classe G

- Presente in tutti gli spazi aerei poco trafficati, come sulle zone montuose o poco abitate, sugli aeroporti minori e ovunque sopra il livello di volo 460 (46.000 ft = 14.000m)
- Spazio aereo non controllato.
- Volo IFR: Consentito.
- Volo VFR: Consentito.
- Separazione: Non applicata.
- Servizi forniti: Servizio Informazioni Volo e Servizio di allarme.

- Condizioni minime di visibilità e distanza dalle nubi: Applicate in accordo alla classe di spazio aereo.
- Limite di velocità: 250 nodi di velocità indicata sotto Livello di volo 100.
- Contatto radio: Obbligatorio per i voli IFR, non obbligatorio per i voli VFR.
- Autorizzazione all'ingresso: Non necessaria.
- Transponder: Attivo in modalità A e C.

5.2 Lo sviluppo del controllo del traffico aereo

Gli anni del dopoguerra videro l'inizio di uno sviluppo rivoluzionario nel controllo del traffico aereo: l'introduzione del radar. Originariamente sviluppato dagli inglesi per la difesa militare, questa nuova tecnologia consentiva agli incaricati del controllo da terra di vedere la posizione degli aerei presentata su schermi video. Nel 1946, la *Civil Aeronautics Administration* (CAA) degli Stati Uniti d'America introdusse un radar sperimentale da utilizzare sulle torri di controllo negli aeroporti civili e dal successivo 1952, l'agenzia USA iniziò l'impiego di routine di radar per guidare l'avvicinamento e la partenza degli aerei civili dagli scali (12).

Nel 1960, la allora *Federal Aviation Agency* (oggi *Federal Aviation Administration* - FAA) statunitense, incaricata di regolare e sovrintendere a ogni aspetto riguardante l'aviazione civile, iniziò una campagna di prove con aerei dotati di un dispositivo ricetrasmittente (il transponder) e un sistema a terra detto radar secondario di sorveglianza. Questa tecnologia, anch'essa di derivazione militare, migliorava la capacità dei radar esistenti di seguire il traffico degli aeromobili, al punto che si rendeva possibile far volare aerei civili in sicurezza anche in condizioni in cui la visibilità era nulla e i piloti dovevano effettuare la navigazione aerea, utilizzando solo gli strumenti di bordo e il supporto da terra di operatori particolarmente addestrati: "i controllori". Pur in queste condizioni, gli operatori di terra furono nel tempo sempre più in grado di ridurre lo spazio tra aerei vicini (la cosiddetta "separazione") decongestionando le rotte, via via sempre più affollate in seguito allo sviluppo del trasporto aereo di quegli anni (13-14). Dal 1965 al 1975, la FAA adottò per prima nel mondo dei sistemi informatici complessi di ausilio alla gestione del traffico, in grado di sostituire, per esempio, le scritte tracciate a penna su marcatori di plastica utilizzati dagli operatori di terra per tenere conto manualmente della situazione. Sin dagli esordi, questi sistemi aiutavano i controllori con funzioni di aiuto e allarme in caso di pericolo.

All'inizio degli anni settanta, la crescente congestione degli spazi aerei, portò negli USA all'impiego sempre più intenso del personale di terra, incaricato del delicato e complesso compito di ottimizzare le rotte per consentire un'efficiente svolgimento dei voli, ma, nello stesso tempo, responsabile che i velivoli sotto la propria responsabilità, non collidessero tra loro o con ostacoli naturali, particolarmente in cattive condizioni di visibilità.

5.3 L'evoluzione in Italia paragonata a quella negli USA

Negli Stati Uniti, la constatazione dell'essere in presenza di rischi per vite umane e la crescente complessità degli strumenti tecnologici divenuti disponibili, portarono al riconoscimento di una specifica professionalità per gli operatori incaricati del controllo del traffico aereo. Trattandosi di dipendenti di un'organizzazione civile, la retribuzione venne adeguata agli effettivi rischi penali e civili corsi nell'esercizio dell'attività. Inoltre, la condizione di ente civile, consentiva l'esistenza di organizzazioni di rappresentanza del personale, in grado di svolgere il ruolo di interlocutori dei vertici dell'agenzia governativa, su temi quali la durata dell'orario di lavoro, i turni di riposo, l'adeguatezza delle attrezzature, la validità delle procedure. Gli studi di ergonomia e l'analisi degli incidenti che si raffinarono in quegli anni, fecero comprendere come si trattasse di argomenti fortemente collegati alla sicurezza del volo (14-15).

In Italia negli stessi anni, il retaggio bellico e la concomitante guerra fredda con i paesi del blocco sovietico, uniti alla presenza di procedure e tecnologie di provenienza militare e largamente sovrapponibili a quelle impiegate per la difesa aerea, lasciarono nelle mani dell'Aeronautica Militare la gestione del controllo del traffico aereo civile. A livello ministeriale, la stessa Direzione Generale dell'Aviazione Civile era parte del Ministero della Difesa e non del Ministero dei Trasporti.

All'inizio degli anni settanta la crescente disparità a confronto con le altre organizzazioni occidentali, particolarmente con quella statunitense, creò fermento negli ambienti dei giovani ufficiali e tra i sottufficiali dell'arma azzurra comandati al servizio di controllo del traffico aereo civile. La particolarità della organizzazione militare, però, non consentiva forme di protesta normalmente praticate nelle attività civili. La astensione dal servizio e la propaganda per l'organizzazione di forme di protesta tra militari è regolamentata da particolari codici penali, che la definiscono come ammutinamento e sedizione. A distanza di anni dagli eventi è divenuto noto che erano già state predisposte le azioni per deferire ai tribunali militari i protagonisti di azioni di protesta che, in applicazione dei codici, avrebbero portato a condanne alla reclusione. Il 6 luglio 1975, un lungo articolo sul Corriere della Sera dal titolo "Gli angeli custodi del volo tranquillo" per primo

accennò alle difficoltà delle condizioni di lavoro, alle scarse attrezzature e retribuzioni degli operatori militari adibiti al controllo del traffico aereo civile. Nel settembre del 1977 i controllori del centro regionale di Linate attuano le prime forme di protesta, applicando alla lettera le disposizioni operative. Il 25 dello stesso mese, viene pubblicato un altro articolo sul Corriere della Sera che con il titolo "Giuste alcune richieste" nell'ultima parte commenta l'aspetto economico dei controllori. L'idea, però, di trasferire i compiti di assistenza al volo dai militari ai civili non si ritiene praticabile a fronte del costo che l'operazione comporterebbe, in primo luogo perché lo stipendio di operatori civili, paragonato a quello degli omologhi stranieri, sarebbe di gran lunga superiore di quello dei militari italiani.

Nel gennaio 1979, in una serie di articoli a puntate su il Giornale dal titolo "Un'approfondita inchiesta sulla situazione delle Forze Armate italiane", il generale Antonio Mura non fece cenno alla vicenda. La smilitarizzazione era un argomento del quale si discuteva, ma non era in agenda tra i vertici delle forze armate italiane. Al contrario, da anni esistevano movimenti tra alcuni sottufficiali che spingevano alla protesta clamorosa, tra questi uno particolarmente attivo, il "movimento dei sottufficiali democratici" di connotazione ideologica vicina a Potere Operaio, che arrivarono a proporre manifestazioni con sfilata in corteo in divisa, a volto coperto e con il pugno chiuso.

5.4 Enti ATC

Il servizio comprende le seguenti funzioni:

1. servizio di controllo d'aeroporto, fornito da una torre di controllo;
2. servizio di controllo d'avvicinamento, fornito da un controllo di avvicinamento quando è necessario o preferibile istituire un ente separato, altrimenti fornito da una torre di controllo, o da un centro di controllo d'area (ACC) quando è necessario o preferibile riunire sotto la responsabilità di un unico ente le funzioni di servizio di controllo di avvicinamento con quelle del servizio di controllo d'aeroporto o con quelle del servizio di controllo d'area;
3. servizio di controllo d'area, fornito da un ACC o dall'ente che fornisce il servizio di controllo di avvicinamento in una zona di controllo, o in una area di controllo di limitata estensione, designata per la fornitura del Servizio di controllo di avvicinamento e dove non è istituito un ACC.

5.5 Controllo d'area

Il controllo d'area guida e assiste la navigazione degli aeromobili nella fase di crociera, normalmente ad alta quota. I controllori d'area lavorano nei centri di controllo d'area (ACC - Area Control Center), detti comunemente sale radar (11-15). L'Italia ha quattro ACC: Milano ACC, Padova ACC, Roma ACC e

Brindisi ACC. Essi gestiscono il traffico nelle tre regioni di informazioni volo, nelle quattro aree terminali e nelle rotte ATS presenti nello spazio aereo nazionale.

Gli ACC gestiscono grandi porzioni di spazio aereo; per rendere ciò possibile, questo spazio aereo viene diviso in settori, coerenti con i flussi di traffico prevalenti.

5.6 Controllo di torre e avvicinamento

Il controllo di torre e avvicinamento comprende invece la gestione del traffico (aeromobili e veicoli) sull'area di manovra di un aeroporto e degli aeromobili in volo nelle immediate vicinanze di esso, in genere entro un raggio che si può estendere fino a 30 miglia nautiche (56 km) dall'aeroporto in senso orizzontale e fino a 10.000 piedi di quota (circa 3.050 m). I controllori di torre lavorano in strutture chiamate torri di controllo e gestiscono il traffico prevalentemente a vista, anche se, per una maggiore sicurezza, è in costante aumento la presenza dei radar di aerodromo e dei radar per i movimenti al suolo (15-16).

Normalmente gli aeromobili contattano la torre di controllo poco prima dell'atterraggio e vengono da essa trasferiti al controllo di avvicinamento

subito dopo il decollo, o nel caso di un mancato avvicinamento. In queste situazioni è d'uso anche il radar secondario di sorveglianza.

I controllori di avvicinamento guidano gli aeromobili dalla fase in rotta fino all'ultima fase dell'avvicinamento e li portano in rotta subito dopo la partenza. Essi utilizzano normalmente un radar di avvicinamento, anche se esistono controlli di avvicinamento non ancora radarizzati, che lavorano con le tecniche del controllo procedurale.

Il controllo di avvicinamento può essere ubicato anch'esso sulla torre di controllo dell'aeroporto in questione (come Bologna Avvicinamento per l'aeroporto di Bologna-Borgo Panigale), oppure può trovarsi altrove, in un edificio dedicato (come Verona Avvicinamento, che gestisce i voli da/per gli aeroporti civili di Brescia-Montichiari e Verona-Villafranca e l'aeroporto militare di Ghedi).

Ci sono poi aeroporti la cui mole di traffico è tale da non consentire le normali sequenze di controllo "area-avvicinamento-torre" e "torre-avvicinamento-area". In questi casi viene creato uno apposito spazio aereo controllato, chiamato area terminale, e il controllo degli aeromobili da e per questi grandi scali è affidato a specifici settori (detti settori arrivi e partenze) dei centri di controllo d'area. Milano ACC ad esempio fornisce il controllo di

avvicinamento ai voli da e per gli aeroporti di Milano-Malpensa, Milano-Linate e Bergamo-Orio al Serio.

5.7 Funzioni degli enti ATC

Allo scopo di assicurare il servizio di controllo del traffico aereo, un ente ATC deve:

- ✓ disporre di informazioni sul movimento previsto di ogni volo, o variazioni ad esso, e di informazioni aggiornate sullo sviluppo di ciascun volo;
- ✓ determinare, dalle informazioni ricevute, le relative posizioni di aeromobili conosciuti l'uno rispetto all'altro;
- ✓ emettere autorizzazioni e informazioni allo scopo di prevenire le collisioni fra aeromobili sotto il proprio controllo e allo scopo di accelerare e mantenere un ordinato flusso di traffico aereo;
- ✓ coordinare le autorizzazioni come necessario con gli altri enti ogni qualvolta un aeromobile potrebbe entrare in conflitto con il traffico che opera sotto il controllo di tali enti, e prima di trasferire il controllo di un aeromobile a tali altri enti.

Informazioni sui movimenti degli aeromobili, insieme ad una registrazione delle autorizzazioni ATC rilasciate, devono essere presentate in modo tale da

permettere una pronta analisi, allo scopo di mantenere un efficiente flusso di traffico aereo garantendo l'adeguata separazione ATC tra aeromobili (16-18).

5.8 Principali norme di traffico aereo

I piloti e i controllori del traffico aereo (spesso superficialmente chiamati "controllori di volo") si affidano a regole internazionali, stabilite dall'Organizzazione internazionale dell'aviazione civile (ICAO).

Ogni Stato deve avere un ente che detti le norme nazionali (il *Regulator*) e un ente che fornisca i servizi del traffico aereo (l'*Air Navigation Service Provider* - ANSP).

Negli Stati Uniti d'America la *Federal Aviation Administration* (FAA) è incaricata sia dei compiti del *Regulator* che dei compiti di ANSP, mentre in Europa la regolamentazione comunitaria ha stabilito che i due enti debbano essere distinti ed autonomi.

In Italia il *Regulator* è l'Ente nazionale per l'aviazione civile (ENAC), su delega del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, mentre i due ANSP sono ENAV e Aeronautica Militare Italiana, che operano in stretto coordinamento tra loro, ciascuno gestendo i servizi del traffico aereo all'interno degli spazi aerei e sugli aerodromi di propria competenza, così come previsto dalla legge (DPR 484/81). Per rendere capillare la fornitura dei

servizi del traffico aereo, lo spazio aereo nazionale è diviso in tanti spicchi, ciascuno dei quali è classificato in modo logico secondo la Classificazione degli Spazi Aerei prevista dall'ICAO.

Una grande suddivisione è tra spazi aerei controllati e spazi aerei non controllati.

I piloti hanno l'obbligo di conformarsi alle autorizzazioni e alle istruzioni dei controllori del traffico aereo quando si trovano all'interno di uno spazio aereo controllato (15-18).

5.9 Aeroporto di Pisa

L'aeroporto internazionale di Pisa (Codice IATA: PSA), noto anche con nome di Aeroporto Galileo Galilei in onore dello scienziato nativo del luogo, è lo scalo aeroportuale situato nell'omonima città toscana. L'aeroporto fu sviluppato negli anni '30 e '40 del secolo scorso come base militare, e solo negli anni successivi è diventato uno scalo principalmente per il trasporto passeggeri. Si tratta del principale aeroporto di tutta la Regione Toscana, e assieme allo scalo di Firenze, il Galileo Galilei è gestito dalla società Toscana Aeroporti S.p.a., In termini di trasporto passeggeri è il decimo aeroporto italiano: all'anno vi transitano circa 3 milioni di persone. Per la maggior parte l'aeroporto Galilei di Pisa è utilizzato da compagnie aeree low cost, che

collegano la città di Pisa con le principali città italiane e europee. Fra i vettori più importanti si ricordano Ryanair e Easy jet; è stata proprio Ryanair ad aver investito maggiormente negli anni passati sullo scalo di Pisa, garantendo voli per Spagna, Portogallo, Francia, Paesi Bassi, Grecia, Polonia, Gran Bretagna, e numerosi altri paesi. A queste si aggiungono poi le altre low cost Volotea, Eurowings, Blu-Express, Wizz Air e Vueling. Ma non solo voli low cost: al Galilei trovano posto anche Lufthansa con voli per Monaco, British Airways con voli per Londra, Turkish Airlines con voli per Istanbul e soprattutto Qatar Airways, che opera su Pisa garantendo un collegamento tutto l'anno con Doha (19).



Fig. 15. Pista principale dell'aeroporto Galileo Galilei di Pisa

Uno dei principali vantaggi dell'aeroporto di Pisa è la presenza di due piste, una principale e una secondaria (Fig. 15). La secondaria viene solitamente utilizzata per il rullaggio, mentre la principale viene utilizzata per decolli e atterraggi. In caso di impossibilità di utilizzo della pista principale (incidente aereo, presenza di buche sull'asfalto...etc) la pista secondaria può essere utilizzata in sostituzione della primaria. Inoltre, un ulteriore vantaggio è rappresentato dalle particolari condizioni climatiche dell'area in cui è situato l'aeroporto e le piste, che consente, in base ai venti dominanti, l'atterraggio e il decollo sia versante mare che versante monte.

6. DISCUSSIONE

Nell'anno 2017 il complesso del traffico aereo presso gli scali nazionali italiani ha registrato, rispetto al 2007, una lieve flessione in termini di veicoli arrivati e partiti e un significativo aumento in termini sia di passeggeri sia di merci movimentate. Tali risultati possono essere giustificati dalla maggiore presenza di aerei di più grandi dimensioni che possono trasportare un maggior numero di passeggeri; nello specifico, nell'ultimo decennio sono andati in disuso gli ATR e altri velivoli di piccole dimensioni, mentre è aumentato l'utilizzo di Airbus 380, Airbus 340, Boeing 747, Boeing 777 e gli Embraer. E' inoltre interessante notare che se per alcuni aeroporti di grandi dimensioni il carico di passeggeri è rimasto invariato (come ad esempio Roma FCO e Milano MXP), per altri è nettamente aumentato, come nel caso di Bergamo BGY; talo dato appare strettamente correlato all'aumento proprio in questo aeroporto di movimenti di compagnie *low cost*.

Dal 2007 al 2017 si è assistito ad un aumento del numero di cargo sul territorio nazionale, in particolare a carico di Milano MPX e Roma FCO. L'entità di traffico merci a livello nazionale è tuttavia nettamente inferiore al resto d'Europa, dove sono presenti aeroporti con un traffico cargo nettamente superiore.

Un aspetto su cui si sta concentrando molta attenzione relativamente al traffico aereo è il fenomeno del *bird strike*. Quaranta milioni di euro è il costo stimato tra ritardi nei voli e spese di riparazione che aeroporti e compagnie aeree italiane hanno dovuto affrontare nel 2014. A causarle è proprio il fenomeno del *bird strike*, ossia lo scontro tra un velivolo e uno stormo di uccelli. Collisioni di questo tipo avvengono da quando l'uomo ha imparato a volare, andando a invadere uno spazio che prima era di esclusiva pertinenza degli uccelli. Si verificano in genere in fase di decollo o di atterraggio e quindi negli aeroporti o in prossimità di essi (20-24).

Quello del *bird strike* è un problema attualmente molto pressante per il traffico e la sicurezza aeroportuale. I dati raccolti da Enac (Ente nazionale per l'aviazione civile) ci dicono che il numero di incidenti è salito notevolmente negli ultimi 10 anni, passando da 348 scontri (2002) a 1084 (2014). Un incremento considerevole su cui ha influito anche il cambiamento ambientale condizionando gli spostamenti degli stormi migratori. I velivoli sono progettati per sopportare questo genere di collisione, tuttavia quando un volatile e un aereo si scontrano, a causa delle elevate velocità e delle masse in gioco l'impatto può provocare danni ingenti, mettendo l'aereo in condizioni di non poter più volare o di volare in condizioni di emergenza (25-26). Basti pensare che l'impatto con un uccello di 5 kg a 240 km/h, ossia la velocità di un velivolo in atterraggio, equivale ad un peso di mezza tonnellata fatto

cadere da un'altezza di 3 metri. In genere però è il pennuto ad avere la sorte peggiore: quando finisce risucchiato in un motore, in genere si disintegra, e in molti casi i piloti si accorgono dell'incidente dopo l'atterraggio, con il controllo dei motori. Può accadere però - specie se si impatta con uno stormo - che parte del motore venga piegato o danneggiato, causando una perdita di potenza e mettendo a rischio la sicurezza del volo. Fortunatamente, gli aerei sono progettati per poter atterrare anche con un motore soltanto.

Tra gli aeroporti più colpiti ci sono anche alcuni dei più conosciuti. Come Milano Linate, dove nel 2016 (queste le informazioni più recenti) si sono verificati 38 impatti che hanno riguardato prevalentemente gheppio e rondone, oggi specie protetta. O Roma Fiumicino, dove il gabbiano reale è stato la causa di buona parte dei 58 incidenti avvenuti. O ancora Venezia, dove la maggior parte degli scontri in volo ha per protagonista il colombaccio.

Il fatto poi che il 70% degli impatti si verifichi al di sotto dei 200 ft. di quota, in fase di partenza o atterraggio dell'aereo, rende l'evento e le sue possibili conseguenze ancor più pericolose. Ecco perché gli aeroporti si sono dotati di personale addestrato per intervenire in casi come questo.

Si chiamano Bcu (*Bird Control Units*) e sono pattuglie armate di dissuasori sonori per scacciare gli uccelli che nidificano in zone sensibili. Ogni specie ha un suo dissuasore specifico (*scarecrow*) e per sapere come e dove intervenire

bisogna affidarsi alla segnalazione e al riconoscimento compiuto in sala avvistamento visionando le riprese delle telecamere.



Fig. 16. Una Bcu dell'aeroporto di Milano Malpensa.

Ovviamente, un simile sistema ha pregi ma anche difetti. Da un lato i tempi piuttosto lunghi d'intervento, dall'altro talvolta la sua inefficacia. Allontanare un uccello può diventare molto difficile, soprattutto se questo ha avuto modo di nidificare sugli alberi della zona.

Una startup di Rimini sta però lavorando a un sistema che potrebbe risolvere questo problema. Il Bcms (*Bird Concentration Monitoring System*), brevettato dalla Edge Company, permetterà grazie all'integrazione tra AI e *pattern recognition* (riconoscimento di un soggetto dalla forma e dal colore) di

monitorare in automatico, costantemente e contemporaneamente l'area di un aeroporto. Si potrà così riconoscere le specie volatili che la frequentano, contare il loro numero e predirne le traiettorie di volo utilizzando queste informazioni per evitare possibili impatti o allontanare la fauna con gli *scare crow*.

Per quanto riguarda infine le eventuali modifiche che potrebbero essere apportate all'aeroporto di Pisa, emerge sempre di più il bisogno di migliorare le infrastrutture, in particolare relative al transito dei passeggeri dai *gates* all'areo stesso. E' pertanto auspicabile che vengano programmate nel medio periodo specifiche migliorie strutturali, tenendo in considerazione la valutazione dei costi-benefici che in ambito regionale non potrà coinvolgere tutti gli scali presenti sul territorio.

7. CONCLUSIONI

Il contributo complessivo del sistema aeroportuale all'economia italiana è stimato pari al 3,6% del PIL ed è riconducibile sia all'impatto diretto, indiretto e indotto degli scali, sia al cosiddetto impatto catalitico. quest'ultimo fa riferimento al ruolo del trasporto aereo e di un sistema aeroportuale efficiente come fattori abilitanti per lo sviluppo economico di un paese. in particolare, nella stima dell'impatto catalitico si valutano i benefici che connessioni aeroportuali efficienti possono produrre su settori come quello turistico o, più in generale, sulle attività del terziario che richiedono un'adeguata connettività per il traffico business. la presenza di uno scalo aeroportuale, inoltre, influenza in misura significativa anche le scelte di localizzazione di impianti e sedi operative da parte delle società multinazionali, con un impatto rilevante sui territori. tale circostanza appare evidente se si considera che in media in Europa un aumento del grado di connettività aeroportuale del 10% è in grado di produrre una crescita del PIL pro-capite dello 0,5%³⁹.

Il livello di connettività del sistema aeroportuale italiano, ovvero la posizione relativa che uno scalo occupa nel network di riferimento, appare elevato: i due principali scali del paese nel 2013 si collocavano

tra i primi 30 al mondo, con Roma fiumicino al 13° posto e Milano Malpensa al 26°.

Complessivamente il sistema italiano, al 5° posto in Europa per numero di infrastrutture aeroportuali e volumi di traffico gestiti, è in linea con quello di paesi di dimensioni confrontabili, quali la Germania e il regno unito. tuttavia, la dimensione in termini di passeggeri del principale aeroporto nazionale Roma fiumicino appare distante da quella dei grandi hub continentali: lo scalo romano, con più di 38 milioni di passeggeri nel 2014, infatti, movimentava circa la metà del traffico passeggeri di Londra Heathrow che, con più di 73,4 milioni di passeggeri, è il principale aeroporto europeo.

La dimensione differente che caratterizza il principale aeroporto italiano rispetto agli altri grandi scali europei, però, non rappresenta l'elemento peculiare della struttura del sistema nazionale rispetto al resto d'Europa. ciò che contraddistingue il caso italiano rispetto agli altri paesi europei, infatti, è l'elevata presenza, accanto ai due hub di Roma Fiumicino e Milano Malpensa, di infrastrutture di medie dimensioni, ovvero di aeroporti che gestiscono flussi di traffico compresi tra 1 e 5 milioni di passeggeri per anno.

In altri paesi europei, come Francia e Regno unito, ad esempio, il traffico è concentrato nei grandi hub e i collegamenti con il territorio sono garantiti sia da piccoli scali (che gestiscono meno di un milione di passeggeri anno) sia, soprattutto, da un sistema più capillare ed efficiente di infrastrutture terrestri.

La presenza di un numero elevato di aeroporti di medie dimensioni in Italia è in gran parte riconducibile ai forti squilibri territoriali che caratterizzano la distribuzione delle infrastrutture viarie e ferroviarie nel nostro paese e alla necessità di garantire un'adeguata continuità territoriale con le isole maggiori. di fatto, a differenza di quanto accade negli altri grandi paesi europei, in Italia, in molti casi, l'accessibilità ad ampie aree territoriali è assicurata prevalentemente dal trasporto aereo.

BIBLIOGRAFIA

1. Banca d'Italia (2011), Le infrastrutture in Italia: dotazione, programmazione, realizzazione. Firpo G. e Monti P.
2. Autorità di Regolazione dei Trasporti (2014), Primo Rapporto Annuale al Parlamento, pagine 16–32 Autorità garante della concorrenza e del mercato (2004), Liberalizzazione e privatizzazione delle attività aeroportuali, Roma.
3. Ente Nazionale per l'Aviazione Civile (2015), Dati di traffico 2014.
4. Ente Nazionale per l'Aviazione Civile (2015), Rapporto e Bilancio Sociale 2014.
5. Manelli L., Creare una web application con Java in 24h. 2017
6. Gallo P, Salerno F., HTML, CSS, Javascript. Edizione Minerva. 2003
7. Ente Nazionale per l'Aviazione Civile e KPMG (2011), Evoluzione del traffico low cost a livello europeo e nazionale.
8. Ente Nazionale per l'Aviazione Civile. Annuario Statistico 2004 – 2006, Dati di Traffico 2007-2013 Eurocontrol (2014), Challenges of growth 2013 – European Air Traffic in 2035.
9. Ente Nazionale per l'Aviazione Civile (2010), Atlante degli aeroporti italiani – One Works, KPMG, Nomisma.
10. Assaeroporti (2013), La competitività del settore aeroportuale in Italia – Proposte di modernizzazione. Autorità di Regolazione dei Trasporti (2014), Delibera n. 31/2014, Consultazione sui modelli tariffari aero- portuali
11. Barros, C.P., Dieke, P.U.C. (2008), Measuring the economic efficiency of airports: a Simar-Wilson methodology analysis. Transportation Research.

12. Abrate, G., Erbetta, F. (2010), Efficiency and patterns of service mix in airport companies: an input distance function approach. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 46 (5).
13. Adler N., Ülkü T., Yazhensky E., (2013), Small regional airport sustainability: Lessons from benchmarking. *Journal of Air Transport Management*, Volume 33.
14. Airbus (2014), *Flying on demand: global market forecast 2014-2033*.
15. Airports Council International (2010), *The ownership of Europe's airports*.
16. Airports Council International (2013), *Economics Report 2013*.
17. Airports Council International (2014), *Airports industry connectivity report*.
18. Clewlow R. R., Sussman M.J., Balakrishnan H. (2014), The impact of high-speed rail and low-cost carriers on European air passenger traffic. *Transport Policy*.
19. <https://www.pisa-airport.com/it/>
20. Community Observatory on airport capacity (2013), *An aviation stakeholder's view on intermodality* Copenhagen Economics (2012), *Airport Competition in Europe*.
21. Curi C., Gitto S., Mancuso P. (2011), New evidence on the efficiency of Italian airports: A bootstrapped DEA analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, Volume 45.
22. Diana T. (2009), Do market-concentrated airports propagate more delays than less concentrated ones? A case study of selected U.S. airports. *Journal of Air Transport Management*.
23. Dobruszkes F. (2011), High-speed rail and air transport competition in Western Europe: A supply-oriented perspective. *Transport Policy*

24. European Commission (2005), Community guidelines on financing of airports and start-up aid to airlines departing from regional airports.
25. Gillen D., Lall A. (1997), Developing measures of airport productivity and performance: an application of data envelopment analysis. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Volume 33.
26. SEA e The European House-Ambrosetti (2008), Il futuro del sistema del trasporto aereo: una sfida chiara per l'Italia e per l'Europa