



UNIVERSITÀ DI PISA

Corso di Laurea in Informatica Umanistica

RELAZIONE

Analisi del traffico aereo italiano al tempo del Covid-19

Candidato: *Giacomo Ranieri*

Relatori: *Prof. Andrea Marchetti*
Prof.ssa Angelica Lo Duca

Correlatore: *Prof. Paolo Macchia*

Anno Accademico 2020-2021

Sommario

Introduzione	6
Stato dell'arte	8
Recupero Dati	9
Flightradar24	9
Procedure per l'estrazione dei dati	11
Tecnologie utilizzate per il recupero dei dati	11
Selenium	11
Selenium e Python	12
Scraper	12
Requisiti	13
Componenti	13
Installazione	14
Esecuzione	14
Primo utilizzo	15
Utilizzi successivi	17
Dati estratti	20
Storage dei Dati	21
Mysql	21
DB schema	21
Aeroporti	22
Aeroporti interni	23
Arrivi	24
AlaSQL	25
AlaSQL e SQL	25
AlaSQL e JavaScript	26
Limiti AlaSQL	26
Visualizzazioni dei Dati	27
	3

Mappa aeroporti	27
Interni	28
Arrivi giornalieri negli aeroporti italiani (2019 - 2020)	28
Arrivi mensili negli aeroporti italiani (2019 – 2020)	30
Arrivi annuali negli aeroporti italiani (2019 – 2020)	31
Internazionali	33
Arrivi in Italia da paesi esteri (2020 – 2019)	33
Arrivi in Italia da paesi esteri (differenza 2020 – 2019)	35
Arrivi in Italia da paesi esteri (variazione 2020 – 2019)	38
Mappa	40
Dati relativi alle rotte di volo	43
Tabella arrivi 2019	43
Tabella arrivi 2020	44
Tabella provenienza arrivi 2019	47
Tabella provenienza arrivi 2020	48
Sito web/Dashboard	49
Mockup	49
Voli interni	49
Voli provenienti dall'estero	51
Rotte di volo	52
Sito Web	53
Interni	53
Internazionali	54
Mappa	55
Conclusioni	56
Fonti bibliografiche e sitografia	56

Introduzione

Il “turismo aereo” è un settore che nel 2020 sembrava destinato a un'importante crescita ma che ha subito una grossa crisi con l'arrivo del Covid-19. La pandemia ha fermato quasi completamente i trasporti: per i settori economici e produttivi essenziali la mobilità aerea non è stata sottoposta a sospensioni mentre il trasporto di passeggeri ha subito invece un forte impatto negativo. I provvedimenti per far fronte alla pandemia hanno ridotto la possibilità di volare limitandole a ragioni di lavoro, salute e assoluta necessità, con restrizioni per i voli in entrata e in uscita da diversi Paesi e con la chiusura di alcuni aeroporti.

Nel 2020 si attendeva un andamento positivo del traffico aereo per il nostro paese, in linea con gli anni precedenti (+4% nel 2019, +5,9% nel 2018 e +6,4% nel 2017). La tendenza positiva si è manifestata a gennaio quando è stato registrato un incremento del 4,1% (oltre 12,5 milioni di passeggeri) del numero di passeggeri transitati negli aeroporti italiani, rispetto all'anno precedente. L'emergenza Covid-19 ha però interrotto l'andamento positivo del “turismo aereo” in Italia che in sole cinque settimane ha visto calare del 98,5% (459.709 passeggeri di domenica 23 febbraio 2020 a 6780 di domenica 29 marzo) il numero totale di passeggeri.

Il traffico aereo è cresciuto negli ultimi dieci anni conservando sempre il carattere di stagionalità con l'intensificazione del traffico passeggeri in alcuni periodi dell'anno. I dati mettono in evidenza un picco di arrivi nel periodo di luglio e agosto ma anche un aumento tra novembre e febbraio. Quest'aumento è una conseguenza dei voli internazionali per il turismo. Tale tendenza è stata interrotta dalla pandemia, che ha interessato prima i voli provenienti dalla Cina e poi, nel giro di pochi giorni, l'intero settore.

“Il volume di passeggeri arrivati in Italia con voli internazionali tra il 2009 e il 2018 presenta lo stesso andamento di quello dei clienti stranieri negli esercizi ricettivi italiani nello stesso periodo, evidenziando come i flussi turistici e il traffico aereo si siano entrambi contraddistinti per un ritmo di crescita particolarmente sostenuto, fino al manifestarsi del Covid-19. [...] Tali evidenze confermano come il turismo internazionale e il trasporto aereo siano fortemente correlati e come siano entrambi esposti al rischio di

vedere pesantemente ridimensionate le proprie prospettive di crescita nel breve e medio periodo, in conseguenza della diffusione della pandemia.”¹

L'obiettivo del lavoro è quello di andare ad analizzare come è cambiato il traffico aereo e di conseguenza il turismo in Italia con la pandemia in corso. Dato che il traffico aereo e il turismo sono collegati fra loro, le analisi sui voli in Italia sono volte a mettere in evidenza quanto questa situazione ha inciso su entrambi i settori. Per riuscire a ottenere i dati per le analisi è stato utilizzato il sito *flightradar24.com*, un servizio di monitoraggio del traffico aereo che mette a disposizione dati in tempo reale e lo storico dei voli avvenuti. Per l'estrazione dei dati è stata necessaria la realizzazione di un programma che permettesse di salvare quotidianamente dati sui voli verso l'Italia. I dati estratti coprono interamente il 2019 e il 2020 per avere una visione completa del cambiamento avvenuto con il Covid-19. Tutto questo ha permesso la realizzazione di vari grafici che mettono a confronto la situazione sul traffico aereo tra i due anni.

Nei capitoli successivi sarà analizzato il lavoro svolto per l'estrazione dei voli, l'immagazzinamento dei dati e la successiva rappresentazione grafica, tenendo conto anche dei lavori precedentemente svolti, analoghi al nostro.

Nello “Stato dell'arte” viene descritto un lavoro precedente, analogo a quello che è stato realizzato, dove vengono estratti dati relativi ai primi mesi del 2020 con il Covid-19 e vengono creati degli scenari per prevedere un possibile andamento del “turismo aereo” in seguito alla pandemia.

Nella sezione “Recupero dati” vengono descritte le procedure utilizzate per l'estrazione delle informazioni sul traffico aereo, i mezzi utilizzati e le tecniche per l'acquisizione dei dati.

Nella sezione “Storage dei dati” viene descritta la struttura del database e delle tabelle contenenti i dati dei voli e degli aeroporti interessati. Oltre a MySQL viene anche descritta la libreria AlaSQL, inizialmente utilizzata per l'elaborazione dei dati e la successiva realizzazione dei grafici.

Nella sezione “Visualizzazione dei dati” sono riportate le rappresentazioni grafiche dei dati recuperati durante la fase di estrazione. Vengono descritti i grafici e le mappe presenti nelle dashboard del sito web realizzato.

¹ Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT), “Trasporto aereo: andamento e scenari” , 5 maggio 2020, <https://www.istat.it/it/files/2020/05/Trasporto-aereo.pdf>

In “Sito web/Dashboard” sono presenti i mockup delle dashboard e le dashboard presenti nel sito web realizzato.

Stato dell’arte

Le precedenti analisi sul traffico aereo in Italia in seguito alla pandemia hanno avuto come oggetto l’analisi dei dati estratti da Kiwi (sito di prenotazioni) e OpenSky Network (sito per il monitoraggio dei voli). La raccolta dei dati ha permesso di analizzare l’impatto che il Covid-19 ha avuto sul settore dell’aviazione. Per le analisi sono stati creati degli scenari sulle passate crisi pandemiche (SARS nel 2003 e MERS nel 2015) e sul volume del traffico aereo osservato negli anni passati.

I dati estratti per le analisi coprono il periodo che va da settembre 2010 fino a ottobre 2019 e considerano le rotte (internazionali e nazionali) da un aeroporto di origine a un aeroporto di destinazione. Il set di dati estratto presenta 1.056.097 voci composte da 6335 aeroporti di origine e 6407 aeroporti di destinazione in 241 paesi nel mondo. Per le analisi però sono state considerate solo le rotte che presentavano un minimo di 50 passeggeri, questa ha ridotto il numero dei dati interessati: 222.557 rotte con 3909 aeroporti di origine e 3897 aeroporti di destinazione, che coinvolgono 234 paesi. I controlli sulle prenotazioni di Kiwi hanno permesso di verificare le cancellazioni delle rotte.

Con il set di dati che copre il periodo che va da settembre 2010 a ottobre 2019 è stato possibile creare degli scenari per prevedere l’andamento del traffico aereo di novembre e dicembre 2020. Gli scenari creati cercano di imitare interruzioni del traffico aereo passate verificatesi in precedenti episodi di pandemia (SARS 2003 e MERS 2015) e altri scenari in termini di calo di RPR (numero di passeggeri trasportati per ogni chilometro volato) considerando sempre il tempo necessario per tornare allo stato di base prima della crisi.

L’analisi utilizza i movimenti degli aerei su OpenSky Network per stimare le alterazioni collegate a una riduzione della domanda di viaggi internazionali e sulle misure di limitazione della mobilità. I dati raccolti da gennaio a marzo 2020 riguardano 141 aeroporti situati in Europa e Nord Europa, dove ha copertura OpenSky. Il numero di voli

stimato per un paese è il risultato dell'aggregazione dei voli da tutti gli aeroporti di quel paese.

Gli scenari che sono stati ottenuti si basano su rotte osservate e cancellazioni di prenotazioni, utilizzando un mix di dati di tracciamento del volo e dati di prenotazioni online, nonché di ipotesi su precedenti eventi di pandemia.

Recupero Dati

Flightradar24

Flightradar24 è un servizio globale che funziona da tracker per il monitoraggio dei voli in tempo reale che fornisce informazioni sul traffico aereo e su migliaia di aeromobili. Si tratta di una mappa in cui è possibile tenere traccia di tutti gli spostamenti effettuati da voli di linea e commerciali che transitano in tutto il mondo.

Oltre al servizio di tracciamento, il sito offre anche la possibilità di recuperare dal database i dati relativi ai voli avvenuti in passato.

Per quanto riguarda il monitoraggio dei voli, i dati necessari a tracciare un aeromobile sulla mappa sono ricavati principalmente dalla ricezione dei segnali trasmessi dai transponder ADS-B (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) attivi sugli aeromobili in volo attraverso una rete di più di 4000 dispositivi a terra che ricevono vari tipi di telemetria di volo: tipo di aereo, coordinate, destinazione ecc., utilizzando la frequenza radio non crittografata di 1090 MHz. Le informazioni ricevute dai transponder vengono integrate con i dati sul traffico aereo forniti dalla FAA (Federal Aviation Administration), con informazioni sugli orari programmati dei voli commerciali e caratteristiche tecniche dei singoli aeromobili. I dati relativi al traffico aereo negli Stati Uniti e in Canada vengono forniti (con un ritardo di circa cinque minuti per questioni di sicurezza) dagli enti di controllo del traffico aereo alla FAA. Per motivi di sicurezza e privacy le informazioni sulla maggior parte degli aerei militari e aerei di alto profilo, come l'Air Force One, sono limitate o bloccate.

Flightradar24 raccoglie i dati da sei fonti:

- Transponder ADS-B: sono presenti in gran quantità e per questo sono la fonte di informazioni principale. Raccogliono dati da qualsiasi aeromobile nella loro area

locale e li trasmettono al sito in tempo reale. I transponder installati sugli aerei trasmettono informazioni relative all'aeromobile, la posizione, l'altitudine, la velocità e altri dati sul volo. A partire dal 2019, circa l'80% degli aeromobili in Europa e il 60% negli Stati Uniti sono dotati di ADS-B. Gli aeromobili Airbus sono dotati di ADS-B mentre i Boeing 707, 717, 727, 737-200, 747-100, 747-200, 747SP non ne sono equipaggiati a meno che non siano stati adattati dai loro operatori. I ricevitori ADS-B sono gestiti da volontari, per lo più appassionati di aviazione. A partire dal 2021, Flightradar24 ha la più grande rete ADS-B al mondo con oltre 20.000 ricevitori collegati.

- Multilaterazione (MLAT): è una tecnica di localizzazione di un target. Il tempo di arrivo di un segnale emesso da parte di un numero di sensori dislocati su un'area, attraverso la stima della velocità con cui viaggia il segnale in aria, è proporzionale allo spazio percorso dal segnale stesso, in questo modo è possibile individuare la posizione di un target. La multilaterazione è la seconda fonte di informazione, per importanza, che utilizzano i ricevitori Flightradar24. Tutti i tipi di aeromobili saranno visibili nelle aree coperte da MLAT, anche senza ADS-B. Mentre l'Europa è coperta per il 99% da ricevitori MLAT, negli Stati Uniti solo alcune parti lo sono. Per calcolare la posizione di un aereo con la MLAT sono necessari almeno quattro ricevitori. La copertura MLAT è limitata ad alcune aree con molti ricevitori e normalmente può essere raggiunta solo ad altitudini superiori a 3.000-10.000 piedi. In molti casi gli aeromobili tracciati con MLAT mancano delle informazioni sul nominativo.
- Satellite: i satelliti dotati di ricevitori ADS-B raccolgono dati da aeromobili al di fuori dell'area di copertura della rete terrestre ADS-B di Flightradar24 e inviano tali dati alla rete di Flightradar24.
- Dati radar del Nord America: nella maggior parte dei casi non includono i voli dell'aviazione generale senza un piano di volo. A questi dati mancano spesso le informazioni di registrazione dell'aeromobile.
- FLARM: una versione più semplice di ADS-B e con una portata più corta, utilizzata principalmente da velivoli più piccoli, come gli alianti. La portata di un ricevitore FLARM è compresa tra 20 e 100 km.

- FAA (Federal Aviation Administration): le informazioni sui voli negli Stati Uniti e in Canada hanno un ritardo di cinque minuti per motivi di sicurezza, in alcuni casi questo comporta la mancata registrazione degli aeromobili e di altre informazioni di volo.

I dati ADS-B, MLAT e radar vengono aggregati insieme ai dati sugli orari e sullo stato dei voli.

Nelle regioni con copertura MLAT, radar o FLARM la maggior parte del traffico aereo è tracciata e visibile indipendentemente dal tipo di aeromobile. Ciò include aerei a elica, elicotteri e alianti.

Flightradar24 è guidato dalla comunità ed è supportato da un gruppo di appassionati che raccolgono e inviano dati. Il servizio si affida a volontari in tutto il mondo per la maggior parte della copertura: i volontari ospitano dispositivi offerti in comodato d'uso gratuito dalla società stessa o mediante dispositivi compatibili, ad esempio chiavette USB a basso costo basate su processori RTL2832U e in grado di captare i segnali dei transponder che trasmettono sulla frequenza di 1090 MHz.

Procedure per l'estrazione dei dati

Tecnologie utilizzate per il recupero dei dati

Selenium

Selenium è un framework open source utilizzato per l'automatizzazione di applicazioni su web browser compatibile con Windows, Linux e macOS. Presenta una suite composta da quattro strumenti, tra cui Selenium WebDriver utilizzato per eseguire azioni di testing in locale o su macchine remote all'interno dei principali browser: Firefox, Safari, Edge, Chrome e Internet Explorer. I driver del browser sono i principali responsabili della comunicazione con il web browser corrispondente. Ogni browser ha il proprio driver che deve essere installato sulla macchina in cui verranno eseguiti i test di automazione. Poiché la comunicazione con il browser web avviene tramite il driver del browser, il framework non può essere utilizzato per i browser il cui driver non è disponibile.

L'architettura Selenium WebDriver comprende il Protocollo JSON Wire utilizzato per il trasferimento di dati tra il server e il client sul web. È un'API REST (Representational State Transfer) che facilita il trasferimento di informazioni tra il server HTTP.

Le API Selenium WebDriver vengono utilizzate per la comunicazione tra linguaggi di programmazione e web browser. Grazie a Selenium Client Libraries e a Selenium Language Bindings, che rendono possibile un supporto multi-linguaggio, i linguaggi di programmazione supportati sono numerosi: C#, Groovy, Perl, PHP, Python, Java, Ruby e Scala.

Selenium e Python

Python è un linguaggio di scripting di alto livello orientato agli oggetti. È progettato in modo intuitivo e utilizza semplici parole chiave inglesi facili da interpretare. Per la creazione di script con Selenium si preferisce Python per la sua semplicità e comodità: grazie a Selenium WebDriver i collegamenti Selenium-Python forniscono una semplice API con la quale è possibile accedere a tutte le funzionalità di Selenium in modo intuitivo.

Python essendo molto meno prolisso viene preferito ad altri linguaggi di programmazione compatibili con Selenium. Inoltre, le API Python consentono di connettersi al browser e di inviare i comandi standard ai diversi browser, nonostante le variazioni nel design.

È favorito rispetto ai programmi Java per la sua velocità nel funzionamento, semplicità e compattezza. È tipizzato dinamicamente e utilizza l'indentazione per iniziare e terminare blocchi.

Scraper

Per quanto riguarda l'estrazione dati è stato realizzato uno scraper con cui è stato possibile ottenere dati relativi agli arrivi negli aeroporti italiani nel 2019 e nel 2020. Il lavoro svolto dallo scraper ha fornito le informazioni necessarie per eseguire un

confronto tra i due anni e analizzare l'impatto della pandemia di Covid-19 sul traffico aereo in Italia. L'estrazione dei dati è stata effettuata sul sito *flightradar24.com* dove lo scraper ha lavorato quotidianamente per ottenere sempre dati aggiornati. I dati estratti riguardano informazioni relative ai voli: codice identificativo del volo, giorno del volo, aeroporto di partenza, aeroporto di arrivo, codice identificativo dell'aereo, durata del volo, orario di partenza programmato, orario effettivo di partenza, orario di arrivo programmato e stato del volo.

Requisiti

Lo scraper è stato realizzato con Python utilizzando la libreria Selenium. Selenium ha permesso di automatizzare le azioni sul sito *flightradar24.com* attraverso l'utilizzo dei driver del browser, in questo caso *geckodriver* per eseguire azioni su Firefox.

Componenti

Per l'esecuzione dello scraper è stato realizzato un programma, *flightradar24_scraper.py*, che permettesse di controllare i parametri passati in input e prendesse decisioni su quali passaggi seguire e su quali funzioni richiamare. Per la semplificazione del codice le altre funzioni sono state importate come librerie nel programma principale. Gli altri file che contengono le varie funzioni dello scraper sono le seguenti:

- *credentials.py* contiene le credenziali per accedere al sito di flightradar24. Le credenziali vengono utilizzate per accedere al sito e per controllare se il piano Business è attivo nell'account. Il controllo sullo stato dell'account è un passaggio essenziale, dato che senza un account con il piano Business attivo non è possibile eseguire correttamente il programma.
- *flight_code_extractor.py* estrae i codici dei voli che sono arrivati negli aeroporti italiani il giorno precedente all'esecuzione del programma.
- *check_missing_codes.py* controlla se i codici di volo estratti sono già presenti nel dizionario (python) o devono essere ancora analizzati. Se non è presente nel dizionario, il codice deve essere analizzato dal 01/01/2019 fino al giorno precedente all'esecuzione dello scraper.

- *arrivals_extractor_for_missing_codes.py* estrae le informazioni sui voli relativi ai codici non ancora analizzati: vengono estratte le informazioni dal 01/01/2019 fino al giorno precedente all'esecuzione dello scraper.
- *arrivals_extractor_for_existing_codes.py* estrae le informazioni sui voli relativi ai codici già analizzati. Per ognuno di questi codici viene effettuato un controllo sui voli avvenuti il giorno precedente all'esecuzione dello scraper. Se non ci sono voli passa al codice successivo altrimenti estrae i dettagli sui voli che ci sono stati.
- *add_arrivals_extracted.py* crea un file CSV contenente i dettagli di volo estratti per i codici analizzati dal 01/01/2019 fino al giorno precedente al lancio dello scraper.
- *add_missing_codes.py* crea un dizionario che viene salvato in un file di testo nel quale sono presenti tutti i codici di volo che sono stati trovati fino al giorno precedente al lancio dello scraper.

Installazione

Procedure per l'installazione del programma:

1. Copiare il repository inserendo nel terminale: *git clone*
https://github.com/granieri2/flightradar24_scraper . Oppure scaricando direttamente il file zip contenente lo scraper dal seguente link:
https://github.com/granieri2/flightradar24_scraper.
2. Installazione della libreria Selenium utilizzando il gestore di pacchetto Python "pip":
pip install selenium
3. Installazione dell'ultima versione dei driver (geckodriver) per Firefox da importare in Python per permettere a Selenium di interagire con il browser.

Esecuzione

Per una corretta esecuzione del programma è necessaria l'attivazione del piano Business su *flightradar24.com*. Di seguito i passaggi da seguire per attivare il piano Business usufruendo della settimana gratuita offerta da *flightradar24*.

1. Andare sul sito *flightradar24.com*.
2. Cliccare su "Subscription plans" (v. fig. 1):

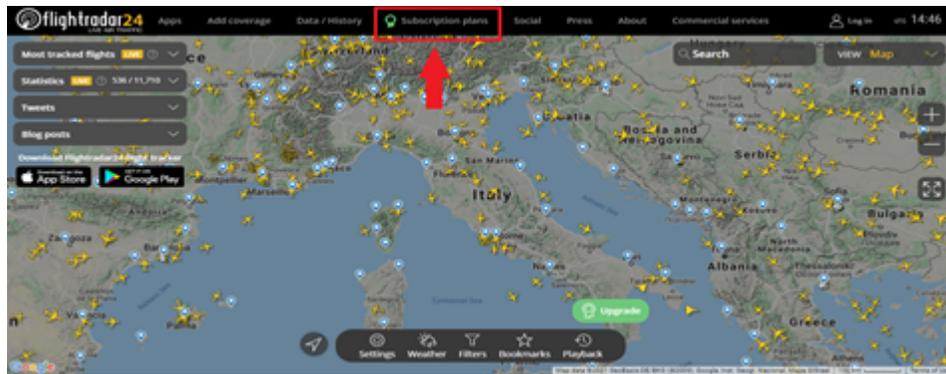


Figura 1. Posizione del pulsante “Subscription plans”

3. Nella pagina che si apre selezionare il periodo di prova per il “Business plan” cliccando su “Start your 7-day free trial” (v. fig. 2):

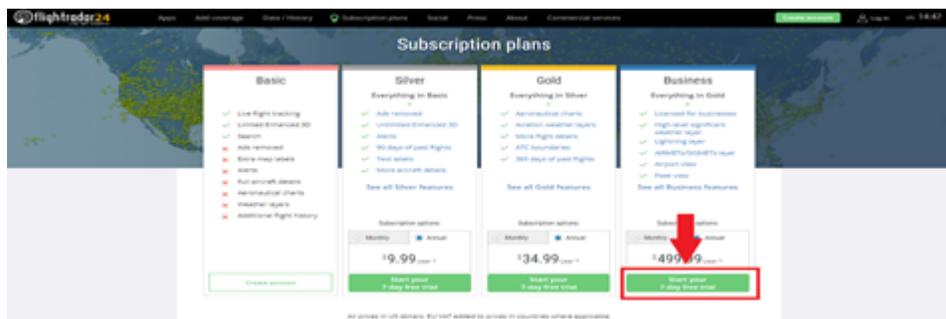


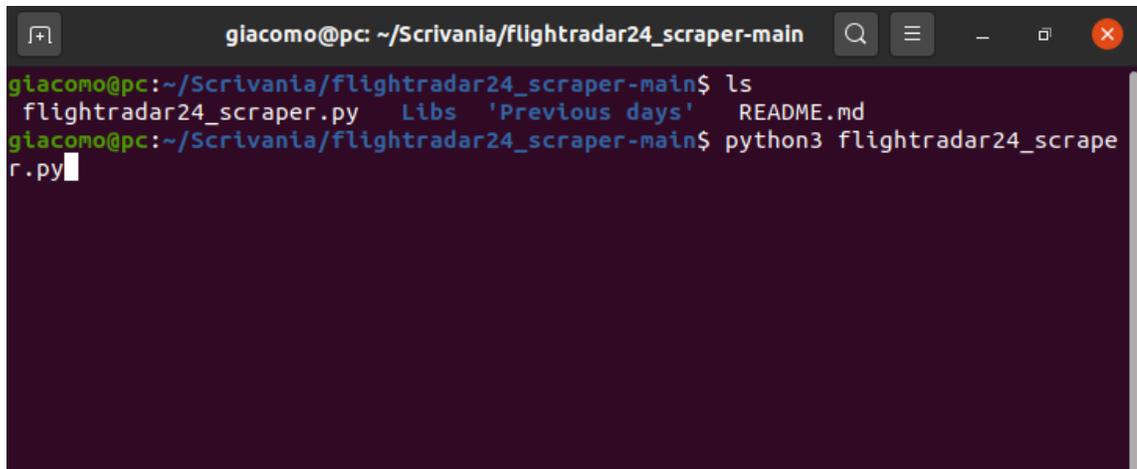
Figura 2. Posizione del pulsante “Start your 7-day free trial”

4. Completare l’iscrizione sul sito di flightradar24 inserendo le informazioni richieste.
5. Dopo aver attivato il piano Business vanno inserite le credenziali di accesso nel file *credentials.py*.

Nel caso in cui l’utilizzo dello scraper dovesse prolungarsi oltre il periodo di prova di sette giorni è possibile attivarne un altro.

Primo utilizzo

Al primo lancio dello scraper non vanno inseriti parametri in input. Il comando da lanciare è il seguente: *python3 flightradar24_scraper.py* (v. fig. 3)

A terminal window with a dark purple background. The title bar shows 'giacomo@pc: ~/Scrivania/flightradar24_scraper-main'. The terminal content shows the following commands and output:

```
giacomo@pc:~/Scrivania/flightradar24_scraper-main$ ls
flightradar24_scraper.py  Libs  'Previous days'  README.md
giacomo@pc:~/Scrivania/flightradar24_scraper-main$ python3 flightradar24_scrape
r.py
```

Figura 3. Comando per lanciare lo scraper per il primo utilizzo

Una volta che lo scraper avrà finito di estrarre informazioni sui voli avvenuti il giorno precedente al lancio dello scraper, verranno restituiti in output i seguenti parametri:

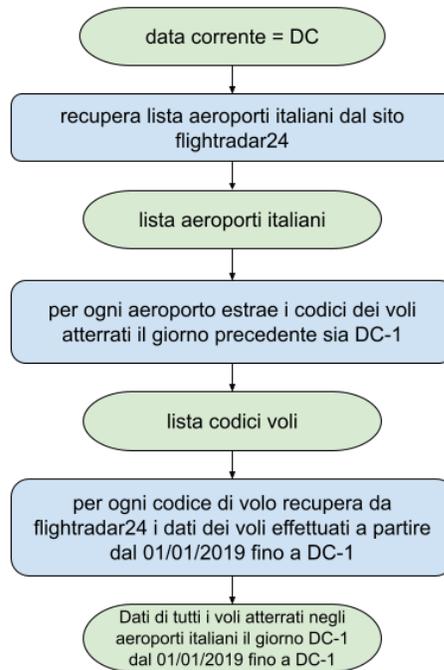
- Un dizionario contenente tutti i codici di volo degli arrivi negli aeroporti italiani avvenuti il giorno precedente al lancio dello scraper. Il dizionario verrà salvato in un file di testo per rendere possibile il controllo dei codici di volo già estratti per gli utilizzi successivi dello scraper.

Ad esempio, se lancio lo scraper il 21/03/2021 vengono estratti i codici dei voli che ci sono stati il 20/03/2021. I codici estratti vengono salvati nel file *2021_03_21_flight_codes.txt*.

- Un file CSV contenente tutti i dettagli dei voli che lo scraper ha estratto. Per ogni volo vengono estratti i dettagli delle rotte che ha percorso dal 01/01/2019 al giorno precedente al lancio dello scraper (giorno per il quale sono stati estratti i codici esaminati).

Ad esempio, se lancio lo scraper il 21/03/2021 vengono estratti tutti i dettagli delle rotte di volo che ci sono state dal 01/01/2019 al 20/03/2021. I dettagli di volo estratti vengono salvati nel file *2021_03_21_flight_details.csv*.

Qui di seguito è riportato lo schema del funzionamento dello scraper durante il primo utilizzo:



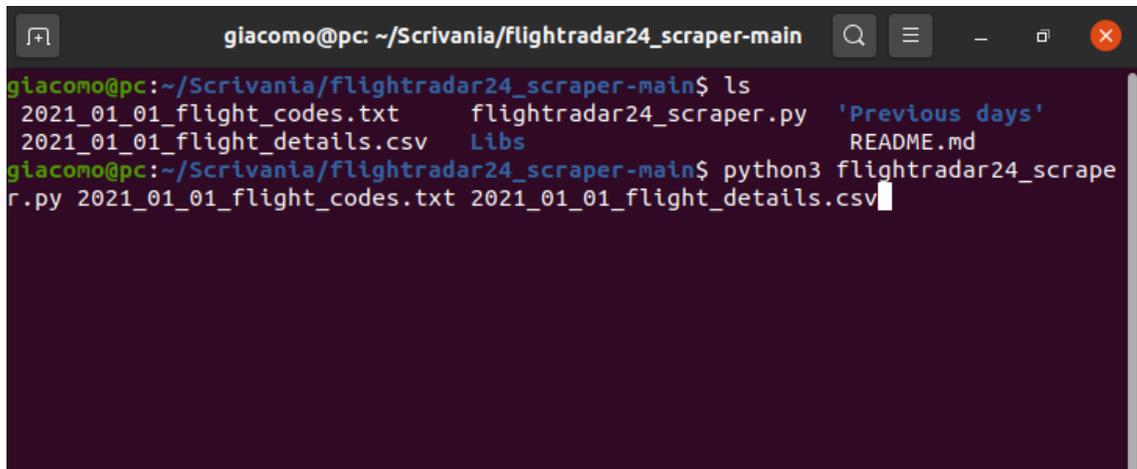
Utilizzi successivi

Per gli utilizzi successivi dello scraper sarà necessario passare in input i file ricevuti in output dopo il primo lancio. Come primo parametro il file di testo contenente il dizionario con i codici di volo e come secondo il file CSV contenente i dettagli dei voli.

Il comando da lanciare le volte successive è il seguente: *python3*

flightradar24_scraper.py YYYY-MM-DD_flight_codes.txt

YYYY-MM-DD_flight_details.csv (v. fig. 4)

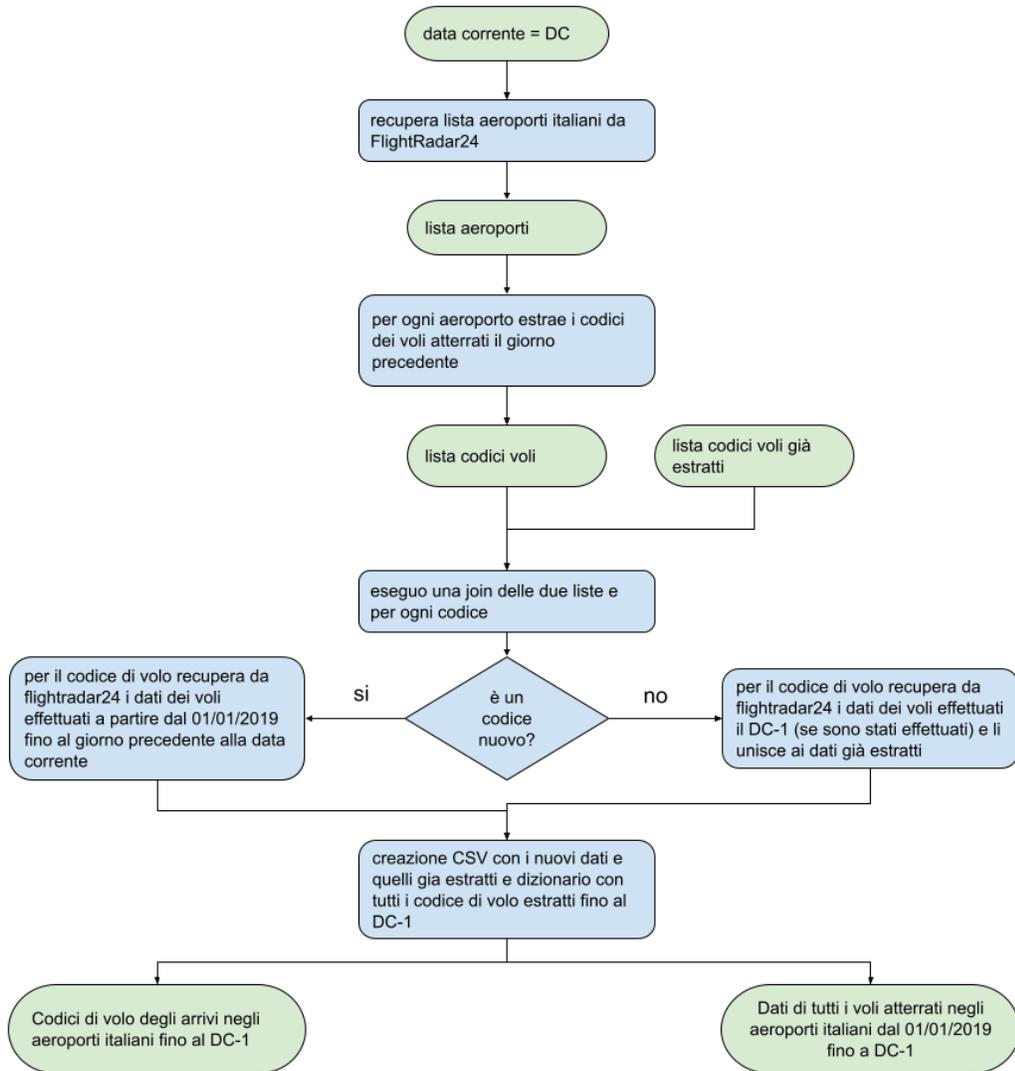
A terminal window with a dark purple background. The title bar shows 'giacomo@pc: ~/Scrivania/flightradar24_scraper-main'. The terminal content shows a user running 'ls' to list files: '2021_01_01_flight_codes.txt', 'flightradar24_scraper.py', '2021_01_01_flight_details.csv', 'Libs', and 'README.md'. Then, the user runs 'python3 flightradar24_scraper.py 2021_01_01_flight_codes.txt 2021_01_01_flight_details.csv'.

```
giacomo@pc:~/Scrivania/flightradar24_scraper-main$ ls
2021_01_01_flight_codes.txt  flightradar24_scraper.py  'Previous days'
2021_01_01_flight_details.csv  Libs                        README.md
giacomo@pc:~/Scrivania/flightradar24_scraper-main$ python3 flightradar24_scraper.py 2021_01_01_flight_codes.txt 2021_01_01_flight_details.csv
```

Figura 4. Comando per lanciare lo scraper per gli utilizzi successivi al primo

Una volta che lo scraper avrà finito di estrarre informazioni, i due file passati in input verranno aggiornati:

- Il dizionario contenenti i codici di volo verrà aggiornato con i codici estratti durante questo lancio dello scraper che non erano ancora presenti.
- Il file CSV verrà aggiornato con i nuovi dettagli di volo estratti durante questo lancio. Per i codici già esaminati durante gli utilizzi precedenti i dettagli estratti saranno solo per il giorno precedente (giorno per cui non erano ancora stati estratti i dati), mentre per i nuovi codici trovati i dati estratti saranno sulle rotte che ci sono state dal 01/01/2019 fino al giorno precedente al lancio dello scraper.



Dati estratti

L'estrazione dei dati per gli arrivi negli aeroporti italiani dal 01/01/2019 al 31/12/2020 ha prodotto un file CSV contenente 668864 righe. Ogni riga contiene i dettagli di volo per il codice specifico. Dal file CSV ottenuto durante la fase di estrazione sono stati estratti i nomi di tutti gli aeroporti trovati. Mentre il file CSV è stato importato nella tabella *arrivals* del database, gli aeroporti sono stati inseriti nella tabella *airports*. Per ogni aeroporto sono state trovate le informazioni relative all'origine ("interno" se è un aeroporto italiano o "internazionale" se è un aeroporto estero), la regione di appartenenza (solo nel caso in cui l'aeroporto fosse situato in Italia), la nazione di appartenenza e le coordinate per la localizzazione (latitudine e longitudine). Per quanto riguarda gli aeroporti italiani è stata creata la tabella *internal_airports* utilizzata per la traduzione della sigla degli aeroporti e per la creazione dei titoli per i grafici realizzati.

Storage dei Dati

Mysql

DB schema

I dati ottenuti nella fase di estrazione sono stati inseriti nel database *flightradar*, organizzato in tre tabelle (v. fig. 5):

- *airports* dove sono stati inseriti tutti gli aeroporti di partenza e di destinazione, trovati durante la fase di estrazione, con i relativi dettagli;
- *internal_airports* dove sono presenti gli aeroporti italiani per cui sono stati trovati voli in entrata. Nella tabella oltre al nome dell'aeroporto sono stati inseriti i codici identificativi degli aeroporti e i titoli per i grafici;
- *arrivals* dove sono stati caricati le informazioni relative ai voli.

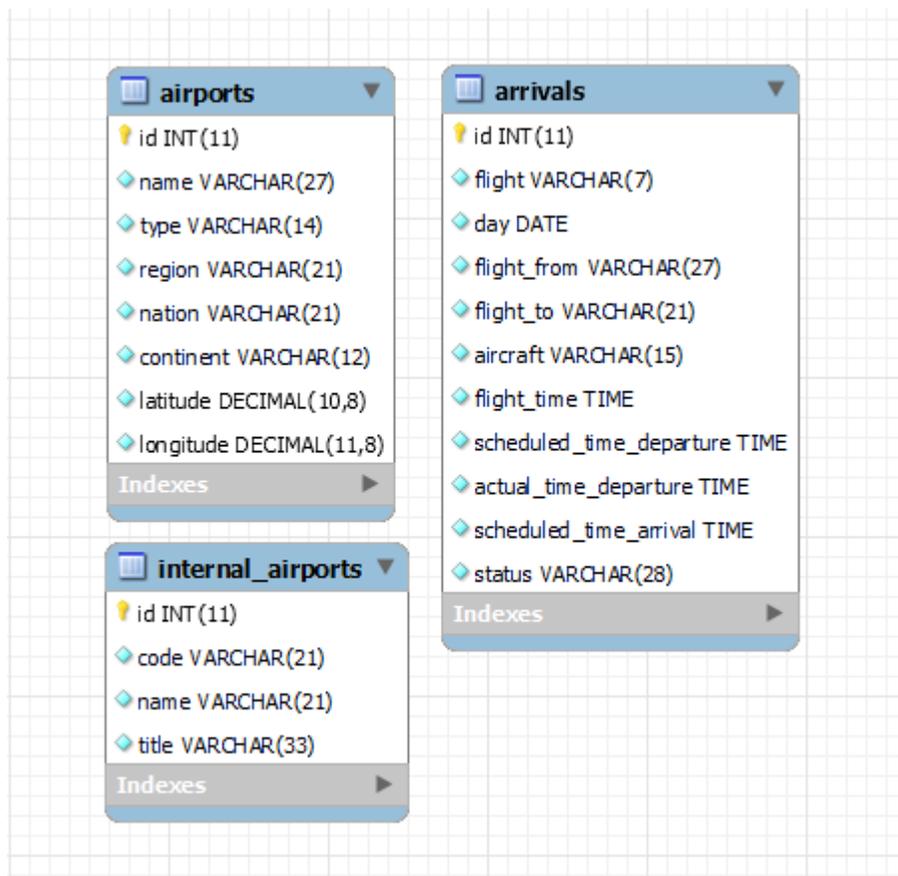
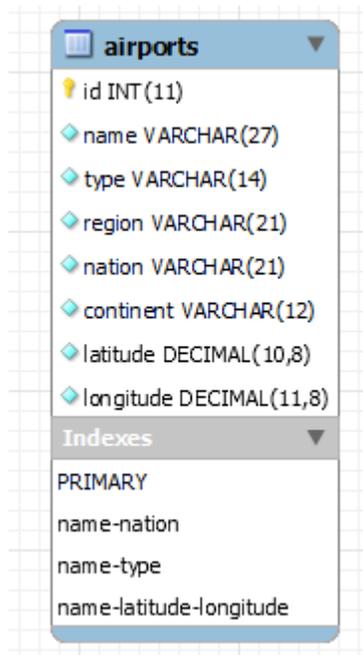


Figura 5. Tabelle nel database "flightradar"

Per il recupero dei dati è stato necessario l'utilizzo delle JOIN per poter lavorare sui dati presenti in più tabelle.

Aeroporti



The screenshot shows a database table named 'airports'. The columns are: id INT(11), name VARCHAR(27), type VARCHAR(14), region VARCHAR(21), nation VARCHAR(21), continent VARCHAR(12), latitude DECIMAL(10,8), and longitude DECIMAL(11,8). The primary key is 'id'. There are also composite indexes: 'name-nation', 'name-type', and 'name-latitude-longitude'.

Column	Data Type
id	INT(11)
name	VARCHAR(27)
type	VARCHAR(14)
region	VARCHAR(21)
nation	VARCHAR(21)
continent	VARCHAR(12)
latitude	DECIMAL(10,8)
longitude	DECIMAL(11,8)

Index
PRIMARY
name-nation
name-type
name-latitude-longitude

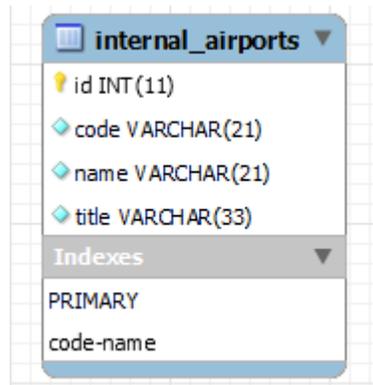
Figura 6. Tabella "airports"

Nella tabella *airports* (v. fig. 6) sono presenti le informazioni sugli aeroporti trovati durante la fase di estrazione. Sono presenti tutti gli aeroporti italiani per cui ci sono stati arrivi a partire dal 2019 e gli aeroporti per cui ci sono state partenze con destinazione l'Italia.

I dati relativi agli aeroporti sono:

- *name*, il nome dell'aeroporto;
- *type*, se l'aeroporto è italiano o estero;
- *region*, se l'aeroporto è italiano viene specificata la regione in cui è situato;
- *nation*, la nazione dell'aeroporto;
- *latitude*, la coordinata relativa alla latitudine dell'aeroporto;
- *longitude*, la coordinata relativa alla longitudine dell'aeroporto.

Aeroporti interni



The image shows a screenshot of a database table definition for 'internal_airports'. The table has four columns: 'id' (INT(11)), 'code' (VARCHAR(21)), 'name' (VARCHAR(21)), and 'title' (VARCHAR(33)). The 'id' column is marked as the primary key. There is also an index named 'code-name' on the 'code' and 'name' columns.

Column	Data Type
id	INT(11)
code	VARCHAR(21)
name	VARCHAR(21)
title	VARCHAR(33)

Indexes

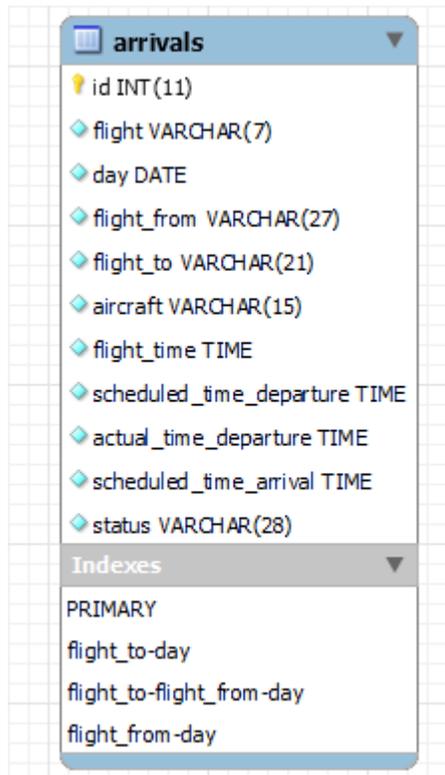
- PRIMARY
- code-name

Figura 7. Tabella "internal_airports"

Nella tabella *internal_airports* (v. fig. 7) sono presenti i dati relativi agli aeroporti italiani. I dati presenti sono:

- *code*, il codice identificativo dell'aeroporto;
- *name*, il nome completo dell'aeroporto;
- *title*, il nome sintetico dell'aeroporto da utilizzare nei grafici.

Arrivi



The image shows a screenshot of a database table definition for a table named 'arrivals'. The table has the following columns:

- id INT(11)
- flight VARCHAR(7)
- day DATE
- flight_from VARCHAR(27)
- flight_to VARCHAR(21)
- aircraft VARCHAR(15)
- flight_time TIME
- scheduled_time_departure TIME
- actual_time_departure TIME
- scheduled_time_arrival TIME
- status VARCHAR(28)

Below the columns, there is an 'Indexes' section with the following entries:

- PRIMARY
- flight_to-day
- flight_to-flight_from-day
- flight_from-day

Figura 8. Tabella "arrivals"

Nella tabella *arrivals* (v. fig. 8) sono riportati tutti i dati relativi agli arrivi negli aeroporti italiani. I dati presenti sono:

- *flight*, il codice identificativo del volo;
- *day*, il giorno in cui è stato effettuato il volo;
- *flight_from*, l'aeroporto di partenza;
- *flight_to*, l'aeroporto di arrivo;
- *aircraft*, il codice identificativo dell'aeromobile;
- *flight_time*, il tempo impiegato per il volo;
- *scheduled_time_departure*, l'orario programmato della partenza;
- *actual_time_departure*, l'orario effettivo della partenza;
- *scheduled_time_arrival*, l'orario programmato dell'arrivo;
- *status*, l'orario effettivo dell'arrivo.

AlaSQL

AlaSQL è un database lato client open source per JavaScript. È un database in-memory e presenta opzioni per la persistenza. Funziona con tutte le versioni moderne di browser, con Node.js e con applicazioni mobili (Apache Cordova e Ionic).

Lo sviluppo di AlaSQL ha prestato una forte attenzione alla velocità di esecuzione delle query e alla sua flessibilità nei confronti dei dati da elaborare, sia per i dati relazionali che per i dati senza schema. La velocità di elaborazione dei dati durante l'esecuzione delle query è data dalla natura dinamica di JavaScript, mentre la sua flessibilità nasce dall'esigenza di importare ed esportare dati direttamente da vari formati: TXT, CSV, TSV/TAB, XLS, XLSX, HTML e JSON. L'elaborazione dei dati tramite le query avviene direttamente sui dati archiviati nei formati precedentemente elencati.

Un esempio di query per l'importazione di dati da un file CSV:

```
alasql.promise('SELECT Airport, Longitude, Latitude FROM
CSV("csv/coordinate_aeroporti", {headers:true,
quote:"\'",separator:","})')
    .then(function(res_coordinate_aeroporti){
        ...
    })
```

AlaSQL e SQL

AlaSQL permette tutte le funzioni SQL per l'interrogazione del database e include alcune delle classiche ottimizzazioni del motore SQL, tra cui:

- La memorizzazione nella cache come funzioni compilate
- Le tabelle unite sono pre-indicizzate
- Con la WHERE, le espressioni sono pre-filtrate per i join

Tra le funzioni SQL presenti in AlaSQL, quelle utilizzate per eseguire le prove sono state:

- Conteggio:

```
alasql("SELECT Count(*) AS numVoli, Day FROM ? WHERE Day BETWEEN  
'2019-01-01' AND '2019-12-31' GROUP BY  
Day",[res_aeroporti_arrivi]);
```

- Filtraggio:

```
alasql("SELECT Count(*) AS numVoli, Day FROM ? WHERE Day BETWEEN  
'2019-01-01' AND '2019-12-31' GROUP BY  
Day",[res_aeroporti_arrivi]);
```

- Raggruppamento:

```
alasql("SELECT Count(*) AS numVoli, Day FROM ? WHERE Day BETWEEN  
'2019-01-01' AND '2019-12-31' GROUP BY  
Day",[res_aeroporti_arrivi]);
```

AlaSQL e JavaScript

AlaSQL rende SQL molto più vicino a JavaScript:

- Scrittura di JSON
- Accesso alle proprietà degli oggetti
- Accesso agli elementi degli oggetti e degli array
- Accesso alle funzioni JavaScript

AlaSQL può interagire con alcuni framework e librerie JavaScript. I dati elaborati tramite le query di AlaSQL possono essere utilizzati per la creazione di grafici (Google Charts e Highcharts.js), tabelle (Handsontable.js), diagrammi e mappe (d3.js e Google Maps).

Limiti AlaSQL

Nonostante le ottimizzazioni fatte per migliorare la velocità e le prestazioni di AlaSQL, restano ancora presenti alcuni limiti: durante l'esecuzione di alcune query sui dati estratti è stato possibile constatare che su un numero elevato di dati (10 colonne e 600.000 righe) le prestazioni di AlaSQL calano molto. Inoltre, non è stato possibile

importare nelle tabelle di AlaSQL i dati presenti nel file CSV. Questo ha portato all'impossibilità di indicizzare le colonne per velocizzare l'esecuzione delle query. A causa dei problemi riscontrati è stato preferito l'utilizzo di MySQL per una maggior velocità di esecuzione delle query grazie alla possibilità di indicizzare le tabelle.

Visualizzazioni dei Dati

Mappa aeroporti



Figura 9. Mappa dashboard "Internazionali"



Figura 10. Mappa dashboard "Interni" e "Mappa"

La mappa per gli aeroporti è stata realizzata con la Leaflet.js, una libreria JavaScript open-source progettata per la realizzazione di mappe interattive ottimizzate. Leaflet si contraddistingue per la sua semplicità, le sue prestazioni e la sua usabilità. Funziona in modo efficiente su tutte le principali piattaforme desktop e mobili grazie alla sua leggerezza (solo 39kb) e le sue funzionalità di mappatura.

Nella mappa sono rappresentati tutti gli aeroporti italiani ancora in attività, in totale 39. Per la realizzazione della mappa è stato necessario conoscere le coordinate di ogni

singolo aeroporto. Una volta ottenute le informazioni su longitudine e latitudine è stato possibile localizzare gli aeroporti sulla mappa con l'utilizzo dei marcatori Leaflet.

I marcatori sono stati creati utilizzando dei cerchi. Per uno stesso aeroporto sono stati creati due cerchi concentrici se ci sono stati voli in entrata per entrambi gli anni. Il diametro dei cerchi indica il numero di arrivi, mentre il colore del cerchio indica l'anno: in blu sono riportati gli arrivi per il 2019 e in celeste gli arrivi per il 2020.

Per ogni cerchio (marker) è stata creata una funzione che al click permetta di visualizzare i dati per l'aeroporto selezionato.

Nella mappa utilizzata nella dashboard *Internazionali* (v. fig. 9) sono rappresentati gli aeroporti per cui sono presenti arrivi dall'estero, per questo motivo gli aeroporti di Vieste, Foggia, Pantelleria e Lampedusa non sono indicati nel grafico. A differenza della mappa utilizzata nelle dashboard *Interni* e *Mappa* (v. fig. 10), nella dashboard *Internazionali* i cerchi sono di dimensioni ridotte per il fatto che nelle altre dashboard sono considerati anche gli arrivi interni.

Interni

Arrivi giornalieri negli aeroporti italiani (2019 - 2020)

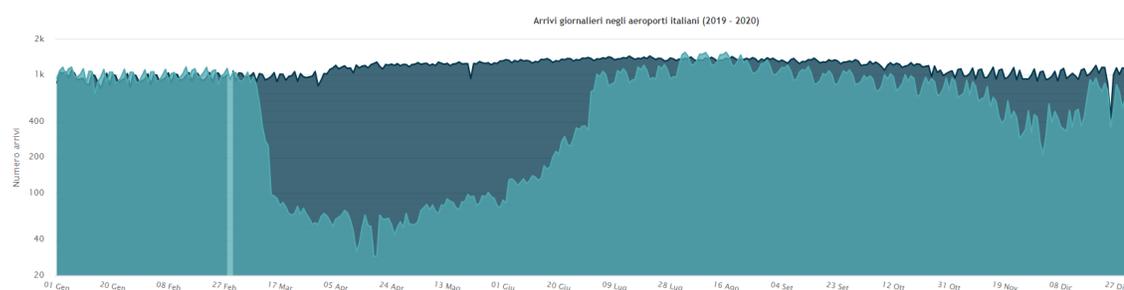


Figura 11. Grafico "Arrivi giornalieri negli aeroporti italiani (2019 - 2020)"

Nel grafico "Arrivi giornalieri negli aeroporti italiani (2019 - 2020)" (v. fig. 11) vengono mostrati i dati relativi al numero di arrivi giornalieri per il 2019 e il 2020. Dal confronto dei due anni è evidente come nei primi mesi del 2020 il numero dei voli stesse seguendo l'andamento dell'anno precedente per poi subire un forte calo da marzo a

giugno, nel periodo del primo lockdown. Solo con l'arrivo del periodo estivo e la rimozione delle misure anti-Covid abbiamo assistito a una ripresa del traffico aereo. Il maggior numero di voli viene raggiunto nel periodo estivo dove la curva degli arrivi supera l'anno precedente nel periodo che va da inizio luglio fino a fine agosto. Una successiva discesa, che segue l'andamento dell'anno precedente, anche se con un minor numero di voli, è coincisa con il periodo del secondo lockdown. La successiva rimozione delle restrizioni ha dato il via ad una ripresa nel periodo prenatalizio.

Per la realizzazione del grafico sono stati presi tutti i dati relativi agli arrivi negli aeroporti italiani, sia interni che esteri, avvenuti nei due anni e raggruppati in base al giorno. Facendo questo è stato possibile avere il numero preciso di arrivi giornalieri negli aeroporti italiani.

Per l'acquisizione dei dati necessari per la realizzazione del grafico "*Arrivi giornalieri negli aeroporti italiani (2019 – 2020)*" è stata necessaria l'esecuzione delle seguenti query:

```
if ($nome_aeroporto == "Tutti gli aeroporti"){

$query_arrivi_2019 = "SELECT Count(*) AS number_flights, day FROM
arrivals WHERE day BETWEEN '2019-01-01' AND '2019-12-31' GROUP BY day";

$query_arrivi_2020 = "SELECT Count(*) AS number_flights, day FROM
arrivals WHERE day BETWEEN '2020-01-01' AND '2020-12-31' GROUP BY day";

} else {

$query_arrivi_2019 = "SELECT Count(*) AS number_flights, day FROM
arrivals WHERE flight_to = '$sigla_aeroporto' AND day BETWEEN
'2019-01-01' AND '2019-12-31' GROUP BY day";

$query_arrivi_2020 = "SELECT Count(*) AS number_flights, day FROM
arrivals WHERE flight_to = '$sigla_aeroporto' AND day BETWEEN
'2020-01-01' AND '2020-12-31' GROUP BY day";

}
```

La variabile *\$nome_aeroporto* corrisponde al nome dell'aeroporto per esteso, mentre la variabile *\$sigla_aeroporto* corrisponde al codice identificativo dell'aeroporto. Nel caso in cui la variabile *\$nome_aeroporto* corrisponda alla stringa "Tutti gli aeroporti" vengono visualizzati i dati complessivi per tutti gli aeroporti italiani, altrimenti vengono visualizzati solo i dati per l'aeroporto selezionato.

Arrivi mensili negli aeroporti italiani (2019 – 2020)

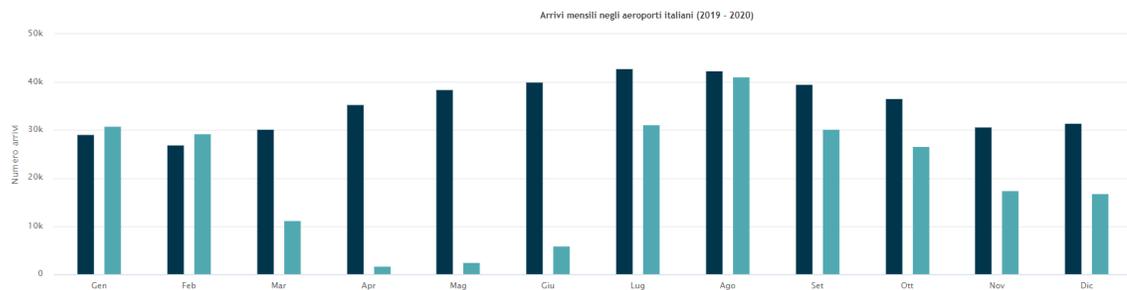


Figura 12. Grafico "Arrivi mensili negli aeroporti italiani (2019 - 2020)"

Nel grafico "Arrivi mensili negli aeroporti italiani (2019 – 2020)" (v. fig. 12) vengono mostrati i dati relativi al numero di arrivi mensili per il 2019 e il 2020. Rispetto al grafico degli arrivi giornalieri, in questa visualizzazione è ancora più evidente come ci sia stato un incremento del numero di arrivi nei primi mesi del 2020 (a gennaio un incremento del 5,8% e a febbraio dell'8,4%), mentre nei mesi di lockdown è stato registrato un forte calo: a marzo del 62,6%, ad aprile del 95,3%, a maggio del 93,6% e a giugno dell'85%. D'estate una forte risalita che non è riuscita però a raggiungere i numeri dell'anno precedente, solamente il mese di agosto è stato quello che è andato più vicino ai valori del 2019 con un calo del 2,7%. Dopo il periodo estivo, quindi con la fine della stagionalità del turismo in Italia, il numero di voli è andato via via diminuendo seguendo i ritmi dell'anno precedente, seppure con un numero ridotto di voli.

Per l'acquisizione dei dati necessari per la realizzazione del grafico "Arrivi mensili negli aeroporti italiani (2019 – 2020)" è stata necessaria l'esecuzione delle seguenti query:

```
if ($nome_aeroporto == "Tutti gli aeroporti"){
```

```

$query_arrivi_2019 = "SELECT Count(*) AS number_flights, MONTH(day) AS
month FROM arrivals WHERE day BETWEEN '2019-01-01' AND '2019-12-31' GROUP
BY MONTH(day)";
$query_arrivi_2020 = "SELECT Count(*) AS number_flights, MONTH(day) AS
month FROM arrivals WHERE day BETWEEN '2020-01-01' AND '2020-12-31' GROUP
BY MONTH(day)";

} else {

$query_arrivi_2019 = "SELECT Count(*) AS number_flights, MONTH(day) AS
month FROM arrivals WHERE flight_to = '$sigla_aeroporto' AND day BETWEEN
'2019-01-01' AND '2019-12-31' GROUP BY MONTH(day)";

$query_arrivi_2020 = "SELECT Count(*) AS number_flights, MONTH(day) AS
month FROM arrivals WHERE flight_to = '$sigla_aeroporto' AND day BETWEEN
'2020-01-01' AND '2020-12-31' GROUP BY MONTH(day)";

}

```

La variabile *\$nome_aeroporto* corrisponde al nome dell'aeroporto per esteso, mentre la variabile *\$sigla_aeroporto* corrisponde al codice identificativo dell'aeroporto. Nel caso in cui la variabile *\$nome_aeroporto* corrisponda alla stringa "Tutti gli aeroporti" vengono visualizzati i dati complessivi per tutti gli aeroporti italiani, altrimenti vengono visualizzati solo i dati per l'aeroporto selezionato.

Arrivi annuali negli aeroporti italiani (2019 – 2020)

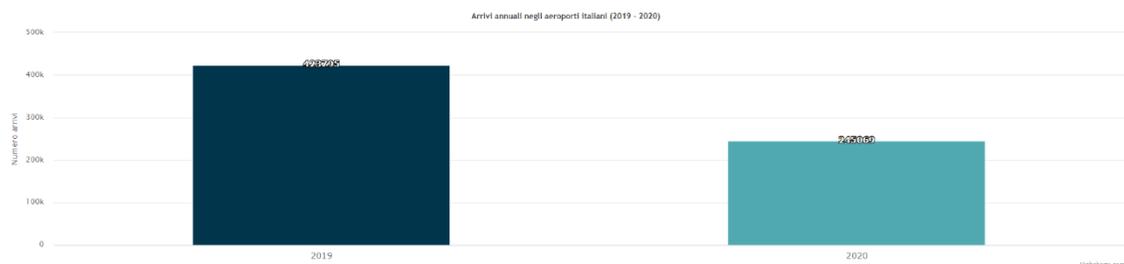


Figura 13. Grafico "Arrivi annuali negli aeroporti italiani (2019 - 2020)"

Nel grafico "Arrivi annuali negli aeroporti italiani (2019 – 2020)" (v. fig. 13) vengono mostrati i dati relativi al numero di arrivi annuali per il 2019 e il 2020.

Nel grafico è evidente quanto sia calato il numero di voli in Italia nel 2020 rispetto al 2019. Nel 2019 sono stati effettuati 423.795 voli mentre nel 2020 ne sono stati effettuati solo 245.069, un calo del 42,17% (178.726 voli in meno).

Per l’acquisizione dei dati necessari per la realizzazione del grafico “*Arrivi annuali negli aeroporti italiani (2019 – 2020)*” è stata necessaria l’esecuzione delle seguenti query:

```
if ($nome_aeroporto == "Tutti gli aeroporti"){

$query_arrivi_2019 = "SELECT Count(*) AS number_flights FROM arrivals
WHERE day BETWEEN '2019-01-01' AND '2019-12-31'";

$query_arrivi_2020 = "SELECT Count(*) AS number_flights FROM arrivals
WHERE day BETWEEN '2020-01-01' AND '2020-12-31'";

} else {

$query_arrivi_2019 = "SELECT Count(*) AS number_flights FROM arrivals
WHERE flight_to = '$sigla_aeroporto' AND day BETWEEN '2019-01-01' AND
'2019-12-31'";

$query_arrivi_2020 = "SELECT Count(*) AS number_flights FROM arrivals
WHERE flight_to = '$sigla_aeroporto' AND day BETWEEN '2020-01-01' AND
'2020-12-31'";

}
```

La variabile *\$nome_aeroporto* corrisponde al nome dell’aeroporto per esteso, mentre la variabile *\$sigla_aeroporto* corrisponde al codice identificativo dell’aeroporto. Nel caso in cui la variabile *\$nome_aeroporto* corrisponda alla stringa “Tutti gli aeroporti” vengono visualizzati i dati complessivi per tutti gli aeroporti italiani, altrimenti vengono visualizzati solo i dati per l’aeroporto selezionato.

2020 e 32 nel 2019), Armenia (69 nel 2020 e 0 nel 2019), Canada (53 nel 2020 e 0 nel 2019), Sri Lanka (46 nel 2020 e 0 nel 2019), Mali (44 nel 2020 e 0 nel 2019), Cuba (41 nel 2020 e 39 nel 2019) e Kosovo (28 nel 2020 e 0 nel 2019), mentre casi come Iran, Galles, Nigeria, Corea del Sud, Kuwait e Slovenia presentano incrementi molto bassi, sotto i 10 voli.

Per l’acquisizione dei dati necessari per la realizzazione del grafico “*Arrivi in Italia da paesi esteri (2020 – 2019)*” è stata necessaria l’esecuzione delle seguenti query:

```
if ($nome_aeroporto == "Tutti gli aeroporti"){

$query_arrivi_in_italia_2019 = "SELECT airports.nation, Count(*) AS
number_flights FROM arrivals INNER JOIN airports ON
arrivals.flight_from=airports.name WHERE airports.nation != 'Italia' AND
day $where_day_2019 GROUP BY airports.nation ORDER BY number_flights
DESC";

$query_arrivi_in_italia_2020 = "SELECT airports.nation, Count(*) AS
number_flights FROM arrivals INNER JOIN airports ON
arrivals.flight_from=airports.name WHERE airports.nation != 'Italia' AND
day $where_day_2020 GROUP BY airports.nation ORDER BY number_flights
DESC";

} else {

$query_arrivi_in_italia_2019 = "SELECT airports.nation, Count(*) AS
number_flights FROM arrivals INNER JOIN airports ON
arrivals.flight_from=airports.name INNER JOIN internal_airports ON
arrivals.flight_to=internal_airports.code WHERE airports.nation !=
'Italia' AND internal_airports.name = '$nome_aeroporto' AND day
$where_day_2019 GROUP BY airports.nation ORDER BY number_flights DESC";

$query_arrivi_in_italia_2020 = "SELECT airports.nation, Count(*) AS
number_flights FROM arrivals INNER JOIN airports ON
arrivals.flight_from=airports.name INNER JOIN internal_airports ON
arrivals.flight_to=internal_airports.code WHERE airports.nation !=
```

```
'Italia' AND internal_airports.name = '$nome_aeroporto' AND day
$where_day_2020 GROUP BY airports.nation ORDER BY number_flights DESC";
}
```

La variabile *\$nome_aeroporto* corrisponde al nome dell'aeroporto per esteso, mentre le variabili *\$where_day_2019* e *\$where_day_2020* corrispondono al lasso di tempo per l'anno specifico. Nel caso in cui la variabile *\$nome_aeroporto* corrisponda alla stringa "Tutti gli aeroporti" vengono visualizzati i dati complessivi per tutti gli aeroporti italiani, altrimenti vengono visualizzati solo i dati per l'aeroporto selezionato.

Arrivi in Italia da paesi esteri (differenza 2020 – 2019)

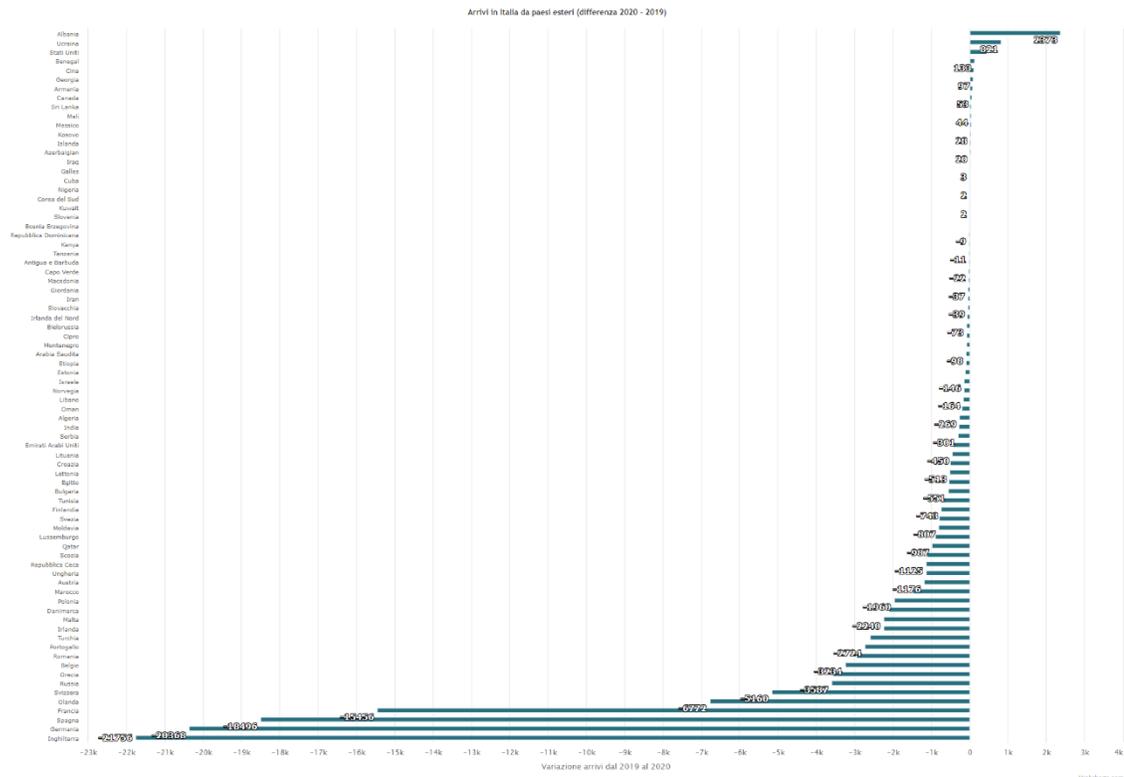


Figura 15. Grafico "Arrivi in Italia da paesi esteri (differenza 2020 - 2019)"

Nel grafico "Arrivi in Italia da paesi esteri (differenza 2020 – 2019)" (v. fig. 15) sono mostrate le differenze di arrivi per nazione per i due anni esaminati. È evidente come la maggior parte delle nazioni (nella parte bassa del grafico) presenta una forte diminuzione del numero di voli, tra queste troviamo paesi che hanno sempre avuto molti

voli con destinazione l'Italia: Inghilterra con un decremento di 21.756 voli, Germania di 20.368, Spagna di 18.496 e Francia di 15.456. Paesi con numeri più contenuti, dovuti anche ai minori numeri di voli registrati nel 2019, sono: l'Olanda con 6772 voli in meno, la Svizzera con 5160, la Russia con 3586, la Grecia con 3562 e il Belgio con 3234. Sono poche le nazioni (nella parte alta del grafico) che presentano una situazione contraria, con un aumento del numero di voli: Albania con 2737 voli, Ucraina con 821, Stati Uniti con 447, Senegal con 133, Cina con 105 e Georgia con 97. Mentre Armenia, Canada, Sri Lanka, Mali, Messico, Kosovo, Islanda, Azerbaigian, Iraq, Galles, Cuba, Corea del Sud, Kuwait, Nigeria e Slovenia hanno avuto un leggero incremento, inferiore a 100.

Per l'acquisizione dei dati necessari per la realizzazione del grafico *“Arrivi in Italia da paesi esteri (differenza 2020 – 2019)”* è stata necessaria l'esecuzione delle seguenti query:

```
if ($nome_aeroporto == "Tutti gli aeroporti"){

$query_arrivi_in_italia_2019 = "SELECT airports.nation, Count(*) AS
number_flights FROM arrivals INNER JOIN airports ON
arrivals.flight_from=airports.name WHERE airports.nation != 'Italia' AND
day $where_day_2019 GROUP BY airports.nation ORDER BY number_flights
DESC";

$query_arrivi_in_italia_2020 = "SELECT airports.nation, Count(*) AS
number_flights FROM arrivals INNER JOIN airports ON
arrivals.flight_from=airports.name WHERE airports.nation != 'Italia' AND
day $where_day_2020 GROUP BY airports.nation ORDER BY number_flights
DESC";

} else {

$query_arrivi_in_italia_2019 = "SELECT airports.nation, Count(*) AS
number_flights FROM arrivals INNER JOIN airports ON
arrivals.flight_from=airports.name INNER JOIN internal_airports ON
arrivals.flight_to=internal_airports.code WHERE airports.nation !=
'Italia' AND internal_airports.name = '$nome_aeroporto' AND day
$where_day_2019 GROUP BY airports.nation ORDER BY number_flights DESC";
```

```
$query_arrivi_in_italia_2020 = "SELECT airports.nation, Count(*) AS  
number_flights FROM arrivals INNER JOIN airports ON  
arrivals.flight_from=airports.name INNER JOIN internal_airports ON  
arrivals.flight_to=internal_airports.code WHERE airports.nation !=  
'Italia' AND internal_airports.name = '$nome_aeroporto' AND day  
$where_day_2020 GROUP BY airports.nation ORDER BY number_flights DESC";  
  
}
```

La variabile *\$nome_aeroporto* corrisponde al nome dell'aeroporto per esteso, mentre le variabili *\$where_day_2019* e *\$where_day_2020* corrispondono al lasso di tempo per l'anno specifico. Nel caso in cui la variabile *\$nome_aeroporto* corrisponda alla stringa "Tutti gli aeroporti" vengono visualizzati i dati complessivi per tutti gli aeroporti italiani, altrimenti vengono visualizzati solo i dati per l'aeroporto selezionato.

Arrivi in Italia da paesi esteri (variazione 2020 – 2019)

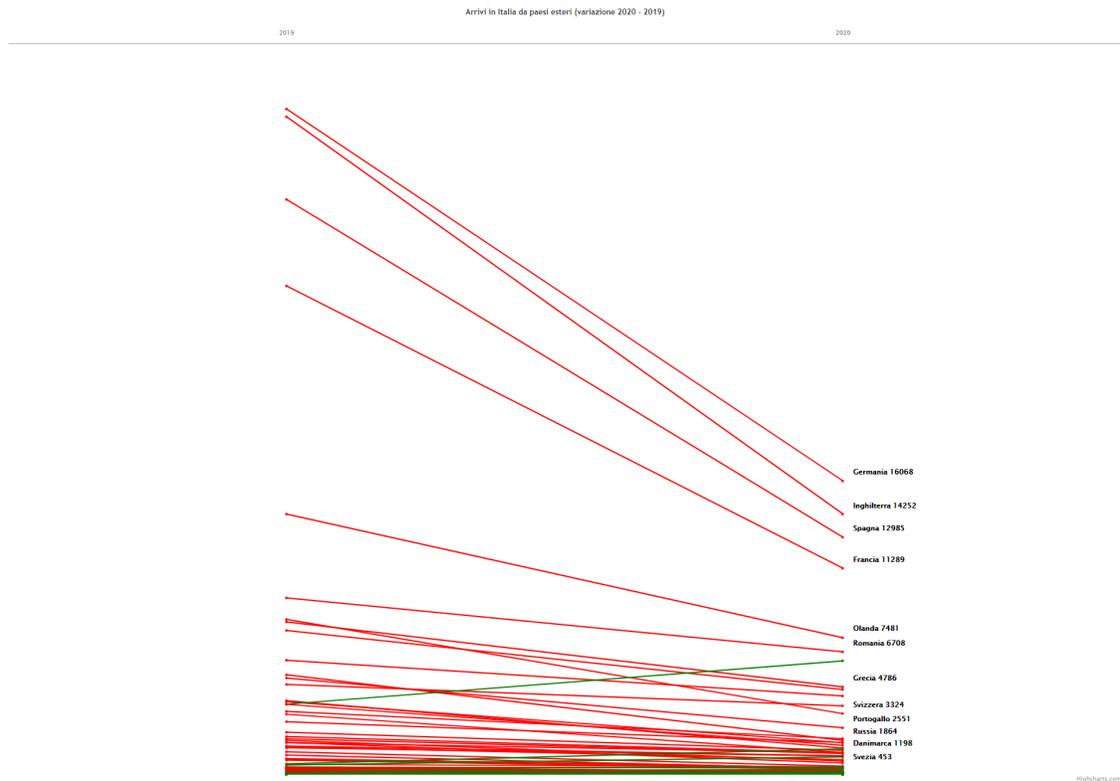


Figura 16. Grafico "Arrivi in Italia da paesi esteri (variazione 2020 - 2019)"

Nel grafico "Arrivi in Italia da paesi esteri (variazione 2020 – 2019)" (v. fig. 16) viene mostrata la variazione del numero di arrivi nei due anni. A differenza del grafico precedente, qui vengono evidenziate in rosso le nazioni che presentano un decremento nel 2020 rispetto al 2019 e di verde quelle che hanno avuto, invece, un incremento. È possibile notare che le nazioni nella parte alta del grafico sono poche e sono le stesse nazioni che presentano un alto numero di arrivi in Italia nonostante la pandemia e continuano ad avere un consistente numero di voli per l'Italia. Nella parte bassa c'è un'altissima densità di linee rosse dovuta a tutti quei paesi che non hanno mai avuto un grande numero di voli per l'Italia e che adesso vedono diminuito ancora di più il loro numero di partenze con destinazione l'Italia. Per quanto riguarda le poche linee verdi presenti, tutte occupano la parte bassa del grafico: il caso più evidente è quello dell'Albania.

Per l'acquisizione dei dati necessari per la realizzazione del grafico “*Arrivi in Italia da paesi esteri (variazione 2020 – 2019)*” è stata necessaria l'esecuzione delle seguenti query:

```
if ($nome_aeroporto == "Tutti gli aeroporti"){

$query_arrivi_in_italia_2019 = "SELECT airports.nation, Count(*) AS
number_flights FROM arrivals INNER JOIN airports ON
arrivals.flight_from=airports.name WHERE airports.nation != 'Italia' AND
day $where_day_2019 GROUP BY airports.nation ORDER BY number_flights
DESC";

$query_arrivi_in_italia_2020 = "SELECT airports.nation, Count(*) AS
number_flights FROM arrivals INNER JOIN airports ON
arrivals.flight_from=airports.name WHERE airports.nation != 'Italia' AND
day $where_day_2020 GROUP BY airports.nation ORDER BY number_flights
DESC";

} else {

$query_arrivi_in_italia_2019 = "SELECT airports.nation, Count(*) AS
number_flights FROM arrivals INNER JOIN airports ON
arrivals.flight_from=airports.name INNER JOIN internal_airports ON
arrivals.flight_to=internal_airports.code WHERE airports.nation !=
'Italia' AND internal_airports.name = '$nome_aeroporto' AND day
$where_day_2019 GROUP BY airports.nation ORDER BY number_flights DESC";

$query_arrivi_in_italia_2020 = "SELECT airports.nation, Count(*) AS
number_flights FROM arrivals INNER JOIN airports ON
arrivals.flight_from=airports.name INNER JOIN internal_airports ON
arrivals.flight_to=internal_airports.code WHERE airports.nation !=
'Italia' AND internal_airports.name = '$nome_aeroporto' AND day
$where_day_2020 GROUP BY airports.nation ORDER BY number_flights DESC";

}
```

La variabile *\$nome_aeroporto* corrisponde al nome dell'aeroporto per esteso, mentre le variabili *\$where_day_2019* e *\$where_day_2020* corrispondono al lasso di tempo per

l'anno specifico. Nel caso in cui la variabile $\$nome_aeroporto$ corrisponda alla stringa "Tutti gli aeroporti" vengono visualizzati i dati complessivi per tutti gli aeroporti italiani, altrimenti vengono visualizzati solo i dati per l'aeroporto selezionato.

Mappa

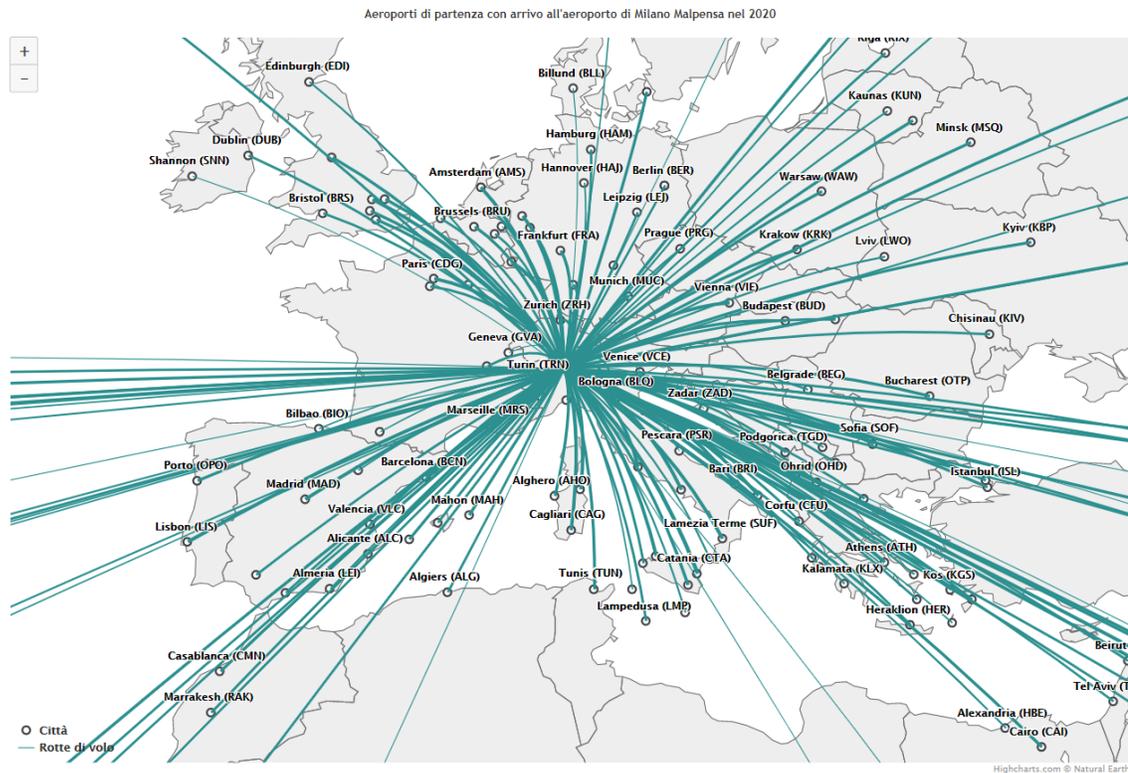


Figura 17. Mappa con rotte di volo per l'aeroporto selezionato

Nella dashboard "Mappa" (v. fig. 17) sono visualizzate le rotte dei voli che hanno come destinazione l'aeroporto selezionato (nell'immagine è stato preso come esempio l'aeroporto di Milano Malpensa). Le rotte dall'aeroporto di origine all'aeroporto di destinazione sono di vario spessore: lo spessore di una linea dipende dal numero di voli che ci sono stati per quella tratta nell'anno specificato (nel grafico è stato considerato il 2020).

Per l'acquisizione dei dati necessari per la realizzazione del grafico nella dashboard "Mappa" è stata necessaria l'esecuzione della seguente query:

```

if ($provenienza == "Tutti"){
if ($mese == "Tutto l'anno"){

$query = "SELECT arrivals.flight_from, internal_airports.code, count(*)
AS number_flights FROM arrivals JOIN internal_airports ON
arrivals.flight_to=internal_airports.code WHERE day $where_day AND
arrivals.flight_to = '$sigla_aeroporto' GROUP BY arrivals.flight_from,
arrivals.flight_to";

} else {

$query = "SELECT arrivals.flight_from, internal_airports.code, count(*)
AS number_flights FROM arrivals JOIN internal_airports ON
arrivals.flight_to=internal_airports.code WHERE day $where_day AND
internal_airports.name = '$nome_aeroporto' GROUP BY arrivals.flight_from,
internal_airports.code";

}
} else {
if ($mese == "Tutto l'anno"){

$query = "SELECT arrivals.flight_from, internal_airports.code, count(*)
AS number_flights FROM arrivals JOIN internal_airports ON
arrivals.flight_to=internal_airports.code JOIN airports ON
arrivals.flight_from=airports.name WHERE day $where_day AND
arrivals.flight_to = '$sigla_aeroporto' AND airports.type =
'$provenienza' GROUP BY arrivals.flight_from, arrivals.flight_to";

} else {

$query = "SELECT arrivals.flight_from, internal_airports.code, count(*)
AS number_flights FROM arrivals JOIN internal_airports ON
arrivals.flight_to=internal_airports.code JOIN airports ON
arrivals.flight_from=airports.name WHERE day $where_day AND
internal_airports.name = '$nome_aeroporto' AND airports.type =
'$provenienza' GROUP BY arrivals.flight_from, internal_airports.code";

}
}
}

```

```
}
```

La variabile *\$provenienza* corrisponde all'origine dei voli, nel caso in cui la variabile sia uguale alla stringa "*Tutti*" vengono visualizzati sia i voli interni che quelli internazionali. La variabile *\$mese* corrisponde al periodo per cui si vogliono visualizzare i dati, nel caso in cui la variabile sia uguale alla stringa "*Tutto l'anno*" vengono visualizzati i voli per l'anno selezionato. La variabile *\$nome_aeroporto* corrisponde al nome dell'aeroporto per esteso, mentre la variabile *\$sigla_aeroporto* corrisponde al codice identificativo dell'aeroporto. La variabile *\$where_day* corrisponde al lasso di tempo selezionato per l'anno specifico.

Dati relativi alle rotte di volo

Tabella arrivi 2019

Aeroporto	Numero arrivi	Aeroporti partenze	Nazioni partenze
Milano Malpensa	57204	151	60
Roma Fiumicino	49204	98	40
Bergamo	33532	124	39
Venezia	30647	85	27
Catania	27097	68	20
Napoli	26628	96	30
Bologna	25874	98	30
Palermo	19269	66	16
Milano Linate	16769	35	12
Bari	14859	67	20
Cagliari	13769	64	16
Roma Ciampino	13513	52	25
Pisa	13093	61	22
Torino	11805	36	12
Firenze	11788	23	12
Verona	8916	45	14
Brindisi	7368	27	7
Lamezia Terme	7189	30	8
Treviso	7098	33	13
Olbia	6264	44	13
Alghero	3878	26	11
Genova	3603	18	5
Pescara	2076	14	7
Lampedusa	1831	14	2
Trieste	1467	9	4
Trapani	1349	10	2
Brescia	1204	11	2
Pantelleria	1179	11	1
Ancona	1099	9	6
Reggio Calabria	1057	3	1
Comiso	816	7	3
Rimini	730	18	10
Perugia	656	6	5
Crotone	425	2	1
Cuneo	292	4	3
Parma	247	3	3

Tabella arrivi 2020

Aeroporto	Numero arrivi	Aeroporti partenze	Nazioni partenze
Milano Malpensa	31579	173	67
Roma Fiumicino	29269	125	51
Bergamo	18562	132	43
Catania	17538	79	23
Bologna	14259	117	35
Venezia	13848	104	34
Palermo	13554	75	18
Napoli	12158	104	33
Milano Linate	10863	42	15
Cagliari	9485	72	19
Bari	9167	78	24
Roma Ciampino	7379	63	27
Torino	7148	41	14
Pisa	6851	70	25
Firenze	5225	40	19
Verona	4898	62	21
Lamezia Terme	4695	41	10
Olbia	4428	56	15
Brindisi	4348	33	10
Alghero	2999	33	15
Treviso	2215	32	15
Brescia	1960	13	5
Genova	1950	20	5
Lampedusa	1703	13	2
Trapani	1489	20	4
Pantelleria	1390	12	2
Trieste	952	18	4
Pescara	875	15	9
Ancona	703	11	6
Reggio Calabria	625	7	2
Perugia	545	12	8
Comiso	474	10	4
Rimini	472	22	14
Foggia	414	3	2
Elba	281	5	2
Crotone	272	8	3
Cuneo	269	5	2
Parma	148	3	3
Vieste	79	1	1

Nelle tabelle sono riportati i valori relativi ai seguenti dati:

- *Aeroporto*: nome dell'aeroporto per cui sono stati analizzati i dati relativi agli arrivi per l'anno in questione (2019 o 2020).
- *Numero arrivi*: numero di arrivi per l'anno in questione per un determinato aeroporto (es. Milano Malpensa). Il numero di arrivi comprende tutti i voli, sia interni che internazionali, che hanno come destinazione l'aeroporto considerato.
- *Aeroporti partenze*: numero di aeroporti che presentano almeno un volo con destinazione l'aeroporto considerato per l'anno in questione.
- *Nazioni partenze*: numero di nazioni che presentano almeno un volo con destinazione l'aeroporto considerato per l'anno in questione.

Dal confronto dei dati presenti nelle due tabelle risulta che l'aeroporto di Milano Malpensa si trova al primo posto per numero di arrivi sia per il 2019 che per il 2020 presentando però un forte decremento nel secondo anno (calo del 44,8% rispetto al 2019), mentre c'è stato un aumento per gli “aeroporti e nazioni di partenza” (rispettivamente del 14,57% e del 11,67%). L'aeroporto di Roma Fiumicino occupa il secondo posto per numero di arrivi in entrambi gli anni con un calo del 40,51% nel 2020 ma con un forte aumento (27,55%) degli “aeroporti di partenza” e un conseguente aumento (27,5%) delle “nazioni di partenza”. Come per i primi due posti, il terzo posto resta per entrambi gli anni occupato dall'aeroporto di Bergamo che presenta un calo per numero di arrivi (44,64%) e un leggero aumento per aeroporti e nazioni di partenza (rispettivamente del 6,45% e del 10,26%).

Seguendo l'ordine per numero di arrivi nel 2020, dopo Bergamo, troviamo Catania con 17.538 arrivi (calo del 35,27% rispetto al 2019) che supera Venezia con 13.848 arrivi che presenta un forte calo rispetto all'anno precedente (54,81%) compensando con un forte aumento degli “aeroporti di partenza” (22,35%) e delle “nazioni di partenza” (25,92%), il più alto dopo Roma Fiumicino. Dopo Catania, l'aeroporto di Bologna con 14.259 arrivi nel 2020 (calo del 44,89%) e 117 aeroporti di partenza (aumento del

19,38%), a seguire Venezia e poi Palermo con 13.554 arrivi (calo del 31,13%) che supera Napoli con 12.158 arrivi (calo del 54,34%, la più alta percentuale per calo di voli dopo Venezia). Dopo Napoli, l'aeroporto di Milano Linate con 10.863 arrivi presenta una bassa diminuzione rispetto al 2019 (35,21%), a seguire Cagliari con 9.485 arrivi (calo del 31,11%), Bari con 9.167 (calo del 38,30%), Roma Ciampino con 7.379 (calo del 45,39%), Torino con 7.148 (calo del 39,45%), Pisa con 6.851 (calo del 47,67%) e Firenze con 5.225 (calo del 55,67%).

Dopo Firenze i restanti aeroporti presentano un numero di arrivi inferiore ai 5.000 nel 2020, gli stessi aeroporti che presentavano un numero di arrivi inferiore ai 10.000 nel 2019.

Nel 2020 sono stati trovati arrivi per altri 3 aeroporti:

- Foggia, con 414 arrivi provenienti dall'Italia (San Domino e Vieste).
- Isola d'Elba, con 281 arrivi provenienti dall'Italia (Milano Linate, Milano Malpensa, Firenze e Pisa) e dalla Svizzera (Lugano).
- Vieste, con 79 arrivi provenienti dall'isola di San Domino.

Tabella provenienza arrivi 2019

Aeroporto	Europa	Asia	Africa	Nord America
Milano Malpensa	51683	3206	1681	633
Roma Fiumicino	45822	1527	1855	0
Bergamo	32145	334	1053	0
Venezia	29863	357	0	0
Catania	26994	0	103	0
Napoli	26165	0	463	0
Bologna	24711	364	799	0
Palermo	19125	0	144	0
Milano Linate	16769	0	0	0
Bari	14807	0	52	0
Cagliari	13769	0	0	0
Roma Ciampino	13241	1	271	0
Pisa	12832	0	261	0
Torino	11655	0	150	0
Firenze	11788	0	0	0
Verona	8899	17	0	0
Brindisi	7368	0	0	0
Lamezia Terme	7189	0	0	0
Treviso	7098	0	0	0
Olbia	6264	0	0	0
Alghero	3878	0	0	0
Genova	3602	0	0	0
Pescara	2076	0	0	0
Lampedusa	1830	0	0	0
Trieste	1467	0	0	0
Trapani	1349	0	0	0
Brescia	1204	0	0	0
Pantelleria	1179	0	0	0
Ancona	1099	0	0	0
Reggio Calabria	1057	0	0	0
Comiso	816	0	0	0
Rimini	729	1	0	0
Perugia	656	0	0	0
Crotone	425	0	0	0
Cuneo	195	0	97	0
Parma	247	0	0	0

Tabella provenienza arrivi 2020

Aeroporto	Europa	Asia	Africa	Nord America
Milano Malpensa	27014	2683	1089	776
Roma Fiumicino	27229	727	945	363
Bergamo	17652	148	762	0
Catania	17435	0	102	0
Bologna	13687	153	417	0
Venezia	13595	69	183	1
Palermo	13444	0	109	0
Napoli	11822	0	335	1
Milano Linate	10862	0	0	1
Cagliari	9441	0	44	0
Bari	9153	2	12	0
Roma Ciampino	7274	1	104	0
Torino	7109	0	37	2
Pisa	6704	0	146	1
Firenze	5223	0	0	1
Verona	4883	2	12	0
Lamezia Terme	4695	0	0	0
Olbia	4427	0	0	1
Brindisi	4347	0	1	0
Alghero	2999	0	0	0
Treviso	2215	0	0	0
Brescia	1958	0	0	0
Genova	1950	0	0	0
Lampedusa	1702	0	0	0
Trapani	1488	0	0	0
Pantelleria	1389	0	0	0
Trieste	952	0	0	0
Pescara	874	0	1	0
Ancona	703	0	0	0
Reggio Calabria	621	0	0	4
Perugia	531	14	0	0
Comiso	474	0	0	0
Rimini	472	0	0	0
Foggia	410	0	0	0
Elba	281	0	0	0
Crotone	272	0	0	0
Cuneo	197	0	72	0
Parma	148	0	0	0

Vieste	79	0	0	0
--------	----	---	---	---

N.B. Per alcuni aeroporti la somma dei valori riportati nelle tabelle “*Tabella provenienza arrivi 2019*” e “*Tabella provenienza arrivi 2020*” non corrispondono a quelli riportati nella colonna “*Arrivi*” per l’anno corrispondente nelle tabelle “*Tabella arrivi 2019*” e “*Tabella arrivi 2020*”. La differenza di valori nelle tabelle per lo stesso anno è dovuta al fatto che per alcuni voli estratti non è specificato il nome dell’aeroporto, quindi nella somma totale degli arrivi vengono riportati anche i voli per cui non si conosce l’aeroporto di origine mentre nella suddivisione per origine non è possibile identificare il continente di appartenenza.

Sito web/Dashboard

Mockup

Voli interni

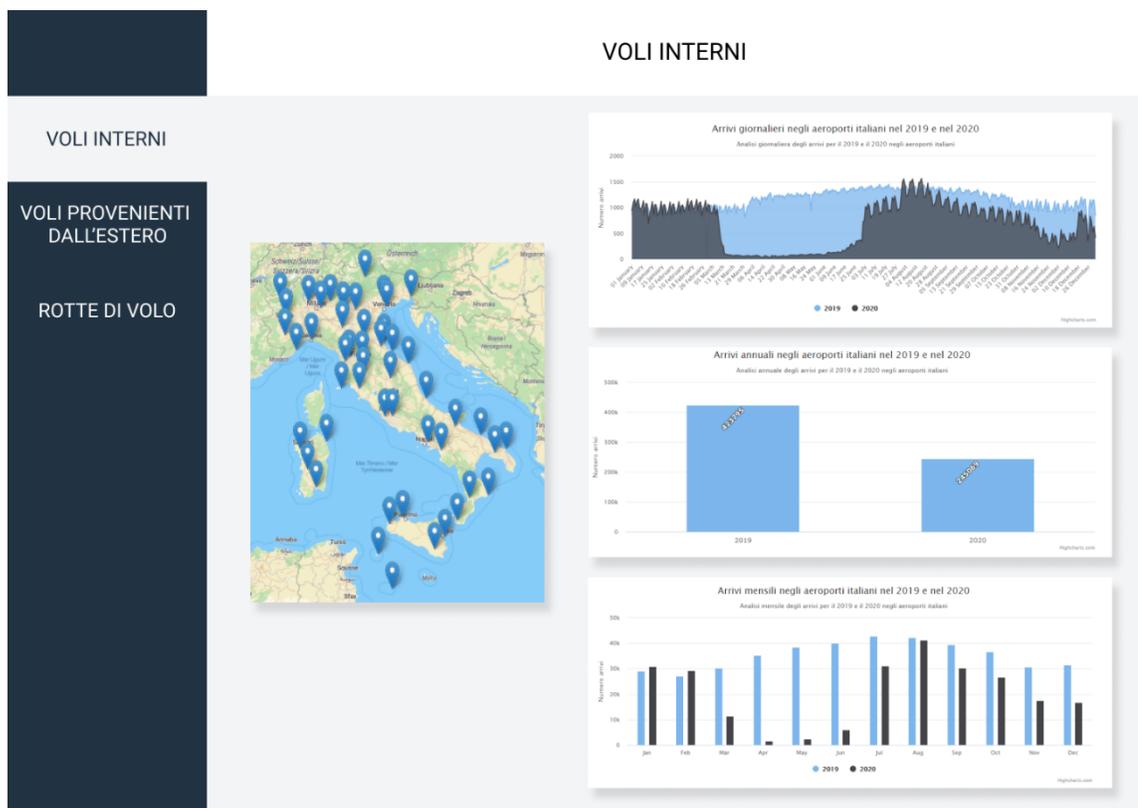


Figura 18. Dashboard "Voli interni"

Nella dashboard “*Voli interni*” (v. fig. 18) sono stati inseriti tre grafici per la visualizzazione granulare degli arrivi in Italia: nel grafico “*Arrivi giornalieri negli aeroporti italiani nel 2019 e nel 2020*” viene visualizzato il numero di arrivi per ogni giorno; nel grafico “*Arrivi mensili negli aeroporti italiani nel 2019 e nel 2020*” viene visualizzato il numero di arrivi per ogni mese; nel grafico “*Arrivi annuali negli aeroporti italiani nel 2019 e nel 2020*” viene visualizzato il numero di arrivi per ogni anno.

Grazie alla mappa degli aeroporti italiani è possibile selezionare l’aeroporto per cui si vuole visualizzare i dati. Nel caso in cui si volesse visualizzare la situazione generale in tutti gli aeroporti italiani basterà non selezionare alcun aeroporto o deselezionare l’aeroporto attivo.

All’apertura della dashboard i dati visualizzati faranno riferimento alla situazione generale degli arrivi in Italia, quindi i grafici mostrano la situazione complessiva di tutti gli arrivi negli aeroporti italiani. Una volta selezionato un aeroporto i grafici mostreranno la situazione per l’aeroporto specifico.

Voli provenienti dall'estero

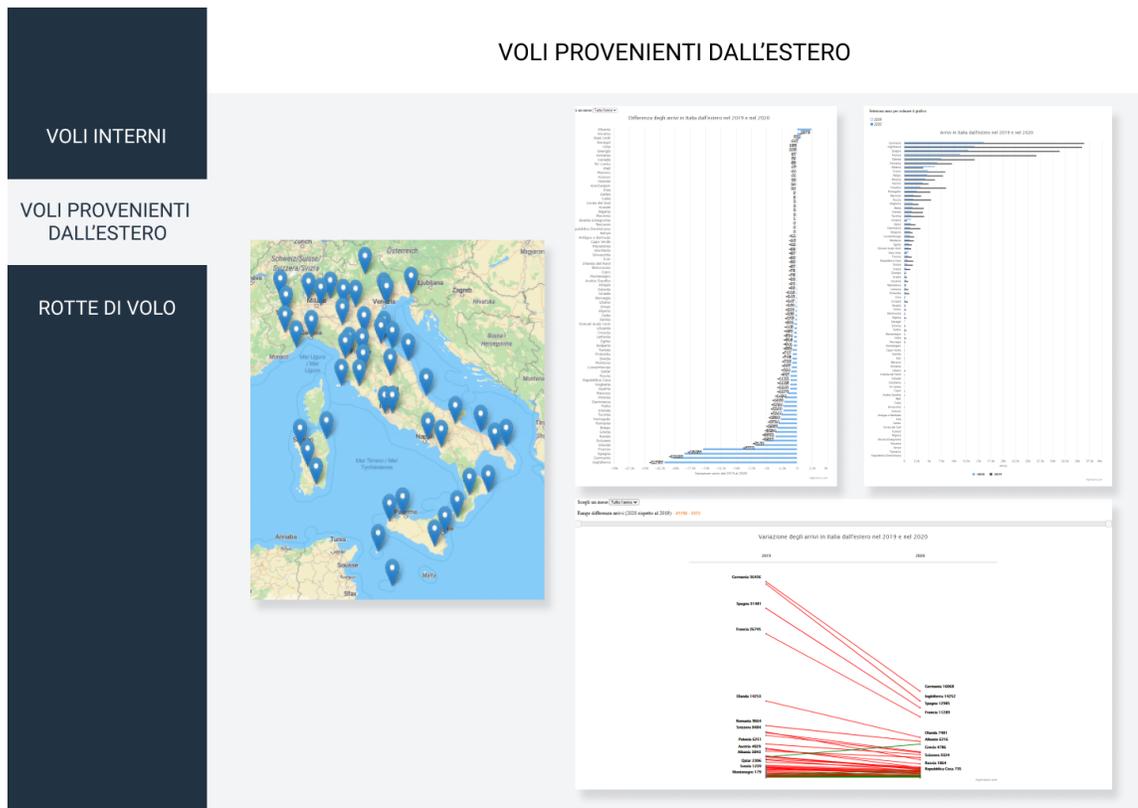


Figura 19. Dashboard "Voli provenienti dall'estero"

Nella dashboard "Voli provenienti dall'estero" (v. fig. 19) sono presenti tre grafici: il grafico "Differenza degli arrivi in Italia dall'estero nel 2019 e nel 2020" mostra la differenza di arrivi per ogni nazione tra il 2019 e il 2020 in ordine decrescente; il grafico "Arrivi in Italia dall'estero nel 2019 e nel 2020" mostra il numero di arrivi per ogni nazione per il 2019 e il 2020; il grafico "Variazione degli arrivi in Italia dall'estero nel 2019 e nel 2020" mostra di quanto è stata la variazione degli arrivi per ogni nazione per il 2019 e il 2020 utilizzando delle linee che indicano in rosso un decremento e in verde un incremento.

Come per l'altra dashboard la mappa dà la possibilità di decidere quali dati visualizzare: se nessun aeroporto è stato selezionato vengono mostrati gli arrivi complessivi dall'estero per tutti gli aeroporti italiani, mentre se è stato selezionato un aeroporto i dati visualizzati nei grafici riguardano gli arrivi dall'estero per l'aeroporto in questione.

Rotte di volo

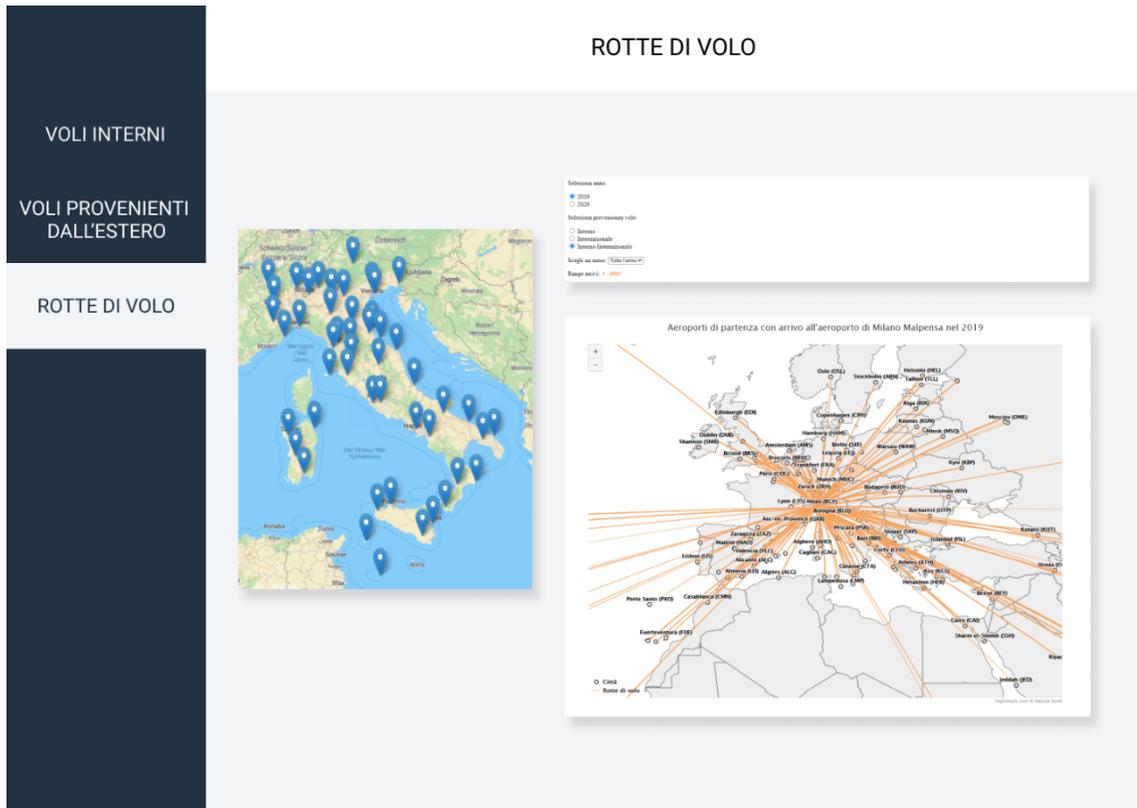


Figura 20. Dashboard "Rotte di volo"

Nella dashboard "Rotte di volo" (v. fig. 20) viene visualizzato il grafico con le rotte di volo degli arrivi negli aeroporti italiani. All'apertura della dashboard il grafico selezionato mostra i dati relativi agli arrivi all'aeroporto di Milano Malpensa che ci sono stati nel 2019, provenienti da tutto il mondo. Nella dashboard è presente anche la mappa degli aeroporti che dà la possibilità di selezionare l'aeroporto per cui si vogliono visualizzare le rotte dei voli in arrivo. A differenza delle altre dashboard, a causa dei troppi dati non è possibile visualizzare i voli in arrivo per tutti gli aeroporti italiani contemporaneamente. Per filtrare i dati da visualizzare sono presenti: un'option per la selezione dell'anno; una seconda option per selezionare l'origine dei voli; una select per selezionare il periodo in cui sono avvenuti i voli; una range-bar per selezionare le rotte che presentano un determinato numero di voli.

Sito Web

Nelle dashboard realizzate nel sito web la disposizione degli elementi è differente da quella rappresentata nei mockup. Questo cambiamento è stato dovuto alla necessità di ottenere più spazio per la visualizzazione degli elementi più importanti: la barra navigazione laterale è stata messa in alto per lasciare più spazio ai grafici e alla mappa. Durante la realizzazione delle dashboard lo spazio è stato occupato quasi completamente per una migliore visualizzazione degli elementi al suo interno.

Interni

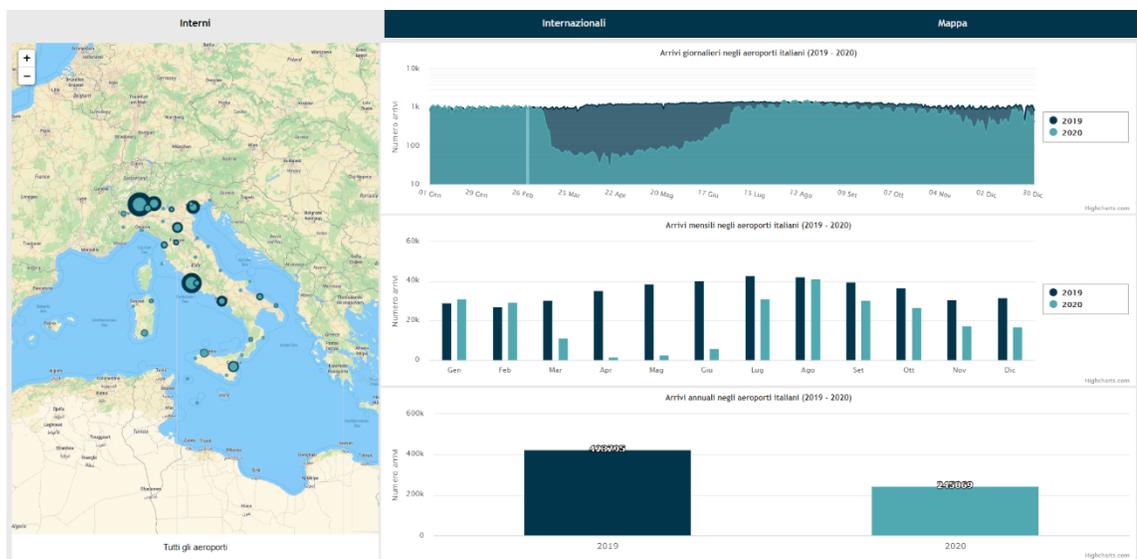


Figura 21. Dashboard "Interni"

Nella dashboard "Interni" (v. fig. 21) è presente la mappa (v. fig. 10) con tutti gli aeroporti con almeno un volo in entrata nei due anni. Sotto la mappa è stato posizionato il pulsante "Tutti gli aeroporti" necessario per visualizzare i dati relativi agli arrivi in tutti gli aeroporti nel caso in cui i dati visualizzati siano solo per uno specifico aeroporto. Nella parte destra sono presenti i grafici come riportato nel mockup "Voli interni" (v. fig. 18). A differenza del mockup "Voli interni" la dashboard è stata rinominata "Interni" e i grafici presenti sono stati ordinati diversamente.

All'apertura del sito i grafici mostrano i dati relativi agli arrivi in tutti gli aeroporti. Per visualizzare i dati per un determinato aeroporto è necessario cliccare sul marcatore presente sulla mappa.

Internazionali

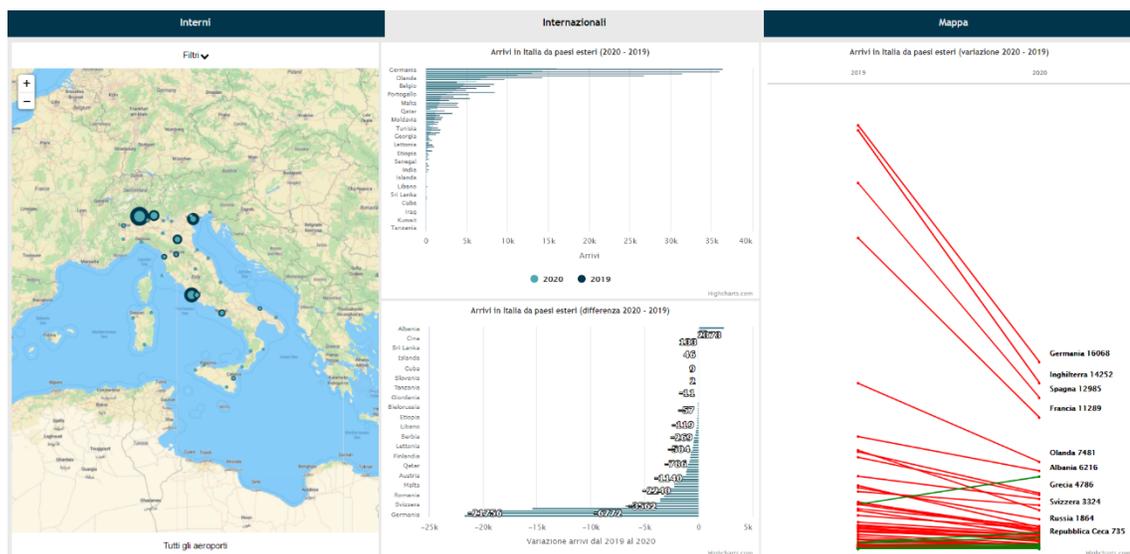


Figura 22. Dashboard "Internazionali"

Nella dashboard "Internazionali" (v. fig. 22) è presente la mappa (v. fig. 9) con tutti gli aeroporti con almeno un volo in entrata dall'estero nei due anni. Sotto la mappa è stato posizionato il pulsante "Tutti gli aeroporti" necessario per visualizzare i dati relativi agli arrivi in tutti gli aeroporti nel caso in cui i dati visualizzati siano solo per uno specifico aeroporto. Sopra la mappa è presente il pulsante "Filtri" che contiene un menu con al suo interno due select e una range-bar per filtrare i dati: la prima select permette di scegliere l'anno per l'ordinamento dei dati; la seconda select serve per selezionare il mese per cui visualizzare i dati; la range-bar permette di filtrare i dati per differenza di arrivi tra i due anni. Nella parte destra sono presenti i grafici come riportato nel mockup "Voli provenienti dall'estero" (v. fig. 19). A differenza del mockup "Voli provenienti dall'estero" la dashboard è stata rinominata "Internazionali" e i grafici presenti sono stati ordinati diversamente.

All'apertura del sito i grafici mostrano i dati relativi agli arrivi dall'estero in tutti gli aeroporti. Per visualizzare i dati per un determinato aeroporto è necessario cliccare sul marcatore presente sulla mappa.

Mappa

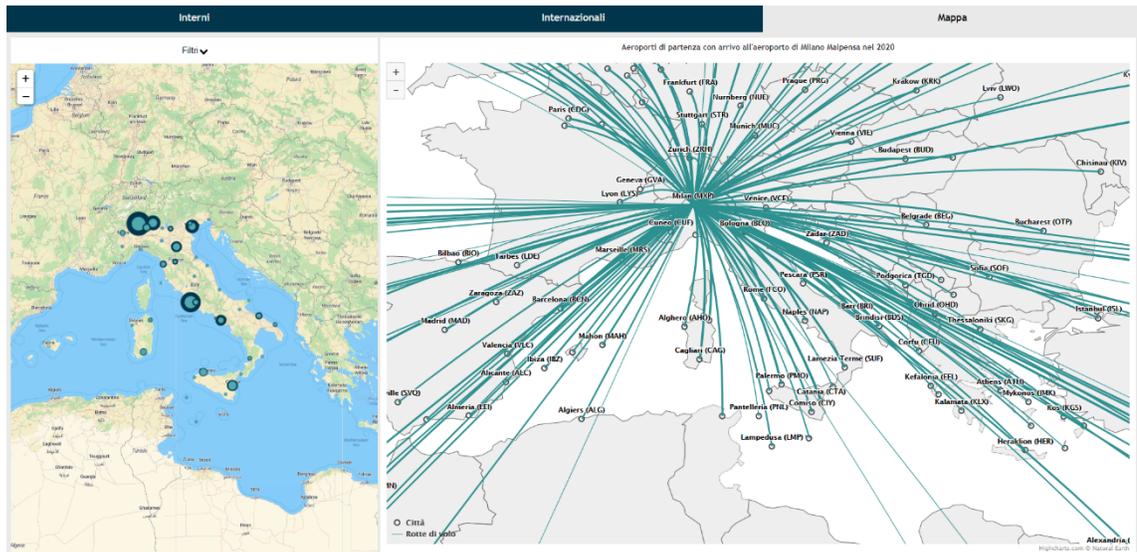


Figura 23. Dashboard "Mappa"

Nella dashboard "Mappa" (v. fig. 23) è presente sulla sinistra una mappa (v. fig. 9) con tutti gli aeroporti con almeno un volo in entrata nei due anni. Sopra la mappa è presente il pulsante "Filtri" che contiene un menu con al suo interno tre select e una range-bar per filtrare i dati: la prima select permette di scegliere l'anno per cui visualizzare i dati; la seconda select serve per selezionare il mese per cui visualizzare i dati; la terza select dà la possibilità di scegliere la provenienza dei voli: interni, internazionali o entrambi; la range-bar permette di filtrare i dati per numero di arrivi. Nella parte destra è presente una seconda mappa, come riportato nel mockup "Rotte di volo" (v. fig. 20). A differenza del mockup "Rotte di volo" la dashboard è stata rinominata "Mappa".

All'apertura del sito, nella seconda mappa vengono mostrati i dati relativi agli arrivi all'aeroporto di Milano Malpensa avvenuti nel 2020 da tutto il mondo. Per visualizzare i dati per un determinato aeroporto è necessario cliccare sul marcatore presente sulla mappa.

Conclusioni

Lo studio è nato con l'obiettivo di analizzare l'andamento del traffico aereo in Italia con la pandemia di Covid-19. Grazie all'utilizzo di Flightradar24 come fonte di informazione è stato possibile ottenere tutti i dati sui voli 2019, 2020 atterrati su aeroporti italiani. La realizzazione e il successivo utilizzo dello scraper ha reso l'operazione di estrazione dati molto più veloce e precisa, estraendo ogni giorno dati relativi ai voli già estratti e a quelli di cui non eravamo ancora a conoscenza. Dopo la raccolta dati e la realizzazione dei grafici sono stati osservati gli andamenti del numero di arrivi ed è stato possibile notare come l'epidemia abbia influito gravemente sul traffico aereo in Italia. Il turismo che è uno dei settori economici più importanti in Italia ha vissuto un brutto periodo nei primi mesi di lockdown (marzo, aprile e maggio) ma è riuscito a riprendere i suoi ritmi nel periodo estivo anche se non è riuscito a toccare i numeri degli anni precedenti.

Oltre allo studio sulla situazione Covid-19, l'utilizzo dei grafici ha permesso di individuare alcune tendenze tipiche del traffico aereo durante tutto l'anno e di visualizzare dei periodi dove degli eventi hanno influito sul regolare andamento dei voli.

Fonti bibliografiche e sitografia

Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT), "Trasporto aereo: andamento e scenari", 5 maggio 2020, <https://www.istat.it/it/files/2020/05/Trasporto-aereo.pdf>

S.M. Iacus, F. Natale, C. Santamaria, S. Spyrtos, M. Vespe, "Estimating and projecting air passenger traffic during the COVID-19 coronavirus outbreak and its socio-economic impact", 6 Maggio 2020, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753520301880>