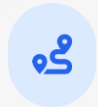


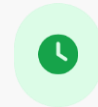
Análisis de Retrasos y Cancelaciones de Vuelos en EE.UU. EE.UU.



Enero 2023



¿Hay rutas que experimentan retrasos frecuentes?



¿Cuál es el tiempo promedio de retraso por ruta?



¿Es posible identificar las principales causas del retraso?
retraso?




¿Existe algún origen o destino con más retrasos?

Informe generado el 22 de septiembre de 2025



Introducción y Objetivos

 **Contexto:**El transporte aéreo en Estados Unidos es un pilar fundamental para la movilidad de personas y bienes.

 Los retrasos y cancelaciones de vuelos generan costos significativos para aerolíneas, pasajeros y la economía en general.

🎯 Objetivo Principal

Analizar los retrasos y cancelaciones de vuelos en EE.UU. en enero de 2023 para identificar patrones, rutas críticas y causas frecuentes, con el fin de generar insights que ayuden a mejorar la planificación y gestión de aerolíneas.

🔍 Preguntas a responder:



¿Hay rutas que experimentan retrasos frecuentes?



¿Cuál es el tiempo promedio de retraso por ruta?



¿Es posible identificar las principales causas del retraso?



¿Existe algún origen o destino con más retrasos?


Metodología del Análisis

Fuentes de Datos


 AIRLINE_CODE_DICTIONARY.csv


 DOT_CODE_DICTIONARY.xlsx


 flights_.csv


 flights_merged.csv


Proceso de Tratamiento


 Carga y estructura de datos

 Tratamiento de valores nulos


 Detección y tratamiento de duplicados


 Detección y corrección de outliers


 Verificación y cambio de tipos de datos


 Unión de tablas

Técnicas Analíticas

 Agrupación y análisis de variables categóricas

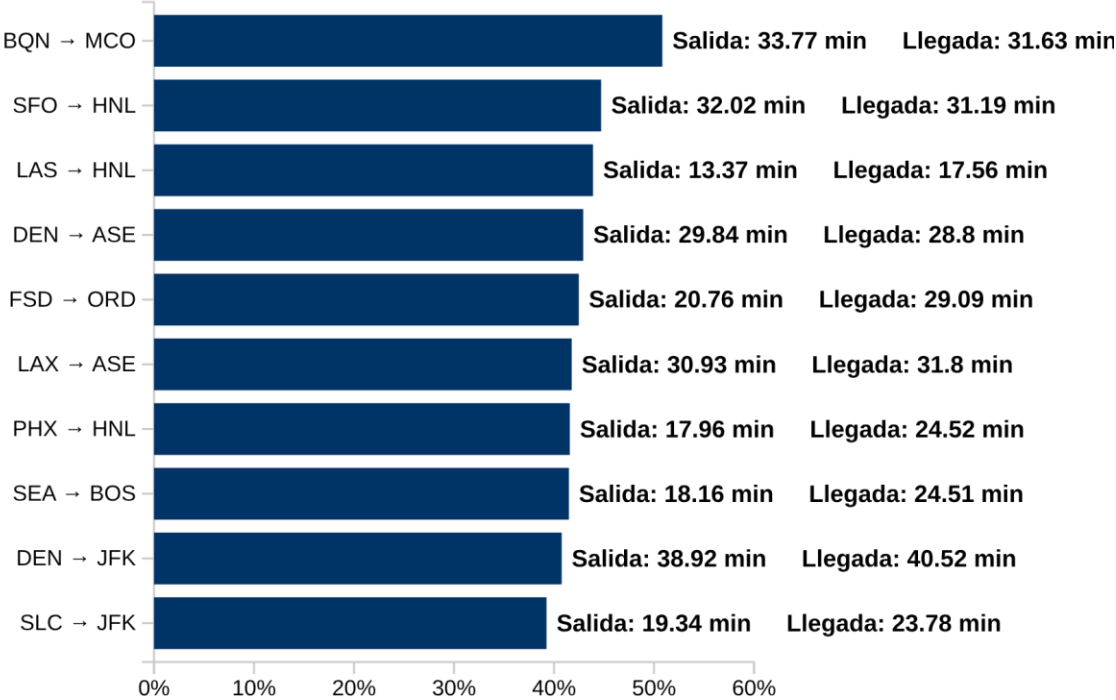
 Análisis de medidas de tendencia central y dispersión

 Análisis de correlaciones

 Segmentación por distancia

Rutas con Retrasos Frecuentes

Top 10 Rutas con Mayor Porcentaje de Vuelos Retrasados



* Porcentaje de vuelos retrasados con más de 15 minutos de demora

! Ruta con Mayor Porcentaje de Retrasos

BQN → MCO(Puerto Rico → Orlando):**50.83%**de vuelos retrasados

Retrasos promedios: 33.77 min en salida y 31.63 min en llegada

✈ Rutas con Recuperación en Vuelo

IAH → SFO(Houston → San Francisco):

21.24 min de retraso en salida se reduce a 16.21 min en llegada

⌚ Rutas con Mayor Severidad de Retrasos

FAR → DEN(Fargo → Denver):

Retrasos promedios más altos: 49.18 min en salida y 47.02 min en llegada

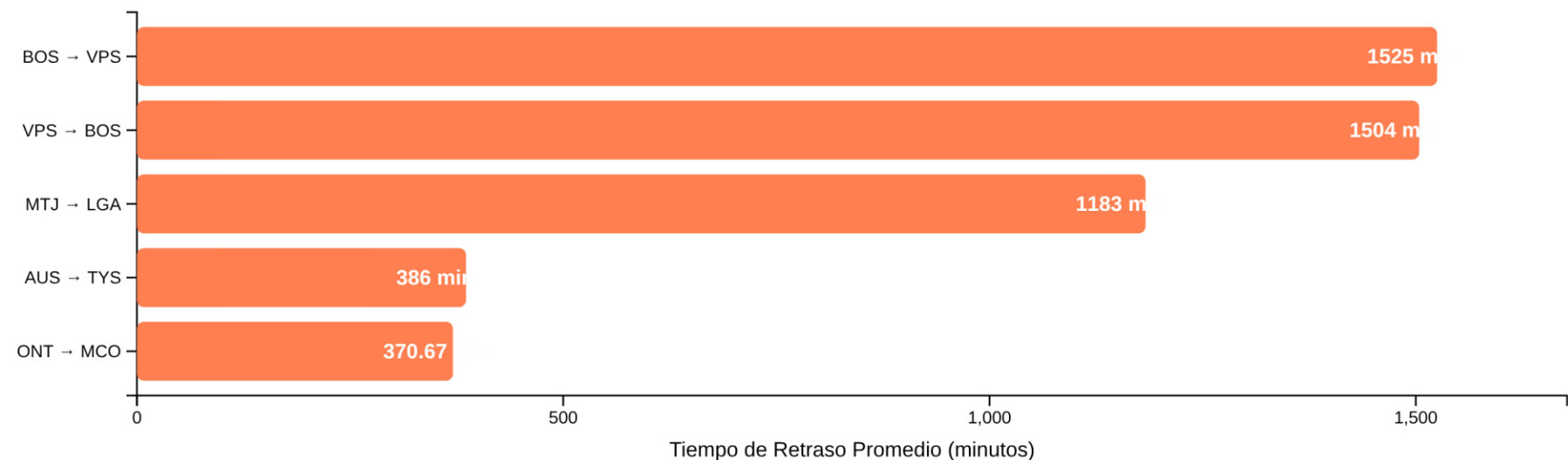
📈 Hallazgo General

El análisis reveló patrones estructurales en las rutas con retrasos frecuentes, sugiriendo que ciertas conexiones son sistemáticamente más vulnerables a los retrasos.

Tiempo Promedio de Retraso por Ruta

🕒 El tiempo promedio de retraso por ruta varía ampliamente, desde unos pocos minutos hasta más de 1500 minutos en casos extremos.

📊 Top Rutas con Mayor Retraso Promedio (minutos)



🔍 Análisis de Retrasos Extremos

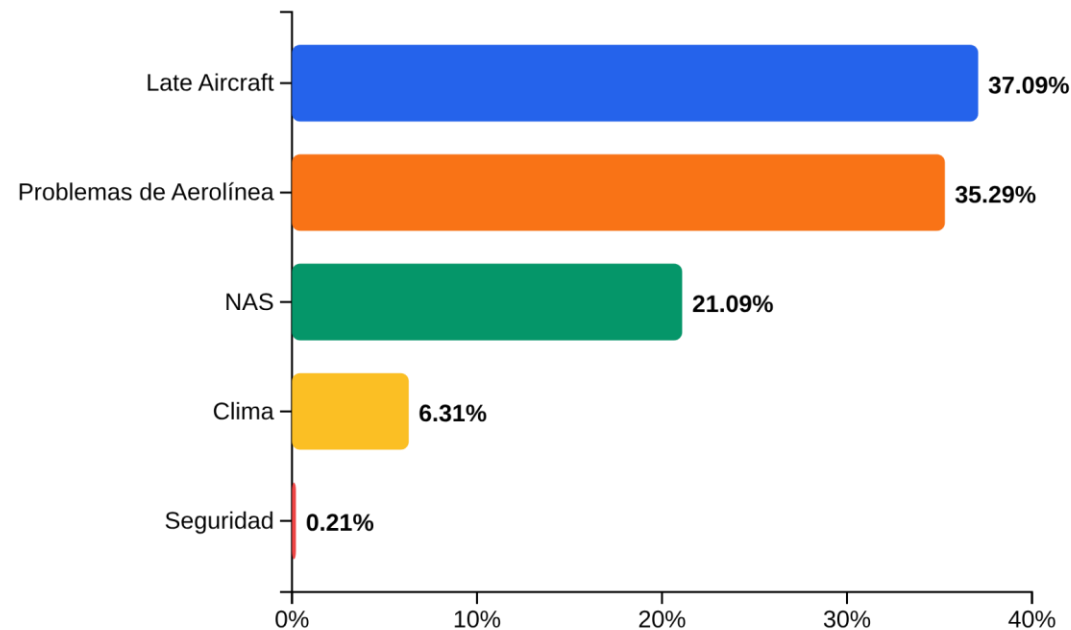
- Rutas con retrasos superiores a 300 minutos
- BOS→VPS y VPS→BOS presentan los retrasos promedio más altos (cerca de 1500 minutos)
- Estos valores extremos sugieren la presencia de vuelos muy retrasados que elevan el promedio

✈️ Capacidad de Recuperación en Vuelo

- En la mayoría de las rutas, el retraso en llegada es muy similar al de salida
- Esto implica que los retrasos iniciales no se recuperan significativamente durante el vuelo
- Ejemplo: IAH→BTR (Houston→Baton Rouge) - 340 min vs 358.75 min (aumento de 5.5%)

Principales Causas de Retraso

Distribución de Retrasos por Causa



* Porcentaje de minutos totales de retraso

Hallazgos Clave

Las causas operativas (Late Aircraft y Carrier) son, con diferencia, las principales responsables de los retrasos:

- Late Aircraft acumula el 37.09% de los minutos totales de retraso
- Problemas de aerolínea (Carrier) representan el 35.29% de los minutos de retraso
- Juntas, estas dos causas concentran más del 70% de los minutos perdidos



Late Aircraft (37.09%)

Afecta al 29.38% de los vuelos con retraso



Problemas de Aerolínea (35.29%)

Afecta al 34.31% de los vuelos



NAS (21.09%)

Afecta al 32.44% de los vuelos



Clima (6.31%)

Afecta al 3.53% de los vuelos

Impacto por Tipo de Causa

i Análisis de las rutas más afectadas por cada tipo de retraso, mostrando las 3 rutas con mayor acumulación de minutos de retraso por causa.

**Carrier**

- **LAS → LAX:**7,138 min (962 vuelos)
- **ATL → MIA:**6,875 min (578 vuelos)
- **LAX → HNL:**6,762 min (441 vuelos)

**Weather**


- **ATL → PNS:**3,679 min (170 vuelos)
- **VPS → ATL:**2,817 min (153 vuelos)
- **MSP → GFK:**2,373 min (93 vuelos)

**NAS**

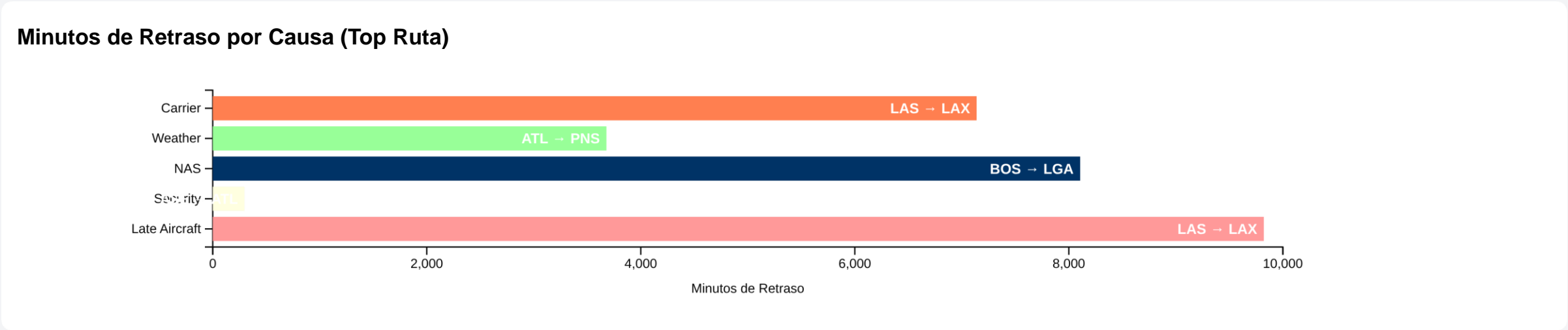
- **BOS → LGA:**8,106 min (752 vuelos)
- **ORD → LGA:**7,589 min (879 vuelos)
- **LAX → SFO:**6,187 min (900 vuelos)

**Security**

- **ASE → ATL:**296 min (62 vuelos)
- **PBI → HPN:**263 min (186 vuelos)
- **BWI → PHX:**262 min (101 vuelos)

**Late Aircraft**

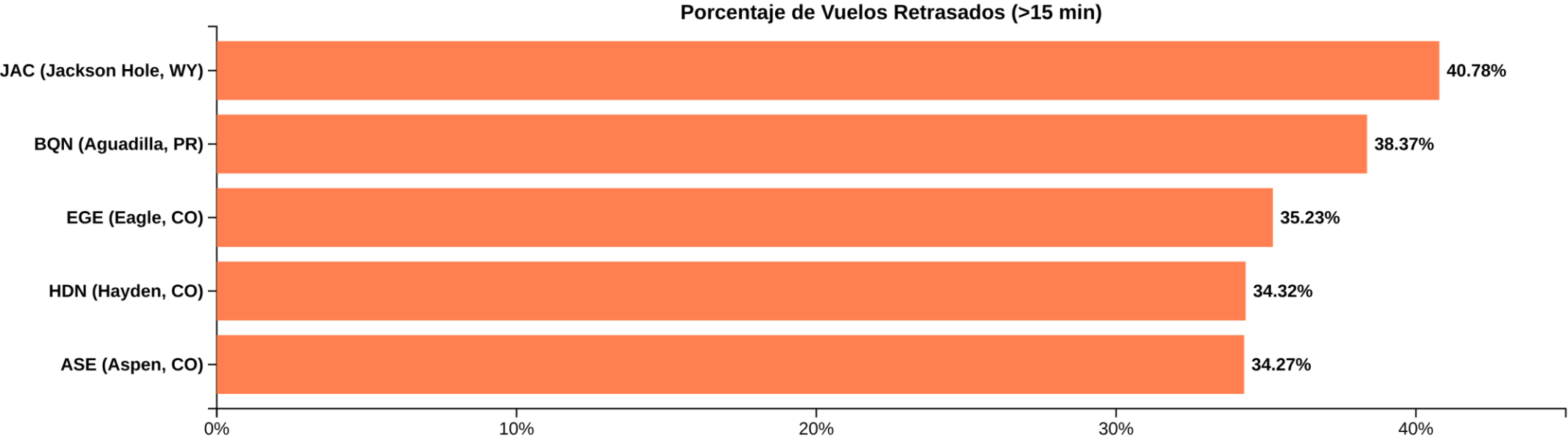
- **LAS → LAX:**9,822 min (962 vuelos)
- **SFO → LAX:**8,774 min (886 vuelos)
- **LAX → LAS:**8,698 min (965 vuelos)



Orígenes con Mayor Incidencia de Retrasos

! Los aeropuertos de origen con mayor porcentaje de vuelos retrasados son, en gran medida, regionales o turísticos, lo que sugiere posibles desafíos operativos y climáticos.

Top 5 Orígenes con Mayor Porcentaje de Vuelos Retrasados



Factores Geográficos

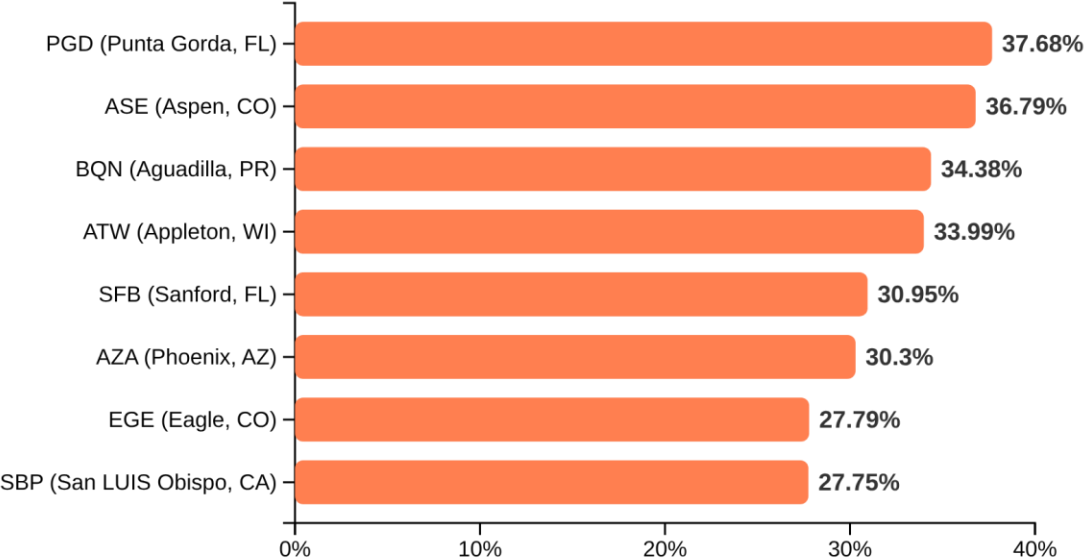
Los orígenes críticos están ubicados en regiones montañosas (Wyoming, Colorado) o son turísticos, lo que explica la alta frecuencia de retrasos.

Operaciones Limitadas

Estos aeropuertos regionales tienen infraestructuras limitadas y dependen de condiciones climáticas favorables para operar normalmente.

Destinos con Mayor Incidencia de Retrasos

Top Destinos con Vuelos Retrasados (>15 min)



Hallazgos Clave

- ! Punta Gorda (PGD) y Aspen (ASE) son los destinos más problemáticos, con casi 40% de retrasos.
- ✈ Los destinos turísticos/regionales absorben peor las demoras.
- ✓ En PGD, más de 1 de cada 3 vuelos llega con retraso.

Impacto en la Puntualidad

Los destinos críticos tienen retrasos promedios significativos:

- 🕒 PGD: 30.36 min promedio
- 🕒 ASE: 25.56 min promedio
- 🕒 SFB: 22.75 min promedio

Retrasos en Grandes Hubs

i Los grandes hubs aéreos, aunque no siempre tienen el mayor porcentaje de retrasos, afectan a un mayor número de pasajeros debido a su enorme volumen de vuelos. Cada hub presenta patrones específicos de retrasos:



ATL

Atlanta

Causas dominantes:

Carrier NAS

Retrasos principalmente causados por problemas de aerolínea y el sistema nacional de espacio aéreo.



DEN

Denver

Causas dominantes:

Carrier NAS Weather

Similar a ATL, pero con mayor impacto del clima en los retrasos.



DFW

Dallas/Fort Worth

Causas dominantes:

Carrier NAS

Late Aircraft

Balance entre aerolínea, NAS y aeronaves tardías.



ORD

Chicago

Causas dominantes:

Carrier NAS

Late Aircraft

Weather

Similar a DFW, pero con más impacto del clima invernal.



LAX

Los Ángeles

Causas dominantes:

Late Aircraft Carrier

Predominan los retrasos por aeronaves que llegan tarde y problemas de aerolínea.

i **Insight:**Aunque LAX y ORD tienen entre los mayores porcentajes de retrasos, el impacto global es menor que en otros hubs debido a factores operativos y climáticos específicos.

Conclusiones Principales



Rutas Críticas

- ❗ BQN → MCO: **50.83%** de vuelos retrasados
- ✈️ SFO → HNL y LAS → HNL: >40% de retrasos
- ⚠️ DEN → ASE: **42.92%** de retrasos



Tiempos de Retraso

- ⌚ BOS → VPS: **1503 min** promedio
- ⌚ VPS → BOS: **1525 min** promedio
- 📍 En la mayoría de rutas: **ARR_DELAY ≈ DEP_DELAY**



Causas Dominantes

- ✈️ Late Aircraft: **37.09%** de minutos totales
- ✈️ Carrier: **35.29%** de minutos
- ☁️ Weather: Solo **6.31%** de minutos



Aeropuertos Problemáticos

- ✈️ Orígenes: JAC (Jackson Hole) **40.78%** retrasos
- ✈️ Destinos: PGD (Punta Gorda) **37.68%** retrasos
- 📍 Grandes hubs: ATL, DEN, DFW, ORD, LAX



Conclusión general: Existen patrones estructurales de retrasos que sugieren problemas sistémicos en la operación aérea de EE.UU., con determinadas rutas y aeropuertos identificados como críticos.

Recomendaciones Operativas

Basándonos en los hallazgos del análisis de retrasos y cancelaciones de vuelos en EE.UU. en enero de 2023, proponemos las siguientes recomendaciones operativas para mejorar la puntualidad y reducir los retrasos más frecuentes.



Optimización de Gestión de Aeronaves

- Implementar un sistema de seguimiento de aeronaves tardías (Late Aircraft) para reducir su impacto del 37.09% en los retrasos.
- Mejorar la coordinación entre aerolíneas y control de tráfico aéreo para disminuir los retrasos por NAS del 21.09%.
- Optimizar tiempos de taxi-out/in, que representan hasta el 40% de los retrasos en algunas rutas.



Mejoras Específicas por Ruta

- Para rutas críticas como BQN → MCO (50.83% de retrasos): Implementar procedimientos de prioridad para este tramo con alto porcentaje de retrasos.
- Para SFO → HNL (44.71%) y LAS → HNL (43.90%): Desarrollar planes de contingencia específicos para estos destinos turísticos.
- Para DEN → ASE (42.92%): Optimizar vuelos en esta ruta con altos retrasos promedio (29.84 min en salida y 28.80 min en llegada).



Mejoras por Origen

- Para JAC (Jackson Hole, WY): Implementar programas de prevención de retrasos específicos, ya que 40.78% de sus vuelos salen con retraso.
- Para BQN (Aguadilla, PR): Desarrollar estrategias para reducir el 38.37% de retrasos en vuelos salientes.
- Para EGE (Eagle, CO): Optimizar operaciones con el 35.23% de retrasos en



Mejoras por Destino

- Para PGD (Punta Gorda, FL): Implementar protocolos de recepción prioritaria para este destino con el 37.68% de retrasos en llegadas.
- Para ASE (Aspen, CO): Desarrollar estrategias para reducir el 36.79% de retrasos en llegadas.
- Para BQN (Aguadilla, PR): Optimizar operaciones con el 34.38% de retrasos