

CAUSAS Y MOTIVOS DE LOS RETARDOS EN EL TIEMPO DE DESPEGUE DEL
AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ.

HAROLD MAURICIO TORRES GARCÍA

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
DIVISIÓN DE INGENIERIAS
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
BOGOTÁ
2019

CAUSAS Y MOTIVOS DE LOS RETARDOS EN EL TIEMPO DE DESPEGUE DEL
AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ.

HAROLD MAURICIO TORRES GARCÍA

Proyecto de investigación para optar al título de ingeniero industrial

Ingeniero Luis Manuel Pulido Moreno.

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
DIVISIÓN DE INGENIERIAS
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
BOGOTÁ
2019

Nota de Aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurador

Firma del jurador

Bogotá Junio del 2020

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	19
2. JUSTIFICACIÓN	20
3. OBJETIVOS	22
3.1 OBJETIVO GENERAL	22
3.2 ESPECÍFICOS:	22
4. MARCO REFERENCIAL.....	23
4.1 AEROPUERTO EL DORADO DE BOGOTÁ.....	25
4.2 PROBLEMÁTICA DEL NÚMERO DE RETARDOS.	25
4.3 ANALÍTICA DE DATOS QUE APUNTAN A LAS BUENAS DECISIONES Y NUEVAS OPORTUNIDADES DE MEJORA.	28
4.4 COMPETITIVIDAD EN LOS AEROPUERTOS A PARTIR DE LA ANALÍTICA DE DATOS.	30
5. MARCO METODOLOGICO PRELIMINAR	32
5.1 DISEÑO METODOLÓGICO	32
5.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN:	33
5.3 HIPÓTESIS	33
6. RESULTADOS E IMPACTOS ESPERADOS:.....	34
6.1 DESEMPEÑO DE LOS TIEMPOS DE DEMORAS EN LAS AEROLÍNEAS. 36	
6.2 EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE LAS AEROLÍNEAS.....	38
6.2.1 FRECUENCIA DE DEMORAS.....	38
6.2.2 TIEMPO TOTAL DE DEMORAS.	39
6.2.3 RENDIMIENTO DE LA MEDIA Y LA MODA.	40
6.3 CAUSAS DE RETARDOS EN EL AEROPUERTO EL DORADO.	41
6.3.1 FRECUENCIA DE DEMORAS EN EL TRÁFICO	41
6.3.2 FRECUENCIA DE DEMORAS EN LAS CAUSAS.....	44
6.3.3 FRECUENCIA DE DEMORAS EN EL TRÁFICO CON SUS CAUSAS	47
6.4 COMPORTAMIENTO DE LOS TIEMPOS.	60

6.4.1 COMPORTAMIENTOS DE LOS TIEMPOS EN LOS VUELOS NACIONALES.....	60
6.4.2 COMPORTAMIENTOS DE LOS TIEMPOS EN LOS VUELOS INTERNACIONALES.	66
6.4.3 COMPORTAMIENTOS DE LOS TIEMPOS EN LAS FALLAS INTERNAS.....	72
6.4.4 COMPORTAMIENTOS DE LOS TIEMPOS EN LAS FALLAS EXTERNAS.....	78
6.4.5 COMPORTAMIENTOS DE LOS TIEMPOS EN LOS VUELOS NACIONALES CON FALLAS EXTERNAS.....	84
6.4.6 COMPORTAMIENTOS DE LOS TIEMPOS EN LOS VUELOS NACIONALES CON FALLAS INTERNAS.....	90
6.4.6 COMPORTAMIENTOS DE LOS TIEMPOS EN LOS VUELOS INTERNACIONALES CON FALLAS INTERNAS.	96
6.4.8 COMPORTAMIENTOS DE LOS TIEMPOS EN LOS VUELOS INTERNACIONALES CON FALLAS EXTERNAS.....	102
CONCLUSIONES	108
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	111
ANEXOS.....	119

LISTA DE TABLAS

	Pág.
<i>Tabla 1 Diseño Metodológico</i>	32
<i>Tabla 2 Tipo de Investigación</i>	33
Tabla 3. Cantidad de datos según su depuración.....	35

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Crecimiento anual de pasajeros	14
Figura 2 Pronóstico aéreo para el año 2030	15
Figura 3 Cantidad de pasajeros a nivel regional	16
Figura 4 Cantidad de pasajeros del 2006 al 2016 en Latinoamérica	17
Figura 5 Pronóstico de la región para años posteriores.....	17
Figura 6 Competitividad en el transporte aéreo	18
Figura 7. Base de datos 3	35
Figura 8. Tabla de desempeño de las aerolíneas.	37
Figura 9. Rendimiento de las aerolíneas basados en la cantidad de demoras.	38
Figura 10. Rendimiento del tiempo total de las demoras en las aerolíneas.	39
Figura 11. Rendimiento de la media y la moda de las aerolíneas.....	40
Figura 12. Frecuencia en el número de retardos según el tráfico nacional.....	41
Figura 13. Tabla Pareto el tráfico Nacional.	42
Figura 14. Frecuencia en el número de retardos tráfico Internacional.	43
Figura 15. Tabla Pareto tráfico Internacional.	43
Figura 16. Frecuencia en el número de retardos por causas internas.	44
Figura 17. Tabla Pareto según causas Internas.	45
Figura 18. Frecuencia en el número de retardos según causas Externas.	45
Figura 19. Tabla Pareto según causas Externas.	46
Figura 20. Frecuencia en el número de retardos Nacional-Internas.	47
Figura 21. Tabla Pareto según el Nacional-Internas.	48
Figura 22. Frecuencia en el número de retardos Nacional-Externas.	48
Figura 23. Tabla Pareto Nacional-Externas.	49
Figura 24. Frecuencia en el número retardos Internacional-Internas.....	50
Figura 25. Tabla Pareto Internacional-Internas.....	51
Figura 26. Frecuencia en el número de retardos Internacional-Externas.	52
Figura 27. Tabla Pareto Internacional-Externas.....	53
Figura 28. Motivos del tráfico	53
Figura 29. Motivos de causas.	54
Figura 30. Motivos del tráfico- causas.	54
Figura 31. Motivos del tráfico con causas.....	55
Figura 32. Eventos y motivos principales del tráfico.	56
Figura 33. Motivos y eventos principales de las causas	57
Figura 34. Motivos y causas principales de tráfico-causas.	58
Figura 35. Motivos y causas principales de tráfico-causas.	58
Figura 36. Análisis de tiempos Vuelos Nacionales.	60
Figura 37. Frecuencia de retardos Vuelos Nacionales.	61
Figura 38. Diagrama de Caja Y Bigotes.....	62
Figura 39. Dispersión de Vuelos Nacionales.	62
Figura 40. Pruebas gráficas Q-Q para vuelos Nacionales.	63
Figura 41. Pruebas K-S sobre demoras en Vuelos Nacionales.	64
Figura 42. Pruebas de Rachas sobre demoras vuelos Nacionales.....	65

Figura 43. Análisis de tiempos de vuelos Internacionales.	66
Figura 44. Frecuencia en números de retardos Internacionales.	67
Figura 45. Diagrama de Caja y Bigotes.	68
Figura 46. Dispersión de Vuelos Internacionales.	69
Figura 47. Pruebas gráficas Q-Q Vuelos Internacionales.	69
Figura 48. Pruebas K-S sobre demoras Vuelos Internacionales.	70
Figura 49. Pruebas Rachas sobre Demoras Internacionales.	71
Figura 50. Análisis de Tiempos en Fallas Internas.	72
Figura 51. Frecuencia en números de retardos fallas Internas.	73
Figura 52. Diagrama de Caja y Bigotes.	74
Figura 53. Dispersión demoras Fallas Internas.	74
Figura 54. Pruebas gráficos Q-Q Fallas Internas.	75
Figura 55. Pruebas K-S demoras Fallas Internas.	76
Figura 56. Pruebas de Rachas sobre demoras Fallas Internas.	77
Figura 57. Análisis de tiempos Fallas Externas.	78
Figura 58. Frecuencia números retardos Fallas Externas.	79
Figura 59. Diagrama de Caja y Bigotes.	80
Figura 60. Dispersión en Fallas Externas.	81
Figura 61. Pruebas gráficas Q-Q en Fallas Externas.	81
Figura 62. Pruebas K-S sobre demoras Fallas Externas.	82
Figura 63. Pruebas de Rachas sobre demoras Fallas Externas.	83
Figura 64. Análisis de tiempos de vuelos Nacionales fallas Externas.	84
Figura 65. Frecuencia números retardos vuelos Nacionales fallas Externas.	85
Figura 66. Diagrama de Cajas y Bigotes.	86
Figura 67. Dispersión Vuelos Nacionales fallas Externas.	86
Figura 68. Pruebas gráficos Q-Q de vuelos Nacionales con fallas Externas.	87
Figura 69. Pruebas K-S sobre demoras vuelos Nacionales con fallas Externas.	88
Figura 70. Pruebas de Rachas de demoras para vuelos Nacionales fallas Externas.	89
Figura 71. Análisis de tiempos vuelos Nacionales fallas Internas.	90
Figura 72. Frecuencia de vuelos Nacionales con fallas Internas.	91
Figura 73. Diagrama de Cajas y Bigotes.	92
Figura 74. Dispersión de vuelos Nacionales con fallas Internas.	93
Figura 75. Pruebas graficas Q-Q en vuelos Nacionales con fallas Internas.	93
Figura 76. Pruebas K-S a vuelos Nacionales con fallas Internas.	94
Figura 77. Pruebas de Rachas para vuelos Nacionales con fallas Externas.	95
Figura 78. Análisis de demoras vuelos Internacionales con fallas Internas.	96
Figura 79. Frecuencia retardos de los vuelos Internacionales con fallas Internas.	97
Figura 80. Diagrama de Caja y Bigotes	98
Figura 81. Dispersión de vuelos Internacionales con fallas Internas.	99
Figura 82. Pruebas gráficas Q-Q de vuelos Internacionales con fallas Internas.	99
Figura 83. Pruebas K-S a vuelos Internacionales con fallas Internas.	100
Figura 84. Pruebas de Rachas a vuelos Internacionales con fallas Internas.	101
Figura 85. Análisis de demoras de vuelos Internacionales con fallas Externas.	102
Figura 86. Frecuencia de retardos vuelos Internacionales con fallas Externas.	103

Figura 87. Diagrama de Caja y Bigotes.	104
Figura 88. Dispersión vuelos Internacionales con fallas Externas.	105
Figura 89. Gráfica de pruebas Q-Q de vuelos Internacionales con fallas Externas.	105
Figura 90. Pruebas K-S a vuelos Internacionales con fallas Internas.	106
Figura 91. Pruebas de Rachas a vuelos Internacionales con fallas Internas.	107

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Códigos de Demoras IATA.	120

RESUMEN:

En el siguiente proyecto se realizó un análisis exploratorio mediante la técnica de limpieza de datos a una base de información proporcionada por la Aeronáutica Civil Nacional Colombiana AEROCIVIL, en donde se evaluó los tiempos de retardos del año 2.018 y se clasificó el rendimiento de las aerolíneas mediante su desempeño durante ese año. Con la información se pretendió identificar el modelo estadístico más adecuado en el que se concentran los datos y las causas de demoras en el aeropuerto Internacional el Dorado en la ciudad de Bogotá.

La limpieza y la categorización de datos se llevó a cabo bajo la metodología de analítica de datos, donde se estableció las variables a tratar por medio del sistema de la data, además se determinó el comportamiento de la información durante el año 2.018. Este estudio se hizo con el fin de analizar la información para la toma de decisiones posteriormente con la finalidad de este estudio y así mejorar desde la analítica de datos la competitividad del Dorado. Este proyecto de investigación se hace con el fin de aplicar para mi opción de grado mediante la aplicación del tratamiento de la información a partir de la Analítica de datos, además de aportar información para optimizar el sistema de aviación en el aeropuerto con el fin de que pueda mejorar su competitividad como HUB.

Palabras Claves.

Análisis exploratorio, AEROCIVIL, Limpieza de datos, retardos, analítica de datos, comportamiento de la información, modelos estadísticos, aerolíneas.

ABSTRACT:

In the following project, an exploratory analysis was performed using the data cleaning technique to an information base provided by the Colombian National Civil Aeronautics AEROCIVIL, where the delay times of the year 2018 were evaluated and the performance of the airlines was classified by their performance during that year. With the information, the intention was to identify the most appropriate statistical model in which the data and causes of delays are concentrated at the El Dorado International Airport in the city of Bogotá.

The cleaning and categorization of data was carried out under the data analytics methodology, where the variables to be treated were established through the data system, and the behavior of the information was determined during the year 2018. This study was done in order to analyze the information for decision-making later

with the purpose of this study and thus improve the competitiveness of El Dorado from data analytics. This research project is done in order to apply for my degree option through the application of information processing from data analytics, in addition to providing information to optimize the aviation system at the airport so that can improve your competitiveness as a HUB.

Keywords.

Exploratory analysis, AEROCIVIL, Data cleaning, delays, data analytics, information behavior, statistical models, airlines.

INTRODUCCIÓN

El tiempo es uno de los recursos más valiosos que hay en la vida y en el transporte no es la excepción. El transporte aéreo siempre se postulará como una buena opción a la hora de viajar frente a las alternativas de otros medios de transporte por el tiempo y la comodidad que ofrece el sistema. Una de las razones por las cuales los aviones se perfilan como uno de los mejores medios para movilizarse (para no decir el mejor de todos) es su rapidez, la comodidad, la conectividad en lugares lejanos, relación precio/distancia y último pero no menos importante la seguridad del vuelo como lo demuestran las cifras por la AITA el cual nos muestra que durante el año 2010 la tasa de accidentes fue de 0.61, 1 accidente en 1.6 millones de vuelos (Hirigoyen, 2010).

A pesar de todos estos beneficios que presenta este medio de transporte también tiene sus inconvenientes, como los son los retrasos en sus diferentes procesos u operaciones. Estas dificultades en las terminales aéreas traen consigo consecuencias las cuales van directamente relacionadas con el malestar del cliente o usuario, sin embargo, no resta que sea uno de los mejores medios de transportar carga y/o personas por su eficiencia. Las demoras que presenta los aeródromos pueden variar es por eso por lo que es necesario poder identificar y analizar aquellas variables que afectan el rendimiento de las aerolíneas y clasificarlas para posteriores estudios.

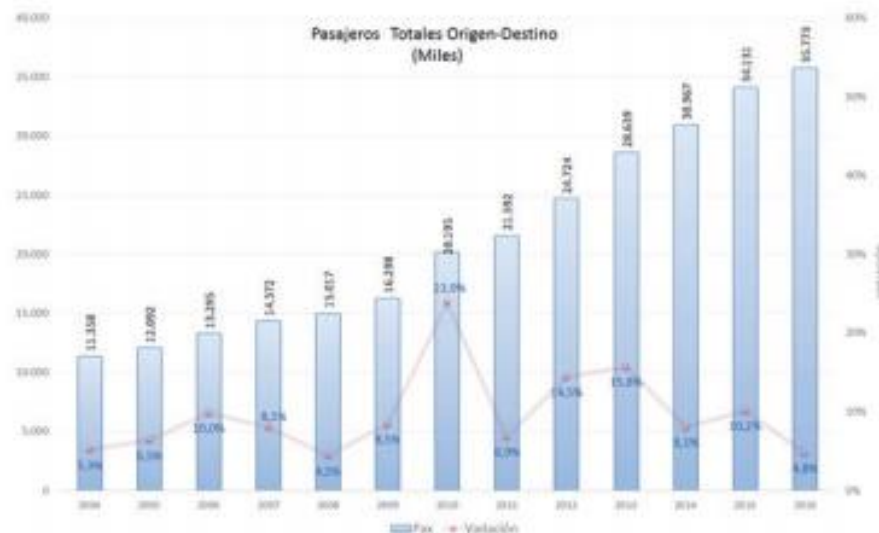
El propósito de este trabajo es mediante las herramientas de la analítica de datos se pueda realizar un análisis a los datos de los retardos en el aeropuerto para hallar si posee un modelo teórico estadístico y determinar las aerolíneas que mejor cumplen con su función, en este caso se hará sobre el aeropuerto el Dorado, el cual es el más importante de Colombia y en donde se presenta más congestión de las aerolíneas.

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El transporte aéreo es un medio masivo de movilización que es usada actualmente para el tránsito de personas y mercancías desde su punto de origen hasta su punto de llegada. Su principal característica es la rapidez en el desplazamiento entre los diferentes lugares o sitios de arribo, es decir, entre el despegue y el aterrizaje; esto si tomamos como base el tiempo de viaje que demoran otros medios de transporte como los son el terrestre y el acuático. Según la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) el crecimiento de transporte aéreo a nivel global tiende a duplicarse en volúmenes de pasajeros y vuelos 1 vez cada 15 años (CIVIL, 2017), Está organización se creó con el fin de prestar en el sector de la aviación civil un servicio seguro y eficiente en las rutas, vuelos y en las operaciones que se tienen en cada país, continente y a nivel mundial.

Figura 1 Crecimiento anual de pasajeros



Fuente: Civil, A. (2017). La aviación en cifras. [Figura]. Recuperado de <http://www.aerocivil.gov.co/Potada/revi.pdf>.

Es común encontrar en cualquier aeropuerto del mundo retrasos de toda índole, **según** un estudio realizado por la universidad de Girona (Universitat de Girona, 2016) las principales causas de retraso aéreos son la acumulación de tráfico aéreo, la verificación de los aparatos, la gestión aeroportuarias y medidas de seguridad adicionales, los pasajeros despistados y la meteorología. Las anteriores son causas y no están mencionadas en un orden de importancia o de frecuencia, pero según este estudio son los factores que hacen retrasar los vuelos de las personas en los aeropuertos del mundo.

Según el proyecto del plan mundial de navegación aérea 2016-2030 (Organización de Aviación Civil Internacional, 2016), el tráfico aéreo va a crecer de manera anormal en términos de vuelos y de redes como conexiones y nodos nacionales e internacionales, por lo cual va a hacer más común la congestión en el tráfico aéreo lo que conlleva y conllevará más demoras en los aeropuertos que componen el sistema aéreo terráqueo. Es por ello por lo que la OACI está tomando riendas en el asunto para la planificación y el desarrollo del transporte internacional.

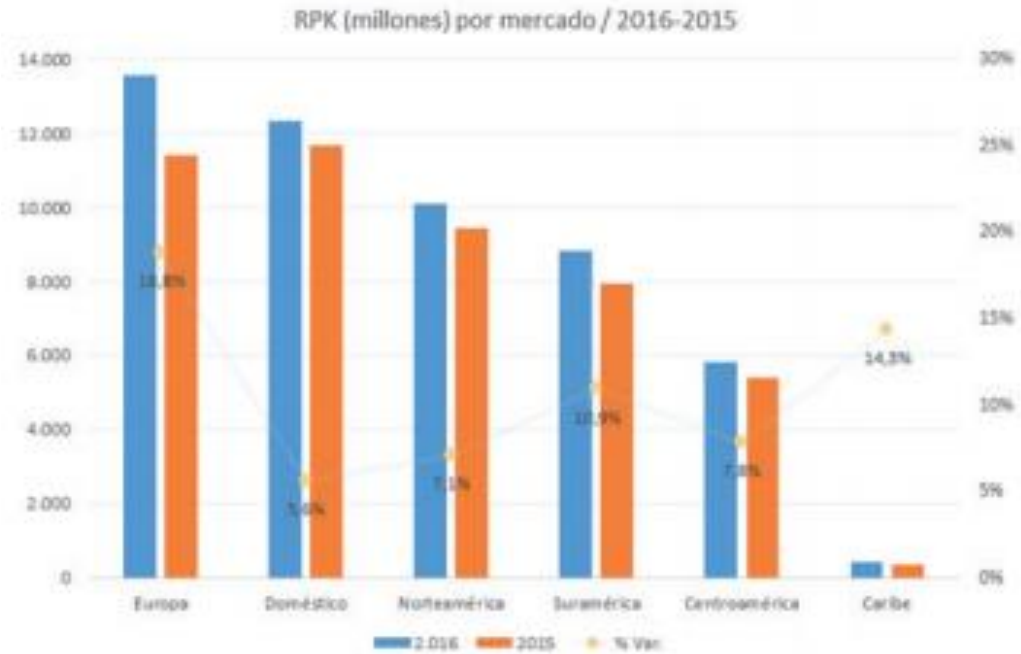
Figura 2 Pronóstico aéreo para el año 2030



Fuente: Internacional, O.d. (2016). Plan mundial de navegación aérea 2016-2030. [Figura]. Recuperado de https://www.icao.int/Meetings/a39/Documents/GANP_es.pdf.

En cuanto a nivel continental, para ser más específico en América Latina también se marca una tendencia en el crecimiento de pasajeros significativo durante los últimos años según los últimos informes revelados por la CEPAL (CEPAL, 2017), paso de 110 millones en 2006 a más de 266 millones de viajes en 2016, pero según este mismo informe muestra que durante los próximos 10 o 15 años el tráfico podría duplicarse lo cual potenciaría el tráfico en las aerolíneas y por ende en las terminales aéreas.

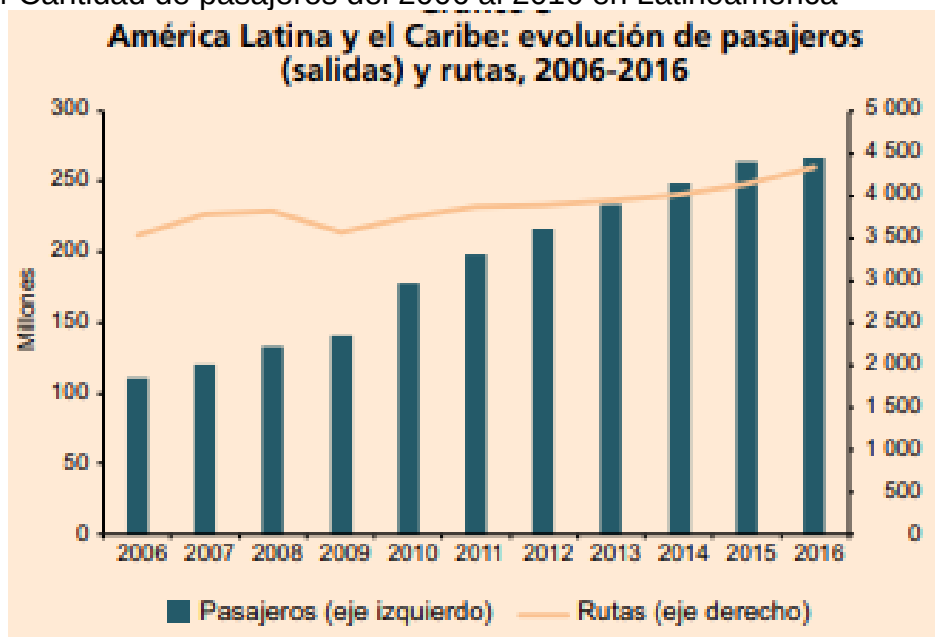
Figura 3 Cantidad de pasajeros a nivel regional



Fuente: Civil, A. (2017). La aviación en cifras. [Figura]. Recuperado de <http://www.aerocivil.gov.co/Potada/revi.pdf>.

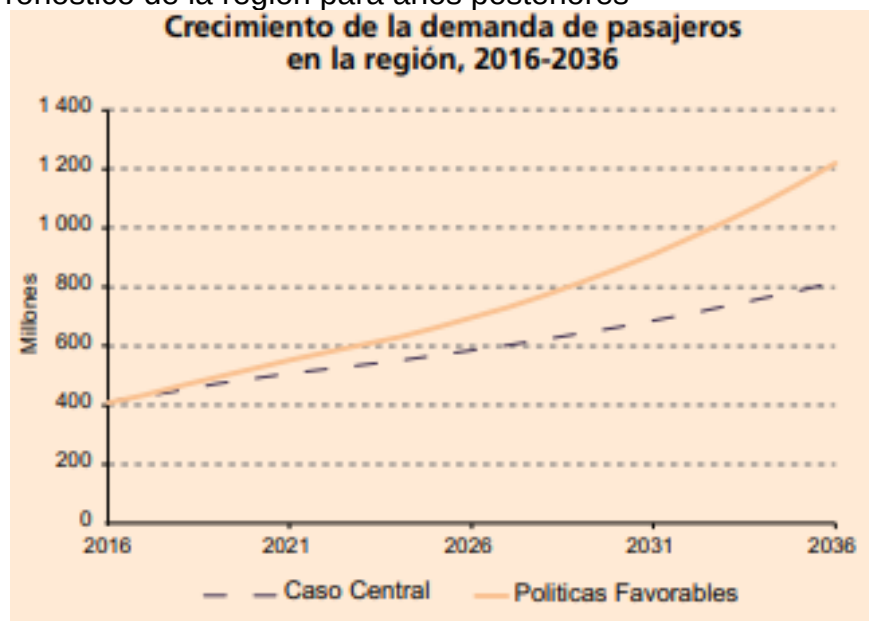
De la figura 3 se concluye que, Suramérica aún está por debajo de Europa y Norteamérica lo cual tendría gran sentido ya que en estos países es donde se presenta el mayor porcentaje de tráfico aéreo y en donde sus monedas han presentado inestabilidad frente al dólar lo cual adquirir viajes aéreos sale más costoso sin embargo, como se dijo anteriormente Latinoamérica está teniendo un crecimiento constante y acelerado, por lo cual es muy probable que la red de tráfico empeore a medida que transcurra el tiempo por el número de viajes, vuelos y destinos de la gran migración de turistas europeos, norteamericanos y asiáticos que se está teniendo en Suramérica y el Caribe, de lo cual se pronostica que irá en aumento como se han visto recientemente en esta región del mundo, ya sea por sus atractivos paisajes, culturas, etc.

Figura 4 Cantidad de pasajeros del 2006 al 2016 en Latinoamérica



Fuente: CEPAL. (2017). Transporte aéreo como motor del desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe retos y propuestas de política. [Figura]. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43411/1/S1800006_es.pdf.

Figura 5 Pronóstico de la región para años posteriores

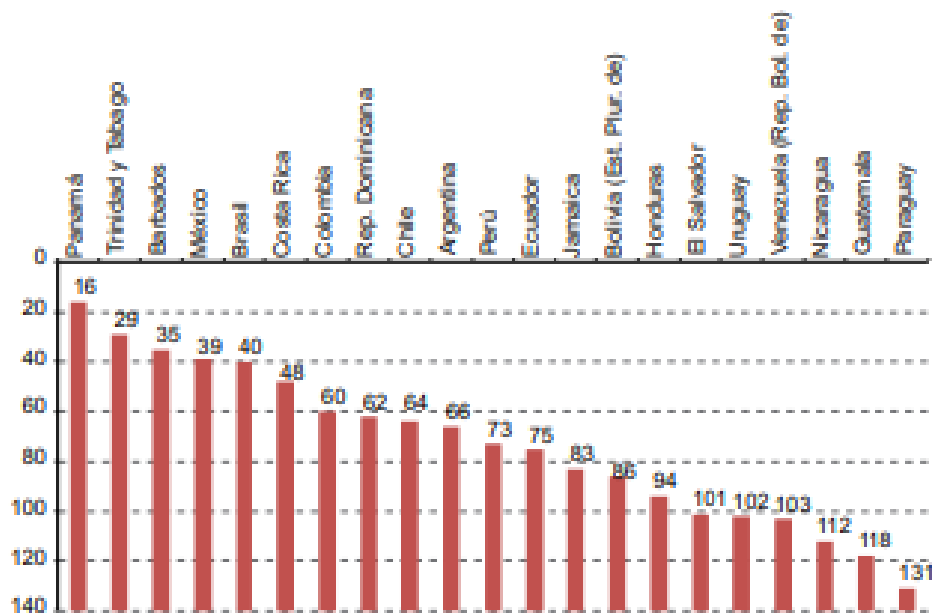


Fuente: CEPAL. (2017). Transporte aéreo como motor del desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe retos y propuestas de política. [Figura]. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43411/1/S1800006_es.pdf.

De la cual, se intuye y se realiza la siguiente pregunta, ¿qué tal le va a Colombia en términos de competitividad en el transporte aéreo en la región?, según el Foro Económico Mundial (WEF) (Montes, 2019) crearon un índice para medir la competitividad global para el sector de viaje y turismo (TICR) en un estudio realizado el 2017 Colombia se encuentra dentro de este ranking mundial; y el resultado fue el siguiente; el país se localiza en el puesto 60 de 140 países seleccionados sin embargo, en Latinoamérica está en el puesto 7 por detrás de México, Brasil y Costa Rica respectivamente en términos de competitividad.

Figura 6 Competitividad en el transporte aéreo

Competitividad en transporte aéreo (países seleccionados, ranking mundial de 140 países)



Fuente: CEPAL. (2017). Transporte aéreo como motor del desarrollo sostenible en América Latina y el caribe retos y propuestas de política. [Figura]. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43411/1/S1800006_es.pdf.

El mejor aeropuerto que se encuentra en Colombia es el aeropuerto internacional el Dorado de la ciudad de Bogotá y es considerado por la firma británica Skytrax como el 3° mejor aeropuerto a nivel regional y el 53 a nivel mundial, estando por detrás de grandes aeropuertos como el Jorge Chávez de Perú y el Aeropuerto internacional de Quito de Ecuador respectivamente (Economía, 2019). Este aeropuerto es uno de los que mayor cantidad de operaciones y vuelos presenta en el país por lo que regularmente presenta inconvenientes como demoras y retrasos en los despegues y aterrizajes como en otras actividades, es por ello por lo que se hace necesario

mejorar la competitividad del Dorado para poder escalar en los escalafones a nivel regional y a nivel mundial.

Por esta razón cabe realizar el análisis exploratorio-descriptivo para que a partir de allí realizar un análisis de las causas reales que provocan los retrasos en vuelos y determinar el comportamiento estadístico del comportamiento de los datos y de esta manera poder tomar decisiones en pro de la competitividad del aeropuerto el Dorado de la ciudad de Bogotá.

Ante esta situación se formuló las siguientes preguntas de investigación.

1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Se podría establecer por medio de un análisis el comportamiento y las causas de retrasos en el aeropuerto de Bogotá durante el año 2.018, además de observar el rendimiento de las aerolíneas mediante el estudio de una base de datos?

2. JUSTIFICACIÓN

En Colombia se ha incrementado los retardos en los aeropuertos nacionales e internacionales y este problema se está convirtiendo en tendencia en muchas de las terminales aéreas del país y principalmente en los aeropuertos principales como el Dorado. Estos sucesos en gran medida son causas de la mala planificación y la logística en las operaciones del terminal aéreo como también de las aerolíneas como lo indica la revista semana “en el segundo mandato del gobierno de Juan Manuel Santos se inauguró en diciembre de 2017, una nueva ampliación del aeropuerto. Pero esas obras ya son insuficientes frente a un crecimiento del tráfico que nadie calculó bien”, además añadió “en 2010 el Dorado movilizó 18 millones de pasajeros, es decir la mitad de los que va a mover en el 2019” (Vergara, 2019). El comportamiento de los pasajeros también ha aumentado “para el año 2016 incremento un 4.81% respecto al 2015, siendo una de las más bajas de los últimos años” teniendo en cuenta que “en 2016 el tráfico doméstico representó el 67% del tráfico total” (Torres Camargo, 2017). Cabe resaltar que uno de los meses del año donde mayor se presenta demoras y cancelaciones en el aeropuerto según informe migración Colombia es la época de vacaciones “es habitual que, durante épocas decembrinas, en donde el flujo de viajes aumenta, se presente más congestiones de lo usual” (Espectador, 2019).

Es muy común y normal encontrar en el Dorado personas con sentimientos habituales de insatisfacción, descontento, inquietud o desesperación, lo que conlleva a estos sujetos a presentar quejas y reclamos en las aerolíneas que prestan el servicio sobre la demora del transporte que desean adquirir, que están adquiriendo o simplemente ya adquirieron. Lo que ha conllevado a que “el Dorado ya no es el mejor terminal aéreo de la región (...) la firma británica Skytrax, especializada en la evaluación y clasificación la desplazó al tercer lugar” (Dinero, 2019) por otro lado, es frecuente observar la habitual demora en muchas de las actividades y procesos dentro del aeropuerto internacional el dorado ya sea por su alto tráfico o por condiciones meteorológicas y esto trae como consecuencia inconformidad en los pasajeros y es por eso que constantemente vemos hombres deambulando dentro de las instalaciones, mientras que en las salas de espera se puede encontrar en un contexto no más alentador; caras de incertidumbre, zozobra, temor, rabia e impaciencia a la hora de abordar su nave “Pasajeros en el aeropuerto El Dorado duermen en el suelo esperando su vuelo, que se presenta demoras por el cierre de la pista sur.” (Caracol Radio, 2019). Esta situación sucede primordialmente por el incumplimiento de las aerolíneas y de las condiciones climatológicas que presenta Bogotá al encontrarse en la cordillera oriental de los Andes y su altura la cual es de 2.630, metros sobre el nivel del mar lo cual dificulta el flujo de aviones. Resulta interesante analizar y entender cuáles son las causas de estos retrasos habituales en el aeropuerto y en las aerolíneas que están dentro

de “el Dorado” y deducir a partir de allí, estrategias logísticas mediante un análisis de datos para la mejora del servicio.

El siguiente proyecto de investigación surge a partir de estudiar una base de datos para identificar y analizar la información que se entregó por parte de la AEROCIVIL, con el fin de determinar el comportamiento de los datos, las causas principales de los retardos y el rendimiento de las aerolíneas tomando como base las variables de tráfico, causas y tráfico-causas, y partiendo de esta premisa en otra investigación posterior presentar o elaborar propuestas que ayuden a mejorar la competitividad del Dorado frente otras terminales de la región.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar mediante un estudio exploratorio y descriptivo sobre las demoras en el aeropuerto internacional el Dorado de Bogotá.

3.2 ESPECÍFICOS:

- Clasificar el rendimiento de cada aerolínea basados en el tiempo de demoras de despegue en el aeropuerto del Dorado durante el 2.018.
- Determinar los eventos principales según la clasificación IATA que generan retardos en el aeropuerto Internacional el Dorado durante el año 2.018.
- Evaluar el comportamiento en los tiempos de demora y determinar si aplica a una distribución teórica estadística del aeropuerto del dorado durante el 2.018.

4. MARCO REFERENCIAL

El transporte aéreo es una de las industrias más recientes y rápidas a la hora de transportar personas, además de tener protocolos de seguridad y puntualidad que les brindan a los pasajeros una mayor comodidad y bienestar a la hora de tomar este medio de transporte. Los procesos que están integrados para que el sistema funcione pueden variar, pero las actividades que deben seguir todos los aviones son las siguientes:

Estacionar el avión, los pilotos reciben instrucciones de los controladores de tierra (...). **Enchufar el avión**, todos los aviones poseen un pequeño motor que genera electricidad cuando esta estacionado la APU, Lo pilotos la encienden para alimentar los sistemas del avión, pero esta consume combustible, de modo que muchos aeropuertos proporcionan un sistema de alimentación de tierra (...). **Conectar el aire acondicionado**, la APU también alimenta los sistemas de climatización del avión, mientras esta aparcada (...). **Descenso**, Si la puerta está habilitada para ello, el puente de embarque se posiciona para el descenso (...). **Descargar el equipaje y la carga**, Rampie es el término de la industria para los trabajadores que cargan y descargan aviones y lo bajan por una rampa (...). **Abastecer la comida**, (...). **Limpieza**, (...), **Repostaje**, el equipo de operaciones de una línea aérea sabrá cuanto combustible se necesita para cada tramo y cuando reabastecer el combustible (...). **Remolque**, (...) y el **Embarque y despegue**, la tripulación ha terminado todas las preparaciones previas al vuelo, la puerta está cerrada y todos sentados en el asiento. (Vida & Arte, 2018).

Todo el sistema integrado produce un costo a la hora de funcionar, tanto los procesos terrestre como los procesos aéreos, es por ello la importancia de cumplir con lo estipulado en los horarios de las terminales y las aerolíneas para no incurrir en costos extras o costos variables (Oficina de Regulación Económica, 2009, pág. 8), lo que traería como consecuencias grandes pérdidas de dinero que entrarían directamente como gastos operacionales por otro lado, se suma el incumplimiento a los pasajeros por parte de la aerolínea con las personas que desean viajar en las naves.

El tráfico de la red aérea comienza muchas veces en los aeródromos individuales, por lo cual es necesario identificar y catalogar estos tipos de retrasos, de estos encontramos que son malas programaciones en los vuelos, el clima, y el control de las llegadas. Es por eso necesario encontrar y determinar la inversión que hace

cada terminal aérea para disminuir el impacto que genera los retrasos y en cuánto es el capital que se recoge por las mejoras hechas y de no ser así, se tiene que proyectar el dinero que se pierde por no hacer las mejoras. Por lo cual se debe realizar una interacción de los retrasos de un aeropuerto y cómo afecta la demás cadena de transporte aéreo en que se tiene en un país o un punto determinado. (Nayak, 2012).

Uno de los mayores problemas que genera retrasos en toda la red aérea sin lugar a duda es el clima y expone un gran riesgo en la seguridad de los aviones y por ende en los pasajeros y tripulantes de cabina. Estos son uno de los mayores problemas en la parte logística que registra los entes reguladores de datos y estadísticas de las operaciones en los aviones que ocasionan más minutos retardos en los vuelos tanto en aterrizaje como en despegue. Gracias a estas instituciones se pueden identificar las demoras y en base en ello crear patrones para posteriormente desarrollar cancelaciones previas a la hora de salida del avión, lo que permitirá planificar sus actividades dentro del aeropuerto para optimizar y tener una mayor efectividad dentro de la terminal de transporte aérea. (Goodman & Griswold, 2019).

Es por eso, que sería bueno predecir los retrasos para disminuir los costos variables que presentan los aviones, y además de que para millones de personas se enteren el estado de su vuelo para poder adelantar su vuelo o no esperar horas y horas en la terminal aérea esperando la salida de su avión. Por lo cual se han propuesto varios métodos para poder pronosticar el retraso y las demoras. Es por eso por lo que unos ingenieros por medio de las ecuaciones de regresión lineal pronostican el tiempo de demora que puede tener las naves durante el periodo de despegue o de aterrizaje teniendo en cuenta varios factores o variables que se puedan dar durante el transcurso de las operaciones. La plataforma Microsoft Azure Learning Studio, es el software que se tienen para pronosticar y se sube a la nube. (Nigam & Govinda, 2017).

Un buen control de las operaciones permite la eficiencia en las actividades dentro del aeropuerto, sin embargo, se debe adoptar un enfoque para evaluar y predecir el tráfico antes, durante y después de los retardos, por lo cual se recomienda utilizar la cadena de Markov. Esto permite abordar la confiabilidad y estos resultados permiten tomar decisiones de una manera más fácil restringiendo las incertidumbres lo más posible. (Rodriguez, y otros, 2019).

4.1 AEROPUERTO EL DORADO DE BOGOTÁ.

El nombre completo del aeropuerto es Aeropuerto Internacional El Dorado-Luis Carlos Galán Sarmiento, posee el código IATA: **BOG** mientras que el código OACI: **SKBO**. Se encuentra ubicado en la calle 26 n°103-09, Ac 26, Fontibón Bogotá. El aeropuerto cuenta con casa de divisas, parqueaderos, hoteles, centro de información y sala de emergencias y sistema de seguridad (aeropuertos, 2018). Es uno de los aeropuertos más importantes de Colombia y Latinoamérica y se encuentra en la ciudad de Bogotá. Este aeródromo es el que más turistas albergan tanto nacional como internacional. Este aeropuerto recibe vuelos de varios puntos del mundo como de las principales ciudades de Europa y América y transitan alrededor de 30 millones de personas al año en esta terminal, además de contar con un terminal anexo llamado Puente aéreo y es exclusivo para Avianca (Absolutviajes, 2017).

4.2 PROBLEMÁTICA DEL NÚMERO DE RETARDOS.

Los retrasos en el transporte aéreo es un problema común en la logística de los aeropuertos y esto puede ocasionar demoras en todo el sistema nacional o internacional de redes y nodos, en lo cual repercutiría en cogestiones o en diversas consecuencias. Según Nayak las principales causas de estas tardanzas en la industria aérea se deben en primer lugar al clima, a la programación excesiva, la visibilidad de los aeropuertos y la poca cobertura; según lo planteado por este autor esto traerá consecuencias a la integralidad de toda la red, en donde se centró en el aeropuerto de Chicago y determino el impacto que tiene este al Sistema Nacional Aéreo (NAS). Para ello se realizó modelos de regresión y ecuaciones multivariadas para encontrar un factor de interdependencia para los efectos marginales y encontrar las variables que participan en el problema. Los principales impactos que trae son las enormes pérdidas de tiempo, recursos y dinero en los diferentes periodos de tiempo, además que se convierten en cuellos de botellas (Nayak, 2012). Según un estudio por la METAR (Informes meteorológicos de rutina de aviación) para el año 2014 son gran consecuencia del bajo cumplimiento de los aeropuertos estadounidense, siendo el clima responsable en un 32,6% de los minutos tardíos y el clima extremo en un 4,3%; la relación entre las variables de clima y retardos o la cancelación están altamente relacionadas y produce un la baja eficiencia en los aeropuertos sobre todo en lugares donde los climas varían en el transcurso el año como por ejemplo los estados del norte de los Estados Unidos (New York). En el aeropuerto J.F.K. de New York las reducciones de su competitividad se deben a las precipitaciones, la nieve, los tornados, etc. Este impacto se incrementa o se disminuye dependiendo de la etapa en la cual se encuentre el año (GOODMAN & SMALL GRISWOLD, 2019).

Estos impactos sin lugar a duda traen unas consecuencias, y una de ellas es el tema monetario en donde indudablemente los precios de congestión son mayores y la capacidad de reinversión es inferior en el momento donde se tratan los retardos,

además de los cargos basados en movimientos y los discriminatorios (servicios del avión), en donde se halló que los centros públicos son los que más sufren en este tema, ya que estos no tienen tarifas por movimiento sino con el peso, carga o volumen a diferencia de los centros de carácter privado los cuales si cobran por temas de movimientos, por lo cual es un costo de que debe asumir la empresa o la aerolínea en donde se transportan las persona personas (Hsin Lin & Zhang, 2017). Una estrategia para disminuir los costos y tener un servicio más rápido y eficiente en el aeropuerto J.F.K. (es uno de los más grandes y concurridos del mundo, además de ser uno de los que más presenta problemas en temas de logística y retardos) en problemas relacionados con las demoras en los check-in, fue la integración de información y dispositivos para que estuvieran interconectados por medio de internet con radio frecuencias y sensores inalámbricos lo que proporciono la identificación de objetos y por supuesto darle un plus al tema de la seguridad gubernamental. El principal objetivo de esta decisión es reducir o mitigar los retrasos por parte del registro dentro del aeropuerto y de esta manera beneficiar a más usuarios de manera simultánea (Baashirah & Elleithy , 2019).

El tráfico de transeúntes dentro de las terminales aéreas es uno de los problemas más comunes, y esto se debe a la congestión de personas dentro de los aeropuertos. Es por ello, que es necesario la conectividad y accesibilidad de otro sistema de transporte lo cual permita integrar el modelo de enlaces intermodales para la disminución de tráfico. No obstante, se beneficiaría la congestión de público, sino que además permitiría alimentar el sistema nacional aéreo, como sucedió en Japón y China en donde se interconectaron el servicio de trenes con el servicio aéreo y se evidencio el alivio de la congestión y el aumento de personas dentro del sistema en la terminal aérea (Liu, Wan, Ha, Yoshida, & Zhang, 2019).

Para un aeropuerto siempre es importante crecer, pero antes de tomar este tipo de decisiones siempre es transcendental evaluar las variables, las causas y las consecuencias de dichas decisiones. Una de las operaciones importantes para todo aeropuerto son las actividades de carga, y es indispensable antes de ejecutar cualquier acción, analizar la cadena logística, como también el movimiento de mercancías en el aeropuerto, pero sin dejar de lado las personas que actúan en el proceso. El análisis de la cadena logística es muy importante ya que de aquí parte la competitividad del aeropuerto frente a otros, sin embargo, uno de los puntos fuertes de la competitividad también se debe a la infraestructura aeroportuaria, mientras que, en segundo plano, se podría contar los operadores logísticos, las tecnologías de carga y el monitoreo de los productos para que cumplan en una mejor medida el rumbo de origen-destino del producto. El aeropuerto de Zaragoza para intentar crecer de una manera organizada ha tomado el método del proceso de jerarquía analítica en donde establece los umbrales mínimos para analizar las capacidades de mejora dentro de un aeropuerto haciendo énfasis en las operaciones de carga, y en la cual evalúa los elementos que podrían impactar en

una mayor o menor grado las actividades de carga y transporte dentro de la terminal con el fin de permitirnos centrarnos en las mejoras para tomar las mejores decisiones para crecer (Larrode, 2018). La tecnología ha ido evolucionando para facilitar la vida de las personas y en el monitoreo de las cargas o equipaje no ha sido la excepción. La radiofrecuencia por medio de RFID como un medio de seguimiento y monitoreo de equipaje ha permitido la facilidad a la hora de encontrar los equipajes dentro de la cadena logística del aeropuerto, mejorando protocolos y dando soluciones; la creación de este sistema permite integrar los sistemas operativos de RFID, WSN y el modelo RBAC con el fin de mejorar la forma con la que se gestiona los datos y los eventos en tiempo real, lo que nos da soluciones, además de permitir autorizaciones y accesibilidad sin tanto protocolo o burocracia optimizando tiempos y recursos (Rouchdi, Haibi, El Yassini, Boulmalf, & Oufaska, 2018).

Uno de los factores claves para logística en los aeropuertos es la programación de aterrizajes de los aviones en sus respectivas autopistas y esta situación se ha convertido en un caos y más con el incremento de líneas y pasajeros a medida que pasan los años, sin embargo, se ha formulado un modelo de optimización con el cual intenta capturar la dinámica de los aterrizajes mitigando lo más posible la incertidumbre por medio de las técnicas de la metodología GSPS que son herramientas de inteligencia computacional, en donde se enfoca en la red para predecir las demoras en los vuelos y el procedimiento para predecir el aterrizaje en las terminales, donde se caracterizó en la toma de decisiones difusas y poniéndolo a prueba en uno de los escenarios más difíciles como lo es el aeropuerto JFK (S., Chou, H.W., & D., 2014). Aunque no es el único modelo, existe varios modelos de programación en donde se le asignan demoras a las naves para descongestionar el nivel de tráfico en las pistas de aterrizaje con el fin de mejorar la logística interna del aeropuerto, podemos encontrar los siguientes quienes son los más efectivos, el modelo de línea de base que busca maximizar el provecho de la pista sobre un horizonte y su principal característica es que es determinista, mientras que los otros 2 siguientes son sistemas estocásticos, sus principales características son las incertidumbres y la capacidad de control. El primer modelo se basa en escenarios posibles centrándose en locaciones posibles, es decir que puede ocurrir, mientras que el segundo modelo intenta predecir mediante las incertidumbres; lo cual se ha demostrado que estos 2 modelos estocásticos son más efectivos a la hora de predecir mediante la programación y se aproximan más a las fases de vuelos y esto trae importantes impactos a la hora de asignar demoras en los vuelos, como el importante ahorro de combustibles que tienen los aviones y la ya mencionada descongestión (Jones, Lovell, & Ball, 2015).

En los últimos años se ha venido hablando de los Sistemas de Aeropuertos Múltiples (MAS) en donde se expone las ideas de combinar los conceptos de transporte de carga y el transporte de personas, lo cual se centra en la coordinación del desarrollo

de la carga dentro de una misma región. Es por eso que mediante un estudio se puede encontrar como la cooperación entre varios agentes del MAS puede generar desarrollo no solo en los aeropuertos, sino que en la región mediante las experiencias conjuntas que van interrelacionadas para el bien común de los aeropuertos, pero además de eso tiene un papel cambiante secuencialmente, como también el tema del tráfico en las estaciones del MAS y la diversificación de varios aeropuertos regionales que han generado un rendimiento creciente (Shen, Rankin, & Le, 2016). Los aeropuertos están sufriendo grandes cambios en los servicios que brindan como las actividades comerciales que se encuentran dentro de estas infraestructuras, además de que ha mejorado la cadena logística para incrementar las ganancias mediante los servicios no operacionales; y aquí es donde entra la ciudad y juega un rol importante para la terminal aérea lo cual deben integrarse y dependiendo de esto tener una dinámica armoniosa para mejorar la competitividad del aeropuerto y a su vez le permite a la ciudad tener un desarrollo socio-cultural (Siegmann & Boloukian, 2015).

4.3 ANALÍTICA DE DATOS QUE APUNTAN A LAS BUENAS DECISIONES Y NUEVAS OPORTUNIDADES DE MEJORA.

La evaluación tiene como objetivo medir y evaluar las llegadas de los aterrizajes en los aeropuertos, para ello se necesita información confiable y precisa en temas de congestión y demoras, estos datos sirven para poder tomar decisiones, predecir y evaluar en los temas operativos. Para esto se realiza bajo la metodología estructurada en 2 etapas las cuales son la de predicción y la de confiabilidad. La red de predicción está enfocada a la red Bayesiana en donde se centra en los tiempos de las actividades y operaciones, y cómo esta interrelacionada con el rendimiento del aeropuerto, para llegar a resultados más concretos a futuro se realiza en cadenas de markov, de allí se podrá evaluar el sistema de llegada y aterrizaje en donde la información que se extrajo principalmente está en los meses de tráfico como los son a finales de año y después de aquí concluir las causas que tienen mayor impacto de retrasos y de congestión, además del tiempo durante el día y las condiciones meteorológicas con el fin de determinar el rendimiento actual de las naves y predecir la evolución que traerá al pasar del tiempo, de esta manera plantear y ejecutar a unas estrategias para mitigar el golpe (Rodríguez Sanz, y otros, 2019). Uno de los modelos para predecir además del ya mencionado es el de probabilidad de logit asimétrico, este sistema es más preciso con tal de calcular los retrasos diarios en los aterrizajes de los aviones, en donde principalmente se toman las bases de datos para explorar para posteriormente ajustar e identificar el factor de retrasos. Uno de los cálculos que presenta este método es el hallazgo en la cantidad de llegadas tarde y a tiempo, además del estado porcentual de estos factores y por consiguiente hallar los patrones que se están presentando (Pérez, Pérez, & Gómez, 2017). Otro sistema de control probabilístico es la herramienta CADEO que principalmente sirve para el control del tránsito aéreo donde su principal característica son los despegues de las aeronaves, además sirve para analizar las variables y como incurren en los impactos futuros y tiene como eje

principal las variables controlables y las no controlables, como por ejemplo las habilidades humanas; una de las principales características es que soporta la optimización de secuencias de salida en las operaciones para mejorar el rendimiento (Schaper, Tsoukala, Stavratl, & Papadopoulos, 2011).

La logística externa es otro de los factores que tienen gran impacto en un aeropuerto para bien o para mal, tomando un grado de gran importancia en el tráfico interno de este. Una característica que se deriva es la conectividad y accesibilidad, ya que los enlaces que pueda tener una terminal aérea pueden potenciar no solo el turismo, sino que, además, realza la competitividad del aeropuerto, la ciudad y el mercado municipal, departamental o nacional. En un estudio realizado en Japón tener una ciudad constituida y complementaria en temas de movilidad, incremento las principales urbes el nivel de vuelos internacional tanto en aterrizajes, como en despegues (Liu, Wan, Ha, Yoshida, & Zhang, 2019). La buena integración en medio de transporte en la ciudad o el modelo complementario intermodal terrestre-aéreo, consigo trae consecuencias en el precio o tarifas donde aumentan su valor monetario como su valor añadido en toda la cadena logística interna-externa, dando así al usuario una percepción de costo-beneficio que lo será bien recibida, además de la alta capacidad del flujo de personas y accesibilidad entre la terminal aérea como en la ciudad dando como consecuencia la descongestión de varios puntos de botella (Lin & Zhang, 2017). Es importante que la aplicación y la implementación de los modelos probabilísticos en los aeropuertos no se conviertan en cuellos de botellas, sobre todo en aquellas donde se controla el tráfico aéreo como es el caso de los aterrizajes donde se debería llegar a un modelo estático, pero no se debe confundir con problemas no dinámicos, es por eso que la planificación es un componente para la predicción y si es el caso podríamos utilizar un sistema híbridos que realice maniobras tanto lineales como estocásticas (Meriem Ben Messaoud & Riadh, 2017).

Mediante una data del aeropuerto internacional de Bejín, se extrajo información para identificar y hallar patrones internos que se presentan dentro de una matriz con datos conglomerados en los retrasos de los vuelos. Para esto el órgano de control se decide en predecir y monitorear el estado de estas demoras por lo cual emplean el modelo DBN y para ajustar las incertidumbres lo mejor posible utiliza el modelo de regresión vectorial de soporte SVR con el fin de tener controlado y estructurado la dimensión en los retrasos de los vuelos y de esta manera gestionar la competitividad mejor dentro de la terminal, además de permitir la sincronización y el descongestionamiento de la red aeroportuaria (Yun, Guo, Asian, Wang, & Gnag, 2019). Ya que esto podría traer consecuencias vitales en el mundo de los negocios o la prestación de un bien o servicio, por eso es crucial la adecuada planificación de las líneas aéreas y cada vez es más recurrente el diseñar métodos de predicción precisas; por lo tanto, la información es importante pero no vital, como si lo es a la hora de predecir. La predicción es un factor necesario a la hora de gestionar las

actividades que presenta un aeropuerto y es por eso que existen sistemas que se dedican a predecir los acontecimientos venideros, para agregar otro modelos de los muchos ya mencionados, expondremos uno de los que mejor se adaptado a los tiempos modernos a los que vivimos como es el modelo de la regresión logística, este sistema son técnicas altamente fiables y controlables para siempre ajustar los tiempos de salida de las aeronaves, además de venir integrada con la base virtual de Microsoft Azure Learning lo cual facilita la simulación y permite tomar ajuste en variables aleatorias, adicionalmente viene sujeto a la nube para que desde cualquier computador del mundo se pueda manipular siempre con las variables referentes para la aviación como lo son el clima, la humedad, la precipitación, etc. Y de esta manera obtener predicciones más precisas como también la optimización de tiempos y recursos. (Nigam & Khelly, 2017).

Es bien sabido que es crucial la predicción en las operaciones de los aeropuertos, pero en todo el documento se ha centralizado en la predicción pre-despegue y post-aterrizaje, siendo la operación intermedia también muy importante a la hora de transportar mercancías y personas. Las operaciones en espacio aéreo son esenciales y es por eso por lo que también deben estar monitoreadas en donde toma como pilar la red Bayesiana para diagnosticar y predecir el retraso programado en el flujo operativo de las aeronaves en operación en el aire. Empleando conceptos integrados a la aviación como lo es el área de maniobra (E-TAM) mediante los registros en actividad, además del plus que da en la seguridad y procesos burocráticos que da en el espacio aéreo, (Rodriguez, Comedor, Valdés, & Peréz, 2018). Uno de los problemas más críticos en el transporte aéreo es el aeropuerto es por ello que se propone, además de los modelos expuestos anteriormente, es aumentar la capacidad de la terminal con calles de rodaje alrededor de las pistas a lo cual beneficiaría la salida rápida, la vuelta segura y la disminución de las demoras como se reflejó en el aeropuerto de Estambul (Özdemir, Cetek, & Usinmaz, 2018). De los cuales la condición climática puede generar condiciones peligrosas donde sin importar el modelo que se empleé siempre habrá retrasos en muchos lugares por el clima tan extremo que presenta algunos lugares el mundo (Özdemir, Cetek, & Usinmaz, 2018).

4.4 COMPETITIVIDAD EN LOS AEROPUERTOS A PARTIR DE LA ANALÍTICA DE DATOS.

Los ingresos son importantes para cualquier empresa y para los aeropuertos no es la excepción. Según Oscar Olariaga evaluó algunos de los factores claves en los ingresos comerciales de las terminales de transporte aéreo como es el caso del perfil de la persona, el tipo de aeropuerto, las tendencias, entre otras; en donde se encontró que uno de los principales ingresos no operacionales son las tiendas, después el parking, seguido por el alquiler de oficinas y por último la publicidad. Según este informe nos indica que las tiendas son las principales generadoras de utilidades, mientras que la siguen actividades que influyen en el consumo y

comportamiento humano, aunque cabe recalcar que estos hábitos de consumo varían dependiendo del tamaño de los aeropuertos y por ende el número de pasajeros que por allí circulan o también la región del mundo donde se encuentre; estas no son las únicas variables a tener en cuenta, ya que hay muchas como el tiempo de permanencia, el clima etc. Otra cosa destacable es el crecimiento o evolución de los ingresos no operaciones en los aeródromos, visto que el valor se ha mantenido en constante crecimiento durante las últimas décadas, más sin embargo cabe resaltar la excepción de los años (2008-2009), que fue el periodo de crisis financiera en todo el mundo (Rodríguez, Comedor, Valdés, & Pérez, 2018).

Los costos también son factores muy importantes para los aeropuertos, es por ello, que es necesario atender los costos de operación que se presentan allí, para poder obtener y ser más efectivos al momento de obtener las utilidades, además de atender las demoras en las operaciones y poder brindar un mejor servicio sin demora. Se llevó a cabo aeropuerto de la Ciudad de México, la estrategia consiste en atender “las primeras en llegar” y que fueran “los primeros en salir”, para lo cual se realizó una simulación en donde empleando la dinámica traerá utilidades por encima de los 20 billones de pesos mexicanos anuales y si se le suma la cantidad de pasajeros-hora que tomaran su avión a tiempo en donde se estima que estará por encima de los 30.000 (Herrera, Moreno, & Martner, 2014).

5. MARCO METODOLOGICO PRELIMINAR

Tabla 1 Diseño Metodológico.

Diseño metodológico	
Enfoque	Cuantitativo
Alcance	Exploratorio-Descriptivo
Diseño	No experimental transversal

Fuente: Creación propia.

5.1 DISEÑO METODOLÓGICO

El siguiente trabajo de investigación se desarrollara bajo un enfoque cuantitativo, basada en la descripción que realiza el autor Sampieri la cual es; “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014, pág. 4). Este trabajo de investigación es secuencial y delimitada en la información del aeropuerto El Dorado durante el año 2018.

El alcance que posee el trabajo de investigación es exploratorio-descriptivo, ya que para que se considere descriptivo debe “pretender medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014, pág. 92). Al igual sucede con el alcance exploratorio, para que se considerado este tipo de alcance “se realiza cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014, pág. 91), y este trabajo aplica los 2 alcances.

Por otro lado, el diseño en el cual se centrará este proyecto investigativo es un diseño No Experimental ya que, “no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos en la **investigación no experimental** es observar fenómenos tal como se da en su contexto natural, para analizarlos” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014, pág. 152). Este diseño lo compone una investigación transeccional o transversal, en la transversal descriptiva hace referencia a “indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014, pág. 155), y la transversal correlacional hace referencia a “limitarse a establecer relaciones entre variables sin precisar sentidos de causalidad o pretender analizar relaciones causales” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014, pág. 157).

5.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN:

Tabla 2 Tipo de Investigación

Objetivos específicos	Técnicas de recolección de información	Variables	Fuentes de información	Técnicas de análisis de información
Clasificar el rendimiento de cada aerolínea.	Base de datos de la AEROCIVIL.	Aerolínea	Secundarias, base de datos.	Depuración de la variable.
Determinar los eventos principales que generan retardos	Base de datos de la AEROCIVIL.	Tráfico, causas y tráfico-causas.	Secundarias, base de datos.	Depuración de la variable, frecuencias y pateros.
Evaluar el comportamiento en los tiempos de demora y determinar si aplica a una distribución teórica	Base de datos de la AEROCIVIL	Tráfico, causas y tráfico-causas.	Secundarias, base de datos.	Medidas de tendencia, dispersión y forma, frecuencia, distribución, dispersión, rachas, pruebas Q-Q y pruebas K-S

Fuente: Creación propia

5.3 HIPÓTESIS

hi: Es el clima uno de los factores que más influyen en el tiempo de retardos durante la operación de despegue del aeropuerto internacional el Dorado de la ciudad de Bogotá.

6. RESULTADOS E IMPACTOS ESPERADOS:

El trabajo se centra en un análisis exploratorio y descriptivo del comportamiento de las variables y los datos que se encuentran dentro de la data recolectada por la AERONAUTICA CIVIL durante el año 2.018. Esta base de datos registró todos los vuelos que derivaron dentro del país tanto vuelos cumplidos o no cumplidos y sin importar el tamaño del aeropuerto, es por ello por lo que se le solicitó a la Aeronáutica Civil de Colombia esta información y ellos muy cordialmente aceptaron compartir este informe del consolidado anual.

El trabajo consiste en lo siguiente:

Una vez enviada la matriz de registros aéreos se procedió a revisar y examinar las variables que contiene la data y es el primer acercamiento con el consolidado de los datos. Allí se encontró que efectivamente llevan un registro y control del flujo aeroportuario del país, desde despegues y aterrizajes en las terminales aéreas de la nación hasta el código IATA de demoras y el número del vuelo por lo cual se procedió a determinar e identificar cuáles son las variables dentro de la data para realizar el análisis, de allí se parte para comenzar la exploración.

Como es una data nacional se depuro de la siguiente manera, para así converger en el tema central que son las **demoras** en el aeropuerto del Dorado de Bogotá. Cada depuración realizada a la data se le asigno un nombre para facilitar su mayor comprensión a la hora de relacionarse los datos. Para la matriz original, es decir la matriz que se encuentra sin depurar se le denominó **BASE 0. MATRIZ ORIGINAL.**, esta matriz cuenta con 357.587 datos de todos los vuelos que se realizan desde suelo colombiano. La primera interacción con la base 0, es la purga de la matriz sentando como base de esta purga “**los despegues**” (su origen) del Aeropuerto Internacional del Dorado de la ciudad de Bogotá (La nomenclatura según el código IATA del Dorado es BOG.), obteniendo un total de 146.386 registros, es decir que un 40,94% de los vuelos que se desarrollan en todo el país se realizan desde la ciudad de Bogotá, es decir que casi un poco menos de la mitad y es entendible está cifra sabiendo que Bogotá es uno de los principales HUB's de Latinoamérica y es la capital de Colombia. Esta nueva matriz se denominó **BASE 1. ORIGEN BOGOTÁ.**

Se llevo a cabo una segunda purga de datos, pero esta fue hecha a la base 1, donde su principal depuración partió de eliminar los **vuelos cumplidos** del aeropuerto, obteniendo un total de 51.131 datos, es decir que un 32,6% de los vuelos que salieron durante el 2.018 del **DORADO No** fueron cumplidos y además se identificó que el 75,2% son despegues de vuelos Nacionales, mientras que en los vuelos Internacionales no son cumplidos en un 24,8%. Esta nueva matriz se denominó **BASE 2. VUELOS DE DESPEGUES NO CUMPLIDOS.**

La nueva matriz **BASE 2. VUELOS DE DESPEGUES NO CUMPLIDOS**, presentaba una falla la cual era que había distintos ítems para no cumplir con un vuelo estipulado, por lo cual se examinó la data y se identificó que además de los vuelos demorados también existen los vuelos **Adelantados, cancelados y no hay datos**; por lo cual se prosiguió a realizar un tercer refinamiento de datos donde solo se dejara el ítem de Demoras durante el despegue de aviones en el Aeropuerto el Dorado de la ciudad de Bogotá. Se encontró que 38.329 datos son Demoras, es decir que el 80,33% de los vuelos no cumplidos en el Dorado son por causas de Retardos independientemente de las variables de la data. Esta nueva base se le denominó **BASE 3. VUELOS DEMORADOS DE DESPEGUES EN BOGOTÁ**.

Tabla 3. Cantidad de datos según su depuración.

RESUMEN GENERAL DEPURACIÓN		
MATRIZ	CANTIDAD DE DATOS	PORCENTAJE
BASEO	357.587	-
BASE 1	146.386	40,94%
BASE 2	51.131	32,6%
BASE 3	38.329	80,33%

Fuente. Creación propia basada en los registros de la AEROCIVIL.

Ya con la matriz depurada se comienza a aplicar la metodología de analítica de datos para un análisis exploratorio y descriptivo, pero sin embargo se añadió y se adecuó la data con los eventos, las observaciones y el motivo que contiene cada código IATA en la base de datos.

Figura 7. Base de datos 3

Tráfico	Aerolínea	Origen	Destino	N° de Vuelo	Fecha programada de salida Referencia SCORE	Hora programada de salida Referencia SCORE	Fecha de remolque_UTC	Hora de remolque_UTC	Demora AEROCIVIL	Demora Minutos	Estatus AEROCIVIL	Estado del vuelo	Código IATA	EVENTOS	OBSERVACIONES	MOTIVO	CAUSAS
NACIONAL	SATENA	BOG	EOH	8604	2/01/2018	02/01/2018 12:40	2/01/2018	02/01/2018 13:32	00:52	52	DEMORADO	DEMORADO	71	AEROPUERTO DE SALIDA	Aeropuerto origen por clima, baja visibilidad, lluvia, nieve, tormenta	INCONTROLABLES	EXTERNAS
NACIONAL	SATENA	BOG	EOH	8616	2/01/2018	02/01/2018 21:00	2/01/2018	02/01/2018 21:17	00:17	17	DEMORADO	DEMORADO	71	AEROPUERTO DE SALIDA	Aeropuerto origen por clima, baja visibilidad, lluvia, nieve, tormenta	INCONTROLABLES	EXTERNAS
NACIONAL	SATENA	BOG	FLA	8645	2/01/2018	02/01/2018 15:38	2/01/2018	02/01/2018 16:12	00:34	34	DEMORADO	DEMORADO	71	AEROPUERTO DE SALIDA	Aeropuerto origen por clima, baja visibilidad, lluvia, nieve, tormenta	INCONTROLABLES	EXTERNAS
NACIONAL	SATENA	BOG	AUC	8714	2/01/2018	02/01/2018 23:52	3/01/2018	04/01/2018 00:36	00:44	44	DEMORADO	DEMORADO	46	CAMBIO DE AVIÓN	Cambio de avión por razones técnicas	TÉCNICAS	INTERNOS

Fuente: Creación propia basada en la matriz de la AEROCIVIL y el código IATA.

6.1 DESEMPEÑO DE LOS TIEMPOS DE DEMORAS EN LAS AEROLÍNEAS.

Medir el desempeño es una de las actividades más comunes que tienen las empresas para comprobar el rendimiento y el cumplimiento de los metas y objetivos que se establecen en un periodo de tiempo determinado, además de identificar posibles eventos que alteren el cumplimiento de estas. Es por eso por lo que la información que puede brindar una evaluación de rendimiento es valiosa, ya que permite ver el funcionamiento real al que se está sometiendo y así de esta manera estar expuesta a un crecimiento de la organización y estar ostentada a la toma decisiones de los altos mandos. Para el caso de los negocios aéreos no es la excepción ya que una introspectiva ayuda a ver los problemas o a determinar dónde radica la raíz de inconvenientes para subir en el escalafón mundial.

Cómo se dijo anteriormente el Dorado ha bajado en el escalonamiento frente a otros aeropuertos de Latinoamérica, es por ello por lo que se decidió hacer una evaluación de las aerolíneas y su rendimiento, para ello se realizó una depuración a la **BASE 3. VUELOS DEMORADOS DE DESPEGUES EN BOGOTÁ** donde se encontraron 31 empresas que despegan desde el aeropuerto de Bogotá sin importar si su destino es nacional o internacional.

A continuación, se mostrará el resultado obtenido, donde se medirá el rendimiento de las aerolíneas en relación con la cantidad de retardos durante el 2.018, el tiempo total de las demoras, el promedio y la moda de los retardos en el aeropuerto internacionales el Dorado.

- La cantidad de demoras esta expresada en veces en la que se repite el retardo de la aerolínea durante el 2.018.
- El tiempo de demoras esta expresado en minutos.
- La media esta expresado en minutos.
- La moda esta expresado en minutos.
- La mediana esta expresado en minutos.
- El valor mínimo esta expresado en minutos.
- El valor máximo esta expresado en minutos.

Figura 8. Tabla de desempeño de las aerolíneas.

n°	Aerolínea	Cantidad Demoras	Tiempo Demoras	Media	Mediana	Moda	Mínimo	Máxima	Desviación Estándar
1	Aerogal	1343	72701	54,13	31	16	16	496	59,08761
2	Aerolíneas Argentinas	20	935	46,75	30	18	16	146	38,901867
3	Aeromexico	142	9377	66,04	45	16	16	415	61,96801
4	Aerorepublica S.A.	326	19204	58,91	30	17	16	452	69,305683
5	Air Canada	93	6261	67,32	41	18	16	285	60,261056
6	Air Europa	84	4732	56,33	33,5	23	16	953	107,32861
7	Air France	136	12801	94,13	58,5	36	16	1248	144,16762
8	Aires-Aerovías integra	2960	142281	48,06	29	18	16	1336	62,788533
9	American	215	16260	75,63	46	23	16	1219	127,63481
10	Avianca	26147	1381196	52,82	35	16	16	1356	58,90833
11	Avior Airlines C.A.	95	10689	112,5	46	28	18	1051	155,62461
12	Copa Airlines	31	10438	336,7	553	553	22	665	265,75354
13	Delta	31	2419	78	55	16	16	273	65,506989
14	Easyfly	1867	154919	82,98	57	30	16	709	90,148309
15	Iberia	36	1649	45,8	35,5	33	21	212	37,855228
16	Interjet	254	11167	45,58	34	19	16	268	34,770424
17	Jetblue	112	10477	93,54	53	30	16	547	100,20294
18	KLM	33	1398	42,36	27	22	16	195	38,077896
19	Lacsa	269	11163	41,5	27	16	16	771	73,623671
20	LAN airlines S.A.	193	16284	84,37	28	16	16	1035	139,9451
21	LAN Perú S.A.	81	4648	57,38	33	22	16	478	64,158703
22	Lufthansa	57	3819	67	28	18	16	1121	149,6188
23	ONE	97	5337	55,02	27	24	16	848	101,15808
24	Saeta	2923	202954	69,43	42	16	16	1122	75,494382
25	Spirit	91	8186	89,96	31	17	16	1438	210,4634
26	Taca internacional	94	4410	46,91	26,5	20	16	906	96,242487
27	Taca Perú	297	12738	42,88	28	17	16	490	51,946156
28	TAM linhas Aereas S.A	81	8613	106,3	26	17	16	1404	252,66628
29	TAME	31	3897	125,7	52	52	16	749	206,79075
30	Turkish	22	1558	70,81	39,5	41	11	364	94,789308
31	United	177	18722	105,8	49	17	16	1002	172,18144

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

6.2 EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE LAS AEROLÍNEAS.

6.2.1 FRECUENCIA DE DEMORAS.

Para realizar la siguiente evaluación se realizó un escalafón con la frecuencia enfocada en la cantidad de retardos durante el año 2.018 en el Dorado y de esta manera encontrar que empresas tienen un desempeño bajo, ya que se considera un rendimiento bajo la aerolínea que tenga de forma reiterativa un gran número de datos en la matriz, sin embargo, si no tiene tantas reiteraciones se considera que ha tenido un desempeño destacable. Se mide esta variable en veces.

Figura 9. Rendimiento de las aerolíneas basados en la cantidad de demoras.

n°	Aerolínea	Cantidad Demoras
1	Avianca	26147
2	Aires-Aerovías integra	2960
3	Saeta	2923
4	Easyfly	1867
5	Aerogal	1343
6	Aerorepublica S.A.	326
7	Taca Perú	297
8	Lacsa	269
9	Interjet	254
10	American	215
11	LAN airlines S.A.	193
12	United	177
13	Aeromexico	142
14	Air France	136
15	Jetblue	112
16	ONE	97
17	Avior Airlines C.A.	95
18	Taca internacional	94
19	Air Canada	93
20	Spirit	91
21	Air Europa	84
22	LAN Perú S.A.	81
23	TAM linhas Aereas S.A	81
24	Lufthansa	57
25	Iberia	36
26	KLM	33
27	Copa Airlines	31
28	Delta	31
29	TAME	31
30	Turkish	22
31	Aerolíneas Argentinas	20

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Como se puede ver en la tabla solo hay 5 aerolíneas que sobrepasan los mil retardos durante el año 2018 estas son, en primer lugar, **Avianca** con una diferencia abismal comparado con el resto de las empresas que operan dentro del aeropuerto con un total de 26.147, seguida de lejos por **Aires Aerovías Integración** con un total de 2.960 demoras, en tercer lugar, encontramos muy cercano a la Sociedad Ecuatoriana **Saeta** con una cantidad de 2.923, **Easyfly** la persigue también muy de cerca con una suma importante de 1.867 datos de demoras y por último, la empresa que ocupa el quinto lugar de las empresa que pasaron los mil registros es **Aerogal** con un significativo cantidad de 1.343 demoras.

6.2.2 TIEMPO TOTAL DE DEMORAS.

Para determinar el rendimiento del tiempo total de demoras en las aerolíneas se empleó el mismo modelo utilizado, pero para este caso se utilizó la suma total de minutos en los retardos por empresa. Se mide esta variable en minutos. El resultado fue el siguiente.

Figura 10. Rendimiento del tiempo total de las demoras en las aerolíneas.

n°	Aerolínea	Tiempo Demoras
1	Avianca	1381196
2	Saeta	202954
3	Easyfly	154919
4	Aires-Aerovías integra	142281
5	Aerogal	72701
6	Aerorepublica S.A.	19204
7	United	18722
8	LAN airlines S.A.	16284
9	American	16260
10	Air France	12801
11	Taca Perú	12738
12	Interjet	11167
13	Lacsa	11163
14	Avior Airlines C.A.	10689
15	Jetblue	10477
16	Copa Airlines	10438
17	Aeromexico	9377
18	TAM linhas Aereas S.A	8613
19	Spirit	8186
20	Air Canada	6261
21	ONE	5337
22	Air Europa	4732
23	LAN Perú S.A.	4648
24	Taca internacional	4410
25	TAME	3897
26	Lufthansa	3819
27	Delta	2419
28	Iberia	1649
29	Turkish	1558
30	KLM	1398
31	Aerolíneas Argentinas	935

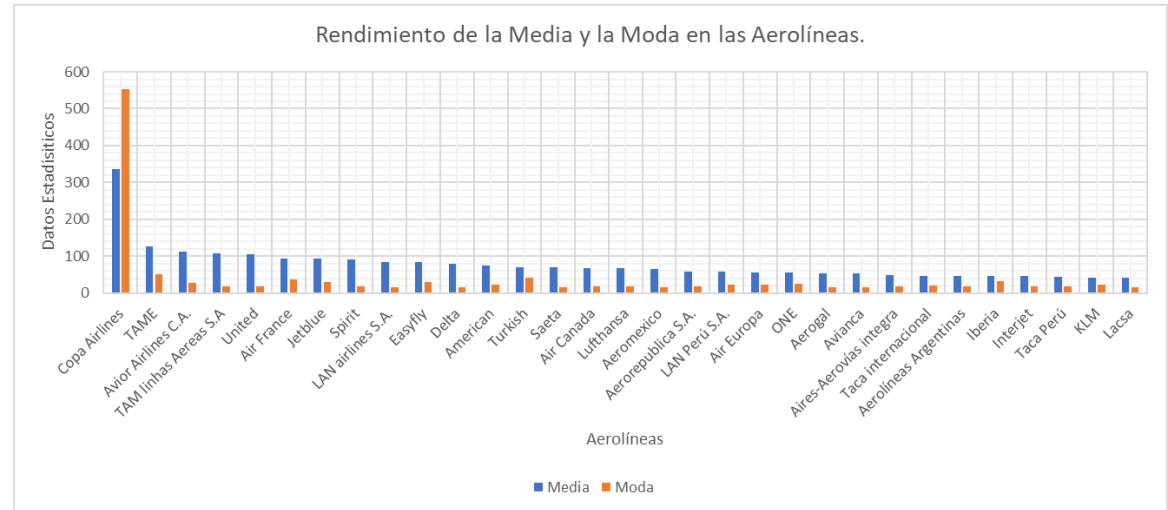
Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

En la suma total de los tiempos de demoras de las aerolíneas se tomó como base la depuración de cada empresa y a partir de ahí, se determinó la cantidad de minutos de retrasos. En el primer lugar, encontramos a **Avianca** con un tiempo de retraso acumulado de 1'381.196 minutos, en segundo lugar bien alejado, pero dato no menos importante esta **Saeta** con un total de 202.954 minutos de retraso, en tercer lugar se encuentra **EasyFly** esta aerolínea cuenta con un tiempo de 154.919 minutos, en la cuarta posición encontramos a **aires-aerovías integración** y en un top 5 de las aerolíneas con peor desempeño la que se encuentra en el quinto lugar es **Aerogal** con una sumatoria de minutos de retados de 72.701.

6.2.3 RENDIMIENTO DE LA MEDIA Y LA MODA.

Para las 31 aerolíneas se realizó un gráfico comparativo donde se comparó la media y la moda que son medidas de tendencia central, para determinar estos valores se tomó el promedio total de retardos y el valor que más se repite en cada una de las compañías aéreas. Se miden estas variables en minutos El resultado fue el siguiente.

Figura 11. Rendimiento de la media y la moda de las aerolíneas.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

En este cuadro comparativo se evidencia que la empresa **Copa Airlines** supera por lejos a las demoras de las otras empresas en cuanto a la media y a la moda, seguida por **TAME** y por **Avior Airlines C.A.**

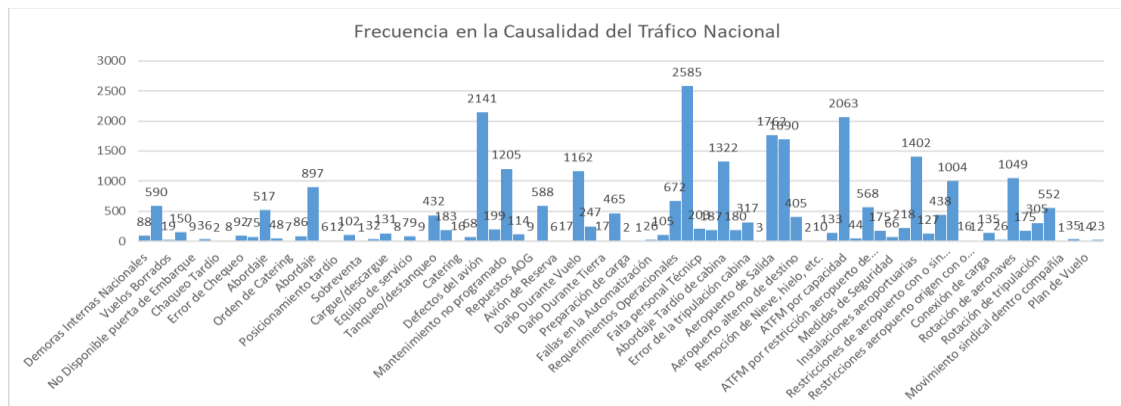
6.3 CAUSAS DE RETARDOS EN EL AEROPUERTO EL DORADO.

Antes de comenzar con el análisis de las causas de demoras, se realizó una estratificación en las variables para determinar de una mejor manera como se comportaron los atrasos dentro del año 2.018, además de conocer la causa raíz de todos los retrasos que se encuentran en la matriz de *Vuelos demorados de despegues en Bogotá*. De la cual se encontró lo siguiente.

6.3.1 FRECUENCIA DE DEMORAS EN EL TRÁFICO

- Nacional:

Figura 12. Frecuencia en el número de retardos según el tráfico nacional.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Según la gráfica hay 3 códigos IATA que superan los 2.000 datos los cuales son, el 63 [Abordaje tardío de la tripulación técnica o procedimientos de salidas demoradas], 41 [Defectos del avión] y el 81[ATFM (Air Traffic Flow Management) debido a limitación de capacidad del sistema de ATC en ruta o alta demanda]. En un primer vistazo se puede encontrar que la mayor cantidad de causa se concentran en motivos técnicos y operacionales en el tráfico Nacional.

Figura 13. Tabla Pareto el tráfico Nacional.

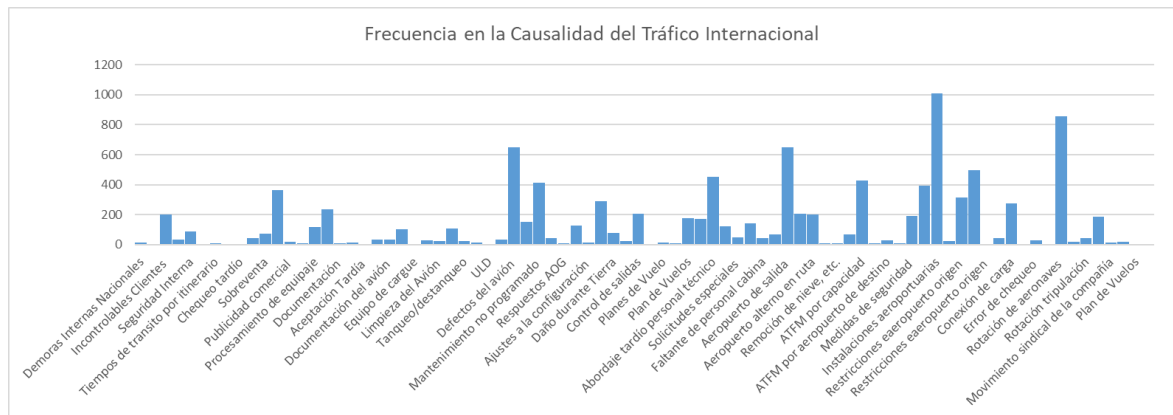
CAUSALIDAD VUELOS NACIONALES				
Código	Evento	Frecuencia	Porcentaje	Suma
63	Abordaje Tardío personal técnico	2585	9,26%	9,26%
41	Defectos del avión	2141	7,67%	16,92%
81	ATFM por capacidad	2063	7,39%	24,31%
71	Aeropuerto de Salida	1762	6,31%	30,62%
72	Aeropuerto de destino	1690	6,05%	36,67%
87	Instalaciones aeroportuarias	1402	5,02%	41,69%
66	Abordaje Tardío de cabina	1322	4,73%	46,43%
43	Mantenimiento no programado	1205	4,31%	50,74%
51	Daño Durante Vuelo	1162	4,16%	54,90%
93	Rotación de aeronaves	1049	3,76%	58,66%
89,1	Restricciones aeropuerto origen con o sin ATFM	1004	3,60%	62,25%
19	Abordaje	897	3,21%	65,47%
62	Requerimientos Operacionales	672	2,41%	67,87%
3	Incontrolables	590	2,11%	69,98%
46	Cambio de Avión	588	2,11%	72,09%
83	ATFM por restricción aeropuerto	568	2,03%	74,12%

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Se encontró que, 16 eventos causan el 75% de los retrasos dentro del tráfico Nacional, es decir el 20% de los eventos son las causas donde se concentran las demoras de los vuelos Nacional en el año 2.018. De los 16 eventos solo 3 son causadas por factores climáticos, 71 [Aeropuerto de Salida], 72[Aeropuerto de Destino] y 51[Daño durante operaciones de vuelo] sin ser exactamente motivo climático, ya que en las observaciones del documento IATA, indica daños sufridos por el avión en su operación por impacto de aves, rayos, granizo, cuerpos extraños como piedras, granizo hielo etc., turbulencia de vuelo, aterrizaje fuerte o violento y sobrepeso.

- Internacional:

Figura 14. Frecuencia en el número de retardos tráfico Internacional.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Según la gráfica solo hay 1 códigos IATA que superan los 1.000 datos el cual es el 87 [Instalaciones Aeroportuarias]. En un primer vistazo se puede encontrar que la mayor cantidad de causa se concentran en motivos técnicas, operacionales y climatológicos en el tráfico Internacional.

Figura 15. Tabla Pareto tráfico Internacional.

CAUSALIDAD DE VUELOS INTERNACIONALES				
Código	Evento	Frecuencia	Porcentaje	Suma
87	Instalaciones aeroportuarias	1010	9,71%	9,71%
93	Rotación de aeronaves	858	8,25%	17,96%
41	Defectos del avión	651	6,26%	24,21%
71	Aeropuerto de salida	649	6,24%	30,45%
89,1	Restricciones aeropuerto origen	498	4,79%	35,24%
63	Abordaje tardío personal técnico	454	4,36%	39,60%
81	ATFM por capacidad	430	4,13%	43,74%
43	Mantenimiento no programado	415	3,99%	47,73%
86	Inmigración aduanas, sanidad	394	3,79%	51,51%
15	Abordaje	361	3,47%	54,98%
89	Restricciones aeropuerto origen	314	3,02%	58,00%
51	Daño durante Vuelos	289	2,78%	60,78%
91	Conexión de carga	274	2,63%	63,41%
19	Abordaje	237	2,28%	65,69%
72	Aeropuerto de destino	207	1,99%	67,68%
55	Control de salidas	206	1,98%	69,66%
3	Incontrolables Clientes	202	1,94%	71,60%
73	Aeropuerto alterno en ruta	200	1,92%	73,53%
85	Medidas de seguridad	189	1,82%	75,34%

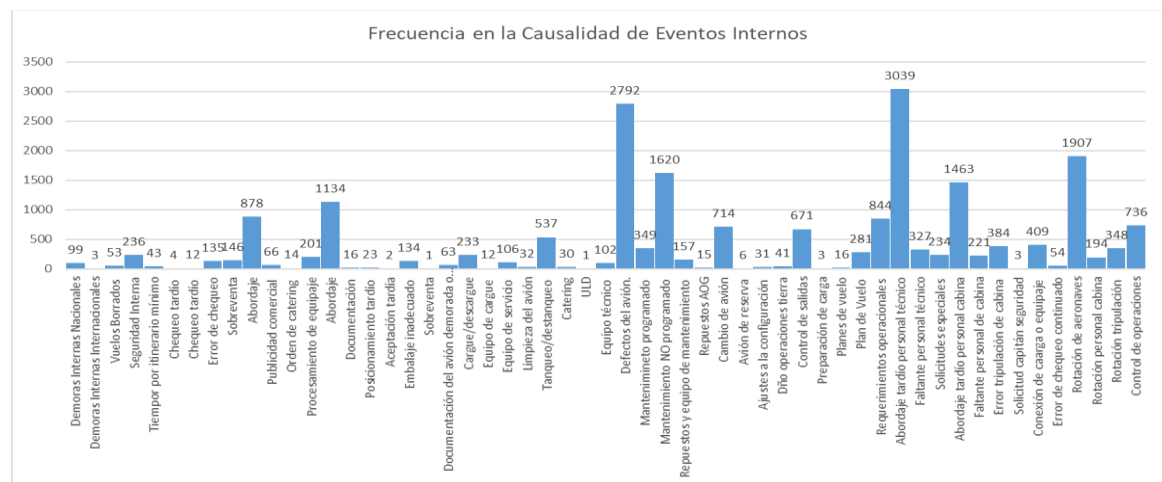
Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Se puede evidenciar que, 19 eventos causan el 75% de los retrasos durante el tráfico Internacional, es decir el 23% de los eventos son las causas donde se concentran las demoras de los vuelos Internacional en el año 2.018. Los factores climáticos vuelven a relucir en igual cantidad de causas como lo son en los códigos 71[Aeropuerto de Salida], 51 [Daño Durante operaciones de Vuelo] y 72[Aeropuerto de Destino].

6.3.2 FRECUENCIA DE DEMORAS EN LAS CAUSAS

- Internas:

Figura 16. Frecuencia en el número de retardos por causas internas.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Según la gráfica de frecuencias por causas internas podemos observar que hay 2 causas de demoras que resaltan por encima de las otras, las cuales son la 63 [Abordaje tardío] con 3.039 número de repeticiones y el código 41 [Defectos del avión] con 2.792 datos, superando ampliamente la barrera de los 2.000 datos. Se puede observar que las principales causas de retardo son problemas técnicos y operacionales.

Figura 17. Tabla Pareto según causas Internas.

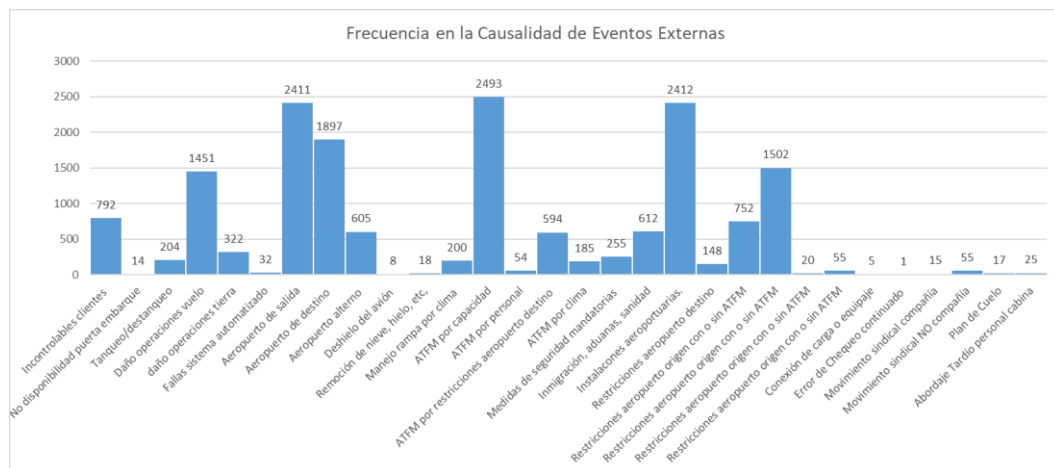
CAUSALIDAD CON FALLAS INTERNAS				
Código	Evento	Frecuencia	Porcentaje	Suma
63	Abordaje tardío personal técnico	3039	14,35%	14,35%
41	Defectos del avión.	2792	13,19%	27,54%
93	Rotación de aeronaves	1907	9,01%	36,54%
43	Mantenimiento NO programado	1620	7,65%	44,19%
66	Abordaje tardío personal cabina	1463	6,91%	51,10%
19	Abordaje	1134	5,36%	56,46%
15	Abordaje	878	4,15%	60,60%
62	Requerimientos operacionales	844	3,99%	64,59%
96	Control de operaciones	736	3,48%	68,07%
46	Cambio de avión	714	3,37%	71,44%
55	Control de salidas	671	3,17%	74,61%
36	Tanqueo/destanqueo	537	2,54%	77,14%
91	Conexión de carga o equipaje	409	1,93%	79,07%
68	Error tripulación de cabina	384	1,81%	80,89%

Fuente: Creación Propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

De la imagen anterior se puede concluir que, 14 eventos son las causas el 81% de los retrasos, es decir que el 25% de los eventos son el motivo donde se concentran las demoras de las fallas internas en el año 2.018. Se evidencia que son solo fallas en procesos técnicos y operacionales.

- Externas:

Figura 18. Frecuencia en el número de retardos según causas Externas.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Según la gráfica de frecuencias por causas Externas podemos observar que hay 3 causas de demoras que resaltan por encima de las otras, las cuales son la 81 [ATFM (Air Traffic Flow Management) debido a limitaciones de capacidad del sistema de ATC en la ruta o alta demanda] con 2.493 número de repeticiones, el código 87 [Instalaciones aeroportuarias] con 2.412 datos y el código 71 Aeropuerto salida, superando ampliamente la barrera de los 2.000 datos. Se puede observar que las principales causas de retardo son problemas técnicos y climatológicos.

Figura 19. Tabla Pareto según causas Externas.

CAUSALIDAD FALLAS EXTERNAS				
Código	Evento	Frecuencia	Porcentaje	Suma
81	ATFM por capacidad	2493	14,53%	14,53%
87	Instalaciones aeroportuarias.	2412	14,06%	28,59%
71	Aeropuerto de salida	2411	14,06%	42,65%
72	Aeropuerto de destino	1897	11,06%	53,71%
89,1	Restricciones aeropuerto origen con o sin ATFM	1502	8,76%	62,46%
51	Daño operaciones vuelo	1451	8,46%	70,92%
3	Incontrolables clientes	792	4,62%	75,54%
89	Restricciones aeropuerto origen con o sin ATFM	752	4,38%	79,92%

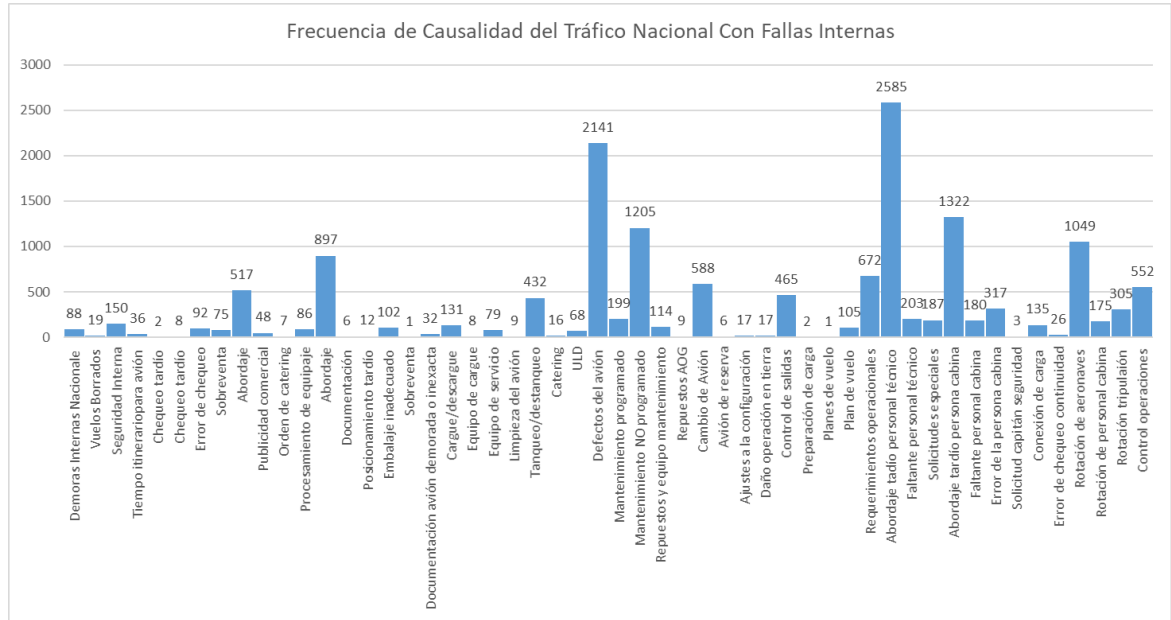
Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

De la imagen anterior se puede concluir que, 8 eventos son las causas el 80% de los retrasos, es decir que el 27% de los eventos son el motivo donde se concentran las demoras de las fallas Externas en el año 2.018. Se evidencia que son solo fallas en procesos técnicos y climatológicos.

6.3.3 FRECUENCIA DE DEMORAS EN EL TRÁFICO CON SUS CAUSAS

- Nacional-Internas:

Figura 20. Frecuencia en el número de retardos Nacional-Internas.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

En la gráfica del tráfico Nacional con fallas internas, se logra evidenciar la estratificación de 2 variables dentro de la matriz las cuales son de tráfico y de causa. Donde se puede observar que la mayor cantidad de demoras en el año fueron causadas por el código 63 [Abordaje Tardío de la Tripulación Técnica o Procedimientos de Salidas de Demoras] con 2585 números de repeticiones, seguido por el código 41 [Defectos del Avión] con 2.141 datos reportados.

Figura 21. Tabla Pareto según el Nacional-Internas.

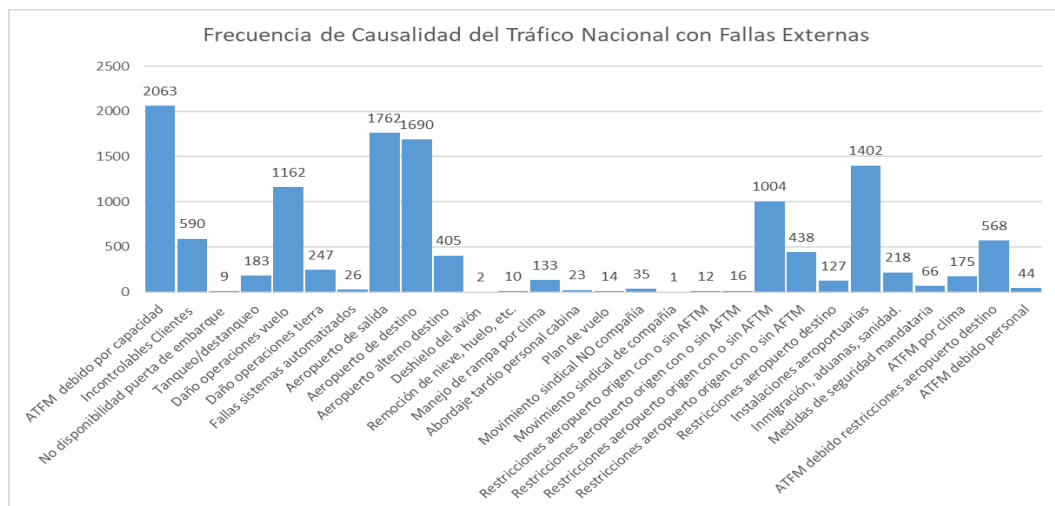
CAUSALIDAD DEMORAS NACIONALES CON FALLAS INTERNAS				
Código	Evento	Frecuencia	Porcentaje	Suma
63	Abordaje tardío personal técnico	2585	16,68%	16,68%
41	Defectos del avión	2141	13,81%	30,49%
66	Abordaje tardío persona cabina	1322	8,53%	39,02%
43	Mantenimiento NO programado	1205	7,77%	46,79%
93	Rotación de aeronaves	1049	6,77%	53,56%
19	Abordaje	897	5,79%	59,34%
62	Requerimientos operacionales	672	4,34%	63,68%
46	Cambio de Avión	588	3,79%	67,47%
96	Control operaciones	552	3,56%	71,03%
15	Abordaje	517	3,34%	74,37%
55	Control de salidas	465	3,00%	77,37%
36	Tanqueo/destanqueo	432	2,79%	80,16%

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Se evidencia según en la tabla que, 12 eventos son las causas el 80% de los retrasos, es decir que el 23% de los eventos son el motivo real de las demoras en la estratificación de los vuelos Nacionales con Fallas Internas durante el año 2.018. Además, se puede analizar que solo 5 eventos superan las 1.000 repeticiones.

- Nacional-Externas:

Figura 22. Frecuencia en el número de retardos Nacional-Externas.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

En la gráfica del tráfico Nacional con fallas externas, se logra evidenciar la estratificación de 2 variables dentro de la matriz las cuales son de tráfico y de causa. Donde se puede observar que la mayor cantidad de demoras en el año fueron causadas por el código 81 [ATFM (Air Traffic Flow Management) Debido a Limitaciones de Capacidad del Sistema de ATC en Ruta o Alta Demanda] con 2.063 números de repeticiones, seguido por el código 71 [Aeropuerto de Salida] con 1.762 datos reportados.

Figura 23. Tabla Pareto Nacional-Externas.

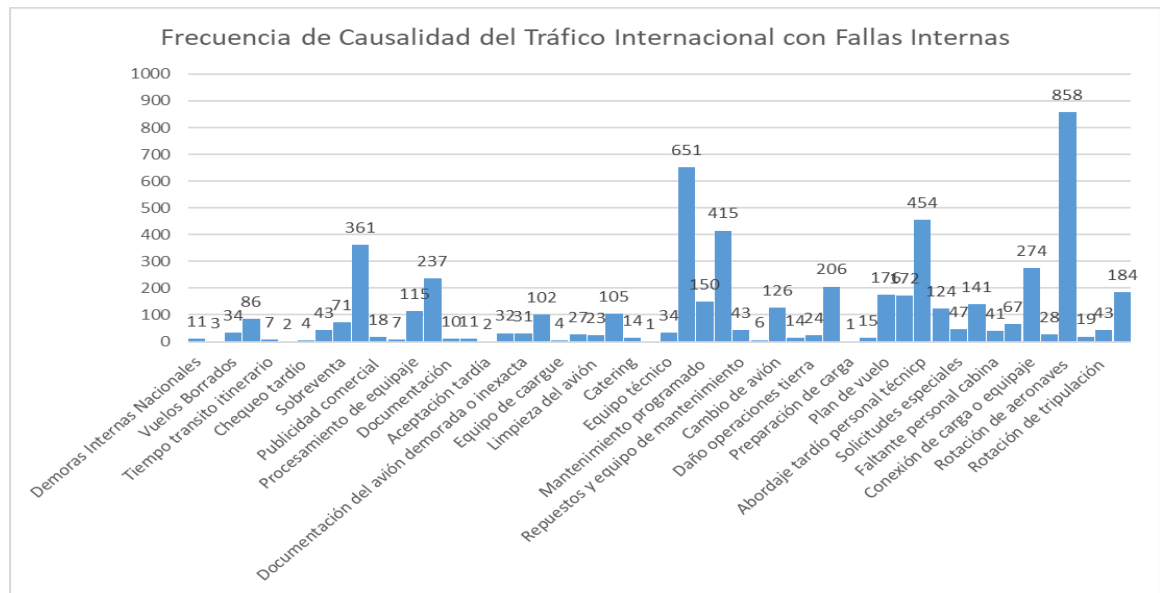
CAUSALIDAD DEMORAS NACIONALES CON FALLAS EXTERNAS				
Código	Evento	Frecuencia	Porcentaje	Suma
81	ATFM debido por capacidad	2063	16,60%	16,60%
71	Aeropuerto de salida	1762	14,18%	30,78%
72	Aeropuerto de destino	1690	13,60%	44,39%
87	Instalaciones aeroportuarias	1402	11,28%	55,67%
51	Daño operaciones vuelo	1162	9,35%	65,02%
89,1	Restricciones aeropuerto origen con o sin AFTM	1004	8,08%	73,10%
3	Incontrolables Clientes	590	4,75%	77,85%
83	ATFM debido restricciones aeropuerto destino	568	4,57%	82,42%

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Se evidencia según en la tabla que, 8 eventos son las causas el 82% de los retrasos, es decir que el 29% de los eventos son el motivo real de las demoras en la estratificación de los vuelos Nacionales con Fallas Externas durante el año 2.018. Además, se puede analizar que solo 6 eventos superan las 1.000 repeticiones.

- Internacional-Internas:

Figura 24. Frecuencia en el número retardos Internacional-Internas.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

En la gráfica del tráfico Internacional con fallas Internas, se logra evidenciar la estratificación de 2 variables dentro de la matriz las cuales son de tráfico y de causa. Donde se puede observar que la mayor cantidad de demoras en el año fueron causadas por el código 93 [Rotación de Naves] con 858 casos de repeticiones, seguido por el código 41 [Defectos del Avión] con 651 datos reportados.

Figura 25. Tabla Pareto Internacional-Internas.

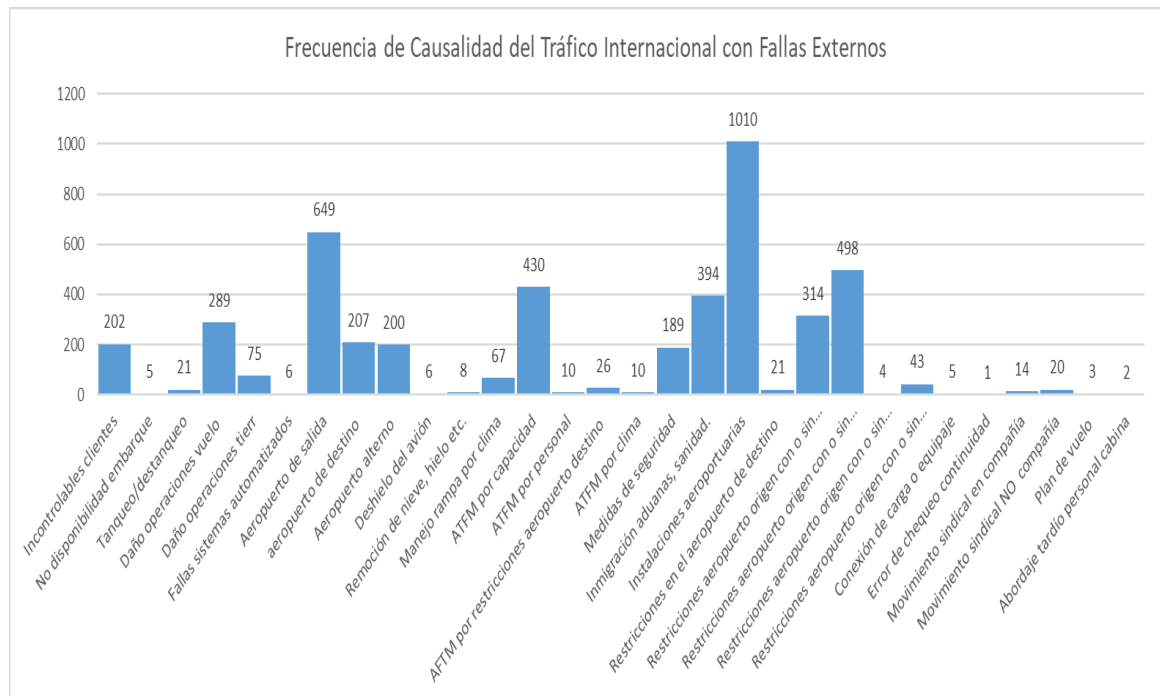
CAUSALIDAD DEMORAS INTERNACIONALES CON FALLAS INTERNAS				
Código	Evento	Frecuencia	Porcentaje	Suma
93	Rotación de aeronaves	858	15,12%	15,12%
41	Defectos del avión	651	11,47%	26,59%
63	Abordaje tardío personal técnico	454	8,00%	34,60%
43	Mantenimiento NO programado	415	7,31%	41,91%
15	Abordaje	361	6,36%	48,27%
91	Conexión de carga o equipaje	274	4,83%	53,10%
19	Abordaje	237	4,18%	57,28%
55	Control de salidas	206	3,63%	60,91%
96	Control de operaciones	184	3,24%	64,15%
61	Plan de vuelo	176	3,10%	67,25%
62	Requerimientos operacionales	172	3,03%	70,29%
42	Mantenimiento programado	150	2,64%	72,93%
66	Abordaje tardío personal cabina	141	2,49%	75,41%
46	Cambio de avión	126	2,22%	77,63%
64	Faltante personal técnico	124	2,19%	79,82%
18	Procesamiento de equipaje	115	2,03%	81,85%

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Se evidencia según en la tabla que, 16 eventos son las causas el 82% de los retrasos, es decir que el 31% de los eventos son el motivo real de las demoras en la estratificación de los vuelos Internacionales con Fallas Internas durante el año 2.018. Además, se puede analizar que ninguno de los eventos de retrasos supera los 1.000 datos en la frecuencia.

- Internacional-Externas:

Figura 26. Frecuencia en el número de retardos Internacional-Externas.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

En la gráfica del tráfico Internacional con fallas Externas, se logra evidenciar la estratificación de 2 variables dentro de la matriz las cuales son de tráfico y de causa. Donde se puede observar que la mayor cantidad de demoras en el año fueron causadas por el código 87 [Instalaciones Aeroportuarias] con 1.010 casos de repeticiones, seguido por el código 71 [Aeropuerto de Salida] con 689 datos reportados.

Figura 27. Tabla Pareto Internacional-Externas.

CAUSALIDAD DEMORAS INTERNACIONALES CON FALLAS EXTERNAS				
Código	Evento	Frecuencia	Porcentaje	Suma
87	Instalaciones aeroportuarias	1010	21,36%	21,36%
71	Aeropuerto de salida	649	13,72%	35,08%
89,1	Restricciones aeropuerto origen co	498	10,53%	45,61%
81	ATFM por capacidad	430	9,09%	54,71%
86	Inmigración aduanas, sanidad.	394	8,33%	63,04%
89	Restricciones aeropuerto origen co	314	6,64%	69,68%
51	Daño operaciones vuelo	289	6,11%	75,79%
72	aeropuerto de destino	207	4,38%	80,16%

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Se evidencia según en la tabla que, 8 eventos son las causas el 80% de los retrasos, es decir que el 27% de los eventos son el motivo real de las demoras en la estratificación de los vuelos Internacionales con Fallas Externas durante el año 2.018. Además, se puede se puede analizar que solo 1 evento logra superar la barrera de los 1.000 datos.

Como se comportan según el motivo de acuerdo con la clasificación del código IATA.

Figura 28. Motivos del tráfico

Nacionales					Internacionales				
Motivo	Cantida	Porcentaje	Frecuencia	porcentaje	Motivo	Cantidad	porcentaje	Frecuencia	porcentaje
Operacionales	51	63,75%	13890	49,74%	Operacionales	54	65,85%	5814	55,89%
Clima/incotrolables	9	11,25%	4872	17,45%	Clima/incotrolables	7	8,54%	1147	11,03%
Comunicación	2	2,50%	60	0,21%	Comunicación	2	2,44%	14	0,13%
Incontrolables	5	6,25%	332	1,19%	Incontrolables	7	8,54%	707	6,80%
RAC	2	2,50%	3067	10,98%	RAC	2	2,44%	928	8,92%
Técnicos	11	13,75%	5705	20,43%	Técnicos	10	12,20%	1793	17,24%
Datos total	80	1	27926	100,00%	Datos total	82	100,00%	10403	100,00%

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Se puede observar que los principales eventos de demoras están relacionados con **Motivos operacionales** generando casi más de la mitad de los retrasos durante el año 2.018, seguido por los **Motivos técnicos**. En realidad, estos motivos son las causas principales de las demoras en el sistema de Aerocivil del Dorado.

Figura 29. Motivos de causas.

Internas					Externas				
Motivo	Cantidad	Porcentaje	Frecuencia	porcentaje	Motivo	Cantidad	Porcentaje	Frecuencia	porcentaje
Operacionales	46	83,64%	15450	72,96%	Operacionales	12	40,00%	4417	25,75%
Técnicos	9	16,36%	5725	27,04%	Clima/incotrolables	6	20,00%	5139	29,96%
Datos total	55	100,00%	21175	100,00%	Comunicación	2	6,67%	74	0,43%
					Incontrolables	7	23,33%	3258	18,99%
					RAC	1	3,33%	2493	14,53%
					Técnicos	2	6,67%	1773	10,34%
					Datos total	30	100,00%	17154	100,00%

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Se puede observar que los principales eventos de demoras están relacionados con **Motivos operacionales** generando casi más de la mitad de los retrasos durante el año 2.018, seguido por los **Motivos técnicos** o por el **clima**. En realidad, estos motivos son las causas principales de las demoras en el sistema de Aerocivil del Dorado.

Figura 30. Motivos del tráfico- causas.

Vuelos Nacionales con Fallas Externas					Vuelos Nacionales Fallas Internas				
Motivo	Cantidad	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Motivo	Cantidad	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Operacionales	8	28,57%	2685	21,61%	Operacionales	44	84,62%	11205	72,29%
Clima/incontrolables	6	21,43%	4002	32,21%	Técnicos	9	17,31%	4296	27,71%
Comunicaciones	2	7,14%	60	0,48%	Datos total	53	101,92%	15501	100,00%
Incontrolables	8	28,57%	1202	9,67%					
RAC	2	7,14%	3067	24,68%					
Técnicos	2	7,14%	1409	11,34%					
Datos total	28	100,00%	12425	100,00%					

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Se puede observar que los principales eventos de demoras están relacionados con **Motivos operacionales** generando casi más de la mitad de los retrasos durante el

año 2.018, seguido por los **Motivos técnicos** o por el **clima**. En realidad, estos motivos son las causas principales de las demoras en el sistema de Aerocivil del Dorado.

Figura 31. Motivos del tráfico con causas.

Vuelos Internacionales Fallas Internas					Vuelos Internacionales Fallas Externas				
Motivo	Cantidad	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Motivo	Cantidad	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Operacionales	44	84,62%	4245	74,81%	Operacionales	10	33,33%	1569	33,18%
Técnicos	8	15,38%	1429	25,19%	Clima/incontrolables	6	20,00%	1137	24,04%
Datos total	52	100,00%	5674	100,00%	Comunicaciones	2	6,67%	14	0,30%
					Incontrolables	8	26,67%	717	15,16%
					RAC	2	6,67%	928	19,62%
					Técnicos	2	6,67%	364	7,70%
					Datos total	30	100,00%	4729	100,00%

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Estos son los 10 principales eventos de demoras según la clasificación de las variables.

Figura 32. Eventos y motivos principales del tráfico.

Según su Tráfico				
N°	V. Nacionales/ Código	Motivo	V. Internacionales/ Código	Motivo
1	Abordaje Tardío personal técnico 63	Operacionales	Instalaciones aeroportuarias 87	Operacionales
2	Defectos del avión 41	Técnicos	Rotación de aeronaves 93	Operacionales
3	ATFM por capacidad 81	RAC	Defectos del avión 41	Técnicos
4	Aeropuerto de Salida 71	Clima/Incontrolables	Aeropuerto de salida 71	Clima/incontrolables
5	Aeropuerto de destino 72	Clima/Incontrolables	Restricciones eaeropuerto origen 89,1	RAC
6	Instalaciones aeroportuarias 87	Operacionales	Abordaje tardío personal técnico 63	Operacionales
7	Abordaje Tardío de cabina 66	Operacionales	ATFM por capacidad 81	RAC
8	Mantenimiento no programado 43	Técnicos	Mantenimiento no programado 43	Técnicos
9	Daño Durante Vuelo 51	Técnicos	Inmigración aduanas, sanidad 86	Incontrolables
10	Rotación de aeronaves 93	Operacionales	Abordaje 15	Operacionales

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

7 eventos se repiten entre las principales causas de demoras en el tiempo de tráfico nacional como internacional los cuales son el código 63, 41, 81, 71, 87, 43 y 93.

Figura 33. Motivos y eventos principales de las causas

N°	Según las Causas			
	F. Externas/ Código	Motivo	F. Internas/ Código	Motivo
1	ATFM por capacidad 81	RAC	Abordaje tardío personal técnico 63	Operacionales
2	Instalaciones aeroportuarias. 87	Operacionales	Defectos del avión. 41	Técnicas
3	Aeropuerto de salida 71	Clima/incontrolables	Rotación de aeronaves 93	Operacionales
4	Aeropuerto de destino 72	Clima/incontrolables	Mantenimiento NO programado 43	Técnicas
5	Restricciones aeropuerto origen con o sin ATFM 89,1	Incontrolables	Abordaje tardío personal cabina 66	Operacionales
6	Daño operaciones vuelo 51	Técnicos	Abordaje 19	Operacionales
7	Incontrolables clientes 3	Operacionales	Abordaje 15	Operacionales
8	Restricciones aeropuerto origen con o sin ATFM 89	Operacionales	Requerimientos operacionales 62	Operacionales
9	Inmigración, aduanas, sanidad 86	Incontrolables	Control de operaciones 96	Operacionales
10	Aeropuerto alternativo 73	Clima/incontrolables	Cambio de avión 46	Técnicas

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

0 eventos se repiten entre las principales causas de demoras en el tiempo de las fallas internas como externas.

Figura 34. Motivos y causas principales de tráfico-causas.

Según su Tráfico-Causas				
n°	Nac-Ext / Código	Motivo	Nac-Int / Código	Motivo
1	ATFM debido por capacidad 81	RAC	Abordaje tardío personal técnico 63	Operaciones
2	Aeropuerto de salida 71	Clima/incontrolables	Defectos del avión 41	Técnicas
3	Aeropuerto de destino 72	Clima/incontrolables	Abordaje tardío persona cabina 66	Operaciones
4	Instalaciones aeroportuarias 87	Operacionales	Mantenimiento NO programado 43	Técnicas
5	Daño operaciones vuelo 51	Técnicos	Rotación de aeronaves 93	Operaciones
6	Restricciones aeropuerto origen con o sin ATFM 89,1	RAC	Abordaje 19	Operaciones
7	Incontrolables Clientes 3	Operacionales	Requerimientos operacionales 62	Operaciones
8	ATFM debido restricciones aeropuerto destino 83	Incontrolables	Cambio de Avión 46	Técnicas
9	Restricciones aeropuerto origen con o sin ATFM 89	Operacionales	Control operaciones 96	Operaciones
10	Aeropuerto alternativo destino 73	Clima/incontrolables	Abordaje 15	Operaciones

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Figura 35. Motivos y causas principales de tráfico-causas.

Según su Tráfico-Causas			
Int-Ext / Código	Motivo	Int-Int / Código	Motivo
Instalaciones aeroportuarias 87	Operacionales	Rotación de aeronaves 93	Operacionales
Aeropuerto de salida 71	Clima/incontrolables	Demoras internas internacionales 2	Operacionales
Restricciones aeropuerto origen con o sin ATFM 89,1	RAC	Vuelos Borrados 4	Operacionales
ATFM por capacidad 81	RAC	Seguridad interna 5	Operacionales
Inmigración aduanas, sanidad. 86	Incontrolables	Tiempo tránsito itinerario 9	Operacionales
Restricciones aeropuerto origen con o sin ATFM 89	Operacionales	Defectos del avión 41	Técnicos
Daño operaciones vuelo 51	Técnicos	Abordaje tardío personal técnico 63	Operacionales
aeropuerto de destino 72	Clima/incontrolables	Mantenimiento NO programado 43	Técnicos
Incontrolables clientes 3	Operacionales	Abordaje 15	Operacionales
Aeropuerto alternativo 73	Clima/incontrolables	Conexión de carga o equipaje 91	Operacionales

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

9 eventos se repiten entre las principales causas de demoras en el tiempo de tráfico nacional con fallas externas y el tráfico internacional con fallas externas las cuales son el código 81, 71, 72, 87, 51, 89.1, 3, 89 y 73. Mientras que 5 eventos se repiten entre las principales causas de demoras en el tiempo de tráfico nacional con fallas internas y el tráfico internacional con fallas internas las cuales son el código 93, 41, 63, 43, y 15.

6.4 COMPORTAMIENTO DE LOS TIEMPOS.

6.4.1 COMPORTAMIENTOS DE LOS TIEMPOS EN LOS VUELOS NACIONALES.

Figura 36. Análisis de tiempos Vuelos Nacionales.

ANÁLISIS VUELOS NACIONALES						
Tendencia Central	Media	39	Minutos			
	Mediana	32	Minutos			
	Moda	16	Minutos			
Dispersión	Mínimo	16	Minutos			
	Máximo	94	Minutos			
	Varianza	394,72	Minutos			
	Desviación estándar	19,87	Minutos			
	Nivel de confianza	95%	0,198901757	Limite Inferior	38,801	Minutos
				Limite Superior	39,199	Minutos
Forma	Asimetría	0,972	Nombre			
	Curtosis	0,010	Nombre			

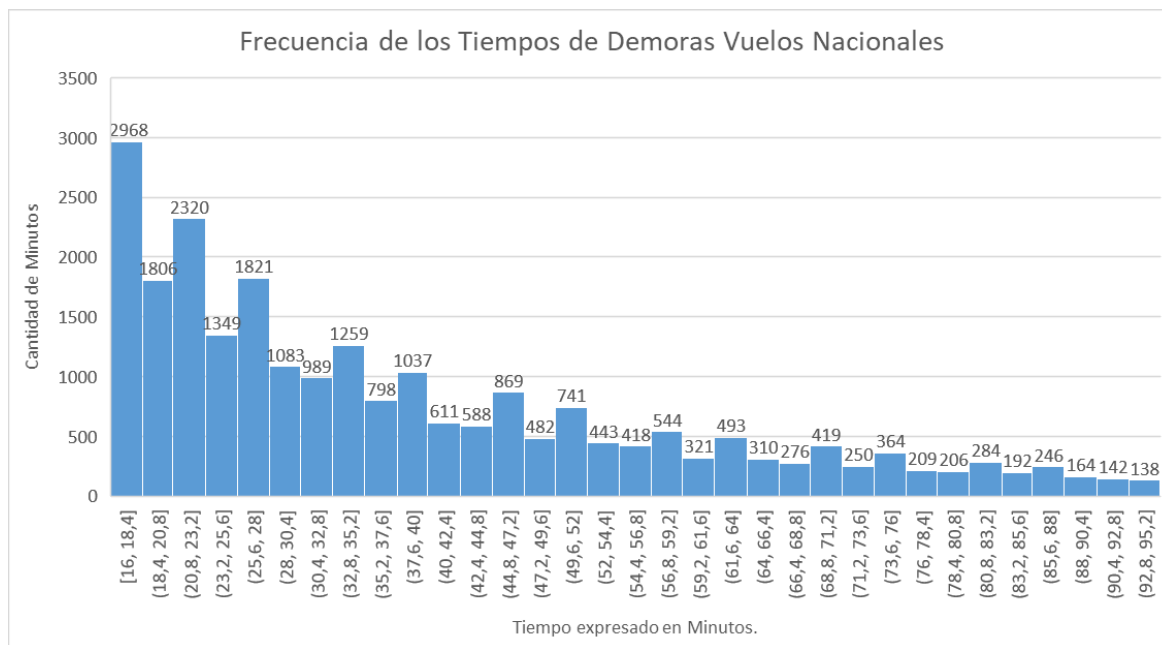
Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Observando la tabla del análisis de los tiempos de retardos en los vuelos nacionales y cómo se comportan los datos compilados durante el año 2.018, podemos determinar el comportamiento por medio de las medidas de **Tendencia central**, **Dispersión** y **Forma**.

- **Medidas de Tendencia Central**, “son medidas estadísticas que pretenden resumir en un solo valor a un conjunto de valores” (Ricardi, 2011). **La media**, o el promedio de minutos de retardos en los vuelos nacionales es de 39 minutos, mientras que la **mediana** o posición central de la data se encuentra a 32 minutos y por último la **moda**, el cual es el valor que más se repite con más frecuencia dentro de la base de datos es 16 minutos.
- **Medidas de Dispersión**, “Pretenden resumir en un solo valor la dispersión que tiene un conjunto de datos” (Ricardi, 2011). **Desviación estándar**, “indica qué tan dispersos están los datos con respecto a la media” (Minitab18, 2019) por lo cual es de 19 min.
- **Medidas de Forma**, “nos permiten identificar la forma en que se separan o aglomeran los valores de acuerdo con su representación gráfica” (SPSS ,

2017). **La Asimetría** de los vuelos nacionales es de 0,97 es decir, que la concentración de los datos se aglomera a la izquierda o, dicho de otra manera, la mayoría de los datos son inferiores a la media. **La curtosis** es de 0,01 es decir que, tiende a ser una distribución mesocúrtica ya que entra en el rango de $Cu = \pm 0,5$ aprox. por lo que se acepta como una normal.

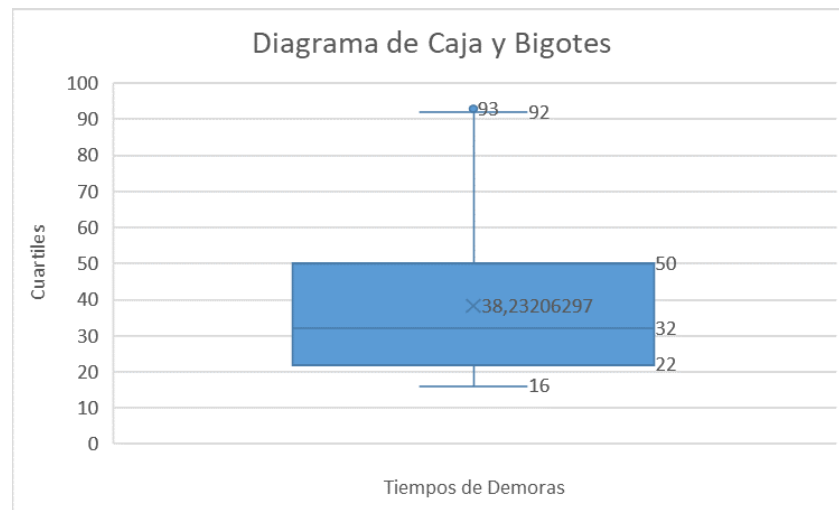
Figura 37. Frecuencia de retardos Vuelos Nacionales.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

La grafica nos demuestra de una mejor manera la información del análisis anterior, además nos muestra en que minutos se concentran las demoras durante el año 2.018 en los vuelos nacionales. Conjuntamente, se concluye que la frecuencia de datos tiende a disminuir a medida que crece el tiempo del retardo, siendo el de mayor frecuencia el rango de 16-18 min y el de menor el rango de 92-68 min.

Figura 38. Diagrama de Caja Y Bigotes.

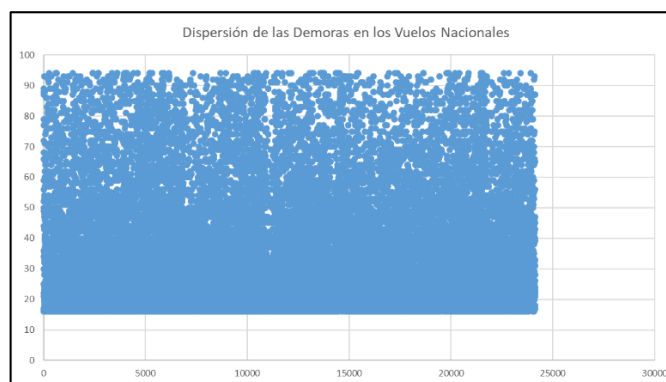


Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

I

En el diagrama de cajas y bigotes nos muestran el porcentaje de concentración de los datos dentro de la data y en donde se encuentran. Se puede observar lo siguiente, el 25% de los datos se localiza entre [16 a 22] min y esta cantidad formarían el primer cuartil. El segundo cuartil lo conforman los minutos comprendidos entre los [22 a 32] min y hasta el momento formarían sumado al primer cuartil la mitad de todos los datos que conforman la matriz de los vuelos nacionales. Se observa que la **media** se encuentra desplazado al tercer cuartil lo que indica que el promedio es alterado por valores muy grandes dentro de la data localizándose por encima de la mitad de la información.

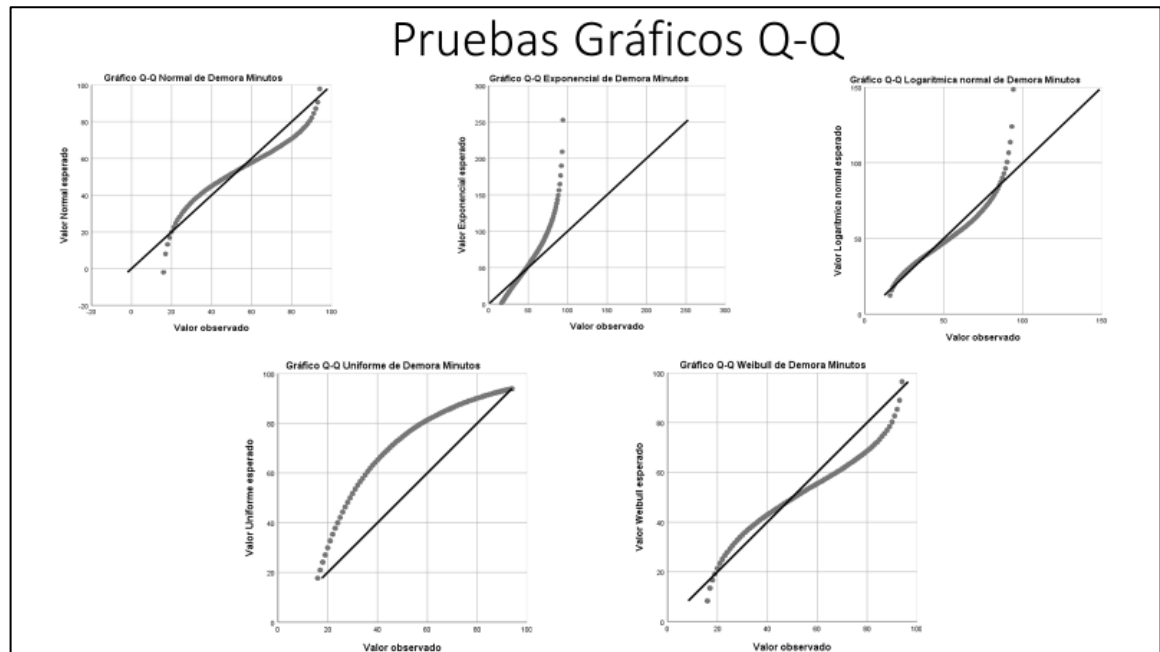
Figura 39. Dispersión de Vuelos Nacionales.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

El grafico de dispersión nos indica que en la matriz de los vuelos nacionales no se encuentra ninguna relación entre los tiempos de demora registrados por la Aerocivil con la cantidad consolidada.

Figura 40. Pruebas gráficas Q-Q para vuelos Nacionales.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

El grafico de Q-Q plot o Grafico de Cuartil-Cuartil, es usado para estudiar la hipótesis nula, de que la muestra proviene de una población con una posible distribución, y para no rechazar la hipótesis los puntos tienen que estar alineados con la línea referencia sino es así se rechaza esta teoría. La distribución que más se acerca a la descripción anterior es la distribución logarítmica ya que los puntos tienen a estar más cerca de la línea de referencia, al igual se realizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar si efectivamente hace parte de una distribución o tiene datos aleatorios.

Figura 41. Pruebas K-S sobre demoras en Vuelos Nacionales.

Pruebas de Kolmogorov - Smirnov							
Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 2		Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 3		Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 4	
Demora Minutos		Demora Minutos		Demora Minutos		Demora Minutos	
N	5976	N	5976	N	5976	N	5976
Parámetros normales ^{a,b}	Media	Parámetros uniformes ^{a,b}	Mínimo	Parámetro de Poisson ^{a,b}	Media	Parámetro exponencial ^{a,b}	Media
	Desv. Desviación		Máximo		38,49		38,49
Máximas diferencias extremas	Absoluto	Máximas diferencias extremas	Absoluto	Máximas diferencias extremas	Absoluto	Máximas diferencias extremas	Absoluto
	Positivo		Positivo		Positivo		Positivo
	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo
Estadístico de prueba	,132	Z de Kolmogorov-Smirnov	,25,548	Z de Kolmogorov-Smirnov	,28,949	Z de Kolmogorov-Smirnov	,26,293
Sig. asintótica(bilateral)	,000 ^c	Sig. asintótica(bilateral)	,000	Sig. asintótica(bilateral)	,000	Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. La distribución de prueba es normal.		a. La distribución de prueba es uniforme.		a. La distribución de prueba es Poisson.		a. La distribución de prueba es exponencial.	
b. Se calcula a partir de datos.		b. Se calcula a partir de datos.		b. Se calcula a partir de datos.		b. Se calcula a partir de datos.	
c. Corrección de significación de Lilliefors.							

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Con la herramienta SPSS se llevó a el procedimiento de bondad de ajuste que permite medir el grado de concordancia existente entre la distribución de un conjunto de datos y una distribución teórica específica. Su objetivo es señalar si los datos provienen de una población que tiene la distribución teórica especificada, es decir, contrasta si las observaciones podrían razonablemente proceder de la distribución especificada (Tutorial SPSS 15, 2010). Con lo cual se demostró por parte de las 4 muestras que ninguna sigue una distribución teórica, como se indica en la última celda en la parte inferior de la tabla **Sig. Asintótica (bilateral)** la cual es de 0,000 y lo que indica es que si es menor que 0.05 la distribución no es aceptada, si es mayor que 0.05 la distribución es aprobada (Tutorial SPSS 15, 2010).

Figura 42. Pruebas de Rachas sobre demoras vuelos Nacionales.

Prueba de Rachas		
Prueba de rachas		Prueba de rachas 2
	Demora Minutos	Demora Minutos
Valor de prueba ^a	32	38,49
Casos < Valor de prueba	2902	3628
Casos >= Valor de prueba	3074	2348
Casos totales	5976	5976
Número de rachas	2840	2720
Z	-3,794	-3,577
Sig. asintótica(bilateral)	,000	,000
a. Mediana		a. Media
Prueba de rachas 3		
	Demora Minutos	
Valor de prueba ^a	16 ^b	
Casos < Valor de prueba	0	
Casos >= Valor de prueba	5976	
Casos totales	5976	
Número de rachas	1 ^c	
a. Moda		
b. Todos los valores son mayores o menores que el corte. No se puede realizar la prueba de rachas.		
c. Sólo se produce una racha. No se puede realizar la prueba de rachas.		

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Se realiza 3 pruebas de rachas para “determinar si una muestra de observaciones es o no aleatoria, es decir, si las observaciones de una determinada secuencia son independientes entre sí, en una serie temporal.” (Marín, 2017) Se realizó las pruebas de rachas por medio de la aplicación de SPSS la cual se llevó a cabo por medio de tres pruebas las cuales son la mediana, la media y la moda. En la mediana hay un total 2.840 rachas, en la media hay un total 2.720 y para la moda no tiene rachas ya que todos los valores son mayores que el corte. Puesto que el nivel crítico en las 2 pruebas (mediana y media) es muy pequeño (menor que 0,05), se puede rechazar la hipótesis de independencia y se concluye que la secuencia de observada de la data no es aleatoria.

6.4.2 COMPORTAMIENTOS DE LOS TIEMPOS EN LOS VUELOS INTERNACIONALES.

Figura 43. Análisis de tiempos de vuelos Internacionales.

ANÁLISIS DE LOS DEMORAS INTERNACIONAL						
Tendencia Central	Media	33	Minutos			
	Mediana	28	Minutos			
	Moda	16	Minutos			
Dispersión	Mínimo	11	Minutos			
	Máximo	73	Minutos			
	Varianza	207,32	Minutos			
	Desviación estándar	14,40	Minutos			
	Nivel de confianza	95%	0,144155781	Limite Inferior	32,856	Minutos
				Limite Superior	33,144	Minutos
Forma	Asimetría	0,979	Nombre			
	Curtosis	0,078	Nombre			

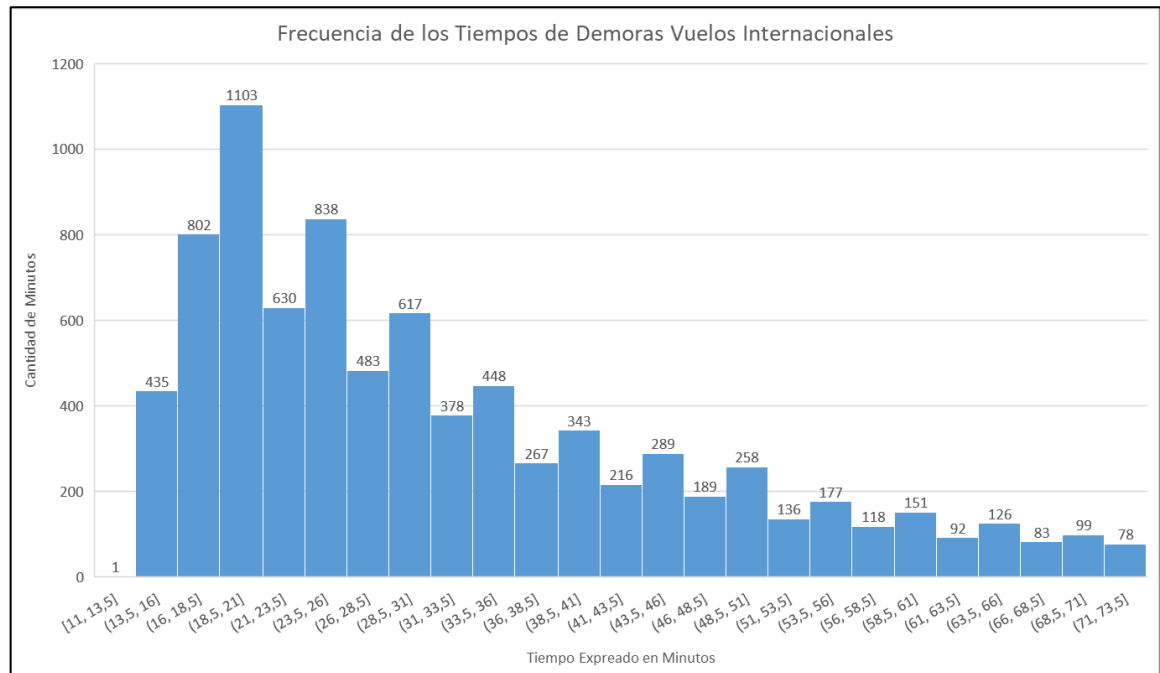
Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Observando la tabla del análisis de los tiempos de retardos en los vuelos internacionales y cómo se comportan los datos compilados durante el año 2.018, podemos determinar el comportamiento por medio de las medidas de **Tendencia central, Dispersión y Forma**.

- **Medidas de Tendencia Central**, “son medidas estadísticas que pretenden resumir en un solo valor a un conjunto de valores” (Ricardi, 2011). **La media**, o el promedio de minutos de retardos en los vuelos nacionales es de 33 minutos, mientras que la **mediana** o posición central de la data se encuentra a 28 minutos y por último la **moda**, el cual es el valor que más se repite con más frecuencia dentro de la base de datos es 16 minutos.
- **Medidas de Dispersión**, “Pretenden resumir en un solo valor la dispersión que tiene un conjunto de datos” (Ricardi, 2011). **Desviación estándar**, “indica qué tan dispersos están los datos con respecto a la media” (Minitab18, 2019) por lo cual es de 14 min.
- **Medidas de Forma**, “nos permiten identificar la forma en que se separan o aglomeran los valores de acuerdo con su representación gráfica” (SPSS , 2017). **La Asimetría** de los vuelos nacionales es de 0,97 es decir, que la concentración de los datos se aglomera a la izquierda o, dicho de otra

manera, la mayoría de los datos son inferiores a la media. **La curtosis** es de 0,07 es decir que, tiende a ser una distribución leptocúrtica ya que está por encima del rango de $Cu = \pm 0,5$ aprox.

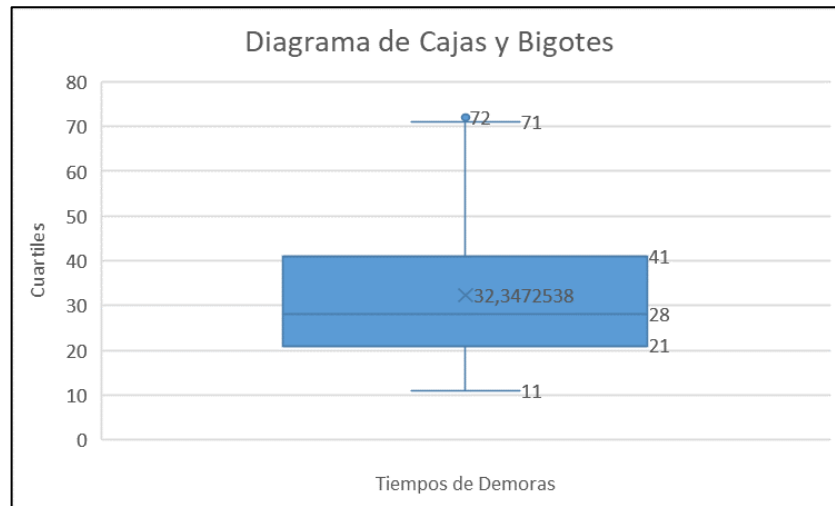
Figura 44.Frecuecia en números de retardos Internacionales.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

La grafica nos demuestra de una mejor manera la información del análisis anterior, además nos muestra en que minutos se concentran las demoras durante el año 2.018 en los vuelos internacionales. Conjuntamente, se concluye que la frecuencia de datos tiende a disminuir a medida que crece el tiempo del retardo, siendo parecida a una distribución de poisson parecida a la apariencia de una de ellas.

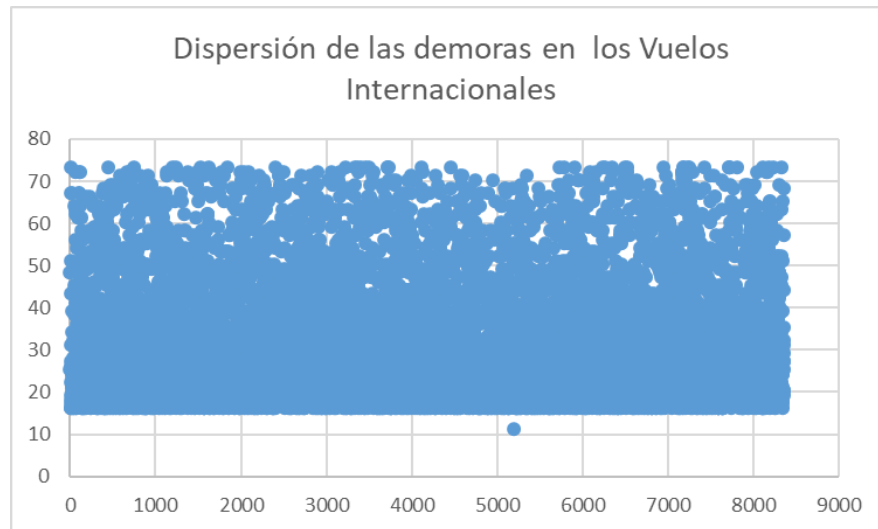
Figura 45. Diagrama de Caja y Bigotes.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

En el diagrama de cajas y bigotes nos muestran el porcentaje de concentración de los datos dentro de la data y en donde se encuentran. Se puede observar lo siguiente, el 25% de los datos se localiza entre [11 a 21] min y esta cantidad formarían el primer cuartil. El segundo cuartil lo conforman los minutos comprendidos entre los [21 a 28] min y hasta el momento formarían sumado al primer cuartil la mitad de todos datos que conforman la matriz de los vuelos internacionales. Se observa que la **media** se encuentra desplazado al tercer cuartil lo que indica que el promedio es alterado por valores muy grandes dentro de la data localizándose por encima de la mitad de la información.

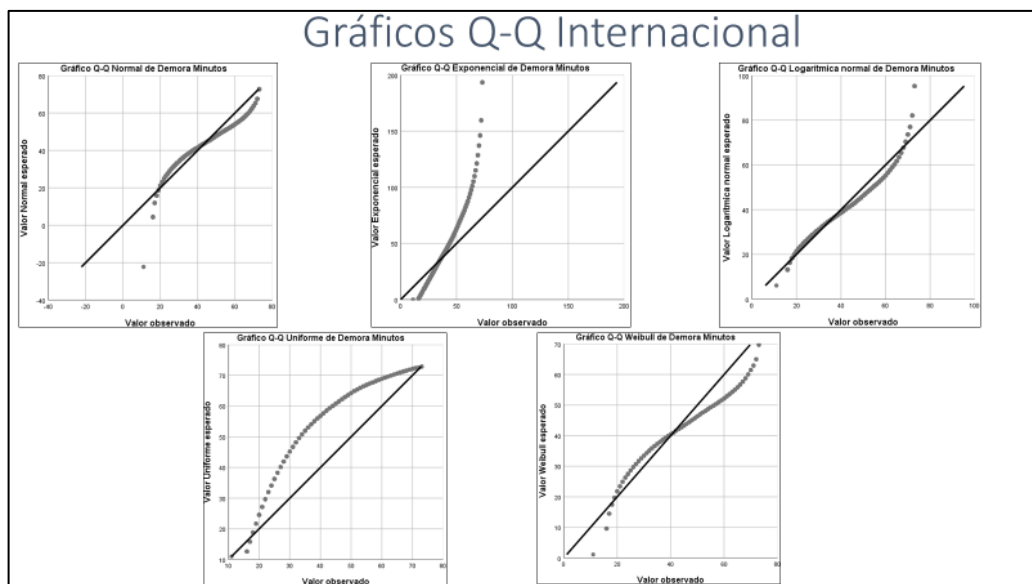
Figura 46. Dispersión de Vuelos Internacionales.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

El grafico de dispersión nos indica que en la matriz de los vuelos internacionales no se encuentra ninguna relación entre los tiempos de demora registrados por la Aerocivil con la cantidad consolidada.

Figura 47. Pruebas gráficas Q-Q Vuelos Internacionales.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

El gráfico de Q-Q plot o Gráfico de Cuartil-Cuartil, es usado para estudiar la hipótesis nula, de que la muestra proviene de una población con una posible distribución, y para no rechazar la hipótesis los puntos tienen que estar alineados con la línea de referencia sino es así se rechaza esta teoría. La distribución que más se acerca a la descripción anterior es la distribución logarítmica ya que los puntos tienen a estar más cerca de la línea de referencia, al igual se realiza la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar si efectivamente hace parte de una distribución o tiene datos aleatorios.

Figura 48. Pruebas K-S sobre demoras Vuelos Internacionales.

Pruebas de Kolmogorov - Smirnov			
Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 2	
	Demora Minutos		Demora Minutos
N	2022	N	2022
Parámetros normales ^{a,b}		Parámetros uniformes ^{a,b}	
Media	32,76	Mínimo	11
Desv. Desviación	14,936	Máximo	73
Máximas diferencias extremas		Máximas diferencias extremas	
Absoluto	,135	Absoluto	,276
Positivo	,135	Positivo	,276
Negativo	-,130	Negativo	-,080
Estadístico de prueba	,135	Z de Kolmogorov-Smirnov	12,416
Sig. asintótica(bilateral)	,000 ^c	Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. La distribución de prueba es normal.		a. La distribución de prueba es uniforme.	
b. Se calcula a partir de datos.		b. Se calcula a partir de datos.	
c. Corrección de significación de Lilliefors.			
Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 3		Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 4	
	Demora Minutos		Demora Minutos
N	2022	N	2022
Parámetro de Poisson ^{a,b}		Parámetro exponencial ^a	
Media	32,76	Media	32,76
Máximas diferencias extremas		Máximas diferencias extremas	
Absoluto	,319	Absoluto	,386
Positivo	,319	Positivo	,108
Negativo	-,182	Negativo	-,386
Z de Kolmogorov-Smirnov	14,356	Z de Kolmogorov-Smirnov	17,355
Sig. asintótica(bilateral)	,000	Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. La distribución de prueba es Poisson.		a. La distribución de prueba es exponencial.	
b. Se calcula a partir de datos.		b. Se calcula a partir de datos.	

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Con la herramienta SPSS se llevó a el procedimiento de bondad de ajuste que permite medir el grado de concordancia existente entre la distribución de un conjunto de datos y una distribución teórica específica. Su objetivo es señalar si los datos provienen de una población que tiene la distribución teórica especificada, es decir, contrasta si las observaciones podrían razonablemente proceder de la distribución especificada (Tutorial SPSS 15, 2010). Con lo cual se demostró por parte de las 4 muestras que ninguna sigue una distribución teórica, como se indica en la última celda en la parte inferior de la tabla **Sig. Asintótica (bilateral)** la cual es de 0,000 y lo que indica es que si es menor que 0.05 la distribución no es aceptada, si es mayor que 0.05 la distribución es aprobada (Tutorial SPSS 15, 2010).

Figura 49. Pruebas Rachas sobre Demoras Internacionales.

Prueba de Rachas		
Prueba de rachas		
	Demora Minutos	
Valor de prueba ^a	28	
Casos < Valor de prueba	961	
Casos >= Valor de prueba	1061	
Casos totales	2022	
Número de rachas	965	
Z	-1,986	
Sig. asintótica(bilateral)	,047	
a. Mediana		
Prueba de rachas 2		
	Demora Minutos	
Valor de prueba ^a	32,76	
Casos < Valor de prueba	1225	
Casos >= Valor de prueba	797	
Casos totales	2022	
Número de rachas	905	
Z	-2,874	
Sig. asintótica(bilateral)	,004	
a. Media		
Prueba de rachas 3		
	Demora Minutos	
Valor de prueba ^a	16	
Casos < Valor de prueba	1	
Casos >= Valor de prueba	2021	
Casos totales	2022	
Número de rachas	3	
Z	,031	
Sig. asintótica(bilateral)	,975	
a. Moda		

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Se realiza 3 pruebas de rachas para “determinar si una muestra de observaciones es o no aleatoria, es decir, si las observaciones de una determinada secuencia son independientes entre sí, en una serie temporal.” (Marín, 2017) Se realizó las pruebas de rachas por medio de la aplicación de SPSS la cual se llevó a cabo por medio de tres pruebas las cuales son la mediana, la media y la moda. En la mediana hay un total 965 rachas, en la media hay un total 905 y para la moda 3 rachas. Puesto que el nivel crítico en la prueba de la media y la mediana es inferior o menor que 0,05, se podría rechazar la hipótesis de independencia y se concluye que la secuencia de observada de la data no es aleatoria, pero como las pruebas de la moda son mayores a 0,05 la hipótesis se acepta.

6.4.3 COMPORTAMIENTOS DE LOS TIEMPOS EN LAS FALLAS INTERNAS.

Figura 50. Análisis de Tiempos en Fallas Internas.

ANÁLISIS VUELOS INTERNAS						
Tendencia Central	Media	37	Minutos			
	Mediana	31	Minutos			
	Moda	16	Minutos			
Dispersión	Mínimo	16	Minutos			
	Máximo	84	Minutos			
	Varianza	310,39	Minutos			
	Desviación estándar	17,62	Minutos			
	Nivel de confianza	95%	0,17638166	Limite Inferior	36,824	Minutos
				Limite Superior	37,176	Minutos
Forma	Asimetría	0,942	Nombre			
	Curtosis	-0,070	Nombre			

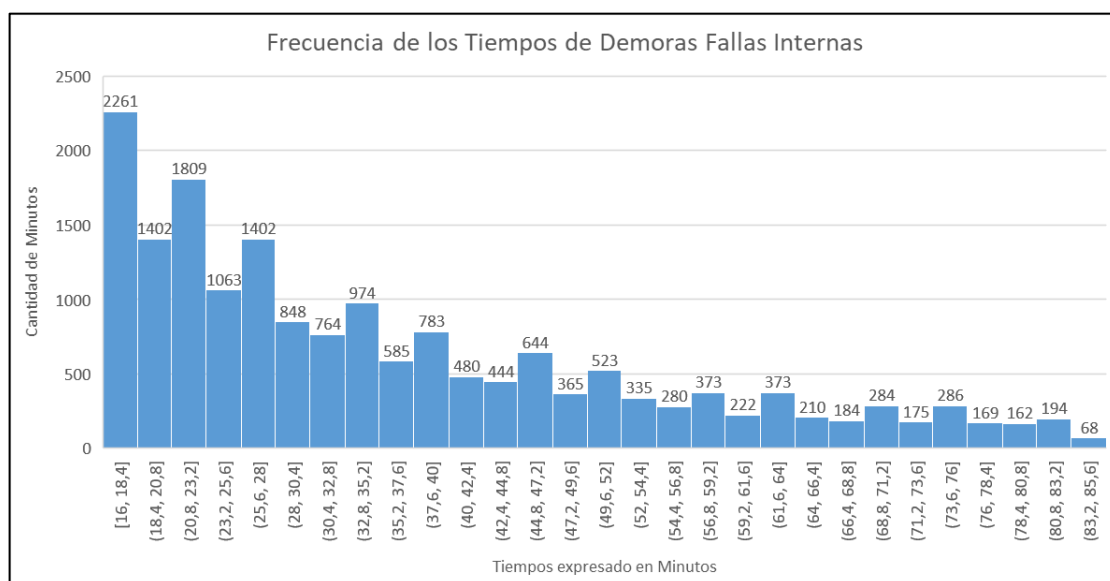
Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

En esta tabla de análisis cambia la variable de causalidad de las demoras producidas en el aeropuerto de Bogotá, el cambio es de la variable de tráfico por la variable de causas. En este estudio, se realiza el mismo desglose de los 3 tipos de medias de la información en su distribución, las cuales nos dan como referencia una idea de cómo se conforma o como está distribuidos los datos dentro de la data.

- **Medidas de Tendencia Central**, “son medidas estadísticas que pretenden resumir en un solo valor a un conjunto de valores” (Ricardi, 2011). **La media**, o el promedio de minutos de retardos en las fallas internas es de 37 minutos, mientras que la **mediana** o posición central de la data se encuentra a 31 minutos y por último la **moda**, el cual es el valor que más se repite con más frecuencia dentro de la base de datos es 16 minutos.
- **Medidas de Dispersión**, “Pretenden resumir en un solo valor la dispersión que tiene un conjunto de datos” (Ricardi, 2011). **Desviación estándar**, “indica qué tan dispersos están los datos con respecto a la media” (Minitab18, 2019) por lo cual es de 18 min.
- **Medidas de Forma**, “nos permiten identificar la forma en que se separan o aglomeran los valores de acuerdo con su representación gráfica” (SPSS ,

2017). **La Asimetría** de las fallas internas es de 0,94 es decir, que la concentración de los datos se aglomera a la izquierda o, dicho de otra manera, la mayoría de los datos son inferiores a la media. **La curtosis** es de -0,07 es decir que, tiende a ser una distribución platicúrtica esto quiere decir que existe una menor concentración de datos respecto a su media por lo cual se tiene a dispersar en su distribución.

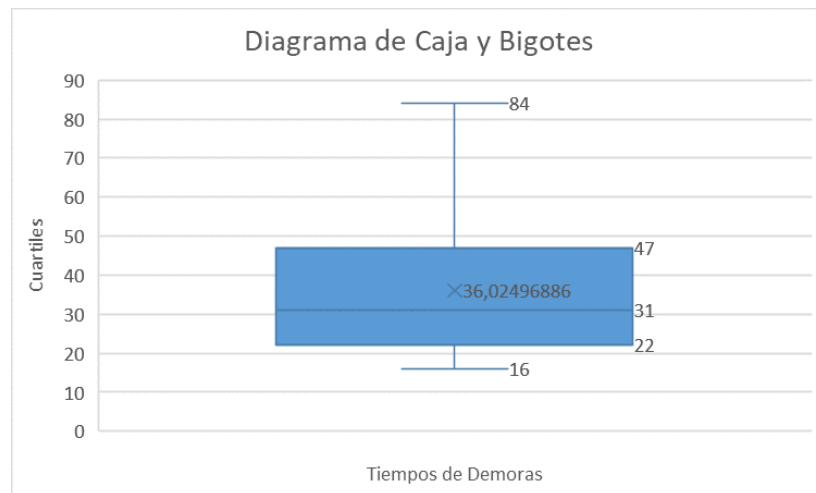
Figura 51. Frecuencia en números de retardos fallas Internas.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

De la gráfica se puede concluir que la aglomeración de datos se encuentra en la parte izquierda de la ilustración, es decir que la mayor cantidad de retrasos se encuentran principalmente en los tiempos relativamente cortos de demoras en el aeropuerto durante el 2.018, por lo cual tiende a disminuir la frecuencia de retardos a medida que el tiempo de demora aumenta. En las fallas internas la mayor cantidad de datos se concentran en el rango de 16 a 18 minutos mientras que, la menor aglomeración esta entre 82 a 85 minutos con un total de 2.261 y 68 respectivamente.

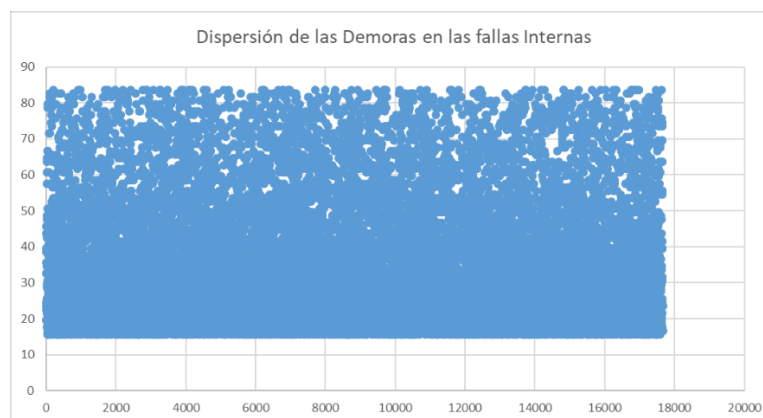
Figura 52. Diagrama de Caja y Bigotes.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

En el diagrama de caja y bigotes el primer cuartil se encuentra entre los datos de [16 a 22] minutos, el segundo entre [22 a 31] minutos, el tercer cuartil entre [31 a 47] minutos y el ultimo cuartil esta entre [47 a 84]. La media se encuentra en el tercer cuartil, es decir, hay valores grandes que alteran el resultado del promedio y es por eso la media tiende a afectarse o correrse hacia arriba. Se puede concluir que, la mayor densidad de datos se encuentra en el primer cuartil donde aglomera menos variedad de información que en los otros cuartiles y es uno de los más pequeños en el rango y para el cuarto cuartil siendo uno de los cuartiles donde menor densidad de información hay, pero es los rangos más grandes entre los cuartiles.

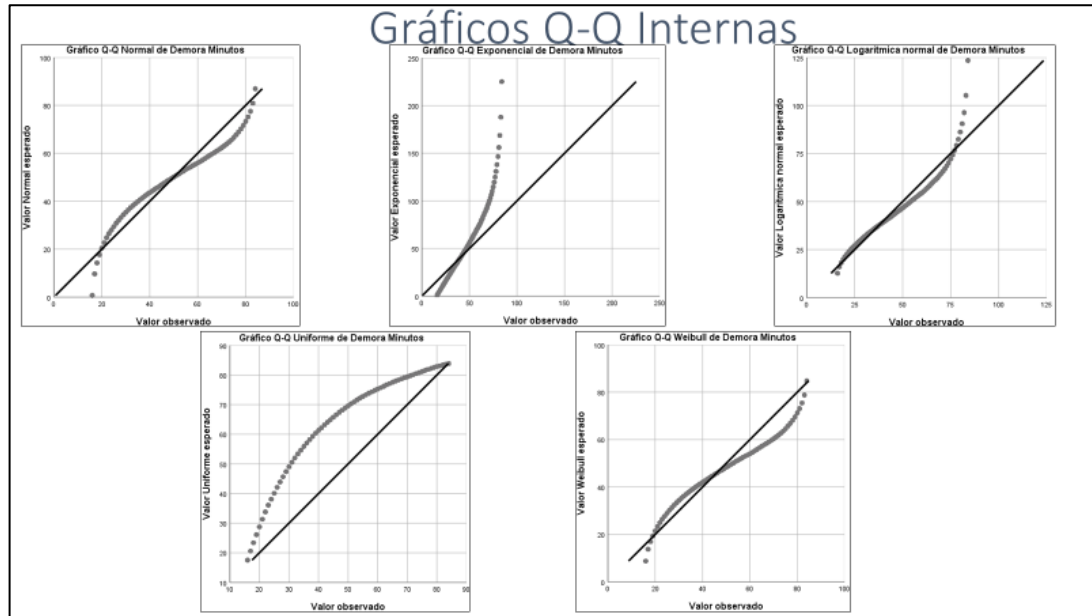
Figura 53. Dispersión demoras Fallas Internas.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

El grafico de dispersión nos indica que en la matriz de los vuelos internacionales no se encuentra ninguna relación entre los tiempos de demora registrados por la Aerocivil con la cantidad consolidada.

Figura 54. Pruebas gráficos Q-Q Fallas Internas.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

El grafico de Q-Q plot o Grafico de Cuartil-Cuartil, es usado para estudiar la hipótesis nula, de que la muestra proviene de una población con una posible distribución, y para no rechazar la hipótesis los puntos tienen que estar alineados con la línea referencia sino es así se rechaza esta teoría. La distribución que más se acerca a la descripción anterior es la distribución logarítmica ya que los puntos tienen a estar más cerca de la línea de referencia, al igual se realizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar si efectivamente hace parte de una distribución o tiene datos aleatorios.

Figura 55. Pruebas K-S demoras Fallas Internas.

Pruebas de Kolmogorov - Smirnov			
Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 2	
	Demora Minutos		Demora Minutos
N	4398	N	4398
Parámetros normales ^{a,b}		Parámetros uniformes ^{a,b}	
Media	36,12	Mínimo	16
Desv. Desviación	17,620	Máximo	84
Máximas diferencias extremas		Máximas diferencias extremas	
Absoluto	,136	Absoluto	,321
Positivo	,136	Positivo	,321
Negativo	-,129	Negativo	-,004
Estadístico de prueba	,136	Z de Kolmogorov-Smirnov	21,263
Sig. asintótica(bilateral)	,000 ^c	Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. La distribución de prueba es normal.		a. La distribución de prueba es uniforme.	
b. Se calcula a partir de datos.		b. Se calcula a partir de datos.	
c. Corrección de significación de Lilliefors.			
Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 3		Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 4	
	Demora Minutos		Demora Minutos
N	4398	N	4398
Parámetro de Poisson ^{a,b}		Parámetro exponencial ^{a,b}	
Media	36,12	Media	36,12
Máximas diferencias extremas		Máximas diferencias extremas	
Absoluto	,352	Absoluto	,358
Positivo	,352	Positivo	,098
Negativo	-,213	Negativo	-,358
Z de Kolmogorov-Smirnov	23,368	Z de Kolmogorov-Smirnov	23,735
Sig. asintótica(bilateral)	,000	Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. La distribución de prueba es Poisson.		a. La distribución de prueba es exponencial.	
b. Se calcula a partir de datos.		b. Se calcula a partir de datos.	

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Con la herramienta SPSS se llevó a el procedimiento de bondad de ajuste que permite medir el grado de concordancia existente entre la distribución de un conjunto de datos y una distribución teórica específica. Su objetivo es señalar si los datos provienen de una población que tiene la distribución teórica especificada, es decir, contrasta si las observaciones podrían razonablemente proceder de la distribución especificada (Tutorial SPSS 15, 2010). Con lo cual se demostró por parte de las 4 muestras que ninguna sigue una distribución teórica, como se indica en la última celda en la parte inferior de la tabla **Sig. Asintótica (bilateral)** la cual es de 0,000 y lo que indica es que si es menor que 0.05 la distribución no es aceptada, si es mayor que 0.05 la distribución es aprobada (Tutorial SPSS 15, 2010).

Figura 56. Pruebas de Rachas sobre demoras Fallas Internas.

Prueba de Rachas		
Prueba de rachas		
	Demora Minutos	
Valor de prueba ^a	30	
Casos < Valor de prueba	2103	
Casos >= Valor de prueba	2295	
Casos totales	4398	
Número de rachas	2144	
Z	-1,566	
Sig. asintótica(bilateral)	,117	
a. Mediana		
Prueba de rachas 2		
	Demora Minutos	
Valor de prueba ^a	36,12	
Casos < Valor de prueba	2697	
Casos >= Valor de prueba	1701	
Casos totales	4398	
Número de rachas	1986	
Z	-3,218	
Sig. asintótica(bilateral)	,001	
a. Media		
Prueba de rachas 3		
	Demora Minutos	
Valor de prueba ^a	16 ^b	
Casos < Valor de prueba	0	
Casos >= Valor de prueba	4398	
Casos totales	4398	
Número de rachas	1 ^c	
a. Moda		
b. Todos los valores son mayores o menores que el corte. No se puede realizar la prueba de rachas.		
c. Sólo se produce una racha. No se puede realizar la prueba de rachas.		

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Se realiza 3 pruebas de rachas para “determinar si una muestra de observaciones es o no aleatoria, es decir, si las observaciones de una determinada secuencia son independientes entre sí, en una serie temporal.” (Marín, 2017) Se realizó las pruebas de rachas por medio de la aplicación de SPSS la cual se llevó a cabo por medio de tres pruebas las cuales son la mediana, la media y la moda. En la mediana hay un total 2.144 rachas, en la media hay un total 1.986 y para la moda no tiene rachas ya que todos los valores son mayores que el punto de corte. Puesto que el nivel crítico en la prueba de la mediana es mayor que 0,05 se acepta la hipótesis nula de que los datos tienen independencia y si es aleatoria.

6.4.4 COMPORTAMIENTOS DE LOS TIEMPOS EN LAS FALLAS EXTERNAS.

Figura 57. Análisis de tiempos Fallas Externas.

ANÁLISIS DEMORAS EXTERNAS						
Tendencia Central	Media	36	Minutos			
	Mediana	30	Minutos			
	Moda	16	Minutos			
Dispersión	Mínimo	11	Minutos			
	Máximo	84	Minutos			
	Varianza	306,90	Minutos			
	Desviación estándar	17,52	Minutos			
	Nivel de confianza	95%	0,175388038	Limite Inferior	35,825	Minutos
				Limite Superior	36,175	Minutos
Forma	Asimetría	0,948	Nombre			
	Curtosis	-0,053	Nombre			

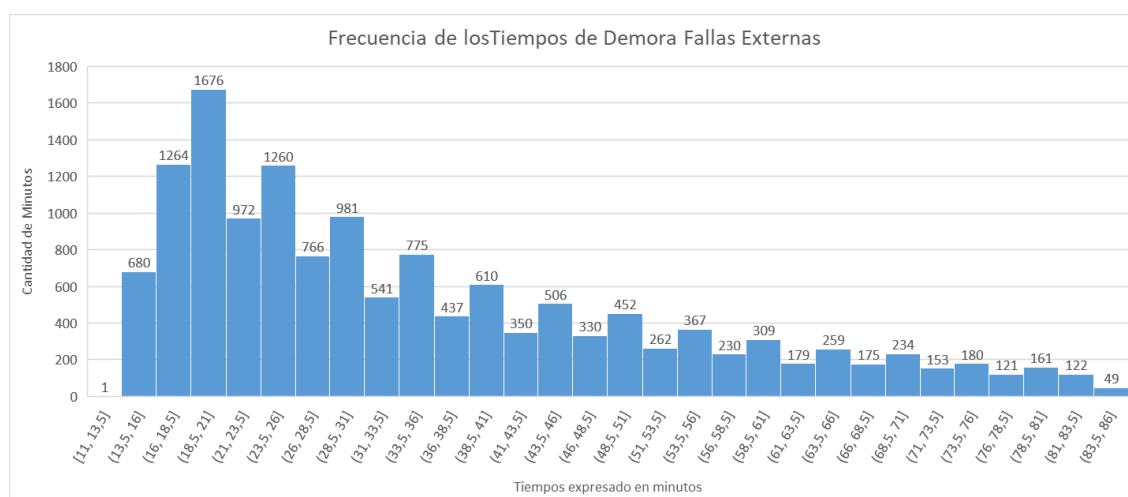
Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

En esta tabla de análisis cambia la variable de causalidad de las demoras producidas en el aeropuerto de Bogotá, el cambio es de la variable de tráfico por la variable de causas. En este estudio, se realiza el mismo desglose de los 3 tipos de medias de la información en su distribución, las cuales nos dan como referencia una idea de cómo se conforma o como está distribuidos los datos dentro de la data.

- **Medidas de Tendencia Central**, “son medidas estadísticas que pretenden resumir en un solo valor a un conjunto de valores” (Ricardi, 2011). **La media**, o el promedio de minutos de retardos en las fallas externas es de 36 minutos, mientras que la **mediana** o posición central de la data se encuentra a 30 minutos y por último la **moda**, el cual es el valor que más se repite con más frecuencia dentro de la base de datos es 16 minutos.
- **Medidas de Dispersión**, “Pretenden resumir en un solo valor la dispersión que tiene un conjunto de datos” (Ricardi, 2011). **Desviación estándar**, “indica qué tan dispersos están los datos con respecto a la media” (Minitab18, 2019) por lo cual es de 18 min.
- **Medidas de Forma**, “nos permiten identificar la forma en que se separan o aglomeran los valores de acuerdo con su representación gráfica” (SPSS ,

2017). **La Asimetría** de los vuelos nacionales es de 0,94 es decir, que la concentración de los datos se aglomera a la izquierda o, dicho de otra manera, la mayoría de los datos son inferiores a la media. **La curtosis** es de -0,05 es decir que, tiende a ser una distribución mesocúrtica esto quiere decir que existe una concentración aceptable de datos respecto a su media por lo cual se tiene a dispersar de una manera adecuada.

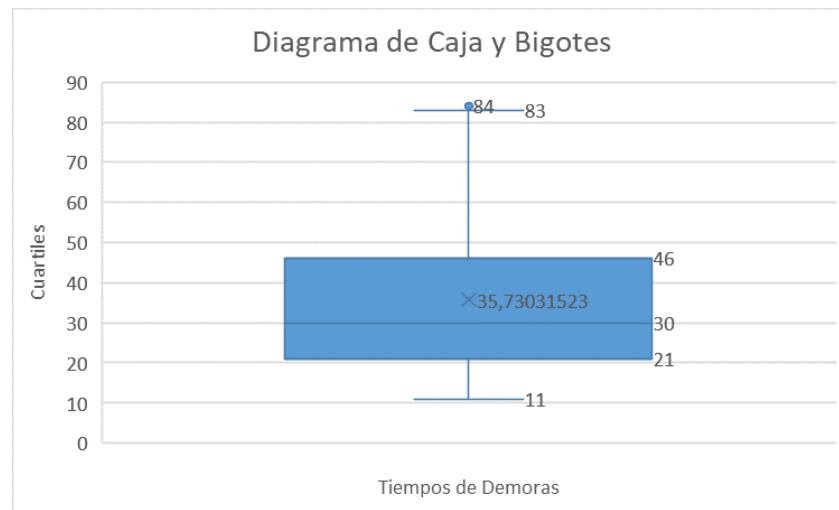
Figura 58. Frecuencia números retardos Fallas Externas.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

De la gráfica se puede concluir que la aglomeración de datos para las fallas externas se encuentra en la parte izquierda de la ilustración, es decir que la mayor cantidad de retrasos se encuentran principalmente en los tiempos relativamente cortos de demoras en el aeropuerto durante el 2018, por lo cual tiende a disminuir la frecuencia de retardos a medida que el tiempo de demora aumenta. En las fallas externas la mayor cantidad de datos se concentran en el rango de 18 a 21 minutos mientras que, la menor aglomeración esta entre 11 a 14 minutos con un total de 1.676 y 1 respectivamente.

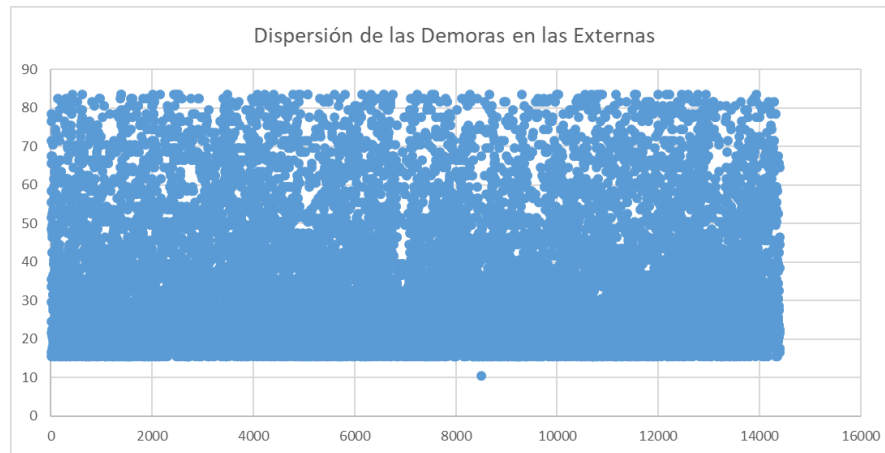
Figura 59. Diagrama de Caja y Bigotes.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

En el diagrama de caja y bigotes el primer cuartil se encuentra entre los datos de [11 a 21] minutos, el segundo entre [21 a 30] minutos, el tercer cuartil entre [30 a 40] minutos y el ultimo cuartil esta entre [46 a 83]. La media se encuentra en el tercer cuartil, es decir, hay valores grandes que alteran el resultado del promedio y es por eso la media tiende a afectarse o correrse hacia arriba. Se puede concluir que, la mayor densidad de datos se encuentra en el 2° cuartil donde aglomera menos variedad de información que en los otros cuartiles y es uno de los más pequeños en el rango y para el cuarto cuartil siendo uno de los cuartiles donde menor densidad de información hay, pero es los rangos más grandes entre los cuartiles.

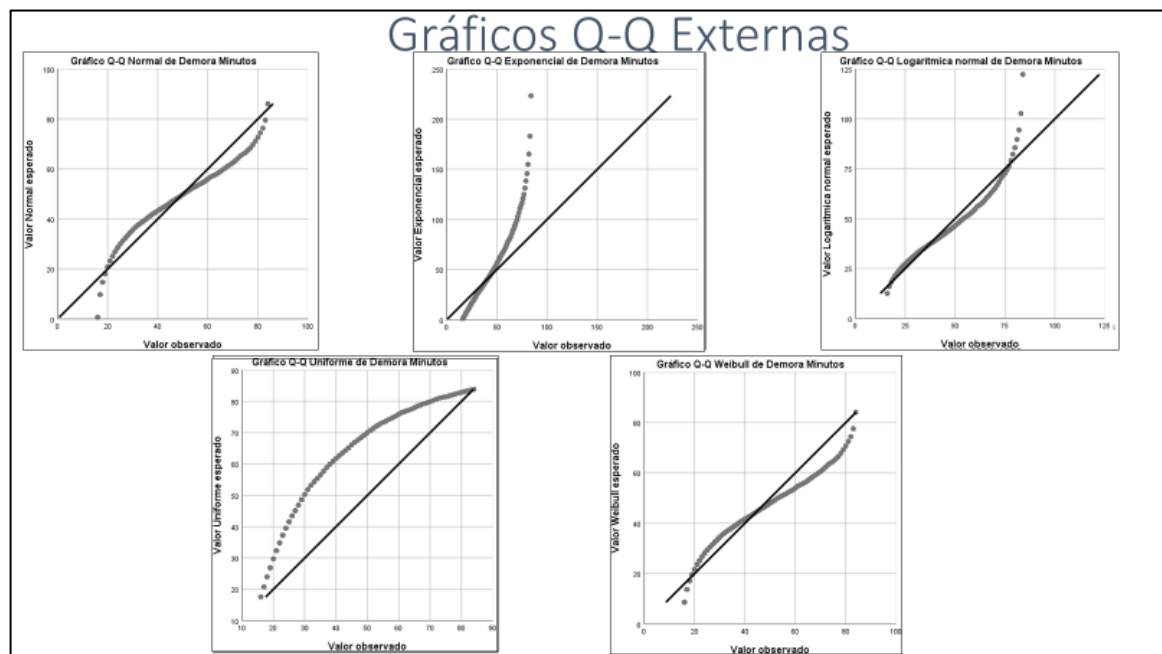
Figura 60. Dispersión en Fallas Externas.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

El grafico de dispersión nos indica que en la matriz de los vuelos internacionales no se encuentra ninguna relación entre los tiempos de demora registrados por la Aerocivil con la cantidad consolidada.

Figura 61. Pruebas gráficas Q-Q en Fallas Externas.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

El grafico de Q-Q plot o Grafico de Cuartil-Cuartil, es usado para estudiar la hipótesis nula, de que la muestra proviene de una población con una posible distribución, y para no rechazar la hipótesis los puntos tienen que estar alineados con la línea referencia sino es así se rechaza esta teoría. La distribución que más se acerca a la descripción anterior es la distribución logarítmica ya que los puntos tienen a estar más cerca de la línea de referencia, al igual se realizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar si efectivamente hace parte de una distribución o tiene datos aleatorios.

Figura 62. Pruebas K-S sobre demoras Fallas Externas.

Pruebas de Kolmogorov - Smirnov			
Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 2	
	Demora Minutos		Demora Minutos
N	3615	N	3615
Parámetros normales ^{a,b}		Parámetros uniformes ^{a,b}	
Media	35,44	Mínimo	16
Desv. Desviación	17,426	Máximo	84
Máximas diferencias extremas		Máximas diferencias extremas	
Absoluto	,140	Absoluto	,330
Positivo	,140	Positivo	,330
Negativo	-,132	Negativo	-,004
Estadístico de prueba	,140	Z de Kolmogorov-Smirnov	19,835
Sig. asintótica(bilateral)	,000 ^c	Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. La distribución de prueba es normal.		a. La distribución de prueba es uniforme.	
b. Se calcula a partir de datos.		b. Se calcula a partir de datos.	
c. Corrección de significación de Lilliefors.			
Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 3		Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 4	
	Demora Minutos		Demora Minutos
N	3615	N	3615
Parámetro de Poisson ^{a,b}	Media	Parámetro exponencial ^a	Media
	35,44		35,44
Máximas diferencias extremas		Máximas diferencias extremas	
Absoluto	,355	Absoluto	,363
Positivo	,355	Positivo	,093
Negativo	-,210	Negativo	-,363
Z de Kolmogorov-Smirnov	21,317	Z de Kolmogorov-Smirnov	21,843
Sig. asintótica(bilateral)	,000	Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. La distribución de prueba es Poisson.		a. La distribución de prueba es exponencial.	
b. Se calcula a partir de datos.		b. Se calcula a partir de datos.	

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Con la herramienta SPSS se llevó a el procedimiento de bondad de ajuste que permite medir el grado de concordancia existente entre la distribución de un conjunto de datos y una distribución teórica específica. Su objetivo es señalar si los datos provienen de una población que tiene la distribución teórica especificada, es decir, contrasta si las observaciones podrían razonablemente proceder de la distribución especificada (Tutorial SPSS 15, 2010). Con lo cual se demostró por parte de las 4 muestras que ninguna sigue una distribución teórica, como se indica en la última celda en la parte inferior de la tabla **Sig. Asintótica (bilateral)** la cual es de 0,000 y lo que indica es que si es menor que 0.05 la distribución no es aceptada, si es mayor que 0.05 la distribución es aprobada (Tutorial SPSS 15, 2010).

Figura 63. Pruebas de Rachas sobre demoras Fallas Externas.

Prueba de Rachas

Prueba de rachas	
	Demora Minutos
Valor de prueba ^a	30
Casos < Valor de prueba	1777
Casos >= Valor de prueba	1838
Casos totales	3615
Número de rachas	1722
Z	-2,861
Sig. asintótica(bilateral)	,004
a. Mediana	

Prueba de rachas 2	
	Demora Minutos
Valor de prueba ^a	35,44
Casos < Valor de prueba	2188
Casos >= Valor de prueba	1427
Casos totales	3615
Número de rachas	1616
Z	-3,913
Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. Media	

Prueba de rachas 3	
	Demora Minutos
Valor de prueba ^a	17
Casos < Valor de prueba	166
Casos >= Valor de prueba	3449
Casos totales	3615
Número de rachas	303
Z	-2,805
Sig. asintótica(bilateral)	,005
a. Moda	

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Se realiza 3 pruebas de rachas para “determinar si una muestra de observaciones es o no aleatoria, es decir, si las observaciones de una determinada secuencia son independientes entre sí, en una serie temporal.” (Marín, 2017) Se realizó las pruebas de rachas por medio de la aplicación de SPSS la cual se llevó a cabo por medio de tres pruebas las cuales son la mediana, la media y la moda. En la mediana hay un total 1.722 rachas, en la media hay un total 1.616 y para la moda 303 rachas. Puesto que el nivel crítico en las 3 pruebas de rachas fue inferior a 0,05 no se acepta la hipótesis nula de que los datos tienen independencia y no son aleatorias.

6.4.5 COMPORTAMIENTOS DE LOS TIEMPOS EN LOS VUELOS NACIONALES CON FALLAS EXTERNAS.

Figura 64. Análisis de tiempos de vuelos Nacionales fallas Externas.

ANÁLISIS VUELOS NACIONALES CON FALLAS EXTERNAS						
Tendencia Central	Media	40	Minutos			
	Mediana	33	Minutos			
	Moda	16	Minutos			
Dispersión	Mínimo	16	Minutos			
	Máximo	98	Minutos			
	Varianza	435,19	Minutos			
	Desviación estándar	20,86	Minutos			
	Nivel de confianza	95%	0,20886	Limite Inferior	39,791	Minutos
				Limite Superior	40,209	Minutos
Forma	Asimetría	0,960	Nombre			
	Curtosis	-0,009	Nombre			

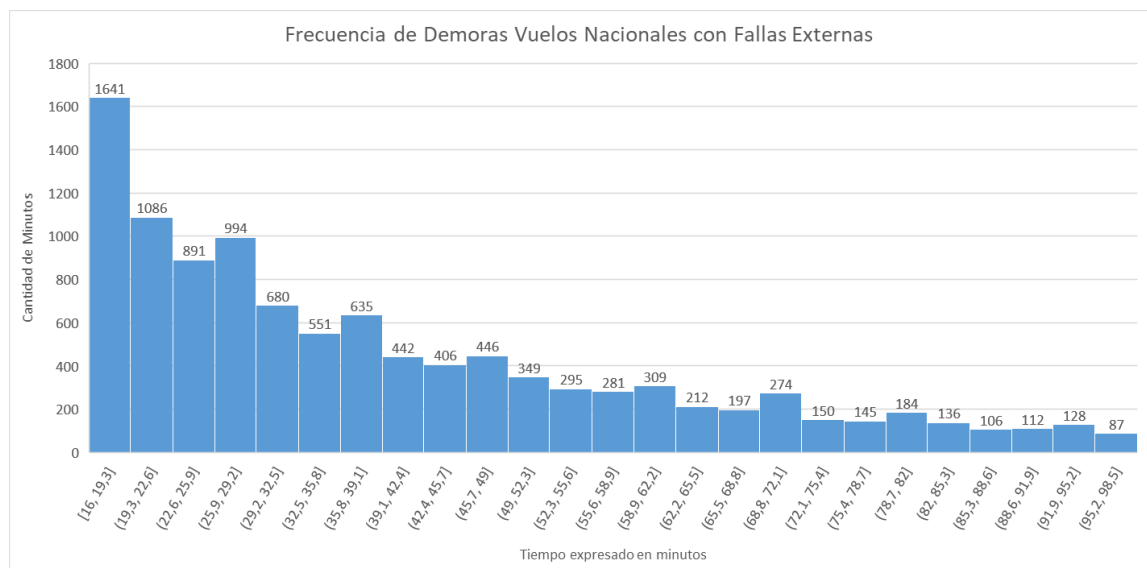
Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Se realizó un análisis exploratorio a 2 variables simultáneamente dentro de la data, las cuales ya se había trabajado anteriormente. Estas categorías son las variables de tráfico y las variables de causas. Las variables trabajadas para este primer análisis fueron por parte del tráfico los vuelos **Nacionales** y para las causas se determinó las fallas **externas**, con el fin de tener un mayor acercamiento al comportamiento de los datos y cómo influye estas variables entre sí durante el periodo del 2.018

- **Medidas de Tendencia Central**, “son medidas estadísticas que pretenden resumir en un solo valor a un conjunto de valores” (Ricardi, 2011). **La media**, o el promedio de minutos de retardos en las fallas externas de los vuelos nacionales es de 40 minutos, mientras que la **mediana** o posición central de la data se encuentra a 33 minutos y por último la **moda**, el cual es el valor que más se repite con más frecuencia dentro de la base de datos es 16 minutos.

- **Medidas de Dispersión**, “Pretenden resumir en un solo valor la dispersión que tiene un conjunto de datos” (Ricardi, 2011). **Desviación estándar**, “indica qué tan dispersos están los datos con respecto a la media” (Minitab18, 2019) por lo cual es de 18 min, mientras que el valor mínimo que se encuentra en la base de datos son los retardos de 16 minutos y la demora de mayor rango es de 98 min [1 hora y 38 minutos].
- **Medidas de Forma**, “nos permiten identificar la forma en que se separan o aglomeran los valores de acuerdo con su representación gráfica” (SPSS , 2017). **La Asimetría** de las fallas externas de los vuelos nacionales es de 0,96 es decir, que la concentración de los datos se aglomera a la izquierda o, dicho de otra manera, la mayoría de los datos son inferiores a la media. **La curtosis** es de -0,009 es decir que, tiende a ser una distribución platicúrtica esto quiere decir que existe una menor concentración de datos respecto a su media por lo cual se tiene a dispersar en su distribución.

Figura 65. Frecuencia números retardos vuelos Nacionales fallas Externas.

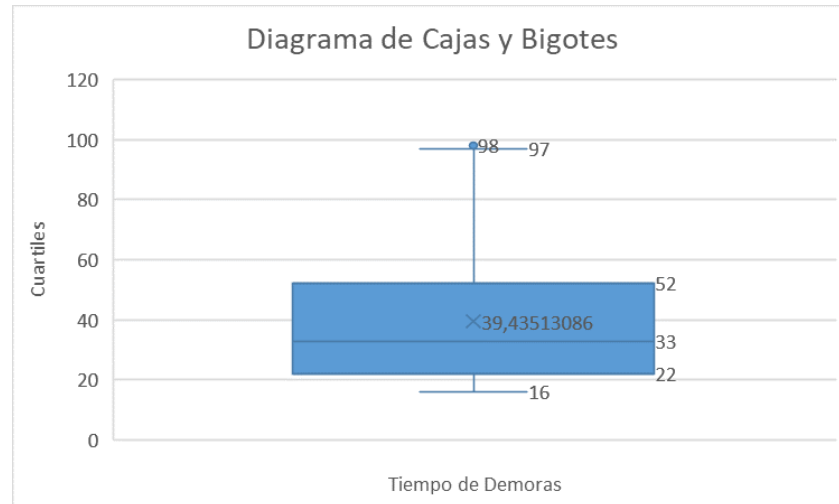


Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

En el grafica se puede ver la frecuencia en la cantidad de minutos y el minuto donde se produce esta repetición durante el año 2.018 para la depuración de las variables de vuelos nacionales con la de fallas externas. La mayor concentración de datos se encuentra en la parte izquierda de la imagen donde el rango de 16-19 minutos es el que concentra más datos con un total de 1.641 demoras, mientras que la menor multitud de información está en la parte extrema derecha en el rango de 95-99

minutos con un total de 87 retardos. Cabe aclarar que la tendencia de la gráfica es disminuir la cantidad de demoras a medida que crece el tiempo de retardo.

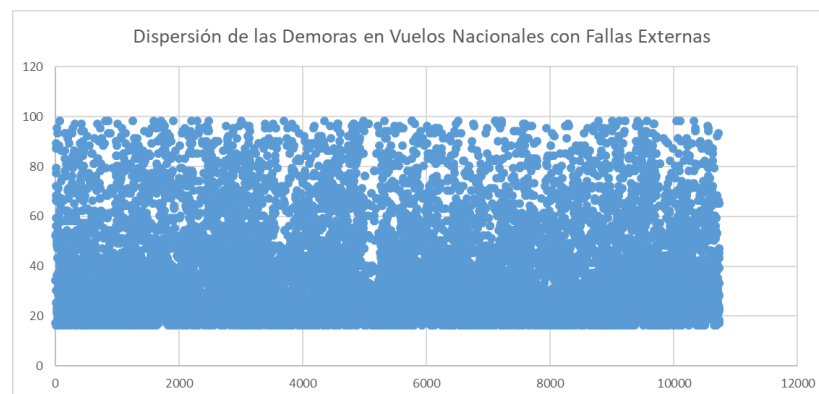
Figura 66. Diagrama de Cajas y Bigotes.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

En el diagrama de caja de bigotes se puede observar el rango de los valores que se toman para el análisis de la base de datos, donde el dato mínimo es de 16 minutos mientras que el de mayor alcance es de 98 min. Donde el primer cuartil es el menos diverso en datos, y esto se debe a la gran cantidad de datos que se repiten en las demoras de los vuelos nacionales con fallas externas, mientras que el cuarto cuartil es el más diverso en la información, y esto se debe a pequeña cantidad de antecedentes que reproducen durante las demoras.

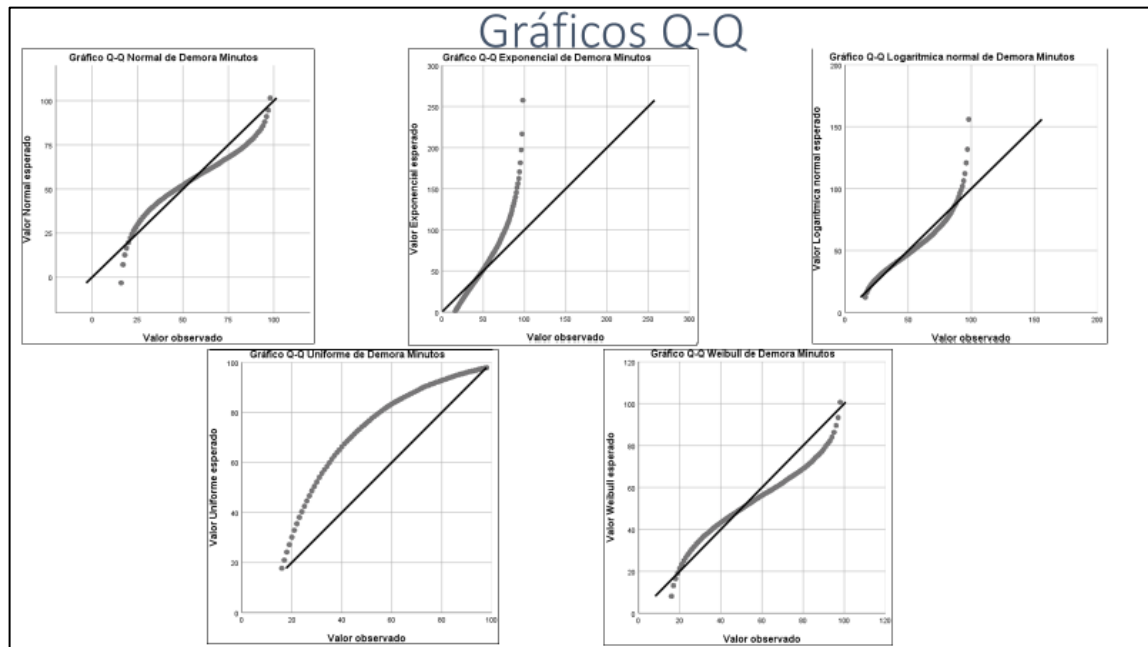
Figura 67. Dispersión Vuelos Nacionales fallas Externas.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Al observar la tabla de dispersión se ve claramente que los datos no buscan una tendencia en su aglomeración, sino todo lo contrario se encuentran dispersos sobre toda la gráfica, viendo que la frecuencia no tiene ninguna relación con el tiempo de retardos en el aeropuerto internacional de Bogotá durante el año 2.018.

Figura 68. Pruebas gráficos Q-Q de vuelos Nacionales con fallas Externas.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

El grafico de Q-Q plot o Grafico de Cuartil-Cuartil, es usado para estudiar la hipótesis nula, de que la muestra proviene de una población con una posible distribución, y para no rechazar la hipótesis los puntos tienen que estar alineados con la línea referencia sino es así se rechaza esta teoría. La distribución que más se acerca a la descripción anterior es la distribución logarítmica ya que los puntos tienen a estar más cerca de la línea de referencia, al igual se realizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar si efectivamente hace parte de una distribución o tiene datos aleatorios.

Figura 69. Pruebas K-S sobre demoras vuelos Nacionales con fallas Externas.

Pruebas de Kolmogorov - Smirnov			
Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 2	
	Demora Minutos		Demora Minutos
N	2168	N	2168
Parámetros normales ^{a,b}		Parámetros uniformes ^{a,b}	
Media	39,63	Mínimo	16
Desv. Desviación	21,040	Máximo	98
Máximas diferencias extremas		Máximas diferencias extremas	
Absoluto	,131	Absoluto	,332
Positivo	,130	Positivo	,332
Negativo	-,131	Negativo	-,003
Estadístico de prueba	,131	Z de Kolmogorov-Smirnov	15,448
Sig. asintótica(bilateral)	,000 ^c	Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. La distribución de prueba es normal.		a. La distribución de prueba es uniforme.	
b. Se calcula a partir de datos.		b. Se calcula a partir de datos.	
c. Corrección de significación de Lilliefors.			
Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 3		Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 4	
	Demora Minutos		Demora Minutos
N	2168	N	2168
Parámetro de Poisson ^{a,b}		Parámetro exponencial ^{a, b}	
Media	39,63	Media	39,63
Máximas diferencias extremas		Máximas diferencias extremas	
Absoluto	,381	Absoluto	,332
Positivo	,381	Positivo	,084
Negativo	-,228	Negativo	-,332
Z de Kolmogorov-Smirnov	17,739	Z de Kolmogorov-Smirnov	15,466
Sig. asintótica(bilateral)	,000	Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. La distribución de prueba es Poisson.		a. La distribución de prueba es exponencial.	
b. Se calcula a partir de datos.		b. Se calcula a partir de datos.	

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Con la herramienta SPSS se llevó a el procedimiento de bondad de ajuste que permite medir el grado de concordancia existente entre la distribución de un conjunto de datos y una distribución teórica específica. Su objetivo es señalar si los datos provienen de una población que tiene la distribución teórica especificada, es decir, contrasta si las observaciones podrían razonablemente proceder de la distribución especificada (Tutorial SPSS 15, 2010). Con lo cual se demostró por parte de las 4 muestras que ninguna sigue una distribución teórica, como se indica en la última celda en la parte inferior de la tabla **Sig. Asintótica (bilateral)** la cual es de 0,000 y lo que indica es que si es menor que 0.05 la distribución no es aceptada, si es mayor que 0.05 la distribución es aprobada (Tutorial SPSS 15, 2010).

Figura 70. Pruebas de Rachas de demoras para vuelos Nacionales fallas Externas.

Prueba de Rachas		
Prueba de rachas		
	Demora	Minutos
Valor de prueba ^a	33	
Casos < Valor de prueba	1054	
Casos >= Valor de prueba	1114	
Casos totales	2168	
Número de rachas	1034	
Z	-2,157	
Sig. asintótica(bilateral)	,031	
a. Mediana		
Prueba de rachas 2		
	Demora	Minutos
Valor de prueba ^a	39,63	
Casos < Valor de prueba	1299	
Casos >= Valor de prueba	869	
Casos totales	2168	
Número de rachas	990	
Z	-2,342	
Sig. asintótica(bilateral)	,019	
a. Media		
Prueba de rachas 3		
	Demora	Minutos
Valor de prueba ^a	18	
Casos < Valor de prueba	167	
Casos >= Valor de prueba	2001	
Casos totales	2168	
Número de rachas	297	
Z	-1,856	
Sig. asintótica(bilateral)	,063	
a. Moda		

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Se realiza 3 pruebas de rachas para “determinar si una muestra de observaciones es o no aleatoria, es decir, si las observaciones de una determinada secuencia son independientes entre sí, en una serie temporal.” (Marín, 2017) Se realizó las pruebas de rachas por medio de la aplicación de SPSS la cual se llevó a cabo por medio de tres pruebas las cuales son la mediana, la media y la moda. En la mediana hay un total 1.034 rachas, en la media hay un total 990 y para la moda 297 rachas. Puesto que el nivel crítico en las 3 pruebas de rachas fue superior a 0,05 se acepta la hipótesis nula de que los datos tienen independencia y son datos aleatorios.

6.4.6 COMPORTAMIENTOS DE LOS TIEMPOS EN LOS VUELOS NACIONALES CON FALLAS INTERNAS.

Figura 71. Análisis de tiempos vuelos Nacionales fallas Internas.

ANÁLISIS VUELOS NACIONALES CON FALLAS INTERNAS						
Tendencia Central	Media	37	Minutos			
	Mediana	31	Minutos			
	Moda	16	Minutos			
Dispersión	Mínimo	16	Minutos			
	Máximo	89	Minutos			
	Varianza	349,34	Minutos			
	Desviación estándar	18,69	Minutos			
	Nivel de confianza	95%	0,1871	Limite Inferior	36,813	Minutos
				Limite Superior	37,187	Minutos
Forma	Asimetría	0,966	Nombre			
	Curtosis	-0,006	Nombre			

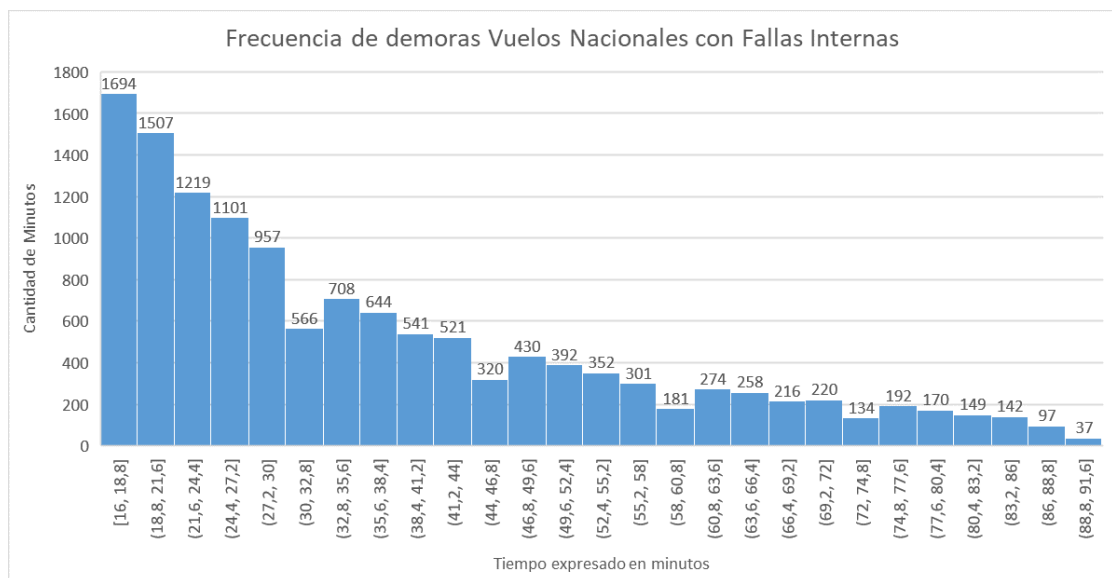
Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Se realizó un análisis exploratorio a 2 variables simultáneamente dentro de la data, las cuales ya se había trabajado anteriormente. Estas categorías son las variables de tráfico y las variables de causas. Las variables trabajadas para este segundo análisis fueron por parte del tráfico los vuelos **Nacionales** y para las causas se determinó las fallas **internas**, con el fin de tener un mayor acercamiento al comportamiento de los datos y cómo influye estas variables entre sí durante el periodo del 2.018

- **Medidas de Tendencia Central**, “son medidas estadísticas que pretenden resumir en un solo valor a un conjunto de valores” (Ricardi, 2011). **La media**, o el promedio de minutos de retardos en las fallas internas de los vuelos nacionales es de 37 minutos, mientras que la **mediana** o posición central de la data se encuentra a 31 minutos y por último la **moda**, el cual es el valor que más se repite con más frecuencia dentro de la base de datos es 16 minutos.

- **Medidas de Dispersión**, “Pretenden resumir en un solo valor la dispersión que tiene un conjunto de datos” (Ricardi, 2011). **Desviación estándar**, “indica qué tan dispersos están los datos con respecto a la media” (Minitab18, 2019) por lo cual es de 19 min, mientras que el valor mínimo que se encuentra en la base de datos son los retardos de 16 minutos y la demora de mayor rango es de 89 min [1 hora y 29 minutos].
- **Medidas de Forma**, “nos permiten identificar la forma en que se separan o aglomeran los valores de acuerdo con su representación gráfica” (SPSS , 2017). **La Asimetría** de las fallas internas de los vuelos nacionales es de 0,966 es decir, que la concentración de los datos se aglomera a la izquierda o, dicho de otra manera, la mayoría de los datos son inferiores a la media. **La curtosis** es de -0,006 es decir que, tiende a ser una distribución platicúrtica esto quiere decir que existe una menor concentración de datos respecto a su media por lo cual se tiene a dispersar en su distribución.

Figura 72.Frecuencia de vuelos Nacionales con fallas Internas.

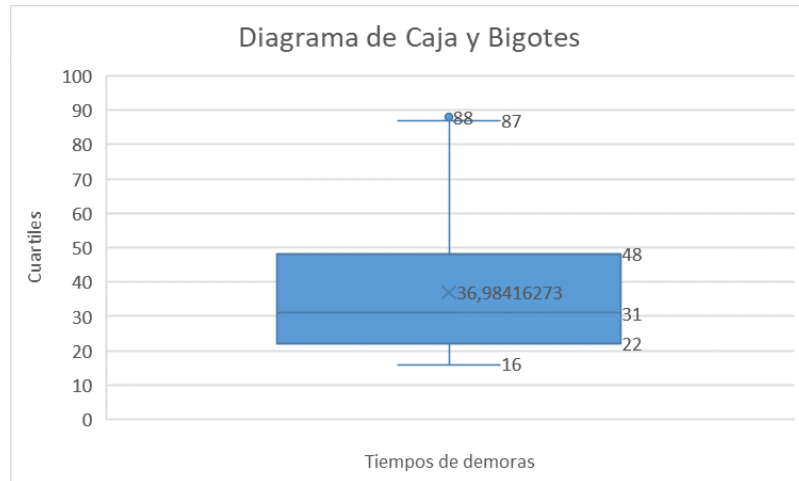


Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

En el grafica se puede ver la frecuencia en la cantidad de minutos y el minuto donde se produce esta repetición durante el año 2.018 para la depuración de las variables de vuelos nacionales con la de fallas internas. La mayor concentración de datos se encuentra en la parte izquierda de la imagen donde el rango de 16-19 minutos es el que concentra más datos con un total de 1.694 demoras, mientras que la menor multitud de información está en la parte extrema derecha en el rango de 89-92

minutos con un total de 37 retardos. Cabe aclarar que la tendencia de la gráfica es disminuir la cantidad de demoras a medida que crece el tiempo de retardo.

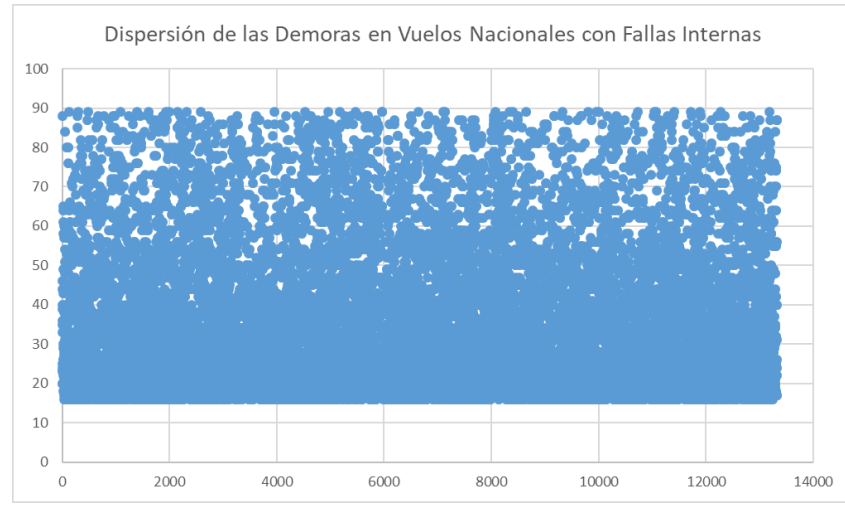
Figura 73. Diagrama de Cajas y Bigotes.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

En el diagrama de caja de bigotes se puede observar el rango de los valores que se toman para el análisis de la base de datos, donde el dato mínimo es de 16 minutos mientras que el de mayor alcance es de 88 min. Donde el primer cuartil es el menos diverso en datos, y esto se debe a la gran cantidad de datos que se repiten en las demoras de los vuelos nacionales con fallas externas, mientras que el cuarto cuartil es el más diverso en la información, y esto se debe a pequeña cantidad de antecedentes que reproducen durante las demoras.

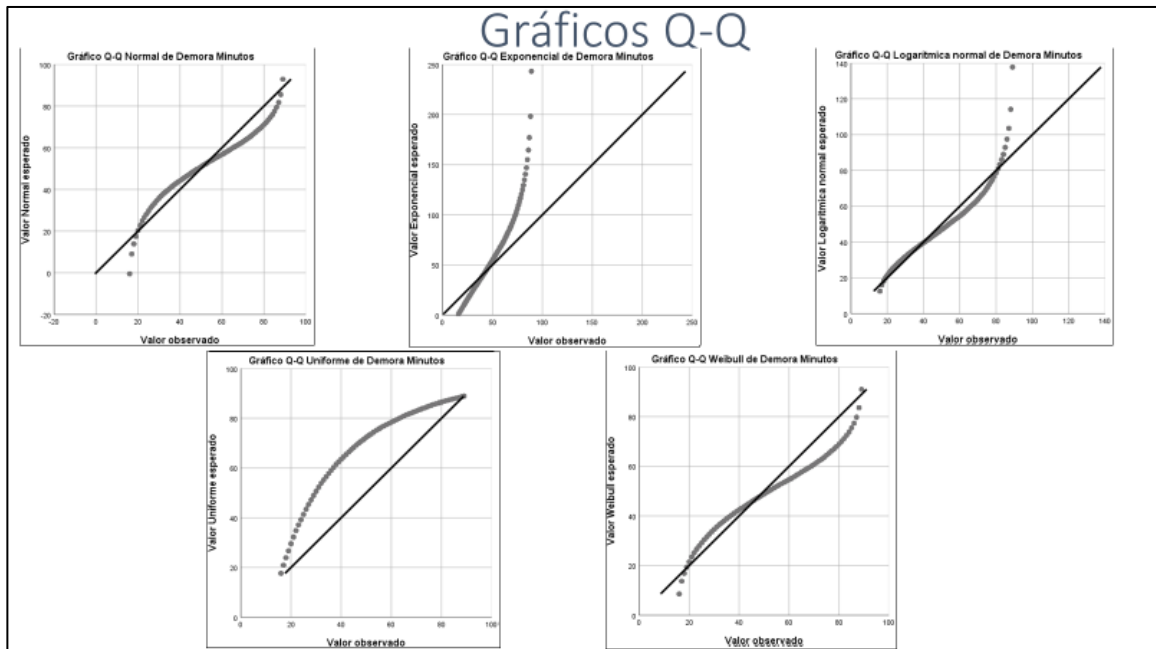
Figura 74. Dispersión de vuelos Nacionales con fallas Internas.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Al observar la tabla de dispersión se ve claramente que los datos no buscan una tendencia en su aglomeración, sino todo lo contrario se encuentran dispersos sobre toda la gráfica, viendo que la frecuencia no tiene ninguna relación con el tiempo de retardos en el aeropuerto internacional de Bogotá durante el año 2.018.

Figura 75. Pruebas graficas Q-Q en vuelos Nacionales con fallas Internas.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

El grafico de Q-Q plot o Grafico de Cuartil-Cuartil, es usado para estudiar la hipótesis nula, de que la muestra proviene de una población con una posible distribución, y para no rechazar la hipótesis los puntos tienen que estar alineados con la línea referencia sino es así se rechaza esta teoría. La distribución que más se acerca a la descripción anterior es la distribución logarítmica ya que los puntos tienen a estar más cerca de la línea de referencia, al igual se realizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar si efectivamente hace parte de una distribución o tiene datos aleatorios.

Figura 76. Pruebas K-S a vuelos Nacionales con fallas Internas.

Pruebas de Kolmogorov - Smirnov			
Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 2	
	Demora Minutos		Demora Minutos
N	3331	N	3331
Parámetros normales ^{a,b}		Parámetros uniformes ^{a,b}	
Media	36,85	Mínimo	16
Desv. Desviación	18,650	Máximo	89
Máximas diferencias extremas		Máximas diferencias extremas	
Absoluto	,137	Absoluto	,334
Positivo	,137	Positivo	,334
Negativo	-,132	Negativo	-,003
Estadístico de prueba	,137	Z de Kolmogorov-Smirnov	19,278
Sig. asintótica(bilateral)	,000 ^c	Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. La distribución de prueba es normal.		a. La distribución de prueba es uniforme.	
b. Se calcula a partir de datos.		b. Se calcula a partir de datos.	
c. Corrección de significación de Lilliefors.			
Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 3		Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 4	
	Demora Minutos		Demora Minutos
N	3331	N	3331
Parámetro de Poisson ^{a,b}		Parámetro exponencial ^{a, b}	
Media	36,85	Media	36,85
Máximas diferencias extremas		Máximas diferencias extremas	
Absoluto	,365	Absoluto	,352
Positivo	,365	Positivo	,089
Negativo	-,213	Negativo	-,352
Z de Kolmogorov-Smirnov	21,070	Z de Kolmogorov-Smirnov	20,329
Sig. asintótica(bilateral)	,000	Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. La distribución de prueba es Poisson.		a. La distribución de prueba es exponencial.	
b. Se calcula a partir de datos.		b. Se calcula a partir de datos.	

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Con la herramienta SPSS se llevó a el procedimiento de bondad de ajuste que permite medir el grado de concordancia existente entre la distribución de un conjunto de datos y una distribución teórica específica. Su objetivo es señalar si los datos provienen de una población que tiene la distribución teórica especificada, es decir, contrasta si las observaciones podrían razonablemente proceder de la distribución especificada (Tutorial SPSS 15, 2010). Con lo cual se demostró por parte de las 4 muestras que ninguna sigue una distribución teórica, como se indica en la última celda en la parte inferior de la tabla **Sig. Asintótica (bilateral)** la cual es de 0,000 y lo que indica es que si es menor que 0.05 la distribución no es aceptada, si es mayor que 0.05 la distribución es aprobada (Tutorial SPSS 15, 2010).

Figura 77. Pruebas de Rachas para vuelos Nacionales con fallas Externas.

Prueba de Rachas

Prueba de rachas	
	Demora Minutos
Valor de prueba ^a	31
Casos < Valor de prueba	1644
Casos >= Valor de prueba	1687
Casos totales	3331
Número de rachas	1584
Z	-2,850
Sig. asintótica(bilateral)	,004
a. Mediana	

Prueba de rachas 2	
	Demora Minutos
Valor de prueba ^a	36,85
Casos < Valor de prueba	1988
Casos >= Valor de prueba	1343
Casos totales	3331
Número de rachas	1522
Z	-2,955
Sig. asintótica(bilateral)	,003
a. Media	

Prueba de rachas 3	
	Demora Minutos
Valor de prueba ^a	17
Casos < Valor de prueba	151
Casos >= Valor de prueba	3180
Casos totales	3331
Número de rachas	285
Z	-,864
Sig. asintótica(bilateral)	,388
a. Moda	

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Se realiza 3 pruebas de rachas para “determinar si una muestra de observaciones es o no aleatoria, es decir, si las observaciones de una determinada secuencia son independientes entre sí, en una serie temporal.” (Marín, 2017) Se realizó las pruebas de rachas por medio de la aplicación de SPSS la cual se llevó a cabo por medio de tres pruebas las cuales son la mediana, la media y la moda. En la mediana hay un total 1.584 rachas, en la media hay un total 1.522 y para la moda 285 rachas. Puesto que el nivel crítico en las 2 pruebas de rachas (mediana y media) fue inferior a 0,05 no se acepta la hipótesis nula de que los datos tienen independencia y no son aleatorias, pero como la tercera prueba la cual fue de moda fue superior a 0,05 es aceptada la hipótesis de aleatoriedad en los datos de la matriz.

6.4.6 COMPORTAMIENTOS DE LOS TIEMPOS EN LOS VUELOS INTERNACIONALES CON FALLAS INTERNAS.

Figura 78. Análisis de demoras vuelos Internacionales con fallas Internas.

ANÁLISIS VUELOS INTERNACIONALES CON FALLAS INTERNAS						
Tendencia Central	Media	36	Minutos			
	Mediana	30	Minutos			
	Moda	17	Minutos			
Dispersión	Mínimo	16	Minutos			
	Máximo	84	Minutos			
	Varianza	306,97	Minutos			
	Desviación estándar	17,52	Minutos			
	Nivel de confianza	95%	0,17542	Limite Inferior	35,825	Minutos
				Limite Superior	36,175	Minutos
Forma	Asimetría	1,000	Nombre			
	Curtosis	0,073	Nombre			

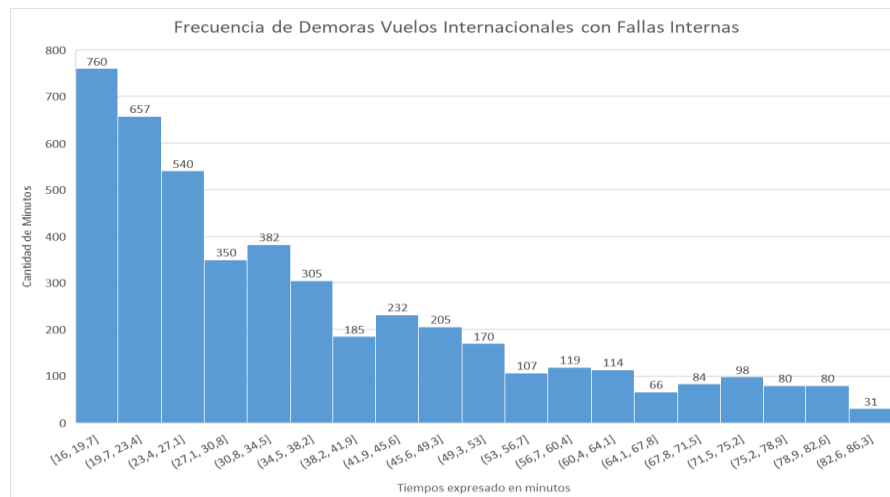
Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Observando la tabla del análisis de los tiempos de retardos en los vuelos internacionales con fallas internas y cómo se comportan los datos compilados durante el año 2.018, podemos determinar el comportamiento por medio de las medidas de **Tendencia central, Dispersión y Forma**.

- **Medidas de Tendencia Central**, “son medidas estadísticas que pretenden resumir en un solo valor a un conjunto de valores” (Ricardi, 2011). **La media**, o el promedio de minutos de retardos en los vuelos internacionales con fallas internas es de 36 minutos, mientras que la **mediana** o posición central de la data se encuentra a 30 minutos y por último la **moda**, el cual es el valor que más se repite con más frecuencia dentro de la base de datos es 17 minutos.
- **Medidas de Dispersión**, “Pretenden resumir en un solo valor la dispersión que tiene un conjunto de datos” (Ricardi, 2011). **Desviación estándar**, “indica qué tan dispersos están los datos con respecto a la media” (Minitab18, 2019) por lo cual es de 18 min.
- **Medidas de Forma**, “nos permiten identificar la forma en que se separan o aglomeran los valores de acuerdo con su representación gráfica” (SPSS ,

2017). **La Asimetría** de los vuelos internacionales con fallas internas es de 1 es decir, que la concentración de los datos se aglomera a la izquierda o, dicho de otra manera, la mayoría de los datos son inferiores a la media. **La curtosis** es de 0,073 es decir que, tiende a ser una distribución mesocúrtica ya que entra en el rango de $Cu = \pm 0,5$ aprox. por lo que se acepta como una normal.

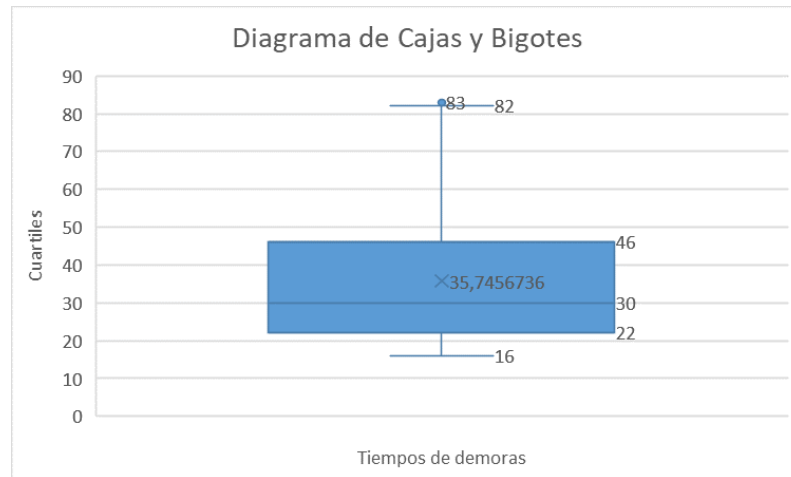
Figura 79. Frecuencia retardos de los vuelos Internacionales con fallas Internas.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

La grafica nos demuestra de una mejor manera la información del análisis anterior, además nos muestra en que minutos se concentran las demoras durante el año 2.018 en los vuelos internacionales con fallas internas. Conjuntamente, se concluye que la frecuencia de datos tiende a disminuir a medida que crece el tiempo del retardo, siendo el de mayor frecuencia el rango de 16-19 min y el de menor el rango de 82-86 min.

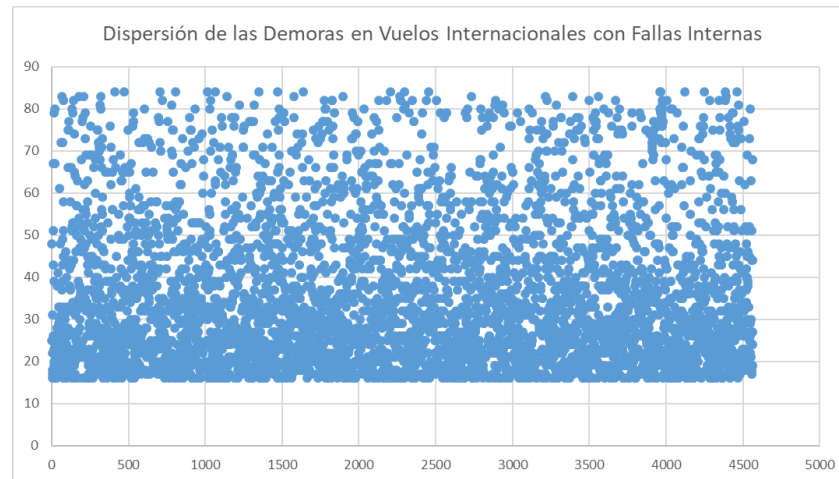
Figura 80. Diagrama de Caja y Bigotes



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

En el diagrama de cajas y bigotes nos muestran el porcentaje de concentración de los datos dentro de la data y en donde se encuentran. Se puede observar lo siguiente, el 25% de los datos se localiza entre [16 a 22] min y esta cantidad formarían el primer cuartil. El segundo cuartil lo conforman los minutos comprendidos entre los [22 a 30] min y hasta el momento formarían sumado al primer cuartil la mitad de todos datos que conforman la matriz de los vuelos internacionales con fallas internas. Se observa que la **media** se encuentra desplazado al tercer cuartil lo que indica que el promedio es alterado por valores muy grandes dentro de la data localizándose por encima de la mitad de la información.

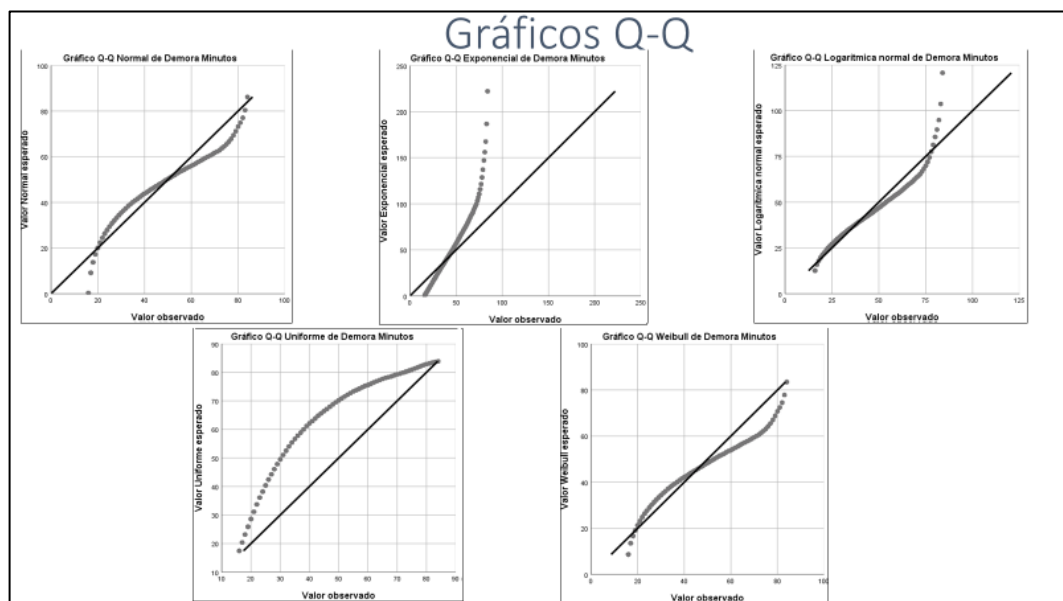
Figura 81. Dispersión de vuelos Internacionales con fallas Internas.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Al observar la tabla de dispersión se ve claramente que los datos no buscan una tendencia en su aglomeración, sino todo lo contrario se encuentran dispersos sobre toda la gráfica, viendo que la frecuencia no tiene ninguna relación con el tiempo de retardos en el aeropuerto internacional de Bogotá durante el año 2.018.

Figura 82. Pruebas gráficas Q-Q de vuelos Internacionales con fallas Internas.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

El grafico de Q-Q plot o Grafico de Cuartil-Cuartil, es usado para estudiar la hipótesis nula, de que la muestra proviene de una población con una posible distribución, y para no rechazar la hipótesis los puntos tienen que estar alineados con la línea referencia sino es así se rechaza esta teoría. La distribución que más se acerca a la descripción anterior es la distribución logarítmica ya que los puntos tienen a estar más cerca de la línea de referencia, al igual se realizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar si efectivamente hace parte de una distribución o tiene datos aleatorios.

Figura 83. Pruebas K-S a vuelos Internacionales con fallas Internas.

Pruebas de Kolmogorov - Smirnov			
Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 2	
	Demora Minutos		Demora Minutos
N	1137	N	1137
Parámetros normales ^{a,b}		Parámetros uniformes ^{a,b}	
Media	36,62	Mínimo	16
Desv. Desviación	18,094	Máximo	84
Máximas diferencias extremas		Máximas diferencias extremas	
Absoluto	,132	Absoluto	,314
Positivo	,132	Positivo	,314
Negativo	-,127	Negativo	-,004
Estadístico de prueba	,132	Z de Kolmogorov-Smirnov	10,600
Sig. asintótica(bilateral)	,000 ^c	Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. La distribución de prueba es normal.		a. La distribución de prueba es uniforme.	
b. Se calcula a partir de datos.		b. Se calcula a partir de datos.	
c. Corrección de significación de Lilliefors.			
Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 3		Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 4	
	Demora Minutos		Demora Minutos
N	1137	N	1137
Parámetro de Poisson ^{a,b}	Media	Parámetro exponencial ^a	Media
	36,62		36,62
Máximas diferencias extremas		Máximas diferencias extremas	
Absoluto	,361	Absoluto	,354
Positivo	,361	Positivo	,103
Negativo	-,215	Negativo	-,354
Z de Kolmogorov-Smirnov	12,184	Z de Kolmogorov-Smirnov	11,936
Sig. asintótica(bilateral)	,000	Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. La distribución de prueba es Poisson.		a. La distribución de prueba es exponencial.	
b. Se calcula a partir de datos.		b. Se calcula a partir de datos.	

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Con la herramienta SPSS se llevó a el procedimiento de bondad de ajuste que permite medir el grado de concordancia existente entre la distribución de un conjunto de datos y una distribución teórica específica. Su objetivo es señalar si los datos provienen de una población que tiene la distribución teórica especificada, es decir, contrasta si las observaciones podrían razonablemente proceder de la distribución especificada (Tutorial SPSS 15, 2010). Con lo cual se demostró por parte de las 4 muestras que ninguna sigue una distribución teórica, como se indica en la última celda en la parte inferior de la tabla **Sig. Asintótica (bilateral)** la cual es de 0,000 y lo que indica es que si es menor que 0.05 la distribución no es aceptada, si es mayor que 0.05 la distribución es aprobada (Tutorial SPSS 15, 2010).

Figura 84. Pruebas de Rachas a vuelos Internacionales con fallas Internas.

Prueba de Rachas		
Prueba de rachas		
	Demora Minutos	
Valor de prueba ^a	31	
Casos < Valor de prueba	555	
Casos >= Valor de prueba	582	
Casos totales	1137	
Número de rachas	539	
Z	-1,792	
Sig. asintótica(bilateral)	,073	
a. Mediana		
Prueba de rachas 2		
	Demora Minutos	
Valor de prueba ^a	36,62	
Casos < Valor de prueba	685	
Casos >= Valor de prueba	452	
Casos totales	1137	
Número de rachas	513	
Z	-2,021	
Sig. asintótica(bilateral)	,043	
a. Media		
Prueba de rachas 3		
	Demora Minutos	
Valor de prueba ^a	18	
Casos < Valor de prueba	94	
Casos >= Valor de prueba	1043	
Casos totales	1137	
Número de rachas	179	
Z	1,086	
Sig. asintótica(bilateral)	,277	
a. Moda		

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Se realiza 3 pruebas de rachas para “determinar si una muestra de observaciones es o no aleatoria, es decir, si las observaciones de una determinada secuencia son independientes entre sí, en una serie temporal.” (Marín, 2017) Se realizo las pruebas de rachas por medio de la aplicación de SPSS la cual se llevó a cabo por medio de tres pruebas las cuales son la mediana, la media y la moda. En la mediana hay un total 539 rachas, en la media hay un total 513 y para la moda 179 rachas. Puesto que el nivel crítico en las pruebas de rachas en la media fue inferior a 0,05 y por lo cual no se aceptaría la hipótesis nula la cual es que los datos tienen independencia, mientras que la prueba para la mediana y la moda es superior a 0,05 lo cual acepta que los datos tienen independencia y son aleatorias

6.4.8 COMPORTAMIENTOS DE LOS TIEMPOS EN LOS VUELOS INTERNACIONALES CON FALLAS EXTERNAS.

Figura 85. Análisis de demoras de vuelos Internacionales con fallas Externas.

ANÁLISIS DEMORAS VUELOS INTERNACIONALES CON FALLAS EXTERNAS						
Tendencia Central	Media	31	Minutos			
	Mediana	27	Minutos			
	Moda	16	Minutos			
Dispersión	Mínimo	11	Minutos			
	Máximo	67	Minutos			
	Varianza	166,02	Minutos			
	Desviación estándar	12,89	Minutos			
	Nivel de confianza	95%	0,1290	Limite Inferior	30,871	Minutos
				Limite Superior	31,129	Minutos
Forma	Asimetría	1,006	Nombre			
	Curtosis	0,149	Nombre			

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

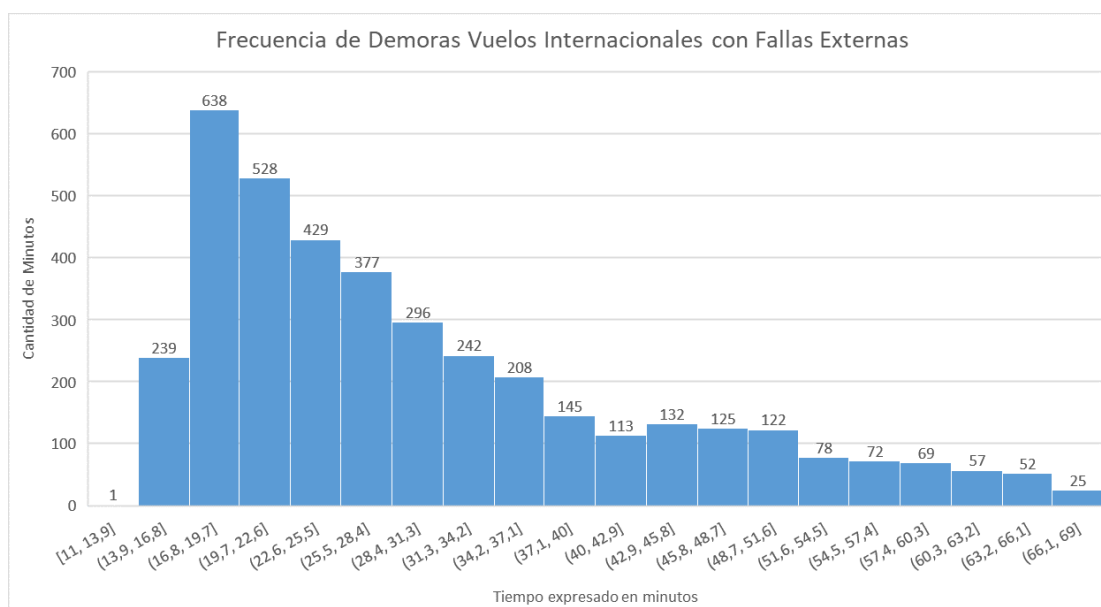
En esta tabla de análisis cambia la variable de tráfico y causalidad de las demoras producidas en el aeropuerto de Bogotá, el cambio es de la variable por internacionales y externas. En este estudio, se realiza el mismo desglose de los 3 tipos de medias de la información en su distribución, las cuales nos dan como referencia una idea de cómo se conforma o como está distribuidos los datos dentro de la data.

- **Medidas de Tendencia Central**, “son medidas estadísticas que pretenden resumir en un solo valor a un conjunto de valores” (Ricardi, 2011). **La media**, o el promedio de minutos de retardos en los vuelos internacionales con fallas externas es de 31 minutos, mientras que la **mediana** o posición central de la data se encuentra a 27 minutos y por último la **moda**, el cual es el valor que más se repite con más frecuencia dentro de la base de datos es 16 minutos.
- **Medidas de Dispersión**, “Pretenden resumir en un solo valor la dispersión que tiene un conjunto de datos” (Ricardi, 2011). **Desviación estándar**,

“indica qué tan dispersos están los datos con respecto a la media” (Minitab18, 2019) por lo cual es de 13 min.

- **Medidas de Forma**, “nos permiten identificar la forma en que se separan o aglomeran los valores de acuerdo con su representación gráfica” (SPSS , 2017). **La Asimetría** de los vuelos internacionales con fallas externas es de 1,006 es decir, que la concentración de los datos se aglomera a la izquierda o, dicho de otra manera, la mayoría de los datos son inferiores a la media. **La curtosis** es de -0,149 es decir que, tiende a ser una distribución mesocúrtica esto quiere decir que existe una concentración aceptable de datos respecto a su media por lo cual se tiene a dispersar de una manera adecuada.

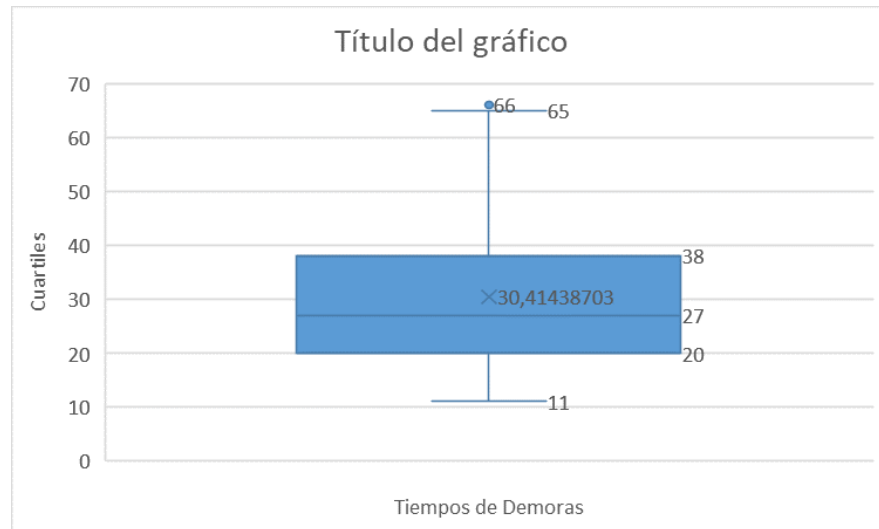
Figura 86. Frecuencia de retardos vuelos Internacionales con fallas Externas.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

De la gráfica se puede concluir que la aglomeración de datos se encuentra en la parte izquierda de la ilustración, es decir que la mayor cantidad de retrasos se encuentran principalmente en los tiempos relativamente cortos de demoras en el aeropuerto durante el 2.018, por lo cual es correcto decir que tiende a disminuir la frecuencia de retardos a medida que el tiempo de demora aumenta. En los vuelos internacionales con fallas externas la mayor cantidad de datos se concentran en el rango de 17 a 20 minutos mientras que, la menor aglomeración esta entre 11 a 14 minutos con un total de 638 y 1 respectivamente.

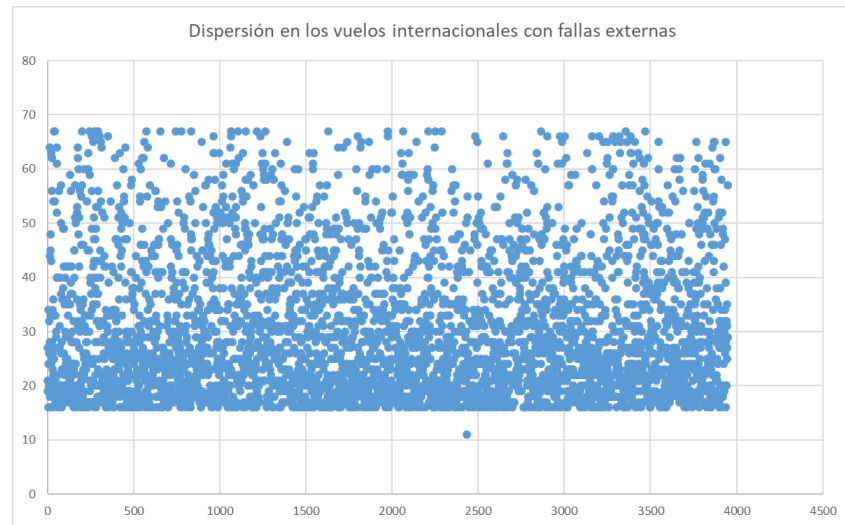
Figura 87. Diagrama de Caja y Bigotes.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

En el diagrama de caja y bigotes el primer cuartil se encuentra entre los datos de [11 a 20] minutos, el segundo entre [20 a 27] minutos, el tercer cuartil entre [27 a 38] minutos y el ultimo cuartil esta entre [38 a 65]. La media se encuentra en el tercer cuartil, es decir, hay valores grandes que alteran el resultado del promedio y es por eso la media tiende a afectarse o correrse hacia arriba. Se puede concluir que, la mayor densidad de datos se encuentra en el 2° cuartil donde aglomera menos variedad de información que en los otros cuartiles y es uno de los más pequeños en el rango y; siendo el cuarto cuartil siendo uno de los cuartiles donde hay menor densidad de información que hay, pero es los rangos más grandes entre los cuartiles.

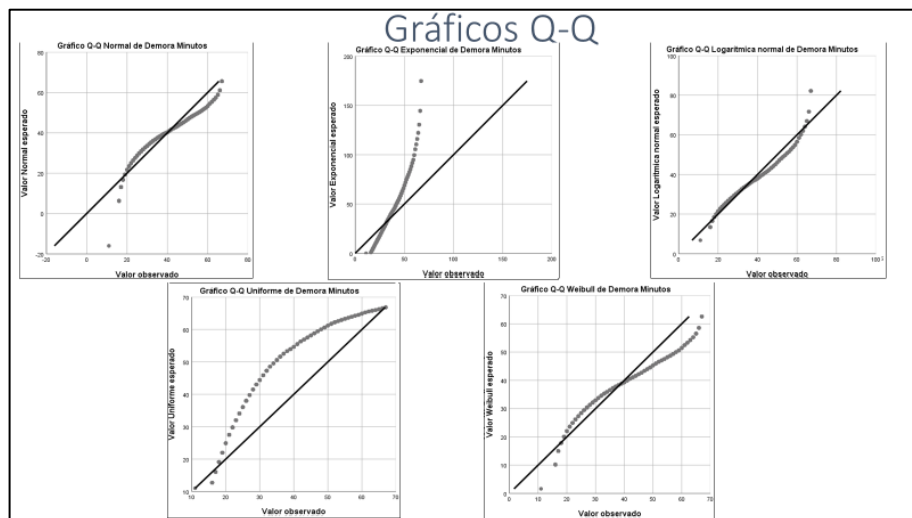
Figura 88. Dispersión vuelos Internacionales con fallas Externas.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Al observar la tabla de dispersión se ve claramente que los datos no buscan una tendencia en su aglomeración, sino todo lo contrario se encuentran dispersos sobre toda la gráfica, viendo que la frecuencia no tiene ninguna relación con el tiempo de retardos en el aeropuerto internacional de Bogotá durante el año 2.018.

Figura 89. Gráfica de pruebas Q-Q de vuelos Internacionales con fallas Externas.



Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

El grafico de Q-Q plot o Grafico de Cuartil-Cuartil, es usado para estudiar la hipótesis nula, de que la muestra proviene de una población con una posible distribución, y para no rechazar la hipótesis los puntos tienen que estar alineados con la línea referencia sino es así se rechaza esta teoría. La distribución que más se acerca a la descripción anterior es la distribución logarítmica ya que los puntos tienen a estar más cerca de la línea de referencia, al igual se realizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar si efectivamente hace parte de una distribución o tiene datos aleatorios.

Figura 90. Pruebas K-S a vuelos Internacionales con fallas Internas.

Pruebas de Kolmogorov - Smirnov			
Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 2	
	Demora Minutos		Demora Minutos
N	990	N	990
Parámetros normales ^{a,b}		Parámetros uniformes ^{a,b}	
Media	30,89	Mínimo	11
Desv. Desviación	13,243	Máximo	67
Máximas diferencias extremas		Máximas diferencias extremas	
Absoluto	,137	Absoluto	,289
Positivo	,137	Positivo	,289
Negativo	-,129	Negativo	-,088
Estadístico de prueba	,137	Z de Kolmogorov-Smirnov	9,081
Sig. asintótica(bilateral)	,000 ^c	Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. La distribución de prueba es normal.		a. La distribución de prueba es uniforme.	
b. Se calcula a partir de datos.		b. Se calcula a partir de datos.	
c. Corrección de significación de Lilliefors.			
Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 3		Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 4	
	Demora Minutos		Demora Minutos
N	990	N	990
Parámetro de Poisson ^{a,b}		Parámetro exponencial ^{a,b}	
Media	30,89	Media	30,89
Máximas diferencias extremas		Máximas diferencias extremas	
Absoluto	,290	Absoluto	,403
Positivo	,290	Positivo	,414
Negativo	-,171	Negativo	-,403
Z de Kolmogorov-Smirnov	9,113	Z de Kolmogorov-Smirnov	12,687
Sig. asintótica(bilateral)	,000	Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. La distribución de prueba es Poisson.		a. La distribución de prueba es exponencial.	
b. Se calcula a partir de datos.		b. Se calcula a partir de datos.	

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Con la herramienta SPSS se llevó a el procedimiento de bondad de ajuste que permite medir el grado de concordancia existente entre la distribución de un conjunto de datos y una distribución teórica específica. Su objetivo es señalar si los datos provienen de una población que tiene la distribución teórica especificada, es decir, contrasta si las observaciones podrían razonablemente proceder de la distribución especificada (Tutorial SPSS 15, 2010). Con lo cual se demostró por parte de las 4 muestras que ninguna sigue una distribución teórica, como se indica en la última celda en la parte inferior de la tabla **Sig. Asintótica (bilateral)** la cual es de 0,000 y lo que indica es que si es menor que 0.05 la distribución no es aceptada, si es mayor que 0.05 la distribución es aprobada (Tutorial SPSS 15, 2010).

Figura 91. Pruebas de Rachas a vuelos Internacionales con fallas Internas.

Prueba de Rachas

Prueba de rachas		
	Demora Minutos	
Valor de prueba ^a	27	
Casos < Valor de prueba	477	
Casos >= Valor de prueba	513	
Casos totales	990	
Número de rachas	463	
Z	-2,060	
Sig. asintótica(bilateral)	,039	
a. Mediana		

Prueba de rachas 2		
	Demora Minutos	
Valor de prueba ^a	30,89	
Casos < Valor de prueba	603	
Casos >= Valor de prueba	387	
Casos totales	990	
Número de rachas	450	
Z	-1,498	
Sig. asintótica(bilateral)	,134	
a. Media		

Prueba de rachas 3		
	Demora Minutos	
Valor de prueba ^a	17	
Casos < Valor de prueba	44	
Casos >= Valor de prueba	946	
Casos totales	990	
Número de rachas	85	
Z	-,033	
Sig. asintótica(bilateral)	,973	
a. Moda		

Fuente: Creación propia basada en la matriz 3. Vuelos Demorados de Despegue en Bogotá.

Se realiza 3 pruebas de rachas para “determinar si una muestra de observaciones es o no aleatoria, es decir, si las observaciones de una determinada secuencia son independientes entre sí, en una serie temporal.” (Marín, 2017) Se realizó las pruebas de rachas por medio de la aplicación de SPSS la cual se llevó a cabo por medio de tres pruebas las cuales son la mediana, la media y la moda. En la mediana hay un total 463 rachas, en la media hay un total 450 y para la moda 285 rachas. Puesto que el nivel crítico en la prueba de rachas de la mediana fue inferior a 0,05 no se acepta la hipótesis nula de que los datos tienen independencia y no son aleatorios, pero como las pruebas de la mediana y la moda fue superior a 0,05 es aceptada la hipótesis de aleatoriedad en los datos de la matriz.

CONCLUSIONES

- Las empresas que tuvieron un mejor rendimiento durante el año 2.018 en referencia a la cantidad de demoras en los despegues dentro del aeropuerto el fueron Aerolíneas Argentinas, Turkish, TAME, Delta, Copa Airlines y KLM.
- Las empresas que tuvieron un mejor rendimiento en el total de las demoras fueron Aerolíneas Argentinas, KLM, Turkish, Iberia, Delta y Lufthansa, es decir 4 empresas (Aerolíneas Argentinas, Turkish, Delta, y KLM)
- hay una relación entre frecuencia y tiempo es directamente proporcional este caso también aplica a las peores posicionadas ya que comparte los mismo miembros.
- Para la media y la moda no hay una relación que salte a la vista como en el anterior caso entre frecuencia y tiempo, ya que no comparte miembros o aerolíneas en el buen o en el pésimo rendimiento de los tiempos retraso, mientras entre los mejores desempeños de la **media** están Lacsa, KLM, Taca Perú, InterJet y Iberia para la **moda**, los mejores desempeños son LAN Airlines S.A., Delta, Saeta, Aeromexico, Aerogal y Avianca, lo cual indica que no comparte miembros para resaltar.
- Se determino que para todas las tipificaciones de las variables de tráfico, causas y tráfico-causas se asocian principalmente con motivos operacionales seguido por motivos Técnicos salvo algunas excepciones es seguidos por Incontrolables. Es decir, los retrasos en el Dorado sin importar la estratificación son causados por motivos operacionales, son el verdadero problema de los retrasos y es la causa raíz del no cumplimiento de los vuelos.
- Para el año 2.018 el clima no es el principal evento de retardos y no es importante en términos de volumen tiempo y frecuencia.
- Se concluye que a medida que son mayores los tiempos de demoras en los vuelos que despegan dentro del aeropuerto son menos frecuentes a que se repitan durante el año 2.018, mientras que los vuelos que tienen menor tiempo de espera son los que con más periodicidad se repiten en el Dorado de la ciudad de Bogotá.

- 32 minutos, es el tiempo promedio de espera que demora en un retardo en el aeropuerto, mientras que el tiempo mínimo es de 11 y el valor que más se repite en el aeropuerto del dorado es de 16 minutos de retardos.
- **Comportamiento de los Vuelos Nacionales:** La distribución teórica que más se asemeja en los vuelos con demoras Nacionales es la distribución logarítmica que tiene sus puntos cerca de la línea de tendencia según la prueba de gráficos Q-Q. Al igual, en la prueba de rachas se rechazó la hipótesis nula de que la data tiene una secuencia de aleatoriedad por lo cual está base de tráfico sigue una distribución estadística.
- **Comportamiento de los Vuelos Internacionales:** La distribución teórica que más se asemeja en los vuelos con demoras Internacionales es la distribución logarítmica, que tiene sus puntos cercanos a la línea de tendencia según la prueba de gráficos Q-Q. Al igual, esta hipótesis se rechaza por la prueba de rachas tomando como base de la prueba de la moda, la cual nos indica que la data sigue una aleatoriedad en sus datos y no tiene ningún tipo de distribución estadística.
- **Comportamiento de las Fallas Internas:** La distribución teórica que más se asemeja en los vuelos con demoras de las fallas internas es la distribución logarítmica, que tiene sus puntos cercanos a la línea de tendencia según la prueba de gráficos Q-Q. Al igual, esta hipótesis se rechaza por la prueba de rachas tomando como base de la prueba de la mediana, la cual nos indica que la data sigue una aleatoriedad en sus datos y no tiene ningún tipo de distribución estadística.
- **Comportamiento de las Fallas Externas:** La distribución teórica que más se asemeja en los vuelos con demoras de las fallas externas es la distribución logarítmica, que tiene sus puntos cercanos a la línea de tendencia según la prueba de gráficos Q-Q. Al igual, esta hipótesis NO se rechaza y tiene su sustento por la prueba de rachas tomando como base mediana, la media y la moda la cual nos indica que la data NO sigue una aleatoriedad en sus datos y tiene algún tipo de distribución estadística.
- **Comportamiento de los Vuelos Nacionales con Fallas Externas:** La distribución teórica que más se asemeja en los vuelos nacionales con fallas externas es la distribución logarítmica, que tiene sus puntos cercanos a la línea de tendencia según la prueba de gráficos Q-Q. Al igual, esta hipótesis

se rechaza por la prueba de rachas tomando como base moda la cual nos indica que la data sigue patrones de aleatoriedad en sus datos y no tiene algún tipo de distribución estadística.

- **Comportamiento de los Vuelos Nacionales con Fallas Internas:** La distribución teórica que más se asemeja en los vuelos nacionales con fallas internas es la distribución logarítmica, que tiene sus puntos cercanos a la línea de tendencia según la prueba de gráficos Q-Q. Al igual, esta hipótesis se rechaza por la prueba de rachas tomando como base moda la cual nos indica que la data No sigue patrones de algún tipo de distribución estadística, sino que tiene aleatoriedad en sus datos.
- **Comportamiento de los Vuelos Internacionales con Fallas Internas:** La distribución teórica que más se asemeja en los vuelos internacionales con fallas internas es la distribución logarítmica, que tiene sus puntos cercanos a la línea de tendencia según la prueba de gráficos Q-Q. Al igual, esta hipótesis se rechaza ya que está sustentada por las pruebas de rachas tomando como base la mediana y moda la cual nos indica que la data que No sigue patrones de algún tipo de distribución estadística, sino que tiene aleatoriedad en sus datos.
- **Comportamiento de los Vuelos Internacionales con Fallas Externas:** La distribución teórica que más se asemeja en los vuelos internacionales con fallas externas es la distribución logarítmica, que tiene sus puntos cercanos a la línea de tendencia según la prueba de gráficos Q-Q. Al igual, esta hipótesis se rechaza en las pruebas de rachas tomando como base la media y moda la cual su valor asintótico es superior a 0.05, es decir la data de este comportamiento tiene datos aleatorios por lo cual No sigue patrones de algún tipo de distribución estadística y sus datos son independientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGOODMAN, C. J., & SMALL GRISWOLD, J. D. (4 de Enero de 2019). *Meteorological Impacts on Commercial Aviation Delays and Cancellations*. Obtenido de Meteorological Impacts on Commercial Aviation Delays and Cancellations: <https://eds-a-ebscohost-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=4d55255e-5a72-47a1-8313-fd6346027d0f%40sessionmgr4006>
- AHsin Lin, M., & Zhang, Y. (18 de Marzo de 2017). *Hub-airport congestion pricing and capacity investment*. Obtenido de Hub-airport congestion pricing and capacity investment: file:///C:/Users/DELL/Downloads/Hub-airport_congestion_pricing_and_capacity_invest.pdf
- Absolutviajes. (2017). *Absolutviajes*. Obtenido de Absolutviajes: <https://www.absolutviajes.com/los-tres-principales-aeropuertos-de-colombia/aeropuertos>. (2018). *Aeropuertos.net*. Obtenido de Aeropuertos.net : <https://www.aeropuertos.net/aeropuerto-internacional-el-dorado/>
- ALGARIN BALLESTEROS, J. A., & HITCHENS, N. (19 de Diciembre de 2017). *Meteorological Factors Affecting Airport Operations during the Winter Season in the Midwest*. Obtenido de Meteorological Factors Affecting Airport Operations during the Winter Season in the Midwest.: <https://eds-a-ebscohost-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=a3b35ef7-332c-4b6b-b624-760ae88d867b%40sessionmgr4007>
- Baashirah, R. (2019). *Automation of the Baggage Check-in Process Using RFID System in Airports*. Obtenido de Automation of the Baggage Check-in Process Using RFID System in Airports: <https://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=58baea4c-7576-45ec-9954-b3f12deb7ec2%40pdc-v-sessmgr06&bdata=JmxhbmMc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=e-dseee.8817342&db=edseee>
- Baashirah, R., & Elleithy, K. (3 de Mayo de 2019). *Automation of the Baggage Check-in Process Using RFID System in Airports*. Obtenido de Automation of the Baggage Check-in Process Using RFID System in Airports : <https://ieeexplore-ieee-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8817342>
- Caracol Radio. (17 de Julio de 2019). *Caracol*. Obtenido de Caracol: https://caracol.com.co/radio/2019/07/17/nacional/1563327569_982918.html
- CEPAL. (2017). *Transporte aéreo como motor del desarrollo sostenible en América latina y el caribe: retos y propuestas de política*. Obtenido de Transporte aéreo como motor del desarrollo sostenible en América latina y el caribe: retos y propuestas de política: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43411/1/S1800006_es.pdf

- CIVIL, A. (2017). *LA AVIACIÓN EN CIFRAS*. Obtenido de LA AVIACIÓN EN CIFRAS: <http://www.aerocivil.gov.co/Potada/revi.pdf>
- Dinero. (4 de Abril de 2019). *Dinero*. Obtenido de Dinero: <https://www.dinero.com/edicion-impresa/pais/articulo/fallas-en-el-aeropuerto-internacional-el-dorado-de-bogota/269240>
- Economía. (29 de Marzo de 2019). *PULSO*. Obtenido de PULSO: <https://www.pulzo.com/economia/cuales-mejores-aeropuertos-mundo-2019-PP669687>
- Espectador, E. (20 de Diciembre de 2019). *El Espectador*. Obtenido de El Espectador: <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/denuncian-demoras-y-cancelaciones-en-el-aeropuerto-el-dorado-articulo-896779>
- Gellert, D., & CEO. (9 de Octubre de 2008). *Increase airline takeoff and landing sequences on present runways*. Obtenido de Increase airline takeoff and landing sequences on present runways: <https://ieeexplore-ieee-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/stamp/stamp.jsp?tp=&number=4702819>
- Gillen, D., Jacquillant, A., & Odoni, A. (2016). *Airport demand management: The operations research and economics perspectives and potential synergies*. Obtenido de Airport demand management: The operations research and economics perspectives and potential synergies: <https://eds-b-ebshost-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/eds/detail/detail?vid=0&sid=ea49c376-3d0f-412d-bbf0-d9ea73a18e77%40pdc-v-sessionmgr05&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=S0965856415302640&db=edselp>
- Goodman, C., & Griswold, J. (s.f.).
- Goodman, C., & Griswold, J. (2019). *Meteorological Impacts on Commercial Aviation Delays and Cancellations in the Continental United States*. Obtenido de <https://eds-a-ebshost-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/eds/detail/detail?vid=12&sid=24990188-284e-4be6-92db-9bdf49ca86b%40sessionmgr103&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=135356649&db=eih>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México: Mc Graw Hill education.
- Herrera, A., Moreno, E., & Martner, D. (2014). *Evaluación de una nueva estrategia de atención a los despegues y aterrizajes en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, para reducir los costos de operación de las aeronaves y las demoras de los pasajeros*. Obtenido de Evaluación de una nueva estrategia de atención a los despegues y aterrizajes en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, para reducir los costos de operación de las aeronaves y las demoras de los pasajeros: <https://eds-b-ebshost-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/eds/detail/detail?vid=4&sid=f72be20b-f617-472e-a532-fd33041cbf28%40sdc-v->

- sessmgr02&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=S1405774315300068&db=edselp
- Hirigoyen, R. (21 de Octubre de 2010). *Razones por las cuales es mejor viajar en avión*. Obtenido de Razones por las cuales es mejor viajar en avión: <https://www.guioteca.com/viajes-en-avion/razones-por-las-que-preferir-viajar-en-avion/>
- Jones, J., Lovell, D., & Ball, M. (2015). *Stochastic Optimization Models for transferring Delay Along Flight Trajectories to Reduce Fuel Usage*. Washington D. C.: INFORMS. Obtenido de Stochastic Optimization Models for transferring Delay Along Flight Trajectories to Reduce Fuel Usage.: <https://eds-b-ebshost-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/eds/detail/detail?vid=0&sid=ba7e2beb-fed0-49e9-b553-bb1f929dd38f%40sessionmgr103&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=129223258&db=a9h>
- Larode, E. (2018). Analysis model to quantify potential factors in the growth of air cargo logistics in airports. *Transportation Research Procedia*, 339-346. Obtenido de Analysis model to quantify potential factors in the growth of air cargo logistics in airports: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146518302680?via%3Dihub>
- Lin, M., & Zhang, Y. (9 de Julio de 2017). *Hub-airport congestion pricing and capacity investment*. Obtenido de Hub-airport congestion pricing and capacity investment: <https://eds-b-ebshost-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/eds/detail/detail?vid=0&sid=386302ca-4dbc-4e11-826c-e56ebb948d1b%40pdc-v-sessmgr03&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=S0191261516309055&db=edselp>
- Liu, S., Wan, Y., Ha, H.-K., Yoshida, Y., & Zhang, A. (Septiembre de 2019). *Impact of high-speed rail network development on airport traffic and traffic distribution: Evidence from China and Japan*. Obtenido de Impact of high-speed rail network development on airport traffic and traffic distribution: Evidence from China and Japan: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856418308140?via%3Dihub>
- Liu, S., Wan, Y., Ha, H.-K., Yoshida, Y., & Zhang, A. (Septiembre de 2019). *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Obtenido de Transportation Research Part A: Policy and Practice: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856418308140?via%3Dihub>
- Marín, J. m. (2017). *Análisis no paramétrico El proceso Pruebas no paramétricas*. Obtenido de Análisis no paramétrico El proceso Pruebas no paramétricas: <http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/jmmarin/esp/GuiaSPSS/19np-aram.pdf>

- Meriem Ben Messaoud, K. G., & Riadh , H. (8 de Octubre de 2017). *The multiple runway aircraft landing problem: A case study for tunis carthage airport*. Obtenido de The multiple runway aircraft landing problem: A case study for tunis carthage airport: <https://ieeexplore-ieee-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8123051>
- Minitab18. (2019). *Minitab18*. Obtenido de Minitab18: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/data-concepts/what-is-the-standard-deviation/#:~:text=La%20desviaci%C3%B3n%20est%C3%A1ndar%20es%20la,la%20dispersi%C3%B3n%20de%20los%20datos>.
- Models, E. o.-A. (2012). *Verificar*. Obtenido de Verificar: <https://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=11&sid=5a1e2b1c-e95d-43e1-bc0e-81e30f2364c3%40sessionmgr102&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtG12ZQ%3d%3d#AN=edsndl.oai.union.ndltd.org.USF.oai.scholarcommons.usf.edu.etd-5377&db=edsndl>
- Montes, S. (28 de Agosto de 2019). *La República*. Obtenido de La República: <https://www.larepublica.co/economia/colombia-no-repunta-en-materia-de-competitividad-desde-hace-10-anos-2782688>
- Nayak, N. (2012). *Estimation of the Impact of Single Airport and Multi-Airport System Delay on the National Airspace System using Multivariate Simultaneous Models*. Obtenido de Estimation of the Impact of Single Airport and Multi-Airport System Delay on the National Airspace System using Multivariate Simultaneous Models: <https://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=11&sid=5a1e2b1c-e95d-43e1-bc0e-81e30f2364c3%40sessionmgr102&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtG12ZQ%3d%3d#AN=edsndl.oai.union.ndltd.org.USF.oai.scholarcommons.usf.edu.etd-5377&db=edsndl>
- Nigam , R., & Khelly, G. (Diciembre de 2017). *Cloud Based Flight Delay Prediction using Logistic Regression*. Obtenido de Cloud Based Flight Delay Prediction using Logistic Regression: <https://ieeexplore-ieee-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8389254>
- Nigam, R., & Govinda, K. (2017). *Cloud based flight delay prediction using logistic regression*. Obtenido de Cloud based flight delay prediction using logistic regression: <https://eds-b.ebscohost-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/eds/detail/detail?vid=11&sid=27feb356-f525-41d3-b7d8-9283d57d96c8%40sessionmgr4006&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtG12ZQ%3d%3d#AN=edseee.8389254&db=edseee>
- Nigam, R., & K., G. (Diciembre de 2017). *Cloud based flight delay prediction using logistic regression*. Obtenido de Cloud based flight delay prediction using logistic regression: <https://ieeexplore-ieee-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8389254>

- Oficina de Regulación Económica. (Diciembre de 2009). *Revisión y análisis de la estructura de*. Obtenido de Revisión y análisis de la estructura de: file:///C:/Users/harol/Downloads/Costos_Transporte_Aereo_2009.pdf
- Olariaga, O. D. (2015). Desarrollo reciente y relevancia actual de los ingresos comerciales. *El Servier*, 393-402.
- Organización de Aviación Civil Internacional. (2016). *Plan mundial de navegación aérea 2016–2030*. Obtenido de Plan mundial de navegación aérea 2016–2030: https://www.icao.int/Meetings/a39/Documents/GANP_es.pdf
- Özdemir, M., Cetek, C., & Usinmaz, Ö. (08 de Enero de 2018). *AIRSIDE CAPACITY ANALYSIS AND EVALUATION OF İSTANBUL ATATÜRK AIRPORT USING FAST-TIME SIMULATION*. Obtenido de AIRSIDE CAPACITY ANALYSIS AND EVALUATION OF İSTANBUL ATATÜRK AIRPORT USING FAST-TIME SIMULATION: <https://eds-b-ebshost-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=88cdca-d0-e435-452b-921c-6e9ac30c9178%40pdc-v-sessmgr02>
- Özdemir, M., Cetek, C., & Usinmaz, Ö. (2018). *AIRSIDE CAPACITY ANALYSIS AND EVALUATION OF İSTANBUL ATATÜRK AIRPORT USING FAST-TIME SIMULATION*. Obtenido de AIRSIDE CAPACITY ANALYSIS AND EVALUATION OF İSTANBUL ATATÜRK AIRPORT USING FAST-TIME SIMULATION: <https://eds.a-ebshost-com/eds/detail/detail?vid=13&sid=f72be20b-f617-472e-a532-fd33041cbf28%40sdc-v-sessmgr02&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=129414232&db=a9h>
- Peréz, J., Peréz, J., & Gómez, D. (2017). Modelling the asymmetric probabilistic delay of aircraft arrival. *Journal of Air Transport Management*, 90-98. Obtenido de Modelling the asymmetric probabilistic delay of aircraft arrival: <https://eds-b-ebshost-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/eds/detail/detail?vid=0&sid=8f1ecba5-72a6-4967-86d2-4052029f61c8%40sessionmgr101&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#db=edselp&AN=S0969699716304392>
- Ricardi, F. Q. (3 de Marzo de 2011). *MEDWAVE*. Obtenido de MEDWAVE: <https://www.medwave.cl/medios/medwave/marzo2011/1/medwave.2011.03.4934.pdf>
- Rodríguez Sanz, Á., Gómez Comendadora, F., Arnaldo Valdés, R., Pérez Castán, J., Barragán Montes, R., & Cámara Serrano, S. (2019). Assessment of airport arrival congestion and delay: Prediction and reliability. *Transportation Research Part C*, 255-283. Obtenido de Assessment of airport arrival congestion and delay: Prediction and reliability: <https://eds-b-ebshost-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/eds/detail/detail?vid=0&sid=aae2c0fd-0b29-470e-a81d-2424c96b839d%40sessionmgr101&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=S0968090X18302493&db=edselp>

- Rodriguez, A., Comedor, F., Valdés, R., & Pérez, J. (Junio de 2018). *Characterization and prediction of the airport operational saturation*. Obtenido de Characterization and prediction of the airport operational saturation: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0969699717303691?via%3Dihub>
- Rodriguez, A., Comedor, F., Valdés, R., & Pérez, J. (2018). *Characterization and prediction of the airport operational saturation*. Obtenido de Characterization and prediction of the airport operational saturation: <https://eds-b-ebshost-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/eds/detail/detail?vid=0&sid=55690e69-ceed-4bda-b8f5-3b736ece4614%40sessionmgr102&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=S0969699717303691&db=edselp>
- Rodriguez, A., Comedor, F., Valdez, R., Pérez, J., Montes, R., & Serrano, S. (2019). *Assessment of airport arrival congestion and delay: Prediction and reliability*. Obtenido de Assessment of airport arrival congestion and delay: Prediction and reliability: <https://eds-b-ebshost-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/eds/detail/detail?vid=0&sid=aae2c0fd-0b29-470e-a81d-2424c96b839d%40sessionmgr101&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=S0968090X18302493&db=edselp>
- Rouchdi, Y., Haibi, A., El Yassini, K., Boulmalf, M., & Oufaska, K. (9 de Octubre de 2018). *RFID Application to Airport Luggage Tracking as a Green Logistics Approach*. Obtenido de RFID Application to Airport Luggage Tracking as a Green Logistics Approach: <https://ieeexplore-ieee-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8596629>
- S., K., Chou, C.-A., H.W., L., & D., E. (06 de Julio de 2014). *A systems approach for scheduling aircraft landings in JFK airport*. Obtenido de A systems approach for scheduling aircraft landings in JFK airport: <https://ieeexplore-ieee-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6891588>
- Schaper, M., Tsoukala, G., Stavrat, R., & Papadopoulos, N. (13 de Octubre de 2011). *Departure flow control through takeoff sequence optimisation: Setup and results of trials at Athens airport*. Obtenido de Departure flow control through takeoff sequence optimisation: Setup and results of trials at Athens airport: <https://ieeexplore-ieee-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6095986>
- Shen, D., Rankin, W., & Le, M. (2016). Self-education of agents in the Multi-Airport Logistics System: A multiple cases study. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 2745-2755. Obtenido de Self-education of agents in the Multi-Airport Logistics System: A multiple cases study.: <https://eds.b-ebshost.com/eds/detail/detail?vid=2&sid=5a1e2b1c-e95d-43e1-bc0e-81e30f2364c3%40sessionmgr102&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#db=a9h&AN=120486985>

- Siegmann, J., & Boloukian, R. (19 de Junio de 2015). Urban Logistics; a Key for the Airport-Centric Development – A Review on Development Approaches and the Role of Urban Logistics in Comprehensive Airport-Centric Planning. *Transportation Research Procedia* , 800-811. Obtenido de Urban Logistics; a Key for the Airport-Centric Development – A Review on Development Approaches and the Role of Urban Logistics in Comprehensive Airport-Centric Planning: https://www.google.com/search?q=traslate&rlz=1C1SQJL_esCO812CO812&oq=tras&aqs=chrome.1.69i57j69i59j0l4.2078j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8
- Significados. (27 de Septiembre de 2019). *Significados*. Obtenido de Significados: <https://www.significados.com/tipos-de-investigacion/>
- SPSS . (2017). *SPSS FREE La Forma más Fácil de Aprender SPSS*. Obtenido de SPSS FREE La Forma más Fácil de Aprender SPSS: <http://www.spssfree.com/curso-de-spss/analisis-descriptivo/medidas-de-distribucion-curtosis-asimetria.html>
- Torres Camargo , J. C. (Marzo de 2017). *La Aviación en Cifras*. Obtenido de La Aviación en Cifras: <http://www.aerocivil.gov.co/Potada/revi.pdf>
- Tutorial SPSS 15. (2010). *SPSS: PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS*. Obtenido de SPSS: PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS: https://www.uv.es/innomide/spss/SPSS/SPSS_0802A.pdf
- Universitat de Girona. (2016). *Porqué hay retrasos en los aeropuertos*. Obtenido de Porqué hay retrasos en los aeropuertos: <https://www.euroaula.com/es/porque-hay-retrasos-en-los-aeropuertos>
- Varela Villaba, R., & Olarte Ordoñez, T. (30 de Octubre de 2017). *ANÁLISIS DE LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR TURÍSTICO DEL ÁREA METROPOLITANA D...* Obtenido de ANÁLISIS DE LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR TURÍSTICO DEL ÁREA METROPOLITANA D...: <https://eds-a-ebsohost-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=db4f49a4-755d-4d2f-9f6e-8fdcaf5afa37%40sdc-v-sessmgr03>
- Vergara, S. (09 de Septiembre de 2019). *Semana* . Obtenido de Semana: <https://www.semana.com/economia/articulo/por-que-el-aeropuerto-el-dorado-esta-colapsado/632691>
- Vida & Arte. (30 de Marzo de 2018). *Expansión en Alianza con CNN*. Obtenido de Expansión en Alianza con CNN: https://www.google.com/amp/s/expansion.mx/tendencias/2018/01/30/10-cosas-que-ocurren-antes-de-que-tu-avion-despegue%3f_amp=true
- Yun, B., Guo, Z., Asian, S., Wang, H., & Gnag, C. (2019). *Flight delay prediction for commercial air transport: A deep learning approach*. Obtenido de Flight delay prediction for commercial air transport: A deep learning approach: <https://eds-b-ebsohost-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/eds/detail/detail?vid=0&sid=2059b809-25cf-4f89-a545-0e579d820973%40pdc-v->

sessmgr01&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=S
1366554518311979&db=edselp

Zuidberg, J. (2017). *Explorando los determinantes para la rentabilidad del aeropuerto: características del tráfico, transportistas de bajo costo, estacionalidad y eficiencia de costos*. Obtenido de Explorando los determinantes para la rentabilidad del aeropuerto: características del tráfico, transportistas de bajo costo, estacionalidad y eficiencia de costos: <https://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=19&sid=f72be20b-f617-472e-a532-fd33041cbf28%40sdc-v-sessmgr02&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=S0965856415303475&db=edselp>

ANEXOS

Anexo 1. Códigos de Demoras IATA.

CIRCULAR #2 - ANEXO 01 - Códigos de demora de causas de incumplimiento de Itinerario

CÓDIGOS DE DEMORA DE IATA				
CÓD	EVENTO	OBSERVACIONES	MOTIVO	CAUSAS
CÓDIGOS INTERNOS DE LA COMPAÑÍA				
01	DEMORAS INTERNAS NACIONALES.	Mayor tiempo de rodaje en salida que el estándar con responsabilidad de la compañía.	OPERACIONALES	INTERNO
02	DEMORAS INTERNAS INTERNACIONALES.	Demoras de diverso tipo de entre 1 y 3 minutos de duración ocasionadas por las áreas operativas (Operaciones, Servicios, I&M, Conformidad Regulatoria y Carga).	OPERACIONALES	INTERNO
03	INCONTROLABLES CLIENTES	- Manejo de viajeros especiales (discapacitados, ancianos o niños recomendados). - Manejo de viajeros con comportamiento agresivo o fuera de control. - Manejo de viajeros enfermos a bordo. - Manejo de viajeros que desisten de volar a última hora (estando abordo). - Obstrucción de baños por mal uso por parte de los viajeros. - Pasajeros chequeados que no se presentan en sala o en la puerta del avión.	OPERACIONALES	EXTERNO
04	VUELOS BORRADOS	Son aquellos vuelos registrados, que fueron cancelados (no comercializados por la aerolínea) y no notificados por escrito ante la autoridad, de acuerdo a la normatividad de cambios en el itinerario vigente.	OPERACIONALES	INTERNO
05	SEGURIDAD INTERNA	- Manejo de viajeros en condiciones jurídicas especiales - Revisión previa de seguridad del avión (destape del avión)	OPERACIONALES	INTERNO
OTROS				
06	NO DISPONIBILIDAD DE PUERTA DE EMBARQUE O POSICIÓN DE PARQUEO DEBIDO A LA PROPIA ACTIVIDAD DE LA COMPAÑÍA.	No disponibilidad de puertas de embarque o posiciones de parqueo por estar ocupadas por otros aviones de la compañía.	OPERACIONALES	EXTERNO
ITINERARIOS				

CIRCULAR #2 - ANEXO 01 - Códigos de demora de causas de incumplimiento de Itinerario

09	TIEMPO DE TRANSITO POR ITINERARIO INFERIOR QUE EL MINIMO DECLARADO COMO NECESARIO PARA EL TIPO DE AVION.	El tiempo de tránsito dado en el itinerario publicado es inferior al estándar para el tipo de avión y no está señalado como excepción en dicho itinerario.	OPERACIONALES	INTERNO
PASAJEROS Y EQUIPAJE.				
11	CHEQUEO TARDIO, aceptación de pasajeros después de la hora límite.	Aceptación de chequear pasajeros con posterioridad a la hora límite establecida como estándar.	OPERACIONALES	INTERNO
12	CHEQUEO TARDIO, congestión en el área de mostradores.	Pasajeros chequeados por fuera de la hora límite como consecuencia de congestión en el área de mostradores por personal insuficiente.	OPERACIONALES	INTERNO
13	ERROR DE CHEQUEO, de pasajeros o equipajes.	Errores en los procedimientos de chequeo: - Documentos, visas, etiquetas de equipaje, ingreso de datos de conexiones al sistema. - Doble asignación de una misma silla.	OPERACIONALES	INTERNO
14	SOBREVENTA, errores en reservaciones.	-Vuelos sobrevendidos, manejo de viajeros no abordados (denied boarding-voluntarios e involuntarios). -Errores en reservaciones que implican negación de abordaje.	OPERACIONALES	INTERNO
15	ABORDAJE, discrepancias y compaginación, pasajeros chequeados faltantes.	-Discrepancias en cierre o cuadre de vuelo (diferencia de pasabordos entre Salas y Auxiliares de Vuelo). -Pasajeros abordados que no tienen silla asignada. - Dificultades en abordaje de viajeros recomendados (grupos numerosos, documentación incorrecta, etc.). -Suministro de Servicios Especiales a viajeros (sillas de ruedas, oxígeno medicado, etc.) -Rechazo de equipaje de mano por tamaño. -Envío tardío del listado de equipajes por parte de sala de abordaje.	OPERACIONALES	INTERNO
16	PUBLICIDAD COMERCIAL / CONVENIENCIA DE PASAJEROS, VIP,	- Vuelos cancelados por bajo tráfico o solicitud del chartheador. - Manejo de pasajeros VIP.	OPERACIONALES	INTERNO

CIRCULAR #2 - ANEXO 01 - Códigos de demora de causas de incumplimiento de itinerario

	faltantes de prensa, comidas o elementos personales a abordar.	-Recuperación de objetos personales esenciales (documentos, computadores, dinero) olvidados por pasajeros en sala de espera o sala VIP. - Faltantes de comida de Clase Ejecutiva a última hora, como consecuencia de up-grades, endosos de otras aerolíneas, atención de clientes frecuentes, etc. - Faltante de elementos de servicio a bordo a última hora, especialmente para Clase Ejecutiva (almohadas, cobijas, licores, revistas, prensa, etc.) como consecuencia de up-grades, endosos de otras aerolíneas, atención de clientes frecuentes, etc.		
17	ORDEN (SOLICITUD) DE CATERING , solicitud incorrecta o tardía al proveedor.	Cuando el número de comidas a abordar es insuficiente por error de quien pasó la solicitud (reservas) o porque dicha solicitud fue hecha tardíamente.	OPERACIONALES	INTERNO
18	PROCESAMIENTO DE EQUIPAJE , clasificación, etc.	-Mayor tiempo en proceso de clasificación y verificación de equipajes. -Mayor tiempo en inspección de seguridad de compañía (no de autoridades) de equipajes. - Mayor tiempo en proceso de traslado de equipajes, entre terminales o entre terminal y avión. - Mayor tiempo buscando equipaje a desabordar porque su propietario no viaja - Equipaje de conexión sin clasificar.	OPERACIONALES	INTERNO
19	ABORDAJE	Desabordaje de viajeros con movilidad reducida.	OPERACIONALES	INTERNO
CARGA Y CORREO (Si las demoras causadas por manejo del correo pueden ser identificadas, usar los códigos 27 – 29, si no, usar los códigos 21 – 26).				
21	DOCUMENTACIÓN , errores, etc.	Errores en documentación de la carga. Manifiesto, notificación de Mercancías Peligrosas, etc.	OPERACIONALES	INTERNO
22	POSICIONAMIENTO TARDIO	Ubicación tardía de la carga junto al avión para su embarque.	OPERACIONALES	INTERNO

CIRCULAR #2 - ANEXO 01 - Códigos de demora de causas de incumplimiento de Itinerario

23	ACEPTACIÓN TARDÍA	Aceptación de la carga al cliente con tiempo insuficiente para el trámite de su registro y documentación.	OPERACIONALES	INTERNO
24	EMBALAGE INADECUADO	Carga cuyo embalaje no cumple con las normas y estándares o que presenta deficiencias en el mismo (roturas, fugas, etc.) y debe ser reparado o sustituido	OPERACIONALES	INTERNO
25	SOBREVENTA , error de reservación.	Se aceptó mayor cantidad de carga de la que es factible embarcar en el avión, bien sea por capacidad o por limitaciones de rendimiento	OPERACIONALES	INTERNO
26	PREPARACIÓN TARDÍA EN EL ALMACÉN.	Carga que tuvo demora en ser preparada (colocada en contenedores o pallets) en el almacén y por ello llega tarde al avión.	OPERACIONALES	INTERNO
CORREO UNICAMENTE				
27	DOCUMENTACIÓN, EMBALAGE, etc.	-Documentación incorrecta de los bultos o paquetes de correo -Embalaje inadecuado del correo, que obliga a sustituirlo o repararlo	OPERACIONALES	INTERNO
28	POSICIONAMIENTO TARDÍO.	Colocación tardía del correo junto al avión para su embarque	OPERACIONALES	INTERNO
29	ACEPTACIÓN TARDÍA.	Aceptación al cliente de correo con posterioridad a la hora límite para ello antes de la salida del vuelo.	OPERACIONALES	INTERNO
MANEJO DE AERONAVES Y OPERACIONES DE RAMPA				
31	DOCUMENTACIÓN DEL AVIÓN DEMORADA O INEXACTA , peso y balance, declaración general, manifiesto de pasajeros, etc.	-Falta de certificados del avión a bordo: aeronavegabilidad, matrícula, seguros, por parte de la aerolínea. - Falta de permiso para operación al país de destino o no estar incluido en Especificaciones de Operación - Falta de manuales a bordo - Falta o error en Declaración General (General Deck) o en Manifiesto de Tripulación (Crew Manifest) - Falta o error en Manifiesto de Pasajeros - Errores o demoras en emisión de Manifiesto de Peso y Balance - Demora en emisión de datos finales	OPERACIONALES	INTERNO

CIRCULAR #2 - ANEXO 01 - Códigos de demora de causas de incumplimiento de itinerario

		de peso y balance tras cierre del vuelo		
32	CARGUE / DESCARGUE , carga voluminosa, especial, carga en cabina, falta de personal de cargue.	- Manejo de carga voluminosa - Manejo de carga pesada - Manejo de carga especial (delicada, Mercancía Peligrosa, animales vivos, etc.) - Falta de personal para cargue y descargue - Retiro de mercancías peligrosas en cargas especiales (por ejemplo la batería de una moto)	OPERACIONALES	INTERNO
33	EQUIPO DE CARGUE , falta o daño del mismo, por ejemplo cargador de container o pallet, falta de personal de cargue,	- Falta de equipo de cargue (cargador, banda transportadora, etc.) por - insuficiencia de unidades o indisponible por fallas - Falta de personal operario del equipo de cargue	OPERACIONALES	INTERNO
34	EQUIPO DE SERVICIO , falta o daño el mismo, falta de personal, por ejemplo escaleras.	- Falta de equipo de asistencia en tierra: Planta eléctrica, escaleras, drenaje, de baños, etc. por - insuficiencia de unidades o indisponible por fallas - Falta de personal operario del equipo de servicio	OPERACIONALES	INTERNO
35	LIMPIEZA DEL AVION.	- Llegada tarde del personal de limpieza - Insuficiencia de personal de limpieza - Mayor tiempo que el estándar en el proceso de limpieza - Falta o falta de equipo de limpieza (aspiradores, traperos, etc.) - Limpiezas especiales (derrames, manchas, etc.)	OPERACIONALES	INTERNO
36	TANQUEO / DESTANQUEO , proveedor de combustible.	- Llegada tarde del proveedor al avión - Ejecución incorrecta de la orden de tanqueo (más o menos combustible que el requerido) - Insuficiente combustible en el camión abastecedor (es necesario traer otro camión) - Fallas en el equipo abastecedor - Obligación de usar una posición remota o una posición fija para el tanqueo - Necesidad de hacer Tankering - Emisión tardía de la orden de	OPERACIONALES	INTERNO

CIRCULAR #2 - ANEXO 01 - Códigos de demora de causas de incumplimiento de Itinerario

		tanqueo - Falta de técnico de mantenimiento para supervisar el tanqueo.		
36.1	TANQUEO / DESTANQUEO , proveedor de combustible.	-Desabastecimiento de combustible en la zona, por fuerza mayor. -Problemas en abastecimiento atribuibles al proveedor (soporte).	OPERACIONALES	EXTERNO
37	CATERING , entrega o embarque tardío.	- Llegada tarde del proveedor al avión - Cantidad insuficiente de provisiones (por debajo de lo ordenado) - Mayor tiempo en el abordaje de provisiones - Falla mecánica del camión del proveedor - Rechazo de trolleys (por la tripulación de cabina) por encontrarlos en mal estado o con funcionamiento defectuoso.	OPERACIONALES	INTERNO
38	ULD (Unit Load Device, Dispositivo Unitario de Carga) , es decir, contenedores, pallets, etc.) Falta de o en condición inutilizable.	- Falta de contenedores o pallets - Necesidad de reemplazar contenedores o pallets por estar en mal estado	OPERACIONALES	INTERNO
39	EQUIPO TÉCNICO , falta o daño del mismo, falta de personal, por ejemplo remolque (pay mover).	- Falta de equipo técnico para apoyo en la operación del avión, p. ej. tractor (pay mover), arrancador, planta eléctrica, etc. - Falta de personal operario del equipo técnico	OPERACIONALES	INTERNO
EQUIPO TECNICO Y DE AVIONES				
41	DEFECTOS DEL AVION	Falla del avión producida en forma repentina (es decir sin antecedentes en días anteriores) que se presente durante la preparación del mismo o su operación y que requiere la intervención de Ingeniería y Mantenimiento y en que la acción	TECNICAS	INTERNO

CIRCULAR #2 - ANEXO 01 - Códigos de demora de causas de incumplimiento de Itinerario

		correctiva es el reemplazo de partes o la realización de reparaciones.		
42	MANTENIMIENTO PROGRAMADO, entrega demorada.	- Entrega del avión por Mantenimiento con posterioridad a la hora o fecha prevista luego de un servicio de mantenimiento programado - Fallas de elementos que deben ser verificados en los servicios normales de mantenimiento (tránsito, pernoctada) pero que no lo son y aparecen en la operación (ej. ruedas desgastadas, frenos desgastados, cantidad de fluidos, equipo de emergencia, etc.)	TECNICAS	INTERNO
43	MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO, pruebas especiales y / o trabajos adicionales más allá del mantenimiento normal programado.	Intervención de mantenimiento que no estaba programada pero que requiere de la realización de trabajos, pruebas o procedimientos adicionales para retomar el avión a condición de aeronavegable, por ejemplo: - Fallas detectadas durante los servicios de pernoctada - Reportes repetitivos - Cierre de diferidos categoría A	TECNICAS	INTERNO
44	REPUESTOS Y EQUIPO DE MANTENIMIENTO, falta o daño de los mismos.	Reparación de una falla que se ve retrasada por la no disponibilidad de un componente o un repuesto del avión o de una herramienta o equipo especial necesarios para ello.	TECNICAS	INTERNO
45	REPUESTOS AOG (Aircraft On Ground), a ser llevados a o desde otra estación.	Necesidad de situar un repuesto o componente o el equipo para su instalación y prueba en otra base	TECNICAS	INTERNO
46	CAMBIO DE AVION, por razones técnicas.	Necesidad de cambio de avión al no quedar disponible el originalmente asignado, por razones técnicas	TECNICAS	INTERNO
47	AVIÓN DE RESERVA, falta de avión programado como de reserva, por razones técnicas	No es factible el uso del avión programado como de reserva, por no encontrarse éste disponible por razones técnicas	TECNICAS	INTERNO
48	AJUSTES A LA CONFIGURACIÓN /	Mayor tiempo en la ejecución de cambios programados de	TECNICAS	INTERNO

CIRCULAR #2 - ANEXO 01 - Códigos de demora de causas de incumplimiento de Itinerario

	VERSION DE CABINA PROGRAMADA.	configuración de cabina, cuando se usa configuración variable		
DANOS AL AVION				
51	DAÑO DURANTE OPERACIONES DE VUELO , Impacto con aves, impacto de rayos, turbulencia, aterrizaje duro o con sobrepeso, colisión durante carreteo.	Daños sufridos por el avión durante su operación en vuelo y en tierra incluyendo los rodajes por propios medios: - Impacto de aves - Impacto de rayo - Impacto de granizo - Impacto o ingestión de cuerpos extraños (piedras, fragmentos, hielo, etc.) - Encuentro con turbulencia severa en vuelo - Aterrizaje fuerte o violento - Aterrizaje con sobrepeso - Colisión durante carreteo por propios medios con objetos móviles o estacionarios	TECNICAS	EXTERNO
52	DAÑO DURANTE OPERACIONES DE TIERRA , (sin responsabilidad de la aerolínea)	Daños sufridos por el avión durante la permanencia en tierra, incluido durante desplazamientos por remolque, tales como: - Daños y/o golpes a la aeronave en movimiento y/o parqueo, cargue y/o descargue (sin responsabilidad de la compañía) - Condiciones climáticas extremas: granizo, rayos, inundación de rampa, huracanes, hielo, nieve, etc. - Contaminación del avión con cualquier agente contaminante (sin responsabilidad de la compañía) - Daños causados por viajeros en el desabordaje o abordaje - Golpes por otras aeronaves de otras aerolíneas	TECNICAS	EXTERNO
52.1	DAÑO DURANTE OPERACIONES DE TIERRA , (con responsabilidad de la aerolínea)	- Aterrizaje con sobrepeso - Daños y/o golpes a la aeronave en movimiento y/o parqueo, cargue y/o descargue (Con responsabilidad de la compañía) - Impacto con instalaciones fijas o semi fijas (puentes de embarque, edificios, postes, etc.) (Ground Handling propio de la compañía)	TECNICAS	INTERNO

CIRCULAR #2 - ANEXO 01 - Códigos de demora de causas de incumplimiento de Itinerario

EDP (Electronic Data Processing) / Falla de equipo automatizado.				
55	CONTROL DE SALIDAS (DEPARTURE CONTROL)	- Falla en el sistema de reservas y/o Check-in (Amadeus, Cóndor) - Falla en el módulo DCS del Cóndor (o de Amadeus), que permite la elaboración automática del Manifiesto de Peso y Balance	OPERACIONALES	INTERNO
56	PREPARACIÓN DE CARGA / DOCUMENTACIÓN	Falla en los sistemas automáticos de elaboración y registro de Guías de carga	OPERACIONALES	INTERNO
57	PLANES DE VUELO.	Falla en los sistemas automatizados de elaboración/generación de planes de vuelo por parte de la aerolínea	OPERACIONALES	INTERNO
58	FALLAS EN OTROS SISTEMAS AUTOMATIZADOS	Falla en los sistemas automatizados de elaboración/generación de planes de vuelo por parte de la Autoridad y/o concesionarios.	OPERACIONALES	EXTERNO
OPERACIONES DE VUELO Y TRIPULACIONES				
61	PLAN DE VUELO, demora en su elaboración o cambio del mismo, documentación de vuelo.	-Elaboración tardía del plan de vuelo - Error en el plan de vuelo - Cambios de última hora al plan de vuelo - Vencimiento del plan de vuelo - No presentación del plan de vuelo ATC o presentación demorada del mismo - Falta de reportes/pronósticos de tiempo	OPERACIONALES	INTERNO
61A	PLAN DE VUELO, demora en su elaboración o cambio del mismo, documentación de vuelo.	Falla de los sistemas de la(s) Autoridad(es) en los planes de vuelo	OPERACIONALES	EXTERNO
62	REQUERIMIENTOS OPERACIONALES, combustible, alteración del cargue.	- Solicitud de retanqueo por despacho o por el Capitán - Modificaciones al cargue del avión (bajar carga, equipaje, mover entre bodegas, reasignar sillas para centrado) - Modificaciones al cargue del avión por restricciones de peso por pista mojada o por aumento de	OPERACIONALES	INTERNO

CIRCULAR #2 - ANEXO 01 - Códigos de demora de causas de incumplimiento de Itinerario

		temperatura ambiente - Mayor tiempo que el especificado en los estándares para la realización de los procedimientos normales de preparación de cabina. - Aclaración de MEL - Aclaración de reporte de mantenimiento y/o su respuesta - Cubrimiento de faltantes de equipo de emergencia		
63	ABORDAJE TARDÍO DE LA TRIPULACIÓN TÉCNICA O PROCEDIMIENTOS DE SALIDA DEMORADOS, diferentes a conexiones de tripulaciones o uso de tripulaciones de reserva (ya sean solo los pilotos o la tripulación completa).	- Llegada tarde de la tripulación de pilotos al avión - Demora de la tripulación en pasar filtros de seguridad o control de pasaportes - Demora en procedimientos administrativos previos al vuelo (cobro de viáticos, otros) - Demora en procedimientos operacionales en tierra previos al vuelo (briefing de tripulación, briefing de despacho, firma de documentos) - Discrepancias en número de personas a bordo causadas por Tripulantes Adicionales que no pasan por sala de embarque	OPERACIONALES	INTERNO
64	FALTANTE DE TRIPULACIÓN TÉCNICA, enfermedad, esperando reserva, limitación de tiempo de vuelo, hora de alimentación, visa, certificados de vacuna, etc.	Faltante de tripulación técnica (pilotos) ocasionado por: - Documentación personal incompleta (licencias, pasaportes, certificados médicos y de vacunación) - Enfermedad - Calamidad doméstica - Vencimiento de limitaciones de tiempo de vuelo o servicio - Falta de visas y permisos - Vencimiento de calificaciones habilitantes para vuelo (simulador, escuela, etc.) - Restricciones operacionales (falta de chequeo de rutas al destino) - Espera de tripulante en reserva notificado para volar - Vencimiento de limitaciones de tiempo en vuelo o servicio	OPERACIONALES	INTERNO
65	SOLICITUDES ESPECIALES DE LA TRIPULACIÓN TÉCNICA, por fuera de	- Manejo de sillas de tripulación (Jump Seat) autorizadas por el Capitán a pasajeros con billete de descuento	OPERACIONALES	INTERNO

CIRCULAR #2 - ANEXO 01 - Códigos de demora de causas de incumplimiento de Itinerario

	los requerimientos operacionales.	- Aclaración de aplicabilidad de políticas o reglamentación (MOV, RAC, Boletines, etc.) - Solicitud del Capitán de retrasar o detener el abordaje - Necesidad de reparaciones como consecuencia de errores de la tripulación en la operación de sistemas del avión. - Otras solicitudes o acciones de la tripulación técnica que no estén dentro de los requerimientos operacionales - Errores de la tripulación técnica		
66	ABORDAJE TARDÍO DE LA TRIPULACIÓN DE CABINA O PROCEDIMIENTOS ESPECIALES DE SALIDA , diferentes a conexiones de tripulaciones o uso de tripulaciones de reserva.	- Llegada tarde de la tripulación de auxiliares al avión - Demora de la tripulación de auxiliares en pasar filtros de seguridad o control de pasaportes - Demora en procedimientos administrativos previos al vuelo (cobro de viáticos, firma de papeles) - Demora en procedimientos operacionales en tierra previos al vuelo (briefing de tripulación, asignación de funciones) - No disponibilidad de medios de transporte para llevar la tripulación al avión cuando está en posición remota	OPERACIONALES	INTERNO
66A	ABORDAJE TARDÍO DE LA TRIPULACIÓN DE CABINA O PROCEDIMIENTOS ESPECIALES DE SALIDA , diferentes a conexiones de tripulaciones o uso de tripulaciones de reserva.	Si es fuerza mayor como enfermedad, incapacidad, calamidad, es externo}	OPERACIONALES	EXTERNO
67	FALTANTE DE TRIPULACIÓN DE CABINA , enfermedad, esperando reserva, limitaciones de tiempo de vuelo, hora de alimentación, alimentación, visa, certificados de vacunación, etc.	Faltante de tripulación de cabina (auxiliares) ocasionado por: - Enfermedad - Calamidad doméstica - Documentación personal incompleta (licencias, pasaportes, certificados médicos y de vacunación) - Falta de visas y permisos - Vencimiento de calificaciones habilitantes para vuelo (escuela, evacuación, etc.)	OPERACIONALES	INTERNO

CIRCULAR #2 - ANEXO 01 - Códigos de demora de causas de incumplimiento de Itinerario

		- Espera de tripulante en reserva notificado para volar - Vencimiento de limitaciones de tiempo de vuelo o servicio		
68	ERROR DE LA TRIPULACIÓN DE CABINA O SOLICITUDES ESPECIALES , por fuera de los requerimientos operacionales.	- Activación de deslizadores - Operación errada de sistemas que induzcan fallas o daños a los equipos del avión (sistemas de entretenimiento, sistemas de los galleys, puertas) - Error en o falta de chequeo del equipo de emergencia, detección tardía de elementos faltantes o vencidos - Solicitudes de limpieza o drenaje adicionales a lo estándar - Falta de conocimiento de documentación requerida por viajeros recomendados o en condiciones jurídicas especiales o enfermos	OPERACIONALES	INTERNO
69	SOLICITUD DEL CAPITÁN DE UNA INSPECCION DE SEGURIDAD , inspección no rutinaria o extraordinaria.	Solicitud de inspección de seguridad adicional o especial por desabordaje de pasajero ya embarcado u otra razón que se considere justificada	OPERACIONALES	INTERNO
CONDICIONES CLIMÁTICAS				
71	AEROPUERTO DE SALIDA.	Condiciones climáticas adversas en el aeropuerto de origen: - Baja visibilidad - Lluvia, nieve, granizo o tormenta - Vientos de cola o por encima de los límites	INCONTROLABLES	EXTERNO
72	AEROPUERTO DE DESTINO.	Condiciones climáticas adversas en el aeropuerto de destino: - Baja visibilidad - Lluvia, nieve, granizo o tormenta - Vientos de cola o por encima de los límites	INCONTROLABLES	EXTERNO

CIRCULAR #2 - ANEXO 01 - Códigos de demora de causas de incumplimiento de Itinerario

73	AEROPUERTO ALTERNO DE DESTINO O EN RUTA.	Condiciones climáticas adversas en el aeropuerto de alternativa, si es que ha debido procederse a este: - Baja visibilidad - Lluvia, nieve, granizo o tormenta eléctrica - Vientos de cola o por encima de los límites - Condiciones climáticas a lo largo de la ruta: - Vientos en contra (o a favor, si ello obliga a demorar el vuelo para cumplir con hora de llegada en el destino) - Tormentas, huracanes o actividad volcánica que obliguen a tomar rutas más largas	INCONTROLABLES	EXTERNO
75	DESHIELO DEL AVIÓN , remoción de hielo y/o nieve, prevención de escarcha, excluyendo indisponibilidad de equipo para estas tareas.	Actividad de remoción de hielo o nieve del avión o aplicación de agente anticongelante al avión para prevenir la acumulación de hielo o nieve, cuando hay condiciones de hielo en el aeropuerto de origen	INCONTROLABLES	EXTERNO
76	REMOCION DE NIEVE, HIELO, AGUA Y ARENA DE LAS PISTAS.	Actividad de remoción de hielo, nieve, granizo, arena o ceniza volcánica de las rampas y pistas del aeropuerto	INCONTROLABLES	EXTERNO
77	MANEJO DE RAMPA DIFICULTADO POR CONDICIONES METEOROLÓGICAS ADVERSAS.	Actividades de rampa dificultadas o impedidas por las condiciones climáticas vigentes durante la preparación o tránsito del vuelo: - Tormenta eléctrica - Lluvia intensa, granizo, nevada - Niebla densa - Vientos muy intensos o huracanados	INCONTROLABLES	EXTERNO
RESTRICCIONES POR CONTROL DE TRAFICO AEREO				
81	ATFM (Air Traffic Flow Management) DEBIDO A LIMITACION DE CAPACIDAD DEL SISTEMA DE ATC EN RUTA O A ALTA DEMANDA , problemas comunes de demanda / capacidad	- Mayor tiempo de vuelo que el previsto en el itinerario, durante el trayecto previo, ocasionado por los Servicios de Tránsito Aéreo, lo que causa la llegada tarde del avión. - Demoras por control de afluencia (flow) para salir hacia Bogotá por saturación del área terminal como consecuencia de alta demanda	RAC	EXTERNO

CIRCULAR #2 - ANEXO 01 - Códigos de demora de causas de incumplimiento de Itinerario

82	ATFM DEBIDO A PERSONAL O EQUIPOS DE ATC EN RUTA , capacidad reducida por Movimiento Sindical o déficit de personal o falla de equipos, demanda extraordinaria causada por reducción de capacidad en áreas vecinas.	Restricciones de capacidad en el número de llegadas por hora decididas por el ATS (en particular en BOG por debajo de 30), como consecuencia de fallas en radar, en radioayudas (ILS; VOR) o en comunicaciones.	COM	EXTERNO
83	ATFM DEBIDO A RESTRICCIÓN EN AEROPUERTO DE DESTINO , aeropuerto y / o pista cerrados debido a obstrucción, Movimiento Sindical, déficit de personal, conmoción política, reducción de ruido, limitaciones nocturnas, vuelos especiales.	Restricciones de capacidad en el número de llegadas por hora decididas por el ATS (en particular en BOG, por debajo de 30), como consecuencia de cierres de pista, de calles de rodaje, obstrucción de pista, vuelos en emergencia, etc.	INCONTROLABLES	EXTERNO
84	ATFM DEBIDO A CONDICIONES METEOROLÓGICAS EN EL AEROPUERTO DE DESTINO.	Restricciones de capacidad en el número de llegadas por hora en el aeropuerto de destino decididas por el ATS (en particular en BOG, por debajo de 30), como consecuencia de condiciones meteorológicas desfavorables en el área terminal, en el área de aproximación o en el aeropuerto.	INCONTROLABLES	EXTERNO
AUTORIDADES GUBERNAMENTALES Y AEROPORTUARIAS				
85	MEDIDAS DE SEGURIDAD MANDATORIAS	Medidas de seguridad establecidas y aplicadas regularmente por las autoridades (policía, aduana, organismos de salud, DAS) - Inspección de pasajeros - Inspección de equipajes - Inspección del avión - Filtros de seguridad para pasajeros (congestión, falla en equipos) - Inspecciones de seguridad por autoridades aeronáuticas: Aerocivil, FAA o cualquier otra autoridad aeronáutica local	INCONTROLABLES	EXTERNO

CIRCULAR #2 - ANEXO 01 - Códigos de demora de causas de incumplimiento de Itinerario

86	INMIGRACIÓN, ADUANAS, SANIDAD	Procedimientos de autoridades de inmigración, aduanas o sanidad: - Congestión en control de pasaportes - Control de equipajes por autoridades - Controles y medidas de autoridades sanitarias	INCONTROLABLES	EXTERNO
87	INSTALACIONES AEROPORTUARIAS, posiciones de estacionamiento de aviones, congestión en rampa, iluminación, edificios, limitación de puertas de embarque, etc.	- No disponibilidad de posición de parqueo o puente de embarque - Congestión en rampa que dificulta el movimiento de aeronaves - Falla en equipos o infraestructura aeroportuaria bajo control y responsabilidad de las autoridades (daños en la pista, fallas de iluminación) - Falla en gates.	AGA	EXTERNO
88	RESTRICCIONES EN EL AEROPUERTO DE DESTINO, aeropuerto y / o pista cerrados debido a obstrucción, movimiento Sindical, déficit de personal, conmoción política, reducción de ruido, limitaciones nocturnas, vuelos especiales.	Aeropuerto de destino restringido o cerrado por decisiones de las autoridades (Aerocivil, policía o concesionarios del aeropuerto) no por los servicios ATS (torre de control, CFMU, en tal caso usar código 83) debido a: - Obstrucción de pista - Restricción o cierre de pista por trabajos prolongados (No por cierres temporales por mantenimiento) - Restricción o cierre de pistas por fallas en iluminación o radioayudas - Restricción por acción sindical o falta de personal (por ejemplo controladores) - Restricción por limitaciones de ruido - Restricción por vuelos especiales (ej. avión presidencial) - Medidas de seguridad (ante amenazas o alarmas) - Situaciones de orden público en la ciudad, que impidan el normal desarrollo de la operación (bloqueo de vías de acceso, disturbios, etc.)	INCONTROLABLES	EXTERNO
89	RESTRICCIONES EN EL AEROPUERTO DE ORIGEN CON O SIN RESTRICCIONES DE AFTM, incluyendo servicios de Control de Tráfico Aéreo, remolque, arranque de motores, aeropuerto y / o pista	- Radioayudas o iluminación de pistas	AGA	EXTERNO

CIRCULAR #2 - ANEXO 01 - Códigos de demora de causas de incumplimiento de Itinerario

	cerrados por obstrucción o razones meteorológicas			
89.1	RESTRICCIONES EN EL AEROPUERTO DE ORIGEN CON O SIN RESTRICCIONES DE AFTM , incluyendo servicios de Control de Tráfico Aéreo, remolque, arranque de motores, aeropuerto y / o pista cerrados por obstrucción o razones meteorológicas	-Demoras dadas por la torre de control (ya sea vía frecuencia de autorizaciones, de control de superficie o de torre) para iniciar remolque o para iniciar motores. -Problemas por desactualización de sistemas y aplicativos (documentos de tripulación, aeronaves, seguros etc., por parte de la autoridad aeronáutica	RAC	EXTERNO
89.2	RESTRICCIONES EN EL AEROPUERTO DE ORIGEN CON O SIN RESTRICCIONES DE AFTM , incluyendo servicios de Control de Tráfico Aéreo, remolque, arranque de motores, aeropuerto y / o pista cerrados por obstrucción o razones meteorológicas	- Restricciones por fallas de comunicaciones.	COM	EXTERNO
89.3	RESTRICCIONES EN EL AEROPUERTO DE ORIGEN CON O SIN RESTRICCIONES DE AFTM , incluyendo servicios de Control de Tráfico Aéreo, remolque, arranque de motores, aeropuerto y / o pista cerrados por obstrucción o razones meteorológicas	- Restricciones por pista obstruida (aeronave obstruyendo la pista) - Restricciones dadas por los servicios ATC por llegada o salida del avión presidencial - Situaciones de orden público en la ciudad, que impidan el normal desarrollo de la operación (bloqueo de vías de acceso, disturbios, etc.)	INCONTROLABLES	EXTERNO
CONSECUENCIAL				
91	CONEXION DE CARGA O EQUIPAJE , esperando carga o equipaje de otro vuelo.	Conexión de carga o equipaje, esperando carga o equipaje de otro vuelo	OPERACIONALES	INTERNO
91.1	CONEXION DE CARGA O EQUIPAJE .	Conexión de carga o equipaje, esperando carga o equipaje de otro vuelo de otra aerolínea	OPERACIONALES	EXTERNO

CIRCULAR #2 - ANEXO 01 - Códigos de demora de causas de incumplimiento de Itinerario

92	ERROR DE CHEQUEO CONTINUADO , de pasajeros y equipaje desde otros vuelos.	Errores de chequeo de pasajeros o equipajes procedentes de vuelos en conexión, que solo son detectados durante el proceso de conexión o en el tránsito del vuelo en que van a embarcar	OPERACIONALES	INTERNO
92.1	ERROR DE CHEQUEO CONTINUADO.	Errores de chequeo de pasajeros o equipajes procedentes de vuelos en conexión, que solo son detectados durante el proceso de conexión o en el tránsito del vuelo en que van a embarcar	OPERACIONALES	EXTERNO
93	ROTACION DE AERONAVES , llegada demorada de un avión de otro vuelo o de otro segmento de rutas previo.	- Llegada tarde del avión en su vuelo previo - Cambio de avión asignado al vuelo, por necesidades operacionales	OPERACIONALES	INTERNO
94	ROTACIÓN DE TRIPULACIONES DE CABINA , esperando tripulantes de cabina que vienen en otro vuelo.	- Esperando tripulación de Auxiliares que vienen en otro vuelo - Cambio de avión a la tripulación de Auxiliares - Esperando Tripulación de Auxiliares de reserva asignados a vuelo cambiando de terminal	OPERACIONALES	INTERNO
95	ROTACIÓN DE TRIPULACIÓN , esperando tripulación que viene en otro vuelo, pilotos o la tripulación completa.	- Esperando tripulación de pilotos o toda la tripulación, que vienen en otro vuelo - Cambio de avión a la tripulación, pilotos o la tripulación completa - Esperando que se presente tripulación de pilotos de reserva asignados a vuelo - Cambios de asignación de última hora a la tripulación	OPERACIONALES	INTERNO
96	CONTROL DE OPERACIONES , cambios de ruta, desviación a otro aeropuerto, consolidación de vuelos (unir vuelos), cambios de avión por razones no técnicas.	Originadas por Control Vuelos: - Falla en notificar tripulaciones - Vuelo sin tripulación completa - Programación errada de los vuelos (fuera de horario de operación de aeropuerto, sin permiso de autoridades, avión con restricciones, etc.) Originadas por Despacho: - Errores de plan de vuelo, errores de cálculo de rendimiento, información de despacho incompleta o errada atribuibles a la compañía	OPERACIONALES	INTERNO
MISCELANEOS				

CIRCULAR #2 - ANEXO 01 - Códigos de demora de causas de incumplimiento de Itinerario

97	MOVIMIENTO SINDICAL DENTRO DE LA COMPAÑÍA	Movimiento o acción sindical de personal de vuelo o de tierra de la compañía o sus contratistas	INCONTROLABLES	EXTERNO
98	MOVIMIENTO SINDICAL FUERA DE LA COMPAÑÍA	Movimiento o acción sindical de personal de los servicios e infraestructura externos que usa la compañía, sin incluir los que prestan el servicio de Control de Tráfico Aéreo	INCONTROLABLES	EXTERNO