

**DIAGNOSTICO DE LA LONGITUD DE PISTA DEL AEROPUERTO DE
BUCARAMANGA**

**DANIEL ERNESTO ACEVEDO FRANCO
JUAN CAMILO OVIEDO SAUCEDO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA FISICO MECANICA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA**

2019

**DIAGNOSTICO DE LA LONGITUD DE PISTA DEL AEROPUERTO DE
BUCARAMANGA**

**DANIEL ERNESTO ACEVEDO FRANCO
JUAN CAMILO OVIEDO SAUCEDO**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

**Director:
LUIS DAVID AREVALO DURAN
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA FISICO MECANICA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2019**

DEDICATORIA

primero agradecer a Dios sin el este logro no hubiera llegado, mis padres, familiares y amigos quienes me apoyaron incansablemente en cada una de mis metas, a mi abuela que por cosas de la vida no puede estar pero que desde el cielo me ayudo a que fuera a la universidad. Asimismo, Gracias a mis padres por confiar en mí y que no dejaron caerme en dificultad presentada en su momento. Mis hermanos que están orientándome en cada circunstancia de la vida. Los amo a cada uno gracias por su apoyo.

Juan Camilo Oviedo Saucedo

AGRADECIMIENTOS

Mi más profundo agradecimiento amigos con los que he tenido el gusto de compartir momento en la universidad, y que me han apoyado de alguna u otra forma, profesores y especialmente al alma mater quienes con el paso de los años me fueron transmitiendo conocimiento y experiencia a mi vida.

Asimismo, me gustaría expresar mi gratitud a nuestro director de proyecto Luis David Arévalo, quien nos orientó con dedicación y afecto.

Esta meta de mi vida no podría haberse superado sin la ayuda y la generosidad de incontables personas que han compartido sus conocimientos, le doy a todas estas personas un merecido aprecio de mi parte gracias.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. OBJETIVOS	18
1.1 OBJETIVO GENERAL	18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
2. MARCO TEORICO	19
2.1 FACTORES AMBIENTALES.	19
2.1.1 Elevación	19
2.1.2 Temperatura	19
2.1.3 Viento	20
3. NORMATIVA	22
4. RESUMEN DEL TRABAJO	23
4.1 CORRECCIONES DE LONGITUD DE PISTA.	23
4.1.1 Factor de Elevación	25
4.1.2. Factor de Temperatura	25
4.1.3. Factor de Pendiente	25
5. METODOLOGÍA.	26
5.1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.	26
5.2 PRIMERA FASE: TIPO DE AVIONES.	27
5.3 SEGUNDA FASE: LONGITUD Y CAPACIDAD ACTUAL DE LA PISTA DEL AEROPUERTO DE BUCARAMANGA.	28
5.4 TERCERA FASE: CORRECCIONES DE LONGITUD DE PISTA.	29
5.5 CUARTA FASE: COMPARACIÓN DE LONGITUDES DE PISTA DE CIUDADES SIMILARES EN COLOMBIA.	33
6. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA LONGITUD DE PISTA DE AEROPUERTO PALONEGRO DE BUCARAMANGA.	35

7. GUIA METODOLÓGICA.	37
8. CONCLUSIONES	38
9. RECOMENDACIONES	39
BIBLIOGRAFIAS	40
ANEXOS	41

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tipos de aviones que operan en el aeropuerto.	27
Tabla 2. Datos históricos, y proyección para el año 2030	28
Tabla 3. Longitud de pista del aeropuerto de Bucaramanga	29
Tabla 4. Longitud de Pista del Airbus A320	31
Tabla 5. Datos de Referencias del Aeropuerto	31
Tabla 6. Tipos de aviones que pueden operar en el aeropuerto de Bucaramanga	33
Tabla 7. Longitudes de pistas	34

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Lugar de estudio	27
Figura 2. Numero de pasajero en el 2018	34
Figura 3. Cartilla metodológica	37

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Levantamiento de la longitud de pista	42
Anexo B. Datos históricos de temperatura de la estación Palonegro del IDEAM	43
Anexo C. Tablas de Performance de los aviones que operan en Aeropuerto	44
Anexo D. Tabla de determinar el avión crítico	57

RESUMEN

TITULO: DIAGNOSTICO DE LA LONGITUD DE PISTAS DEL AEROPUERTO DE BUCARAMANGA*

AUTORES: DANIEL ERNESTO ACEVEDO FRANCO, JUAN CAMILO OVIEDO SAUCEDO**

PALABRAS CLAVES: EMPLEZAMIENTO, LONGITUD DE PISTA, AVION CRITICO.

DESCRIPCION:

La presente investigación tiene como finalidad indagar uno de los parámetros más importantes para la seguridad de los emplazamientos realizados por una aeronave la cual es la longitud de pista, la cual es determinante a la hora de establecer que aviones pueden acceder a un determinado aeropuerto de manera segura. Por esta razón, el objetivo primordial de esta investigación es determinar si el Aeropuerto Palonegro de la ciudad de Bucaramanga cumple con los requisitos establecidos por las normativas nacionales e internacionales de longitud de pista, y así para garantizar la seguridad de los usuarios y tripulantes de esta modalidad de transporte. En el presente artículo se describe como se realiza el cálculo de esta longitud de pista por factores de correcciones, los cuales son elevación, temperatura y pendiente, en las siguientes paginas se describe esta metodología, para reputar la longitud de pista del aeropuerto de Bucaramanga se debe determinar los factores mencionados al igual que avión crítico de diseño que es aquel que exige mayor demanda a la pista, y así aplicarlo a la realidad de la pista de la ciudad de Bucaramanga; por medio de confrontaciones de los valores obtenidos, necesarios para la seguridad versus la longitud actual de la pista. En el desarrollo se dan a conocer conceptos de suma importancia para la correcta realización de la investigación.

*Trabajo de grado.

**Facultad de ingeniería Físico-Mecánica. Escuela de ingeniería civil. Director: Luis David Arévalo Duran.

ABSTRACT

TITLE: DIAGNOSIS OF THE LENGTH OF TRACKS OF BUCARAMANGA AIRPORT*

AUTHORS: DANIEL ERNESTO ACEVEDO FRANCO JUAN CAMILO OVIEDO SAUCEDO*

KEYWORDS: LOCATION, RELEVANT, TRACK LENGTH, ANALYZE.

DESCRIPTION:

The purpose of this research is to investigate one of the most important parameters for the security of the sites made by an aircraft which is the runway length, which is decisive when establishing which airplanes can access a certain airport in a manner safe. For this reason, the primary objective of this investigation is to determine if the Palonegro Airport of the city of Bucaramanga meets the requirements established by the national and international runway length regulations, and thus to guarantee the safety of the users and crew of this mode of transport. This article describes how the calculation of this runway length is performed by correction factors, which are elevation, temperature and slope, in the following pages this methodology is described, to reputation the runway length of Bucaramanga airport it must determine the mentioned factors as well as a critical design aircraft that is the one that demands the highest demand on the runway, and thus apply it to the reality of the runway of the city of Bucaramanga; through confrontations of the values obtained, necessary for safety versus the current length of the track. In development, concepts of the utmost importance for the proper conduct of the research are disclosed.

*Degree Paper

**Faculty of Physico-Mechanical Engineering. Civil Engineering School. Director: Luis David Arévalo Duran.

INTRODUCCIÓN

El inicio del transporte aéreo se remonta al siglo XX, sin embargo, la historia nos lleva a que el primer bosquejo de una maquina voladora, fue diseñada por el renacentista Leonardo da Vinci, el cual llamo Ornitóptero y que para poder proyectarlo paso incontables horas observando el vuelo de pájaros e insectos, pero solo fue hasta la segunda guerra mundial que la pasión por la velocidad tuvo una mayor importancia. el 17 de diciembre de 1903 los hermanos Wilbur y Orville Wright realizaron el primer vuelo en la historia de la aviación, este acontecimiento tuvo un auge sorprendente para los Estados Unidos y Europa¹.

Con el paso del tiempo y el desarrollo de la tecnología aeronáutica fueron surgiendo las primeras normativas que velaban por la seguridad de los usuarios y tripulantes de estas aeronaves.

Uno de los elementos más importantes para garantizar la seguridad de los vuelos a la hora de aterrizar y decolar es la pista, la cual debe cumplir con unos requerimientos mínimos en su diseño.

Este artículo se basa en uno de estos parámetros, el cual se denomina la longitud de pista, la cual debe obedecer a unas especificaciones mínimas de diseño que están directamente relacionadas con la orientación, altura, visibilidad, vientos, temperatura, pendiente y los tipos de aviones que despegan y aterrizan allí.

En el proyecto se plantea analizar de manera detallada si la longitud de pista del Aeropuerto Internacional Palonegro de la ciudad de Bucaramanga cumple con las estipulaciones planteadas por el **Reglamento Aeronáutico de Colombia (RAC**

¹ López Ojeda, Luis Álvaro. *Transporte Aéreo*. tunja : Publicaciones Universitarias- Uptc, 2005.

14)² y la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI)³. De esta manera se responderán los interrogantes acerca si el diseño de la pista fue efectuado bajo los parámetros postulados por estas dos normativas anteriormente nombradas.

Para el desarrollo de esta metodología es de gran importancia apropiarse de los conceptos dados por estas reglamentaciones para la recopilación sistemática y confiable de los diferentes datos de campo, principalmente la longitud, pendiente de la pista y orientación frente a los vientos.

La formulación de este proyecto de investigación se debe principalmente a los análisis del Ingeniero Luis Álvaro López de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) donde hace referencia a la importancia de la longitud de pista de un aeródromo, la cual debe ser chequeada mediante el uso de distintas metodologías, una de estas es la de factores de corrección. Igualmente, siempre ha existido una especulación en cuanto al valor de la longitud de pista, dadas las limitaciones en materia de construcción y ampliación de esta, por los grandes movimientos de tierra que esto representaría. Además de esto, el capitán Julián Pinzón, director de Seguridad Aérea y Asuntos Técnicos de la Asociación Colombiana de Aviadores Civiles (Acdac) da a entender que el aeródromo de la ciudad de Bucaramanga es uno de los más difíciles para aterrizar en Colombia, debido a esto es necesario efectuar todos los chequeos correspondientes para para no poner en especulación el aeropuerto de Palonegro⁴. Tristemente en nuestro país al momento de ejecutar los diferentes proyectos de infraestructura, se ve que no son realizados según los diseños aprobados, consecuente a esto se ven los diferentes desastres que acontecen nuestro territorio como puentes

² Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil. Reglamentos Aeronáuticos de Colombia RAC 14. [En línea] 2007. [Consultado el: 25 de 09 de 2019]. Disponible en: <http://www.aerocivil.gov.co/normatividad/RAC/RAC%20%2014%20-%20Aer%C3%B3dromos%20,%20Aeropuertos%20y%20%20Helipuertos.pdf>.

³ Organización de Aviación Civil Internacional. Anexo 14. [En línea] 02 de 07 de 2016. [Consultado el: 28 de 09 de 2019]. Disponible en: <https://www.anac.gov.ar/anac/web/uploads/normativa/anexos-oaci/anexo-14-vol-i.pdf>.

⁴ El tiempo . Pistas de aterrizaje de aeropuertos de Colombia con más riesgos para los pilotos. [En línea] 16 de 09 de 2019. [Consultado el: 20 de 09 de 2019.] Disponible en: <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/pistas-de-aterrizaje-de-aeropuertos-de-colombia-con-mas-riesgos-para-los-pilotos-412682>.

caídos, pavimentos deteriorados en poco tiempo, edificaciones colapsadas, todo esto lleva a pensar que todas las obras realizadas en Colombia necesitan ser supervisadas y chequeadas por los diferentes entes.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la longitud de pista del aeropuerto Palonegro de Bucaramanga mediante la utilización de conceptos de emplazamiento de aviones que decolan y aterrizan diariamente y la posición geográfica del aeropuerto.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Precisar el tipo de aviones que decolan y aterrizan en el aeropuerto de Bucaramanga.
- Investigar sobre la longitud y capacidad actual de la pista del aeropuerto de Bucaramanga y las modificaciones realizadas desde su construcción.
- Determinar la longitud de pista de acuerdo con los conceptos de corrección de pista de aeropuertos y análisis comparativo con pistas de emplazamientos similares.
- Determinar el tipo de avión máximo que puede despegar y aterrizar en el aeropuerto de Bucaramanga.

2. MARCO TEORICO

Los parámetros de mayor influencia en la longitud de pista de cualquier aeropuerto están relacionados directamente a los **factores tecnológicos, pendiente de pista y factores ambientales**. Siendo el ambiental el de mayor importancia. Entre dichos factores podemos encontrar⁵.

2.1 FACTORES AMBIENTALES.

La atmósfera juega un papel muy importante en la determinación de la longitud de pista requerida. En cada caso es necesario tener en cuenta la combinación Elevación, temperatura y densidad del aire⁶.

2.1.1 Elevación. Generalmente a medida que aumenta la elevación sobre el nivel del mar la presión y densidad del aire disminuyen. Estos factores afectan la actuación de las aeronaves debido a la disminución de la sustentación para una determinada velocidad verdadera, la reducción de la potencia de los motores y, si se emplea, la eficacia de la hélice. Como resultado de la combinación de estas reducciones, se requiere más tiempo para alcanzar la velocidad de avance necesaria para producir la sustentación requerida, por lo que la longitud de pista necesaria para el despegue de una determinada aeronave aumenta progresivamente a medida que aumenta la altitud del aeropuerto desde el cual opera. De la misma manera, las velocidades verdaderas de aterrizaje son mayores y el aire menos denso produce una resistencia al avance mucho menor durante el recorrido de aterrizaje, contribuyendo poco a la deceleración⁷.

2.1.2 Temperatura: A una presión dada, el aumento de temperatura produce una reducción en la densidad del aire y por ello tiene un efecto adverso sobre la

⁵. López Ojeda, Óp. Cit.

⁶ Ibid.

⁷ Ibid.

actuación de las aeronaves, efecto que es generalmente más importante durante el despegue y especialmente en el caso de las aeronaves a reacción. La eficacia de un reactor depende, en parte, de la diferencia entre la temperatura del aire exterior y la máxima temperatura que puede lograrse en la cámara de combustión. A medida que la temperatura exterior aumenta sobre cierto valor (que depende de la altitud), se disminuye la eficiencia del motor y, por tanto, se reduce la actuación de despegue de la aeronave.

La influencia de la temperatura en la distancia de aterrizaje, por sí sola, es relativamente baja y por esto sólo se debe tener en cuenta la influencia de la presión atmosférica en el cálculo de la distancia de aterrizaje. Sin embargo, las distancias y los recorridos de despegue se determinan teniendo en cuenta la influencia de la temperatura ambiente⁸.

2.1.3 Viento: En términos generales, se debe planificar un aeropuerto de manera que permita las operaciones de aeronaves en condiciones normales de vuelo la mayor parte del tiempo. El viento de cola en una pista corresponde al viento de cola en otra inversamente orientada. La longitud de pista aumenta con el viento de cola, pero se requiere menos pista cuando se aterriza o despegue contra el viento, por lo que las pistas se orientan de tal forma que se minimicen los efectos del viento cruzado. Además, cuando se aplica el concepto de pistas bidireccionales se requiere cambiar la utilización de la pista cada vez que cambia la dirección del viento si se da una utilización preferencial a una pista.

Las condiciones de elevación y temperatura también tienen efectos adversos en el peso de operación. El efecto que produce un aumento en la temperatura o en la altitud respecto a las condiciones tipo a nivel del mar es el de aumentar en proporciones diferentes las distintas longitudes necesarias en las maniobras de despegue y hacer más baja la trayectoria de subida. Esto significa una reducción

⁸ Ibíd.

en la velocidad ascensional después del despegue. El aumento de las longitudes necesarias y la reducción en la velocidad ascensional continúan hasta cuando se llega a una situación cuando esta velocidad ya no es suficiente para lograr adecuada sustentación. A partir de entonces, todo aumento en la temperatura o la elevación implica una reducción del peso de despegue del avión y en consecuencia las longitudes necesarias para el despegue aumentan menos rápidamente e incluso pueden llegar a disminuir⁹.

⁹ Ibíd.

3. NORMATIVA

Las reglamentaciones implementadas para la obtención y verificación de los datos en el cálculo de la longitud de pista fueron: **la RAC 14, OACI (ANEXO 14) y Manual de diseño de aeródromo vol. 1**. En las cuales se advierte que el largo de la pista debe ser mayor a la longitud establecida por el fabricante del avión asumido como crítico, la cual está directamente relacionada con el peso de la aeronave.

4. RESUMEN DEL TRABAJO

Obtenidas las dimensiones reales de la pista del aeropuerto de Bucaramanga se procederá al análisis de emplazamiento para una pista de estas características. Después de dicha recopilación, se calculará de acuerdo con el **Reglamento Aeronáutico de Colombia (RAC 14)** y la **Organización de Aviación Civil Internacional (OACI)**. Al finalizar estos cálculos se comparará los datos reales con los datos obtenidos en nuestra investigación, teniendo en cuenta estas condiciones y el concepto de **longitud de campo de despegue y aterrizaje**, los cuales se encontrarán en el manual de performance del fabricante (Airbus 318¹⁰, Airbus 319¹¹, Airbus 320¹², Embraer 190¹³, ATR 42¹⁴ Y ATR 72¹⁵) de esta manera se podrá verificar si está cumpliendo con los requerimientos establecidos en las normas ya mencionas.

4.1 CORRECCIONES DE LONGITUD DE PISTA.

La longitud de pista es el factor más importante en el diseño de un aeropuerto y, Al igual que la longitud de pista, otras dimensiones físicas como anchos, pendientes, márgenes y separaciones son una función del tamaño y características operativos

¹⁰ AIRBUS S.A.S. Características de la aeronave A318. *AIRBUS S.A.S.* [En línea] 1 de julio de 2005. [Consultado el: 22 de 09 de 2019]. Disponible en: https://www.airbus.com/content/dam/corporate-topics/publications/backgrounders/techdata/aircraft_characteristics/Airbus-Commercial-Aircraft-AC-A318.pdf.

¹¹ AIRBUS S.A.S. Características de la aeronave A319. [En línea] 2005. [Consultado el: 22 de 09 de 2019]. Disponible en: https://www.airbus.com/content/dam/corporate-topics/publications/backgrounders/techdata/aircraft_characteristics/Airbus-Commercial-Aircraft-AC-A319.pdf.

¹² AIRBUS S.A.S. . Características de la aeronave A320. [En línea] 2005. [Consultado el: 22 de 09 de 2019]. Disponible en: https://www.airbus.com/content/dam/corporate-topics/publications/backgrounders/techdata/aircraft_characteristics/Airbus-Commercial-Aircraft-AC-A320.pdf

¹³ EMBRAER S.A. Características de la aeronave Embraer-190. [En línea] 15 de 08 de 2005. [Consultado el: 22 de 09 de 2019]. Disponible en: https://www.flyembraer.com/irj/go/km/docs/download_center/Anonymous/Ergonomia/Home%20Page/Documents/APM_190.pdf.

¹⁴ ATR. Rendimiento ATR-42. *ATR CM Marketing*. [En línea] 2015. [Consultado el: 22 de 09 de 2019]. Disponible en: <https://skybrary.aero/bookshelf/books/3695.pdf>.

¹⁵ ATR. Características de la aeronave ATR-72. [En línea] 2009. [Consultado el: 22 de 09 de 2019]. Disponible en: https://www.theairlinepilots.com/forumarchive/membersupload/Performance_Manual_-_ATR.pdf.

de la aeronave crítica. Para la planificación de un aeropuerto, es necesario tener en cuenta una serie de parámetros que determinan la longitud de pista. Estas correcciones están dadas por tres factores los cuales son Temperatura, Elevación y Pendiente¹⁶.

La Organización de Aviación Civil Internacional (anexo 14), determina que la longitud de pista es el resultado del producto de los factores multiplicada por la longitud de campo de referencia la cual es especificada por el fabricante de la aérea nave asumida como critica¹⁷.

$$LpD = Lcd * Ft * Fe * Fp \quad (1)$$

Mientras que la longitud de Aterrizaje esta corregida solamente por el factor de Elevación.

$$LpA = Lca * Fe \quad (2)$$

Donde

LpD=longitud de pista de despegue

LpA=longitud de pista de aterrizaje

Lca: longitud de campo de Aterrizaje

Lcd: longitud de campo de despegue

Fe: factor de elevación.

Ft: factor de temperatura.

Fp: factor de pendiente.

¹⁶ López Ojeda, Óp. Cit., p. 65

¹⁷ Ibid.

4.1.1 Factor de Elevación: La corrección por elevación corresponde a un 7% por cada 300 metros de elevación (E) sobre el nivel medio del mar. Por tanto, el factor de corrección por elevación puede calcularse mediante la siguiente ecuación¹⁸.

$$Fe = (1 + \frac{0,07 * E}{300}) \quad (3)$$

Donde

E= es el punto más alto del aeropuerto.

4.1.2. Factor de Temperatura: Dado que el aumento de la temperatura produce una reducción de la densidad del aire, se toma como temperatura de referencia la media de la máxima del mes más caluroso¹⁹.

$$Ft = 1 + 0,01 * (T - (15 - (\frac{1,95 * E}{300}))) \quad (4)$$

Donde

T= temperatura de referencia del aeropuerto.

E= es el punto más alto del aeropuerto

4.1.3. Factor de Pendiente: La pendiente efectiva se obtiene dividiendo la diferencia del punto más alto de la pista con el más bajo, esta diferencia se divide en la longitud de pista analizada²⁰.

$$Fp = (1 + 0.1 * p\%) \quad (5)$$

Donde

P= pendiente de la pista

¹⁸ Ibid.

¹⁹ Ibid.

²⁰ Ibid.

5. METODOLOGÍA.

Para efectuar los objetivos del proyecto, se llevó a cabo una metodología conformada por cuatro fases.

FASE 1: Se realizarán indagaciones sobre el número de emplazamientos y el tipo de aviones que operan en el aeropuerto de Bucaramanga.

FASE 2: Se hará la investigación sobre la capacidad y longitud actual de la pista del aeropuerto de Bucaramanga y pistas de ciudades similares en Colombia, mediante el estudio del arte.

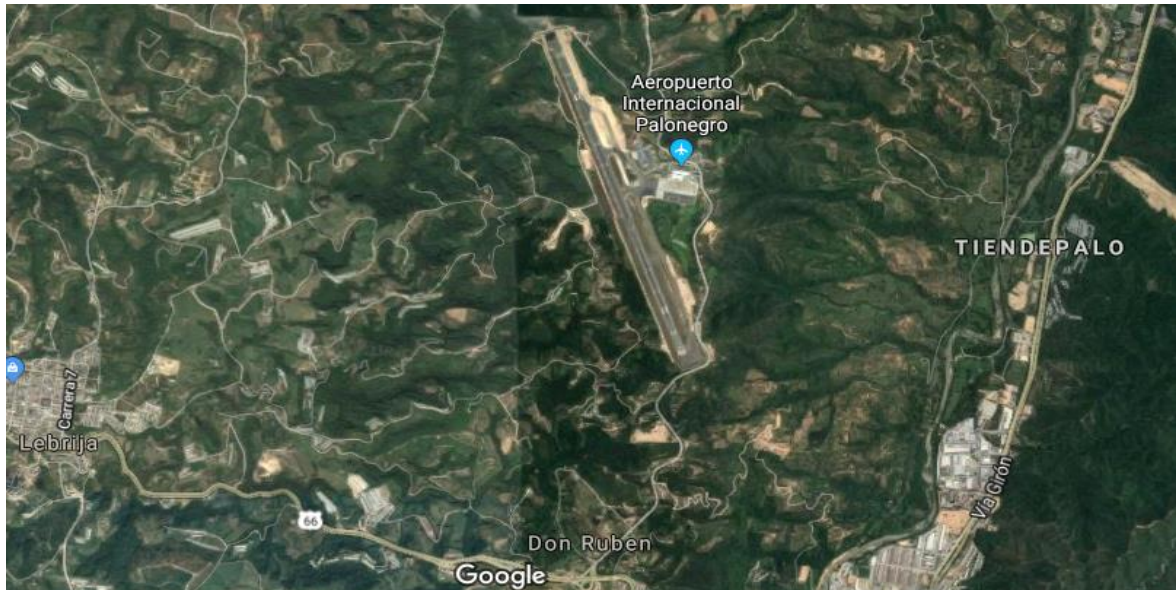
FASE 3: Se realizarán los cálculos definitivos tendientes a determinar la longitud de pista del aeropuerto con el uso de todas las variables técnicas que modifican las longitudes de pista.

FASE 4: Presentación de los resultados del análisis comparativo con pistas de similares condiciones.

5.1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.

El Aeropuerto se encuentran localizados en el municipio de Lebrija a 20 km de la ciudad de Bucaramanga en el Departamento de Santander.

Figura 1. Lugar de estudio



Fuente: Google. [Vía que conduce al Aeropuerto, en Google mapas]. s.f. (Consultado el 01 de septiembre del 2018). Obtenido de: <https://www.google.com/maps/@7.1263307,-73.1914007,5649m/data=!3m1!1e3?hl=es>

5.2 PRIMERA FASE: TIPO DE AVIONES.

Realizada la respectiva investigación en el aeropuerto Palonegro de Bucaramanga se determinó los tipos de aviones que operan actualmente. En la Tabla 1, se pueden apreciar los diferentes modelos de aeronaves que operan hoy en día en el aeropuerto. Obtenidos los tipos de aviones se procede a determinar el avión crítico, es decir aquel avión el cual demanda la mayor longitud de pista.

Tabla 1. Tipos de aviones que operan en el aeropuerto.

Fabricante	Modelo	Compañía
Airbus	A320	Avianca, Latam, Vivaair
Airbus	A319	Avianca, Latam
Airbus	A318	Avianca
Embraer	190	Copa Airlines
ATR	72	Avianca
ATR	42	Easy Fly, Satena

5.3 SEGUNDA FASE: LONGITUD Y CAPACIDAD ACTUAL DE LA PISTA DEL AEROPUERTO DE BUCARAMANGA.

El aeropuerto fue inaugurado en el año 1974, con una longitud de pista de operación de 2159 metros reemplazando al antiguo *Aeropuerto Gómez Niño* ubicado en el centro de la ciudad.

El anterior aeródromo fue sustituido y convertido en urbanizaciones residenciales, pasaron 40 años sin que esta estructura tuviera cambios significativos que se acomodaran al creciente flujo de pasajeros, fue entonces que hasta el año 2016, se comenzó una ampliación de la infraestructura siendo entregada en el año 2018, este aumentó su capacidad para recibir 2.5 millones de pasajeros al año. Se espera que para el 2030 se tendría un déficit de su capacidad según una estimación de población realizada, en la Tabla 2, se encuentra la cifra de datos histórico de pasajero^{21 22}.

Tabla 2. Datos históricos, y proyección para el año 2030

AÑO	Número de pasajeros
2009	880.916
2010	1.279.499
2011	1.266.581
2012	1.373.373
2013	1.529.761
2014	1.706.958
2015	1.839.969
2016	1.753.651
2017	1.571.604
2018	1.656.071
2030	2.789.185

²¹ Vanguardia, Óp. Cit

²² EL TIEMPO. Entregan obras de ampliación del aeropuerto de Bucaramanga. [En línea] 02 de 02 de 2018. [Consultado el: 25 de 09 de 2019.] Disponible en: <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/entregan-obras-de-ampliacion-del-aeropuerto-de-bucaramanga-178336>.

En la ampliación se busca básicamente que el Aeropuerto Palonegro sea de los primeros en Colombia en cumplir con todos los requisitos aeronáuticos para ser certificado internacionalmente, también que pueda recibir aviones de mayor tamaño y de esta manera satisfacer el incremento de pasajeros, esto se realizará mediante el mejoramiento de las instalaciones y la longitud de pista del Aeropuerto Palonegro a cargo de la Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil y garantizar el desarrollo de la aviación en condiciones de seguridad y eficiencia.

En el cual se realizó una modificación a la pista de 150 metros del aeropuerto, en la tabla 3, se pueden observar las dimensiones de la pista del aeropuerto de Bucaramanga.

En el aeropuerto de Bucaramanga operan las siguientes compañías: Avianca, Easy fly, Latam, Satena y Copa Airlines, con un único vuelo internacional a la ciudad de Panamá.

Tabla 3. Longitud de pista del aeropuerto de Bucaramanga

RWY (alcance visual de la pista)	longitud de pista (m)
17	2309
35	2159

Fuente: Aeropuerto Internacional de Palonegro²³.

5.4 TERCERA FASE: CORRECCIONES DE LONGITUD DE PISTA.

Para comenzar el cálculo de los factores de corrección se debe contar con información previa del aeropuerto del cual se realizará el estudio, para esta investigación se tomó de la Información Pública Aeronáutica (AIP) de Bucaramanga²⁴ y un informe técnico de levantamiento de la zona de estudio el cual fue entregado para verificar y no para publicar, debido a que es de carácter

²³ Aerocivil. Palonegro SKBG - BUCARAMANGA. [En línea] 16 de 08 de 2018. [Consultado el: 20 de 09 de 2019]. Disponible en: <http://www.aerocivil.gov.co/servicios-a-la-navegacion/servicio-de-informacion-aeronautica-ais/Documents/13%20SKBG.pdf>.

²⁴ Ibid.

de confidencial. Observando que los datos tomados de AIP son verídicos (Ver Anexo A).

ya obtenidos estos datos locales de elevación, y pendiente indagados en el AIP del Aeropuerto de Bucaramanga, mientras que para la temperatura se recurrió a datos históricos de temperatura (Ver Anexo B).

Se escoge la temperatura del mes más caluroso entre el año 2005 al año 2017, y se obtuvo una temperatura de referencia de 27.6 °C la cual se aproximó a 28 °C, la misma que se encuentra en el AIP del Aeropuerto de Bucaramanga.

Se determinó el avión crítico de diseño con los tipos de aeronaves que operan actualmente, esto se obtuvo mediante indagación en los manuales performance del fabricante de cada uno de los aviones. Además, se analizaron graficas de performance para los diferentes tipos de aeronaves (Ver Anexo C).

Teniendo en cuenta el peso de la aeronave con su con su respectiva capacidad de carga, se calculó las longitudes de pista para despegue y aterrizaje de cada avión, esto se realizó mediante el uso de las gráficas suministradas por los manuales de cada avión. Calculadas estas distancias, se usó de los tres factores de corrección, como se explicó en el numeral 2.4, se toma la longitud efectiva del aeropuerto la cual es la mayor distancia después de efectuado las correcciones respectivas.

Para este análisis nos limitaremos al avión crítico, tabla 4, el Airbus A320, el cual tiene la demanda más grande de longitud de pista para aterrizaje y despegue, esto depende de su peso el cual es la suma del peso de vacío (42.600 Kg), más la capacidad de carga del avión (17.600Kg)²⁵, obteniendo un peso total de 60.200 Kg, (Ver Anexo D).

²⁵ **Avianca S.A.** Nuestra flota. *Avianca*. [En línea] 21 de 09 de 2019. [Consultado el: 20 de 09 de 2019.] Disponible en: <https://www.avianca.com/co/es/experiencia/durante-el-vuelo/flota-aviones/>.

Tabla 4. Longitud de Pista del Airbus A320

Fabricante	Modelo	Longitud de despegue	Longitud de Aterrizaje	Masa [Kg]
Airbus	A320	1250 m	1800 m	60.200

Fuente: Airbus A320²⁶.

Datos:**Tabla 5.** Datos de Referencias del Aeropuerto

Temperatura	28 °C
Elevación	1189,30 m
Longitud de Pista	2309,00 m
Cota máxima	1189,30 m
Cota mínima	1173,76 m
Pendiente efectiva	0,673%

Fuente: Aeropuerto Internacional de Palonegro²⁷.

en la tabla 5, se encuentra información previa obtenida del AIP del aeropuerto Palonegro de Bucaramanga. Los siguientes datos de despegue y aterrizaje fueron obtenidos del manual de performance de Airbus A320²⁸ para un peso de 60.200 Kg. Obteniendo los siguientes valores de longitud de campo de despegue y aterrizaje.

Longitud de Despegue (Lcd): 1250 m

Longitud de Aterrizaje (Lca): 1800 m

Paso 1) factor de elevación.

$$FE = \left(1 + 0.07 * \frac{E}{300} \right)$$

²⁶ AIRBUS S.A.S. . Características de la aeronave A320. [En línea] 2005. [Consultado el: 22 de 09 de 2019]. Disponible en: https://www.airbus.com/content/dam/corporate-topics/publications/backgrounders/techdata/aircraft_characteristics/Airbus-Commercial-Aircraft-AC-A320.pdf.

²⁷ Aerocivil, Palonegro SKRG-Bucaramanga, Óp. Cit.

²⁸ AIRBUS S.A.S, Características de la aeronave A320, Óp. Cit.

$$FE = \left(1 + 0.07 * \frac{1189}{300}\right)$$

$$FE = 1.278$$

Paso 2) factor de temperatura.

$$FT = 1 + 0.01 * \left(T - \left(15 - \left(\frac{1.95 * E}{300}\right)\right)\right)$$

$$FT = 1 + 0.01 * \left(28 - \left(15 - \left(\frac{1.95 * 1189}{300}\right)\right)\right)$$

$$FT = 1.207$$

Paso 3) factor de pendiente.

$$FP = (1 + 0.1 * p\%)$$

$$FP = (1 + 0.1 * 0.67)$$

$$FP = 1.067$$

Paso 4) hallar las longitudes de pista para despegue y aterrizaje aplicando los factores.

Despegue:

$$LpD = LD * FE * FT * FP$$

$$LpD = 1.278 * 1.207 * 1.067 * 1580$$

$$LpD = 2058 \text{ m}$$

Aterrizaje:

$$LpA = 1.278 * 1800$$

$$LpA = 2300 \text{ m}$$

Se tomó la longitud efectiva, la cual es la mayor de las dos distancias corregidas, en este caso es de 2300 m.

La longitud de pista mínima que debería tener el Aeropuerto de Bucaramanga sería de 2300 metros y actualmente tiene una longitud de pista de 2309, con esto se verifica que el avión A320 con peso de 60.200 Kg puede operar en el aeropuerto Palonegro de Bucaramanga.

Para responder al objetivo propuesto de determinar el tipo de avión máximo que puede despegar y aterrizar en el aeropuerto de Bucaramanga se realizó la tabla 6, en esta se puede verificar que el Airbus A320 con un peso de 60.200 Kg es el máximo que puede operar en el aeropuerto Palonegro de Bucaramanga.

Tabla 6. Tipos de aviones que pueden operar en el aeropuerto de Bucaramanga

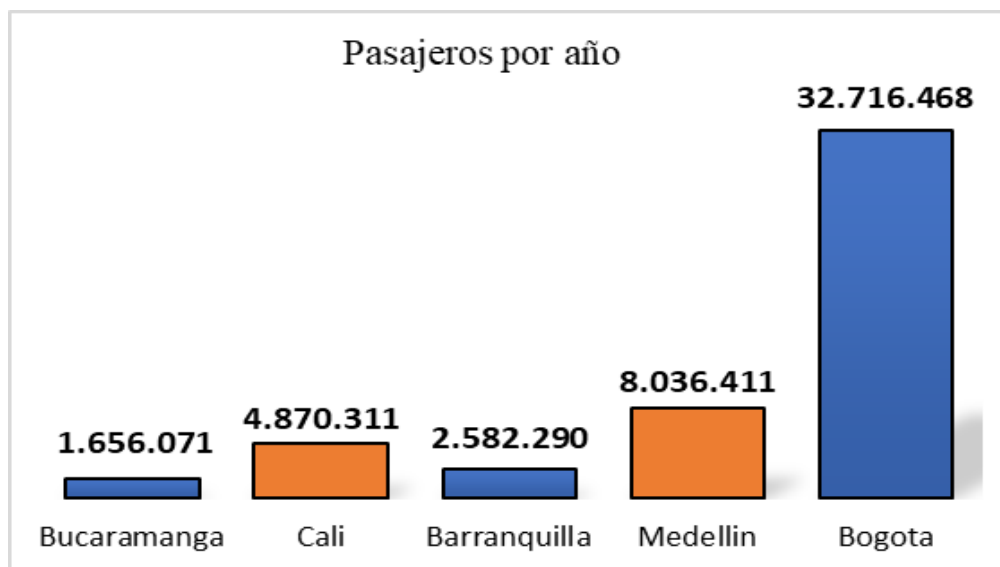
Fabricante	Modelo	Peso Total [Kg]	Longitud efectiva [m]	Cumple/No cumple
Airbus	A320	78.000	3457	No cumple
Airbus	A320	60.200	2300	Cumple
Airbus	A319	56.100	2025	Cumple
Airbus	A318	53.100	1975	Cumple
Embraer	190	32.520	1942	Cumple
ATR	72	19.100	1975	Cumple
ATR	42	12.040	2000	Cumple

5.5 CUARTA FASE: COMPARACIÓN DE LONGITUDES DE PISTA DE CIUDADES SIMILARES EN COLOMBIA.

Para esta comparación nos enfocaremos en las 4 ciudades más importantes de Colombia como son Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla. La alta movilización de pasajeros en estas ciudades requiere que los aeropuertos puedan recibir aeronaves más grandes, por eso se puede hacer referencia, que cuando hay una mayor cantidad de pasajeros a transportar, el tamaño de las aeronaves tiende a

ser mayor y con esto la longitud de pista requerida también. A continuación, se muestra la ilustración 2, donde se observa el número de pasajeros en el año 2018.

Figura 2. Numero de pasajero en el 2018



Fuente: El tiempo²⁹.

Debido a la demanda de pasajeros, estas ciudades ofrecen unas distancias de pistas más largas y con ello, aviones que satisfacen estas exigencias, en otras palabras, aviones de mayor capacidad y volumen que requieren longitudes de pista mayores para el despegue y aterrizaje. en la tabla 7, se pueden observar las longitudes de pistas de las ciudades mencionadas anteriormente.

Tabla 7. Longitudes de pistas

Ciudades	Longitud de Pista(m)	Elevación (m)	Temperatura
B/manga	2309	1189,30	28 °C
Cali	3000	964	33 °C
B/quilla	2309	29	33 °C
Medellín	3440	2141	28 °C
Bogotá	3800	2548	20 °C

Fuente: Aerocivil^{30 31 32 33 34}.

²⁹ EL TIEMPO. ¿Cómo voló Colombia durante el 2018? [En línea] 04 de 03 de 2019. [Consultado el: 25 de 09 de 2019]. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/las-estadisticas-de-los-aeropuertos-y-viajes-en-colombia-durante-2018-334042>.

6. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA LONGITUD DE PISTA DE AEROPUERTO PALONEGRO DE BUCARAMANGA.

Mediante la investigación realizada se pudo determinar la variedad de aeronaves que aterrizan y decolan en el aeropuerto Palonegro de Bucaramanga, con esta información se precisó que el avión crítico de diseño es el Airbus-A320, el cual es el que demanda de una mayor longitud de pista para su debido funcionamiento en las operaciones de aterrizaje y despegue, el cual necesita de 1250 y 1800 metros respectivamente. Con los valores definidos se procede al cálculo de las correcciones dadas por RAC 14 y la OACI, según sus especificaciones se determinó que la longitud de pista aeropuerto internacional Palonegro cumple con estas, dado que las longitudes corregidas dan menores a la longitud actual de la pista. Se puede apreciar que la longitud corregida para el aterrizaje arroja un valor de 2300 metros y para la longitud de despegue dio una distancia de 2057 metros, esto indica, que al ser dos longitudes menores a 2309 metros (longitud de pista del Aeropuerto de Bucaramanga), están cumpliendo con las normativas nacionales e internacionales que nos hacen referencia que la longitud de la pista debe satisfacer las longitudes requeridas por los modelos de aeronaves operantes y no podrá ser más corta a los requerimientos arrojados por los factores de corrección.

³⁰ Aerocivil, Palonegro SKRG-Bucaramanga, Óp. Cit.

³¹ Aerocivil. Alfonso Bonilla Aragón SKCL - CALI. [En línea] 06 de 12 de 2018. [Consultado el: 20 de 09 de 2019]. Disponible en: <http://www.aerocivil.gov.co/servicios-a-la-navegacion/servicio-de-informacion-aeronautica-ais/Documents/15%20SKCL.pdf>.

³² Aerocivil. Ernesto Cortisoz SKBQ - BARRANQUILLA. [En línea] 25 de 04 de 2019. [Consultado el: 20 de 09 de 2019]. Disponible en: <http://www.aerocivil.gov.co/servicios-a-la-navegacion/servicio-de-informacion-aeronautica-ais/Documents/11%20SKBQ.pdf>.

³³ Aerocivil. Jose Maria Cordova Skrg - rionegro. [En línea] 06 de 12 de 2018. [Consultado el: 20 de 09 de 2019]. Disponible en: <http://www.aerocivil.gov.co/servicios-a-la-navegacion/servicio-de-informacion-aeronautica-ais/Documents/44%20SKRG.pdf>.

³⁴ Aerocivil. El Dorado Skbo - bogota. [En línea] 25 de 04 de 2019. [Consultado el: 20 de 09 de 2019]. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/entregan-obras-de-ampliacion-del-aeropuerto-de-bucaramanga-178336>.

El factor determinante para obtener longitud de pista varía según el peso del avión, aunque una incidencia externa está en el modelo del avión debido a una mayor tecnología la cual exige menores longitudes de pista.

Los resultados obtenidos mediante el desarrollo de esta investigación del diagnóstico de longitud de pista son que la pista aérea de la ciudad de Bucaramanga cumple con los requerimientos de las normativas nacionales e internacionales, dado que las longitudes de pista corregidas, necesarias para el aterrizaje y despegue de los aviones en operación son menores a la longitud de pista actual del aeropuerto.

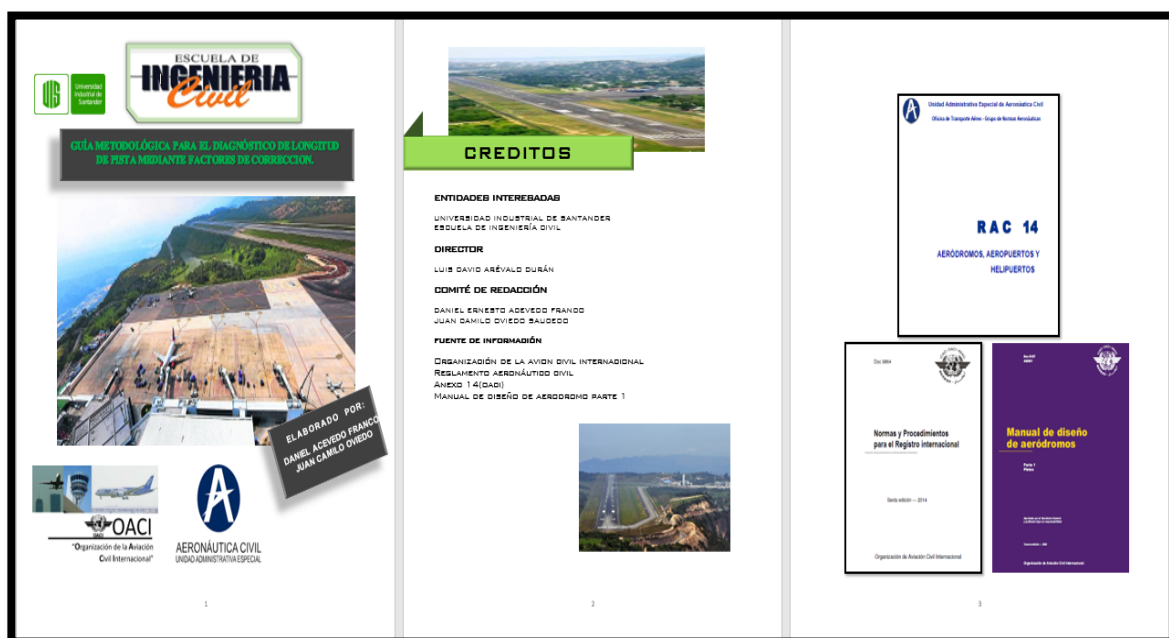
Por otro lado, se pudo determinar que el avión máximo a aterrizar o decolar en el aeropuerto de Bucaramanga, es el mismo avión de diseño A320, el cual cumple con las normativas al usar una carga de 60200 kg, pero que al estar con su máxima capacidad de 78000 kg no cumple con los requerimientos en cuanto a la longitud de la pista.

7. GUIA METODOLÓGICA.

La cartilla desempeñara la función de un manual básico para calcular las distancias de pista mediante los factores de corrección de manera ordenada y resumida.

CARTILLA: GUÍA METODOLÓGICA PARA EL DIAGNÓSTICO DE LONGITUD DE PISTA MEDIANTE FACTORES DE CORRECCION.

Figura 3. Cartilla metodológica



8. CONCLUSIONES

- El Aeropuerto Palonegro de la ciudad de Bucaramanga está cumpliendo con los estándares establecidos por la RAC 14 y la OACI, en cuanto a la longitud de pista mínima para los aviones que realicen las operaciones de despegue y aterrizaje.
- El avión A320, es la aeronave más grande que aterriza y decola en el Aeropuerto de Bucaramanga, pero este no puede estar cargado al 100% de su capacidad, lo cual nos lleva a verificar que, si la aeronave se excede de 60.200 kg, la seguridad del vuelo con destino a la capital santandereana puede verse afectada dado a que necesitara más de 2309 metros de pista.
- Uno de los factores determinantes a la hora de calcular la longitud de pista de un aeródromo es el modelo de avión crítico, sin embargo, este es directamente proporcional a su peso de operación, es decir, a mayor peso se necesitará de una mayor longitud de pista.

9. RECOMENDACIONES

- Según la corrección de pista obtenida del tramo estudiado, se recomienda ampliar la longitud de pista, con el fin de que esta pueda operar el avión Airbus A320 con el peso de despegue máximo de 78.000 Kg.
- El tipo y volumen de tránsito aéreo que va a operar: para realizar una planificación adecuada de un aeródromo se debe especificar qué tipo de aviones van a operar en la pista esto se debe a la demanda de pista que requiere cada modelo de avión³⁵.

³⁵ Ibid.

BIBLIOGRAFÍAS

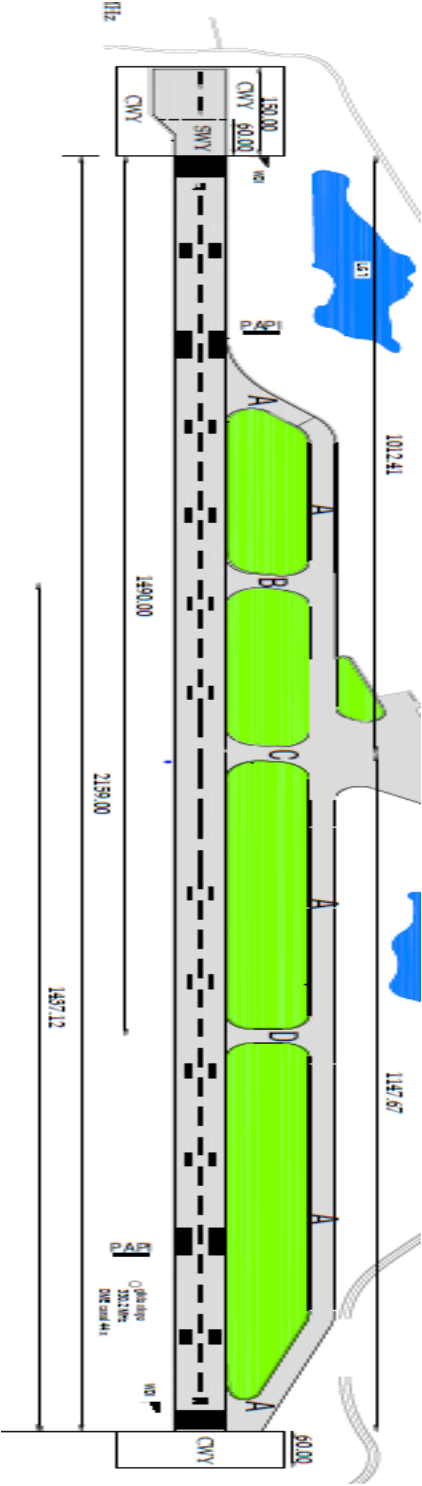
AVIANCA S.A. Nuestra flota. *Avianca*. [En línea] 21 de 09 de 2019. [Citado el: 20 de 09 de 2019.] <https://www.avianca.com/co/es/experiencia/durante-el-vuelo/flota-aviones/>.

ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL. Manual de diseño de aeródromos. [En línea] 2006. [Consultado el: 20 de 09 de 2019.] https://www.ing.unlp.edu.ar/catedras/C0126/descargar.php?secc=0&id=C0126&id_inc=799.

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE AERONÁUTICA CIVIL. Reglamentos Aeronáuticos de Colombia RAC 14. [En línea] 2007. [Consultado el: 25 de 09 de 2019.] <http://www.aerocivil.gov.co/normatividad/RAC/RAC%20%2014%20-%20Aer%C3%B3dromos%20,%20Aeropuertos%20y%20%20Helipuertos.pdf>.

ANEXOS

Anexo A. Levantamiento de la longitud de pista



Anexo B. Datos históricos de temperatura de la estación Palonegro del IDEAM

LATITUD	0707 N	DEPTO	SANTA ANDER
LONGITU D	7311 W	MUNIC IPIO	LEBRIJ A
ELEVACI ON	1189 m.s.n.m	ENTID AD	IDEAM

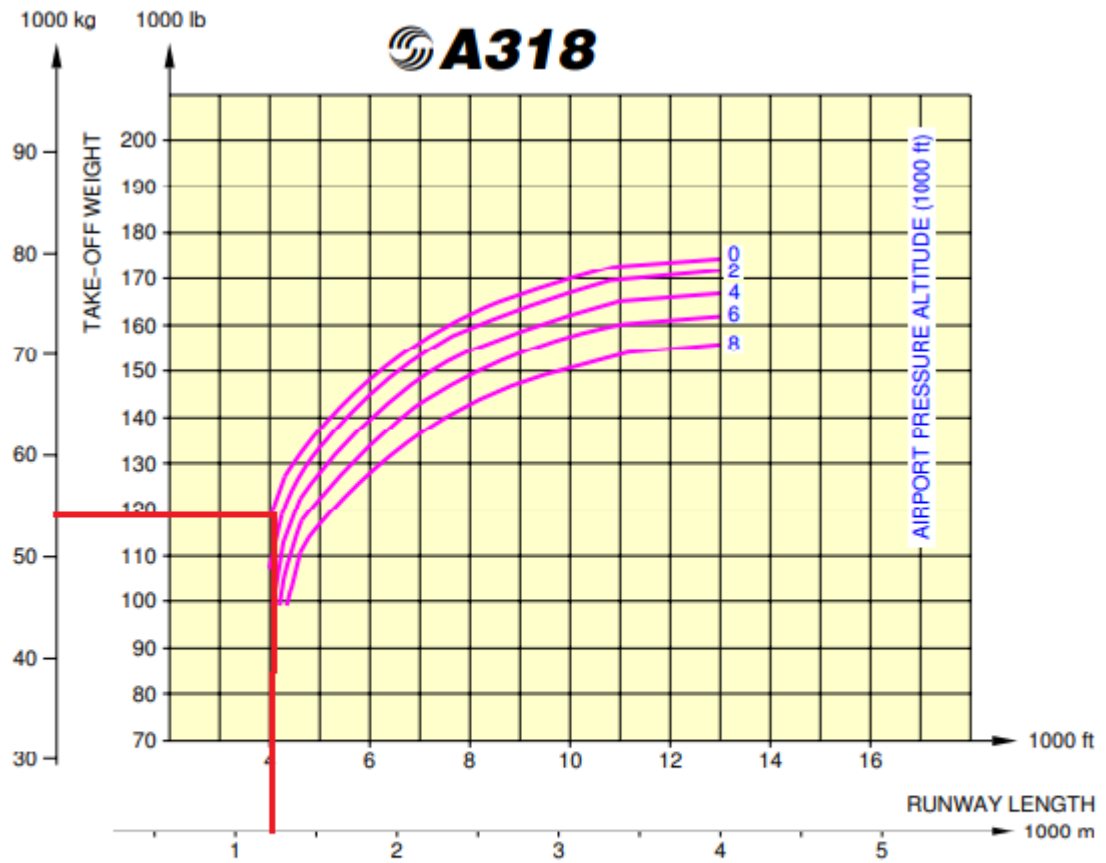
DATOS HISTORICOS DE TEMPERATURA DEL AÑO 2005 a 2017, Temperatura en °C												
Año	Ene ro	Febrer o	Marzo	Abri l	Mayo	Junio	Juli o	Ago sto	Septi embr e	Oct ubr e	Nov iem bre	Diciem bre
2005	21,2	21,73	22,4	22,1	21,9	21,8	22,1	21,8	21,8	20,9	20,7	20,93
2006	21	21,8	21,5	21,1	21,7	21,5	21,8	22,1	21,9	21,5	21,2	21,3
2007	22,4	22,5	21,7	21,6	21,5	21,5	21,9	21,1	21,73	20,6	21,2	20,6
2008	21	21,2	21,1	21,3	21,1	21,4	21,1	21	21,6	21,1	20,6	20,7
2009	21	21,4	21	21,6	21,7	21,7	22	22	22,8	21,8	21,7	21,9
2010	22,5	23,1	22,8	22,4	22,3	21,6	21,1	21,4	21,1	21	20,2	20,2
2011	21,1	21,1	20,8	20,9	21,3	21,6	21,4	21,8	21,5	20,4	20,6	20,7
2012	21,2	21,7	21,6	21,1	21,7	21,9	22	21,7	22	21,2	21,6	21,3
2013	22,4	21,9	22	22,2	21,4	21,9	21,9	21,6	21,8	21,4	21	21,2
2014	21,9	22,1	21,8	22,3	21,8	22,4	23	21,8	21,9	21,3	21,2	21,4
2015	27,5	27,7	27,7	27,3	27,5	27,4	27,5	27,7	27,7	26,8	26,6	27
2016	27,4	27	27,5	27,1	27,1	27,2	27	27,1	27,7	26,3	26,1	27,8
2017	27,3	27,1	27,4	27	27,2	27,1	27,2	27,3	27	27,4	27,6	27,5

Max-cada mes	27,5	27,7	27,7	27,3	27,5	27,4	27,5	27,7	27,7	27,4	27,6	27,8
-----------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Máxima temperatura	27,8
-----------------------	------

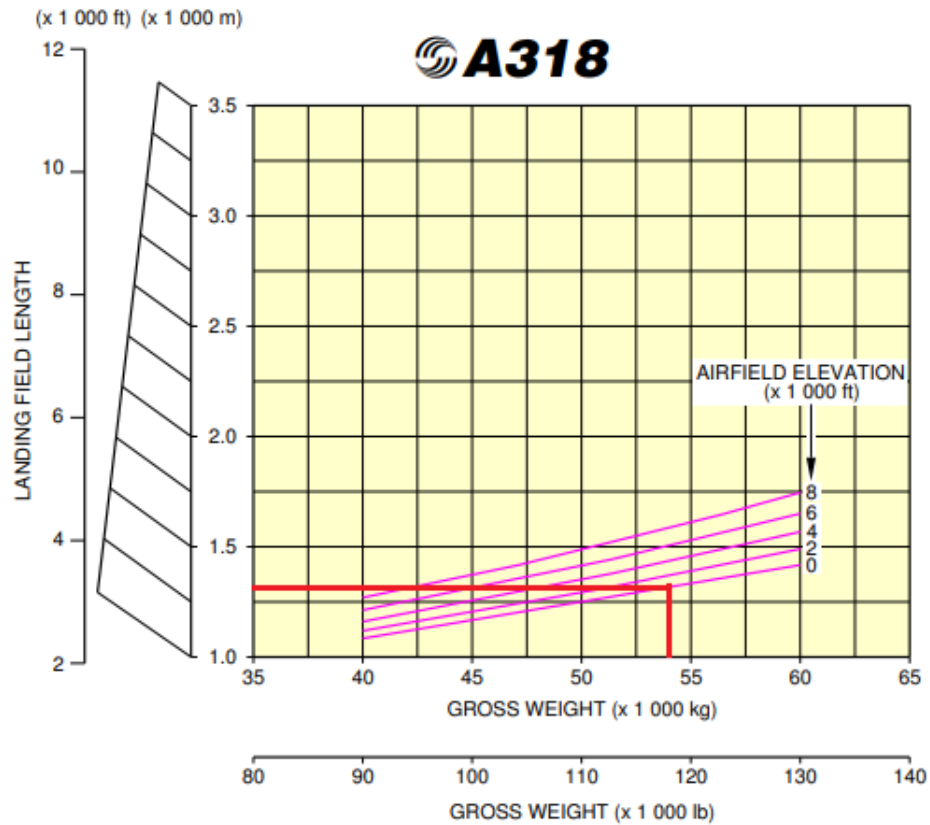
Anexo C. Tablas de Performance de los aviones que operan en Aeropuerto

Grafica para determinar la longitud de Despegue del Airbus A318, para un peso 53.100 Kg



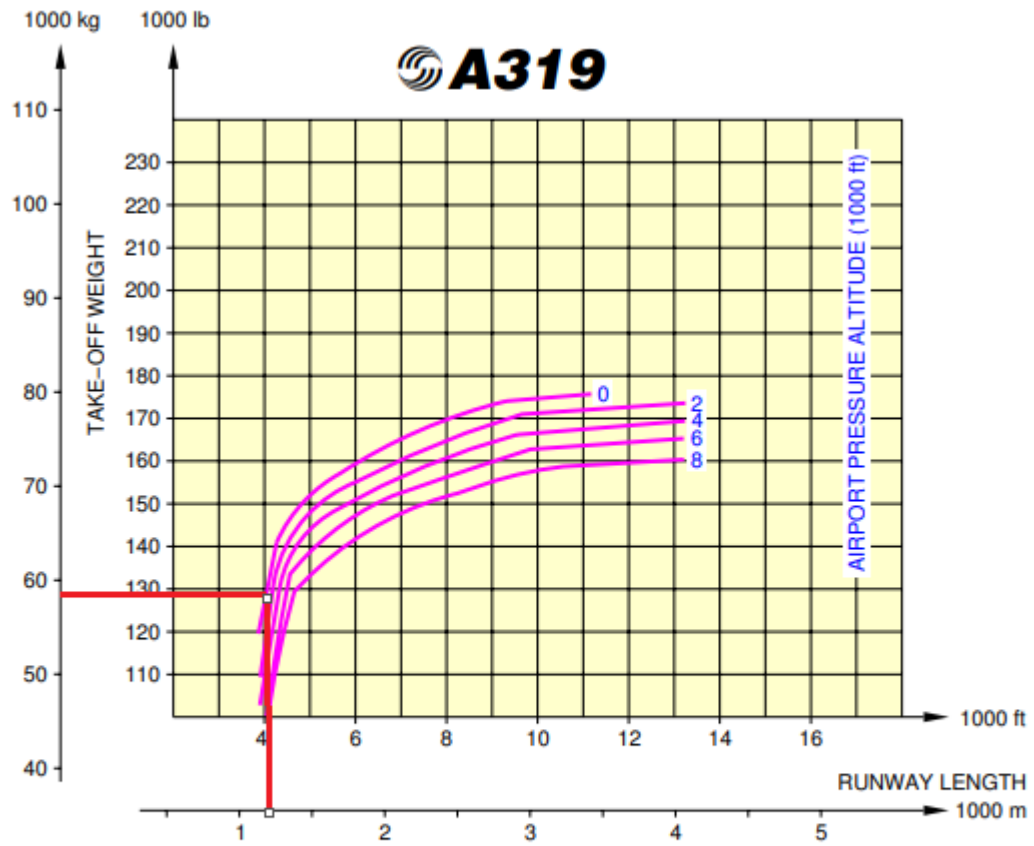
Take-Off Weight Limitation - ISA +15° C (+27° F) Conditions
CFM56 Series Engine
FIGURE-3-3-2-991-001-A01

Grafica para determinar la longitud de aterrizaje del Airbus A318, para un peso 53.100 Kg



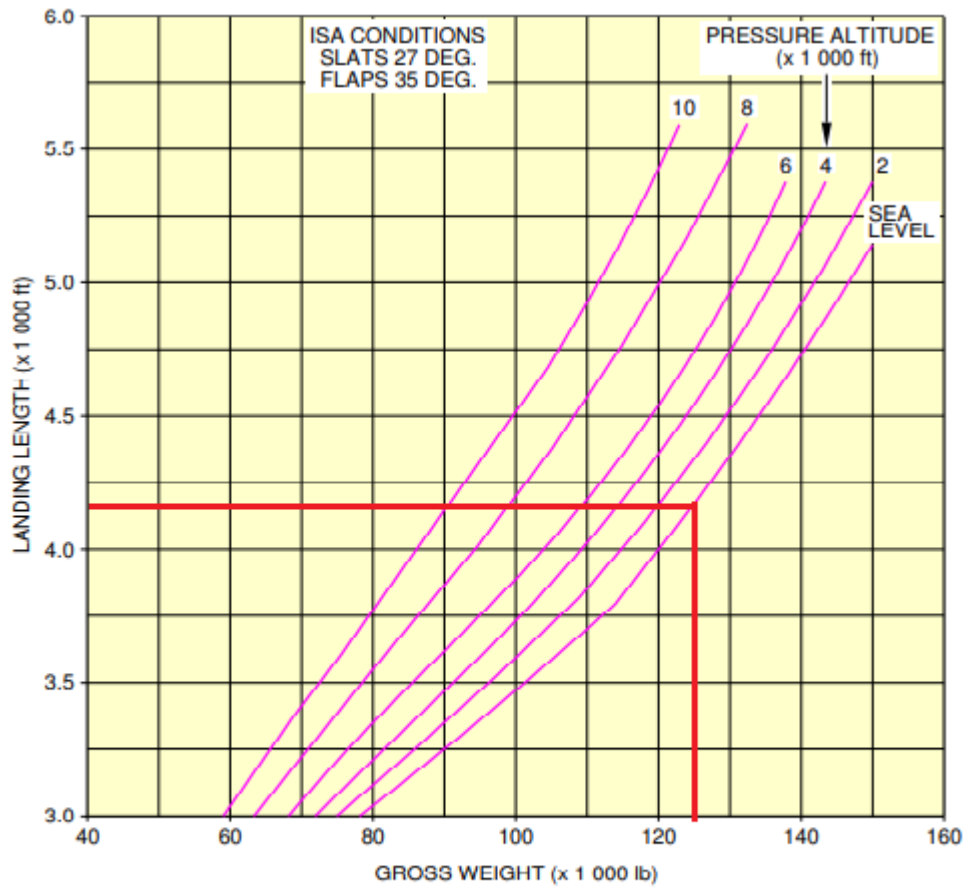
Landing Field Length - ISA Conditions
CFM56-5B Series Engine
FIGURE-3-4-1-991-001-A01

Grafica para determinar la longitud de Despegue del Airbus A319, para un peso 56.100 Kg



Take-Off Weight Limitation - ISA +15 °C (+27 °F) Conditions
CFM56 Series Engine
FIGURE-3-3-2-991-003-A01

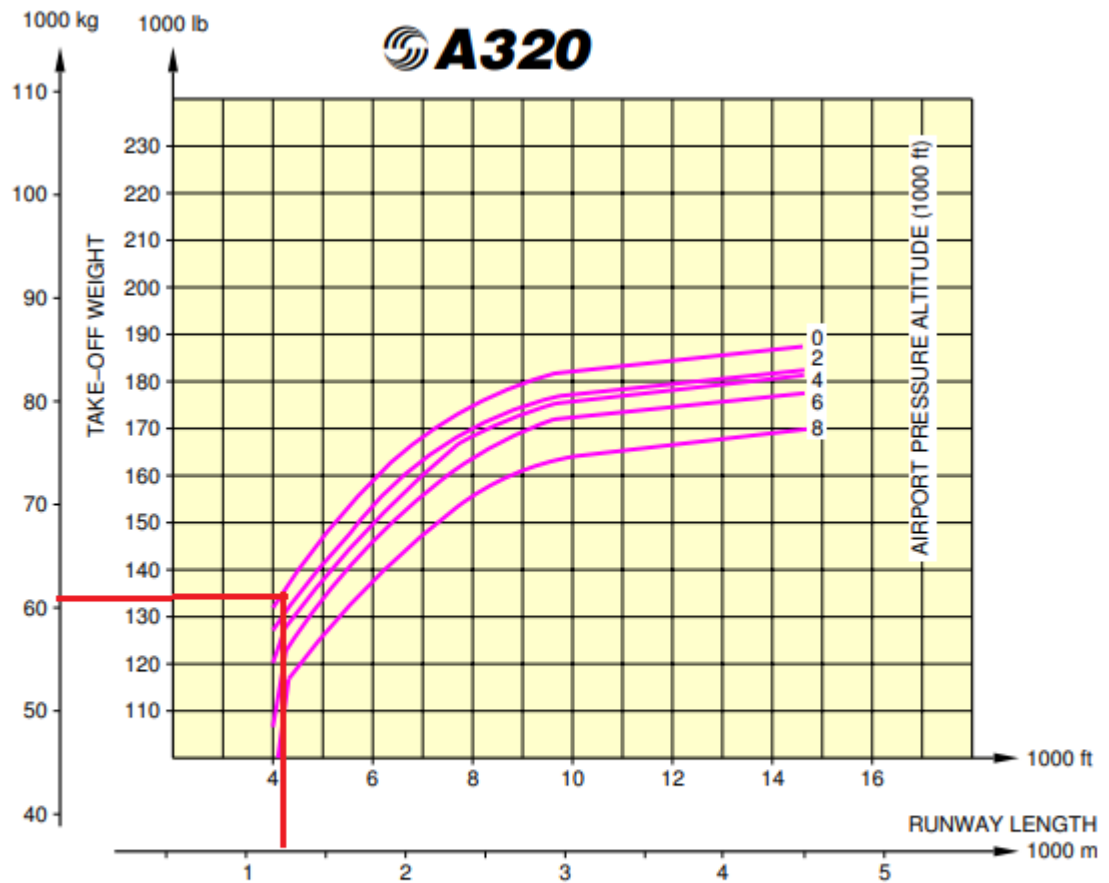
Grafica para determinar la longitud de Aterrizaje del Airbus A319, para un peso 56.100 Kg



A319

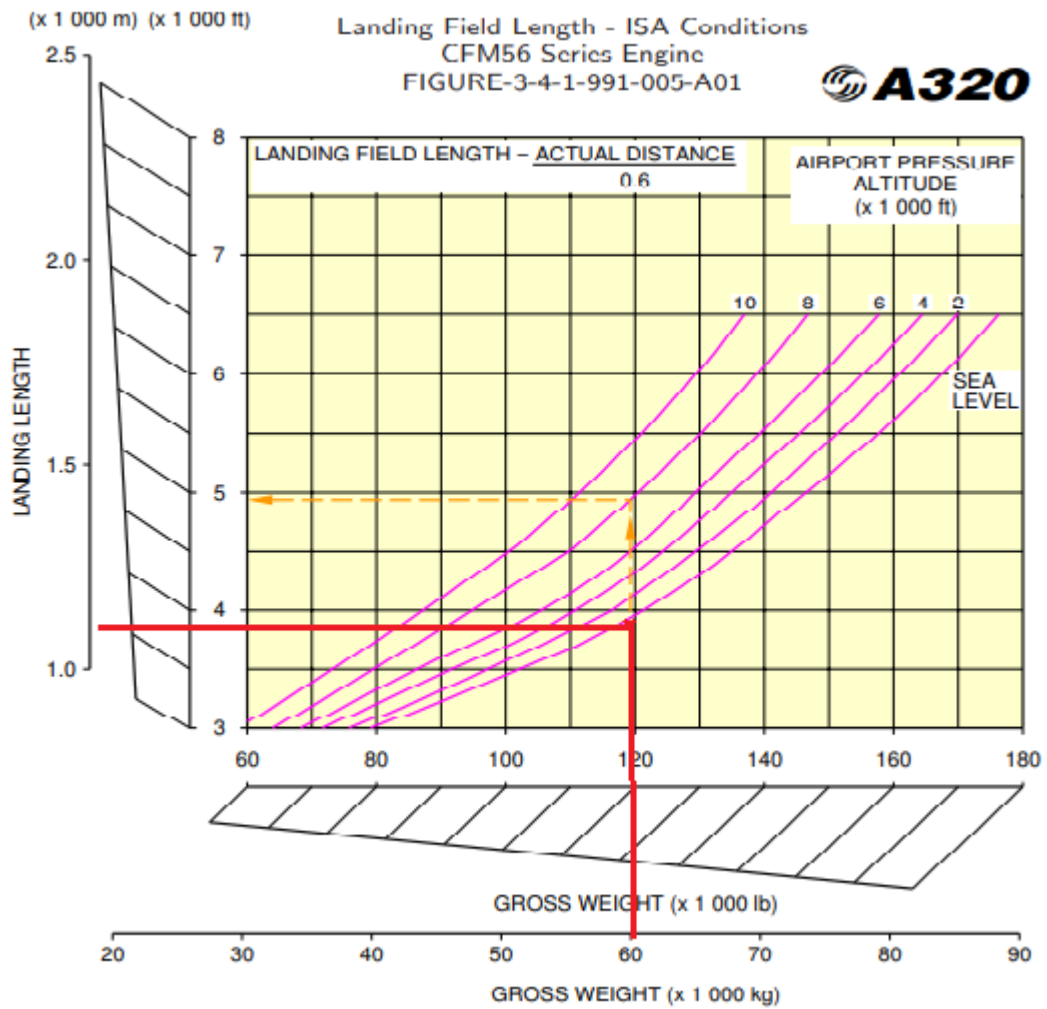
Landing Field Length - ISA Conditions
CFM56-5A Series Engine
FIGURE-3-4-1-991-003-A01

Grafica para determinar la longitud de Despegue del Airbus A320, para un peso 60.200 Kg

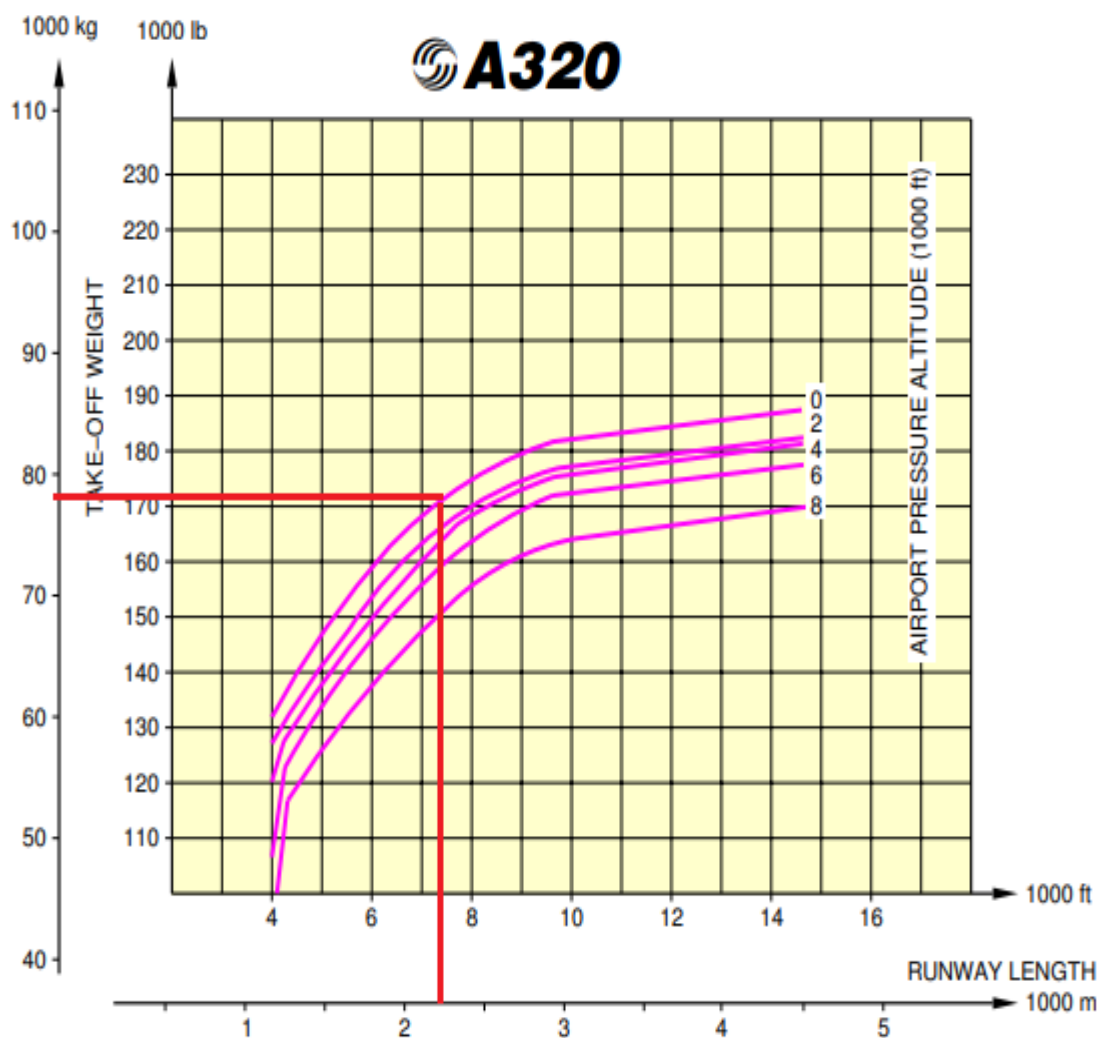


Take-Off Weight Limitation - ISA +15 °C (+27 °F) Conditions
CFM56 Series Engine
FIGURE-3-3-2-991-005-A01

Grafica para determinar la longitud de Aterrizaje del Airbus A320, para un peso 60.200 Kg



Grafica para determinar la longitud de Aterrizaje del Airbus A320 para un peso



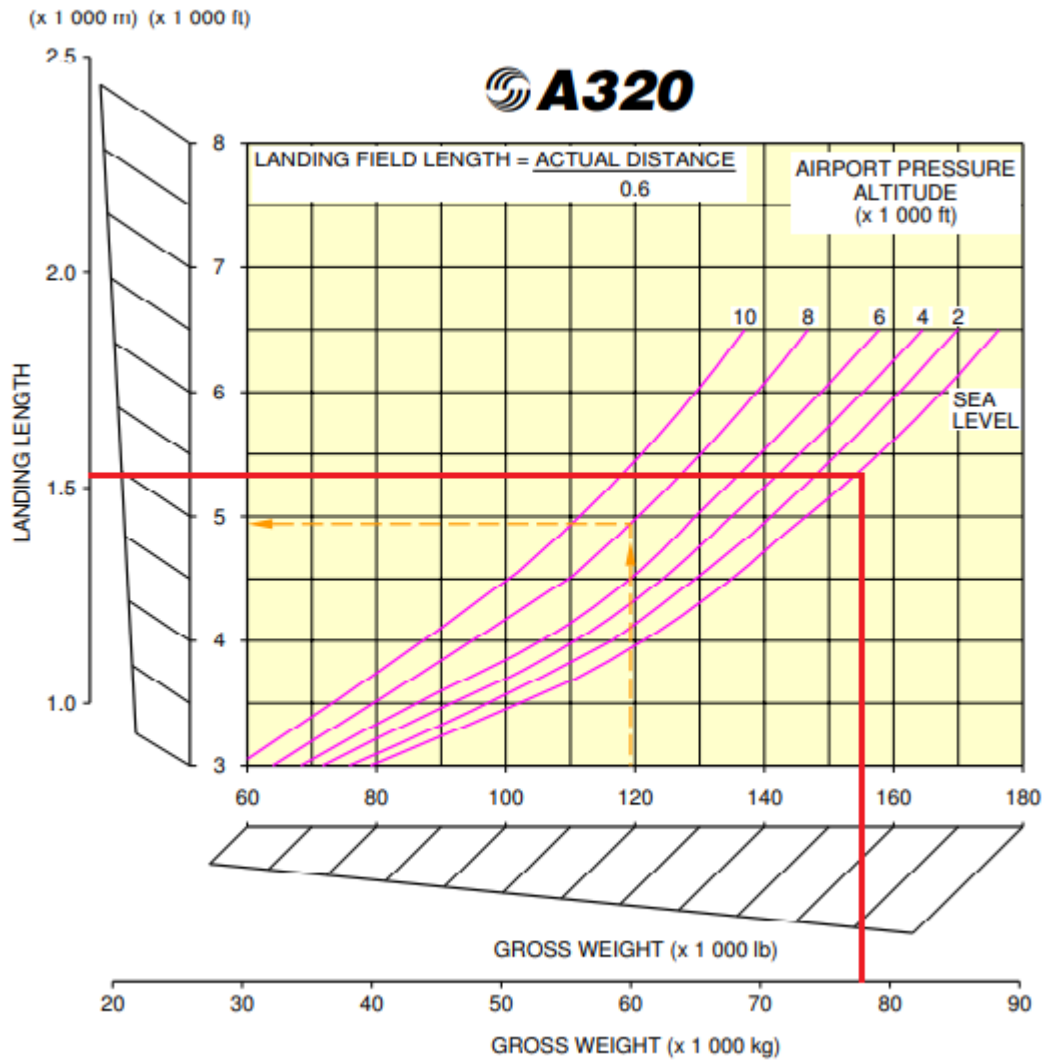
Take-Off Weight Limitation - ISA +15° C (+27° F) Conditions

CFM56 Series Engine

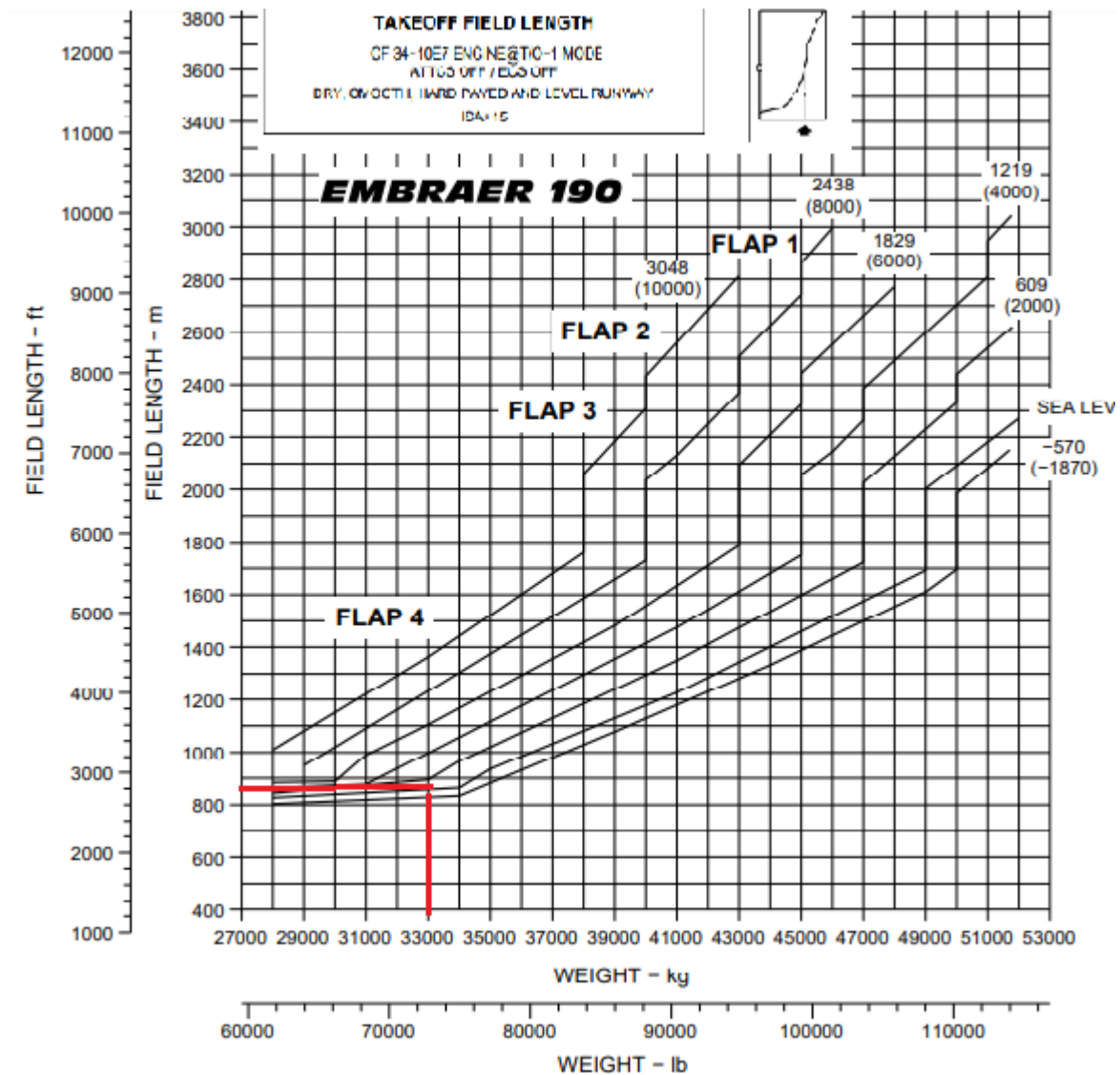
FIGURE-3-3-2-991-005-A01

78.000 Kg, máxima carga dada por el manual del fabricante

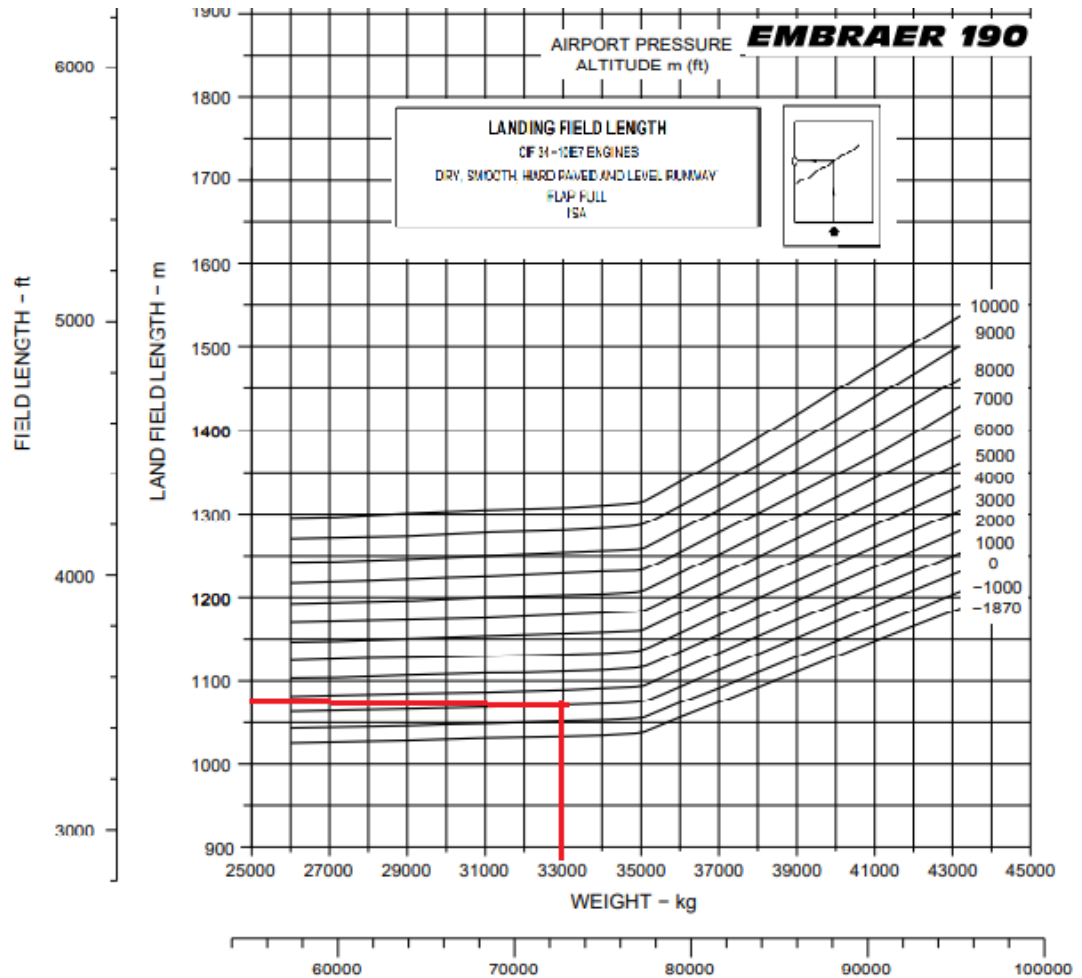
Grafica para determinar la longitud de Aterrizaje del Airbus A320, para un peso 78.000 Kg, máxima carga dada por el manual del fabricante



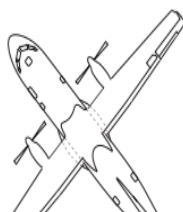
Grafica para determinar la longitud de Despegue del Embraer-190 para un peso 35.000 Kg



Grafica para determinar la longitud de Aterrizaje del Embraer-190 para un peso 35.000 Kg



ATR
42-600



TAKE-OFF DISTANCE:	
Basic (MTOW - ISA - SL)	1,165 m - 3,822 ft
At TOW for 300 Nm (Max pax - ISA - SL)	1,025 m - 3,363 ft
At TOW for 300 Nm (Max pax - ISA +10 - 3,000 ft)	1,215 m - 3,986 ft
TAKE-OFF SPEED (V2 min @ MTOW)	112 KCAS
LANDING FIELD LENGTH (JAR25)	
Basic (MLW - SL)	1,126 m - 3,694 ft
At LW (Max pax + reserves - SL)	1,055 m - 3,461 ft
REFERENCE SPEED AT LANDING	104 KIAS

Manual de performance para determinar la longitud de despegue ATR-72

The full RTO increases the available take-off power. Performance gains are thus done in case of limitations due to **runway length**.

Example: Let us consider a 1200 m length runway, in standard atmospheric conditions.

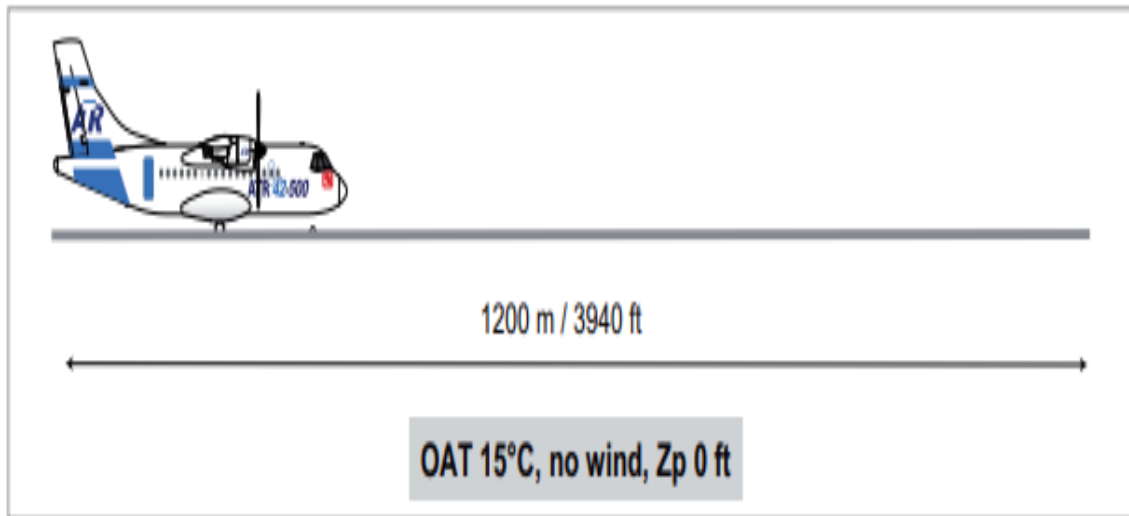


Figure A57: Take off runway conditions

7. Landing performance calculation

7.1 FCOM

The Regulatory Landing Weight is the lowest of:

- Maximum structural landing weight
- Runway limiting landing weight
- Climb gradient limiting weight

Let us consider the example of an ATR 72-500, whose destination airport has a LDA of 1500m and a minimum climb gradient of 3.5% to avoid a hill in the vicinity of the airport. The aircraft is dispatched under EASA regulations. The conditions at the destination airport are:

– Wet runway

Anexo D. Tabla de determinar el avión crítico

Fabricante	Modelo	Longitud Despegue [m]	Longitud Aterrizaje [m]	Peso vacío [Kg]	Capacidad de carga [Kg]	Peso Total [Kg]	Año	LD(Corregida)	LA(Corregida)	Longitud efectiva	Cumple/No cumple
Airbus	A320	2100	2530	max	max	78.000	1990	3457	3232	3457	No cumple
Airbus	A320	1250	1800	42.600	17.600	60.200	1990	2058	2300	2300	Cumple
Airbus	A319	1230	1325	40.800	15.300	56.100	1997	2025	1693	2025	Cumple
Airbus	A318	1200	1300	39.500	13.600	53.100	2003	1975	1661	1975	Cumple
Embraer	190	1180	1080	28.080	4.440	32.520	2004	1942	1380	1942	Cumple
ATR	72	1200	1500	12.000	7.100	19.100	1995	1975	1916	1975	Cumple
ATR	42	1215	1126	11.000	1.040	12.040	1990	2000	1438	2000	Cumple