

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGIA
CARRERA AERONÁUTICA**



**TRABAJO DE APLICACIÓN
NIVEL LICENCIATURA**

**“FACTORES QUE INFLUYEN EN LA LIMITACION DE CARGA/PAGA
EN EL AVION BOEING 737-300 QUE OPERA EN EL AEROPUERTO
INTERNACIONAL EL ALTO”- LA PAZ**

**POSTULANTE:
UNIV. EDWIN CESAR VALLEJOS GAMBOA**

**LA PAZ – BOLIVIA
2012**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGIA
CARRERA AERONÁUTICA**



**TRABAJO DE APLICACIÓN
NIVEL LICENCIATURA**

**“FACTORES QUE INFLUYEN EN LA LIMITACION DE
CARGA/PAGA EN EL AVION BOEING 737-300 QUE OPERA EN EL
AEROPUERTO INTERNACIONAL EL ALTO”- LA PAZ**

**POSTULANTE:
EDWIN CESAR VALLEJOS GAMBOA**

**LA PAZ – BOLIVIA
2012**

DEDICATORIA.

A Dios por ser mi fortaleza en mi vida.

A mi madre angélica que con su sencillez me demuestra amor y cariño, y brindándome su apoyo incondicional.

A mi padre Macario que desde el cielo me cuida, ilumina mi camino y me da las fuerzas para enfrentar todas las adversidades de la vida.

A mi querida esposa Elvira por brindarme amor, confianza y apoyo incondicional que me dedica día a día.

A Cesar Augusto mi hijo que con su ternura, cariño, alegría e inocencia me inspira y fortalece mi vida.

AGRADECIMIENTOS.

Agradecer al Director de Carrera y todos los docentes de la carrera Aeronáutica por la comprensión y conocimientos que nos dejaron en el transcurso de nuestra Carrera Universitaria.

Agradecer en especial al Ing. José Luis Murillo por haberme brindado su apoyo para la realización del presente trabajo.

A la empresa AeroSur S.A. por haberme acogido a su gran familia y poder adquirir la experiencia en el campo aeronáutico.

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria	
Agradecimiento	
1. RESUMEN EJECUTIVO	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. OBJETIVOS	3
3.1. OBJETIVO GENERAL	3
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
4. JUSTIFICACIÓN	4
5. DESARROLLO DEL TRABAJO	4
5.1. INTRODUCCIÓN	4
5.2. LIMITACIONES ESTRUCTURALES Y OPERACIONALES	5
5.3. CARACTERÍSTICAS Y LIMITACIONES PRINCIPALES DEL BOEING 737-300.....	10
5.3.1. Dimensiones Principales	10
5.3.2. Pesos Máximos Certificados.....	10
5.3.3. Límites de operación del Boeing 737-300 (motores CFM56-3B-2)..	12
5.3.4. Limitaciones y procedimientos.....	12
5.3.4.1. <i>Límites de Pesos de Despegue</i>	13
5.3.4.2. <i>Límites de Configuración</i>	14
5.4. VELOCIDADES QUE AFECTAN AL DESPEGUE	14
5.4.1. Minimum Control Speed On Ground – Velocidad Mínima de Control en el Suelo (V_{MCG})	15
5.4.2. Minimum Control Speed in the Air – Velocidad Mínima de Control en Aire (V_{MCA})	15
5.4.3. Decisión Speed – Velocidad de Decisión (V_1).....	15
5.4.4. Velocidad de Fallo de Motor Crítico (V_{EF}).	16
5.4.5. Rotación Speed – Velocidad de Rotación (V_R).....	16
5.4.6. Lift Off Speed – Velocidad de Despegue (VLOF).....	17
5.4.7. Takeoff Safety Speed – Velocidad de Seguridad al Despegue (V_2)	17

5.5. FACTORES INFLUYENTES A LA LIMITACIÓN DE CARGA /PAGA	17
5.5.1. Factores constantes	18
5.5.1.1. <u>Elevación del Aeropuerto</u>	18
5.5.1.2. <u>Gradiente de pista</u>	19
5.5.2. Factores Variables.....	21
5.5.2.1. <u>Temperatura</u>	21
5.5.2.2. <u>Presión Atmosférica</u>	21
5.5.2.3. <u>Densidad de Aire</u>	22
5.5.2.4. <u>Viento</u>	23
5.5.2.5. <u>Pista Contaminada</u>	24
5.6. USO Y DETERMINACIÓN DE LAS TABLAS DE PERFORMANCE DE DESPEGUE PARA LOS CÁLCULOS DE PESOS MÁXIMOS OPERATIVOS.....	25
5.7. PROCEDIMIENTO Y VERIFICACIÓN DE LAS LIMITACIONES QUE PUEDAN AFECTAR UN VUELO	28
5.7.1. Factores variables limitantes.....	28
5.7.2. Cantidad de pasajeros equipaje y carga	28
5.8. CÁLCULOS PARA OBTENER LA CARGA/PAGA	29
5.9. APLICACIÓN Y ELABORACIÓN DE LOS CUADROS Y GRAFICAS DE CARGA/PAGA PROMEDIO	30
5.10. ANÁLISIS.....	39
6. CONCLUSIONES	42
7. RECOMENDACIONES	43
8. BIBLIOGRAFÍA.	44
ANEXOS	45

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No. 1	PESOS CERTIFICADOS	11
CUADRO No. 2	LIMITACIONES	12
CUADRO No. 3	CALCULOS DE CARGA PAGA MESES ENERO-ABRIL.....	33
CUADRO No. 4	CALCULOS DE CARGA PAGA MESES MAYO-AGOSTO...	35
CUADRO No. 5	CALCULOS DE CARGA PAGA MESES SEPT- DICIEMB....	37

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA No. 1	GRAFICA DE CARGA PAGA MESES ENERO- ABRIL.	34
GRÁFICA No. 2	GRAFICA DE CARGA PAGA MESES MAYO - AGOSTO. ...	36
GRÁFICA No. 3	GRAFICA DE CARGA PAGA MESES SEP.-DICIEMBRE. ...	38



1. RESUMEN EJECUTIVO.

El aeropuerto Internacional El Alto, ubicado en la Ciudad de El Alto del departamento de La Paz, con un indicador de lugar designado por la OACI (SLLP). Las operaciones que se originan, desde este aeropuerto presenta limitaciones, que afectan directamente al peso de la aeronave, en operaciones de despegue y aterrizaje respectivamente. Estas restricciones afectan a la limitación de Carga/Paga (Pasajeros, equipaje, carga y correo) en despegues. De tal forma afectando a los ingresos de la compañía y ocasionando demora en los vuelos. Todos estos acontecimientos implican una serie de inconvenientes a causa de los factores influyentes de limitación que presenta el mismo, y poder precautelar la seguridad.

Esta restricción es principalmente ocasionada por dos factores, la primera es el factor invariable que consta de la ubicación de aeropuerto a 4058 metros sobre el nivel del mar y la pendiente que tiene la pista. La segunda es el factor variable que consta de la temperatura, presión, densidad, viento, pista contaminada y factores técnicos de la aeronave.

El presente trabajo de aplicación consiste en determinar los factores que influyen directa e indirectamente en la restricción de transporte de Carga/Paga, para las rutas que se originan desde el Aeropuerto Internacional El Alto, para la operación del avión Boeing 737 300.

Se elaborara una fuente de información en base a cálculos de Carga/Paga promedio, tomando en cuenta las limitaciones y procedimientos que nos permita mejorar adecuadamente las operaciones en cuanto a planificación de horarios, y absorber de la mejor forma estas limitaciones sin dejar de ser rentable.

Se podrá sugerir y recomendar una planificación adecuada de itinerarios, tomando en cuenta las horas de operación más apropiadas, determinando los



factores limitantes, las mismas se realizaran para las rutas más trascurridas y explotadas por las aerolíneas a nivel nacional.

Este trabajo será útil como apoyo a las aerolíneas, para poder realizar y mejorar una adecuada planificación de itinerario en horarios apropiados de operación, previa determinación de los factores limitantes de restricción de Carga/Paga.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Las operaciones en el aeropuerto Internacional El Alto, por su ubicación a una elevación considerable, atraviesa diversos problemas de limitación de Peso Total de la aeronave, en las operaciones de despegue y aterrizaje, pero la más importante y crítica es la operación de despegue. Por lo mismo se determinara ese procedimiento, que debido a los factores influyentes constantes y variables que se presentan en la misma.

La elevación del aeropuerto, la pendiente de pista son factores determinantes y los factores variables como ser; temperatura, presión, densidad y viento, están relacionadas con la sustentación y rendimiento de la aeronave, como consecuencia se reduce el Peso Máximo Operacional de Despegue, la cual ocasiona la reducción de Carga/Paga (Pasajeros, equipaje, carga y correo), que afecta directamente al ingreso económico y perjuicios ocasionando por demoras en la salida del vuelo. De tal manera es una situación de delicado interés la limitación de Peso, de todas las aerolíneas que operan en este aeropuerto.

Estos factores mencionados, actúan directa e inversamente proporcional al rendimiento de la aeronave. Podemos indicar que a mayor altura, menor será la presión, menor densidad y menor rendimiento de la aeronave, lo cual afecta al transporte de pasajeros, equipaje, carga y correo.



Estos problemas son de diario vivir para los despacho de los vuelos, que particularmente se ha comprobado de que estas limitaciones provocan perjuicios a la propia empresa y los usuarios, que son afectados directa e indirectamente sea estas en disminución de ingresos o perjuicio por las demoras ocasionadas.

Determinando estos factores de limitación, se elaborara una fuente de información basadas en cálculos de carga/paga en intervalos de horas de operación para la aeronave Boeing 737-300, evaluando los horarios más factibles, para la operación en cada una de las rutas, que servirá para una mejor planificación de horarios.

3. OBJETIVOS.

3.1. OBJETIVO GENERAL.

Realizar una propuesta como fuente de información en base a cálculos de Carga/Paga promedio, que permitan una adecuada planificación de itinerarios en función de las horas de operación, para la aeronave Boeing 737-300, basada en la determinación de los factores limitantes de Carga/Paga, para las rutas que se originen desde el aeropuerto Internacional El Alto.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar los factores que afectan en la limitación de Carga/Paga.
- Optimizar los procedimientos de cálculos de Carga/Paga, en función a las horas adecuadas de operación utilizando los análisis de pista del aeropuerto Internacional El Alto.
- Elaborar cuadros como fuentes de información basadas en cálculos de Carga/Paga tomando en cuenta los factores limitantes.



- Obtener resultados los cuales se puedan utilizar para la planificación en rutas y horarios adecuados de operación.

4. JUSTIFICACIÓN.

El aeropuerto Internacional El Alto, ubicado, a 4058 metros sobre el nivel del mar, es considerado aeropuerto de altura por su elevación y reconocido para la homologación de aeronaves. Se toma la aeronave, Boeing 737-300, que es la mas usada en las aerolíneas a nivel nacional y que esta remplazando al Boeing 727-200 las cuales operan en este aeropuerto, a merita la determinación de los factores que ocasionan la restricción de Carga/Paga (pasajeros, equipaje y carga), la cual significa menor ingreso económico y por otra parte ocasiona demoras en el horario de salida, por los factores de viento temperatura, presión y densidad.

Por esta razón se realizara una optimización de la Carga/Paga. Recomendando horarios de operación, en cada una de las rutas mencionadas, mediante una fuente de información promedio, que servirá de apoyo a la planificación de itinerarios en los vuelos, que se originan desde el aeropuerto Internacional el Alto.

5. DESARROLLO DEL TRABAJO.

5.1. INTRODUCCION.

El efecto de altura, por la elevación del aeropuerto que produce menor sustentación y menor rendimiento de la aeronave. Que son causados por los factores de viento, temperatura, presión y densidad.



Estos factores ocasionan una limitación afectando al peso máximo de despegue. Las mismas van ocasionando problemas de operación en este Aeropuerto. Causando inconvenientes en cuanto a la limitación de peso que sufren las aeronaves, causando una degradación de su rendimiento. Como consecuencia de estos factores incide a la reducción de Carga/Paga. Que significa pérdida o reducción en los ingresos.

Bolivia cuenta con diferentes aeropuertos a nivel nacional, pero 3 aeropuertos catalogados internacionales en las bases troncales que son:

- Aeropuerto Internacional Viru Viru, ubicado en el departamento de Santa Cruz de la Sierra.
- Aeropuerto Internacional El Alto ubicado en la Ciudad de El Alto del departamento de La Paz.
- Aeropuerto internacional Jorge Wilsterman ubicado en el departamento de Cochabamba.

Tratándose de un aeropuerto internacional con una considerable afluencia de tráfico de aeronaves y pasajeros a nivel Nacional y a nivel Internacional. Por esos motivos determinaremos los factores que afectan a la limitación de Carga /Paga.

Si nos excedemos los límites estructurales o límites operativos certificados ocasionaríamos incidentes y o accidentes lamentables y estaríamos obviando la seguridad de operación que es primordial en aeronáutica.

5.2. LIMITACIONES ESTRUCTURALES Y OPERACIONALES.

A fin de realizar los cálculos de pesos operativos para la salida de aeronaves para un vuelo, se debe mantener el peso total de una aeronave igual o por debajo de los Límites Máximos Estructurales y Operativos respectivamente. Estos pesos máximos estructurales se establecen principalmente para mantener la integridad



estructural del fuselaje hasta los factores de carga límite durante todas las fases del vuelo.

Primero determinaremos los límites de los pesos máximos estructurales. Estos pesos están establecidos por el fabricante y las limitaciones específicas, propias de la aeronave. Las cuales son inalterables, ya vienen de fábrica y no se debe exceder los mismos.

➤ ***Máximum Ramp Weight – Peso Máximo Estructural en Rampa (MRW).***

Es el peso máximo que puede soportar la aeronave en rampa, definido por el fabricante para iniciar el rodaje y dirigirse a umbral de pista para el despegue.

➤ ***Máximum Takeoff Weight – Peso Máximo Estructural al Despegue (MTOW).***

Es el peso máximo que puede soportar la aeronave al momento del despegue sin tener consecuencias, también proporcionado por el fabricante, a diferencia del MRW, es el combustible a consumirse en el rodaje, desde la plataforma hasta el umbral de pista.

➤ ***Máximum Landing Weight – Peso Máximo Estructural al Aterrizaje (MLW).***

Es el peso máximo que puede soportar la aeronave al momento de toma de contacto (Touchdown), este peso esta proporcionado por el fabricante, debido a condiciones estructurales.



➤ **Máximo Zero Fuel Weight - Peso Máximo Sin Combustible (MZFW).**

Es el peso máximo estructural de la aeronave sin combustible, en plataforma las cuales no deben excederse.

Son pesos máximos certificados y son invariables para cada tipo de avión, el MZFW es una limitación basada en razones de resistencia estructural del ala especialmente en las zonas de encastre¹. Esta limitación solo puede ser excedida por el peso del combustible.

A continuación citaremos los pesos operativos que nos serán útiles al momento de cálculos para la obtención de Carga/Paga.

➤ **Basic Empty Weight - Peso en Vacío (BEW).**

Es el peso del avión, con su equipo, accesorios y demás elementos, que se consideran parte integrante de mismo. Incluye solo los líquidos contenidos en un sistema cerrado (hidráulica, aceite y combustible no drenable).

➤ **Basic Weight - Peso Básico (BW).**

*Es el **BEW**, mas el peso del equipo que no va fijo en el avión, como equipo de emergencia, salvamento, manuales, kits de primeros auxilios, agua potable y de servicio.*

➤ **Dry Operating Weight - Peso Operativo Seco (DOW).**

*Es el **BW**. Mas los elementos operativos necesarios para un determinado tipo de vuelo. Ya que para cada una de ellas pueden variar dichos elementos operativos. Estos incluyen:*

¹ Manual de Vuelo de la Aeronave (AFM) y Manual de Operaciones de la Aeronave (OM).



- Tripulación y su equipaje.
 - Repuestos y herramientas.
 - Mayordomía o Catering.
- **Operating Weight - Peso Operativo (OW).**

Es el **DOW**. Mas el peso del combustible al despegue (TOF). Excluyendo por lo tanto el taxi fuel.

- **Operacional Takeoff Weight - Peso Máximo al Despegue (OTOW).**

Es el peso máximo al despegue del avión sujeto a limitaciones distintas de las estructurales. Como longitud de pista, requerimientos de subida y demás limitaciones operativas. El **OTOW** no debe exceder al **MTOW**.

- **Actual Takeoff Weight - Peso Real al Despegue (ATOW).**

Es el **OW**, mas la carga/paga. No debe exceder al **OTOW** ni al **MTOW**.

- **Operacional Landing Weight - Peso Máximo al Aterrizaje (MLW).**

Es el peso máximo al aterrizaje del avión sujeto a limitaciones distintas a las estructurales.

- **Actual Landing Weight - Peso Real al Aterrizaje (ALW).**

Es el peso actual o real al momento de toma de contacto.

- **Actual Zero Fuel Weight - Peso Real sin Combustible – AZFW.**

Es el **DOW** más la Carga/Paga².

² Manual de Despachos de Aeronaves



Para una mejor comprensión de los pesos operativos (Ver Anexo N°1).

Los pesos estructurales y operativos que son muy importantes para la determinación de los pesos de una aeronave para el despegue.

Pero al margen de lo mencionado viene un factor que también suele ser importante al momento de cálculos, estos son los términos utilizados para determinar la cantidad de combustible como citaremos a continuación.

➤ **Taxi Fuel – Combustible para el Taxeo o Rodaje.**

Es el combustible consumido en el rodaje de la aeronave, desde plataforma hasta el umbral de pista.

➤ **Total Fuel – Block fuel - Combustible Total.**

Peso del combustible a bordo antes de poner en marcha los motores.

➤ **Takeoff Fuel - Combustible al Despegue (TOF).**

Combustible a bordo en el momento de iniciar el despegue. Es el Combustible Total menos el Combustible consumido por el Rodaje (Taxi Fuel). Comprende lo siguientes:

- *Combustible para el vuelo (Trip-Fuel).*
- *Combustible de reserva (Reserve Fuel).*

➤ **Trip Fuel - Combustible Para el Vuelo.**

Combustible requerido para volar desde el aeropuerto de salida hasta destino basado en las condiciones operativas previstas.



➤ **Reserve Fuel – Combustible de Reserva.**

Combustible para cubrir contingencias que se puedan presentar en las condiciones operativas previstas, combustible necesario para volar al aeropuerto de alterno, combustible necesario para realizar el holding y combustible para hacer frente a demoras previstas y condiciones meteorológicas adversas³.

5.3. CARACTERÍSTICAS Y LIMITACIONES PRINCIPALES DEL BOEING 737-300.

El Boeing 737-300 perteneciente a la segunda generación el modelo Clásico aeronave bimotor, de corto y mediano alcance.

Citaremos las características importantes de limitación que se utilizarán para el presente trabajo de aplicación.

5.3.1. Dimensiones Principales.

Se indicará las dimensiones de la aeronave en diferentes perspectivas (Ver Anexo 2). Para una familiarización de la misma.

5.3.2. Pesos Máximos Certificados.

Estos pesos ya vienen certificados por fábrica, por las diferentes características de operación de la aeronave (Ver cuadro N° 1). Las cuales son invariables y no se tiene que sobrepasar estos pesos.

³ Manual de Operaciones (OM)



Estos pesos fueron obtenidos y tomados como parámetro de una aeronave que tiene un peso estándar y sin variaciones considerables, con motores ajustados a 22000 libras de Empuje.

(Cuadro N° 1)
PESOS CERTIFICADOS

CERTIFIED GROSS WEIGHT		
	LBS	KGS
Maximum Taxi Weight (MTW)	140000	63502
Maximum Takeoff Weight (MTOW)	139500	63276
Maximum Landing Weight (MLW)	114000	51709
Maximum Zero Fuel Weight MZFW)	105000	47627

Fuente: Manual de Vuelo de la Aeronave (AFM) Boeing 737-300.



5.3.3.Limites de operación del Boeing 737-300 (Motores CFM56-3B-2).

Se tomaran en cuenta las limitaciones operativas más importantes para fines de cálculo (Ver Cuadro N°2).

(Cuadro N° 2)

LIMITACIONES

TECHO MAXIMO DE OPERACION (Pies)	ELEVACION OPERATIVA (Pies)	CATEGORIA SEI	VIENTO CRUZADO (Nudos)	VIENTOS DE COLA PARA DESPEGUES Y ATERRIJES (Nudos)	VELOCIDAD DE LAS RUEDAS (TIRE SPEED) (MPH)
37000	14000	CAT. 6	35	10	225

Fuente: Manual de Vuelo de la Aeronave (AFM) Boeing 737-300.

5.3.4.Limitaciones y procedimientos.

Las Limitaciones Certificadas, Procedimientos y Performance, para las Operaciones en el Aeropuerto de "INTERNACIONAL EL ALTO" de la ciudad de La Paz, Bolivia, establecidos en los Apéndices aplicables del Avión en el AFM (Airplane Flight Manual) específicos para los Aviones Boeing B737-300 con la siguiente configuración de Motores y Performance:

- **CFM56-3B2 AFM - Appendix 25 (AFM)**



Todas las limitaciones de certificación y procedimientos normales, suplementarios están establecidos en el AFM básico y el Manual de Operaciones de la Aeronave (Operations Manual) (OM).

Toda desviación de configuración non-estándar como PMC OFF (Power Management Control), EAI ON (Engine Anti-ice), WAI ON (Wing Anti-ice), A/C bleeds OFF o Anti Skid Inoperative deben ser reflejadas en penalizaciones obtenidas de las tablas de correcciones del AFM.

5.3.4.1. Límites de Pesos de Despegue.

El peso Máximo de Operacional de Despegue o Permitido (MTOW - OTOW) estará limitado en Performance por:

- PISTA 28: Ascenso 2º segmento, gradiente mínimo 2.4%.
- PISTA 10: Ascensos 2º segmento, gradiente mínimo 2.4%.

El cálculo de **“Improved Climb Performance”** es usado para el incremento de velocidades que determina el peso límite actual para despegue en función al largo de pista, ascenso y límites de velocidades de llantas. Por fines de generar mas peso es utilizado el **“Impruved Climb Performance”**

Se utilizara la pista 28 para Despegues con vientos hasta de 10 Nudos de componente de viento de cola según AFM.

Se considera una longitud de pista (TORA) de 4,000 metros. (13124 ft.) Para las Pista 10 y 28, con un plano libre de obstáculos (Clearway) de 244 metros. (800 ft.) Solo para la Pista 28. Si estas distancias no estuvieran disponibles por algún motivo, determinar los pesos limitados por Pista (Field) en las gráficas **“Takeoff Field Length”** del (AFM) aplicable.



No es permitido el Despegue en condiciones de pista con aguanieve (wet - snow), nieve semi-derretida (slush), hielo (ice), agua detenida (standing water) o granizo.

Para Despegues en pista mojada, esto es pista impregnada con agua parcial o totalmente, sin áreas significantes de agua detenida **se deberá referir a las tablas corregidas por pista mojada (Ver anexo N° 13)**, para las reducciones de Peso, y V_1 .

Estas Tablas proporcionan información específica y aplicable a las características propias del aeropuerto, se debe tomar en cuenta que para el uso de las tablas se debe mandatoriamente tener las **reversas operativas**. Las tablas están calculadas con un coeficiente de rozamiento de **0.10 MU** el cual es más restrictivo que la correspondiente a (Wet Runway).

5.3.4.2. Límites de Configuración.

Llantas de velocidad máxima (GS) de 225 MPH deben estar instaladas en trenes principal y de nariz, **de otra manera la Performance establecida NO ES APLICABLE.**

Ambos "Ignitores" deben estar operativos para los arrancados. Verificar ítems MEL. ⁴

5.4. VELOCIDADES QUE AFECTAN AL DESPEGUE.

Citaremos y desarrollaremos los conceptos más importantes de las velocidades de despegue, que se utilizara para desarrollar el trabajo.

⁴ Manual de Vuelo de la Aeronave (AFM) Boeing 737-300



5.4.1. Minimum Control Speed On Ground – Velocidad Mínima de Control en el Suelo (V_{MCG}).

Cuando durante la carrera de despegue falla un motor, se produce un desbalance en el empuje que tenderá a sacar de la pista a la aeronave. La V_{MCG} representa la mínima velocidad a la que, con fallo de un motor, el control direccional del avión en el suelo puede ser recobrado y quedando para continuar el despegue, bajo las siguientes condiciones:

- *Fallo del motor más crítico.*
- *Flaps y slats de despegue.*
- *Control direccional solo con el timón de dirección. No se toman en consideración ni la rueda de morro, ni los frenos.*
- *Máxima desviación lateral 30 ft. (Boeing 737-300)*

Puesto que no es posible continuar el despegue, si un motor falla a una velocidad inferior a la V_{MCG} , esta velocidad fija el valor mínimo de la V_1 .

Los factores que disminuyen el empuje de los motores, reducen así mismo la asimetría de potencia y por lo tanto la V_{MCG} . Estos factores son la altitud y la temperatura.

5.4.2. Minimum Control Speed in the Air – Velocidad Mínima de Control en Aire (V_{MCA}).

Es la mínima velocidad en vuelo a la que con fallo de un motor, el control del avión puede ser recobrado y mantenido.

5.4.3. Decision Speed – Velocidad de Decisión (V_1)

La velocidad de decisión es:



- **La velocidad máxima** a la cual el piloto puede reconocer un fallo durante la carrera de despegue y parar el avión dentro de la pista previamente calculada.
- **La velocidad mínima** a la que, con falla de motor mas crítico, pueda continuar el despegue y cumplimentar los requisitos de subida establecidos (takeoff path – senda de despegue).

La demora en tomar la decisión de frustrar el despegue acorta la distancia de parada, proporcionalmente al valor de la V_1 .

Así pues, con una $V_1 = 100$ nudos = 250 m/seg. Una decisión de 4 seg, nos acortara en 1000 pies dicha distancia.

El único requisito que debe cumplir, la V_1 es de no ser menor que la V_{MCA} , y el de no ser mayor que la V_R .

5.4.4. Velocidad de Fallo de Motor Crítico (V_{EF}).

Es la velocidad a la cual se supone que falla el motor más crítico de la aeronave. Habitualmente es uno de los motores más exteriores, pues entonces el control es más difícil.

5.4.5. Rotación Speed – Velocidad de Rotación (V_R).

Es la velocidad a la que se inicia la rotación del avión sobre el tren principal para alcanzar la velocidad de subida V_2 a los 35 pies de altura. De hecho, lo que efectuamos es el cambio de su posición de carrera a la de vuelo.



Es de mayor importancia el efectuar la rotación exactamente a V_R , calculada con la elevación del morro establecida en la operación correspondiente.

El rotar antes la V_R , y/o una elevación excesiva del morro lleva consigo un aumento de la resistencia que afecta a la aceleración del avión y prolonga la carrera de despegue.

El rotar a una velocidad mayor de V_R , y/o una elevación de morro demasiado pequeña prolonga igualmente la carrera de despegue, hace que nos quedemos por debajo de la senda de despegue y en algunos tipos de avión aumenta el peligro de dar en el suelo con la cola.

5.4.6. Lift Off Speed – Velocidad de Despegue (V_{LOF}).

Una vez que el avión efectúa la rotación y pasa a su posición de vuelo, continúa su aceleración hasta la velocidad V_{LOF} a la cual despegue. No tiene gran interés, ya que es la V_R la que condiciona la maniobra.

5.4.7. Takeoff Safety Speed – Velocidad de Seguridad al Despegue (V_2).

Es la velocidad óptima para cumplimentar con un motor inoperativo las pendientes de subida (Takeoff Performance) del Takeoff Path⁵. (Ver anexo N° 3).

5.5. FACTORES INFLUYENTES A LA LIMITACIÓN DE CARGA/PAGA.

Los factores tienen una influencia muy importante al momento de la operación de aeronaves, para nuestro trabajo enfocaremos a los factores influyentes para el

⁵ Performance Para Reactores ediciones paraninfo.
Manual de instrucción Boeing 737-300



proceso de despegue de la aeronave, la cual influye en la Carga/Paga. Estas son importantes para los cálculos de pesos operativos en un determinado vuelo.

Las limitaciones ocasionadas por estos factores que afectan directamente al peso de la aeronave y como consecuencia a la reducción de Carga/Paga, que significa reducir la cantidad de pasajeros, equipaje y carga respectivamente, de acuerdo a la urgencia y el grado de importancia a ser transportado en un vuelo determinado, lo último indicado, lo determina cada operador. Pero generalmente en el grado de importancia; están los pasajeros y su respectivo equipaje facturado luego viene la carga a ser transportada.

Para mejor comprensión dividiremos en dos:

- **Factores invariables.**
- **Factores variables.**

5.5.1. Factores invariables.

Dentro de la ubicación geográfica del aeropuerto Internacional El Alto y su respectiva elevación y la ubicación de pista, estos parámetros ya están determinados los cuales podemos mencionar:

- **Elevación del aeropuerto.**
- **Pendiente de la pista.**

5.5.1.1. Elevación del Aeropuerto.

La elevación es considerada como la distancia vertical entre un punto o nivel de la superficie de la tierra, o unida a ella, y el nivel medio del mar. La elevación del aeropuerto es el punto más alto del área de aterrizaje⁶.

⁶ RAB - 1 Definiciones, Acrónimos y Símbolos.



Por estas razones y la ubicación del aeropuerto en la ciudad de El Alto, la cual esta a 4058 metros sobre el nivel del mar. Por esta razón este factor es la más importante para este trabajo, como se había indicado anteriormente a consecuencia de la elevación del aeropuerto, presenta dificultades de rendimiento de las aeronaves.

Podemos relacionar, la altitud por densidad a medida que no alejamos del nivel medio del mar el aire se hace menos denso y se obtiene menor rendimiento, por lo cual se necesitara mayor longitud de pista para el despegue. Con la altura se puede mencionar, a medida que aumenta la altura existirá menor presión y menor será la densidad del aire. A causa de este factor se debe al menor rendimiento que tienen las aeronaves al operar en este aeropuerto.

Se debe considerar que las aeronaves deben estar certificadas para operar en aeropuertos de mayor elevación, "Operaciones en Altura" las cuales necesitan una homologación. Por lo cual es un requisito de operación en este Aeropuerto.

5.5.1.2. Gradiente de pista.

Es muy importante el análisis de la gradiente de pista para el uso y elección del umbral adecuado para las operaciones de despegue y aterrizaje.

El aeropuerto Internacional El Alto, tiene una pista de 4000 metros de largo, de acuerdo a su sentido y orientación, cuenta con dos Umbrales, a los 280° y 100°, equivalente al Umbral 28 y Umbral 10 respectivamente. La cual refleja una gradiente de $\pm 1.55\%$ o 62 metros de diferencia de umbral a umbral, la cual es considerable.

La formula para calcular la gradiente de pista es:

$$\text{Gradiente de pista \%} = \frac{\text{Diferencia de elevacion entre ambos umbrales}}{\text{Longitud de pista}} \times 100$$



El umbral 28 esta ubicado a 40058 metros a diferencia del umbral 10 que esta ubicado a 3996 metros (Ver Anexo N° 4).

Para determinar el uso de cualquiera de los dos umbrales señalaremos dos gradientes:

a). Gradiente positivo.

b). Gradiente negativo.

a) Gradiente positivo. (hacia arriba). Umbral de la pista 10.

Esta gradiente alarga la carrera de despegue y acorta la de aterrizaje. Por esta razón podemos indicar que en este umbral, es conveniente realizar el procedimiento de aterrizaje, considerando favorable la pendiente, se utilizara de acuerdo a la limitación de viento de cola para el mismo.

El umbral 10 puede ser utilizado cuando la limitación de viento de cola para despegues por la pista 28 supere los 10 nudos de viento⁷, de esa manera se puede utilizar el umbral 10 con la consecuencia de restringir mas peso para la operación de despegue, por la gradiente negativa y obstáculos que presenta después de la pista.

Para fines de de optimizar la carga/paga es totalmente negativa el uso de la pista 10. Por esta razón es importante analizar los horarios y comportamientos de vientos predominantes para despegues.

⁷ Manual de Vuelo de la Aeronave (AFM), Boeing 737-300.



b) Gradiente negativo (hacia abajo). Umbral de la pista 28.

Esta gradiente acorta la carrera de despegue y alarga la carrera de aterrizaje, por lo mismo podemos deducir que el procedimiento de despegue es ventajoso, previo análisis del viento de cola para tal efecto.

La elección de umbral de la pista en uso para despegues mas recomendado será el umbral 28, con una limitación de 10 nudos de componente de viento en cola.

5.5.2. Factores Variables.

5.5.2.1. Temperatura.

Este factor tiene influencia, causando un efecto en las operaciones de despegue y aterrizaje. Para fines del trabajo analizaremos solamente la operación de despegue.

Podemos indicar que la temperatura es el factor primordial, por la relación inversa que tiene con la presión y la densidad, se puede indicar que a mayor temperatura menor será la presión y menor la densidad, esto va relacionado directamente a la sustentación y el rendimiento de la aeronave. Por esta causa a medida que aumenta la temperatura, disminuirá la presión y densidad, afectando a limitación de pesos Máximos Operacionales, en Despegues y Aterrizajes. Para fines de cálculo se utilizara este factor limitante en operaciones de Despegue.

5.5.2.2. Presión Atmosférica.

La presión es un factor importante a la limitación de peso, se sabe que la presión actúa inversamente proporcional con la temperatura y directamente proporcional con la densidad de aire. Se puede relacionar con la temperatura, debido a que la presión actúa de acuerdo al cambio de la misma. A medida que aumente la



temperatura la presión bajara y como consecuencia la limitación de Peso Máximo Operacional de despegue será inevitable, como consecuencia menor Carga/Paga.

5.5.2.3. Densidad del Aire.

La densidad del aire, es el factor determinante, que afecta directamente al rendimiento del avión, también influye en la sustentación y ala resistencia al avance, más aun al rendimiento del motor. Podemos indicar que la densidad esta relacionado con la presión y ambas se relacionan de forma inversa con la temperatura.

Podemos diferenciar el efecto de la densidad del aire en dos aspectos:

- ***Sobre la sustentación y la resistencia al avance, la densidad viene a ser un factor que intervienen las formulas tanto de la sustentación como en la resistencia, de ambas podemos deducir que a mayor densidad mayor sustentación mayor resistencia, y viceversa. En cuanto mayor sea la altura menor será la densidad y como resultado menor la sustentación y la resistencia al avance⁸.***
- ***Sobre el rendimiento del motor. El motor produce empuje en función del peso del aire que entra en las cámaras de combustión. Para un mismo régimen, el volumen de aire que entra es el mismo, pero el peso varia con la densidad dando como resultado que a mayor densidad mayor peso y viceversa⁹.***

Podemos deducir sobre el rendimiento en base a la densidad de aire:

- A mayor temperatura, menor presión, y menor densidad.

⁸ <http://www.manualvuelo.com>

⁹ <http://www.manualvuelo.com>



Menor Densidad = Menor Rendimiento.

- A menor temperatura, mas presión y mayor densidad.

Mayor Densidad = Mayor Rendimiento.

Como resultado podemos indicar, que la densidad va directamente relacionada con el rendimiento, al margen de la sustentación y la resistencia al avance.

De este análisis podemos indicar que, al disminuir la densidad el rendimiento de los motores se degradara, y esta degradación se manifiesta en las tablas de análisis de pista del aeropuerto, en nuestro caso el análisis de pista del Aeropuerto Internacional el Alto, que analizaremos mas adelante.

5.5.2.4. Viento.

Para este fin, se tomara en cuenta el viento en superficie, es uno de los factores que también influye a la restricción de peso. Es importante diferenciar que el efecto del viento en superficie es lo contrario al mismo viento durante el vuelo. En despegues y/o aterrizajes el viento en superficie viene a ser importante y determinante, las cuales son:

- **Viento en frente**, es positivo en ambas operaciones, lo cual hace mas corta la carrera de despegue y aterrizaje por otra parte incrementa el ángulo de ascenso en despegues y la senda de descenso en aterrizajes, de esa manera posibilita una mejor liberación de obstáculos¹⁰.
- **Viento en cola**, es negativo en ambas operaciones, incrementa la Carrera de despegue y aterrizaje. Cuando nos referimos de viento en frente no se genera mayor problema mejor aun es favorable. Pero cuando nos referimos del

¹⁰ <http://www.manualvuelo.com>



viento en cola, al contrario del anterior va limitando el Peso Máximo Operativo de Despegue. Se debe limitar el Peso Máximo de Operativo de Despegue autorizado, para disminuir la carrera de despegue y de aterrizaje respectivamente, de lo contrario estaríamos próximos a un incidente y/o accidente.

Los vientos presentan con una dirección fija y variable de 0° a 360° y con una intensidad determinada. Para este fin se dan énfasis a los vientos en superficie para las operaciones de despegue, la cual están sujetos a la variación y reducción de Carga/Paga. Estos mismos vienen tabulados en una rosa de vientos para poder determinar las componentes en intensidades de viento de acuerdo a las direcciones de la pista, es- tas pueden presentarse, en viento de frente, en viento de cola y en viento cruzado (Ver Anexo 5 y 6).

5.5.2.5. Pista Contaminada.

Este es un factor también variable, generalmente por la contaminación de agua causada por la lluvia que produce una pista mojada (**Wet Runway**), que ocasiona mayor resistencia al movimiento de la aeronave, que en una pista seca. Esto implica una carrera de despegue más larga y por lo tanto se necesita una mayor longitud de pista para el despegue por efecto de la reducción de velocidad.

Para el aterrizaje se necesita mayor longitud de pista por el factor de frenado pobre por la presencia de agua que hace que la pista sea resbaladiza y esto dependerá de la acumulación de la misma. Pero en este trabajo se hace más énfasis la operación de Despegue.

Este factor afecta de gran manera a la Velocidad de la Carrera de Despegue, por ese motivo se restringe Carga/Paga al Peso Máximo Operacional de Despegue en condiciones de pista mojada, para reducir la carrera de despegue, y en caso de un despegue frustrado así el avión podrá detenerse en el resto de la pista, para evitar una excursión de la misma, pudiendo causar incidentes y/o accidentes.



5.6. USO Y DETERMINACION DE LAS TABLAS DE PERFORMANCE DE DESPEGUE PARA LOS CÁLCULOS DE PESOS MAXIMOS OPERATIVOS.

La utilización es algo complicada pero interesante, para la utilización se debe identificar las graficas según lo requerido, que viene tabulado en los Manuales de Vuelo de la Aeronave (Airplane Flight Manual **AFM**) y en los Manuales de Operación de la Aeronave (Operation Manual **OM**).

Los pesos máximos operacionales de despegue permitidos, están tabulados para el aeropuerto Internacional El Alto. Dichas tablas están calculadas para configuraciones de Flaps 5°, altitud de presión del aeropuerto, llantas de alta velocidad de 225 mph (195 KIAS), Engine Bleeds OFF. Los pesos se muestran en kilogramos para los pesos limitados por ascenso (2do segmento) y por longitud de pista. Los pesos máximos limitados por pista están siempre seguidos por un signo (letra o asterisco), la cual identifica el tipo de limitación para cada peso tabulado. Los signos establecidos para identificar las diferentes limitaciones de pista para el B737-300 son los siguientes:

F - Limitación por Longitud de Pista.

B - Limitación por Energía de Frenado.

T - Limitación de Velocidad de ruedas.

* - Limitación por Obstáculos.

** - Improved Climb.

Las tablas de análisis de aeropuertos, aplicables a las pista 28 y 10, para configuraciones de Flap 5° con altitudes de presión de 12.600, 12.700, pies con Engine Bleeds OFF (Ver Anexos N°9, N°10, N°11, N°12 y N°13).

Las limitaciones de velocidad de ruedas y energía de frenado, son mayores a las limitaciones de longitud de pista, obstáculos y ascenso o 2º segmento. Por esa



razón se utilizara directamente las tablas de análisis de aeropuerto que ya vienen tabulados, elaborados en forma concreta y precisa, obtenidos de las tablas de performance del AFM, tomando en cuenta la capacidad de empuje de los motores instalados, los factores influyentes del aeropuerto y factores técnicas de operaciones en situaciones y condiciones de algún equipo que este inoperativo o por el mal funcionamiento en determinados elementos.

Para determinar el peso máximo de despegue operacional se toma el menor de los siguientes pesos de despegue:

- a).- El peso máximo de despegue permitido (OTOW), que esta limitado por largo de pista, segundo segmento, obstáculos, viento, temperatura, altitud presión, pista contaminada y factores técnicos de la aeronave (se encuentra en los análisis de pista del aeropuerto).
- b).- El peso Máximo de Despegue limitado por el MZFW +TOF
- c).- El peso Máximo de Despegue limitado por el MLW + TF (TRIP FUEL).

NOTA: Al tratarse de un aeropuerto de mayor elevación y a causa de los factores de restricción constantes y variables. El párrafo (a) será la determinante en la mayoría de los casos de cálculos de peso máximos operativos de la aeronave y Carga/Paga, por esa razón se determina primero o se toma en cuenta este parámetro antes que los otros.

Para estos cálculos de pesos máximos de despegue y Carga/Paga se tomara directamente el (OTOW). Por otro lado los párrafos (b) y (c) son limitaciones de pesos máximos de despegue relacionado con el MZFW y MLW, que no afectan directamente a los cálculos en este aeropuerto por que ya vienen limitados por (OTOW).



- **Determinación del Peso Máximo Operativo de Despegue (OTOW).**

Ejemplo.

Datos.

TRAMO: SLLP-SLVR

Viento e intensidad: 11005 KT (110 grados de dirección con 5 nudos de intensidad)

Temperatura: 10 °C.

Presión: 1039 milibares. (QNH)

- **Determinando la componente de viento y la pista en uso.**

Determinar la componente de viento con la dirección e intensidad, según la tabla (ver Anexo 6). Ubicar la dirección e intensidad, obteniendo como resultado de -4.9 componente viento de cola, se puede redondear a -5.

Obtenido el resultado ubicamos el umbral de pista mas adecuado con pendiente positiva y la opción de generar mas peso. En nuestro ejemplo el umbral más adecuado es el umbral 28 donde verificando el análisis de pista, que nos permite generar mayor peso.

Determinando la altitud presión del aeropuerto para el uso del la tabla de análisis de presión altitud correcta del aeropuerto (Ver Anexo 8). Una vez determinada la altitud presión escogemos el análisis de pista correspondiente a la presión altitud determinada, del umbral 28, que resulta el análisis de pista de elevación de 12600 pies.

Determinado la componente de viento, comparando con la temperatura y así obteniendo el peso Máximo de Despegue Operacional o Permitido, por ascenso



mejorado (** improved climb), dando como resultado el **OTOW de 48800 Kgs.**
(Ver Anexo N° 9).

5.7. PROCEDIMIENTO Y VERIFICACION DE LAS LIMITACIONES QUE PUEDAN AFECTAR UN VUELO.

Para la verificación de las limitaciones se debe tener en cuenta en los siguientes puntos:

5.7.1. Factores variables limitantes.

Se debe verificar los factores variables (temperatura, presión, densidad, viento y pista contaminada), analizadas anteriormente, que limitan la Carga/Paga considerablemente, las cuales representaremos en tablas mas adelante y analizar las mismas condiciones que puedan o no limitar la Carga/Paga para el vuelo, las cuales pueden ser favorables o no.

5.7.2. Cantidad de pasajeros equipaje y carga.

Es necesario verificar la cantidad de Carga/Paga para cada vuelo determinado en reserva u otro sistema que nos ayude a obtener las mismas. De acuerdo a la cantidad de, pasajeros equipaje y carga, se analizará el transporte de todo o parte de ella, considerando los factores anteriormente mencionados, de lo contrario si se determinara una la limitación, se realizaría la selección por el grado de importancia el transporte de pasajeros, equipaje y carga. Como prioridad se toma los pasajeros con su equipaje facturado y luego la carga.

En condiciones totalmente favorables de todos los factores variables, las dos aeronaves citadas, podrán transportar la mayor cantidad de Carga/Paga. Una vez que cualquiera de los factores empiece a variar negativamente, se reducirá la



Carga/Paga y es por eso que se va complicando la operación. Cabe mencionar que fuera de los factores limitantes, el combustible total abordo que llevara la aeronave para cada vuelo determinado, es también una restricción, si mayor es el tiempo de vuelo de una ruta, mayor será el combustible, como consecuencia del aumento del combustible, disminuirá al Peso Máximo Operacional o Permitido de despegue. La cual afecta directamente a la Carga de Pago. Para disminuir de alguna manera la restricción de Carga/Paga, es importante conocer las limitaciones de los factores influyentes y limitaciones propias de la aeronave.

Por esas razones, se tuvo la inquietud de realizar este trabajo la cual se manifiesta a diario en el Aeropuerto Internacional El Alto, la cual trae varios inconvenientes. Para este análisis se tomara solo los vuelos nacionales. Y rutas mayormente utilizadas por las aerolíneas.

5.8. CÁLCULOS PARA OBTENER LA CARGA/PAGA.

- **Determinando la Carga/Paga usando el tramo del anterior ejemplo: (SLLP – SLVR).**

$$\text{CARGA/PAGA} = \text{OTOW} - \text{OW} (\text{DOW} + \text{TOF})$$

- **Verificando datos:**
 - **OTOW.** Según el análisis de pista del aeropuerto utilizado del Boeing 737-300, con motores (CFM65-3B2). Usando el OTOW del anterior ejemplo.
OTOW = 48800 Kgs.
 - **TOF.** El combustible total calculado excluyendo el taxi fuel (Mínimos calculados tramo (SLLP – SLVR) (Ver Anexo N° 7)



TOF = 6000 KG.

- **DOW.** Según los pesos operativos tomados como parámetros de 8 tripulantes del AFM y los pesos operativos del Boeing 737-300. (CP 2656) (Ver anexo N°16).

DOW = 33515 Kgs.

- **OW = (DOW+TOF).**

OW = (33515 + 6000) = 39515 Kgs.

Remplazando.

CARGA/PAGA = OTOW – OW.

CARGA/PAGA = 48800 – 39515

CARGA/PAGA = 9285 Kgs.

5.9. APLICACIÓN Y ELABORACIÓN DE LOS CUADROS Y GRAFICAS DE CARGA/PAGA PROMEDIO.

Se realizara una aplicación práctica de una fuente de información basadas en función a las condiciones meteorológicas promedio, obteniendo la Carga/Paga para cada una de las cinco rutas Nacionales más frecuentes.

Para cálculos se tomara los Pesos Operativos del avión (CP 2656) de la compañía AeroSur S.A. y el combustible mínimo calculado por rutas (Ver Anexo 7 y 16).

La elaboración de los cuadros basados en la Carga/Paga promedio, calculados en función del tiempo, en intervalos de horas, tomando en cuenta la componente de viento, temperatura y ajuste de presión altitud.



Se toma en cuenta las condiciones meteorológicas promedio mas destacadas por parámetros de información en intervalos de 4 meses en todo el año, tomando como base el cuadro climatológico de AASANA estación La Paz (Ver Anexo14). Y el aporte de la experiencia de trabajo de 6 años, como Encargado de Operaciones en el Aeropuerto Internacional El Alto, se ha identificado problemas frecuentes de factores limitantes y destacando el comportamiento de la dirección del viento en los meses de; Enero, febrero, marzo, abril, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, en las cuales los vientos predominantes son de la dirección ESTE (E), las cuales son desfavorables y restrictivas a la Carga/Paga, los meses restantes son relativamente favorables. Estos acontecimientos repercutían debido a una inadecuada planificación en itinerarios.

Se trabaja en función de:

- Temperatura promedio en intervalo de 3 horas.
- Viento promedio en intervalo de 3 horas con dirección prevaleciente, tomando en cuenta directamente la componente de viento.
- Presión atmosférica promedio en intervalo de 3 horas.

Tomando en cuenta:

La aeronave Boeing 737-300 (**Motor CFM56-3B-2**). **De 22.000 libras de Empuje.**

Con los siguientes datos:

Se toma el DOW con la máxima capacidad de tripulación. 8 tripulantes para efectos de cálculo.

- **DOW= 33515 KGS**
- **FLAP Adecuado 5º**
- **TOF Combustible al Despegue, Calculados para cada ruta**
(Ver Anexo N° 7).



Estos datos fueron obtenidos de los manuales de aeronaves de la compañía AeroSur S.A. Las cuales se toma como parámetro, que comparando con otras aeronaves similares no tienen una variación considerable.

A continuación realizaremos los cuadros de Carga/Paga, de cinco rutas a nivel nacional (Ver Anexo N°15), que se originan desde el Aeropuerto Internacional El Alto del departamento de La Paz. Tomando parámetros de acuerdo a los meses de direcciones de vientos prevalecientes, dividiendo en tres grupos en todo el año, tomando en cuenta la temperatura, viento y ajustes de presión altitud promedio, con intervalos de tres horas de 06:00 am hasta las 21:00pm, las cuales son los horarios de operaciones más frecuentes, cada cuadro va acompañado de una grafica para poder verificar la variación de Carga/Paga que presenta en cada una de ellas.

Nota: Las direcciones e intensidades de viento, se toma las componentes de viento de cola con el signo negativo (-) y las componentes viento de frente con el signo positivo (+), con la temperatura y ajuste presión altitud en intervalos de tres horas respectivamente.

Los procedimientos de cálculo de carga/paga son los mismos de los ejemplos anteriormente calculados, tomando los parámetros de los intervalos de hora.



(CUADRO N°3)

CALCULOS DE CARGA/PAGA PROMEDIO EN UN DIA DE LOS MESES DE ENERO, FEBRERO, MARZO Y ABRIL

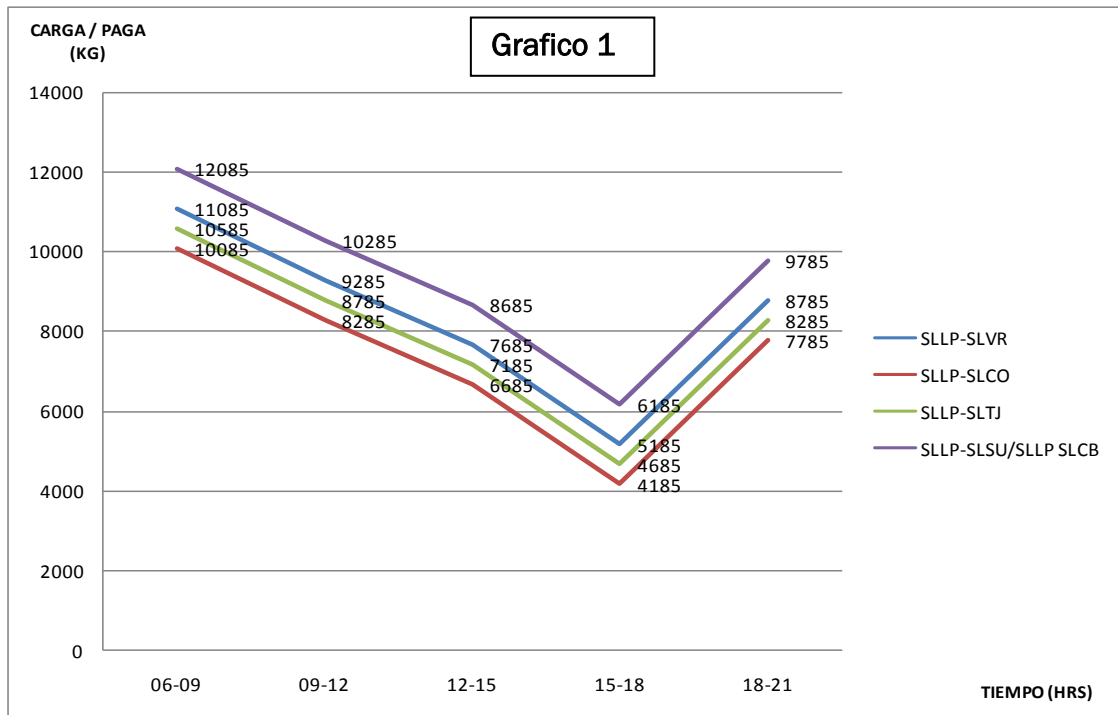
PISTA SECA ■ **PISTA MOJADA** ■

HORAS Y TIEMPO PROMEDIO		R U T A S				
INTERVALO DE HORAS	COMPONENTE DE VIENTO	SLLP-SLVR	SLLP-SLCO	SLLP-SLTJ	SLLP-SLSU	SLLP-SLCB
	TEPERATURA					
	AJUSTE QNH					
06 a 09	-02 KT	11085 Kgs.	10085 Kgs.	10585 Kgs.	12085 Kgs.	12085 Kgs.
	04°C					
	1039 Mbar					
09 a 12	-05 KT	9285 Kgs.	8285 Kgs.	8785 Kgs.	10285 Kgs.	10285 Kgs.
	10 °C					
	1038 Mbar					
12 a 15	-10 KT	7685 Kgs.	6685 Kgs.	7185 Kgs.	8685 Kgs	8685 Kgs
	14°C					
	1037 Mbar					
15 a 18	-15 KT	5185 Kgs	4185 Kgs	4685 Kgs	6185 Kgs	6185 Kgs
	13°C					
	1035 Mbar					
18 a 21	-10 KT	8785 Kgs	7785 Kgs	8285 Kgs	9785 Kgs	9785 Kgs
	09°C					
	1036 Mbar					
07 a 20	-05 KT	7385 Kgs	6385 Kgs	6885 Kgs	8385 Kgs	8385 Kgs
	08°C					
	1038 Mbar					

Fuente: Elaboración Propia



GRAFICA DE CARGA/PAGA PROMEDIO EN UN DIA EN LOS MESES DE ENERO, FEBRERO, MARZO Y ABRIL



Fuente: Elaboración Propia





(Cuadro N°4)

CALCULOS DE CARGA/PAGA PROMEDIO EN UN DIA DE LOS MESES DE MAYO, JUNIO, JULIO Y AGOSTO

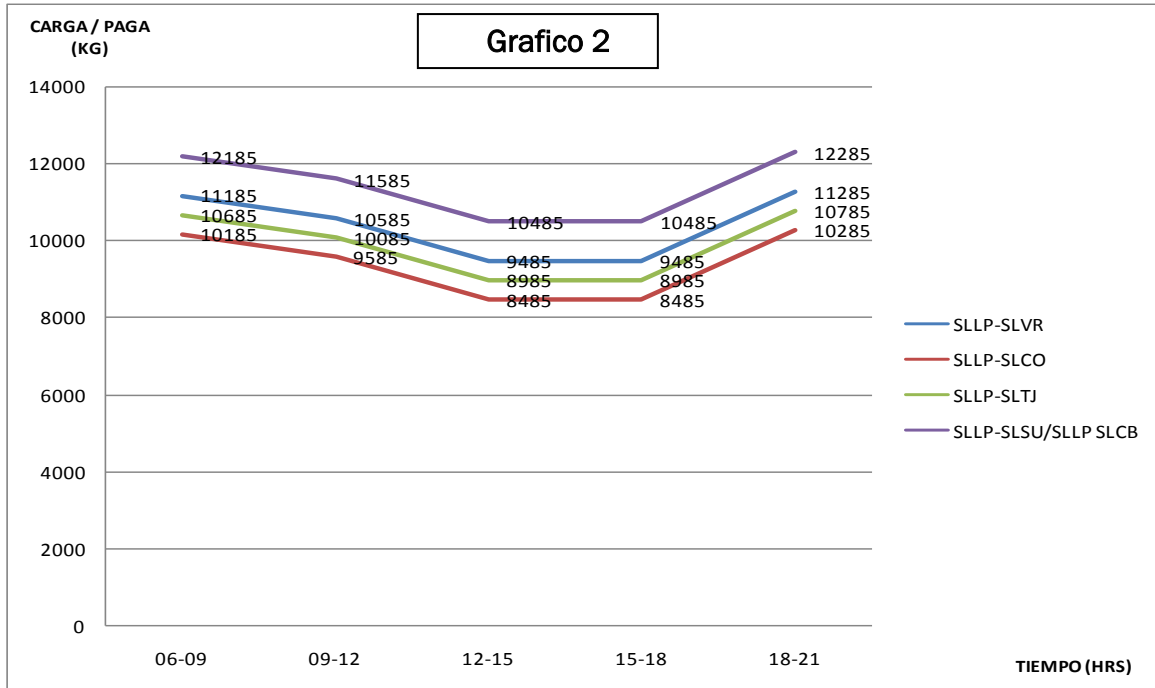
PISTA SECA ■ **PISTA MOJADA** ■

HORAS Y TIEMPO PROMEDIO		RUTAS				
INTERVALO DE HORAS	COMPONENTE DE VIENTO	SLLP-SLVR	SLLP-SLCO	SLLP-SLTJ	SLLP-SLSU	SLLP SLCB
	TEPERATURA					
	AJUSTE QNH					
06 a 09	+2 KT	11185 Kgs	10185 Kgs	10685 Kgs	12185 Kgs.	12185 Kgs.
	2 °C					
	1041 Mbar					
09 a 12	+8 KT	10585 Kgs.	9585 Kgs	10085 Kgs	11585 Kgs	11585 Kgs
	7°C					
	1038 Mbar					
12 a 15	+ 15 KT	9485 Kgs	8485 Kgs	8985 Kgs	10485 Kgs	10485 Kgs
	13°C					
	1038 Mbar					
15 a 18	+17 KT	9485 Kgs	8485 Kgs	8985 Kgs	10485 Kgs	10485 Kgs
	11°C					
	1039 Mbar					
18 a 21	+8 KT	11285 Kgs	10285 Kgs	10785 Kgs	12285 Kgs	12285 Kgs
	07°C					
	1040 Mbar					
07 a 20	+2 KT	7985 Kgs	6985 Kgs	7485 Kgs	8985 Kgs	8985 Kgs
	08°C					
	1038 Mbar					

Fuente: Elaboración Propia



GRAFICA DE CARGA/PAGA PROMEDIO EN UN DIA EN LOS MESES DE MAYO, JUNIO, JULIO Y AGOSTO



Fuente: Elaboración Propia





(Cuadro N°5)

CALCULOS DE CARGA/PAGA PROMEDIO EN UN DIA DE LOS MESES DE SEPTIEMBRE, OCTUBRE, NOVIEMBRE Y DICIEMBRE

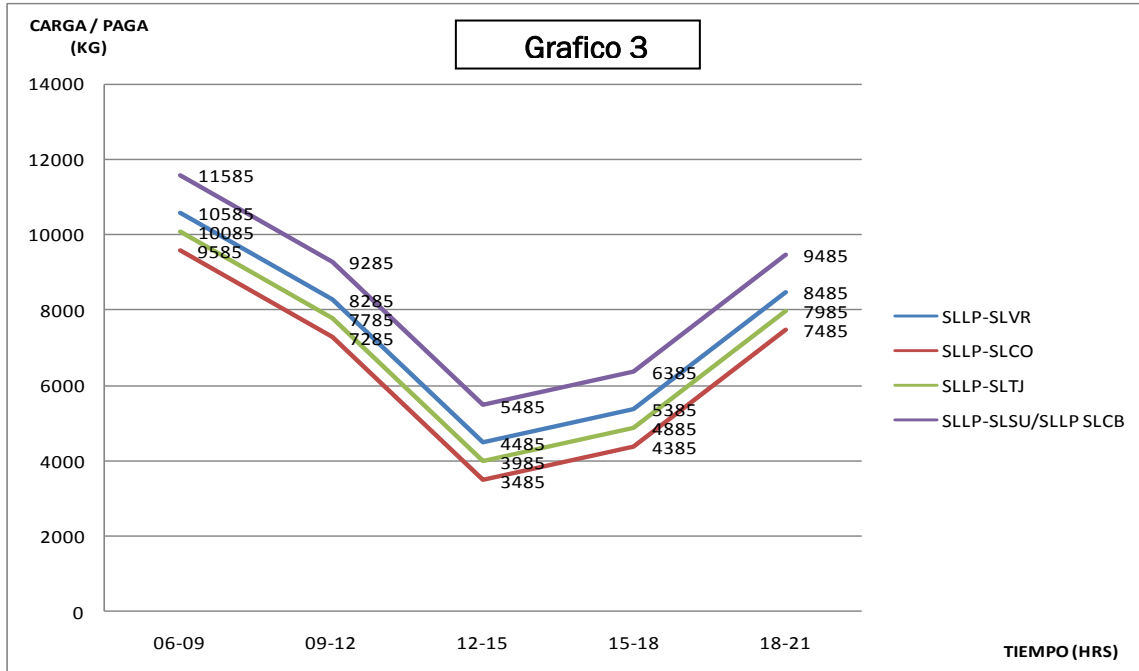
PISTA SECA ■ **PISTA MOJADA** ■

HORAS Y TIEMPO PROMEDIO		R U T A S				
INTERVALO DE HORAS	COMPONENTE DE VIENTO	SLLP-SLVR	SLLP-SLCO	SLLP-SLTJ	SLLP-SLSU	SLLP-SLCB
	TEPERATURA					
	AJUSTE QNH					
06 a 09	-5 KT	10585 Kgs	9585 Kgs	10085 Kgs	11585 Kgs	11585 Kgs
	5 °C					
	1038 Mbar					
09 a 12	-10 KT	8285 Kgs	7285 Kgs	7785 Kgs	9285 Kgs	9285 Kgs
	11°C					
	1037 Mbar					
12 a 15	-15 KT	4485 Kgs	3485 Kgs	3985 Kgs	5485 Kgs	5485 Kgs
	16°C					
	1036 Mbar					
15 a 18	-17 KT	5385 Kgs	4385 Kgs	4885 Kgs	6385 Kgs	6385 Kgs
	13°C					
	1037 Mbar					
18 a 21	-10KT	8485 Kgs	7485 Kgs	7985 Kgs	9485 Kgs	9485 Kgs
	11°C					
	1038 Mbar					
07 a 20	-5 KT	7135 Kgs	6135 Kgs	6635 Kgs	8135 Kgs	8135 Kgs
	09 °C					
	1038 Mbar					

Fuente: Elaboración Propia



GRAFICA DE CARGA/PAGA PROMEDIO EN UN DIA EN LOS MESES DE SEPTIEMBRE, OCTUBRE, NOVIEMBRE Y DICIEMBRE



Fuente: Elaboración Propia



5.10. ANALISIS.

Los **Cuadros, N° 3, N°4 y N° 5**, representa el cálculo de Carga/Paga en función al tiempo en intervalos de 3 horas a partir de **06:00am - 21:00pm**, tomando en cuenta el componente de viento de la dirección mas predominante, la temperatura y el ajuste de presión altitud si es necesario. Dividida en colores para los cálculos de pista seca y pista mojada. Para la pista mojada se toma un solo promedio en intervalo de horas de **07:00am - 20:00pm**, por el descenso de temperatura, aumento de presión y el componente de viento de dirección predominante promedio en esas horas. Todos estos cálculos son realizados, para cada una de las rutas mencionadas.

La **graficas 1, 2 y 3**, representa los pesos expresados en Carga/Paga contra el tiempo, expresados en intervalos de 3 horas, en diferentes rutas señaladas con coloraciones distintas.

En el **cuadro N° 3 y grafica 1**, representan los pesos de Carga/Paga en los meses de **Enero, Febrero, Marzo y Abril** respectivamente. El cual se analiza por el intervalo de horas:

De horas **06:00am - 09:00am** se presentan la mayor Carga/Paga por que la temperatura en este horario es baja. Por lo tanto resulta una presión alta y un rendimiento mayor, para todas las rutas.

De horas **09:00am - 12:00pm** gradualmente baja la Carga/Paga, se debe al aumento de temperatura, que disminuye el rendimiento, también influye el aumento de viento de componente negativo (viento en cola). Pero se puede operar en este horario por que la disminución no es tan considerable pero siempre percatándose de la limitación. Para todas las rutas mas aun para rutas largas.



De horas **12:00pm - 15:00pm** en estas horas se puede observar claramente la limitación de peso por el continuo aumento de temperatura y viento en contra. Las operaciones en estos horarios no son tan recomendables por la cantidad de peso obtenido en rutas SLLP-SLVR, SLLP-SLCO y SLLP-SLTJ, pero se puede tomar en cuenta, los tramos de SLLP-SLSU y SLLP-SLCB por la menor cantidad de combustible requerido, por lo tanto la restricción de carga/paga será menos que los otros tramos.

De horas **15:00am - 18:00:00** Se obtiene la menor cantidad de Carga/Paga. Las operaciones en estos horarios son bastante críticas por el aumento considerable de viento rebasando los límites de despegue (límites de la aeronave) para la pista 28 por esta razón el cálculo se realizó en despegue por la pista 10 que debido a la pendiente negativa se hace más restrictiva. Motivo por el cual en estos horarios no es recomendable la operación en estos horarios de las rutas de SLLP-SLVR, SLLP-SLCO y SLLP-SLTJ. Por la cantidad de combustible que se necesita.

De horas **18:00 - 21:00** a partir de las 18:00 la Carga/Paga empieza a subir gradualmente hasta el transcurso de noche por la razón del descenso de temperatura y la disminución de viento. Ya en estos horarios podemos realizar los vuelos en todas las rutas.

En los **Cuadros N°3, N°4 y N°5**, se tiene tabulados un fila de datos para operación con pista mojada, están calculadas con la limitación de la misma, considerando una temperatura y viento promedio en ese intervalo de tiempo, las cuales se deben tomar en cuenta para cualquiera de las rutas con los respectivos cálculos de Carga/Paga.

En el **Cuadro N°4 y Grafica 2**, representan los pesos de Carga/Paga en los meses de **Mayo, Junio, Julio y Agosto**, en estos meses el viento es predominante de dirección OESTE (W), la cual significa viento de frente o a favor, como podemos observar la **Grafica 2**, no presenta mayor problema en todo el día para todas las rutas pero también podemos notar el descenso de Carga/Paga en el



transcurso de la tarde, debido al aumento de temperatura considerablemente en los horarios de **12:00pm - 15:00pm**. Por lo cual podemos deducir que las operaciones en estos meses son favorables en todas las rutas.

En el **Cuadro N°5 y Grafica 3**, representas los pesos de Carga/Paga de los meses de **Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre**. Las cuales son muy parecidas a los análisis del **Cuadro N°3 y Grafica 1**. Con la diferencia de que las temperaturas máximas están en los horarios de **12:00pm - 15:00pm** y no así de **15:00pm - 18:00pm**, esto se debe a razón que esos meses la temperatura máxima se da entre las **12:00pm - 15:00pm**, generalmente de horas **15:00pm - 18:00pm** se presentan nubosidades con tendencia de precipitaciones. Podemos deducir que los horarios más críticos y no recomendables son de horas **12:00pm - 15:00pm**. Respectivamente.





6. CONCLUSIONES.

En las operaciones realizadas desde el aeropuerto Internacional El Alto, se ha podido identificar claramente que las limitaciones a causa de los factores influyentes de restricción de Carga/Paga, esta en función a los horarios de operación. Mediante la adecuación y determinación de horarios, podemos optimizar la Carga/Paga de manera que nos permita mantener y mejorar los ingresos de la línea aérea y así también eliminar las demoras causadas por estos factores influyentes.

Estos cuadros pueden ser utilizados como apoyo para la planificación de itinerarios en la aeronave Boeing 737-300, que se originan desde el aeropuerto Internacional El Alto. Tomando en cuenta los horarios de operación en las cuales se pueda generar mayor Carga/Paga. Y por otra parte, descartar los horarios más críticos y desfavorables en la que se genera menor Carga/Paga la cual es perjudicial para una línea aérea.

Mediante los cuadros elaborados se puede usar como fuente de información para la planificación en diferentes rutas seleccionadas. Y poder determinar la ruta y la hora hacer utilizadas en diferentes meses de año. Y así tener la opción de realizar una planificación anticipada.



7. RECOMENDACIONES.

El presente trabajo es aplicable a todas las aeronaves Boeing 737-300 con rango de 22.000 libras a 23500 libras de empuje, en particular los cálculos fueron realizados con la potencia ajustada de 22.000 libras de empuje o el tipo de motor CFM56 3B-2.

Los horarios más factibles y recomendables son de horas **06:00am - 12:00pm** y en la tarde a partir de la **18:00pm** para adelante, e las cuales se pueden obtener la mayor Carga/Paga posible para todas las rutas mencionadas.

De horas **12:00pm - 18:00pm** se recomienda evitar la operación por los bajos pesos de Carga/Paga que se obtiene en los meses de Enero, febrero, marzo, abril, septiembre, octubre y diciembre.

En los meses de mayo, junio, julio y agosto la limitación causada por los factores no es tan considerable por la dirección predominante de viento de OESTE (W). Por lo tanto se puede operar en todos los horarios determinados, con una poca restricción a causa de la temperatura en los horarios de 12 pm – 18 pm.



8. BIBLIOGRAFÍA.

Manual de Vuelo de la Aeronave (AFM) Boeing 737-300.

Manual de Operaciones de la aeronave (OM) Boeing 737-300.

Manual de Performance – Boeing 737-300.

Manual de Peso y Balance – Boeing 737-300.

Manual de Análisis de Pista Aeropuerto Internacional El Alto.

Publicación de Información Aeronáutica (AIP) – AASANA.

Manual de Despacho de Vuelos AeroSur S.A.

Performance para Turbo Reactores - Ediciones Paraninfo - España.

El Arte de Volar – Manual Teórico de Vuelo – 1996.

www.aviacionulm.com

<http://www.manualvuelo.com>

www.cuevadelcivil.com/2011/.../anchos-y-pendientes-de-las-pistas.ht...



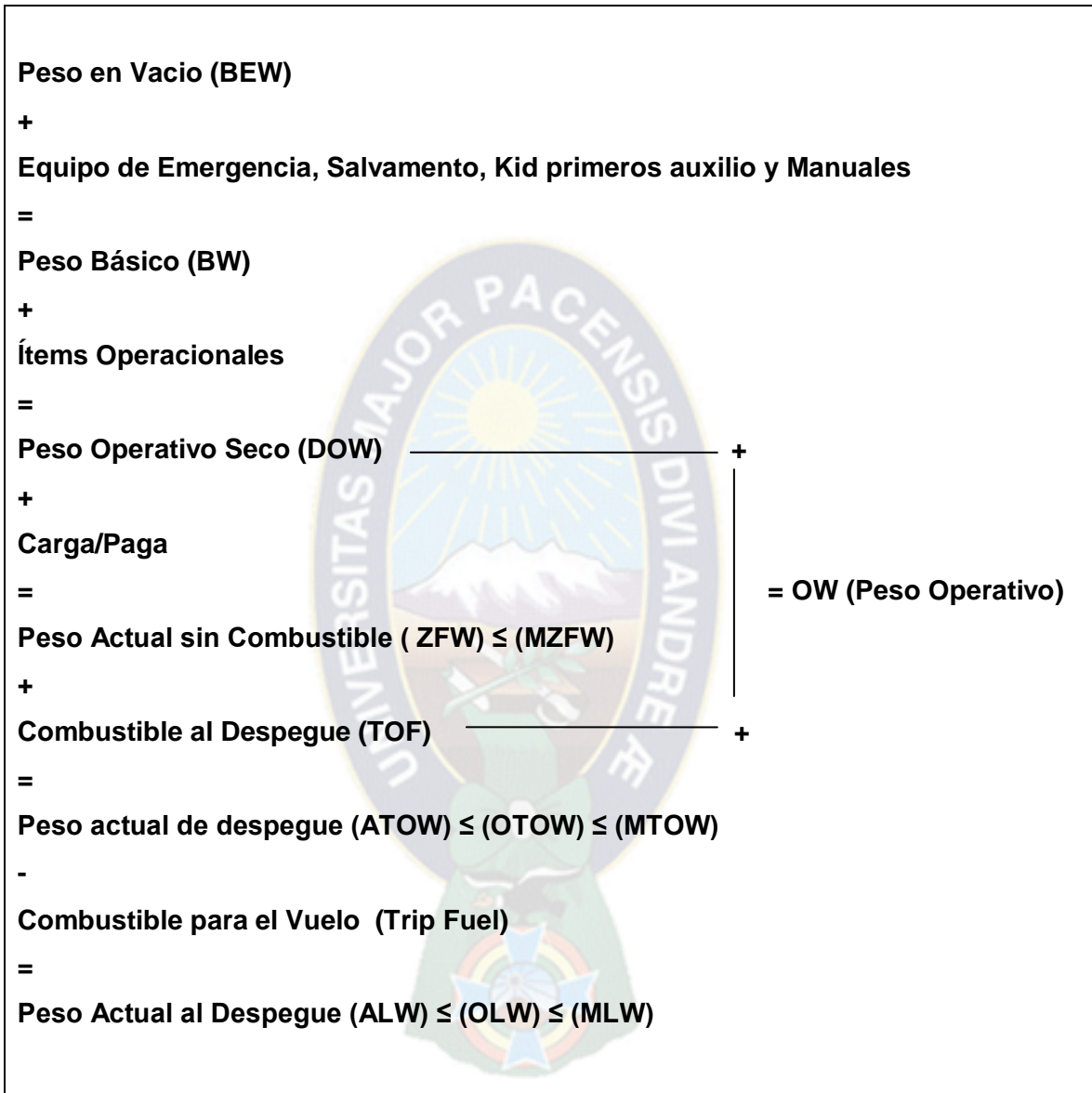
ANEXOS





(ANEXO Nº 1)

RESUMEN DE LOS PESOS OPERATIVOS.

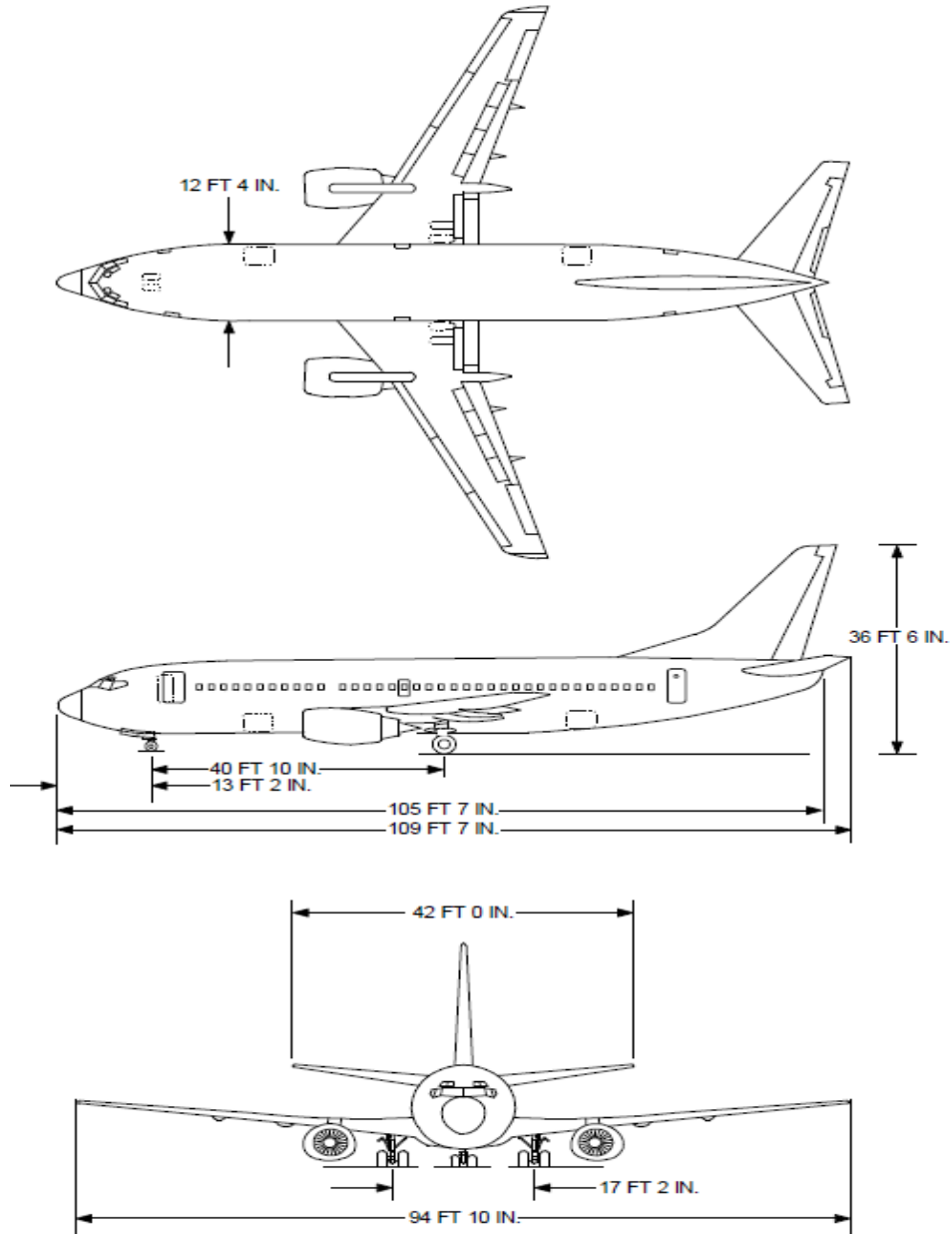


Fuente: Manual de Despacho de Aeronaves.



(ANEXO 2)

DIMENSIONES PRINCIPALES DEL BOEING 7327-300

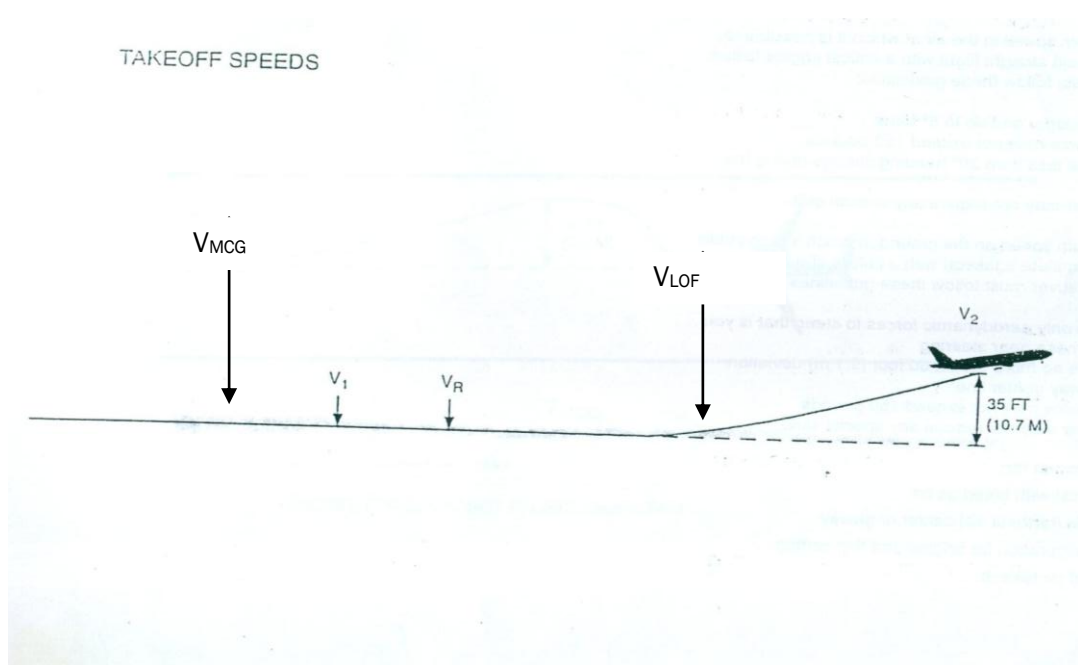


Fuente: Manual de Peso y Balance del Boeing 737-300.

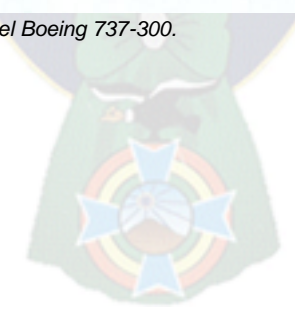


(ANEXO N°3)

VELOCIDADES DE DESPEGUE



Fuente: Manual de Peso y Balance del Boeing 737-300.





(ANEXO Nº 4)

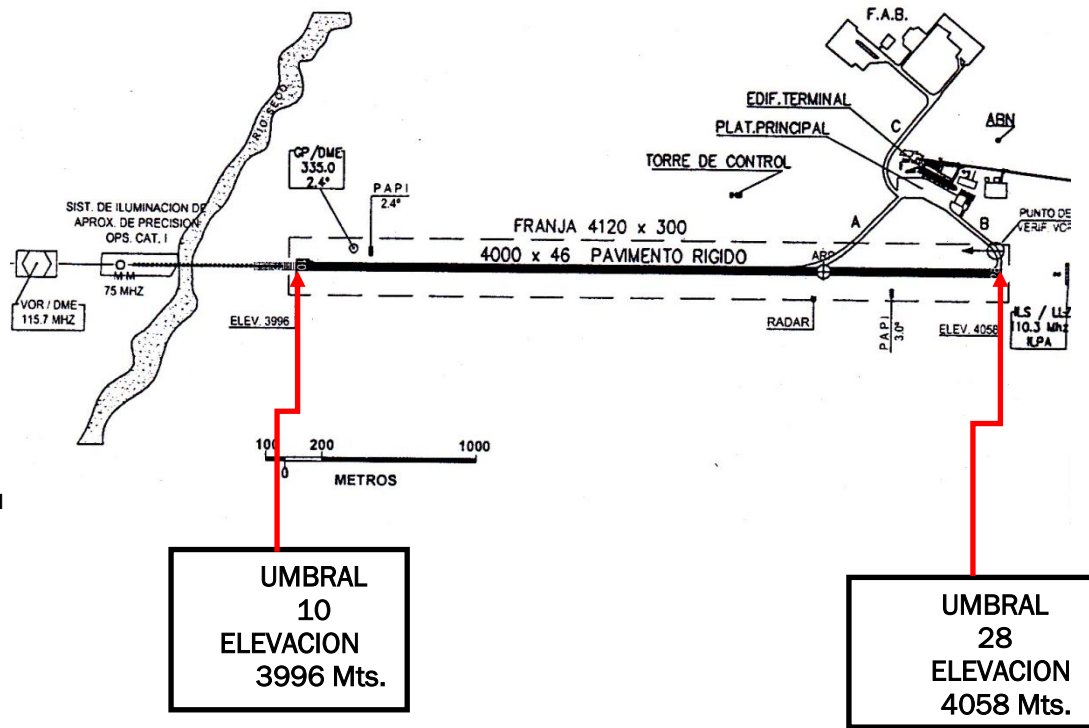
DIFERENCIA DE LA ELEVACION DEL UMBRAL 28 Y EL UMBRAL 10

PLANO DE AERODROMO - OACI	16°30'49" S 068°10'58" W	ELEV GUND	4058 M. 48 M.	TWR SMC	118.3 121.9	LA PAZ EL ALTO INT.
---------------------------	-----------------------------	-----------	------------------	------------	----------------	------------------------

RWY	DIRECCION	THR	RESISTENCIA
10	098°	16°30'48" S 068°12'40" W	PCN 46 / R / A / X / U PISTA, CALLES DE RODAJE Y PLATAFORMA.
28	278°	16°30'50" S 068°10'25" W	

VARIA CON LA ALTURA
M. 11. TWR 118.3
M. 11. SMC 121.9

ELEVACIONES Y DIMENSIONES EN METROS
LAS MARCACIONES SON MAGNETICAS
CALLES DE RODAJE ANCHO 23



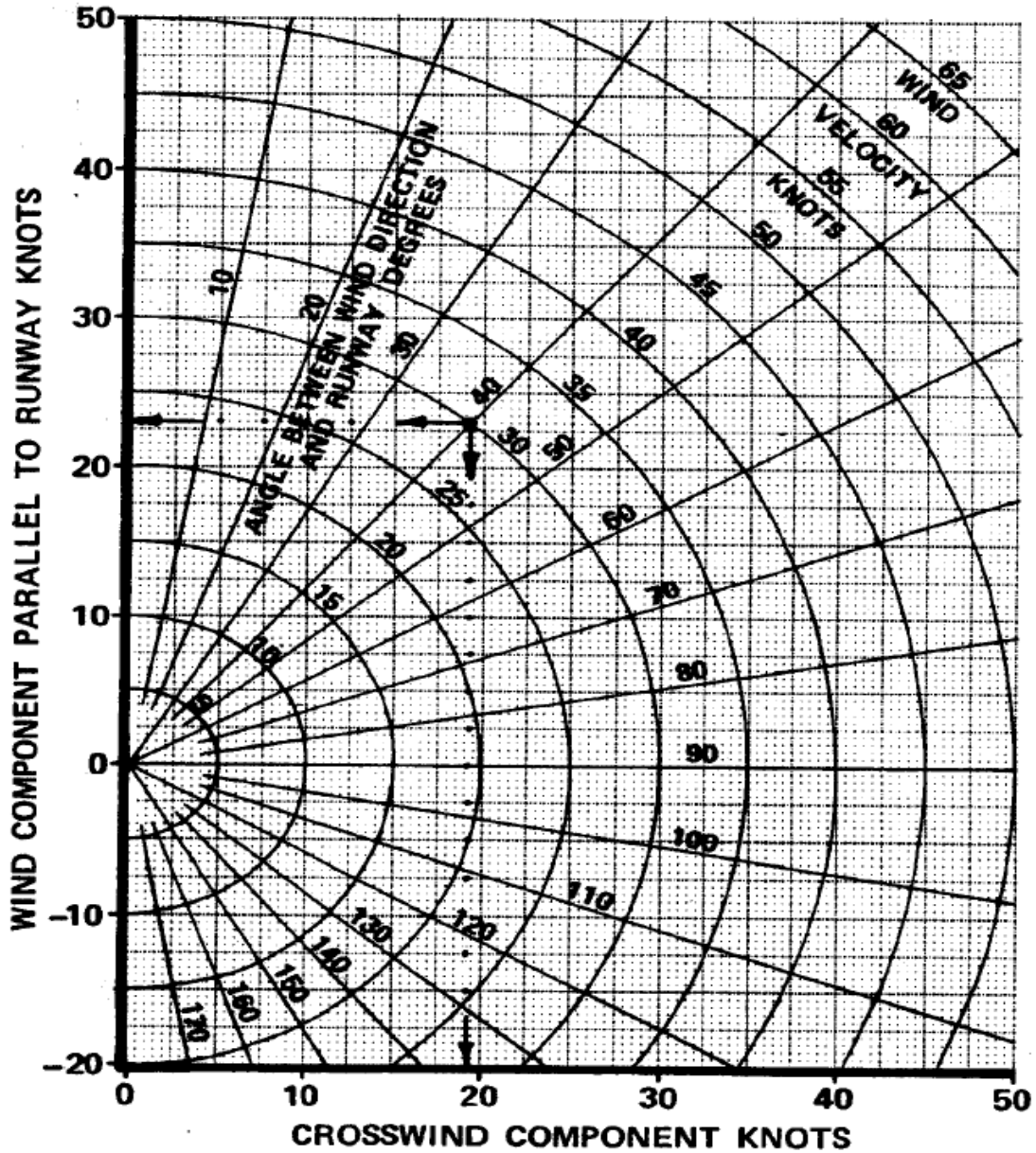
11

Fuente: Publicación de Información Aeronáutica (AIP). parte Aeródromos (AD).



ANEXO Nº 5)

TABLA PARA DETERMINAR COMPONENTES DE VIENTO



Fuente: Manual de Operaciones de la Aeronave (AFM). Boeing 727-200



(ANEXO Nº 6)

**CUADRO DE COMPONENTES DE VIENTOS DE FRENTE (+)Y DE COLA(-)
PARA EL UMBRAL 28 "AEROPUERTO INTERNACIONAL EL ALTO"**

º/KT	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	0,9	1	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,4	2,6	2,8	3	3,1	3,3	3,5
210	1,7	2,1	2,4	2,7	3,1	3,4	3,8	4,1	4,4	4,8	5,1	5,5	5,8	6,2	6,5	6,8
220	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
230	3,2	3,9	4,5	5,1	5,8	6,4	7,1	7,7	8,4	9	9,6	10,3	10,9	11,6	12,2	12,9
240	3,8	4,6	5,4	6,1	6,9	7,7	8,4	9,2	10	10,7	11,5	12,3	13	13,8	14,6	15,3
250	4,3	5,2	6,1	6,9	7,8	8,7	9,5	10,4	11,3	12,1	13	13,9	14,7	15,6	16,5	17,3
260	4,7	5,6	6,6	7,5	8,5	9,4	10,3	11,3	12,2	13,2	14,1	15	16	16,9	17,9	18,8
270	4,9	5,9	6,9	7,9	8,9	9,8	10,8	11,8	12,8	13,8	14,8	15,8	16,7	17,7	18,7	19,7
280	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
290	4,9	5,9	6,9	7,9	8,9	9,8	10,8	11,8	12,8	13,8	14,8	15,8	16,7	17,7	18,7	19,7
300	4,7	5,6	6,6	7,5	8,5	9,4	10,3	11,3	12,2	13,2	14,1	15	16	16,9	17,9	18,8
310	4,3	5,2	6,1	6,9	7,8	8,7	9,5	10,4	11,3	12,1	13	13,9	14,7	15,6	16,5	17,3
320	3,8	4,6	5,4	6,1	6,9	7,7	8,4	9,2	10	10,7	11,5	12,3	13	13,8	14,6	15,3
330	3,2	3,9	4,5	5,1	5,8	6,4	7,1	7,7	8,4	9	9,6	10,3	10,9	11,6	12,2	12,9
340	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
350	1,7	2,1	2,4	2,7	3,1	3,4	3,8	4,1	4,4	4,8	5,1	5,5	5,8	6,2	6,5	6,8
360	0,9	1	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,4	2,6	2,8	3	3,1	3,3	3,5
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	-0,9	-1	-1,2	-1,4	-1,6	-1,7	-1,9	-2,1	-2,3	-2,4	-2,6	-2,8	-3	-3,1	-3,3	-3,5
30	-1,7	-2,1	-2,4	-2,7	-3,1	-3,4	-3,8	-4,1	-4,4	-4,8	-5,1	-5,5	-5,8	-6,2	-6,5	-6,8
40	-2,5	-3	-3,5	-4	-4,5	-5	-5,5	-6	-6,5	-7	-7,5	-8	-8,5	-9	-9,5	-10
50	-3,2	-3,9	-4,5	-5,1	-5,8	-6,4	-7,1	-7,7	-8,4	-9	-9,6	-10,3	-10,9	-11,6	-12,2	-12,9
60	-3,8	-4,6	-5,4	-6,1	-6,9	-7,7	-8,4	-9,2	-10	-10,7	-11,5	-12,3	-13	-13,8	-14,6	-15,3
70	-4,3	-5,2	-6,1	-6,9	-7,8	-8,7	-9,5	-10,4	-11	-12,1	-13	-13,9	-14,7	-15,6	-16,5	-17,3
80	-4,7	-5,6	-6,6	-7,5	-8,5	-9,4	-10,3	-11,3	-12	-13,2	-14,1	-15	-16	-16,9	-17,9	-18,8
90	-4,9	-5,9	-6,9	-7,9	-8,9	-9,8	-10,8	-11,8	-13	-13,8	-14,8	-15,8	-16,7	-17,7	-18,7	-19,7
100	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20
110	-4,9	-5,9	-6,9	-7,9	-8,9	-9,8	-10,8	-11,8	-13	-13,8	-14,8	-15,8	-16,7	-17,7	-18,7	-19,7
120	-4,7	-5,6	-6,6	-7,5	-8,5	-9,4	-10,3	-11,3	-12	-13,2	-14,1	-15	-16	-16,9	-17,9	-18,8
130	-4,3	-5,2	-6,1	-6,9	-7,8	-8,7	-9,5	-10,4	-11	-12,1	-13	-13,9	-14,7	-15,6	-16,5	-17,3
140	-3,8	-4,6	-5,4	-6,1	-6,9	-7,7	-8,4	-9,2	-10	-10,7	-11,5	-12,3	-13	-13,8	-14,6	-15,3
150	-3,2	-3,9	-4,5	-5,1	-5,8	-6,4	-7,1	-7,7	-8,4	-9	-9,6	-10,3	-10,9	-11,6	-12,2	-12,9
160	-2,5	-3	-3,5	-4	-4,5	-5	-5,5	-6	-6,5	-7	-7,5	-8	-8,5	-9	-9,5	-10
170	-1,7	-2,1	-2,4	-2,7	-3,1	-3,4	-3,8	-4,1	-4,4	-4,8	-5,1	-5,5	-5,8	-6,2	-6,5	-6,8
180	-0,9	-1	-1,2	-1,4	-1,6	-1,7	-1,9	-2,1	-2,3	-2,4	-2,6	-2,8	-3	-3,1	-3,3	-3,5

Fuente: Elaboración Propia



Uso de la tabla de componentes de vientos del Anexo N° 5

Tenemos 11005KT. Que Indica el viento tiene una dirección de los 110° y 05 nudos de intensidad.

Determinamos las componentes de dirección de viento.

Se utiliza el grado de orientación de la pista en uso en nuestro caso 28 o 280° se resta con la dirección del viento 110° ($280^\circ - 110^\circ = 170^\circ$) este ángulo se ubica en la rosa de vientos. Como resultado tenemos 05 nudos, componente de viento en cola.

El cuadro (anexo N° 6) elaborado es mas sencillo ya directamente nos da las componentes de viento, ubicando la dirección del viento y la intensidad. Tomando el ejemplo anterior 11005KT se ubica directamente la dirección de viento en grados e intensidad obteniendo un resultado de - 4.9 KT que significa componente de viento en cola y guiándonos por el signo negativo.

Este cuadro se elaboro por una formula descubierta en el trascurso del trabajo.

Cosen (Grados de la Pista – Dirección del Viento) × Intensidad del Viento = Componente de Viento.
--

Ejemplo anterior.

11005KT.

Cosen ($280^\circ - 110^\circ$) × 05 KT = -4.9 KT

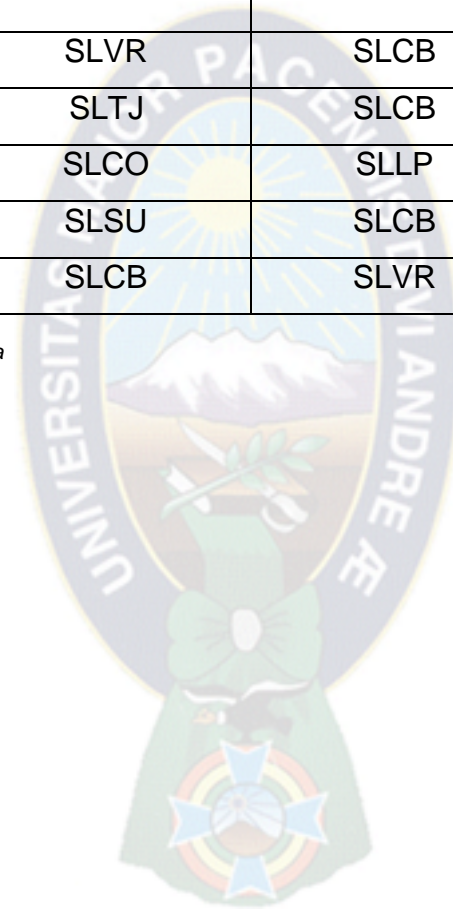


(ANEXO Nº 7)

**TABLA DE MINIMOS DE COMBUSTIBLE AL DESPEGUE (TOF) NO
INCLUYE EL TAXI FUEL - DEL EQUIPO BOEING 737-300**

ORIGEN	DESTINO	ALTERNO	COMBUSTIBLE AL DESPEGUE (TOF) Kgs.
SLLP	SLVR	SLCB	6000
SLLP	SLTJ	SLCB	6500
SLLP	SLCO	SLLP	7000
SLLP	SLSU	SLCB	5000
SLLP	SLCB	SLVR	5000

Fuente : Elaboración Propia

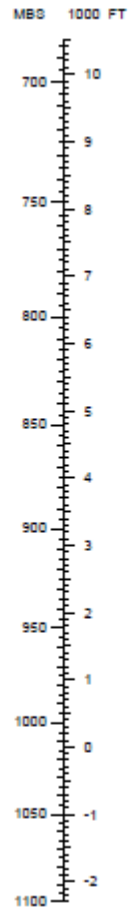




(ANEXO N°8)

TABLA CORRECCION DE PRESION ALTITUD

Altimeter Setting to Station Pressure
QFE Station Pressure



QNH to Pressure Altitude

QNH (IN. HG.)	CORRECTION TO ELEVATION FOR PRESS ALT (FT)	QNH (MILLIBARS)
28.81 to 28.91	1000	976 to 979
28.91 to 29.02	900	979 to 983
29.02 to 29.12	800	983 to 986
29.12 to 29.23	700	986 to 990
29.23 to 29.34	600	990 to 994
29.34 to 29.44	500	994 to 997
29.44 to 29.55	400	997 to 1001
29.55 to 29.66	300	1001 to 1004
29.66 to 29.76	200	1004 to 1008
29.76 to 29.87	100	1008 to 1012
29.87 to 29.97	0	1012 to 1015
29.97 to 30.08	-100	1015 to 1019
30.08 to 30.19	-200	1019 to 1022
30.19 to 30.30	-300	1022 to 1026
30.30 to 30.41	-400	1026 to 1030
30.41 to 30.52	-500	1030 to 1034
30.52 to 30.63	-600	1034 to 1037
30.63 to 30.74	-700	1037 to 1041
30.74 to 30.85	-800	1041 to 1045
30.85 to 30.96	-900	1045 to 1048
30.96 to 31.07	-1000	1048 to 1052

Example: Elevation = 2500 FT
QNH = 29.48 IN. HG.
Correction = 400 FT
Press Alt = 2900 FT

Fuente: Manual de Análisis de Aeropuertos



(ANEXO 9)

ANÁLISIS DE PISTA DEL UMABRAL 28 CON ELEVACION DE 12600 (PIES)

ELEVATION 12600 FT				RUNWAY 28		SLRP
*** FLAPS 05 ***		AIR COND OFF	ANTI-ICE OFF	LA PAZ (EL ALTO)		
737-300		CFM56-3B-2		LA PAZ		
A INDICATES OAT OUTSIDE ENVIRONMENTAL ENVELOPE				DATED 20-OCT-2011		
OAT	CLIMB	WIND COMPONENT IN KNOTS (MINUS DENOTES TAILWIND)				
C	100KG	-10	-5	0	10	
22	418	522F/16-21-26	529F/17-21-26	555F/17-21-26	563F/18-21-26	
		455**34-43-45	459**38-46-49	463**42-50-52	466**45-53-54	
21	420	524F/16-21-27	541F/17-21-27	557F/18-21-27	566F/18-21-27	
		457**34-43-46	462**38-47-49	466**42-50-52	469**46-53-55	
20	423	527F/17-22-27	543F/18-22-27	559F/18-22-27	568F/18-22-27	
		460**34-43-46	465**39-47-49	469**43-50-53	472**46-54-56	
19	426	529F/17-22-28	546F/18-22-28	561F/18-22-28	570F/19-22-28	
		462**35-43-46	467**39-47-50	471**43-51-53	475**47-54-56	
18	428	531F/18-22-28	548F/18-22-28	564F/19-22-28	573F/19-22-28	
		465**35-43-47	470**39-47-50	474**43-51-53	478**47-55-57	
17	431	533F/18-23-29	550F/19-23-29	566F/19-23-29	575F/19-23-29	
		467**35-44-47	472**39-47-50	476**43-51-53	480**48-55-57	
16	433	535F/18-23-29	552F/19-23-29	568F/20-23-29	577F/20-23-29	
		469**35-44-47	474**40-48-50	478**44-51-54	483**48-56-58	
15	435	538F/19-23-29	554F/19-23-29	570F/20-23-29	579F/20-23-29	
		471**36-44-47	476**40-48-51	481**44-52-54	485**49-56-58	
14	437	540F/19-24-30	557F/20-24-30	573F/20-24-30	582F/20-24-30	
		473**36-44-48	478**40-48-51	483**44-52-54	488**49-56-59	
13	440	542F/19-24-30	559F/20-24-30	575F/20-24-30	584F/21-24-30	
		476**36-44-48	481**40-48-51	485**45-52-55	490**49-57-59	
12	442	544F/20-25-30	561F/20-25-30	577F/21-25-30	586F/21-25-30	
		478**36-45-48	483**41-48-52	488**45-52-55	493**50-57-60	
11	445	546F/20-25-31	563F/21-25-31	579F/21-25-31	589F/22-25-31	
		480**37-45-48	485**41-49-52	490**45-52-55	496**51-58-60	
10	448	549F/20-25-31	566F/21-25-31	582F/22-25-31	591F/22-25-31	
		483**37-45-48	488**41-49-52	493**45-53-55	499**51-58-61	
9	450	551F/21-26-32	568F/21-26-32	584F/22-26-32	593F/22-26-32	
		485**37	490**41-49-52	496**45-53-55	502**52-59-61	
8	453	553F/21-26-32	571F/23-26-32	587F/23-26-32	596F/23-26-32	
		488**37	493**41-49-52	498**45-53-55	505**52-60-62	
7	456	556F/22-27-33	573F/23-27-33	589F/23-27-33	598F/23-27-33	
		490**38-46-50	496**42-50-53	501**46-53-56	508**53-60-62	
6	459	558F/22-27-33	575F/23-27-33	591F/23-27-33	601F/24-27-33	
		493**38-46-50	498**42-50-53	503**47-54-57	511**53-61-63	
5	461	560F/22-27-33	577F/23-27-33	594F/24-27-33	603F/24-27-33	
		495**38-46-50	501**43-50-54	506**47-54-57	514**54-61-63	
4	461	561F/22-27-33	578F/23-27-33	594F/24-27-33	604F/24-27-33	
		496**38-47-50	501**43-50-54	506**47-54-57	514**54-61-63	
3	461	562F/22-28-33	579F/23-28-33	595F/24-28-33	605F/24-28-33	
		496**39-47-51	502**43-51-54	507**47-55-57	514**54-61-63	
2	461	563F/22-28-33	580F/23-28-33	596F/24-28-33	606F/24-28-33	
		497**39-47-51	502**43-51-54	507**48-55-58	514**54-61-63	
1	461	564F/22-28-33	581F/23-28-33	597F/24-28-33	606F/24-28-33	
		497**39-47-51	503**44-51-55	508**48-55-58	514**54-61-63	
0	461	565F/22-28-33	582F/23-28-33	598F/24-28-33	607F/24-28-33	
		498**40-48-51	503**44-52-55	508**48-55-58	514**54-61-63	
-2	462	566F/22-28-34	583F/23-28-34	600F/24-28-34	609F/24-28-34	
		499**40-48-52	504**45-52-56	509**49-56-59	514**54-61-63	
-4	462	568F/22-28-34	585F/23-28-34	602F/24-28-34	611F/24-28-34	
		500**41-49-53	505**45-53-56	510**50-57-60	514**54-61-64	
-6	462	570F/22-28-34	587F/23-28-34	604F/24-28-34	613F/24-28-34	
		501**41-50-53	506**46-54-57	511**50-57-60	514**54-61-64	

MAX BRAKE RELEASE WT MUST NOT EXCEED MAX CERT TAKEOFF WT OF 63000 KG
 MINIMUM FLAP RETRACTION HEIGHT IS 400 FT
 LIMIT CODE IS F=FIELD, T=TIRE SPEED, B=BRAKE ENERGY, V=VMCG,
 *=OBSTACLE/LEVEL-OFF, **=IMPROVED CLIMB
 RUNWAY IS 13123 FT LONG WITH 1312 FT OF CLEARWAY AND 0 FT OF STOPWAY
 RUNWAY SLOPES ARE -1.55 PERCENT FOR TODA AND -1.55 PERCENT FOR ASDA
 LINE-UP DISTANCES: 0 FT FOR TODA, 0 FT FOR ASDA OBS FROM LO-FT/FT
 RUNWAY HT DIST OFFSET HT DIST OFFSET HT DIST OFFSET
 28 NONE

Fuente: Manual Análisis de Pista Aeropuerto Internacional el Alto Boeing 737-300



(ANEXO 10)

ANALISIS DE PISTA UMBRAL 10 ELEVACION 12600 (PIES)

ELEVATION 12600 FT				RUNWAY 10		SLRP
*** FLAPS 05 ***		AIR COND OFF	ANTI-ICE OFF	LA PAZ (EL ALTO)		
737-300		CFM56-3B-2		LA PAZ		
A INDICATES OAT OUTSIDE ENVIRONMENTAL ENVELOPE				DATED 20-OCT-2011		
OAT	CLIMB	WIND COMPONENT IN KNOTS (MINUS DENOTES TAILWIND)				
C	100KG	10	15	20	25	
22	418	402*/18-18-24	403*/18-18-24	404*/19-19-25	406*/19-19-25	
		426**36-40-43	428**37-40-44	430**37-40-44	432**38-41-44	
21	420	405*/18-18-25	406*/19-19-25	407*/19-19-25	409*/19-19-25	
		428**36-40-43	430**37-40-44	432**38-41-44	434**38-42-45	
20	423	407*/19-19-25	409*/19-19-25	410*/19-19-25	412*/20-20-26	
		431**37-41-44	433**37-41-44	435**38-41-45	437**38-42-45	
19	426	410*/19-19-25	411*/20-20-26	413*/20-20-26	414*/20-20-26	
		433**37-41-44	435**38-41-45	437**38-42-45	439**39-42-45	
18	428	413*/20-20-26	414*/20-20-26	415*/20-20-26	417*/20-20-26	
		435**37-41-44	437**38-41-45	439**38-42-45	441**39-43-46	
17	431	415*/20-20-26	417*/20-20-26	418*/21-21-27	419*/21-21-27	
		437**38-42-45	439**38-42-45	441**39-42-46	444**40-43-47	
16	433	418*/20-20-27	419*/21-21-27	420*/21-21-27	422*/21-21-27	
		440**38-42-45	442**39-42-46	444**39-43-46	446**40-43-47	
15	435	420*/21-21-27	421*/21-21-27	423*/21-21-27	424*/22-22-28	
		442**39-42-46	444**39-43-46	446**40-43-47	449**41-44-47	
14	437	422*/21-21-27	424*/21-21-28	425*/22-22-28	426*/22-22-28	
		444**39-42-46	446**40-43-47	449**40-43-47	451**41-44-48	
13	440	425*/21-21-28	426*/22-22-28	427*/22-22-28	429*/22-22-28	
		446**39-42-46	449**40-43-47	451**41-44-48	453**41-45-48	
12	442	427*/22-22-28	428*/22-22-28	430*/22-22-28	431*/23-23-29	
		449**39-43-46	451**40-43-47	453**41-44-48	456**42-45-48	
11	445	429*/22-22-28	431*/22-22-29	432*/23-23-29	433*/23-23-29	
		451**40-43-47	453**41-44-48	456**41-44-48	458**42-45-49	
10	448	432*/23-23-29	433*/23-23-29	434*/23-23-29	436*/23-23-29	
		454**40-43-47	456**41-44-48	459**42-45-49	460**43-46-49	
9	450	434*/23-23-29	435*/23-23-29	437*/23-23-30	438*/24-24-30	
		456**40-43-47	458**41-44-48	460**42-45-49	463**43-46-50	
8	453	436*/23-23-30	438*/23-23-30	439*/24-24-30	440*/24-24-30	
		458**40-43-47	461**41-44-48	463**43-46-50	466**43-46-50	
7	456	439*/23-23-30	440*/24-24-30	442*/24-24-30	443*/24-24-31	
		461**41-44-48	463**42-45-49	465**43-46-49	468**44-46-50	
6	459	441*/24-24-30	443*/24-24-31	444*/24-24-31	446*/25-25-31	
		463**41-44-48	466**42-44-49	468**43-46-50	471**44-47-51	
5	461	444*/24-24-31	445*/25-25-31	447*/25-25-31	448*/25-25-31	
		466**41-44-48	468**42-45-49	470**43-46-50	473**44-47-51	
4	461	444*/24-24-31	445*/25-25-31	447*/25-25-31	448*/25-25-31	
		466**41-44-48	468**42-45-49	471**44-46-50	473**45-48-52	
3	461	444*/24-24-31	445*/25-25-31	447*/25-25-31	448*/25-25-31	
		466**41-44-48	468**42-45-49	471**44-46-50	474**45-48-52	
2	461	444*/24-24-31	445*/25-25-31	447*/25-25-31	448*/25-25-31	
		466**42-44-49	469**42-45-49	471**44-47-51	474**45-48-51	
1	461	444*/24-24-31	445*/25-25-31	447*/25-25-31	448*/25-25-31	
		467**42-45-49	469**43-46-50	472**44-47-51	474**45-48-52	
0	461	444*/24-24-31	446*/25-25-31	447*/25-25-31	449*/25-25-31	
		467**42-45-49	469**43-46-50	472**44-47-51	474**45-48-52	
-2	462	444*/24-24-31	446*/25-25-31	447*/25-25-31	449*/25-25-31	
		468**43-45-50	470**43-46-50	472**44-47-51	475**45-48-52	
-4	462	444*/24-24-31	446*/25-25-31	447*/25-25-31	449*/25-25-32	
		468**43-46-50	471**44-47-51	473**45-47-51	478**45-48-52	
-6	462	445*/24-24-31	446*/25-25-31	447*/25-25-31	449*/25-25-32	
		469**43-46-50	471**44-47-51	474**45-48-52	476**46-49-52	

MAX BRAKE RELEASE WT MUST NOT EXCEED MAX CERT TAKEOFF WT OF 63000 KG
 MINIMUM FLAP RETRACTION HEIGHT IS 400 FT
 LIMIT CODE IS F=FIELD, T=TIRE SPEED, B=BRAKE ENERGY, V=VMCG,
 *=OBSTACLE/LEVEL-OFF, **=IMPROVED CLIMB

RUNWAY IS 13123 FT LONG WITH 820 FT OF CLEARWAY AND 0 FT OF STOPWAY
 RUNWAY SLOPES ARE 1.55 PERCENT FOR TODA AND 1.55 PERCENT FOR ASDA
 LINE-UP DISTANCES: 0 FT FOR TODA, 0 FT FOR ASDA OBS FROM LO-FI/FT
 RUNWAY HT DIST OFFSET HT DIST OFFSET HT DIST OFFSET

10	69	2679	-405	67	2650	-340	54	2621	-258
----	----	------	------	----	------	------	----	------	------

Fuente: Manual Análisis de Pista Aeropuerto Internacional el Alto Boeing 737-300



(ANEXO 11)

ANALISIS DE PISTA UMBRAL 28 ELEVACION DE 12700 (PIES)

ELEVATION 12700 FT			RUNWAY 28			SLLP
*** FLAPS 05 ***			AIR COND OFF	ANTI-ICE OFF	LA PAZ (EL ALTO)	
737-300			CFM56-3B-2		LA PAZ	
A INDICATES OAT OUTSIDE ENVIRONMENTAL ENVELOPE					DATED 20-OCT-2011	
OAT	CLIMB	WIND COMPONENT IN KNOTS (MINUS DENOTES TAILWIND)				
C	100KG	-10	-5	0	10	
22	416	520F/16-21-26	537F/16-21-26	553F/17-21-26	561F/17-21-26	
		453**33-42-45	458**38-46-48	462**42-50-52	464**45-52-54	
21	419	523F/16-21-27	539F/17-21-27	555F/17-21-27	564F/18-21-27	
		456**34-42-45	460**38-46-49	464**42-50-52	467**45-53-55	
20	421	525F/17-21-27	542F/17-21-27	557F/18-21-27	566F/18-21-27	
		458**34-43-46	463**38-46-49	467**42-50-52	470**46-54-55	
19	424	527F/17-22-27	544F/18-22-27	560F/18-22-27	568F/18-22-27	
		460**34-43-46	465**38-47-49	470**43-50-53	473**46-54-56	
18	427	529F/17-22-28	546F/18-22-28	562F/19-22-28	571F/19-22-28	
		463**35-43-46	468**39-47-50	472**43-51-53	476**47-54-56	
17	429	531F/18-23-28	548F/18-23-28	564F/19-23-28	573F/19-23-28	
		465**35-43-46	470**39-47-50	474**43-51-53	478**47-55-57	
16	431	534F/18-23-29	550F/19-23-29	566F/19-23-29	575F/19-23-29	
		467**35-44-47	472**39-47-50	477**43-51-53	481**48-55-57	
15	433	536F/18-23-29	552F/19-23-29	568F/20-23-29	577F/20-23-29	
		469**35-44-47	474**40-48-50	479**44-51-54	483**48-56-58	
14	436	538F/19-24-29	555F/19-24-29	571F/20-24-29	580F/20-24-29	
		472**36-44-47	477**40-48-51	481**44-52-54	486**49-56-58	
13	438	540F/19-24-30	557F/20-24-30	573F/20-24-30	582F/20-24-30	
		474**36-44-48	479**40-48-51	483**44-52-54	488**49-57-59	
12	440	542F/19-24-30	559F/20-24-30	575F/21-24-30	584F/21-24-30	
		476**36-44-48	481**40-48-51	486**45-52-55	491**50-57-59	
11	443	544F/20-25-31	561F/20-25-31	577F/21-25-31	587F/21-25-31	
		478**36-45-48	484**41-48-52	488**45-52-55	494**50-58-60	
10	446	547F/20-25-31	564F/21-25-31	580F/21-25-31	589F/22-25-31	
		481**37-45-48	486**41-49-52	491**45-52-55	497**51-58-60	
9	448	549F/20-26-31	566F/21-26-31	582F/22-26-31	591F/22-26-31	
		483**37-45-49	489**41-49-52	493**45-53-55	500**51-59-61	
8	451	551F/21-26-32	568F/22-26-32	585F/22-26-32	594F/22-26-32	
		486**37-45-49	491**41-49-52	496**46-53-56	503**52-59-61	
7	454	554F/21-26-32	571F/22-26-32	587F/23-26-32	596F/23-26-32	
		488**37-46-49	494**42-49-53	499**46-53-56	506**52-60-62	
6	456	556F/22-27-33	573F/22-27-33	589F/23-27-33	598F/23-27-33	
		491**38-46-49	496**42-50-53	501**46-53-56	509**53-60-62	
5	459	558F/22-27-33	575F/23-27-33	592F/23-27-33	601F/24-27-33	
		493**38-46-50	499**42-50-53	504**46-54-57	511**54-61-63	
4	460	559F/22-27-33	576F/23-27-33	593F/23-27-33	602F/24-27-33	
		494**38-46-50	500**43-50-53	505**47-54-57	512**54-61-63	
3	460	560F/22-27-33	577F/23-27-33	593F/23-27-33	603F/24-27-33	
		495**38-47-50	500**43-50-54	505**47-54-57	512**54-61-63	
2	460	561F/22-27-33	578F/23-27-33	594F/23-27-33	604F/24-27-33	
		495**39-47-51	501**43-51-54	506**47-55-57	512**54-61-63	
1	460	562F/22-27-33	579F/23-27-33	595F/24-27-33	605F/24-27-33	
		496**39-47-51	501**43-51-54	506**48-55-58	512**54-61-63	
0	460	563F/22-27-33	580F/23-27-33	596F/24-27-33	606F/24-27-33	
		496**39-47-51	502**44-51-55	506**48-55-58	512**54-61-63	
-2	460	564F/22-27-33	582F/23-27-33	598F/24-27-33	607F/24-27-33	
		497**40-48-52	503**44-52-55	507**49-56-59	512**54-61-63	
-4	460	566F/22-27-33	583F/23-27-33	600F/24-27-33	609F/24-27-33	
		498**40-49-52	504**45-53-56	508**49-56-59	513**54-61-63	
-6	460	568F/22-27-33	585F/23-27-33	602F/24-27-33	611F/24-27-33	
		499**41-49-53	504**45-53-56	509**50-57-60	513**54-61-63	

MAX BRAKE RELEASE WT MUST NOT EXCEED MAX CERT TAKEOFF WT OF 69000 KG
 MINIMUM FLAP RETRACTION HEIGHT IS 400 FT
 LIMIT CODE IS F=FIELD, T=TIRE SPEED, B=BRAKE ENERGY, V=VMCG,
 *=OBSTACLE/LEVEL-OFF, **=IMPROVED CLIMB
 RUNWAY IS 13123 FT LONG WITH 1312 FT OF CLEARWAY AND 0 FT OF STOPWAY
 RUNWAY SLOPES ARE -1.55 PERCENT FOR TODA AND -1.55 PERCENT FOR ASDA
 LINE-UP DISTANCES: 0 FT FOR TODA, 0 FT FOR ASDA OBS FROM LO-FT/FT
 RUNWAY HT DIST OFFSET HT DIST OFFSET HT DIST OFFSET
 28 NONE

Fuente: Manual Análisis de Pista Aeropuerto Internacional el Alto Boeing 737-300



(ANEXO 12)

ANALISIS DE PISTA UMBRAL 10 ELEVACION 12700 (PIES)

ELEVATION 12700 FT				RUNWAY 10		SLLP
*** FLAPS 05 ***				AIR COND OFF	ANTI-ICE OFF	LA PAZ (EL ALTO)
737-300 CFM56-3B-2						LA PAZ
A INDICATES OAT OUTSIDE ENVIRONMENTAL ENVELOPE						DATED 20-OCT-2011
OAT	CLIMB	WIND COMPONENT IN KNOTS (MINUS DENOTES TAILWIND)				
C	100KG	10	15	20	25	
22	416	400*/18-18-24	401*/18-18-24	403*/18-18-24	404*/19-19-25	
		424**36-40-43	426**36-40-43	428**37-40-43	430**37-41-44	
21	419	403*/18-18-24	404*/18-18-25	405*/19-19-25	407*/19-19-25	
		426**36-40-43	429**37-40-44	430**37-40-44	433**38-41-44	
20	421	406*/19-19-25	407*/19-19-25	408*/19-19-25	410*/19-19-25	
		429**37-40-44	431**37-40-44	433**38-41-44	435**38-42-45	
19	424	408*/19-19-25	410*/19-19-25	411*/20-20-26	412*/20-20-26	
		431**36-40-43	433**38-41-44	435**38-41-45	437**38-42-45	
18	427	411*/19-19-26	412*/20-20-26	414*/20-20-26	415*/20-20-26	
		434**37-41-44	436**38-41-45	438**38-42-45	440**39-43-46	
17	429	413*/20-20-26	415*/20-20-26	416*/20-20-26	418*/21-21-27	
		436**37-41-44	438**38-41-45	440**39-42-45	442**39-43-46	
16	431	416*/20-20-26	417*/20-20-27	418*/21-21-27	420*/21-21-27	
		438**38-41-45	440**38-42-45	442**39-42-46	444**40-43-47	
15	433	418*/21-21-27	420*/21-21-27	421*/21-21-27	422*/21-21-27	
		440**38-41-45	442**39-42-46	444**39-43-46	447**40-44-47	
14	436	421*/21-21-27	422*/21-21-27	423*/21-21-27	425*/22-22-28	
		442**38-41-45	445**39-42-46	447**40-43-47	449**41-44-47	
13	438	423*/21-21-27	424*/21-21-28	426*/22-22-28	427*/22-22-28	
		445**39-42-46	447**40-43-47	449**40-43-47	451**41-44-48	
12	440	425*/22-22-28	427*/22-22-28	428*/22-22-28	429*/22-22-28	
		447**39-42-46	449**40-43-47	451**41-44-47	454**41-45-48	
11	443	428*/22-22-28	429*/22-22-28	430*/22-22-29	432*/23-23-29	
		449**39-43-46	452**40-43-47	454**41-44-48	456**42-45-49	
10	446	430*/22-22-29	431*/22-22-29	433*/23-23-29	434*/23-23-29	
		452**39-42-46	454**41-44-48	456**41-44-48	459**42-45-49	
9	448	432*/23-23-29	434*/23-23-29	435*/23-23-29	436*/23-23-30	
		454**40-43-47	456**41-44-47	458**42-45-49	461**42-45-49	
8	451	435*/23-23-29	436*/23-23-29	437*/23-23-30	439*/24-24-30	
		456**40-43-47	459**41-44-48	461**42-45-49	464**43-46-50	
7	454	437*/23-23-30	438*/23-23-30	440*/24-24-30	441*/24-24-30	
		459**40-43-48	461**41-44-48	463**42-45-49	466**43-46-50	
6	456	439*/24-24-30	441*/24-24-30	442*/24-24-30	444*/24-24-31	
		461**41-44-48	464**42-45-49	466**43-46-50	469**44-46-50	
5	459	442*/24-24-30	443*/24-24-31	445*/24-24-31	446*/25-25-31	
		464**41-44-48	466**42-45-49	469**43-46-50	471**44-47-51	
4	460	442*/24-24-30	444*/24-24-31	445*/25-25-31	447*/25-25-31	
		464**41-44-48	467**42-45-49	469**43-46-50	472**44-47-51	
3	460	442*/24-24-30	444*/24-24-31	445*/25-25-31	447*/25-25-31	
		465**41-44-48	467**42-45-49	469**43-46-50	472**44-47-51	
2	460	442*/24-24-30	444*/24-24-31	445*/25-25-31	447*/25-25-31	
		465**42-45-49	467**43-45-50	470**43-46-50	472**44-47-51	
1	460	442*/24-24-30	444*/24-24-31	445*/25-25-31	447*/25-25-31	
		465**42-45-49	468**42-45-49	470**44-46-50	473**45-47-51	
0	460	442*/24-24-31	444*/24-24-31	446*/25-25-31	447*/25-25-31	
		466**42-45-49	468**43-46-50	470**44-47-51	473**45-48-51	
-2	460	442*/24-24-31	444*/24-24-31	446*/25-25-31	447*/25-25-31	
		466**42-45-49	469**43-46-50	471**44-47-51	473**45-48-52	
-4	460	442*/24-24-31	444*/24-24-31	446*/25-25-31	447*/25-25-31	
		467**43-45-50	469**43-46-50	471**44-47-51	474**45-48-52	
-6	460	442*/24-24-31	445*/24-24-31	446*/25-25-31	448*/25-25-31	
		467**43-46-50	470**44-47-51	472**45-48-52		

MAX BRAKE RELEASE WT MUST NOT EXCEED MAX CERT TAKEOFF WT OF 68000 KG
 MINIMUM FLAP RETRACTION HEIGHT IS 400 FT
 LIMIT CODE IS F=FIELD, T=TIRE SPEED, B=BRAKE ENERGY, V=VMCG,
 *=OBSTACLE/LEVEL-OFF, **=IMPROVED CLIMB

RUNWAY IS 13123 FT LONG WITH 820 FT OF CLEARWAY AND 0 FT OF STOPWAY
 RUNWAY SLOPES ARE 1.55 PERCENT FOR TODA AND 1.55 PERCENT FOR ASDA
 LINE-UP DISTANCES: 0 FT FOR TODA, 0 FT FOR ASDA OBS FROM LO-FT/FT
 RUNWAY HT DIST OFFSET HT DIST OFFSET HT DIST OFFSET
 10 69 2679 -405 67 2650 -340 54 2621 -258

Fuente: Manual Análisis de Pista Aeropuerto Internacional el Alto Boeing 737-300



(ANEXO 13)

ANALISIS DE PISTA MOJADA (WET RUNWAY) DEL UMBRAL 28
ELEVACION DE 12600 (PIES)

ELEVATION 12600 FT		SLIPPERY		.10 MU	RUNWAY 28	SLLP
*** FLAPS 05 ***		AIR COND AUTO		ANTI-ICE OFF		LA PAZ (EL ALTO)
737-300		CFM56-3B-2				LA PAZ
A INDICATES OAT OUTSIDE ENVIRONMENTAL ENVELOPE						DATED 20-OCT-2011
OAT	CLIMB	WIND COMPONENT IN KNOTS (MINUS DENOTES TAILWIND)				
C	100KG	-10	-5	0	10	
12	432	477F/97-23-29	494F/97-23-29	510F/98-23-29	519F/98-23-29	
		453**07-34-38	459**12-38-42	465**16-41-45	468**19-44-47	
11	434	479F/97-23-29	496F/98-23-29	512F/98-23-29	521F/98-23-29	
		455**08-34-39	462**12-38-42	468**17-42-46	471**19-44-48	
10	437	482F/98-23-30	498F/98-23-30	514F/99-23-30	524F/99-23-30	
		458**08-34-39	464**13-38-42	470**17-42-46	473**20-44-48	
8	442	486F/99-24-30	503F/99-24-30	519F/00-24-30	528F/00-24-30	
		462**09-35-40	469**14-39-43	475**18-42-47	478**21-45-48	
7	445	488F/99-25-31	505F/00-25-31	521F/00-25-31	531F/01-25-31	
		465**09-35-40	472**14-39-43	478**19-43-47	481**21-45-49	
6	447	491F/00-25-31	507F/00-25-31	523F/01-25-31	533F/01-25-31	
		467**10-35-40	474**15-39-44	480**19-43-47	483**22-45-49	
5	449	493F/00-25-32	509F/01-25-32	526F/01-25-32	535F/02-25-32	
		469**10-36-41	476**15-39-44	482**20-43-47	486**22-45-49	
4	450	494F/00-25-32	510F/01-25-32	527F/01-25-32	536F/02-25-32	
		470**10-36-41	477**15-40-44	483**20-43-48	486**22-46-50	
3	450	494F/00-25-32	511F/01-25-32	527F/01-25-32	537F/02-25-32	
		470**11-36-41	477**15-40-44	483**20-44-48	486**23-46-50	
2	450	495F/00-25-32	512F/01-25-32	528F/01-25-32	538F/02-25-32	
		471**11-36-41	477**16-40-45	483**20-44-48	487**23-46-50	
1	450	496F/00-25-32	513F/01-25-32	529F/01-25-32	539F/02-25-32	
		471**11-36-41	478**16-40-45	484**20-44-48	487**23-46-50	
0	450	497F/00-25-32	514F/01-25-32	530F/01-25-32	540F/02-25-32	
		472**11-36-41	478**16-40-45	484**21-44-48	487**23-46-50	
-1	450	498F/00-25-32	515F/01-25-32	531F/01-25-32	540F/02-25-32	
		472**11-37-42	479**16-41-45	485**21-44-49	488**24-47-51	
-2	450	499F/00-25-32	515F/01-25-32	532F/02-25-32	541F/02-25-32	
		472**12-37-42	479**17-41-45	485**21-45-49	488**24-47-51	
-3	450	499F/00-25-32	516F/01-25-32	533F/02-25-32	542F/02-25-32	
		473**12-37-42	479**17-41-45	485**21-45-49	489**24-47-51	
-4	451	500F/00-25-32	517F/01-25-32	534F/02-25-32	543F/02-25-32	
		473**12-37-42	480**17-41-46	486**22-45-49	489**24-47-51	
-5	451	501F/00-25-32	518F/01-25-32	534F/02-25-32	544F/02-25-32	
		474**12-37-42	480**17-41-46	486**22-45-49	489**24-47-51	
MAX BRAKE RELEASE WT MUST NOT EXCEED MAX CERT TAKEOFF WT OF						63000 KG
MINIMUM FLAP RETRACTION HEIGHT IS						400 FT
LIMIT CODE IS F=FIELD, T=TIRE SPEED, B=BRAKE ENERGY, V=VMCG,						
*=-OBSTACLE/LEVEL-OFF, **=IMPROVED CLIMB						
RUNWAY IS 13123 FT LONG WITH 1312 FT OF CLEARWAY AND						0 FT OF STOPWAY
RUNWAY SLOPES ARE -1.55 PERCENT FOR TODA AND -1.55 PERCENT						FOR ASDA
LINE-UP DISTANCES:						0 FT FOR TODA, 0 FT FOR ASDA OBS FROM LO-FT/FT
RUNWAY	HT	DIST	OFFSET	HT	DIST	OFFSET
28						
	NONE					

Fuente: Manual Análisis de Pista Aeropuerto Internacional el Alto Boeing 737-300



(ANEXO Nº 14)

CUADRO CLIMATOLOGICO ESTACION LA PAZ

DEPARTAMENTO OPERACIONES		CUADRO CLIMATOLOGICO											Latitud : 16.5
DIVISION DE METEOROLOGIA		ESTACION: LA PAZ											Longitud: 68.18
A.A.S.A.N.A.													Elevación: 4035 m.
AÑO: 1974 - 2003 (30 AÑOS)													
PARAMETROS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Dirección Prevalciente del Viento	E	E	E	E	W	W	W	W	E	E	E	E	E
Velocidad Media del Viento (nudos)	4.8	4.9	4.6	4.3	4.3	4.6	4.8	5.0	5.5	5.5	5.4	5.3	4.9
Presión Atmosférica Media (hPa)	627.9	628.1	628.4	628.9	629.1	629.1	628.9	628.9	628.5	628.2	627.7	627.8	628.4
Temperatura Media del Aire °C	7.8	7.8	7.7	7.2	5.8	4.2	3.8	5.1	6.4	7.7	8.5	8.4	6.7
Temperatura Media del Punto de Rocío °C	4.0	4.0	3.5	1.5	-3.2	-6.1	-6.2	-4.3	-2.0	-0.1	0.9	2.7	-0.4
Temperatura Máxima Media °C	14.0	14.1	14.3	14.5	14.5	13.5	13.5	14.2	14.8	15.6	16.0	15.3	14.5
Temperatura Mínima Media °C	3.5	3.4	3.1	1.2	-1.8	-3.6	-4.1	-2.9	-0.8	1.1	2.0	3.1	0.3
Temperatura Media del Aire (Tx+Tm)/2 °C	8.7	8.8	8.7	7.8	6.4	4.9	4.7	5.7	7.0	8.3	9.0	9.2	7.4
Precipitación Total Mensual mm, (1 mm = 1Lt/m2)	146.6	97.1	92.4	34.5	13.1	8.5	6.3	17.9	30.0	47.1	53.2	98.2	644.8
Humedad Relativa Media %	78	78	77	70	57	49	49	53	58	61	62	69	63
VALORES EXTREMOS DE:													EXT
Temperatura Máxima Absoluta	20.4	21.2	21.1	19.5	19.2	17.8	18.2	20.5	19.8	20.3	22.2	21.8	22.2
Año de registro de la Temp. Máxima absoluta	1983	1987	1983	1983	1998	1979	1974	1985	1997	1997	1974	1997	
Temperatura Mínima Absoluta	-0.4	-0.9	-2.8	-4.2	-9.3	-12.5	-10.2	-10.0	-9.6	-5.3	-4.0	-2.7	-12.5
Año de registro de la Temp. Mínima absoluta	1974	1992	2001	2003	1998	1999	1999	1998	1981	1997	1998	1996	
Precipitación Máxima en 24 Hrs.	44.3	53.0	40.0	36.7	16.9	17.6	13.0	32.2	28.0	33.9	33.5	113.4	113.4
Año de registro de registro de la PCPN Máxima me	1982	1995	1976	1998	1989	1990	2002	1980	1999	2002	1992	1979	
PROMEDIO DE:													PROM
Nro. de Días con Viento 20 nudos o Más	8	7	7	7	8	11	12	12	15	15	14	12	10.8
Nro. de Días con Visibilidad 2000 m. o Menos	6	5	6	6	4	4	4	5	5	3	3	4	4.6
Nro. de Días con Techo de nubes 300 m. o Menos	3	3	3	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1.8
Nro. de Días con Tormenta Eléctrica	18	14	14	9	3	1	1	3	6	11	13	16	8.9
Nro. de Días con Niebla Densa VV <= 500 m.	2	2	2	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1.9
Nro. de Días con Precipitación	23	19	17	11	4	3	2	5	8	12	13	17	11.3



Fuente: Cuadro de Climatología Estación La Paz AASANA



(ANEXO 15)

RUTAS A SER UTILIZADAS

RUTAS	DESIGNADOR OACI	DESIGNADOR IATA
LA PAZ – SANTA CRUZ VIRU VIRU	SLLP - SLVR	LPB - VVI
LA PAZ - COBIJA (PANDO)	SLLP - SLCO	LPB – CIJ
LA PAZ - TARIJA	SLLP – SLTJ	LPB - TJA
LA PAZ – SUCRE (CHUQUISACA)	SLP – SLSU	LPB - SRE
LA PAZ – COCHABAMBA	SLLP – SLCB	LPB - CBB

Fuente: Elaboración Propia

(ANEXO Nº16)

PESOS OPERATIVOS DEL BOEING 737-300

TOMANDO EL CP 2656

! TODOS LOS PESOS EN KILOS - ALL WEIGHTS IN KILOGRAMS !											
N° TRIPS TOTAL	DISTRIBUCION ABORDO			B737-300		B737-300		B737-300		B737-300	
				CFM56-3C-1		CFM56-3B-2		CFM56-3C-1		CFM56-3B2	
	COMANDO	ASISTENTES ADELANTE	ASISTENTES ATRÁS	CP-2595	CP-2640	CP-2656	CP-2691	WEIGHT	INDEX	WEIGHT	INDEX
2	2	0	0	32,933	39	32,187	37	32,993	36	33,234	37
3	3	0	0	33,024	37	32,278	36	33,084	34	33,325	36
4	4	0	0			32,369	34	33,175	33		
5	2	1	2	33,188	40	32,442	38	33,248	37	33,489	39
6	2	2	2	33,273	39	32,527	37	33,333	36	33,574	37
6	3	1	2	33,279	38	32,533	37	33,339	35	33,580	37
7	2	2	3			32,612	38	33,418	37		
7	3	2	2	33,364	37	32,618	36	33,424	34	33,665	36
7	4	1	2			32,624	35	33,430	34		
8	2	2	4			32,697	39				
8	3	2	3			32,703	37	33,509	35		
8	4	2	2			32,709	34	33,515	33		
9	3	2	4			32,788	38				
9	4	2	3			32,794	35	33,600	34		
10	4	2	4			32,879	37				

Fuente: Manual de Despacho de Aeronaves.