

**INFORME FINAL**  
**ACCIDENTE DE AVIACIÓN**  
**005-2017**

**PERUVIAN AIR LINE S.A.C.**

**BOEING B737-3M8**  
**OB-2036-P**

**AEROPUERTO "FRANCISCO CARLÉ"**  
**JAUJA**

**JUNÍN - PERÚ**

**28 DE MARZO DEL 2017**



**BOEING B737-3M8**

**OB-2036-P**



## **OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN**

***El presente Informe es un documento técnico que refleja la opinión de la Comisión de Investigación de Accidentes de Aviación del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, con relación a las circunstancias en que se produjo el suceso.***

***De conformidad con lo establecido en el Anexo 13 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, "El único objetivo de la investigación de accidentes o incidentes será la prevención de futuros accidentes e incidentes".***

***Las Recomendaciones de Seguridad Operacional, resultante del proceso técnico de la investigación, no tienen el propósito de generar presunción de culpa o responsabilidad y se han realizado en cumplimiento a lo establecido en la Ley de Aeronáutica Civil 27261 y su Reglamento.***

***Consecuentemente, el uso que se dé a este informe fuera del estricto propósito de prevenir futuros accidentes de aviación puede derivar en interpretaciones o conclusiones erróneas.***

- ***Anexo 13 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional  
"Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación" OACI***
- ***Ley de Aeronáutica Civil del Perú N° 27261 y su Reglamento  
Art. 302 al 313.***



**GLOSARIO TÉCNICO**

<b>ABREVIATURAS y SIMBOLOS</b>	
<b>AD</b>	Airworthiness Directive (Directiva de Aeronavegabilidad)
<b>AMM</b>	Aircraft Maintenance Manual (Manual de Mantenimiento de la Aeronave Boeing).
<b>CBO</b>	Cycles Between Overhaul (Ciclos entre overhaul)
<b>CSO</b>	Cycles Since Overhaul (Ciclos desde ultimo OHC)
<b>CIAA</b>	Comisión de Investigación de Accidentes de Aviación
<b>CMM</b>	Component Maintenance Manual (Manual de Mantenimiento de Componentes Boeing)
<b>CMR</b>	Certification Maintenance Requirement (Req. de Certificación de Mantenimiento)
<b>CRM</b>	Crew Resource Management (Administración de Recursos de Cabina)
<b>CVR</b>	Cockpit Voice Recorder (Registrador de Voces de cabina de Pilotaje)
<b>Cy</b>	Ciclos de Vuelo ú Operación de una Aeronave, Motor, Tren de Aterrizaje, etc.
<b>DGAC</b>	Dirección General de Aeronáutica Civil del Perú
<b>ELT</b>	Emergency Locator Transmitter (Transmisor/Localizador de Emergencia)
<b>FAA</b>	Federal Aviation Administration (Administración de la Aviación Federal USA)
<b>FDR</b>	Flight Data Recorder (Registrador de datos de Vuelo)
<b>GAPT</b>	Gap Total en el Apex. Ver «Apex Gap Total» en Definiciones.
<b>GPS</b>	Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)
<b>Hrs.</b>	Horas de Vuelo ú Operación de una Aeronave, Motor, Tren de Aterrizaje, etc.
<b>I/B</b>	Inboard. Ver Definiciones
<b>IFR</b>	Instruments Flight Rules (Reglas de Vuelo por Instrumentos)
<b>LSV</b>	Light Shop Visit (Visita de Motor a Taller para Mantenimiento Ligero)
<b>MLG</b>	Main Landing Gear (Tren o Trenes de Aterrizaje Principal)
<b>MLG-LH</b>	Tren de Aterrizaje Principal Izquierdo
<b>MLG-RH</b>	Tren de Aterrizaje Principal Derecho
<b>MRBR</b>	Maintenance Review Board Report de Boeing (Reporte de Junta de Rev. del Mantto.)
<b>NLG</b>	Tren de Aterrizaje de Nariz
<b>MPD</b>	Maintenance Planning Document (Documento de Planeamiento del Mantto. Boeing)
<b>NTSB</b>	National Transportation Safety Board (Autoridad de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación de USA)
<b>OACI</b>	Organización de Aviación Civil Internacional
<b>O/B</b>	Outboard. Ver Definiciones.
<b>OHC</b>	Overhaul – Mantenimiento exhaustivo de una aeronave, motor, tren de aterrizaje, etc.
<b>PAVC</b>	Programa de Analisis y Vigilancia Continua de la flota de aeronaves del Operador.
<b>PND</b>	Pruebas No Destructivas
<b>PULG.</b>	Pulgada. También conocida por el símbolo: (")
<b>RAP</b>	Regulaciones Aeronáuticas del Perú
<b>RE</b>	Runway Excursion (Fuera de la Pista de Aterrizaje o de Despegue)
<b>RWY 31</b>	Runway 31 (Pista 31 del Aeropuerto de Jauja)
<b>SD</b>	SHIMMY DAMPER. Ver Definiciones
<b>SL</b>	Service Letter. Ver Definiciones
<b>SOP</b>	Standard Operating Procedures (Procedimientos de Operación Estándar)
<b>SPJJ</b>	Aeropuerto Francisco Carle de Jauja
<b>TBO</b>	Time Between Overhaul (Tiempo entre Overhaules)
<b>TL</b>	Torsion Link. Ver Definiciones
<b>UTC</b>	Universal Time Coordinated (Tiempo Universal Coordinado)
<b>VFR</b>	Visual Flight Rules (Reglas de Vuelo Visual)
<b>VMC</b>	Visual Meteorological Condition (Condición Meteorológica Visual)





DEFINICIONES	
<b>AMM Task</b>	Tarea derivada del AMM BOEING
<b>Apex</b>	Vértice
<b>Apex Gap</b>	Brecha del «APEX»
<b>Apex Gap Total (APEX GAPT)</b>	Suma de las brechas «GAP1» y «GAP2» en el «APEX»
<b>Apex Joint ó TL Apex Joint ó MLG TL Apex Joint</b>	Union de los Terminales («LUG») Delanteros del TL SUPERIOR e INFERIOR («UPPER y LOWER TL»), además del «SHIMMY DAMPER» y componentes complementarios de conexión para la amortiguación respectiva del movimiento oscilatorio del MLG.
<b>Apex Washer ó Apex Thrust Washer</b>	Arandela de empuje del vértice delantero.
<b>Apex Nut ó Nut</b>	Tuerca del vértice delantero.
<b>Bushing</b>	Bocina de los Terminales («LUG») Posteriores de cada TL.
<b>Bushing Flange</b>	Pestaña de «BUSHING».
<b>Bushing Flange Face</b>	Cara de la Pestaña de «BUSHING».
<b>Bushing Flange External Face</b>	Cara Externa de la Pestaña de «BUSHING».
<b>Check</b>	Chequeo, Verificación
<b>Cilindro ó Shock Strut Cylinder ú Outer Cylinder.</b>	Parte mecánica externa del amortiguador del MLG.
<b>Clearance</b>	Holgura
<b>Damper</b>	Amortiguador del conjunto del «SHIMMY DAMPER».
<b>Shimmy</b>	Excitación mecánica del MLG, que resulta en una vibración u oscilación alrededor del eje vertical del MLG, con el riesgo de producir resonancia mecánica.
<b>Fitting</b>	Conector
<b>Freeplay</b>	Juego libre, fuera de tolerancia, entre componentes mecánicos.
<b>Gap</b>	Brecha
<b>Inboard (I/B)</b>	Orientado hacia el lado interno de la aeronave
<b>Joint</b>	Union
<b>Lower Drag Strut ASsembly</b>	Conjunto del Puntal de Resistencia Inferior del MLG
<b>LOWER TL</b>	Torsion Link Inferior ó TL INFERIOR
<b>Lug</b>	Terminal Delantero ó Posterior de un acoplamiento.
<b>MLG Torsional Freeplay</b>	Juego libre torsional del MLG
<b>On Condition</b>	Inspeccion de condicion a intervalos regulares
<b>Operador</b>	Refiérese al Operador de Servicios Aéreos certificado por la autoridad de aviación civil del país.
<b>Outboard (O/B)</b>	Orientado hacia el lado externo de la aeronave
<b>Piston ó Shock Strut Piston ó Inner Cylinder</b>	Parte mecánica interna del amortiguador del MLG.
<b>Resonancia mecánica por Shimmy</b>	Fenómeno que se produce cuando un cuerpo capaz de vibrar u oscilar, es sometido a la acción de una fuerza cuya frecuencia de vibración u oscilación, coincide con la frecuencia de vibración u oscilación propia de dicho cuerpo. Para el caso de un evento «SHIMMY», la frecuencia de vibración u oscilación de las ruedas del MLG, coincide con la de la aeronave.
<b>Rollout</b>	Fase del aterrizaje de una aeronave, durante la cual, recorre la pista mientras pierde velocidad.
<b>Runway Excursion (RE)</b>	Excursion ó Salida de Pista.
<b>Service Letter (SL)</b>	Documento utilizado por el fabricante "Boeing Company", para comunicar recomendaciones sobre sus productos que puede mejorar la seguridad operacional, la confiabilidad o reducir los costos repetitivos.



<b>DEFINICIONES</b>	
<b>Shim Washer</b>	Huacha de Cuña para ocupar Holguras entre partes ó componentes mecánicos
<b>Shimmy Damper (SD)</b>	Conjunto mecánico que contiene como componente principal un «DAMPER», y tiene como función, amortiguar el Movimiento oscilante o vibratorio de las ruedas del MLG.
<b>Shimmy Damper Housing Terminal</b>	Terminal del alojamiento del SD («SHIMMY DAMPER»)
<b>Shimmy Damper Piston</b>	Piston del SD («SHIMMY DAMPER»)
<b>Shimmy Damper Piston Head ó SD Piston Head</b>	Cabezal del Piston del SD («SHIMMY DAMPER»)
<b>Shimmy Damper Piston Rod</b>	Varilla del Piston del SD («SHIMMY DAMPER»)
<b>Shimmy Damper Piston Shoulder</b>	Hombro del Piston del SD («SHIMMY DAMPER»)
<b>Shock Strut</b>	Amortiguador.
<b>SL 737-SL-32-057-E «MLG Lower TL Fractures»</b>	SL 737-SL-32-057-E FRACTURAS en TL INFERIOR
<b>Special Shim</b>	Cuña especial, que al ser insertadas en espacios u holguras entre dos partes o componentes mecánicos mejoran su ajuste, entre ellas.
<b>Special Work</b>	Trabajo Especial de mantenimiento.
<b>Speedbrake</b>	Freno Aerodinámico.
<b>Spherical Shaped Bushing</b>	Bocina de forma Esférica, ubicada en el Terminal delantero del TL INFERIOR.
<b>AMM Task 32-11-00-206-001 «MLG TORSIONAL FREEPLAY INSPECTION»</b>	AMM Task 32-11-00-206-001 INSPECCIÓN JUEGO LIBRE TORSIONAL MLG
<b>AMM Task 32-11-00-206-053 «MLG TL APEX JOINT INSPECTION»</b>	AMM Task 32-11-00-206-053 INSPECCION «APEX JOINT»
<b>AMM Task 32-11-51-206-001 «WEAR LIMITS for the TL of the MLG»</b>	AMM Task 32-11-51-206-001 INSPECCIÓN DESGASTE AXIAL TL
<b>AMM Task 32-11-81-004-001 «REMOVAL of SD ASSY»</b>	AMM Task 32-11-81-004-001 REMOCIÓN/INSPECCIÓN SD
<b>AMM Task 32-11-81-705-001 «MLG SD ADJUSTMENT»</b>	AMM Task 32-11-81-705-001 AJUSTE - TERMINAL SD
<b>AMM Task 32-11-81-705-014 «MLG SD TEST»</b>	AMM Task 32-11-81-705-014 PRUEBA/INSPECCION SD - MEDIR «GAP»
<b>AMM Task 32-11-81-870-801 «HYDRAULIC SD – BLEEDING»</b>	AMM Task 32-11-81-870-801 SANGRADO SD
<b>Torsion Link (TL) o MLG Torsion Link o MLG TL</b>	Componentes estructurales del MLG, que unidos, previenen la rotación torsional, entre el Piston («SHOCK STRUT PISTON») y el Cilindro («SHOCK STRUT CYLINDER»). Cada MLG tiene dos: TL SUPERIOR («UPPER TL») y TL INFERIOR («LOWER TL»).
<b>Touchdown</b>	Momento en el cual, una aeronave toca tierra durante la fase de aterrizaje.
<b>Upper Torsion Link o Upper TL</b>	Torsion Link Superior ó TL SUPERIOR.



## **ÍNDICE**

### **INTRODUCCIÓN**

#### **1. INFORMACIÓN FACTUAL**

- 1.1** Antecedentes del Vuelo.
- 1.2** Lesiones a Personas
- 1.3** Daños a la Aeronave.
- 1.4** Otros Daños.
- 1.5** Información sobre el Personal.
- 1.6** Información sobre la Aeronave
- 1.7** Información Metereológica
- 1.8** Ayudas a la Navegación.
- 1.9** Comunicaciones.
- 1.10** Información de Aeródromo.
- 1.11** Registradores de Vuelo.
- 1.12** Información sobre los Restos de la aeronave y el Impacto.
- 1.13** Información Médica y Patológica.
- 1.14** Incendio.
- 1.15** Aspectos de Supervivencia.
- 1.16** Ensayos e Investigaciones.
- 1.17** Información sobre Organización y Gestión.
- 1.18** Información Adicional.
- 1.19** Técnicas de Investigación útiles o eficaces.

#### **2. ANÁLISIS.**

#### **3. CONCLUSIONES.**

#### **4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL**



## **INTRODUCCIÓN**

### ➤ **SINOPSIS:**

El 28 de marzo de 2017, la Aeronave Boeing B-737-3M8 de matrícula OB-2036-P operada por la Cía. PERUVIAN AIR LINE SAC, después de realizar el contacto en la Pista 31 del Aeropuerto "Francisco Carle" de Jauja, sufrió el colapso del tren principal derecho, la aeronave se inclinó y se apoyó en el motor N°2 deslizando hasta salirse de la pista, entrando en una zanja de drenaje en donde el motor derecho se desprendió de su empotramiento y derramó combustible que luego se inflamó y alcanzó a la aeronave ya detenida. No se registraron lesiones graves entre los ocupantes de la aeronave, pero sí la destrucción total de la misma debido al fuego.

La investigación estableció que los componentes mecánicos del sistema de amortiguación «SHIMMY DAMPER - SD»; se encontraban fuera del rango de tolerancia, que impidieron la correcta amortiguación de las vibraciones y oscilaciones laterales de las ruedas, generándose un evento «SHIMMY», que derivó en el colapso y rotura de los trenes de aterrizaje principales de la aeronave.

### ➤ **TRIPULACIÓN**

Piloto : (\*)  
Copiloto : (\*)

(\*): La autoridad encargada de la investigación, no revelará al público los nombres de las personas relacionadas con el accidente. (OACI Anexo 13 Décima Edición, Capítulo 5.12.3.)

### ➤ **MATERIAL AÉREO**

Nombre del Operador : Cía. PERUVIAN AIR LINE SAC.  
Propietario : Aztech Limited  
Tipo de Aeronave : Boeing 737-3M8  
Número de Serie : 25071  
Estado de Matricula : PERU  
Matrícula : OB-2036-P

### ➤ **LUGAR, FECHA Y HORA**

Lugar del Accidente : Aeropuerto "Francisco Carle"  
Ubicación : Jauja, Región Junín, Perú  
Coordenadas del lugar del Accidente : 11°46'49" S – 075°28'07" O  
Elevación : 11,034 pies snm (3.363 mts snm)  
Fecha : 28 de marzo del 2017  
Hora aproximada : 16:28 hora local (21:28 UTC)

### ➤ **AUTORIDAD AIG RESPONSABLE DE LA INVESTIGACIÓN**

Comisión de Investigación de Accidentes de Aviación del Perú – CIAA.

### ➤ **HUSO HORARIO UTILIZADO EN EL INFORME**

Hora Local (que corresponde a la hora UTC menos 5 horas).



## **1. INFORMACIÓN FACTUAL**

### **1.1 ANTECEDENTES DEL VUELO**

El 28 de marzo del 2017, la aeronave Boeing B-737-3M8 de matrícula OB-2036-P operada por la Compañía PERUVIAN AIR LINE SAC, realizaba el traslado de 142 pasajeros y 07 tripulantes en un vuelo regular de Lima a Jauja. Despegó a las 16:04 hora local del Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez" de Lima (34 mts/113 pies snm) hacia el Aeropuerto "Francisco Carle" (3,363 mts/11,034 pies snm), ubicado en la ciudad de Jauja Departamento de Junín.

Tras realizar un vuelo normal, la aeronave inició la aproximación en buenas condiciones meteorológicas a la Pista 31 de Jauja. Ese día, de acuerdo con el NOTAM CO510/17 se efectuaban trabajos de mantenimiento a la pista de aterrizaje y solo estaba habilitada el lado derecho, situación también recordada a la tripulación de la aeronave por el operador de la Torre de Control.

El aterrizaje en el aeropuerto de Jauja fue realizado por el Primer Oficial, quien se encontraba en etapa de instrucción/calificación para operar en campos de altura; luego del contacto de los trenes de aterrizaje principales y después de 2 segundos de posicionar el tren de nariz en la pista, casi en simultáneo con la activación de la reversa, la tripulación sintió fuertes vibraciones y oscilaciones acompañadas de cabeceo hacia arriba y hacia abajo, rebotando un par de veces más de manera descontrolada y luego de un fuerte ruido, colapsó el tren de aterrizaje principal derecho.

La tripulación no pudo mantener el control direccional de la aeronave debido a que el desplazamiento sobre el pavimento se hizo con las ruedas del tren de aterrizaje principal izquierdo y el motor N° 2, saliéndose de la pista por el lado derecho. El motor entró en un canal de drenaje que produjo su desprendimiento desde el empotramiento con el ala y consecuentemente el derrame de combustible que se inflamó y alcanzó a la aeronave ya detenida. La tripulación técnica escuchó una fuerte explosión y observó desde las ventanillas del lado derecho humo y fuego. El piloto accionó simultáneamente los tres Switches de "Engine Fire" y ordenó la evacuación de la aeronave por el lado izquierdo, al mismo tiempo ordenó al copiloto abandonar la cabina de mando, en vista que ingresaba gran cantidad de humo.

La tripulación procedió con la evacuación de emergencia, utilizando las rampas inflables del lado izquierdo. No se registraron lesiones entre los ocupantes de la aeronave, pero sí la destrucción total de la misma, producto del fuego.

### **1.2 LESIONES A PERSONAS:**

<b>Lesiones</b>	<b>Tripulación</b>	<b>Pasajeros</b>	<b>Total en la Aeronave</b>	<b>Otros</b>
MORTALES	---	---	---	No aplicable
GRAVES	---	---	---	No aplicable
LEVES	---	---	---	No aplicable
ILESOS	07	142	149	No aplicable
<b>TOTAL</b>	<b>07</b>	<b>142</b>	<b>149</b>	---



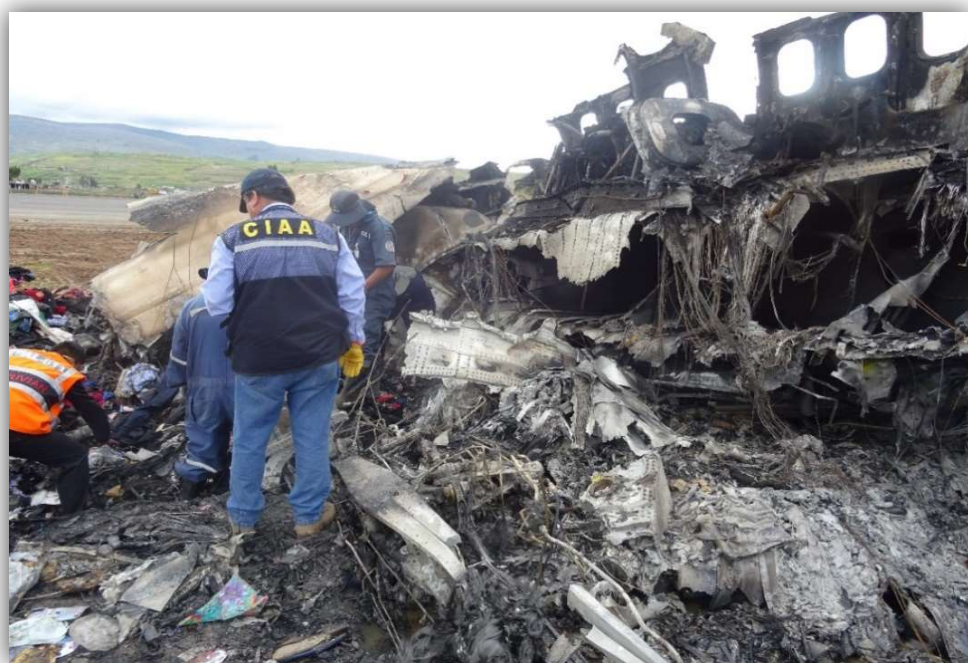


### **1.3 DAÑOS A LA AERONAVE**

En la carrera de aterrizaje, se produjo el desprendimiento de la rueda N° 4 del Tren Principal Derecho, el desprendimiento de la caja de engranajes del Motor N°2, el desprendimiento del Motor N° 2, el derrame de combustible y fuego, que luego de 45 minutos aproximadamente consumió totalmente la aeronave.



El OB-2036-P se incendió por el derrame de combustible al desprenderse el Motor N° 2



El OB-2036-P destruido por el fuego



## **1.4 OTROS DAÑOS**

Durante el arrastre de la aeronave, fuera de la pista de aterrizaje, el ala derecha rompió varios postes del cerco perimétrico de propiedad de CORPAC.

## **1.5 INFORMACIÓN SOBRE EL PERSONAL**

### **1.5.1 PILOTO**

El Piloto al mando era de nacionalidad peruana de 60 años, contaba con licencia de Piloto Comercial y se encontraba habilitado hasta el 31-07-18 como Piloto e Instructor en aeronaves Boeing 737. Al momento del accidente tenía acumulado un total de 13,504 horas de vuelo, de las cuales 11,403 en función de piloto e instructor.

Entre los años 2014 y 2015, recibió la instrucción completa en la función de Alumno, Piloto e Instructor de aeronaves Boeing-737-300/400/500 en Pan Am International Flight Academy; asimismo, recibió el entrenamiento y calificación para operar las aeronaves B-737 en aeropuertos de altura, realizando las prácticas de despegue frustrado y de falla de motor respectivamente.

Cumplía con el requisito de experiencia operativa, instrucción y entrenamiento que establece la Regulación Aeronáutica del Perú RAP 61.

El piloto se encontraba apto en su capacidad psicofísica general, sin observaciones, según consta en el Certificado médico vigente y con validez hasta el 25 de noviembre de 2017; asimismo, las pruebas toxicológicas y de alcoholemia, arrojaron resultados negativos.

### **1.5.2 PRIMER OFICIAL (COPILOTO)**

El copiloto de nacionalidad peruana de 49 años de edad, contaba con licencia de Piloto de Transporte de Línea Aérea emitida el 08-04-13, y se encontraba habilitado hasta el 31-07-18 como Copiloto en aeronaves Boeing 737. Al momento del accidente acreditaba una experiencia de 7,604:43 hrs en total de vuelo, siendo 5,272:21 hrs realizadas en función de copiloto de aeronaves Boeing; asimismo, contaba con su Apto Médico el cual tenía vigencia hasta 30-04-2017.

Entre el 2015 y 2017, recibió el Entrenamiento Periódico en Tierra del B-737 y los Cursos de "Entrenamiento Periódico de Emergencias", "Entrenamiento Periódico de Factores Humanos, y otros.

El entrenamiento en el Simulador de Vuelos, fue realizado el 2-11-2016, con vigencia de seis meses y, consideraba entre otras fases el entrenamiento simulado para operar en aeropuertos de altura en la función de Copiloto.

Cumplía con el requisito de experiencia operativa, instrucción y entrenamiento que establece la Regulación Aeronáutica del Perú RAP 61.

El Copiloto se encontraba apto en su capacidad psicofísica, sin restricciones, según consta en el Certificado médico vigente y válido hasta el 03-05-2017. De las pruebas toxicológicas y de alcoholemia, a la cual fue sometido el Copiloto resultó negativo.



### 1.5.3 INFORMACIÓN OPERACIONAL RELACIONADA A LA INSTRUCCIÓN DE LAS TRIPULACIONES

La compañía explotadora del OB-2036-P, de acuerdo con lo que señala la Ley de Aeronáutica Civil del Perú N° 27261, las Regulaciones Aeronáuticas del Perú (RAP), y los Anexos OACI, posee las habilitaciones y Manuales Técnicos para la explotación de la aeronave, entre ellos el Manual de Operaciones.

El Manual de Operaciones del operador PERUVIAN AIR LINE SAC. aplicable a la aeronave OB-2036-P, establece el programa de Instrucción para los Tripulantes de Vuelo en Aeropuertos Especiales, como se muestra a continuación:

 <b>PERUVIAN AIRLINES</b> <b>MO PARTE "D"- CAPACITACIÓN</b> <b>PROGRAMA DE INSTRUCCIÓN PARA TRIPULANTE DE VUELO</b>	Página	02-05-1
	Fecha	16-02-17
	Revisión	18

## 2.5. ENTRENAMIENTO DE AEROPUERTOS ESPECIALES

### DESCRIPCIÓN

El Entrenamiento en Aeropuertos Especiales como su nombre lo indica es el que se imparte a los Pilotos sin experiencia en campos de altura antes de iniciar sus operaciones aéreas en los Aeropuertos que se indican en el cuadro siguiente:

AEROPUERTOS NACIONALES	EXPERIENCIA	RESTRICCIONES Y LIMITACIONES
CUZCO JAUJA	De acuerdo con el Entrenamiento y Calificación por el Instructor de la Empresa.	De acuerdo con el Análisis de Pista, Guía de Rutas y Rutas de Escape.
<b>AEROPUERTOS INTERNACIONALES</b>		
LA PAZ - BOLIVIA		

### ENTRENAMIENTO EN AEROPUERTOS Y AREAS ESPECIALES

Este entrenamiento constará de por lo menos un aterrizaje y un despegue de dicho aeropuerto, bajo la observación de un instructor o inspector de la empresa.

De la revisión de la documentación técnica y de instrucción de la compañía, la tripulación técnica involucrada en el accidente poseía experiencia en la operación de la aeronave, cumplía con los requisitos de capacitación teórica y práctica para operar la aeronave B-737-3M8, OB-2036-P, y de acuerdo a los informes de los tripulantes, se encontró evidencia que el Copiloto se encontraba recibiendo instrucción para operar la aeronave Boeing 737 en Aeropuertos Especiales

La RAP 121.1770 y el Manual de Operaciones del operador PERUVIAN AIR LINE SAC. considera los aeropuertos especiales, dentro de los cuales se encuentra el aeropuerto de Jauja.



**1.6 INFORMACIÓN SOBRE LA AERONAVE****1.6.1 DATOS DE CONTROL DE MANTENIMIENTO****1.6.1.1 AERONAVE**

Datos de aeronave verificados al 28-03-17:

FABRICANTE	:	BOEING COMPANY
MODELO	:	B737-3M8
Nº DE SERIE	:	25071
MATRÍCULA	:	OB-2036-P
FECHA DE FABRICACIÓN	:	14-04-91
CERTIFICADO TIPO - FAA	:	A16WE, Rev. 58 / E2GL
CERTIFICADO DE MATRÍCULA PROVISIONAL Y FECHA DE VENCIMIENTO	:	No. 01004-2016 / 14-09-17
CERTIFICADO DE AERONAVEGABILIDAD – C.A. Y FECHA DE VENCIMIENTO	:	No. 17-012 / 18-02-19
TOTAL HORAS DE VUELO (HRS.) DESDE NUEVO	:	62,817.2 hrs.
TOTAL CICLOS DE VUELO (CY) DESDE NUEVO	:	44,025 Cy
HORAS DE VUELO ENTRE INSPECCIONES MAYORES CHECK C	:	4,000 hrs.
ÚLTIMA INSPECCIÓN MAYOR CHECK C – TIPO, FECHA Y HORAS DE VUELO	:	CHECK 1C / 26-11-16 / 61,991 hrs.
HORAS DE VUELO REMANENTES PARA PRÓXIMA INSPECCIÓN MAYOR CHECK C	:	1,175.20 hrs.
HORAS DE VUELO ENTRE INSPECCIONES MENORES CHECK A	:	250 hrs.
ÚLTIMA INSPECCIÓN MENOR CHECK A – TIPO, FECHA Y HORAS DE VUELO	:	CHECK 3A / 04-03-17 / 62,666.30 hrs.
HORAS DE VUELO REMANENTES PARA PRÓXIMA INSPECCIÓN MENOR CHECK A	:	100.50 hrs.

**1.6.1.2 MOTORES**

Datos de motor verificados al 28-03-17:

POSICIÓN DEL MOTOR	:	<b>#1 - IZQUIERDO</b>	<b>#2 - DERECHO</b>
FABRICANTE	:	CFM INTERNATIONAL	
MODELO	:	CFM56-3B2	CFM56-3B2
Nº DE SERIE	:	857790	726417
TOTAL HORAS DE VUELO (HRS.) DESDE NUEVO	:	49,412.1 hrs	43,734.2 hrs.
TOTAL CICLOS DE VUELO (CY) DESDE NUEVO	:	35,316 Cy	40,459 Cy
HORAS DE VUELO ENTRE OVERHAULES (OHC) - TBO	:	On Condition	On Condition
FECHA DESDE ÚLTIMA VISITA A TALLER PARA MANTENIMIENTO LIGERO (LSV)	:	19-12-16	29-12-12
COMPONENTE LIMITANTE MÁS CRÍTICO	:	Eje-Compresor de Alta Potencia	Eje-Turbina de Alta Potencia
CICLOS DE VUELO REMANENTES PARA CAMBIO DE COMPONENTE LIMITANTE MÁS CRÍTICO	:	2,892 Cy	6,722 Cy



**1.6.1.3 TRENES DE ATERRIZAJE**

Datos de los Trenes de Aterrizaje verificados al 28 de marzo de 2017:

<b>TRENES DE ATERRIZAJE PRINCIPALES - MLG</b>			
POSICIÓN	:	IZQUIERDO – <b>MLG-LH</b>	DERECHO – <b>MLG-RH</b>
FABRICANTE	:	BOEING COMPANY	
Nº de PARTE	:	65-73761-107	65-73761-108
Nº de SERIE	:	BFG3043	BFG3042
TOTAL CICLOS de VUELO (Cy) DESDE NUEVO	:	53,088 Cy	53,247 Cy
TOTAL CICLOS de VUELO LÍMITE	:	75,000 Cy	
Cy y Meses de intervalo para OHC - TBO	:	21,000 Cy / 10 años (120 meses)	
Fecha y lugar de ÚLTIMO OHC	:	11-07-08 AAR LANDING GEAR SERVICES	11-07-08 AAR LANDING GEAR SERVICES
Cy y Meses desde ÚLTIMO OHC	:	9,113 Cy / 104 meses	9,113 Cy / 104 meses
Cy y Meses remanentes para PRÓXIMO OHC	:	11,887 Cy / 16 meses	11,887 Cy / 16 meses

<b>TREN DE ATERRIZAJE DE NARIZ - NLG</b>	
FABRICANTE	: BOEING COMPANY
Nº de PARTE	: 65-73762-20
Nº de SERIE	: BFG3058
TOTAL CICLOS de VUELO (Cy) DESDE NUEVO	: 52,849 Cy
TOTAL CICLOS de VUELO LIMITE	: 75,000 Cy
Cy y Meses de intervalo para OHC - TBO	: 21,000 Cy / 10 años (120 meses)
Fecha durante ÚLTIMO OHC	: 11-07-08
Cy y Meses desde ÚLTIMO OHC	: 9,113 Cy / 104 meses
Cy y Meses remanentes para PRÓXIMO OHC	: 11,887 Cy / 16 meses

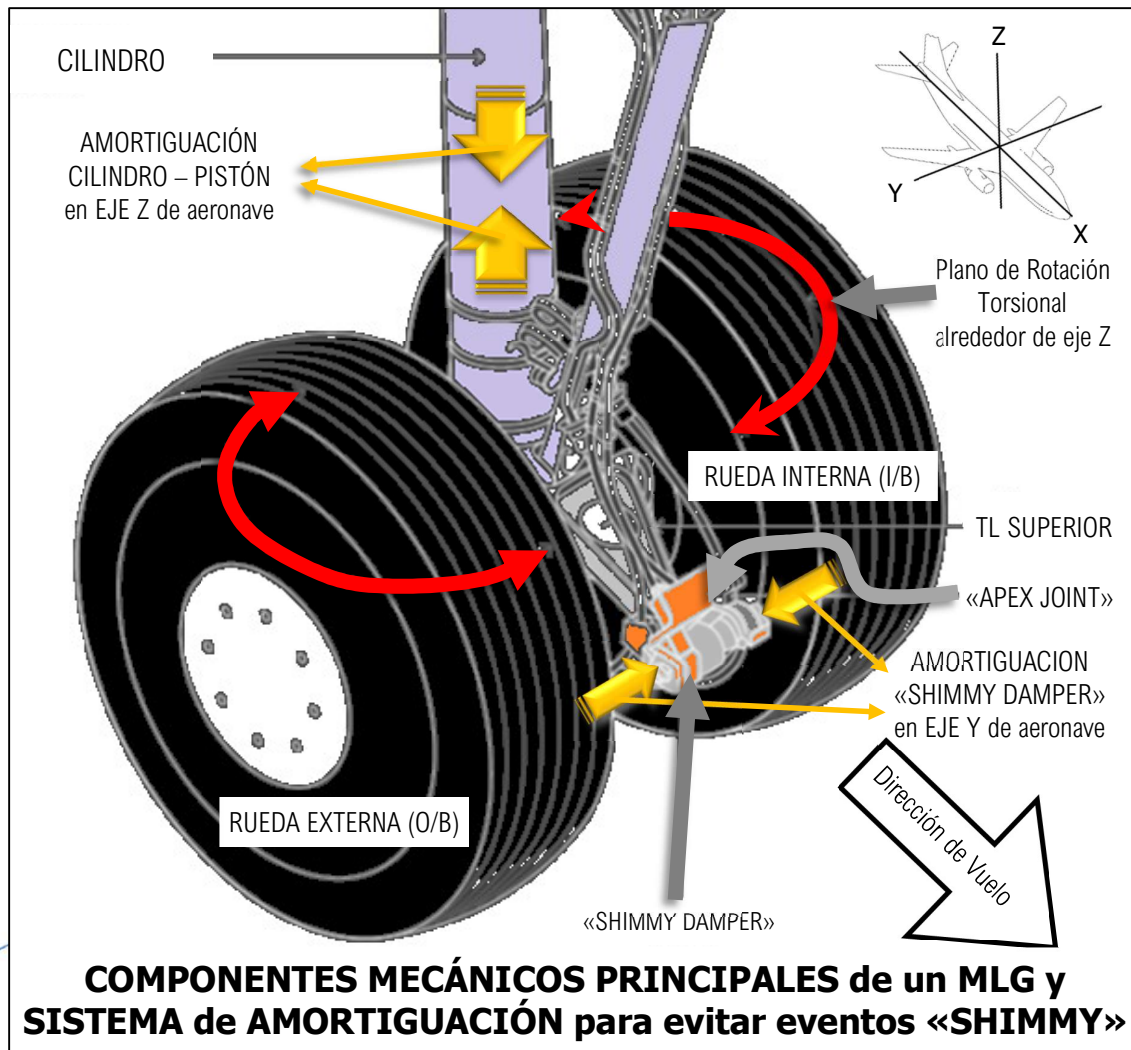
**1.6.2 MANTENIMIENTO DE LA AERONAVE BOEING B737-3M8, OB-2036-P**

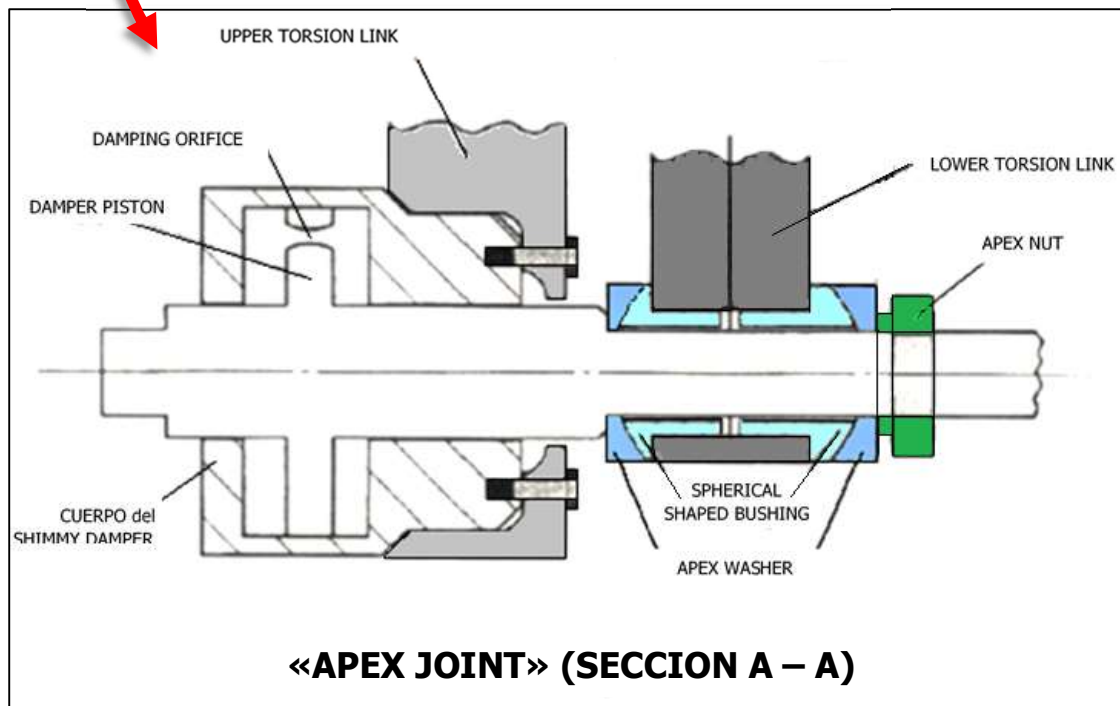
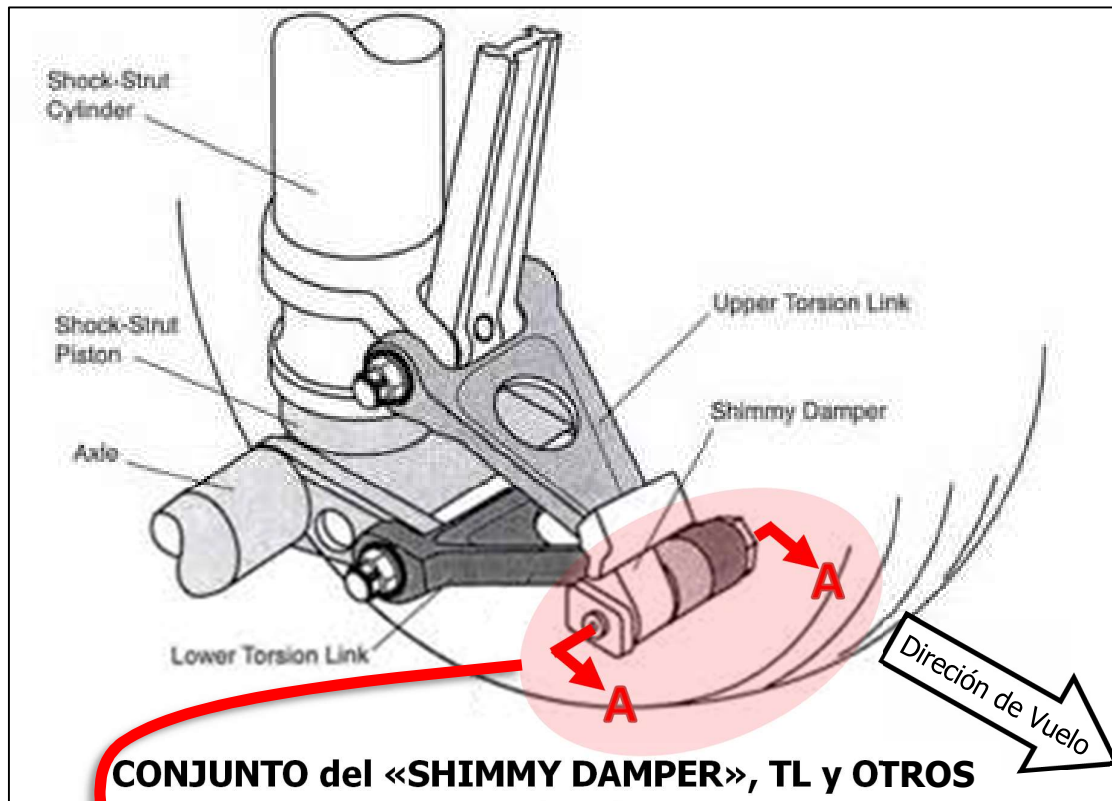
El operador de servicios aéreos PERUVIAN AIR LINE SAC, que opera bajo la RAP parte 121, dispone la ejecución del Mantenimiento de la aeronave B737-3M8, matrícula OB-2036-P, en la OMA Nº 044 Peruvian Air Line SAC u otra OMA certificada, de conformidad a lo estipulado en el Manual de Control de Mantenimiento (MCM), Programa de Mantenimiento (PM), Programa de Control de Peso y Balance y Lista de Equipo Mínimo (MEL), aprobados por DGAC, que tienen como referencia básica, el Manual de Mantenimiento de Aeronaves Boeing B737-300/-400/-500 - AMM Boeing D6-37543, en adelante denominado solo AMM.

### 1.6.2.1 DESCRIPCIÓN Y OPERACIÓN DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS DEL MLG DISEÑADOS PARA EVITAR EVENTOS «SHIMMY»

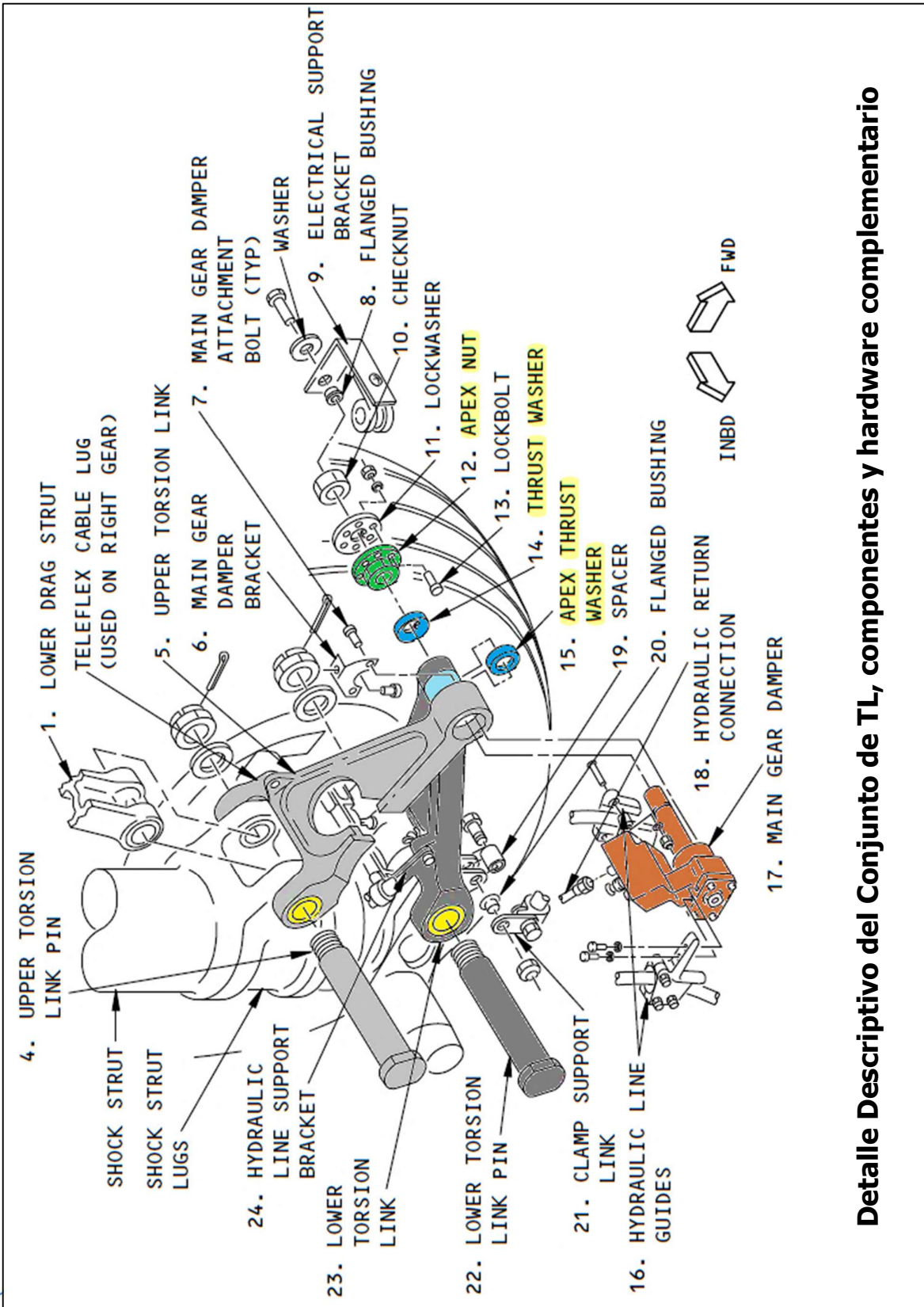
El accidente está relacionado a una alta vibración ú oscilación de los MLG, que derivó en el colapso inicial del MLG-RH y posteriores consecuencias. En el presente acápite se efectuará una descripción de los componentes que evitan un evento «SHIMMY» en cada MLG:

- Cada MLG de una aeronave Boeing 737 tiene como principal componente, un amortiguador del tipo Cilindro - Pistón, donde el extremo superior del Cilindro («SHOCK STRUT CYLINDER») se encuentra unido a la estructura del ala a través de conexiones mecánicas, y el extremo inferior del Pistón («SHOCK STRUT PISTON») lleva un eje con dos ruedas principales: I/B (lado interno de aeronave) y O/B (lado externo de aeronave).
- La conexión de dos TL («TORSION LINK»): TL SUPERIOR («UPPER TL») y TL INFERIOR («LOWER TL») en cada MLG, evitan la rotación del Pistón en relación con el Cilindro y permite el movimiento Cilindro-Pistón, para amortiguar el movimiento de la aeronave en el eje Z. Ver figura debajo.
- El TL SUPERIOR tiene Terminales («LUGS») Posteriores; acoplados a los Terminales del Cilindro, y un Terminal Delantero; acoplado al «APEX JOINT», con el Terminal Delantero del TL INFERIOR y el SD («SHIMMY DAMPER»). Ver figura debajo.
- El TL INFERIOR tiene Terminales («LUGS») Posteriores; acoplados a los Terminales del Pistón y y un Terminal Delantero acoplado al «APEX JOINT», con el Terminal Delantero del TL SUPERIOR y el SD («SHIMMY DAMPER»).
- El SD amortigua el movimiento oscilatorio o vibratorio relativo entre el Pistón y el Cilindro, en el eje Y, evitando un evento «SHIMMY». Ver figura debajo.

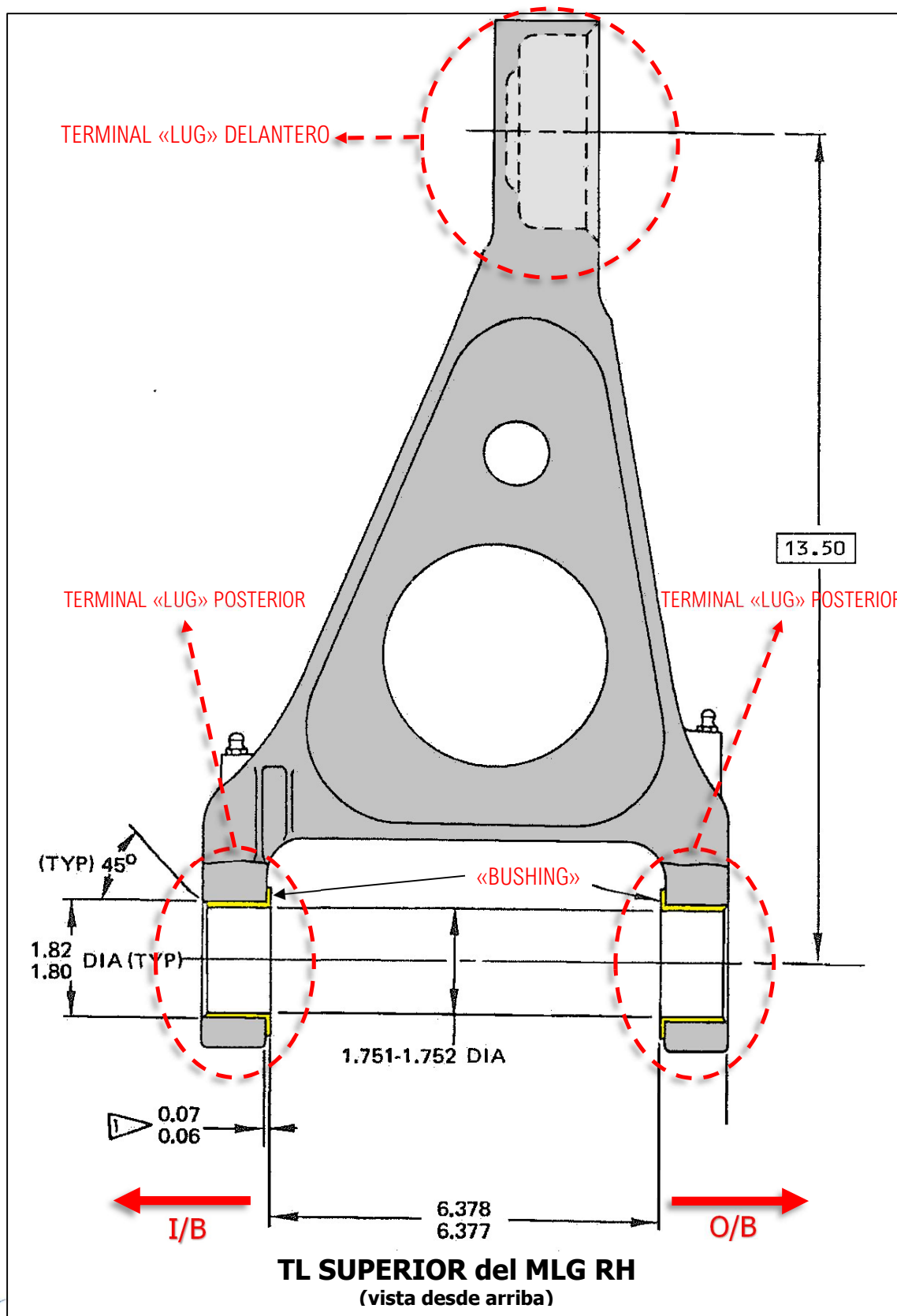


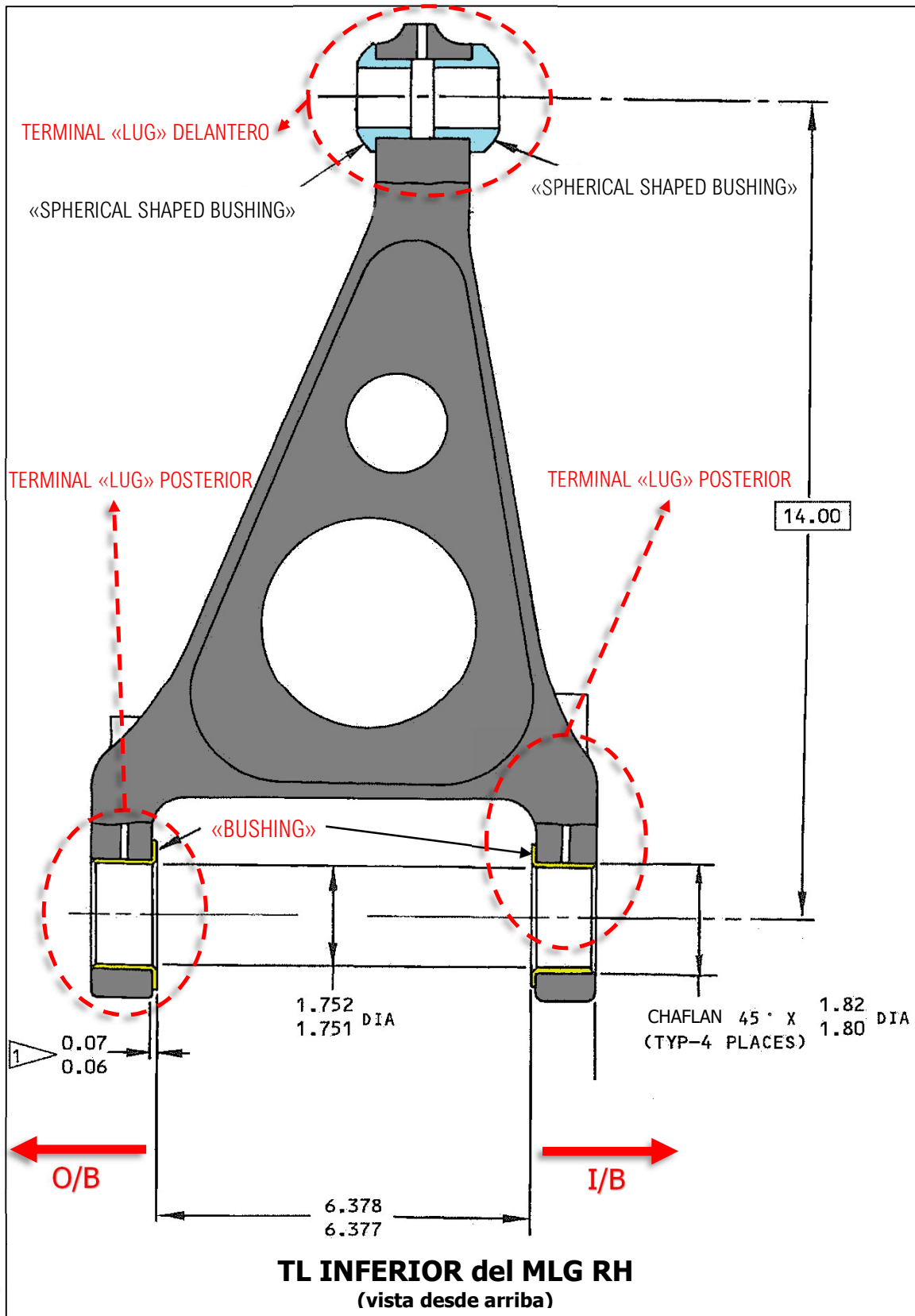


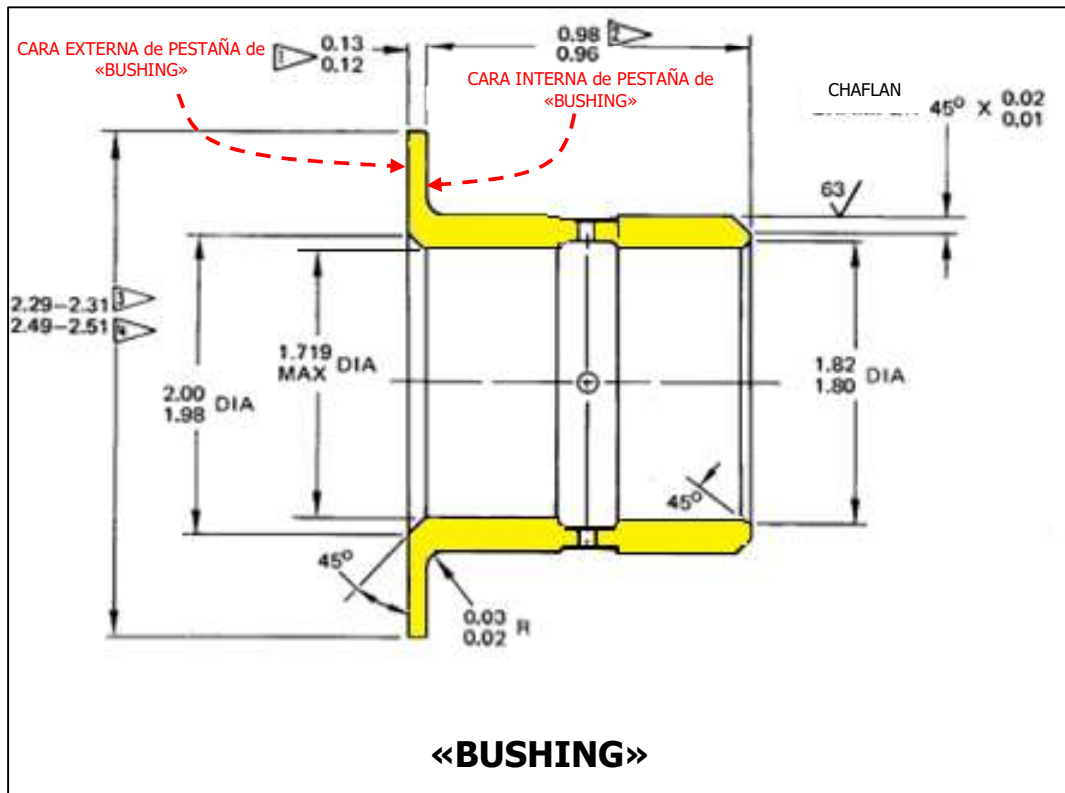




**Detalle Descriptivo del Conjunto de TL, componentes y hardware complementario**







**1.6.2.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO (PM) DE LA FLOTA DE AERONAVES B737-300/-400/-500 DEL OPERADOR PERUVIAN AIR LINE SAC, APLICABLE A LA AERONAVE OB-2036-P Y APROBADO POR LA DGAC**

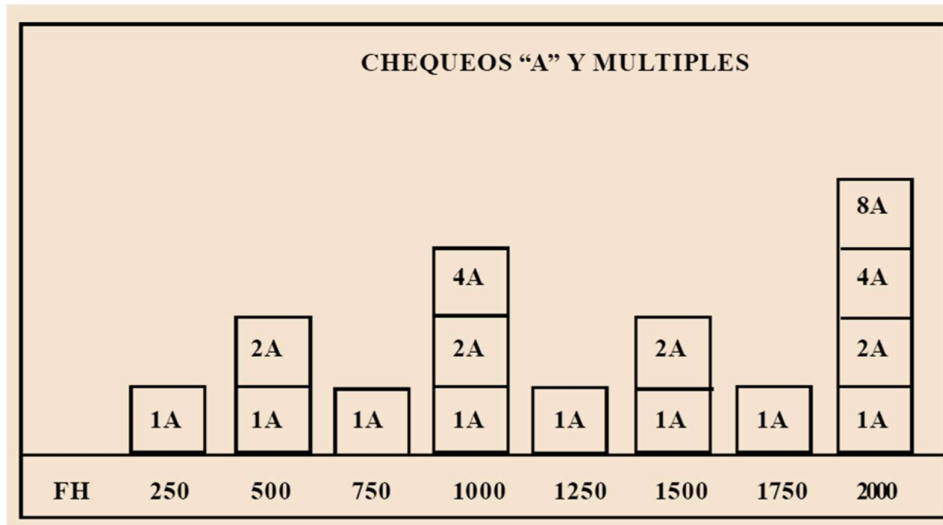
El PM esta basado en el MRBR, CMR y MPD de "Boeing Company"; así como, en los Programas del PAVC, Seguridad Operacional y Confiabilidad, y contiene la siguiente información relevante para la investigación:

**1. CAPÍTULO N° 02 "ORGANIZACIÓN DEL PM" - SECCIÓN N° 06 "CHEQUEOS DE MANTENIMIENTO"**

- a. CHEQUEO DE TRÁNSITO: Asegura la continua disponibilidad de una aeronave en tránsito, se ejecutará en cada parada en ruta de la aeronave. Es básicamente una inspección exterior para detectar daños obvios, fugas, partes perdidas, operación apropiada de los equipos y seguridad de sujeción.
- b. CHEQUEO DE PREVUELO: Tiene validez de 24 horas, es un chequeo más comprensivo que el Chequeo de Tránsito. Debe cumplirse antes del primer vuelo del día.
- c. CHEQUEO "A": Existen cuatro chequeos "A" (Checks A) identificados en este PM, los cuales son 1A, 2A, 4A y 8A. El intervalo de cumplimiento entre chequeos "A" es de 250 hrs. de vuelo y se cumplen según lo siguiente:



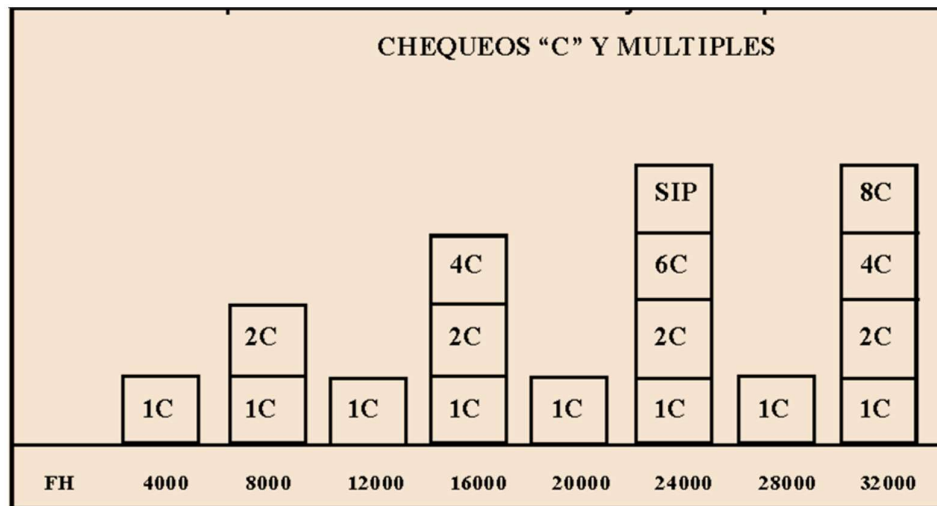




Estos chequeos son considerados chequeos intermedios, los cuales requieren de una extensa inspección de la aeronave, para determinar su condición y asegurar su continua aeronavegabilidad. Dentro de este chequeo se incluyen chequeos operacionales, servicio de filtros, lubricación y requieren la apertura de acceso y paneles.

En este cuadro, por ejemplo, se puede apreciar que las tareas determinadas para el Check 1A están contenidas en cada Check A, por lo tanto, se deben ejecutar cada 250 hrs. de vuelo.

- d. CHEQUEO "C":** Existen cinco chequeos "C" (Check C) identificados en este PM, los cuales son 1C, 2C, 4C, 6C y 8C. Esta nomenclatura se aplica en la columna de intervalo de ciertas tareas listadas en el capítulo 3 del PM. El intervalo de cumplimiento entre chequeos "C" es de 4,000 hrs. y se cumplen según lo siguiente:



En este cuadro se puede apreciar que las tareas determinadas para el Check 1C están contenidas en cada Check C, por lo tanto, se deben ejecutar cada 4,000 hrs. de vuelo.



## 2. CAPÍTULO N° 04 "PM DE COMPONENTES" - SECCIÓN N° 01 "GENERALIDADES"

HARD TIME (HT): Los componentes controlados por categoría de control HT, requieren ser removidos de servicio luego de haber operado por un periodo fijo pre-determinado. A un componente se lo categoriza como HT cuando los análisis estadísticos determinan que existe ventaja económica si es removido programadamente (horas de vuelo y/o ciclos de vuelo y/o tiempo calendario determinados previamente) antes de fallar o cuando la falla de este componente implica un efecto adverso a la seguridad de vuelo. En tal sentido, el MLG-LH o MLG-RH y sus componentes que se indican, dentro de los cuales se incluyen los TL, son considerados HT, como indica el Cap. 06 – Sección 02; es decir, se le deberá efectuar un OHC a intervalos de 21,000 Cy ó 10 años (120 meses), lo que ocurra primero:

ATA 32 LANDING GEAR				
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	QTY POR AVIÓN	AMM REF	INTERVALO MANTENIMIENTO
8-32-01	MAIN LANDING GEAR ASSEMBLY, INCLUDING TRUNNION LINK, SHOCK STRUT, DRAG LINK, TORSION LINKS, SIDE STRUT, WALKING BEAM AND REACTION LINK #. <b>NOTE: LIFE LIMITED AT 75.000 FC PER TC.</b>	2 [1]	32-11-00	HT 21.000 FC OR 10 YR WCF B32-11-00-4A-1/2 SEE NOTE

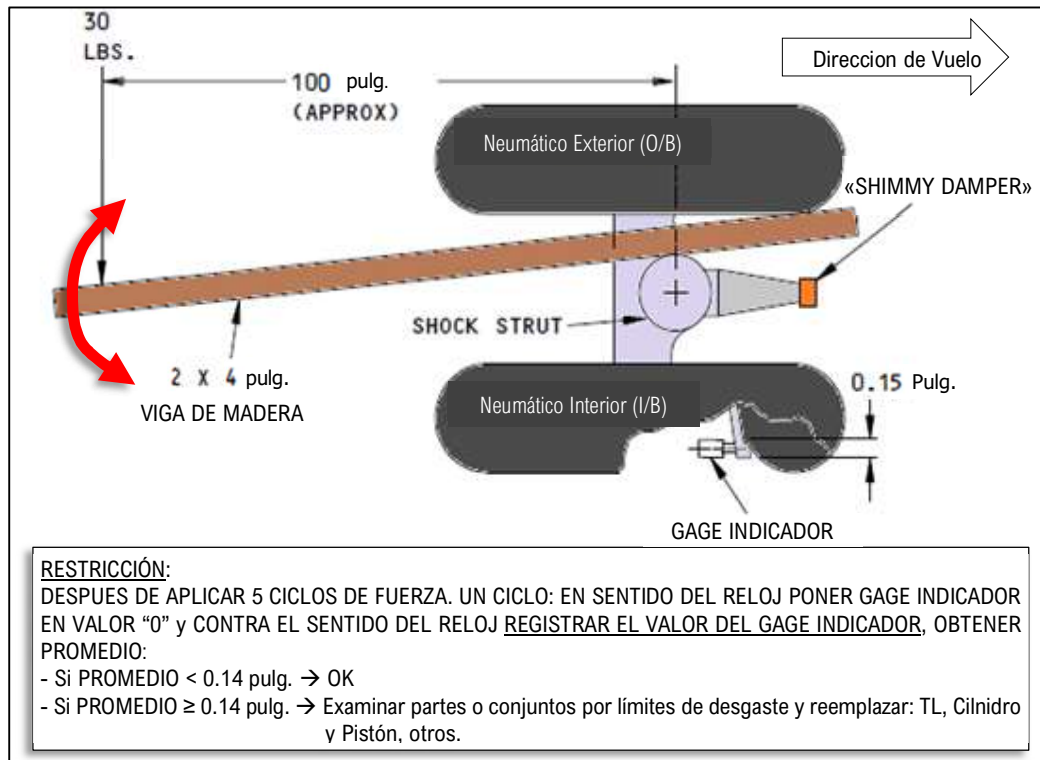
## 3. ANEXO N° 01 "ÍNDICE DEL SISTEMA DE AMM Task"

Dispone efectuar en cada Check 1C; entre otros, un chequeo funcional a los TL de cada MLG-LH o MLG-RH, de cuatro tareas, según como se describe en el cuadro adjunto:

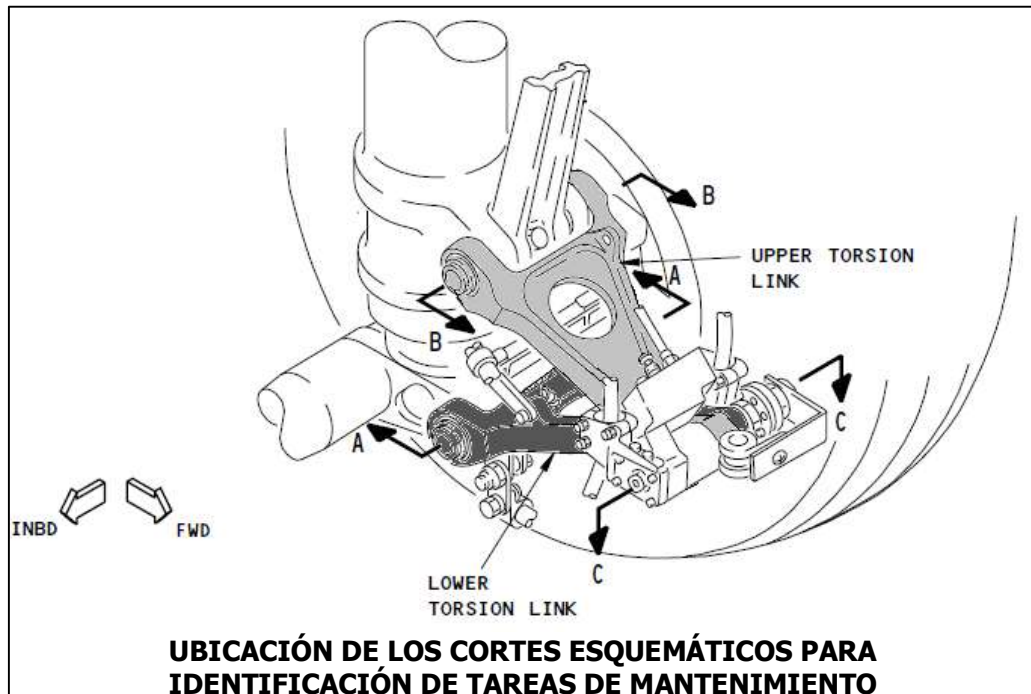
PERUVIAN - BOEING 737-300/-400/-500 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO - ANEXO 1 - INDICE DE SYSTEM TASK CARDS					
MPD ITEM NUMBER	MRB	TASK CARD	INTERVAL	TASK DESCRIPTION	APPLICABILITY
B32-11-00-6B-1		32-011-02-01	1C	FUNCTIONALLY CHECK LEFT MAIN LANDING GEAR TORSIONAL FREE PLAY.	ALL
B32-11-00-6B-2		32-011-02-02	1C	FUNCTIONALLY CHECK RIGHT MAIN LANDING GEAR TORSIONAL FREE PLAY.	ALL
B32-11-00-6C-1		32-011-03-01	1C	FUNCTIONALLY CHECK LEFT MAIN LANDING GEAR TORSION LINK FREEPLAY AT THE APEX/SHIMMY DAMPER.	ALL
B32-11-00-6C-2		32-011-03-02	1C	FUNCTIONALLY CHECK RIGHT MAIN LANDING GEAR TORSION LINK FREEPLAY AT THE APEX/SHIMMY DAMPER.	ALL

- a. Las dos primeras tareas programadas en el Check 1C, quiere decir cada 4,000 hrs de vuelo o mejor dicho cada vez que corresponda ejecutar un Check C: «FUNCTIONALLY CHECK MLG-LH TORSIONAL FREEPLAY» y «FUNCTIONALLY CHECK MLG-RH TORSIONAL FREEPLAY», se refieren a la Verificación Funcional del Juego Libre Torsional del MLG-LH y MLG-RH, respecto del eje perpendicular a tierra, para confirmar que se encuentre en tolerancia; como se indica en la **AMM Task 32-11-00-206-001 INSPECCIÓN JUEGO LIBRE TORSIONAL MLG**, del AMM, fin asegurar que el SD este amortiguado. Ver esquema a continuación:

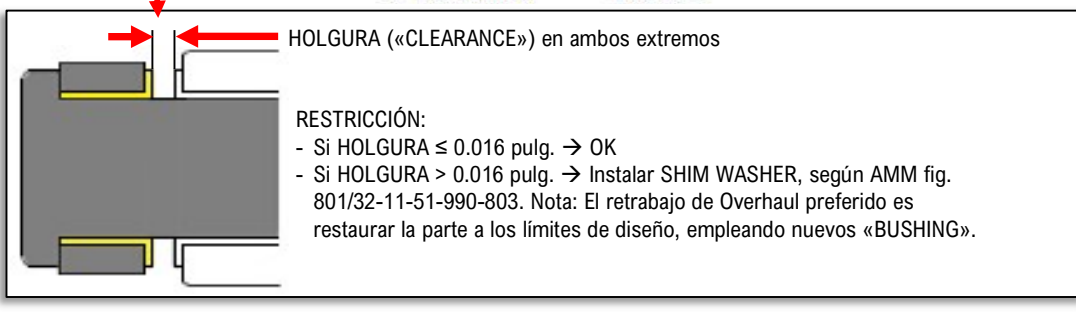
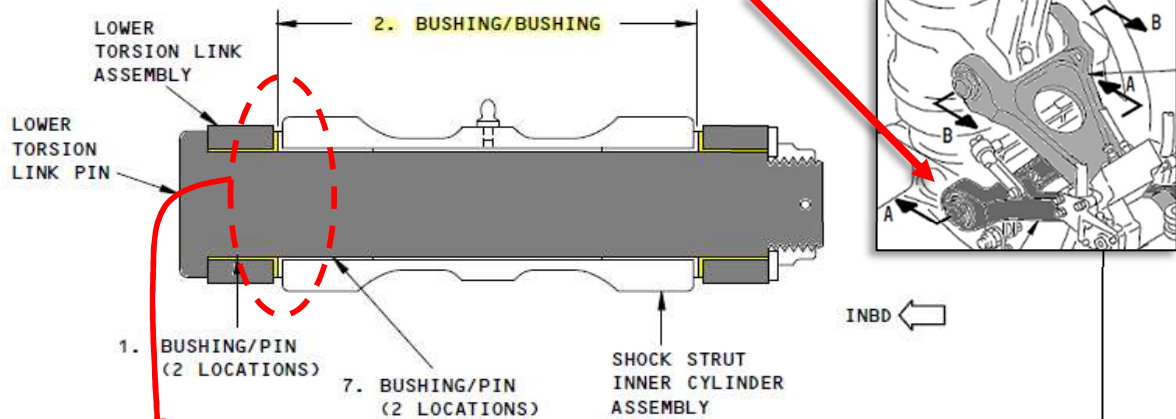




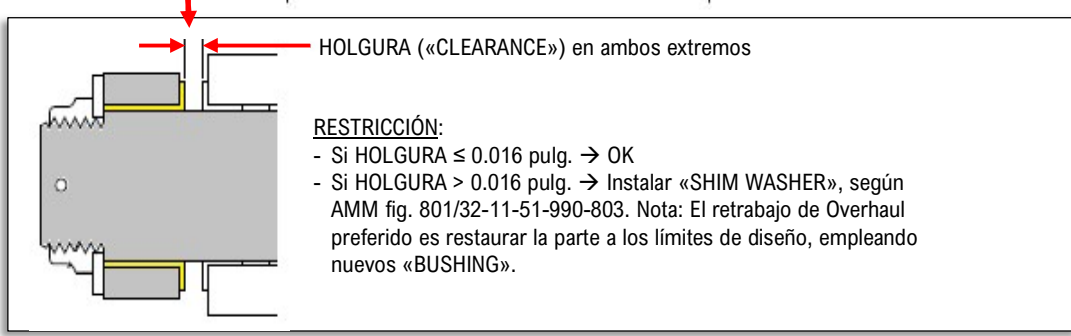
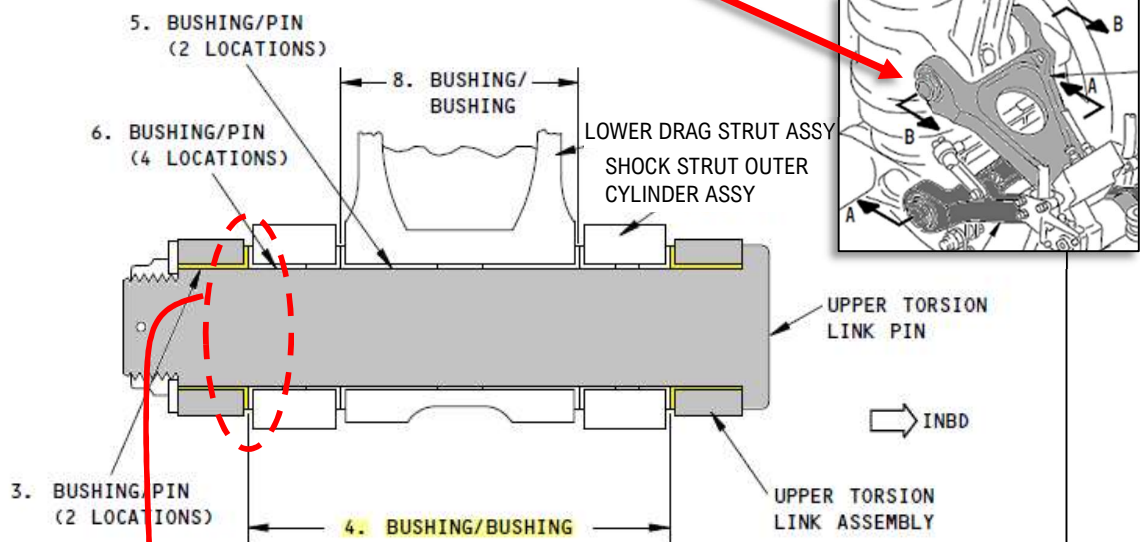
- b. Las dos segundas tareas programadas en el Check 1C, quiere decir cada 4,000 hrs de vuelo o mejor dicho cada vez que corresponda ejecutar un Check C: «FUNCTIONALLY CHECK MLG-LH TL FREEPLAY AT THE APEX/SD» y «FUNCTIONALLY CHECK MLG-RH TL FREEPLAY AT THE APEX/SD», se refieren a Verificación Funcional del Juego Libre del TL del MLG-LH y RH en el «TL APEX JOINT», como se indica en la **AMM Task 32-11-00-206-053 INSPECCIÓN «APEX JOINT»** del AMM, para asegurar que a través de la inspección de la distancia entre las Caras Externas de las «APEX WASHER», el «APEX JOINT» se encuentre rígido, permitiendo que el SD funcione apropiadamente, lo cual se representa en los siguientes gráficos:



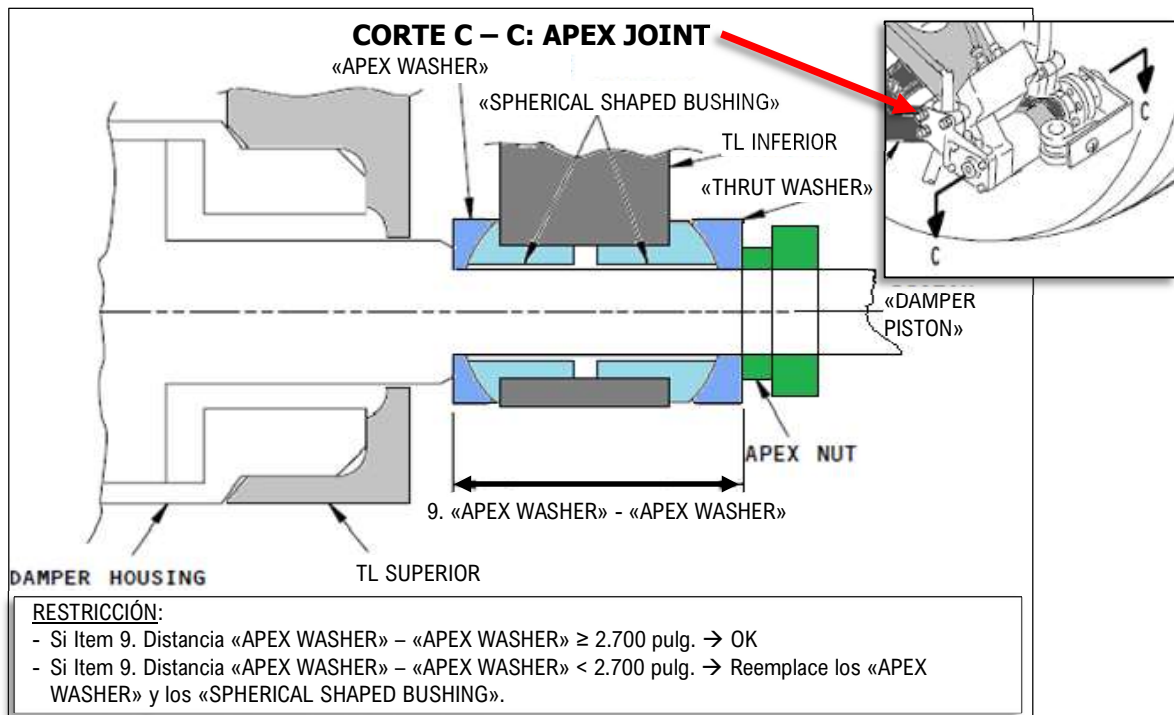
**CORTE A – A: TERMINALES POSTERIORES EN TL INFERIOR DE DIAGRAMA DE FLUJO N° 2**



**CORTE B – B: TERMINALES POSTERIORES en TL SUPERIOR de DIAGRAMA DE FLUJO N° 2**







#### 4. ANEXO N° 03 "CHEQUEOS DE TRÁNSITO Y PREVUELO"

Presenta los Formatos de Chequeo de Tránsito - PA-MCM-025 y Prevuelo – PA-MCM-046; los cuales, NO consideran ninguna tarea de inspección o verificación de los TL y SD.

#### 5. ANEXO N° 06 "TAREAS DEL PAVC, SEGURIDAD OPERACIONAL Y PROGRAMA DE CONFIABILIDAD PARA B737-300/400/500"

Son tareas adicionales, que disponen ejecutar:

##### a. Cada CHECK A (cada 250 Horas de Vuelo):

- Ajuste y Prueba del SD, según SL 737-SL-32-057-E y AMM 32-11-81, aplicar:  
**AMM Task 32-11-81-705-001 AJUSTE - TERMINAL SD,**  
**AMM Task 32-11-81-705-014 PRUEBA/INSPECCIÓN SD - MEDIR «GAP».**

##### b. Cada CHECK 8A (cada 2,000 Horas de Vuelo):

- Inspección del «APEX JOINT», según SL 737-SL-32-057-E y AMM 32-11-81, aplicar:  
**AMM Task 32-11-00-206-053 INSPECCIÓN «APEX JOINT».**
- Sangrado del SD, según SL 737-SL-32-057-E y AMM 32-11-81, aplicar:  
**AMM Task 32-11-81-870-801 SANGRADO SD.**
- Verificación del Juego Libre lateral (axial) del TL, según SL 737-SL-32-057-E y AMM 32-11-51, aplicar:  
**AMM Task 32-11-51-206-001 INSPECCIÓN DESGASTE AXIAL TL**

##### c. Cada CHECK C (cada 4,000 Horas de Vuelo), aplicar:

- Tarea PND – INSPECCIÓN TL.

#### 1.6.2.3 SERVICE LETTER 737-SL-32-057-E REVISIÓN 22-12-15 "FRACTURAS en TL INFERIOR"

Boeing ocasionalmente recibe reportes de TL rotos y pistones del SD dañados en aeronaves B737-100 a -500. Eventos atribuidos a excesivo desgaste u holgura en las «JOINT» (UNIONES), que pueden inefectivizar el SD y permitir la ocurrencia de un evento «SHIMMY» en trenes de aterrizaje principales. A fines del 2015, se registró un incremento en eventos atribuibles a operadores desprevenidos de la importancia de las prácticas de mantenimiento recomendadas para los SD.

Esta SL, RECOMIENDA PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO para prevenir fracturas en TL y SD. Esas prácticas identifican características mecánicas y mediciones en las «JOINTS» que pueden no estar dentro de los parámetros serviceables.



## **1. ANTECEDENTES**

- a. El SD esta instalado en el «APEX JOINT» y se entiende que está destinado a amortiguar hidráulicamente las oscilaciones resonantes en el MLG que podrían llevar a un evento «SHIMMY». Ajustes periódicos son requeridos para compensar el normal desgaste y prevenir excesiva holgura en la «APEX JOINT».
- b. Los TL se fracturan por sobrecarga dúctil a través de los dos agujeros más grandes de aligeramiento. En algunos casos, el SD también se fractura.
- c. Una investigación de varias fracturas determinó que el excesivo juego estuvo presente en el «APEX JOINT», haciendo que el SD sea inefectivo. En algunos otros casos, la investigación determinó que el evento «SHIMMY», fue causado por insuficiente sangrado del SD después que éste o el MLG fue instalado, reduciendo su efectividad. La pérdida del amortiguamiento por parte del SD, resultó en sobrecargas de los TL que excedieron su diseño, seguido por un tipo de fractura dúctil (tipo de fractura que ocurre después de una intensa deformación plástica y se caracteriza por una lenta propagación de la grieta inicial).
- d. Un adecuado amortiguamiento puede ser afectado por el excesivo desgaste o inadecuados «APEX WASHER», que ayudan a transferir energía torsional al eje del SD para que la disipe. Si no se encuentra dentro de las tolerancias de diseño, debido a Juego Libre, se puede inhibir la transferencia de energía al SD, resultando en fuerzas dinámicas que pueden escalar hasta la ocurrencia de un evento «SHIMMY».
- e. Los Terminales Posteriores de los TL SUPERIOR e INFERIOR y sus conexiones con los Cilindro y Pistones, están sujetos al desgaste en los diámetros interiores y las caras de las pestañas de las «BUSHING». Se requiere mantenimiento regular para asegurar que las uniones o conexiones de los TL permanezcan dentro de los límites de desgaste serviciales y los juegos libres torsionales de los MLG estén dentro de los límites.

## **2. AMM TASK en AMM y MPD BOEING**

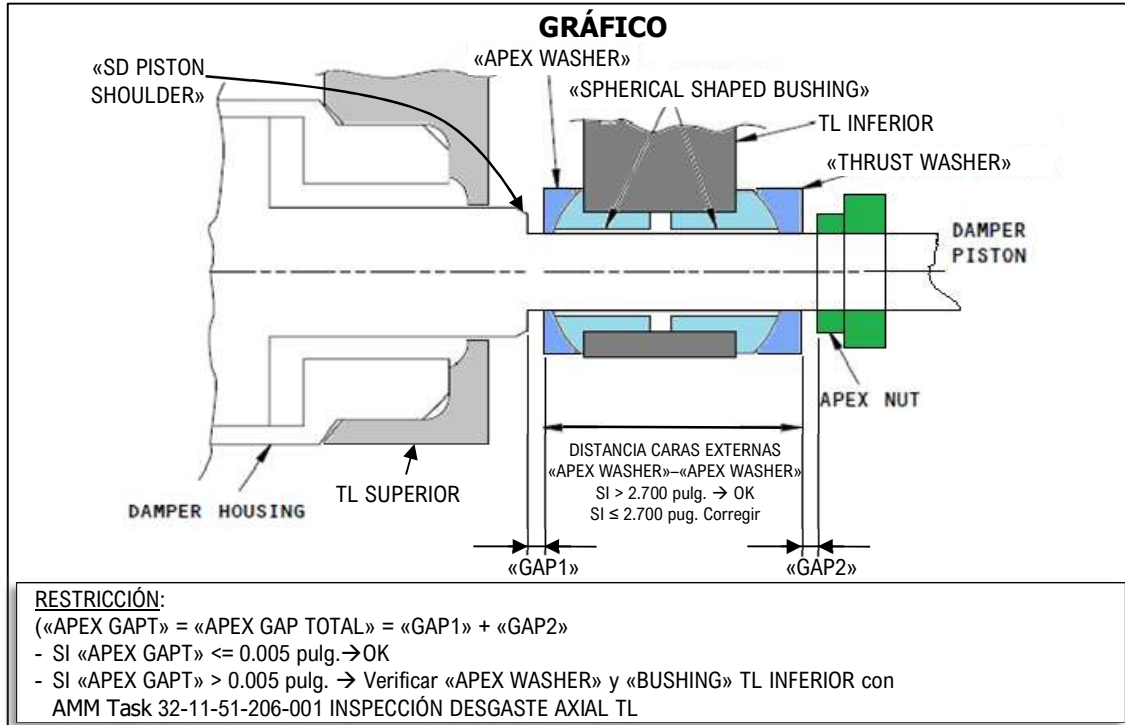
- a. La **AMM Task 32-11-00-206-001 INSPECCIÓN JUEGO LIBRE TORSIONAL MLG**, es relacionada a la verificación funcional del juego libre torsional del MLG-LH y MLG-RH, desarrollado en el acápite 3. a. del párrafo 1.6.2.2. del presente informe, donde se prevé su cumplimiento en cada Check 1C. El MPD de la aeronave OB-2036-P, indica que los operadores pueden beneficiarse de inspecciones mas frecuentes.
- b. La **AMM Task 32-11-81-705-001 AJUSTE - TERMINAL SD**, está relacionada al ajuste del SD y al apriete de la «APEX NUT», pero NO se encuentra programada en ninguna inspección del PM de la flota del operador PERUVIAN AIR LINE SAC.
- c. La **AMM Task 32-11-51-206-001 INSPECCIÓN DESGASTE AXIAL TL**, está relacionada a la inspección de varios puntos en las partes de armado, unión y aseguramiento de los TL y verificación de límites de desgaste de la tabla de la figura 601 en el AMM.
- d. La **AMM Task 32-11-81-870-801 SANGRADO SD**, que provee un procedimiento para sangrado del aire del SD.

## **3. AMM TASK RECOMENDADAS POR "BOEING COMPANY" AL OPERADOR**

Para reducir la probabilidad de ocurrencia de un evento «SHIMMY», Boeing recomienda adicionalmente a lo descrito en **AMM Task** y MPD BOEING, la ejecución de las siguientes tareas, presentadas en un orden general de exclusiva elaboración del investigador del presente accidente, para efectos de presentación de hechos y posterior análisis, no siendo copia fiel de algún documento BOEING:



- a. Ejecutar en cada CHECK A y luego ir escalandolo a cada CHECK C o ANUALMENTE, según experiencia alcanzada, las siguientes cuatro (04) tareas de mantenimiento:
- Según AMM Task 32-11-81-705-001 AJUSTE - TERMINAL SD:  
Medir distancia en SD, entre «HOUSING TERMINAL» y «PISTON HEAD»
  - Según AMM Task 32-11-81-705-014 PRUEBA/INSP. SD-MEDIR «GAP» (\*):  
Medir «APEX GAP». Ver GRAFICO siguiente.  
(\*) Se debe revisar referencia a AMM Task 32-11-81-215-014
  - Según **AMM Task** 32-11-00-206-053 INSPECCIÓN «APEX JOINT»:  
Inspeccionar Distancia entre Caras Externas de «APEX WASHER». Ver GRÁFICO siguiente.
  - Engrase Lubricante de «FITTINGS»



- b. Ejecutar ANUALMENTE y luego ir escalando a cada CHECK C, según experiencia alcanzada, las siguientes tres tareas de mantenimiento:
- AMM Task 32-11-81-004-001 y conforme al SL «BOEING 737 SL 32-057»:  
Inspeccionar: «APEX WASHER», «SD PISTON» y «SPHERICAL SHAPED BUSHING» en el TL, por desgaste.
  - Según AMM Task 32-11-81-870-801: SANGRADO del SD
  - Según AMM Task 32-11-51-206-001 INSPECCIÓN LIMITES DESGASTE TL, determina la tolerancia entre Caras de Pestañas de «BUSHING» de:  
Terminales Posteriores TL INFERIOR y Terminales del Piston, y Terminales Posteriores TL SUPERIOR y Terminales del Cilindro  
Ver CORTES A-A y B-B, en GRÁFICOS anteriores pag. 24.
- c. Asegúrese que los SD overhauled y los diversos componentes de la «APEX JOINT» sean únicamente componentes aprobados por "Boeing Company" o equivalentes.

Algunos operadores han iniciado un programa en el cual los TL, SD y ferretería asociada, son reemplazados a intervalos programados, tal como, en cada Check 1C o Check 2C. Otros operadores pueden desear considerar esta práctica para ayudar a prevenir mantenimiento no-programado y/o la ocurrencia de un evento «SHIMMY».



### 1.6.2.4 ÚLTIMO MANTENIMIENTO EJECUTADO AL CONJUNTO DE TL Y COMPONENTES COMPLEMENTARIOS EN LA AERONAVE OB-2036-P, PREVIO AL ACCIDENTE

#### 1.6.2.4.1 SEGÚN INFORMES TÉCNICOS DE VUELO (ITVs)

Al revisar los Informes Técnicos de Vuelo de la aeronave OB-2036-P de los últimos seis (06) meses antes del accidente, se determinó la ausencia previa de la ocurrencia de un evento «SHIMMY» o algún mal funcionamiento del sistema hidráulico:

Nº	MES Y AÑO	VUELOS		
		a todos los aeropuertos	a aeropuertos especiales (de altura)	Evento «SHIMMY»
1	Octubre 2016	68	Ninguno	NO
2	Noviembre 2016	24	Ninguno	NO
3	Diciembre 2016	171	ninguno	NO
4	Enero 2017	192	27 (a SPZO)	NO
5	Febrero 2017	204	55 (a SPZO)	NO
6	Marzo 2017	175	54 (45 a SPZO / 09 a SPJJ)	NO
TOTAL		834	136 vuelos	NO

#### 1.6.2.4.2 SEGÚN EL PM, APROBADO POR LA DGAC

El operador PERUVIAN AIR LINE SAC, programó las siguientes tareas:

#### 1. EJECUCIÓN DE TAREAS DURANTE CADA CHECK C

(Punto 3. - ANEXO Nº 01 - INDICE DEL SISTEMA DE AMM Task del párrafo 1.6.2.2)

(Punto 5. - ANEXO Nº 06 - TAREAS PROCEDENTES DEL ANÁLISIS DE LOS PROGRAMAS: PAVC, SEGURIDAD OPERACIONAL Y CONFIABILIDAD DE FLOTA B737-300/400/500 del párrafo 1.6.2.2)

AMM Task ó TAREA de MANTENIMIENTO		CHECK 1C - OMA Nº 018 SEMAN PERU ORDEN DE TRABAJO 7010-0031-2016 del 23-11-16
1	<b>AMM Task 32-11-00-206-001</b> <b>INSPECCIÓN JUEGO LIBRE TORSIONAL MLG</b> Medir juego libre torsional sobre el eje perpendicular a tierra en cada MLG	MLG-LH Valor promedio del Juego Libre Torsional = 0.039 pulg. < 0.14 pulg. → OK
		MLG-RH Valor promedio del Juego Libre Torsional = 0.034 pulg. < 0.14 pulg. → OK
2	<b>AMM Task 32-11-00-206-053</b> <b>INSPECCIÓN «APEX JOINT»</b> Inspección de distancia entre las Caras Externas de las «APEX WASHER» Acorde al SL 737-SL-32-057-E "FRACTURAS en TL INFERIOR"	MLG-LH Dist. «APEX WASHER – «APEX WASHER» = 2.750 pulg. ≥ 2.700 pulg. → OK
		MLG-RH Dist. «APEX WASHER» – «APEX WASHER» = 2.750 pulg. ≥ 2.700 pulg. → OK
3	<b>Tarea de Mantenimiento PND – INSPECCIÓN TL</b> para detectar Corrosion por Picaduras, Fatiga, etc.	Sin Información

#### 2. EJECUCIÓN DE TAREAS DURANTE DIVERSOS CHECKS A Y SPECIAL WORKS

(Punto 1. - SECCIÓN Nº 06 – CHEQUEOS DE MANTENIMIENTO DEL CAPITULO Nº 02 – ORGANIZACIÓN DEL PM y Punto 5. - ANEXO Nº 06 - TAREAS PROCEDENTES DEL ANÁLISIS DE LOS PROGRAMAS: PAVC, SEGURIDAD OPERACIONAL Y CONFIABILIDAD DE FLOTA B737-300/400/500 del párrafo 1.6.2.2)

VER CUADROS DE REGISTROS A CONTINUACIÓN:



**CIAA-ACCID-005-2017, B737-3M8, OB-2036-P, PERUVIAN AIR LINE SAC**

AMM Task ó TAREA de MANTENIMIENTO		CHECKs MENORES EFECTUADOS POR la OMA N° 044 PERUVIAN AIR LINE SAC						
		CHECK 3A 04-03-17	CHECK 2A 30-01-17	CHECK 5A 28-09-16	CHECK 8A 08-07-16	CHECK 8A 15-06-16 (*)	CHECK 7A 13-05-16	CHECK 6A 14-04-16
1	<b>AMM Task 32-11-81-705-001 AJUSTE - TERMINAL SD</b> Medir distancia (D) en SD, entre: «HOUSING TERMINAL» - «PISTON HEAD» Nota: D <sub>MINIMO</sub> = 0.700 pulg. = 17.78 mm.	MLG-LH <b>Sin Información</b>	MLG-LH D = 20.00 mm. ≥17.78 mm. → OK	MLG-LH D = 0.700 pulg. ≥0.700 pulg. → OK	MLG-LH D = 20 pulg. ≥0.700 pulg. → ¿?	MLG-LH D = 20.00 mm. ≥17.78 mm. → OK	MLG-LH D = 20.00 mm. ≥17.78 mm. → OK	MLG-LH D = 0.010 ¿? ¿adimensional?
		MLG-RH <b>Sin información</b>	MLG-RH D = 20.00 mm. ≥17.78 mm. → OK	MLG-RH D = 0.700 pulg. ≥0.700 pulg. → OK	MLG-RH D = 20 pulg. ≥0.700 pulg. → ¿?	MLG-RH D = 20.00 mm. ≥17.78 mm. → OK	MLG-RH D = 20.00 mm. ≥17.78 mm. → OK	MLG-RH D = 0.010 ¿? ¿adimensional?
2	<b>AMM Task 32-11-81-705-014 PRUEBA SD – INSPECCIONAR Y MEDIR GAP</b> Verificar el «APEX GAPT» de cada MLG «APEX GAPT» = «GAP1» + «GAP2» Nota: «APEX GAPT» <sub>MAXIMO</sub> = 0.005 pulg.	MLG-LH <b>Sin informacion</b>	MLG-LH GAP1 = 0.0 pulg. GAP2 = 0.0 pulg. APEX GAPT = 0.0 pulg. <0.005 pulg. → OK	MLG-LH GAP1 = 0.0 pulg. GAP2 = 0.0 pulg. APEX GAPT = 0.0 pulg. <0.005 pulg. → OK	MLG-LH GAP1 = 0.0 pulg. GAP2 = 0.0 pulg. APEX GAPT = 0.0 pulg. <0.005 pulg. → OK	MLG-LH GAP1 = 0.0 pulg. GAP2 = 0.0 pulg. APEX GAPT = 0.0 pulg. <0.005 pulg. → OK	MLG-LH GAP1 = 0.0 pulg. GAP2 = 0.0 pulg. APEX GAPT = 0.0 pulg. <0.005 pulg. → OK	MLG-LH GAP1 = 0.002 pulg. GAP2 = 0.002 pulg. APEX GAPT = 0.004 pulg. <0.005 pulg. → OK
		MLG-RH GAP1 = 0.0 pulg. GAP2 = 0.0 pulg. APEX GAPT = 0.0 pulg. <0.005 pulg. → OK	MLG-RH GAP1 = 0.0 pulg. GAP2 = 0.0 pulg. APEX GAPT = 0.0 pulg. <0.005 pulg. → OK	MLG-RH GAP1 = 0.0 pulg. GAP2 = 0.0 pulg. APEX GAPT = 0.0 pulg. <0.005 pulg. → OK	MLG-RH GAP1 = 0.0 pulg. GAP2 = 0.0 pulg. APEX GAPT = 0.0 pulg. <0.005 pulg. → OK	MLG-RH GAP1 = 0.0 pulg. GAP2 = 0.0 pulg. APEX GAPT = 0.0 pulg. <0.005 pulg. → OK	MLG-RH GAP1 = 0.0 pulg. GAP2 = 0.0 pulg. APEX GAPT = 0.0 pulg. <0.005 pulg. → OK	MLG-RH GAP1 = 0.002 pulg. GAP2 = 0.002 pulg. APEX GAPT = 0.004 pulg. <0.005 pulg. → OK
3	<b>AMM Task 32-11-81-870-801 SANGRADO del SD</b>	<b>Sin información</b>	<b>Sin información</b>	<b>Sin información</b>	<b>Sin información</b>	<b>Sin información</b>	<b>Sin información</b>	<b>Sin información</b>
4	<b>AMM Task 32-11-81-004-001 REMOCIÓN/INSPECCIÓN SD</b> Inspección: «APEX WASHER», «SD PISTON» y «SPHERICAL SHAPED BUSHING» en el TL por desgaste.	<b>Sin información</b>	<b>Sin información</b>	<b>Sin información</b>	<b>Sin información</b>	<b>Sin información</b>	<b>Sin información</b>	<b>Sin Información</b>
5	<b>AMM Task 32-11-51-206-001 INSPECCIÓN DESGASTE AXIAL TL</b> Verificar tolerancia entre Caras de Pestañas de «BUSHING» de: Terminales Posteriores TL INFERIOR y Terminales del Piston, y Terminales Posteriores TL SUPERIOR y Terminales del Cilindro.	<b>Sin información</b>	<b>Sin información</b>	<b>Sin información</b>	<b>Sin información</b>	<b>Sin información</b>	<b>Sin información</b>	<b>Sin Información</b>
6	<b>Tarea de Mantenimiento ENGRASE LUBRICANTE DE FITTINGS</b>	<b>Sin información</b>	<b>Sin información</b>	<b>Sin información</b>	<b>Sin información</b>	<b>Sin información</b>	<b>Sin información</b>	<b>Sin Información</b>

(\*): Se reemplazó SD del MLG-RH por FUGA HIDRAULICA. Se efectuo ajuste y prueba según AMM Task 32-11-81-705-001 AJUSTE - TERMINAL SD y AMM Task 32-11-81-705-014 PRUEBA/INSP. SD - MEDIR «GAP»  
**NOTA:** Lo registrado en color rojo, representa ausencia y/o falta de información en unos casos, así como incoherencias en las mediciones realizadas en otros casos.

**CIAA-ACCID-005-2017, B737-3M8, OB-2036-P, PERUVIAN AIR LINE SAC**

AMM Task ó TAREA de MANTENIMIENTO	SPECIAL WORKs EFECTUADOS POR la OMA N° 044 PERUVIAN AIR LINE SAC								
	Special Work 14-03-16	Special Work 29-12-15	Special Work 01-12-15	Special Work 04-11-15	Special Work 04-09-15	Special Work 03-07-15	Special Work 28-05-15	Special Work 28-05-15 (**)	Special Work 22-04-15
1 <b>AMM Task 32-11-81-705-001 AJUSTE - TERMINAL SD</b> Medir distancia (D) en SD, entre: «HOUSING TERMINAL» - «PISTON HEAD» Nota: D <sub>MINIMO</sub> = 0.700 pulg. = 17.78 mm.	MLG-LH D=19.00 ¿? ¿adimensional?	MLG-LH D=18.00 mm. ≥17.78 mm. → OK	MLG-LH Sin Información	MLG-LH Sin Información	MLG-LH Sin Información	MLG-LH Sin Información	MLG-LH Sin Información	MLG-LH Sin Información	MLG-LH Sin Información
	MLG-RH D=18.00 ¿? ¿adimensional?	MLG-RH D=20.00 mm. ≥17.78 mm. → OK	MLG-RH Sin Información	MLG-RH Sin Información	MLG-RH Sin Información	MLG-RH Sin información	MLG-RH Sin información	MLG-RH Sin información	MLG-RH Sin información
2 <b>AMM Task 32-11-81-705-014 PRUEBA SD – INSPECCIONAR Y MEDIR GAP</b> Verificar el «APEX GAPT» de cada MLG «APEX GAPT» = «GAP1» + «GAP2» Nota: «APEX GAPT» <sub>MAXIMO</sub> = 0.005 pulg.	MLG-LH GAP1 = 0.0 pulg. GAP2 = 0.0 pulg. APEX GAPT = 0.0 pulg. <0.005 pulg. → OK	MLG-LH GAP1 = 0.0 pulg. GAP2 = 0.0 pulg. APEX GAPT = 0.0 pulg. <0.005 pulg. → OK	APEX GAPT=0.002 pulg. <0.005 pulg. → OK	APEX GAPT = 0.002 pulg. <0.005 pulg. → OK	APEX GAPT = 0.005 pulg. <0.005 pulg. → OK	MLG-LH APEX GAPT=0.002 pulg. <0.005 pulg. → OK	MLG-LH APEX GAPT=0.002 pulg. <0.005" → OK	MLG-LH Sin Información	MLG-LH APEX GAPT=0.002 pulg. <0.005 pulg. → OK
	MLG-RH GAP1 = 0.0 pulg. GAP2 = 0.0 pulg. APEX GAPT = 0.0 pulg. <0.005 pulg. → OK	MLG-RH GAP1 = 0.0 pulg. GAP2 = 0.0 pulg. APEX GAPT = 0.0 pulg. 0.005 pulg. → OK				MLG-RH APEX GAPT=0.003 pulg. <0.005 pulg. → OK	MLG-RH APEX GAPT=0.003 pulg. <0.005 pulg. → OK	MLG-RH Sin Información	MLG-RH APEX GAPT=0.003 pulg. <0.005 pulg. → OK
3 <b>AMM Task 32-11-81-870-801 SANGRADO del SD</b>	Sin información	Efectuado	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información
4 <b>AMM Task 32-11-81-004-001 REMOCIÓN/INSPECCIÓN SD</b> Inspección: «APEX WASHER», «SD PISTON» y «SPHERICAL SHAPED BUSHING» en el TL por desgaste.	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información
5 <b>AMM Task 32-11-51-206-001 INSPECCIÓN DESGASTE AXIAL TL</b> Verificar tolerancia entre Caras de Pestañas de «BUSHING» de: Terminales Posteriores TL INFERIOR y Terminales del Piston, y Terminales Posteriores TL SUPERIOR y Terminales del Cilindro.	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información
6 <b>Tarea de Mantenimiento ENGRASE LUBRICANTE DE FITTINGS</b>	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información

(\*\*): Se efectuó Inspección por Partículas Magnéticas Fluorescentes en los TL del MLG-LH y MLG-RH. Resultado: sin rajaduras

NOTA: Lo registrado en color rojo, representa ausencia y/o falta de información en unos casos, así como incoherencias en las mediciones realizadas en otros casos.

### 3. EJECUCIÓN DE OVERHAUL (OHC) A LOS MLG Y SUS COMPONENTES

(Punto 2. – SECCIÓN N° 01 – GENERALIDADES DEL CAPÍTULO N° 04 – PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE COMPONENTES del párrafo 1.6.2.2)

Se revisó la documentación técnica de los trenes principales del OB-2036-P, en la cual se registró que los trenes (MLG-LH, MLG-RH y NLG) y sus componentes (TL SUPERIOR e INFERIOR), fueron sometidos a OHC; por lo cual, al momento del accidente, se encontraban en condiciones de aeronavegabilidad y con los tiempos límites dentro de los intervalos de explotación establecidos por el fabricante, como se indica en el cuadro siguiente:

TRENES DE ATERRIZAJE PRINCIPALES - MLG					
POSICIÓN	:	MLG-LH		MLG-RH	
FABRICANTE	:	BOEING COMPANY			
COMPONENTE MECÁNICO	:	TL		TL	
		INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR
Nº de PARTE	:	65-46102-21	65-67963-3	65-46102-21	65-67963-3
Nº de SERIE	:	PD2675	PO2455	2211	2350
TOTAL de CICLOS de VUELO (Cy) DESDE NUEVO	:	53,088 Cy	53,088 Cy	53,476 Cy	53,476 Cy
TOTAL de CICLOS de VUELO LIMITE DE VIDA	:	75,000 Cy			
Cy y Meses de intervalo para OHC – TBO	:	21,000 Cy / 10 años (120 meses)			
Fecha y lugar de ÚLTIMO OHC	:	10-07-08 AAR LANDING GEAR SERVICES		11-07-08 AAR LANDING GEAR SERVICES	
Cy y Meses desde ÚLTIMO OHC	:	9,113 Cy / 104 meses		9,113 Cy / 104 meses	
Cy y Meses remanentes para PRÓXIMO OHC	:	11,887 Cy / 16 meses		11,887 Cy / 16 meses	

#### 1.6.5 PERFORMANCES

La aeronave Boeing 737-3M8, Serie N°25071, fue certificada por la Federal Aviation Administration - FAA de los Estados Unidos de Norte América, emitiéndose el Certificado de la aeronave Tipo A16WE Revisión 58 del 8 de marzo del 2017 y, el Certificado para los motores Tipo E2GL Revisión 11 del 5 de abril del 2007.

De acuerdo a los Certificados Tipo y el Manual de Vuelo Airplane Flight Manual Boeing D6-8730, FAA APPROVED 06-02-09 "Weight Limitations" los pesos máximos y el techo máximo de operación para la aeronave de Serie N°25071 que corresponde al OB-2036-P son:

ITEM	MAGNITUD
Peso Máximo de Taxeo	137,500 libras (62,368 kg.)
Peso Máximo al Despegue	137,000 libras (62,142 kg.)
Peso Máximo de Aterrizaje	114,000 libras (51,709 kg.)
Peso Zero Fuel	106,500 libras (48,307 kg.)
Techo Máximo	37,000 pies.

El día del accidente, la aeronave realizó las fases de despegue, navegación, aproximación y aterrizaje dentro de los pesos máximos certificados por el fabricante.

### **1.6.6 CÁLCULO DEL PESO DE DESPEGUE Y ATERRIZAJE**

El peso de la aeronave al momento del accidente fue aproximadamente como se indica en el siguiente resumen:

<b>FORMATO DE PESO Y BALANCE DEL B737-204</b>	<b>Peso (Kg.)</b>
Peso Seco	33,359.00
Combustible	7,330.00
Pasajeros y Equipajes	12,244.00
<b>PESO DE DESPEGUE</b>	<b>52,933.00</b>
Combustible consumido Lima - Jauja.	1,357.00
<b>PESO AL EFECTUAR EL ATERRIZAJE (EN EL ACCIDENTE)</b>	<b>51,207.00</b>

Conforme lo indicado en el Planeamiento de vuelo la Velocidad de Referencia (Vref) para el aterrizaje en el aeropuerto de Jauja con las limitaciones de pista y peso del avión fue fijada en 147 nudos.

### **1.6.7 CENTRO DE GRAVEDAD**

El formato de Peso y Balance de la aeronave matrícula OB-2036-P de fecha 28 de marzo del 2017, presentado a CORPAC, considera un peso de despegue de 52,933 kilogramos, y el Centro de Gravedad (C.G.) ubicado en la posición del 15.8% de la Cuerda Media Aerodinámica. Durante el aterrizaje y luego de haber consumido 1,357.00 kg., de combustible, la posición del C.G. de acuerdo al grafico, se encontró dentro del intervalo de "OPTIMUM CG POSITION" de la curva envolvente establecida por el fabricante. El formato mostró gráficamente que el C.G., de la aeronave OB-2036-P, al momento del despegue y del aterrizaje, se encontraba dentro de la envolvente del C.G. que equivale a la condición de equilibrio estable del OB-2036-P, para realizar la operación aérea el día que ocurrió el accidente.

### **1.7 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA**

La información METAR del Aeropuerto de Jauja, al momento del accidente fue la siguiente:

- SPJJ 282100Z 14007KT 090V180 9999 FEW045 17/09 Q1025 RMK PP000

### **1.8 AYUDAS A LA NAVEGACIÓN**

El Aeropuerto de Jauja, no disponía de Equipos de Aeronavegación al momento del accidente; contaba con una ayuda visual para proporcionar a la tripulación la senda de planeo en la aproximación final a la pista de aterrizaje (Sistema PAPI); sin embargo, ese día, el sistema se encontraba inoperativo.

### **1.9 COMUNICACIONES**

La tripulación de la aeronave de matrícula OB-2036-P, mantuvo comunicación fluida con la dependencia de Control de Tráfico Aéreo de Lima; posteriormente y para la aproximación y aterrizaje en el Aeropuerto de Jauja, se contactó con la torre de control (TWR) para las respectivas autorizaciones.



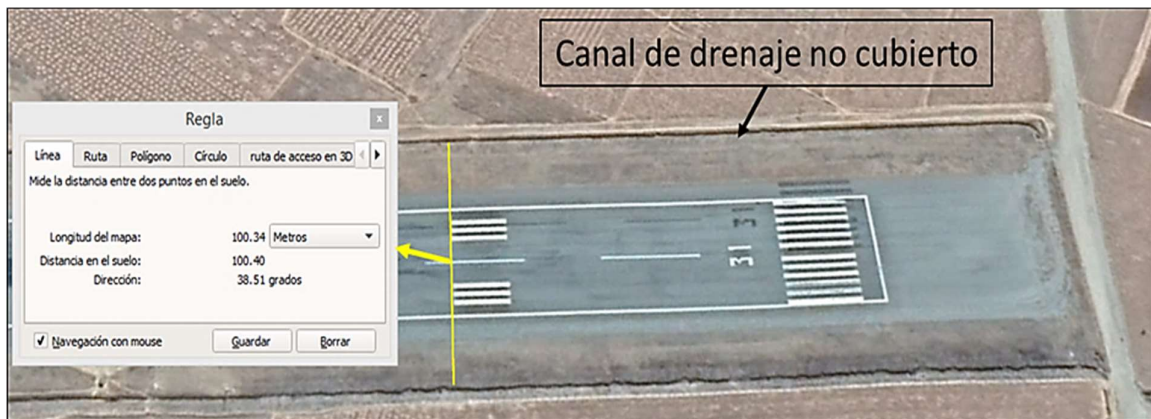
## **1.10 INFORMACIÓN DE AERÓDROMO**

El Aeropuerto de Jauja cuenta con una pista asfaltada de 2,870 metros de largo por 45 mts de ancho, con una elevación de 11,034 pies / 3,320 msnm, se encuentra ubicado geográficamente en los Andes Centrales, en la Región Junín, Provincia de Junín y Distrito de Sausa, a 3 Km. al Sur de la ciudad de Jauja en la margen izquierda del río Mantaro y el río Seco.

El aeropuerto inició sus operaciones en 1977 y actualmente, se encuentra bajo la administración de CORPAC S.A., recibiendo vuelos comerciales diarios y eventuales de las líneas aéreas.

### **1.10.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES**

Pista utilizada, designador de pista	: 31
Sistema PAPI	: RWY 31 Inoperativo
Dimensiones	: 2870 x 45 metros.
Superficie	: Asfalto.
Elevación	: 3,320 metros/11034 pies
Temperatura cuando ocurrió el accidente	: 18.00 °C
Coordenadas	: Latitud 11° 47' 08", Longitud 75° 29' 00"
Equipos de Aeronavegación	: No dispone de ningún tipo.
Márgenes laterales de pista	: 3.0 metros
PCN	: 46 F/C/W/T
Clave	: 4 C (RAP 314, Cap. 3, Vol. 1, ítem 3.1.10).
Franja de pista	: 2930 de largo por 100 metros de ancho



*Parte inicial de la pista 31 del aeropuerto de Jauja, donde se aprecia (Línea amarilla) el ancho de franja (100 metros) nótese además (línea negra) la existencia de un canal de drenaje que se encuentra descubierto y corre paralelo a la pista a una distancia aprox. de 50 metros desde el centro de la pista, (Imagen de julio 2017).*

### **1.10.2 SERVICIOS**

- Servicios ATS: Servicio Información de vuelo de Aeródromo "AFIS"
- Servicio Meteorológico de Aeródromo: Estación Meteorológica Aeronáutica.
- Servicio Comunicaciones: Estación de comunicaciones Fijas.
- Servicio de Extinción de Incendios: Nivel de Protección Categoría "2"

**1.10.3** El aeropuerto está considerado en la categoría de "Aeropuerto Especial" (Manual de Operaciones de PERUVIAN AIR LINE SAC M.O. parte "A" Generalidades, 9.3.27 Aeropuertos Especiales), por:

- a. Altura del campo
- b. Terreno circundante al campo
- c. Procedimientos complejos de salida o aproximación de emergencia.



**1.10.4** De acuerdo con el Manual de Vuelo del Boeing 737-300 FAA approved 12-06-04 "General Limitations" para operaciones en aeropuertos con alturas entre 9,000 a 14,000 pies, se debe usar la posición 1 y 5 para el despegue, la posición 1 para la aproximación y flaps en posición 15 para el aterrizaje por el Approach and Climb limitation.

**1.10.5** Conforme lo indicado en la pagina 09-03-09 del Manual de Operaciones sobre los procedimientos de despegue en elección de la pista, se resalta que el ancho de la pista para las operaciones no deberá ser menor a 30 m/100Ft.

**Nota:** De acuerdo con el NOTAM CO510/17, la pista en servicio del Aeropuerto de Jauja (RWY-31), el día del accidente, se encontraba con trabajos de mantenimiento en toda su extension lado izquierdo, contandose disponible 2,700 x 30 mts, del lado derecho.

## **1.11 REGISTRADORES DE VUELO**

La aeronave al momento del accidente disponía de un Registrador de Datos de Vuelo (FDR) y de un Registrador de Voces en Cabina (CVR), los mismos que fueron recuperados y trasladados a los EE. UU. para ser descargados y analizados por especialistas de la National Transportation Safety Board (NTSB), participando como observadores el personal de la CIAA de Perú, el Representante del Operador y el Asesor técnico de la Compañía fabricante de la aeronave – "Boeing Company".

Según el informe emitido por la NTSB, los registradores se encontraron en buen estado, los datos fueron extraídos correctamente, la información grabada correspondía al accidente, y se analizó la evolución de los diversos parámetros en relación con el suceso.

El registro de los parámetros a lo largo del vuelo fue normal, el análisis detallado de los datos se ha concentrado en la fase de la aproximación final y los principales resultados se presentan a continuación:

### **1.11.1 REGISTRADOR DE VOCES DE CABINA (CVR):**

Fabricante		FAIRCHILD A-100	
Número de Parte	93-A100-30	Número de Serie	15182

- Los cuatro canales de grabación registraron la información con calidad de excelente y Buena, respectivamente.
- La información obtenida corresponde el registro de voz de la tripulación desde el despegue del aeropuerto "Jorge Chavez" de Lima, hasta el momento que ocurrió el accidente en el aeropuerto de Jauja.
- En el Tiempo 21:25:12 UTC, el Copiloto menciona "ESTAMOS ALTOS", y el Piloto, confirma la observación hecha y aplican procedimientos para efectuar un descenso, con una altura aproximada de 14,000 pies.
- A las 21:25:18 UTC, el Copiloto, menciona "MY CONTROLS 15000", el Piloto responde "MIRA TODO LO QUE TIENES PARA BAJAR y ESTAR... ACOMODARTE... Y ESTAS EN EL VALLE".
- A las 21:27:56 UTC, el Piloto menciona "UN POQUITO CHATOS... ANDA",
- En el tiempo 21:28:16 UTC, trece (13) segundos antes del contacto, a 500 pies sobre el terreno, se escucha la alarma "TOO LOW FLAPS", "TOO LOW FLAPS", ante la cual, el Piloto instructor ordena "DISREGARD, DISREGARD", manifestando "eso nos faltó", luego le dice al Copiloto refiriendose al aterrizaje, "MÉTELO COMPAÑERO".
- En el tiempo 21:28:25 UTC, el Piloto Instructor le indica al Copiloto "JALA, JALA, JALA", y se escucha el sonido del Sistema de EGPWS "FORTY, THIRTY, TWENTY, TEN", de manera rápida, en tres segundos aproximadamente.



- h. En el intervalo de tiempo de 21:28:26 UTC a 21:28:32 UTC, se grabó el sonido del contacto de los trenes de aterrizaje y las vibraciones posteriores.
- i. En el intervalo de tiempo de 21:28:33 UTC a 21:28:34 UTC, se grabó la expresión del Piloto Instructor "SE METIÓ EL TREN...".

#### **1.11.2 REGISTRADOR DE DATOS DE VUELO (FDR)**

La aeronave se encontraba equipada con una grabadora de parámetros de vuelo que registró la información en formato digital utilizando memoria flash de estado sólido.

Fabricante			L-3 FAIRCHILD		
Modelo	FA 2100 64wps	Numero de Parte	980 4700-003	Numero de Serie	000-460875

La interpretación y análisis de esta información gráfica, fue efectuada por los expertos de la National Transport Safety Board (NTSB) y del fabricante de la aeronave "Boeing Company". Los principales datos se presentan a continuación:

##### **a. Gráfico N°1:**

Muestra el tiempo desde que la aeronave inicia su taxeo (21:00:00 UTC) hasta el momento del accidente/salida de la pista y el final de la grabación (21:28:45 UTC).

- 1) La aeronave después de su despegue, alcanzó su altura de crucero de 23,000 pies a las 21:14 UTC, navegando a una velocidad aérea indicada (VAI) de aproximadamente 300 nudos e inició el descenso alrededor de las 21:18:30 UTC.
- 2) Durante el acercamiento al aeropuerto de Jauja, la velocidad aérea indicada (VAI) oscilaba entre 155 y 162 nudos.

##### **b. Gráfico N°2:**

Muestra el tiempo desde que la aeronave cruza los 500 pies (21:27:56 UTC) hasta el final de la grabación (21:28:45 UTC). Las líneas de cuadrícula mayores y menores en el eje X, representan intervalos de 5 y 1 segundo respectivamente.

- 1) La aeronave se encontraba en aproximación a 500 pies sobre el terreno, con una velocidad estable entre 153 y 156 nudos; su velocidad sobre el terreno se encontraba entre 197 y 200 nudos y su velocidad vertical de descenso era constante, alrededor de 600 pies/min.
- 2) El tren principal de la aeronave hizo contacto con la pista de aterrizaje a las 21:28:29 UTC y el tren de nariz a las 21:28:30 UTC.
- 3) La aceleración vertical en el momento del aterrizaje fue de 1.3365 gravedades.
- 4) La aceleración longitudinal disminuyó de forma consistente con la desaceleración de la aeronave después del contacto en la pista de aterrizaje.
- 5) La velocidad indicada de la aeronave era de 152 nudos cuando el tren principal hizo contacto en la pista de aterrizaje, la velocidad sobre el terreno era de 195 nudos.

##### **c. Gráfico N°3:**

Muestra como la potencia del motor se redujo a ralenti antes de la toma de contacto, y los inversores de empuje del motor se desplegaron y el empuje del motor continuó después de la toma de contacto alrededor de las 21:28:30 UTC. Los motores funcionaron en sincronía y no mostraron signos de asimetría durante esta parte del descenso y el contacto.

##### **d. Gráfico N°4:**

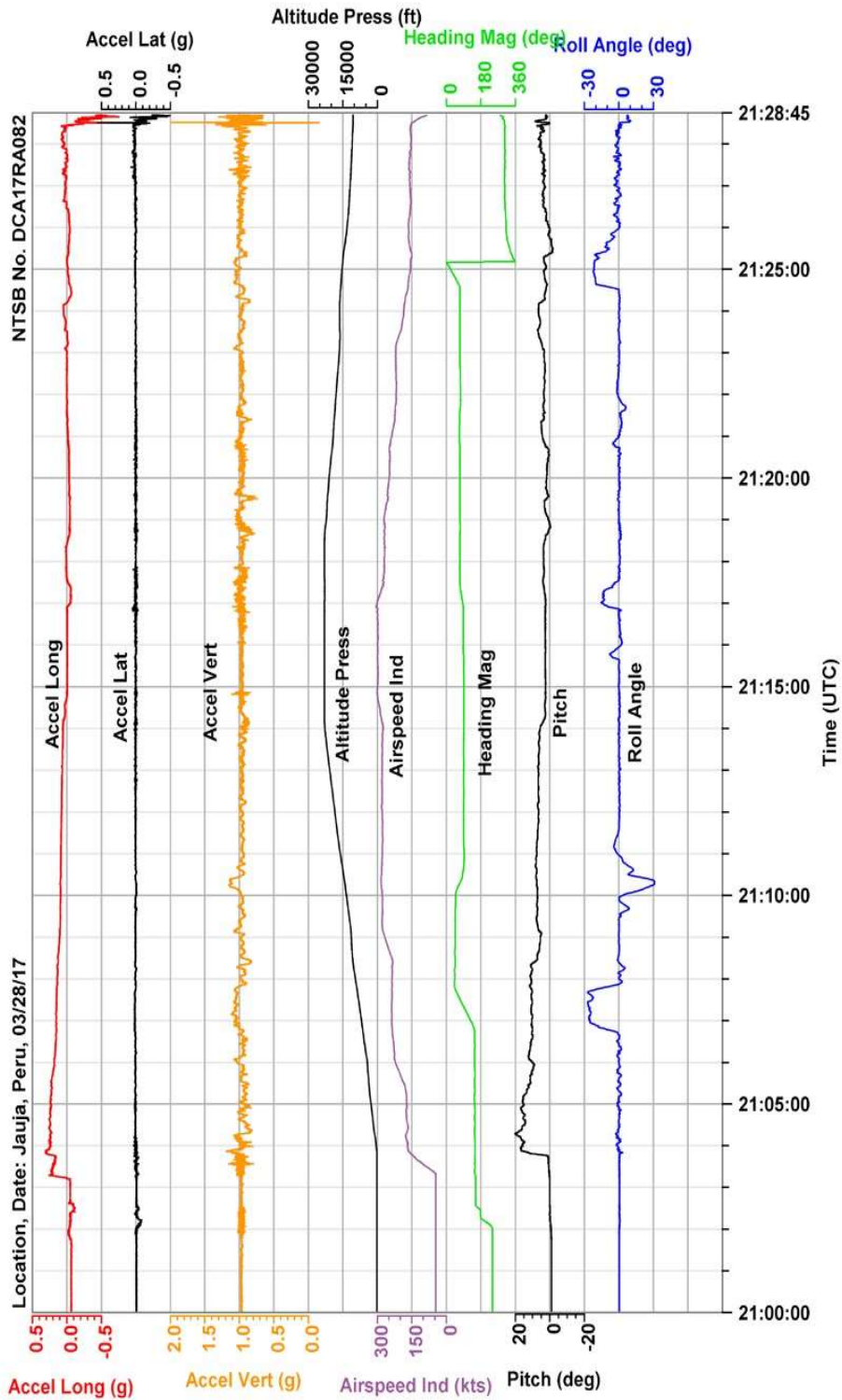
- 1) Los frenos de velocidad se activaron y se levantaron en el momento de que el tren principal hizo contacto en la pista de aterrizaje, lo que indica que se encontraban en la configuración automática.
- 2) Aproximadamente a las 21:28:32 UTC dos segundos después del contacto del tren de nariz, la aeronave registró un giro hacia la derecha junto con una aceleración vertical de -0.1561 gravedades a +1.9753 gravedades, consistente con el colapso del tren de aterrizaje principal derecho.





## GRAFICO N° 1

Peruvian Airlines, Boeing 737-300, P9-112, OB-2036-P



Revised: 11 May 2017

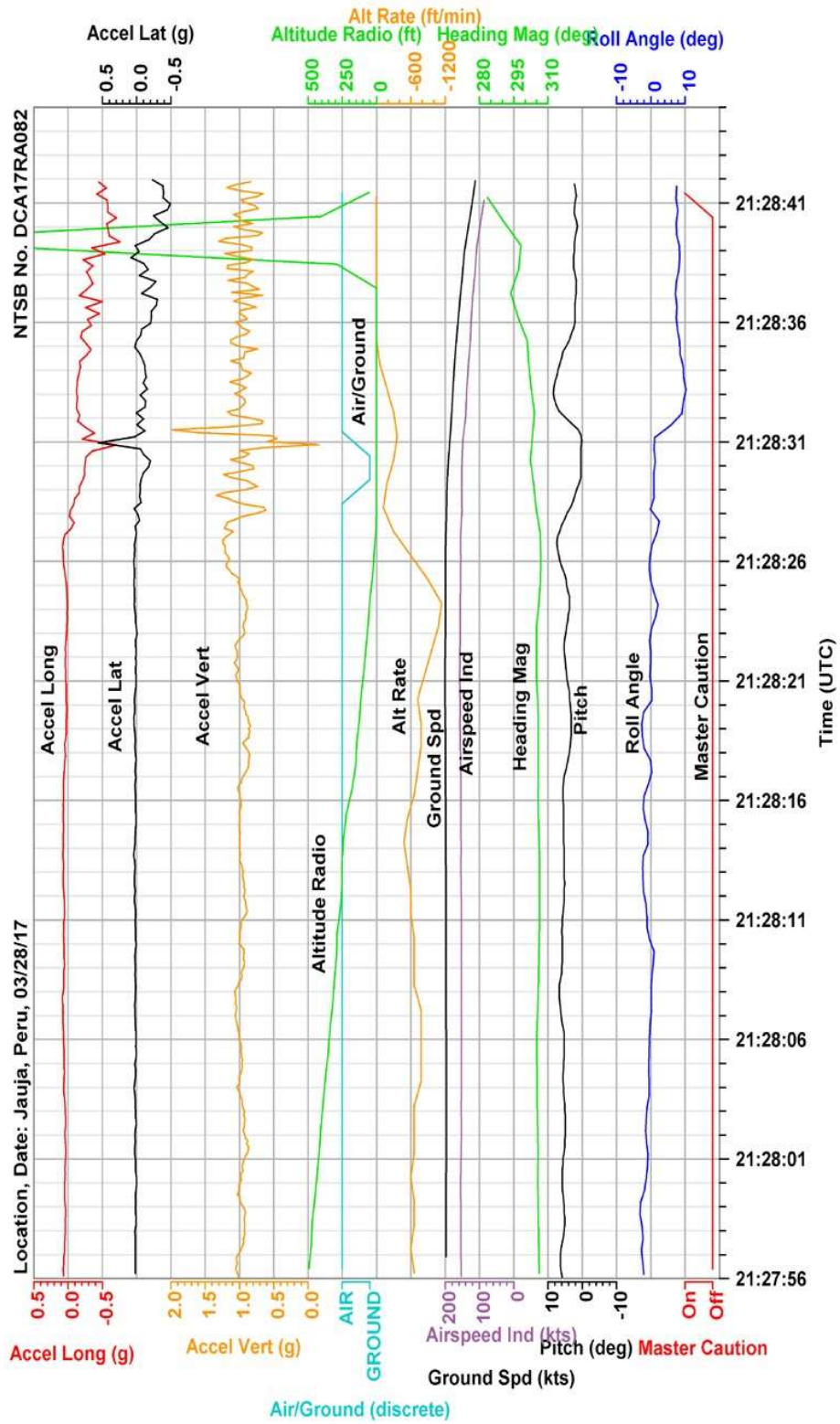
National Transportation Safety Board





## GRAFICO N° 2

Peruvian Airlines, Boeing 737-300, P9-112, OB-2036-P



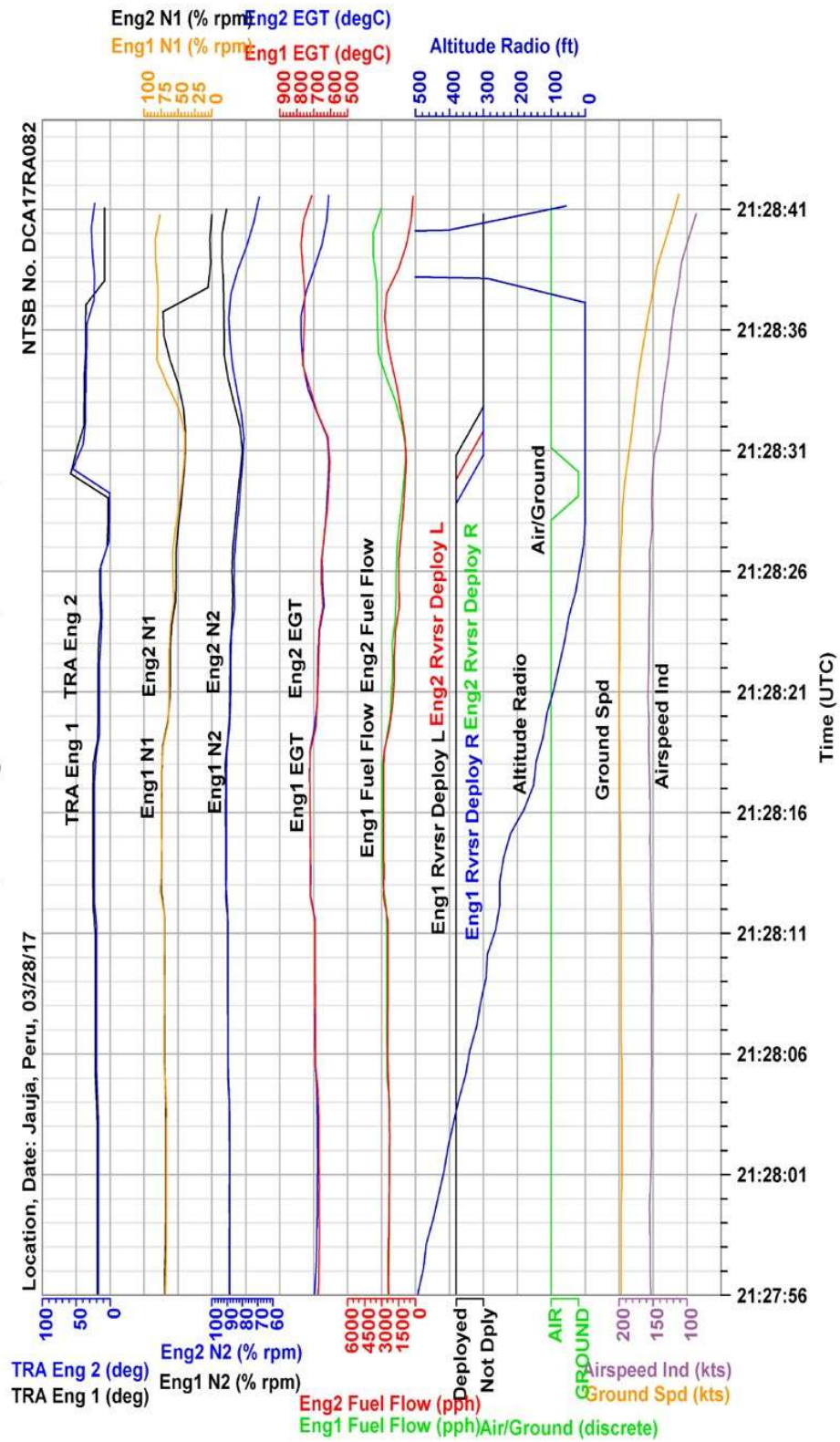
Revised: 11 May 2017

National Transportation Safety Board



## GRAFICO N° 3

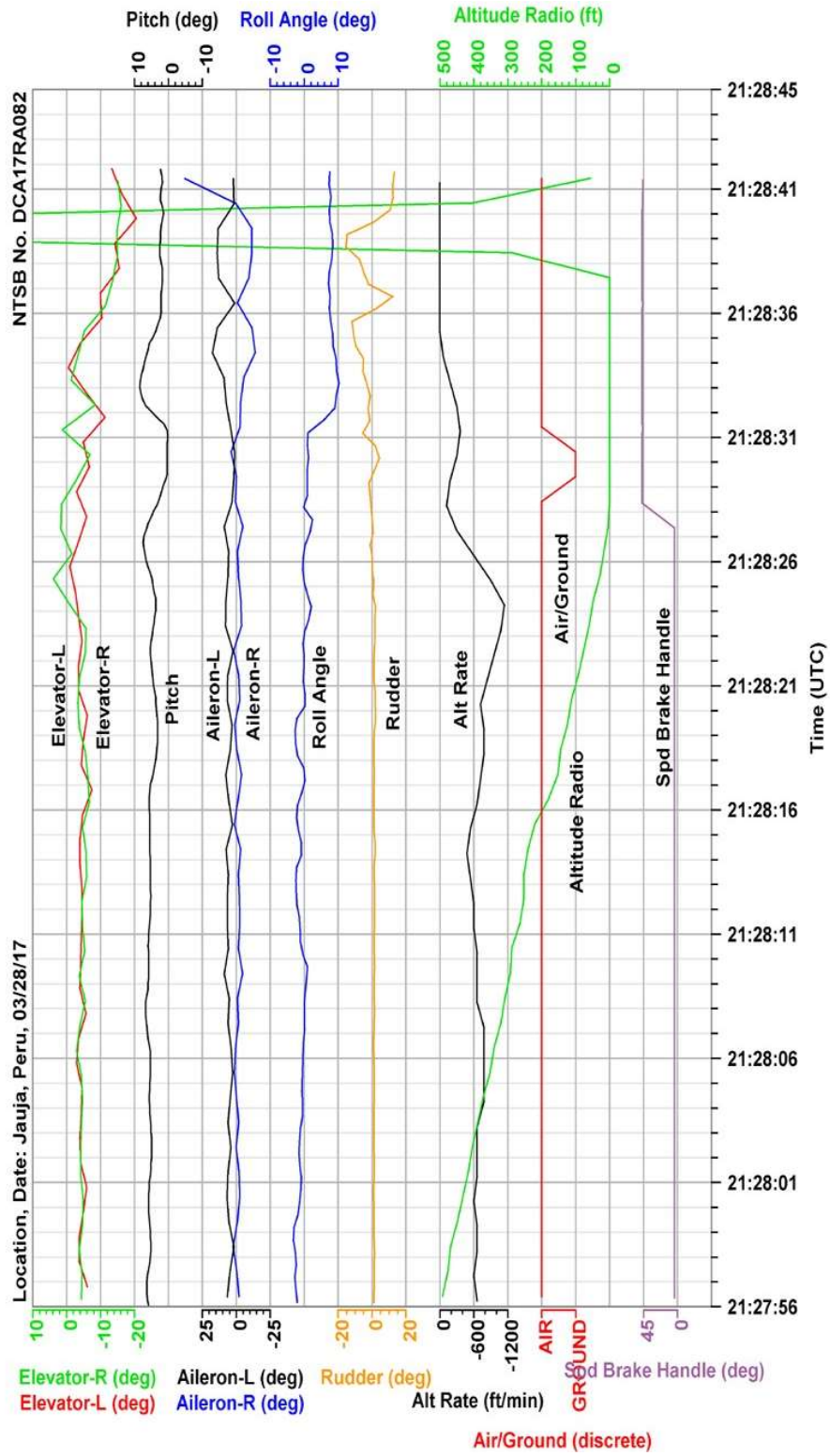
Peruvian Airlines, Boeing 737-300, P9-112, OB-2036-P





## GRAFICO N° 4

Peruvian Airlines, Boeing 737-300, P9-112, OB-2036-P



Revised: 11 May 2017

National Transportation Safety Bo



## 1.12 INFORMACIÓN SOBRE LOS RESTOS DE LA AERONAVE Y EL IMPACTO

En base a la información obtenida del Registrador de Datos de Vuelo (FDR), las huellas encontradas, y la distribución de los restos, se confeccionó el diagrama de secuencia de destrucción de la aeronave conforme se indica:



La aeronave hizo contacto en el lado derecho de la RWY 31 a 364 metros aproximadamente del inicio, con un valor de descenso vertical de 1.3365 gravedades y una VAI de 152 Nudos. A continuación, por la ocurrencia de un evento «SHIMMY», se produjo el colapso del tren derecho con el desprendimiento de la rueda N°4, la aeronave se desplazó hacia la derecha apoyada en el motor N°2, la fricción sobre la pista hizo que se desprendiera la Caja de Accesorios del Motor, en el cual se encontraba el Regulador Principal de Combustible. El desprendimiento del motor en la zanja de drenaje hizo que se derramara el combustible que por temperatura del motor se prendió alcanzando a la aeronave ya detenida al costado de la pista la cual fue consumida en su totalidad al no ser efectivas las acciones de contra incendios.

### **1.13 INFORMACIÓN MÉDICA Y PATOLÓGICA**

Todos los ocupantes de la aeronave accidentada fueron evacuados exitosamente por los toboganes sin sufrir lesiones.

Los resultados de laboratorio por el Dosaje Etílico de las tripulaciones se obtuvo con resultado Cero (0.00) gramos de alcohol por litro.

Los resultados del Informe Pericial Toxicológico N° 1276 y N°1278 del 2017, fueron negativos para todas las sustancias químicas evaluadas.

### **1.14 INCENDIO**

Luego del aterrizaje y colapso del tren principal derecho, cuando la aeronave sale de la pista, el motor N° 2 entra en un canal de regadío y se desprende del ala, las líneas de combustible del ala al motor quedan fracturadas y abiertas derramando combustible el cual se enciende por la fricción y temperatura del motor.

El incendio no pudo ser extinguido a tiempo por la unidad Contraincendio del aeropuerto de Jauja, debido a que el vehículo se vio imposibilitado de maniobrar y cruzar el canal de regadío para colocarse al lado derecho de la aeronave (zona del fuego) y aplicar el agente químico contra incendió en el ala donde proveía el combustible que alimentaba el fuego.

### **1.15 ASPECTOS DE SUPERVIVENCIA**

Las medidas de supervivencia fueron ejecutadas de acuerdo con las manifestaciones de la tripulación y pasajeros como sigue:

La evacuación de la aeronave se dio de acuerdo con las instrucciones del Piloto y fueron ejecutadas mediante los procedimientos activados por la tripulación de cabina (Flight Attendants), que desplegaron los toboganes de evacuación de emergencia del avión para lograr la salida exitosa de la totalidad de pasajeros y tripulantes de la aeronave.

### **1.16 ENSAYOS E INVESTIGACIONES**

Durante el proceso, se estableció contacto con diversas entidades nacionales e internacionales expertas en investigación de accidentes de aviación. Podemos citar a la DGAC, como autoridad técnico-normativa a nivel nacional, a la Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial - CORPAC S.A., que es encargada de proporcionar las instalaciones, servicios y procedimientos para la navegación aérea en el Perú, al Servicio de Mantenimiento de la Fuerza Aérea del Perú – SEMAN, que es una de las compañías de mantenimiento líderes en Latinoamérica con una amplia experiencia en el mantenimiento aeronáutico y Trenes de Aterrizaje. De igual modo, se contó con el apoyo de los expertos de la Autoridad de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación de los Estados Unidos de Norteamérica: National Transport Safety Board - NTSB, así como del fabricante de la aeronave - "Boeing Company".





**1.16.1 REPORTE FACTUAL DE LA NTSB N° 17-047 DEL 06-06-17, DE LOS COMPONENTES DE LOS TL DEL MLG-LH Y MLG-RH**

Luego del accidente de la aeronave OB-2036-P, fueron extraídos los TL SUPERIOR e INFERIOR del MLG-RH y del MLG-LH y remitidos a la Autoridad de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación de los Estados Unidos de Norteamérica: National Transport Safety Board - NTSB para ser analizados con apoyo de especialistas de la Boeing Company.

**a. COMPONENTES EXAMINADOS**

TL SUPERIOR e INFERIOR del MLG-RH y del MLG-LH

**b. DETALLES DEL EXAMEN**

- 1) Fueron recibidos para examen como se indica en la figura 1 de la siguiente página.
- 2) Los TL inferior de cada MLG se fracturaron en ubicaciones similares, y sus respectivos Terminales delanteros estuvieron perdidos.
- 3) Respecto al TL SUPERIOR del MLG-RH:
  - a. Se presentan vistas en las Figuras 2 y 3. La porción del «DAMPER» del conjunto SD estuvo conectada a su Terminal delantero como se indica en la figura 2. Las «BUSHING» en los Terminales Posteriores estuvieron desplazadas hacia el interior, dejando «GAPS» entre las Pestañas de las «BUSHING» y las caras internas de los Terminales Posteriores, como se muestra en la figura 3.
  - b. La porción del compensador del SD del MLG-RH, estuvo fracturada desde el «DAMPER» y perdida en su mayoría. Una pequeña pieza del alojamiento del compensador permaneció conectada al alojamiento del SD. La pieza del alojamiento y el perno de conexión del compensador fracturado tuvo características rugosas/ásperas, consistentes con Fractura por sobre-esfuerzo.
  - c. El «SD PISTON» estuvo fracturado, como se muestra en la figura 4 y el acoplamiento del piston estuvo perdido. La superficie presentó características consistentes con la Fractura por sobre-esfuerzo.
- 4) Respecto al TL INFERIOR del MLG-RH:
  - a. En la figura 5 se presenta una vista global y en la figura 6 se presentan las superficies fracturadas. Estuvo fracturado en sus brazos, intersectando al agujero más grande en el marco triangular. Los brazos estuvieron doblados, cerca a las fracturas como se presentan en la figura 7 y las superficies fracturadas estuvieron en planos inclinados, características consistentes con Fractura por sobre-esfuerzo bajo cargas de torsión y doblado.
  - b. Las «BUSHING» en sus Terminales Posteriores estuvieron desplazadas interiormente, dejando «GAPS» entre las Pestañas de las «BUSHING» y las caras internas de los Terminales Posteriores, como se muestra en la figura 8. Los tamaños de los «GAPS» fueron más pequeños comparados a aquellos observados en el TL SUPERIOR de la figura 3.
- 5) Respecto al TL SUPERIOR del MLG-LH:
  - a. Como se presenta en la figura 9, la pintura estuvo perdida o descamada en muchas de sus áreas. Su Terminal Delantero estuvo torsionado en sentido antihorario en relación con su Terminal Posterior. Sus brazos estuvieron doblados y rajados. Se encontró deformación adyacente a los brazos rajados, consistente con Fractura por sobre-esfuerzo bajo cargas de torsión y dobladura. Ningún «GAP» fue observado entre las Pestañas de las «BUSHING» y las caras internas de los Terminales Posteriores.



- b. El SD estuvo perdido, desde el Terminal delantero del TL SUPERIOR. Un pedazo de un perno de conexión fue retenido dentro de uno de los agujeros en el TL. El terminal interno del perno estuvo fracturado en la porción no roscada del tallo y tuvo características de fractura consistentes con Fractura por sobre-esfuerzo.

**6) Respecto al TL INFERIOR del MLG-LH:**

En la imagen superior de la figura 10 se presenta una vista completa y en la imagen inferior se presenta una vista de las superficies fracturadas. Este estuvo fracturado en sus brazos intersectando el agujero más grande en el marco triangular. La deformación total y patrones de fractura fueron consistentes con Fractura por sobre-esfuerzo bajo cargas de torsión y dobladura. Ninguno de los «GAP» estuvo observado entre las Pestañas de las «BUSHING» y las caras internas de los Terminales Posteriores.

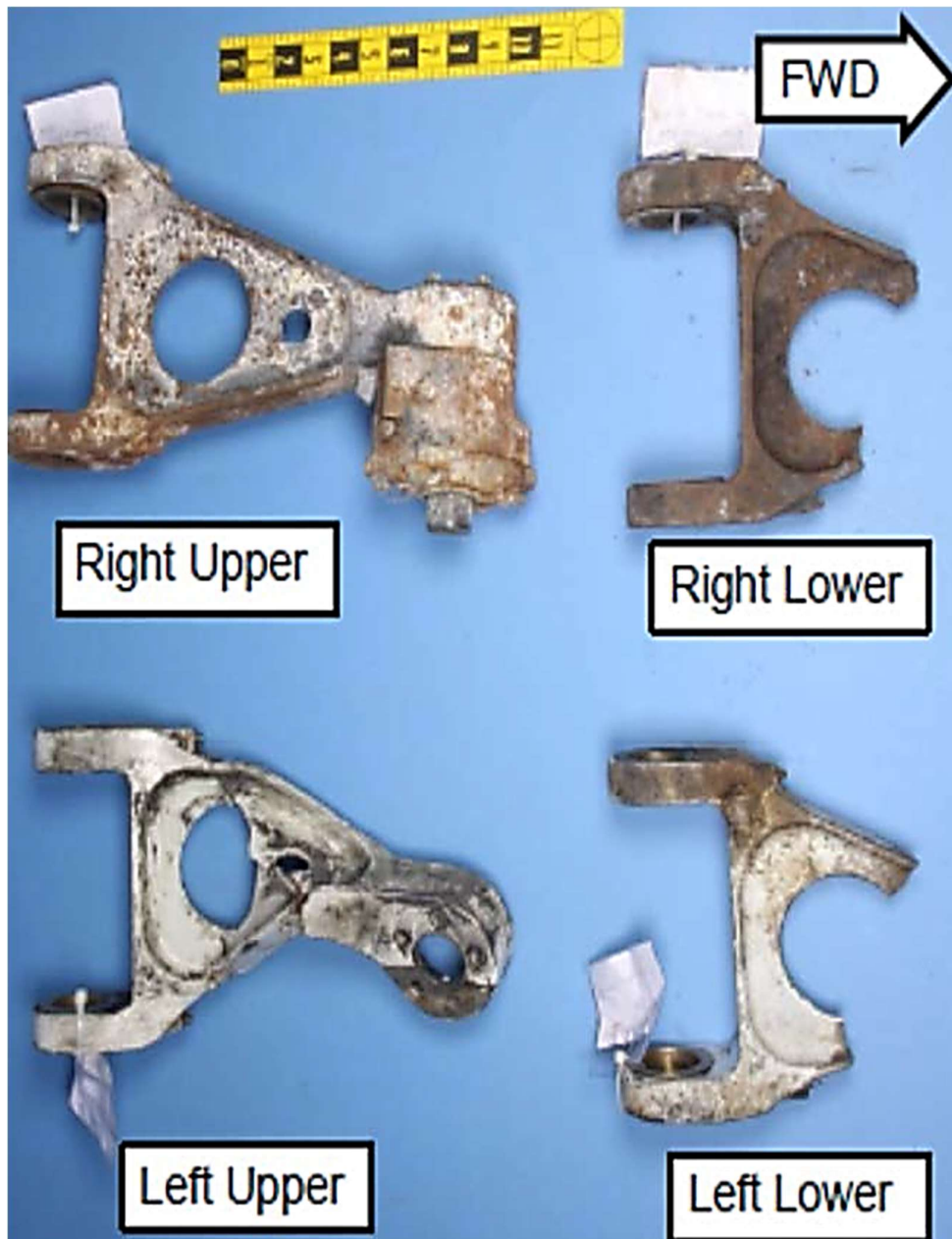


Figura 1: TL SUPERIOR e INFERIOR de cada MLG-RH y MLG-LH



Figura 2: Superficie del TL SUPERIOR del MLG-RH

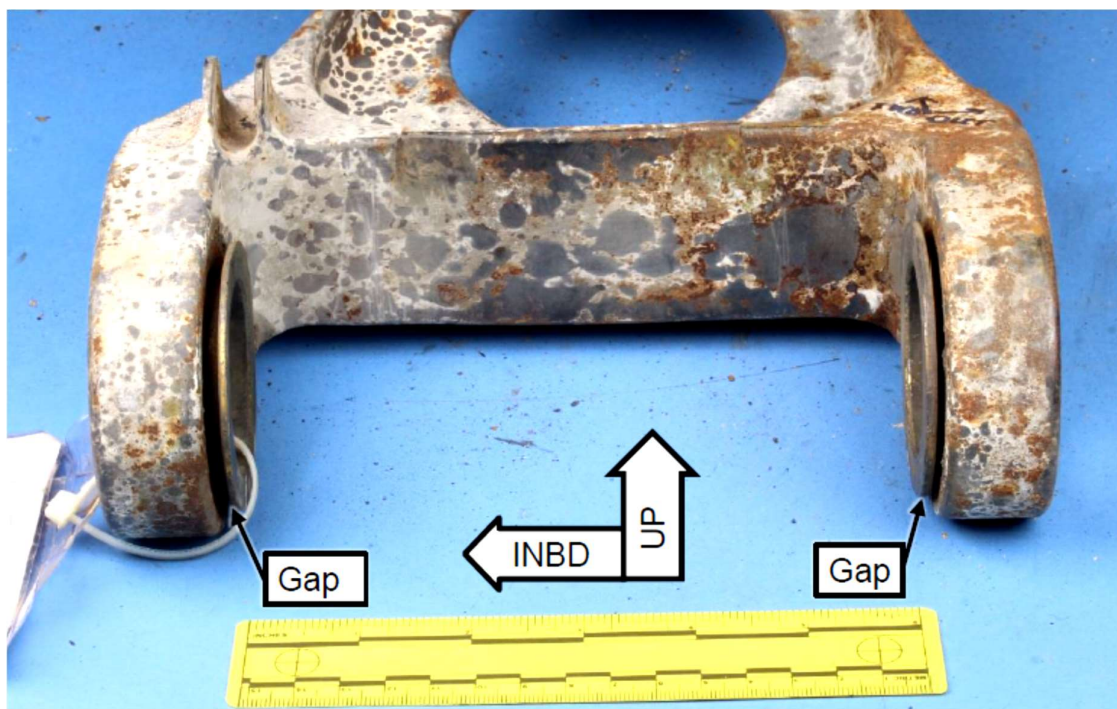


Figura 3: Terminal Posterior del TL SUPERIOR del MLG-RH





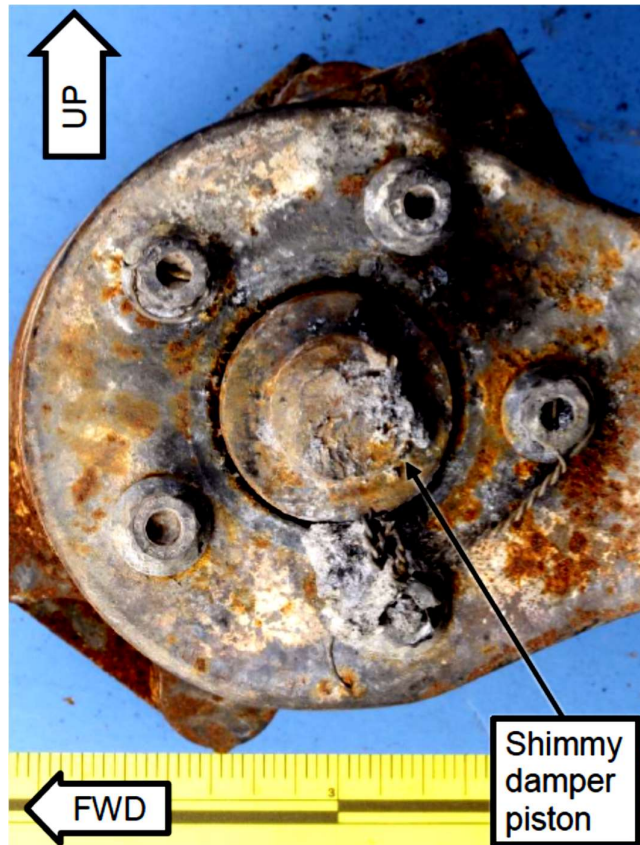


Figura 4: Terminal fracturado del SD PISTON en el terminal delantero del TL SUPERIOR del MLG-RH



Figura 5: Pieza del TL INFERIOR del MLG-RH





Figura 6: Superficies fracturadas en terminal delantero de la pieza del TL INFERIOR del MLG-RH



Figura 7: Cara O/B del TL INFERIOR del MLG-RH

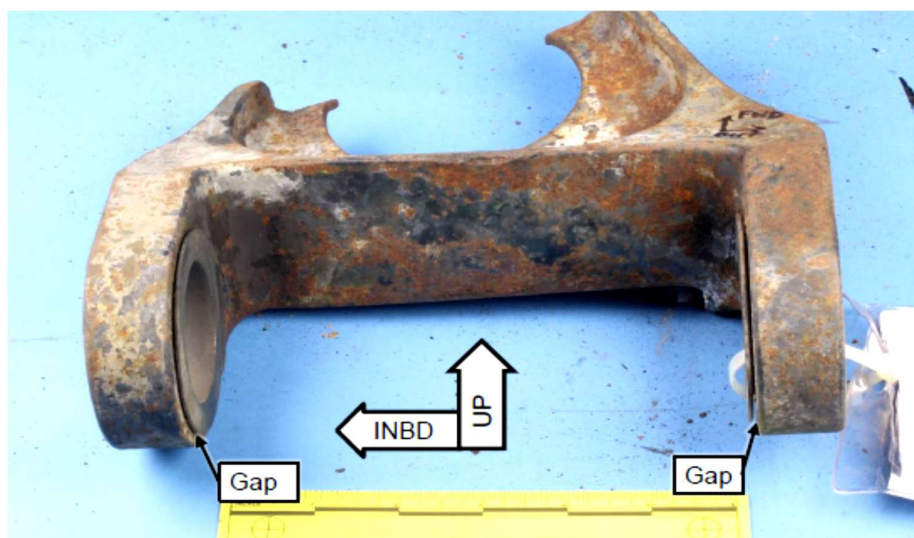


Figura 8: Terminal Posterior de la pieza del TL INFERIOR del MLG-RH







Figura 9: Cara I/B del TL INFERIOR del MLG-LH



Figura 10: Vistas de las piezas del TL INFERIOR del MLG-LH, presentando la superficie inferior (imagen superior) y fractura en las superficies del terminal delantero de la pieza (imagen inferior)



## c. HALLAZGOS

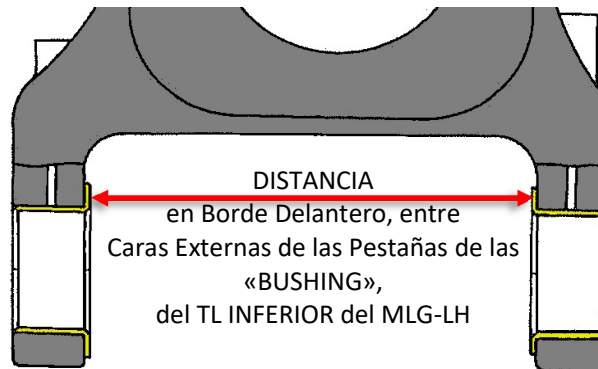
1º La **AMM Task 32-11-00-206-001 INSPECCIÓN JUEGO LIBRE TORSIONAL MLG**, dispone en caso de excesivo desplazamiento rotacional, verificar desgaste de los TL mediante la **AMM Task 32-11-51-206-001 INSPECCIÓN DESGASTE AXIAL TL**. (Ver TABLA 1):

- Se verificó la distancia entre las Caras Externas de las Pestañas de las «BUSHING» de los Terminales Posteriores de los TL SUPERIOR e INFERIOR (Bordes posterior, superior, delantero e inferior de las pestañas). **La máxima distancia para servicio es de 6.382 pulg.**
- Las mediciones en el TL INFERIOR del MLG-LH excedieron el límite máximo de servicio en los cuatro bordes.
- Las mediciones en el TL INFERIOR del MLG-RH no excedieron los límites, fueron ligeramente menores que el límite máximo de servicio, (se aprecia en la figura 8).

**TABLA 1. DISTANCIA entre Caras Externas de las Pestañas de las «BUSHING» de Terminales Posteriores**

TL		En Borde Posterior	En Borde Superior	En Borde Delantero	En Borde Inferior
SUPERIOR	MLG-LH	6.355	6.354	6.366	6.364
INFERIOR	MLG-LH	6.418	6.418	6.398	6.412
SUPERIOR	MLG-RH	6.156	6.154	6.141	6.140
INFERIOR	MLG-RH	6.380	6.355	6.333	6.366

NOTA: Lo registrado en color rojo, representa medidas fuera de tolerancia

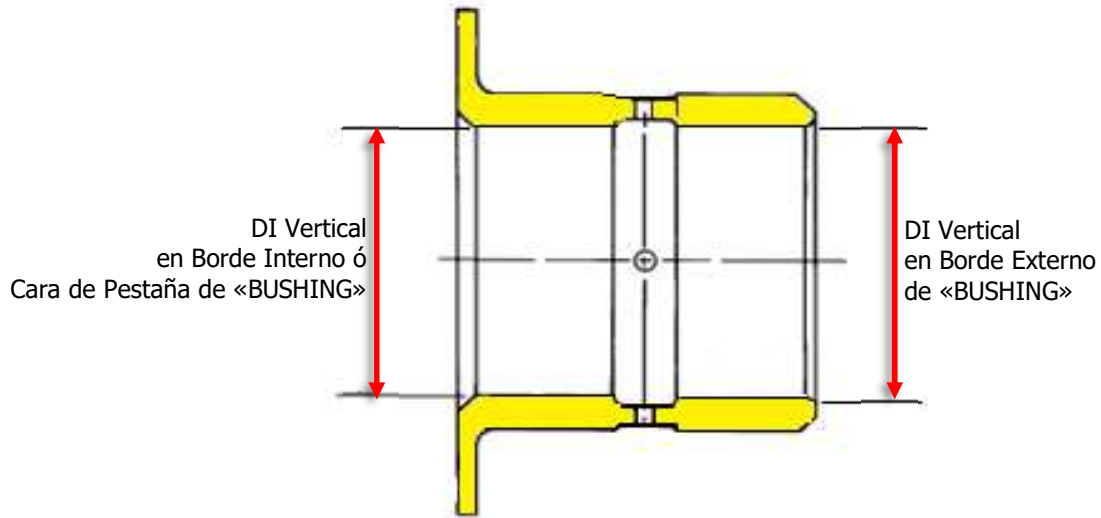


2º El Diámetro Interior (DI) de cada «BUSHING» de los Terminales Posteriores, en los TL SUPERIOR e INFERIOR de cada MLG se midieron en planos horizontal y vertical. (Ver TABLA 2):

- Todos los DI excedieron el límite DI MÁXIMO DESPUÉS de REPARACIÓN de TL = **1.719 pulg.** Valor según CMM Boeing (Repair 32-16-01, Fig 625).
- Todos los DI excedieron el límite D<sub>IB</sub> MÁXIMO = **1.752 pulg.** Valor según AMM Boeing (MLG TL LIMITES DE DESGASTE, Figura 601/32-11-51-990-802, Tabla de la hoja 3 de 3).

TABLA 2. DIÁMETRO INTERIOR (DI) de BUSHING de Terminales Posteriores						
TL		Ubicación BUSHING	DI Horizontal En Borde Interno	DI Horizontal En Borde Externo	DI Vertical En Borde Interno	DI Vertical En Borde Externo
SUPERIOR	MLG-LH	I/B	1.758	1.754	1.753	1.751
SUPERIOR	MLG-LH	O/B	1.760	1.758	1.755	1.756
INFERIOR	MLG-LH	I/B	1.758	1.753	1.750	1.750
INFERIOR	MLG-LH	O/B	1.758	1.756	1.754	1.752
SUPERIOR	MLG-RH	I/B	1.756	1.753	1.750	1.748
SUPERIOR	MLG-RH	O/B	1.750	1.748	1.749	1.748
INFERIOR	MLG-RH	I/B	1.755	1.750	1.751	1.748
INFERIOR	MLG-RH	O/B	1.753	1.747	1.754	1.748

NOTA: Lo registrado en color rojo, representa medidas fuera de tolerancia



- 3º Como se presentó en las figuras 3 y 8, se presentaron «GAPs» entre las Pestañas de las «BUSHING» y las Caras Internas de los Terminales Posteriores en los TL del MLG-RH. Entonces, usando las mediciones de las Tablas 3 y 4:

TABLA 3. Mediciones del TL después de remover los BUSHING de los Terminales Posteriores				
TL		DISTANCIA entre Caras Internas de los Terminales Posteriores del TL	ESPESOR del Terminal Posterior I/B del TL	ESPESOR del Terminal Posterior O/B del TL
SUPERIOR	MLG-LH	6.505	1.002	0.996
INFERIOR	MLG-LH	6.558	0.998	0.998
SUPERIOR	MLG-RH	<b>6.550</b>	0.977	0.997
INFERIOR	MLG-RH	<b>6.571</b>	1.004	1.003

TABLA 4. Espesores de las Pestañas de «BUSHING» de los Terminales Posteriores						
TL		Ubicación del BUSHING	Espesor en Borde Posterior	Espesor en Borde Superior	Espesor en Borde Delantero	Espesor en Borde Inferior
SUPERIOR	MLG-LH	I/B	0.0720	0.0723	0.0672	0.0724
SUPERIOR	MLG-LH	O/B	0.0722	0.0730	0.0652	0.0699
INFERIOR	MLG-LH	I/B	0.0685	0.0675	0.0603	0.0671
INFERIOR	MLG-LH	O/B	0.0642	0.0626	0.0581	0.0654
SUPERIOR	MLG-RH	I/B	<b>0.0870</b>	0.0889	0.0868	0.0885
SUPERIOR	MLG-RH	O/B	<b>0.0721</b>	0.0703	0.0624	0.0736
INFERIOR	MLG-RH	I/B	<b>0.0612</b>	0.0665	0.0540	0.0635
INFERIOR	MLG-RH	O/B	<b>0.0689</b>	0.0594	0.0608	0.0677

NOTA: Lo registrado en color rojo, representa medidas fuera de tolerancia

- Se puede calcular, la DISTANCIA entre las Caras Externas de las Pestañas de las «BUSHING» sin «GAPs», sustrayendo los espesores de cada Pestaña de las «BUSHING» I/B y O/B en sus Bordes Posteriores (TABLA 4), de la DISTANCIA entre Caras Internas de los Terminales Posteriores de los TL, (TABLA 3)

$$\begin{aligned} \text{Dist. Caras Externas de Pestañas de BUSHING (TL SUPERIOR MLG – RH)} \\ = 6.550 - 0.0870 - 0.0721 = 6.391 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dist. Caras Externas de Pestañas de BUSHING (TL INFERIOR MLG – RH)} \\ = 6.571 - 0.0612 - 0.0689 = 6.441 \end{aligned}$$

- Ambas mediciones excedieron el límite máximo de servicio del AMM que indica **≤ 6.382 pulg.**





- 4º Se cortaron pedazos de Terminales de cada TL del MLG-LH para la prueba de dureza. El promedio de dureza medido en las muestras del TL SUPERIOR e INFERIOR estuvo dentro del rango indicado en el CMM Boeing. Ninguna medición de dureza fue conducida en los TORSION LINKs del MLG-RH debido al desconocimiento del ciclaje de calentamiento elevado experimentado por el MLG durante el fuego post-impacto.

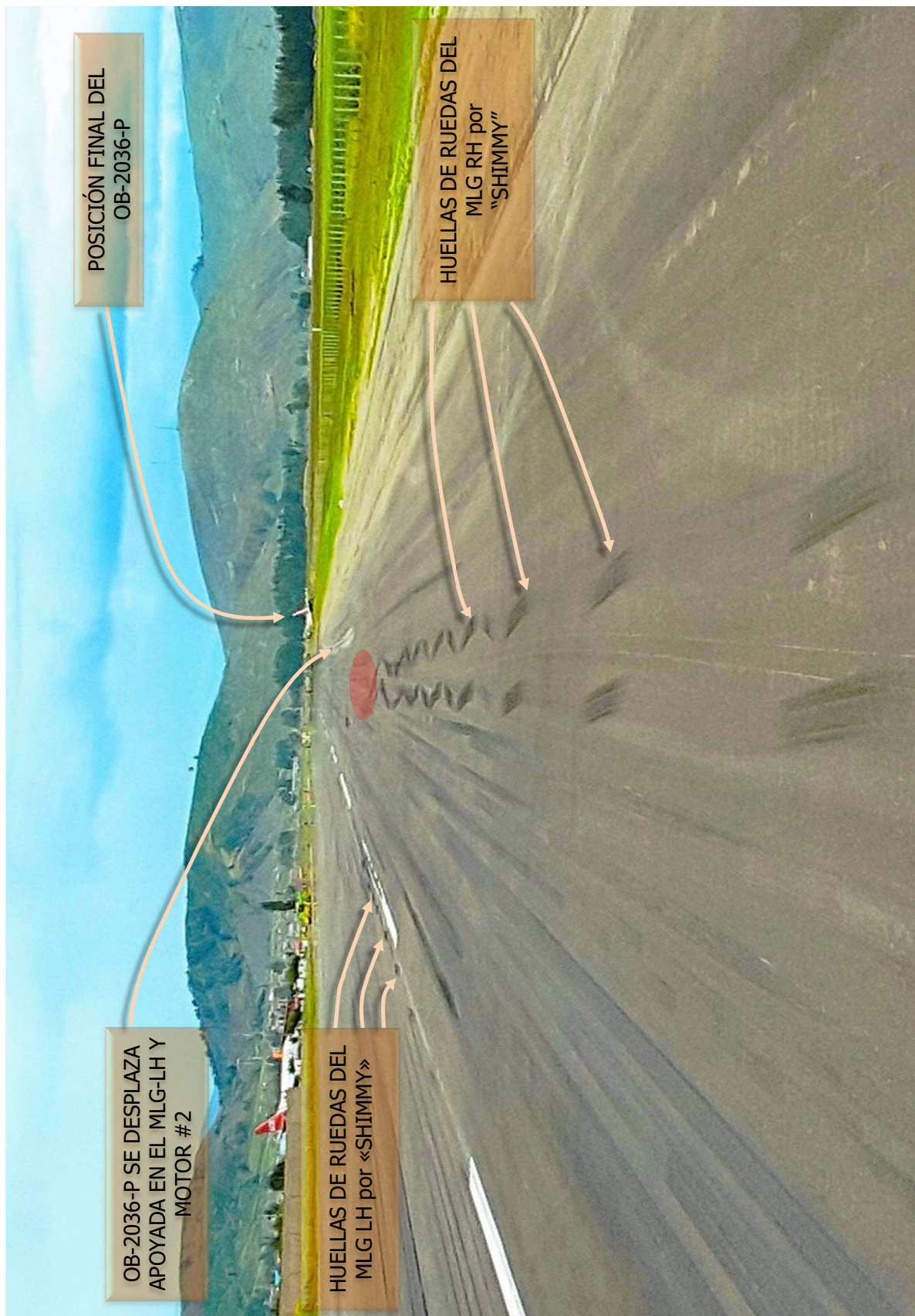
#### 1.16.2 Evento «SHIMMY»

En la fotografía que sigue, se muestran las huellas dejadas por las ruedas de los dos trenes principales de aterrizaje derecho e izquierdo sobre el asfalto de la pista de aterrizaje del aeropuerto de Jauja, en los que se notan las características de un evento «SHIMMY» en cada tren, y que no fueron amortiguados por el respectivo SD. Dicha energía dinámica no amortiguada produjo un mecanismo de torsión y flexión, inicialmente en el MLG-RH y luego en el MLG-LH, provocando la rotura de los TL respectivamente.



----- ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO -----







## **1.17 INFORMACIÓN SOBRE ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN**

El operador PERUVIAN AIR LINE SAC, de acuerdo a su Certificado de Explotador de Servicios Aéreos N° 073, expedido el 10 de Febrero del 2014, satisface los requisitos de la Ley de Aeronáutica Civil del Perú N° 27261, las Regulaciones Aeronáuticas del Perú, le autorizan a realizar Operaciones de Servicio de Transporte Aéreo Regular Nacional e Internacional de pasajeros, carga y correo, de conformidad con las autorizaciones y limitaciones señaladas en las Regulaciones Aeronáuticas del Perú Parte 119 NE y 121 NE, así como con los términos, condiciones y limitaciones previstos en las Especificaciones Técnicas de Operación.

Durante las investigaciones y visitas realizadas a la compañía, posterior a la fecha del accidente, se constató que el operador PERUVIAN AIR LINE SAC, no tiene implementado el proceso de análisis de performances de las operaciones aéreas que realiza y no utiliza la información de los registros de vuelo de manera exhaustiva.

Durante el rescate de los pasajeros y tripulación, se observó que la Compañía explotadora no disponía de un Plan de Contingencia para afrontar todas las acciones relacionadas a la atención de los pasajeros que estuvieron involucrados en el accidente.

## **1.18 INFORMACIÓN ADICIONAL**

### **1.18.1 REVISTA AERO QTR-03 13 PUBLICADA POR EL FABRICANTE "BOEING COMPANY" - ARTICULO: PREVENCION DE EVENTO «SHIMMY»**

- a. Evento que se inicia en el «touchdown» y continúa durante el «rollout» de la aeronave.
- b. Se caracteriza por una fuerte vibración, generalmente de uno de los MLG.
- c. Para que ocurra un evento «SHIMMY», el MLG debe tener una fuerza aplicada que excite este modo de vibración torsional, el B-737 tiene una frecuencia de vibración de 15 Hertz (Hz) aprox. "Boeing Company" teoriza que la fuerza necesaria para iniciar un evento «SHIMMY» es probablemente una fuerza de arrastre alterna, tal como; si durante el aterrizaje, uno de los neumáticos del MLG, al tocar tierra, cause un movimiento de torsión del Piston en una dirección y el otro neumático del mismo MLG, al tocar tierra, una fracción de segundo posterior, cause la torsión del mismo Piston común, en dirección opuesta. Si el tiempo entre el contacto a tierra para el aterrizaje del 1er y del 2do neumático es similar a la frecuencia para ocurrencia de un evento «SHIMMY», el MLG puede oscilar en modo «SHIMMY».
- d. "Boeing Company" ha determinado varias causas para la ocurrencia de un evento «SHIMMY», particularmente para la flota de aeronaves B737-200/-300/-400/-500 y ofrece acciones específicas que pueden prevenir esta vibración desde su ocurrencia.
- e. Cuando un TL es completamente dañado; durante la ocurrencia de un evento «SHIMMY», puede dejar marcas del neumático de característica oscilante sobre la pista.
- f. Las oscilaciones por lo general son atribuidas a problemas siguientes: errores durante instalación; excesivo desgaste y Juego Libre en las uniones del MLG; inadecuado servicio del SD o de los componentes de amortiguación del MLG (Cilindro o Piston); y, aterrizajes con tasas de velocidad de descenso extremadamente bajas.
- g. Para prevenir la vibración, se emplean SD hidráulicos.
- h. Debido a la geometría de los TL, el SD es más efectivo cuando el Piston del amortiguador del MLG es comprimido en el modo tierra. Con los amortiguadores casi o totalmente extendidos, los TL se suspenden en una posición casi vertical, provocando que el SD tenga una menor ventaja mecánica para realizar su función.



- i. **¿Cómo pierden su efectividad los SD?:** A pesar de que los SD han sido exitosos en evitar eventos «SHIMMY», pueden surgir problemas que los vuelvan ineficaces. Estudios detallados sobre estos eventos en aeronaves B737-200/-300/-400/-500 han revelado varias causas-raíz, las cuales se presentan a continuación por orden de probabilidad:
- 1º **Excesivo desgaste o Juego Libre en en el «APEX JOINT».**  
Que incrementa enormemente la probabilidad de ocurrencia de un evento «SHIMMY».
  - 2º **Desgaste o Juego Libre en las «BUSHING» de los Terminales Posteriores de conexión/unión de los TL con el Cilindro y el Piston.**  
Que permite un Juego Libre torsional no amortiguado.
  - 3º **Aterrizaje con tasas de descenso (velocidad vertical) extremadamente bajas.**  
Es más probable que este tipo de aterrizaje experimente oscilaciones en comparación con un aterrizaje mas firme, en razón que los TL, permanecen en una posición vertical extendida, donde el SD tiene menos ventaja mecánica por periodos más largos de tiempo.
  - 4º **Aire en el «DAMPER» del SD.**  
Muchos de los casos de oscilación sucedieron en vuelos después de que se instalara un SD nuevo u overhauled. En estos casos se sospecha que no se realizó una purga exhaustiva de aire, ocasionando su mal funcionamiento.
  - 5º **Fractura del «SD PISTON».**  
En un pequeño número de eventos, se sospecho que el «SD Piston» se fracturó debido a falla pre-existente (por ejm. rajadura por fatiga).
  - 6º **Dar servicio al Cilindro del MLG con exceso de nitrógeno.**  
Perjudica a los TL porque le dan menor ventaja mecánica para reaccionar al movimiento torsional del Piston.
  - 7º **Incorrecta instalación del SD.**  
En un evento, un SD diseñado para iniciales B737-200 fabricados, se instaló accidentalmente en una aeronave posterior, que requirió un SD más resistente.
  - 8º **Tubería hidráulica no conectada.**  
En una ocasión accidental, el tubo hidráulico al estar desconectado después del mantenimiento provocó que el «DAMPER» del SD, no reciba fluido hidráulico.
- j. En las aeronaves NG737, los avances tecnológicos le permitieron a "Boeing Company" rediseñar los detalles, por lo que la unión es mas sólida y esta menos propensa a tener oscilaciones. Se diseñó un SD mejorado que fortalece el «APEX JOINT» y se fabricaron los TL con material de titanio, sin agujeros de aligeramiento. La experiencia de la flota ha demostrado que esta unión es menos susceptible al desgaste en comparación con los modelos 737 anteriores.
- k. **Acciones Recomendadas al Operador por "Boeing Company":**
- 1) Publicación de varios documentos sobre mantenimiento, notificando a los operadores, el mantenimiento recomendado para prevenir la ocurrencia de un evento «SHIMMY», entre los cuales, se encuentran: SL 737-SL-32-057 "FRACTURAS en TL INFERIOR"; la AMM Task 32-11-00-206-001 INSPECCIÓN JUEGO LIBRE TORSIONAL MLG, del AMM, la AMM Task 32-11-81-705-001 AJUSTE - TERMINAL SD, del AMM.
  - 2) Revisión de los AMM y CMM pertinentes, para mejorar las directivas y procedimientos técnicos relacionados al mantenimiento del SD y TL.
  - 3) Recomendación a los pilotos, en el sentido de esforzarse por lograr una tasa normal de descenso, con particular énfasis en asegurar que los «Speedbrakes» automáticos sean armados y desplegados rápidamente en el «touchdown». Un aterrizaje excesivamente suave o un aterrizaje en el cual los «Speedbrakes» no se despliegan inmediatamente, permiten que el MLG permanezca suspendido en el aire por más tiempo, lo que los hace más vulnerables a la ocurrencia de un evento «SHIMMY». Esto es especialmente cierto cuando se aterriza en aeropuertos situados a una mayor altitud donde la velocidad en el «touchdown» aumenta.



**1.18.2 EXPERIENCIA DEL OPERADOR EN EL USO DE LA AERONAVE**

El operador de la aeronave OB-2036-P, posee las habilitaciones, y Manuales Técnicos para la explotación de la aeronave OB-2036-P.

El Manual de Vuelo D6-8730, aprobado por la FAA y la DGAC del Estado Peruano y el Manual de Operaciones del Operador aplicable a la aeronave OB-2036-P, establece los procedimientos para una aproximación estabilizada como se muestra a continuación:

 <b>PERUVIAN AIRLINES</b>  <b>MO PARTE "A" - GENERALIDADES</b>  <b>PROCEDIMIENTOS DE OPERACIONES</b>	Página	09-03-47
	Fecha	02-09-15
	Revisión	12
<b>APROXIMACION ESTABILIZADA</b>  El concepto de Aproximación estabilizada aplica a todos los tipos de aproximación incluyendo ILS / NON-ILS / CIRCLING y básicamente va en función de mantener una aproximación estable, en función a una velocidad de referencia estable, en una senda de vuelo en descenso manteniendo la precisión de la navegación vertical y lateral en configuración de aterrizaje. Cualquier desviación significativa de la senda de vuelo planificada, velocidad, o régimen de descenso deberá ser anunciada por el PM. Todas las aproximaciones deben estar estabilizadas a 1,000 pies sobre la elevación del aeropuerto (AFE) en condiciones de vuelo instrumental (IMC) y a 500 pies AFE en condiciones de vuelo visual (VMC). La decisión de hacer una ida de largo por no encontrarse estabilizado en la aproximación no necesariamente es reflejo de una baja performance de la tripulación sino que también puede atribuirse a factores adversos.  Las siguientes recomendaciones de Flight Safety Foundation (FSF) deberán ser observadas por los Pilotos para identificar que una aproximación se encuentra correctamente estabilizada: ➤ Avión en la correcta senda de Vuelo ➤ Cambios pequeños para mantener la senda de vuelo ➤ Avión en correcta velocidad de aproximación VREF y máximo VREF + 20 Kt. ➤ Avión en correcta configuración de aterrizaje ➤ Máximo régimen de descenso 1000 pies/min. Si se va usar más de 1,000 pies/min. de rate de descenso un briefing especial deberá ser hecho. ➤ Potencia de motores minimamente en "Spool" (No IDLE) y/o adecuadamente seteadas. ➤ Briefings y Checklists completados. ➤ No más de un punto de desviación de la senda de planeo o localizador. ➤ Alas niveladas en aproximaciones visuales a 500 pies. ➤ Alas niveladas en aproximaciones circulares a no menos de 300 pies sobre el terreno.  <b>NOTA:</b> Si alguna de las condiciones previas no puede mantenerse, deberá efectuarse un procedimiento de Go-Around.		

En la página 09-03-09 del mismo manual, se indica además sobre el procedimiento de seguridad operacional "Cabina Estéril" que se debe aplicar en diferentes fases del vuelo, dentro de ellas en la fase el descenso, al cruzar 10,000 pies sobre el terreno, a fin de que la tripulación de cabina se dedique exclusivamente al cumplimiento de los procedimientos operacionales.

**1.19 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN ÚTILES Ó EFICACES**

La investigación se llevó a cabo de acuerdo con lo recomendado en el Anexo 13 del Convenio de Aviación Civil Internacional "Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación", Doc. 9756, Parte I de la Organización de Aviación Civil Internacional, así como el artículo 154.1 del Título XV de la Ley de Aeronáutica Civil del Perú, Ley N° 27261.

----- ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO -----

## **2. ANÁLISIS**

### **2.1 GENERALIDADES**

El análisis de la presente investigación se basó principalmente en todas las evidencias factuales de la tripulación, en los procedimientos operacionales, en los registros de mantenimiento, en el estudio de los restos en la zona del accidente, en los informes sobre los registradores de vuelo presentados por la NTSB, en el informe de laboratorio de los restos de las piezas mecánicas analizadas por la NTSB, en el asesoramiento del fabricante "Boeing Company", la industria nacional SEMAN y la industria internacional aeronáutica.

### **2.2 OPERACIONES DE VUELO**

#### **2.2.1 CALIFICACIÓN DE LA TRIPULACIÓN**

El Piloto de la aeronave (según legajo técnico en la DGAC), estaba habilitado y psicofísicamente apto para operar la aeronave Boeing 737-300/400/500; el día del accidente, se encontraba impartiendo instrucción al Copiloto (Primer oficial) para operar y aterrizar la aeronave en aeropuertos especiales (en campos de altura), como el Aeropuerto de Jauja. Las actuaciones de la tripulación se encuentran grabadas en los registradores.

El Copiloto (según legajo técnico en la DGAC), se encontraba habilitado y psicofísicamente apto para operar la aeronave; asimismo, el día del accidente realizaba por primera vez la maniobra de aterrizaje en el Aeropuerto de Jauja, para calificarse en operaciones en aeropuertos especiales (en campos de altura), según lo contemplado en el Manual de Operaciones del operador PERUVIAN AIR LINE SAC, MO PARTE "D"- CAPACITACIÓN, aplicable a la aeronave OB-2036-P, que establece el programa de Instrucción para los Tripulantes de Vuelo en Aeropuertos Especiales (pag. 02-05-01, de fecha 16-02-17, rev. 18).

#### **2.2.2 PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES**

La documentación de vuelo en lo que se refiere a meteorología, distribución del equipaje, peso y balance, plan de vuelo navegado, cálculo de combustible, y nivel de vuelo se encontraban dentro de lo normal.

Las fases correspondientes al despegue del aeropuerto "Jorge Chávez" de Lima, ascenso, navegación, descenso y aproximación al aeropuerto Jauja se realizaron con buenas condiciones meteorológicas y dentro de las características adecuadas de actuación de la aeronave y procedimientos de operación de la tripulación.

La comunicación entre la aeronave y las torres de control fluyeron sin contratiempos y las ayudas a la navegación estuvieron disponibles durante el vuelo al aeropuerto de Jauja.

El operador PERUVIAN AIR LINE SAC, considera en el Manual de Procedimientos Operativos Estándar, el concepto de cabina estéril que deben aplicar los pilotos en sus conversaciones durante las fases críticas del vuelo; luego de analizar la transcripción del CVR se aprecia que en la fase de aproximación, el piloto al mando realiza conversaciones no relacionadas al vuelo de carácter irrelevante, hay otras conversaciones orientadas al copiloto para que identifique y tome las referencias visuales necesarias para el aterrizaje; sin embargo, estas comunicaciones no se atribuyen como parte de la cadena causal del accidente.





Al compararse los datos obtenidos del FDR y los indicados en el Manual de Operaciones del operador PERUVIAN AIR LINE SAC sobre la Aproximación Estabilizada, se tiene que la aproximación visual a partir de los 500 pies sobre el terreno, se llevó a cabo dentro de los límites operacionales para una aproximación estabilizada, luego de la restablecida se realizó un contacto positivo de 1.3365 gravedades con una velocidad de 152 nudos de VAI, parametros óptimos considerados para una aproximación y aterrizaje.

Si bien es cierto, en esta investigación, no se ha evidenciado un aterrizaje desestabilizado, o una tasa de descenso muy baja, es muy importante la recomendación del fabricante "Boeing Company al operador, publicada en la Revista Aero QTR-03-13, en su artículo: Prevención de un evento «SHIMMY»." en el sentido de exigirle a los pilotos, que deben esforzarse por lograr una tasa normal de descenso, con particular énfasis en asegurar que los «Speedbrakes» automáticos sean armados y desplegados rápidamente en el «touchdown». Un aterrizaje excesivamente suave o un aterrizaje en el cual los «Speedbrakes» no se despliegan inmediatamente, permiten que el MLG permanezca suspendido en el aire por más tiempo, lo que los hace más vulnerables a la ocurrencia de un evento «SHIMMY»". Esto es especialmente cierto cuando se aterriza en aeropuertos situados a una mayor altitud donde la velocidad en el «touchdown» aumenta.

### **2.2.3 AERÓDROMO**

De acuerdo al Anexo 14 al Convenio sobre Aviación Civil internacional, volumen I Diseño y operaciones de aeródromos, a lo normado en la RAP 314 y a lo publicado en el AIP, el Aeropuerto de Jauja es considerado categoría 4C, como tal; *"Toda franja que comprenda una pista de vuelo visual debería extenderse a cada lado del eje de la pista y de su prolongación a lo largo de la franja, hasta una distancia de por lo menos 75 metros cuando el número de clave sea 3 ó 4"*

El aeródromo de Jauja el día del accidente, se encontraba con trabajos de mantenimiento y mejoras en el pavimento de su pista de despegue y aterrizaje, teniendo disponible el lado derecho de la pista con una extensión de 2,700 x 30 metros. La franja (canal de drenaje) se encontraba a solo 50 mts a lo largo de toda la pista de vuelos; considerando, que el aterrizaje de la aeronave se realizó al centro del lado derecho de la pista, la distancia de la franja se redujo a solo 27 metros, por ello cuando la aeronave excursiona (sale) de la pista, casi inmediatamente el ala derecha con sus 14 metros de largo impactó contra el cerco perimetral del aeropuerto y seguidamente el motor N° 2 cayó en el canal de drenaje que corre paralelo a la pista en el limite de la franja, originándose el desprendimiento del motor y el posterior incendio de la aeronave.

----- ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO -----



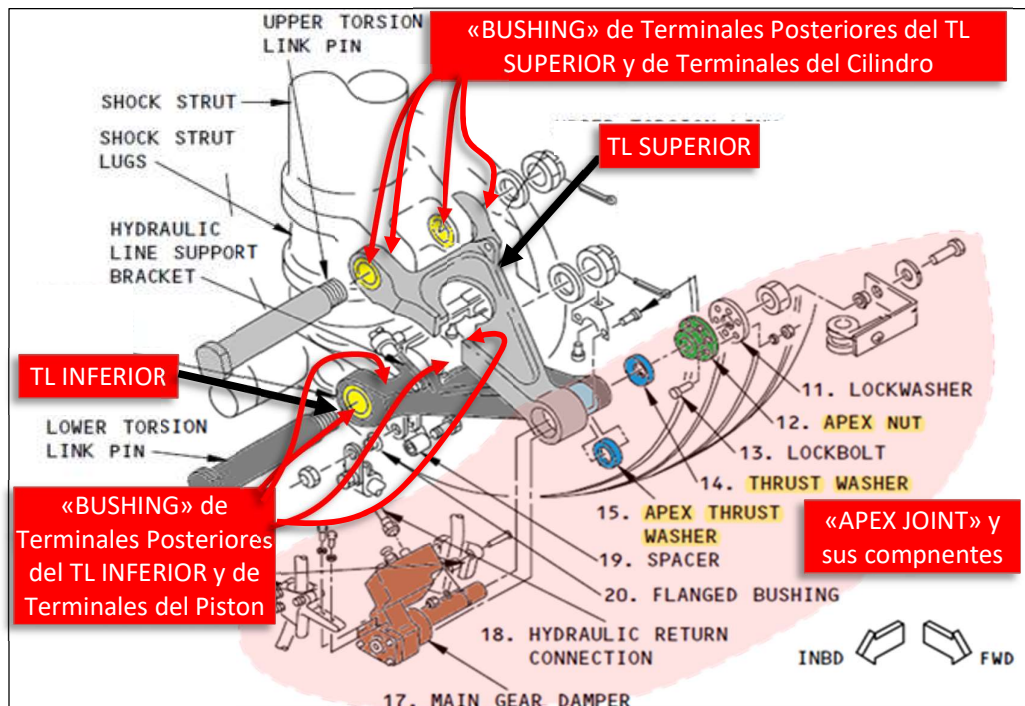


## 2.3 AERONAVE

### 2.3.1 MANTENIMIENTO DE LA AERONAVE

- a. Al revisar y evaluar los datos de mantenimiento del operador PERUVIAN AIR LINE SAC, que contienen los registros de los trabajos efectuados en la aeronave OB-2036-P y sus componentes, se verificó, que ésta contaba con potencial disponible de horas de vuelo, ciclos de vuelo y/o tiempo calendario. Los MLG-LH y RH y el NLG contaban con ciclos de vuelo y/o tiempo calendario disponibles para su explotación.
- b. Los componentes mecánicos "sensibles", en cada MLG, que inciden en la ocurrencia de evento «SHIMMY» de MLG, si tuvieran fractura o desgaste, holgura y apriete, fuera de tolerancia, son:
  - 1) El «APEX JOINT» conformado por: el SD como componente central, y los «APEX WASHER», «SPHERICAL SHAPED BUSHING», «APEX NUT» como componentes mecánicos complementarios;
  - 2) El TL SUPERIOR y el TL INFERIOR que se unen en el «APEX JOINT»;
  - 3) Las 02 «BUSHING» de los Terminales Posteriores del TL INFERIOR, y las 02 «BUSHING» de los Terminales del Pistón, donde se conecta el TL INFERIOR;
  - 4) Las 02 «BUSHING» de los Terminales Posteriores del TL SUPERIOR, y las 02 «BUSHING» de los Terminales del Cilindro, donde se conecta el TL SUPERIOR.

Estos componentes mecánicos integran la "CADENA CINEMÁTICA PARA FUNCIONAMIENTO DEL SD" (denominación referencial propia del investigador), como se muestra a continuación:



- c. Para reducir la probabilidad de ocurrencia de un evento «SHIMMY» de MLG, "Boeing Company" emitió SL 737-SL-32-057-E "FRACTURAS en TL INFERIOR", que propone recomendaciones de inspección y corrección de las partes mecánicas "sensibles"; sin embargo, presenta en su redacción falta de claridad al referirse a las T/C y AMM Task a ser aplicadas e incoherencia/errores en la redacción de ACCIONES RECOMENDADAS AL OPERADOR y el diagrama de flujo en el adjunto II – Figura 3. Su adecuada interpretación, también requiere buena competencia en nivel de inglés técnico por parte de los planificadores y ejecutores de la Orden de Trabajo.

- d. Después de analizar la SL 737-SL-32-057-E "FRACTURAS en TL INFERIOR"; a pesar de las dificultades para su adecuada interpretación, como se ha indicado en el acápite c. anterior, se ha determinado que recomienda siete (07) AMM Task ó Tareas de Mantenimiento a componentes mecánicos pertenecientes a la "CADENA CINEMÁTICA PARA FUNCIONAMIENTO DEL SD", adicionales a las tareas de mantenimiento del MPD previstas en el PM de la flota de aeronaves B737-300/400/500 del operador PERUVIAN AIR LINE SAC, donde esta incluida la aeronave OB-2036-P accidentada.
- e. El PM del operador PERUVIAN AIR LINE SAC, incluye la ejecución de tareas de mantenimiento menor y mayor en los MLG, a ser aplicadas en Checks A, Special Works, inspecciones anuales o Check C; así mismo, incluye periodos de ciclos y tiempos calendarios para la ejecución del OHC.
- f. Al revisar el PM del operador PERUVIAN AIR LINE SAC, respecto de las tareas de mantenimiento menor y mayor planificadas en Checks A y C ó en inspecciones anuales, que se encuentren enfocadas en los componentes mecánicos de la "CADENA CINEMÁTICA PARA FUNCIONAMIENTO DEL SD" que inciden en la ocurrencia de un evento «SHIMMY», se aprecia lo siguiente:
- 1) De siete (07) AMM Task y Tareas de mantenimiento recomendadas por la SL 737-SL-32-057-E, el PM incluye seis (06) AMM Task, quedando una (01) Tarea de mantenimiento fuera, desconociéndose el estado de las partes o componentes mecánicos relacionados a la misma. La Tarea de mantenimiento es:
    - ENGRASE LUBRICANTE DE FITTINGS, de cada MLG.
  - 2) Dos (02) AMM Task no se encuentran recomendadas en la SL 737-SL-32-057-E, pero el operador las incorporó:
    - AMM Task 32-11-00-206-001 INSPECCIÓN JUEGO LIBRE TORSIONAL MLG, en Check C.
    - PND – INSPECCION TL, en Check C.
  - 3) No existen AMM Task incluidas en el PM que tengan frecuencia anual de cumplimiento.

Cuadro integral de AMM Task incluidas en el PM						
AMM Task ó TAREA DE MANTENIMIENTO		SL	PM PERUVIAN			
			CHA	SW	ANUAL	CHC
1	AMM Task 32-11-00-206-001 INSPEC. JUEGO LIBRE TORSIONAL MLG	--	--	--	--	1C
2	AMM Task 32-11-00-206-053 INSPECCIÓN de los «APEX JOINT» Inspection of Distance External Faces of the APEX WASHER	✓	--	--	--	1C
3	AMM Task 32-11-51-206-001 INSPECCIÓN DESGASTE AXIAL TL Check tolerance between BUSHING Flange Faces of: LOWER TL AFT ENDS and UPPER TL AFT ENDS and MLG CYLINDER ENDS.	✓	8A	--	--	--
4	AMM Task 32-11-81-004-001 REMOCIÓN/INSPECCIÓN SD Inspection of: APEX WASHER, SD PISTON and SPHERICAL SHAPED BUSHING in the TL for wear.	✓	8A	--	--	--
5	AMM Task 32-11-81-705-001 AJUSTE del SD y APRIETE del «APEX NUT» Check Previously Distance in SD: HOUSING TERMINAL - PISTON HEAD.	✓	A	SW	--	--
6	AMM Task 32-11-81-705-014 PRUEBA/INSPECCIÓN SD – MEDIR «GAP». Check Previously the «APEX GAP».	✓	A	SW	--	--
7	AMM Task 32-11-81-870-801 SANGRADO del SD	✓	8A	--	--	--
8	GREASE LUBRICANT OF FITTINGS	✓	NO CONSIDERADA EN PM			
9	NDT – TORSION LINK INSPECTION	--	--	--	--	1C

Leyenda: CHA: Check A / SW: SPECIAL WORK / CHC: Check C,  
SL: SL 737-SL-32-057-E "FRACTURAS en TL INFERIOR"

- g. A continuación, se presenta un cuadro de ANÁLISIS del HISTORIAL de EJECUCIÓN del PM PERUVIAN (Check 1C, Check A y Special Works) en el periodo del 22-04-15 al 04-03-17, días antes del accidente.

**CIAA-ACCID-005-2017, B737-3M8, OB-2036-P, PERUVIAN AIR LINE SAC**

AMM Task ó TAREA DE MANTENIMIENTO		SL	PM PERUVIAN				ANÁLISIS de HISTORIAL de EJECUCIÓN del PM PERUVIAN En el periodo del 22-04-15 al 04-03-17, días antes del accidente
			CHA	SW	ANUAL	CHC	
<b>1 AMM Task 32-11-00-206-001 INSPECCIÓN JUEGO LIBRE TORSIONAL MLG</b> Medir juego libre sobre eje perpendicular a tierra		--	--	--	--	1C	En último Check 1C del 23-11-16, por la OMA N° 018 SEMAN-PERU, para determinar si medición se encontraba dentro de tolerancia (< 0.14 pulg.) o era necesario reparar según AMM Task 32-11-51-206-001 INSP. DESGASTE AXIAL TL – Flagnote 9, la OMA registró medición en c/MLG, con valores promedio dentro de tolerancia y registro herramienta de medición y su vigencia de calibración, sin observaciones.
<b>2 AMM Task 32-11-00-206-053 INSPECCIÓN «APEX JOINT»</b> Inspeccionar distancia entre Caras Externas de las «APEX WASHER»		✓	--	--	--	1C	En último Check 1C del 23-11-16, por la OMA N° 018 SEMAN-PERU, para determinar si distancia se encontraba dentro de tolerancia ( $\geq 2.700$ pulg.) o era necesario reparar según AMM Task 32-11-51-206-001 INSPECCIÓN DESGASTE AXIAL TL – Flagnote 9: <ul style="list-style-type: none"> <li>OMA registró distancia encontrada en cada MLG, con valores dentro de tolerancia.</li> <li>OMA no registró herramienta de medición.</li> </ul>
<b>3 AMM Task 32-11-51-206-001 INSP. de DESGASTE AXIAL TL</b> Verificar tolerancia entre Caras de Pestañas de «BUSHING» de: Terminales Posteriores TL INFERIOR y Terminales del Piston, y Terminales Posteriores TL SUPERIOR y Terminales del Cilindro.		✓	8A	--	--	--	CONSIDERADA en PM PERUVIAN, pero no existe registro de cumplimiento
<b>4 AMM Task 32-11-81-004-001 REMOCIÓN/INSPECCIÓN SD</b> «APEX WASHER», «SD PISTON» Y «SPHERICAL SHAPED BUSHING» en el TL por desgaste.		✓	8A	--	--	--	CONSIDERADA en PM PERUVIAN, pero no existe registro de cumplimiento
<b>5 AMM Task 32-11-81-705-001 AJUSTE - TERMINAL SD</b> Verificar previamente Distancia en SD: «HOUSING TERMINAL» - «PISTON HEAD»		✓	A	SW	--	--	En Checks A y Special Works ejecutadas por la OMA N° 044 PERUVIAN AIR LINE SAC, para determinar juego libre torsional en cada MLG ( $D_{MIN} \geq 0.700$ pulg. ó $\geq 17.78$ mm.), se detectó lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>D = 20 pulg. (508 mm.), es medición muy exagerada, porque representa casi 29 veces la <math>D_{MIN}</math>.</li> <li>Varias D que no especifican unidad de medida, solo números adimensionales D=19.00, D=18.00.</li> <li>Varias D tomadas en el MLG LH son idénticas en el MLG RH, configuran una situación atípica.</li> <li>No registra herramienta de medición, ni vigencia de calibración, solo referencian torquímetro y alambre de frenar, que NO están relacionados a la medición requerida.</li> </ul>
<b>6 AMM Task 32-11-81-705-014 PRUEBA/INSPECCIÓN SD-MEDIR «GAP»</b> Verificar previamente la «APEX GAPT» en cada MLG.		✓	A	SW	--	--	En Checks A y Special Works ejecutadas por la OMA N° 044 PERUVIAN AIR LINE SAC, para medir la «APEX GAPT» individual en cada MLG-LH y MLG-RH, con el fin de determinar si se encontraban dentro de la tolerancia (< 0.005 pulg.) o había sido superado, por lo cual, hubiese sido necesario reparar según AMM Task 32-11-51-206-001 INSPECCIÓN DESGASTE AXIAL TL – Flagnote 9, se detectó: <ul style="list-style-type: none"> <li>Mayoría de «APEX GAPT» en MLG-LH y RH, se encontraban en 0.0 pulg.; es decir, ¿"sin desgaste"?; lo cual no tiene lógica ó congruencia técnica. Además, antes y después del cambio del SD en el MLG RH por fuga hidráulica en la Check 8A del 15-06-16 se registraron en 0.0 pulg., cuando lo lógico hubiese sido obtener valores diferentes, por el desgaste natural de las partes con el uso.</li> <li>Tres «APEX GAPT» en MLG-LH y RH, sin lógica técnica, fueron registradas como «APEX GAPT» UNIFICADAS (MLG-LH + MLG-RH): 0.002 pulg., 0.002 pulg. y 0.005 pulg., cuando deben ser medidos y registrados en forma independiente: «APEX GAPT» del MLG-LH y el «APEX GAPT» del MLG-RH.</li> <li>Tres «APEX GAPT» en MLG-LH y RH, registradas antes de las mediciones del párrafo anterior, se registraron como «APEX GAPT» individuales, «APEX GAPT» (GAP1+GAP2) del MLG-LH y «APEX GAPT» (GAP1+GAP2) del MLG-RH, que es lo correcto, pero con la observación que en los tres casos; haciendo un ejercicio solo de verificación de valores, la sumatoria del «APEX GAPT» del MLG-LH y del MLG-RH era exactamente 0.005 pulg. límite máximo del «APEX GAPT» establecido en cada MLG.</li> <li>No se registra la herramienta de medición empleada ni su vigencia de calibración, solo referencian a un torquímetro y alambre de frenar, que no están relacionados a la medición requerida.</li> </ul>
<b>7 AMM Task 32-11-81-870-801 SANGRADO SD</b>		✓	8A	--	--	--	Durante el Check 8A (cada 2,000 horas de vuelo), no se efectuó. Se efectuó en la Special Work del 29-12-15 sin hallazgo registrado. Debio efectuarse en cada Check 8A, o cumplir con lo indicado en el SL: anualmente y luego en el Check C, como el ultimo ejecutado del 23-11-16.
<b>8 Tarea de Mantenimiento ENGRASE LUBRICANTE DE FITTINGS</b>		✓	--	--	--	--	NO CONSIDERADA en PM PERUVIAN
<b>9 Tarea de Mantenimiento PND – INSPECCIÓN TL</b>		--	--	--	--	1C	En último Check 1C del 23-11-16, no se efectuó. Se efectuó en la Special Work del 28-05-15, S/N.

- h. Se debe precisar, que las diferentes AMM Task del cuadro anterior: ANÁLISIS del HISTORIAL de EJECUCIÓN del PM PERUVIAN, demandan para su ejecución, el empleo de herramientas de medición adecuadas, calibradas y confiables; así como, destreza competente en su empleo, por parte de los ejecutores de la AMM Task, porque conllevan mediciones bastante pequeñas de «GAPs», Holguras, Distancias: 0.005" (0.127 mm.), 0.016" (0.406 mm.).
- i. Al revisar detalladamente el PM, respecto del OHC y de sus límites de operación y según la Hoja de Datos de cada MLG, a la fecha del accidente, se observa lo siguiente:
- 1) Los MLG habían consumido cerca del 71% de sus Totales de Cy Límite de Vida (75,000 Cy) para dar por cumplido su límite de vida y ser retirados del servicio.
  - 2) Los MLG habían consumido cerca del 43% de sus Cy para OHC (21,000 Cy).
  - 3) Los MLG habían consumido cerca del 87% de sus Meses para OHC (120 Meses).
- El OHC de los MLG comprende a los TL SUPERIOR e INFERIOR.
- j. Las pruebas de metalografía y dureza ejecutadas en el laboratorio de la NTSB, a los TL de los MLG de la aeronave OB-2036-P accidentada, demostraron que la estructura granular mantenía la característica de dureza de fábrica, infiriéndose que los TL INFERIORES del MLG-LH y del MLG-RH se fracturaron y separaron en dos partes c/u por sobre-esfuerzo, en razón de superar su límite de resistencia; asimismo, es importante describir los siguientes hallazgos reportados por el citado laboratorio de la NTSB:
- 1) La distancia medida, entre las Caras Externas de las Pestañas de las «BUSHING» en los Terminales Posteriores del TL INFERIOR del MLG-LH, excedían el límite del fabricante, para servicio: 6.382 pulg.
  - 2) El diámetro interior medido, de todas las «BUSHING» insertadas en cada Terminal Posterior I/B y O/B, de los TL SUPERIOR e INFERIOR de cada MLG-LH y MLG-RH, excedían el límite máximo establecido por el fabricante, para servicio: 1.752 pulg.
  - 3) La distancia calculada, entre las Caras Externas de las Pestañas de las «BUSHING» de los Terminales Posteriores de los TL SUPERIOR e INFERIOR del MLG-RH, excedían el límite del fabricante, para servicio: 6.382 pulg.

- k. La aeronave realizó 834 vuelos (despegues-aterrizajes) en los últimos seis meses antes del accidente. En marzo 2017 realizó 175 vuelos, de los cuales, 54 fueron en aeropuertos de altura, y de estos, 09 fueron en el aeropuerto "Francisco Carle" de Jauja. En esta condición de empleo no se registraron deficiencias o reportes por desgastes o anomalías en los MLG.
- l. Las marcas de naturaleza oscilante dejadas en la pista de aterrizaje por la aeronave OB-2036-P accidentada sobre la superficie de la pista de aterrizaje del aeropuerto de Jauja, provienen inicialmente de los neumáticos del MLG-RH y posteriormente de los neumáticos del MLG-LH, configurándose un evento «SHIMMY» de ambos MLG, con la siguiente secuencia, desde su aterrizaje hasta su detención:
- 1) Colapsa totalmente el MLG-RH, rompiéndose por torsión y flexionándose hacia la superficie inferior del ALA-RH.
  - 2) El ala RH cae sobre la pista, apoyada en el MOTOR-RH (Nº 2 izquierdo).
  - 3) La aeronave se desvía hacia su lado derecho en un recorrido descontrolado fuera de la pista (Runway Excursion - RE), encajando la superficie inferior del carenado del MOTOR-RH sobre una zanja paralela a la pista de aterrizaje, atascándose y desprendiéndose el MOTOR-RH, mientras la aeronave continua su recorrido.
  - 4) La tubería principal de alimentación de combustible de la aeronave al MOTOR-RH, se desprende, liberándose combustible que seguía siendo suministrado por la aeronave, generando una deflagración e incendio de la aeronave durante su detención, siendo consumida por el fuego en un 90% aprox.





**5)** Los pasajeros y tripulación salieron ilesos, antes de que el fuego los alcance.

- m.** El análisis de la NTSB, evidenció desgaste fuera de tolerancia de varios componentes del SD («SHIMMY DAMPER») del MLG-RH y posteriormente del MLG-LH, especialmente de las partes correspondientes a sus «APEX JOINT», que no tuvieron la capacidad de amortiguar y disipar las oscilaciones laterales crecientes de los neumáticos, a consecuencia del evento «SHIMMY», provocando la rotura de los TL INFERIOR correspondientes del MLG-RH y luego del MLG-LH, por fuerzas que excedieron sus límites de resistencia.

### **2.3.2 PERFORMANCE DE LA AERONAVE**

La información obtenida de los registradores de vuelo CVR y FDR, corroboran que la aeronave OB-2036-P, estuvo actuando aerodinámicamente sin ningún tipo de interferencias o anomalías durante el vuelo, en congruencia a lo establecido en su certificado tipo de aeronave, motor y tipo de combustible. No se considera que las performances de la aeronave formen parte de la cadena causal, que produjera el accidente del OB-2036-P.

### **2.3.3 MASA Y CENTRADO**

La información obtenida del registrador de vuelo CVR, estableció que la tripulación efectuó un chequeo del peso antes del aterrizaje en el aeropuerto "Francisco Carlé" de Jauja, el cual se encontraba por debajo del máximo permitido para el aterrizaje en ese aeropuerto.

Al contrastar esta información con los datos consignados en el formato de Peso y Balance de la aeronave se encontró coincidencia y se estableció que el Centro de Gravedad - C.G. de la aeronave, se encontraba dentro del intervalo de la Cuerda Media Aerodinámica - C.M.A. que establece que la aeronave se encontraba centrada para la ejecución del vuelo el día del accidente.

La posición del C.G. se clasifica dentro de la condición de equilibrio estable, es decir, con la estiba de pasajeros y equipaje adecuadamente distribuidos en el interior de la aeronave. No se considera que la distribución del peso en la aeronave y el centrado de ésta, forme parte de la cadena causal que provocara el accidente del OB-2036-P.

## **2.4 SUPERVIVENCIA**

### **2.4.1 RESPUESTA DEL SERVICIO DE SALVAMENTO Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS**

El fuego se inició y alcanzó el ala derecha del avión, la cual se encontraba sobre la zanja de drenaje de la pista de aterrizaje. El vehículo del Servicio de Extinción de Incendios (SEI) del aeropuerto de Jauja, no pudo atravesar o cruzar la zanja debido a sus dimensiones y profundidad, por lo que se vio imposibilitado de lanzar el agua y la sustancia química de extinción de fuego a la zona correcta.

Este factor de supervivencia no es parte de la cadena causal del accidente; sin embargo, es una deficiencia en la capacidad de mitigación del accidente. Esta condición debe ser evaluada por los encargados de la administración del aeropuerto de Jauja, con la finalidad de que el vehículo contraincendio tenga las áreas de libre paso o acceso, para incrementar el nivel de Seguridad Operacional en dicho aeropuerto.



Posterior al accidente y luego que los pasajeros estuvieron en una zona segura, el operador PERUVIAN AIR LINE SAC no tenía previsto un Plan de Emergencia para el auxilio y apoyo de los pasajeros accidentados. Esta condición debe ser evaluada por la DGAC, con la finalidad de verificar que el operador, antes de efectuar operaciones aéreas en el aeropuerto de Jauja, tenga procedimientos previstos, que se ejecuten cuando ocurra un accidente o incidente, en el cual haya que auxiliar a los accidentados.

----- *ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO* -----



### 3. CONCLUSIONES

#### 3.1 CONSTATAACIONES

- 3.1.1.** El vuelo se despachó del aeropuerto "Jorge Chávez" de Lima con 142 pasajeros y 07 tripulantes técnicos y auxiliares, el peso correspondiente para el despegue y aterrizaje en el aeropuerto "Francisco Carle" de Jauja, según las tablas, se encontraba dentro de los límites permitidos.
- 3.1.2.** La tripulación recibió la instrucción correspondiente de operación en campos de altura en el Simulador de Vuelos y el día del accidente se encontraba en condiciones para efectuar la operación de la aeronave Boeing B737-3M8 OB-2036-P.
- 3.1.3.** La navegación, aproximación y el aterrizaje en el aeropuerto de Jauja se realizó con buenas condiciones meteorológicas, y fue ejecutado por el Primer Oficial (Copiloto) quien se encontraba en etapa de instrucción/calificación para operar en aeródromos especiales de acuerdo con la RAP 121.1770 y Manual de Operaciones del operador PERUVIAN AIR LINE SAC. M.O. parte "D" Capacitación, 2.5 Entrenamiento de Aeropuertos Especiales).
- 3.1.4.** De acuerdo a las evidencias obtenidas, la velocidad calculada del avión para el aterrizaje según el peso, la altura del Aeropuerto "Francisco Carle" (3,363 mts./11,034 pies snm) y la configuración con 15° de flap, fue de 147 nudos (VREF); al momento del aterrizaje hubo presencia de viento de cola de 7 hasta 10 kts. Según el informe de la NTSB, la velocidad indicada (VAI) al momento del contacto en la pista de aterrizaje fue de 152 Nudos, con una velocidad verdadera (VAV) de 195 Nudos sobre el terreno, no sobrepasándose la velocidad límite de las llantas (210 Nudos) al momento del contacto.
- 3.1.5.** La aeronave, a los 500 pies de altura durante la aproximación al campo, se encontró en vuelo estabilizado e hizo contacto con 1.3365 gravedades positivas, habiéndose cumplido con la recomendación operacional de la Revista Aero QTR-03 13 publicada por el fabricante Boeing, artículo: Prevención de ocurrencia de un evento «SHIMMY».
- 3.1.6.** La aeronave OB-2036-P se encontraba con potencial disponible para realizar sus vuelos y no contaba con ítems diferidos relacionados al funcionamiento de los MLG que hubiesen supuesto prever la ocurrencia de un evento «SHIMMY».
- 3.1.7.** Durante el mes de marzo 2017, la aeronave OB-2036-P realizó 175 vuelos; de los cuales, casi la tercera parte, fueron realizados en aeropuertos de elevada altura (Aeropuertos Especiales) como Jauja y Cusco (mayores a 3,000 metros), sin reporte alguno sobre los MLG y SD.
- 3.1.8.** Los límites de operación de los MLG han sido diseñados con enfoque preventivo por "Boeing Company", para evitar su colapso o deficiente funcionamiento, por las siguientes razones:
- Desgaste mecánico y fatiga, asociado a la cantidad de aterrizajes, luego de haber alcanzado su Total de Cy límite de vida; por lo cual, deben ser retirados definitivamente de operación y ser desechados, incluidos sus componentes mecánicos.
  - Desgaste mecánico y fatiga, asociado a la cantidad de aterrizajes, luego de haber alcanzado sus Cy límite para OHC; por lo cual, deben ser retirados transitoriamente de operación y ser sometidos a reemplazo, restauración y ajuste integral de sus componentes mecánicos.
  - Desgaste mecánico y fatiga, asociado al daño de los agentes nocivos medioambientales, luego de haber alcanzado su Tiempo (Años/Meses) límite para OHC; por lo cual, deben ser retirados transitoriamente de operación y ser sometidos a reemplazo, restauración y ajuste integral de sus componentes mecánicos.



**CIAA-ACCID-005-2017, B737-3M8, OB-2036-P, PERUVIAN AIR LINE SAC**

- 3.1.9.** Los MLG de la aeronave OB-2036 accidentada; incluyendo sus componentes mecánicos, tenían un desgaste mecánico y fatiga acumulada calificada de ALTA a BASTANTE ALTA, por la operación acumulada del 71% aprox. de su periodo de Cy limite de vida, para ser retirados del servicio, y por la operación acumulada de casi el 90% de su periodo de tiempo (meses) para ser sometidos a OHC.
- 3.1.10.** Los componentes mecánicos pertenecientes al «APEX JOINT»; los TL SUPERIOR e INFERIOR de cada MLG; y, las «BUSHING» de los Terminales Posteriores de cada TL SUPERIOR e INFERIOR y de cada Terminal del Cilindro y del Piston, estan interconectados, formando una "CADENA CINEMÁTICA PARA FUNCIONAMIENTO DEL SD", teniendo al SD del «APEX JOINT», como componente de amortiguación del movimiento oscilatorio o vibratorio relativo entre Piston y Cilindro, para evitar un evento «SHIMMY». Si alguno de estos componentes, estuviera fuera de las tolerancias estipuladas en las T/C o AMM Task, afectarían a los demás con el tiempo, causando el desgaste progresivo y perdida de eficiencia del SD y elevación de la probabilidad de ocurrencia de un evento «SHIMMY».
- 3.1.11.** La SL 737-SL-32-057-E lleva por título "FRACTURAS en TL INFERIOR" que no referencia el problema al cual esta dirigido: prevenir la ocurrencia de un evento «SHIMMY».
- 3.1.12.** La SL 737-SL-32-057-E, solo recomienda a los operadores, la ejecución de siete (07) AMM Task ó Tareas de mantenimiento en componentes mecánicos de la "CADENA CINEMÁTICA PARA FUNCIONAMIENTO DEL SD", instalados en OHC o mantenimiento.
- 3.1.13.** La SL 737-SL-32-057-E "FRACTURAS en TL INFERIOR" requiere revisión total para que su redacción sea precisa y coherente en cuanto a las AMM Task ó Tareas de mantenimiento recomendadas y de esta forma sea interpretada inequívocamente por los operadores de servicios aéreos.
- 3.1.14.** El personal de mantenimiento encargado de la ejecución de las AMM Task ó Tareas de mantenimiento establecidas en el PM, relacionadas a los componentes mecánicos de la "CADENA CINEMÁTICA PARA FUNCIONAMIENTO DEL SD", requiere:
- Conocimientos suficientes de ingles técnico para interpretar y comprender los procedimientos de ejecución establecidos;
  - Destreza certificada en el manejo de las herramientas para efectuar las mediciones de los componentes mecánicos que tienen tolerancias de dimensiones bastante reducidas, desde 0.005 pulg. (0.127 mm.);
  - Herramientas confiables y debidamente calibradas para efectuar las mediciones.
- 3.1.15.** El PM del operador PERUVIAN AIR LINE SAC, incorporó la ejecución de nueve (09) AMM Task o Tareas de mantenimiento a componentes mecánicos de la "CADENA CINEMÁTICA PARA FUNCIONAMIENTO DEL SD", habiéndose detectado en los dos últimos años aprox.; previos al accidente del OB-2036-P, los siguientes hallazgos relacionados a las principales probabilidades de ocurrencia de un evento «SHIMMY», advertidos por el fabricante "Boeing Company" en la Revista Aero QTR-03 13:
- AMM Task 32-11-00-206-053 INSPECCIÓN «APEX JOINT»** (Check C), para inspeccionar la distancia entre las Caras Externas de las «APEX WASHER»:
    - Se registraron los valores obtenidos, dentro de la tolerancia establecida.
    - NO SE REGISTRÓ LA HERRAMIENTA DE MEDICIÓN.
    - AMM Task ligada a la causa-raíz con la 1ª probabilidad de ocurrencia descrita en la Revista Aero QTR-03 13 de "Boeing Company".





- b. **AMM Task 32-11-51-206-001 INSPECCIÓN DESGASTE AXIAL TL** (Check 8A), para verificar la tolerancia entre Caras de las Pestañas de «BUSHING»: de los Terminales Posteriores del TL INFERIOR y de los Terminales del Pistón; y, verificar la tolerancia entre Caras de las Pestañas de «BUSHING»: de los Terminales Posteriores del TL SUPERIOR y de los Terminales del Cilindro:
- 1) NO EJECUTADA.
  - 2) AMM Task ligada a la causa-raíz con la 2<sup>da</sup> probabilidad de ocurrencia descrita en la Revista Aero QTR-03 13 de "Boeing Company".
- c. **AMM Task 32-11-81-004-001 REMOCIÓN/INSPECCIÓN SD** (Check 8A), para inspeccionar el estado de las «APEX WASHER», «SD PISTON» y «SPHERICAL SHAPED BUSHING» en el TL, por desgaste:
- 1) NO EJECUTADA.
  - 2) AMM Task ligada a la causa-raíz con la 1<sup>ra</sup> probabilidad de ocurrencia descrita en la Revista Aero QTR-03 13 de "Boeing Company".
- d. **AMM Task 32-11-81-705-001 AJUSTE - TERMINAL SD** (Check A), para verificar si distancia entre el «SD HOUSING TERMINAL» y el «SD PISTON HEAD» del SD se encontraba dentro de la tolerancia establecida:
- 1) SE REGISTRARON MEDICIONES DE DISTANCIA (D), ILÓGICAS INCONGRUENTES o ATÍPICAS: dimensiones muy exageradas; mediciones adimensionales; idéntica medición de D en el MLG LH con el MLG RH.
  - 2) NO SE REGISTRÓ LA HERRAMIENTA DE MEDICIÓN.
  - 3) AMM Task ligada a la causa-raíz con la 1<sup>ra</sup> probabilidad de ocurrencia descrita en la Revista Aero QTR-03 13 de "Boeing Company".
- e. **AMM Task 32-11-81-705-014 PRUEBA/INSPECCIÓN SD - MEDIR «GAP»** (Check A), para verificar si el «APEX GAPT» se encontraba dentro de la tolerancia establecida.
- 1) SE REGISTRARON MEDICIONES DE «APEX GAPT» ILÓGICAS, INCONGRUENTES ó ATÍPICAS: gran parte de las mediciones individuales de cada MLG LH y MLG RH registran un valor de 0.0 pulg. que representaría "ajuste total sin desgaste"; la suma del «APEX GAPT» individuales del MLG LH y del MLG RH registran un valor exactamente igual al límite máximo del «APEX GAPT» en cada MLG: 0.005 pulg.; unificación errada del valor del «APEX GAPT» (MLG-LH + MLG-RH) (deben medirse separadamente).
  - 2) NO SE REGISTRÓ LA HERRAMIENTA DE MEDICIÓN.
  - 3) AMM Task ligado a la causa-raíz con 1<sup>ra</sup> probabilidad de ocurrencia descrita en la Revista Aero QTR-03 13 de "Boeing Company".
- f. **AMM Task 32-11-81-870-801 SANGRADO SD** (Check 8A), para retirar el aire que se haya quedado atrapado en el fluido hidráulico interno del SD con el fin de mantener su eficiencia.
- 1) Ejecutada solo en una SPECIAL WORK, inclumpliendo lo previsto en el PM que indicaba ejecutarse en cada Check 8A.
  - 2) AMM Task ligada a la causa-raíz con 4<sup>ta</sup> probabilidad de ocurrencia descrita en la Revista Aero QTR-03 13 de "Boeing Company".

**3.1.16.**

El laboratorio de la NTSB, registro mediciones fuera de límites siguientes, en restos de los componentes mecánicos de la aeronave OB-2036-P accidentada, pertenecientes a la "CADENA CINEMÁTICA PARA FUNCIONAMIENTO DEL SD" y ligadas a la causa-raíz con la 2<sup>da</sup> probabilidad de ocurrencia descrita en la Revista Aero QTR-03 13 de "Boeing Company", hallazgos que podrían haber sido detectados, de haberse ejecutado la **AMM Task 32-11-51-206-001 INSPECCIÓN DESGASTE AXIAL TL** prevista en el PM:



- a. Distancia entre Caras Externas de las Pestañas de las «BUSHING» de los Terminales Posteriores de los TL SUPERIOR e INFERIOR del MLG-RH, que sufrió el evento «SHIMMY» inicial, colapsando.
  - b. Distancia entre Caras Externas de las Pestañas de las «BUSHING» de los Terminales Posteriores del TL INFERIOR del MLG-LH, que sufrió el evento «SHIMMY», posterior al del MLG-RH, colapsando.
  - c. Diámetros Interiores de «BUSHING» I/B y O/B insertadas en los Terminales Posteriores de los TL SUPERIOR e INFERIOR de cada MLG LH y RH.
- 3.1.17.** La ocurrencia del evento «SHIMMY», por falla de componentes mecánicos del MLG RH y MLG LH, pertenecientes a la "CADENA CIMEMÁTICA PARA FUNCIONAMIENTO DEL SD", derivaron en fractura y rotura total por sobre-esfuerzo; bajo cargas de torsión y dobladura, del TL INFERIOR del MLG RH en primer lugar y del TL INFERIOR del MLG LH en segundo lugar, propiciando el accidente de la aeronave OB-2036-P, durante su aterrizaje.
- 3.1.18.** El Aeródromo de Jauja tiene una Franja de 100 metros no cumpliéndose con lo indicado en la RAP 314 para los aeródromos de categoría 4C (Jauja) con una franja de 150 metros.
- 3.1.19.** El Plan de Contingencia para el caso de accidentes fue aplicado limitadamente por el operador para la atención optima del personal afectado.
- 3.1.20.** Un aterrizaje excesivamente suave o aquel en que los «Speedbrakes» no se despliegan inmediatamente, permiten que los trenes de aterrizaje principales permanezcan suspendidos en el aire por más tiempo, generando riesgo de ocurrencia de un evento «SHIMMY», especialmente en aeropuertos de altura, donde la velocidad en el «touchdown» aumenta.

## **3.2 PROBABLE CAUSA Y FACTORES CONTRIBUYENTES**

La Comisión de Investigación de Accidentes de Aviación del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, ha determinado como la "Probable Causa del Accidente" y como "Factores Contribuyentes del Accidente" lo siguiente:

### **CAUSA**

Falla de los componentes mecánicos del sistema de amortiguación «SHIMMY DAMPER - SD» en cada uno de los trenes de aterrizaje principales de la aeronave B737-3M8, matrícula OB-2036P, que al encontrarse fuera del rango de tolerancia, no permitieron la correcta amortiguación de las vibraciones y oscilaciones laterales de las ruedas, generándose eventos «SHIMMY» secuenciales en ambos trenes, que derivaron en su colapso y rotura, mientras realizaba el aterrizaje en el Aeropuerto Francisco Carle de Jauja

### **FACTORES CONTRIBUYENTES**

- 1) Incorrectas y probable ausencia de mediciones en componentes mecánicos de la "CADENA CIMEMÁTICA PARA FUNCIONAMIENTO DEL SD", como indican las AMM Task del PM del operador, que hubiesen permitido detectar y reemplazar oportunamente los componentes fuera de tolerancia, garantizando su integridad y correcto funcionamiento.
- 2) La Service Letter 737-SL-32-057-E "FRACTURAS en Torsion Link INFERIOR", no dispone acciones mandatorias, únicamente recomienda prácticas de mantenimiento para prevenir fracturas en componentes mecánicos de la "CADENA CIMEMÁTICA PARA FUNCIONAMIENTO DEL SD".
- 3) La Service Letter 737-SL-32-057-E "FRACTURAS en Torsion Link INFERIOR", dificulta una interpretación adecuada; que podría inducir a errores para elegir las AMM Task correspondientes y determinar su alcance.



#### **4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL - RSO**

La CIAA emite las siguientes Recomendaciones de Seguridad Operacional, las mismas que deberían hacerse extensivas a todos los operadores de aeronaves Boeing 737-300/400/500 aprobadas por la DGAC, con el fin de realizar una detección temprana e integral de daños o desgastes, en los componentes mecánicos de la "CADENA CINEMATICA PARA FUNCIONAMIENTO DEL «SHIMMY DAMPER - SD»", cuyas medidas esten fuera de tolerancia.

##### **4.1 A LA DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL – DGAC**

Como autoridad aeronáutica del país, para que disponga las acciones correspondientes en la supervisión de cumplimiento de las siguientes RSO:

##### **4.1.1 Disponer al Operador de Servicios Aéreos PERUVIAN AIR LINE SAC**

**4.1.1.1 MANTENIMIENTO:** para fines de detección temprana e integral de daños o medidas fuera de tolerancia, en componentes mecánicos de la "CADENA CINEMATICA PARA FUNCIONAMIENTO DEL «SHIMMY DAMPER - SD»", lo siguiente:

- a. Cumplir con el Programa de Mantenimiento aprobado por la DGAC, para la inspección y mantenimiento de componentes mecánicos, que comprenden nueve (09) AMM Task o Tareas de mantenimiento en las frecuencias correspondientes, como sigue:
  - 1) AMM Task 32-11-00-206-001 INSPECCIÓN JUEGO LIBRE TORSIONAL del MLG - CHECK 1C
  - 2) AMM Task 32-11-00-206-053 INSPECCIÓN de los «APEX JOINT» - CHECK 1C
  - 3) AMM Task 32-11-51-206-001 INSPECCIÓN DESGASTE AXIAL TL - CHECK 8A
  - 4) AMM Task 32-11-81-004-001 REMOCIÓN/INSPECCIÓN SD - CHECK 8A
  - 5) AMM Task 32-11-81-705-001 AJUSTE del SD y APRIETE del «APEX NUT» - CHECK A
  - 6) AMM Task 32-11-81-705-014 PRUEBA/INSPECCIÓN SD – MEDIR «GAP» - CHECK A
  - 7) AMM Task 32-11-81-870-801 SANGRADO del SD - CHECK 8A
  - 8) Tarea de Mantenimiento ENGRASE LUBRICANTE DE FITTINGS - CHECK A
  - 9) Tarea de Mantenimiento PND – INSPECCIÓN TL - CHECK 1C
- b. Considerar en el Programa de Mantenimiento, las AMM Task y Tareas de Mantenimiento señaladas anteriormente en el acápite a. anterior, como Ítems de Inspección Requerida – Required Inspection Item (RII).
- c. Revisar los Programas de Instrucción del personal técnico de mantenimiento de la(s) OMA(s) que ejecutará(n) las tareas de inspección y mantenimiento de los componentes mecánicos de la "CADENA CINEMATICA PARA FUNCIONAMIENTO DEL SD"; como se han precisado en el acápite a. anterior, para garantizar que cuenten con lo siguiente:
  - 1) Conocimientos suficientes de ingles técnico para interpretar y comprender los procedimientos establecidos en las AMM Task y Tareas de Mantenimiento;
  - 2) Conocimiento y empleo de los diferentes tipos de herramientas para efectuar las mediciones de los componentes mecánicos solicitados.



- 4.1.1.2 OPERACIONES:** incorporar en el Programa de Instrucción periodico de las tripulaciones técnicas, las **"Acciones Recomendadas al Operador por el fabricante Boeing Company", en la Revista Aero QTR-03 13, orientado a las tripulaciones aéreas en el sentido de** esforzarse en lograr una tasa normal de descenso para el aterrizaje, con particular énfasis en asegurar que los «Speedbrakes» automáticos sean armados y desplegados rápidamente en el «touchdown». Un aterrizaje excesivamente suave o aquel en el cual los «Speedbrakes» no se despliegan inmediatamente, permiten que los trenes de aterrizaje principales permanezcan suspendidos en el aire por más tiempo, generando riesgo de ocurrencia de un evento «SHIMMY», especialmente cuando se aterriza en aeropuertos de altura (como Cusco, Jauja) donde la velocidad en el «touchdown» aumenta.

**4.1.2 Disponer a la Corporacion Peruana de Aeropuertos "CORPAC"**

- a. Previo estudio correspondiente, la realización de la ampliación de la franja hasta 75 metros a cada lado de la pista de acuerdo con la categoría 4C del aeropuerto de Jauja, considerando la eliminación del obstáculo (zanja de drenaje) dentro del área de la franja.
- b. Efectuar un estudio donde se considere nuevas disposiciones en la ejecución de entrenamientos con las unidades y personal SEI del aeropuerto de Jauja, considerando las rutas de acceso requeridas para poder atacar el incendio de una aeronave desde el lado requerido sin tener limitaciones de transito por la existencia de obstáculos como zanjas de drenaje y cercos perimetricos.

**4.2 A LA NATIONAL TRANSPORT SAFETY BOARD - NTSB**

Para que se sirva coordinar con la "Federal Aviation Administration – FAA", con el fabricante aviones comerciales B-737 "Boeing Company" y con los Organismos que correspondan, reuniones para estudiar y evaluar la posibilidad de:

- 4.2.1** Convertir la Service Letter SL 737-SL-32-057-E "FRACTURAS en TL INFERIOR" en un Boletín de Servicio para atenuar el riesgo de que se repita la ocurrencia de un evento «SHIMMY».

- 4.2.2** Incorporar en el nuevo Boletín de Servicio, indicado en el párrafo 4.2.1 anterior, para que cuando se realice el Check 1C, se revisen los siguientes componentes mecánicos, que integran la "CADENA CINEMÁTICA PARA FUNCIONAMIENTO DEL «SHIMMY DAMPER - SD»", por ser componentes críticos para la ocurrencia de un evento «SHIMMY», en caso de daño o medidas fuera de tolerancia:

- a. Las dos «BUSHING» de los Terminales Posteriores del TL INFERIOR;
- b. Las dos «BUSHING» de los Terminales Posteriores del TL SUPERIOR;
- c. Las dos «BUSHING» de los Terminales del Pistón que se conectan con el TL INFERIOR;
- d. Las dos «BUSHING» de los Terminales del Cilindro, que se conectan con el TL SUPERIOR;
- e. Las dos «APEX WASHER» del «APEX JOINT»;
- f. Las dos «SPHERICAL SHAPED BUSHING» del «APEX JOINT»; y
- g. El «APEX NUT» del «APEX JOINT».

- 4.2.3** Emitir una AD, basado en el cumplimiento del Boletín de Servicio indicado en el párrafo 4.2.1 para que su cumplimiento sea obligatorio por parte de los operadores de servicios aéreos que emplean aeronaves Boeing 737-300/400/500.





**COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES DE AVIACIÓN - CIAA**

**FIRMAS:**



---

**CARLOS PORTOCARRERO BUSTAMANTE**  
**PRESIDENTE DE LA CIAA**



---

**JAIME VILLANUEVA COLLAZOS**  
**MIEMBRO DE LA CIAA – SECRETARIO LEGAL**



---

**PEDRO AVILA Y TELLO**  
**MIEMBRO DE LA CIAA – OPERACIONES**



---

**CARLOS CORDERO PAREDES**  
**MIEMBRO DE LA CIAA – AERONAVEGABILIDAD**