

**COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES DE AVIACIÓN
DEL PERÚ**



**INFORME FINAL
INCIDENTE GRAVE DE AVIACIÓN
N°023 - 2017**

**AERONAVES: BOEING B-737-500
MATRÍCULA OB-2140-P**

**LUGAR: EN ASCENSO A TRAVÉS DE 17,000
PIES DE ALTITUD DESPUÉS DEL
DESPEGUE DEL AEROPUERTO
FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA
JUNÍN - PERÚ**

FECHA: 20 DE NOVIEMBRE DE 2017



B-737-500
MATRÍCULA OB-2140-P

ÍNDICE

ADVERTENCIA

GLOSARIO TÉCNICO

SINOPSIS

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 de personal
- 1.6 Información de la aeronave
- 1.7 Información meteorológica
- 1.8 Ayudas para la navegación
- 1.9 Comunicaciones
- 1.10 Información sobre el lugar del Suceso
- 1.11 Registradores de vuelo
- 1.12 Información sobre los restos de la aeronave siniestrada 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

2. ANÁLISIS

3. CONCLUSIONES

4. PROBABLE CAUSA Y FACTORES CONTRIBUYENTES

5. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

ADVERTENCIA

El presente Informe Final es un documento técnico que expresa la opinión de la Comisión de Investigación de Accidentes de Aviación (CIAA) del Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Estado Peruano, respecto a las circunstancias en las que ocurrió el accidente o incidente de aviación.

De acuerdo con lo establecido en el Anexo 13 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional y conforme a la Ley de Aeronáutica Civil 27261, todo accidente de aviación será investigado por la CIAA para determinar sus causas y establecer las medidas necesarias para evitar su repetición. Las actividades de la CIAA se llevan a cabo sin perjuicio de la intervención judicial o policial.

Las Recomendaciones de Seguridad Operacional, resultantes del proceso técnico de la investigación, no tienen como objetivo generar presunción de culpa o responsabilidad.

Con el fin de preservar la confidencialidad de las fuentes de información y fomentar una cultura de seguridad operacional, se ha limitado al dominio público la entrega y divulgación de nombres, datos, registros y toda información relacionada con el accidente o incidente. Esta protección no busca eximir a las fuentes de sus obligaciones relacionadas con la seguridad ni interferir con la adecuada administración de justicia.

Por consiguiente, cualquier uso de este informe que no esté estrictamente destinado a prevenir futuros accidentes o incidentes de aviación puede conducir a interpretaciones o conclusiones erróneas.

SINOPSIS

El 20 de noviembre de 2017, la tripulación de la aeronave Boeing OB-2140-P inició la carrera de despegue del Aeropuerto Francisco Carlé ubicado en la ciudad peruana de Jauja, que tiene una elevación de 3.363 msnm (11,034 pies).

Durante el ascenso a través de los 17,000 pies, el 1er Oficial detectó que la altitud de cabina alcanzó los 14,000 pies, el Capitán intentó controlar la presurización en los modos alternos semi-automático (STBY) y manual (MAN) sin éxito, activándose la caída de las máscaras de oxígeno.

La tripulación reportó la emergencia y retornó a SPJJ, aterrizando sin incidentes ni daños a las 17:26 h (22:26 UTC) aprox.

Se estableció como Causa Probable: Configuración inadecuada del sistema de A/C y presurización de cabina, durante el despegue y ascenso en el entorno de un campo de altitud elevada, combinada con una respuesta incompleta a las alertas de presurización, lo que resultó en una incapacidad para controlar la presurización de cabina, desestabilizándose y sobrepasando los límites de altitud de cabina.

Las Recomendaciones de Seguridad Operacional (RSO) fueron remitidas a la autoridad de aviación civil DGAC como estado del explotador y estado de matrícula.

MATERIAL AÉREO

Explotador Aéreo	PERUVIAN AIRLINE S.A.C.
Propietario	EXTREME AVIATION LIMITED
Tipo de Operación	Transporte Aéreo Regular de pasajeros, carga y correo
RAP DGAC	RAP 121
Tipo de Aeronave	BOEING B-737-500
Matricula	OB-2140-P

LUGAR, FECHA Y HORA

Lugar del Incidente Grave : En ascenso a través de los 17,000 pies de altitud después del despegue de SPJJ

Ubicación : Jauja – Junín - PERÚ

Fecha / Hora aprox. : 20-11-17 / 17:09:33 h (22:09:33 UTC) aprox.

AUTORIDAD RESPONSABLE DE LA INVESTIGACIÓN

Comisión de Investigación de Accidentes de Aviación del Perú – CIAA

HUSO HORARIO UTILIZADO EN EL INFORME

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

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1 ANTECEDENTES DEL VUELO

El lunes 20 de noviembre de 2017, la aeronave Boeing OB-2140-P estaba programada con una Tripulación Técnica conformada por un Capitán como Piloto que Vuela (PILOT FLIGHT – PF), un 1er Oficial como Piloto que Monitorea (PILOT MONITORING – PM) y una Tripulación Auxiliar conformada por cuatro Tripulantes de Cabina, para realizar los vuelos N° 112 y N° 113. El vuelo N° 112 partió desde el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (SPJC) de Lima hacia el Aeropuerto Francisco Carlé (SPJJ) en la provincia de Jauja departamento de Junín. El vuelo N° 113 sería el trayecto de regreso a Lima.

A las 16:01 h (21:01 UTC) aprox. el vuelo N° 112 arribó a SPJJ. La tripulación no reportó alguna falla o mal funcionamiento de la aeronave. Cabe mencionar que para el aterrizaje en SPJJ que se encuentra a 11,034 pies de altitud, el Capitán como procedimiento seleccionó el interruptor de luz de Elevada Altitud de Aterrizaje (HIGH ALTITUDE LANDING LDG – HIGH ALT LDG) a la posición ON.

Para el vuelo N° 113 de retorno a Lima, luego de la Verificación de Tránsito (TRANSIT CHECK) por parte del técnico de mantenimiento de aeronaves del explotador de aeronaves, la tripulación autorizó el abordaje de pasajeros y ejecutó las Listas de Chequeo de Prevuelo (PREFLIGHT CHECKLIST), de Arranque (ENGINE START CHECKLIST) y de Antes del Rodaje (BEFORE TAXI CHECKLIST).

Durante el rodaje a la pista de despegue RWY13, la tripulación cumplió con la ejecución de la Lista de Chequeo de Antes del Despegue (BEFORE TAKEOFF CHECKLIST), además, cumplió con ejecutar la desactivación de las Válvulas del Aire de Sangrado de los Motores (ENGINE BLEED AIR en OFF), de conformidad al procedimiento de despegue en campos de altura (Sin Aire de Sangrado de los Motores) con APU operativo.

A las 17:05:50 h (22:05:50) UTC aprox., la aeronave inicia la carrera de despegue bajo condiciones de vuelo visual (VFR) de la RWY13.

El Capitán informó que aplicó los siguientes procedimientos:

- A los 400 pies AGL¹ selecciono el modo Roll: LNAV (LATERAL NAVIGATION)², y
- A los 1,000 pies AGL (altura de reducción seleccionada) cumplió con activar:
 - Empuje para Ascenso (CLIMB THRUST), para el cambio de la fase de despegue a la fase de ascenso;
 - FLAPS 1;
 - Activar las Válvulas de los ENGINE BLEED AIR;
 - FLAPS UP (flaps retraídos totalmente);
 - VNAV³; y
 - Activar el Piloto Automático (AUTOPILOT).
- Ejecutó la Lista de Chequeo de Después del Despegue (AFTER TAKEOFF CHECKLIST).
- Recibió la información del 1er Oficial que el indicador de Ascenso de Cabina (CABIN CLIMB) indicaba que efectivamente se encontraban en Régimen de Ascenso (UP

¹ **AGL** (ABOVE GROUND LEVEL): altura sobre el terreno

² **Mode Roll LNAV**: modo de Alabeo en Navegación Lateral en el que el Piloto automático ajusta la inclinación lateral para mantener el avión nivelado o realizar giros según se desee. LNAV trabaja en conjunto con el modo VNAV. Mientras que el VNAV controla la altitud y el perfil vertical, el LNAV se encarga de la navegación horizontal.

³ **Modo Roll VNAV**: modo de Alabeo en Navegación Vertical en el que el Piloto automático ajusta la tasa de ascenso o descenso necesaria para alcanzar las altitudes programadas en la ruta.

RATE) y que el control de la presurización de cabina se efectuaba mediante el controlador del Modo Automático (AUTO) del Sistema de Control de Presurización de Cabina (CABIN PRESSURE CONTROL SYSTEM - CPCS).

- Luego de efectuar las Checklists correspondientes, el 1er Oficial informa haber verificado la configuración correcta y la cabina en ascenso (CABIN CLIMB en UP RATE), al pasar por la posición JJ2⁴.

Sin embargo, en la posición JJ4 en FL170A⁵ el 1er Oficial informó al Capitán, que la Altitud de Cabina (CABIN ALTITUDE) estaba en más de 14,000 pies, además, que inmediatamente se iluminó la luz de Falla del controlador del Modo Automático (AUTO FAIL) y la alerta de MASTER CAUTION (M/C). El control de la presurización de cabina pasó a efectuarse automáticamente mediante el controlador del Modo Espera (STANDBY - STBY) del CPCS; sin embargo, no fue posible controlar la presurización de cabina en el Modo STBY, la CABIN ALTITUDE continuaba subiendo por encima de los 14,000 pies.

El 1er Oficial informó que a 14,800 pies aprox. de CABIN ALTITUDE cayeron las máscaras de oxígeno. La hora estimada 17:09:33 h (22:09:33 UTC).

El Capitán trató de controlar la presurización de cabina en el modo MANUAL (MAN), cerrando la Válvula de Salida del Aire de Cabina (OUTFLOW VALVE) para contrarrestar la pérdida de presión. El Capitán informa que la aeronave ascendió hasta los 18,000 pies aprox., manteniéndose en esa altitud por ser la Altitud Mínima de Seguridad para SPJJ.

Ante esta situación, el Capitán y el 1er Oficial cumplieron con ejecutar la Checklist No Normal (NON-NORMAL CHECKLIST – NNC) 2.1 establecida en el QRH de la aeronave: Advertencia de Altitud de Cabina o Rápida Despresurización (CABIN ALTITUDE WARNING OR RAPID DESPRESSURIZATION) y solicitar a la Tripulación Auxiliar la preparación inmediata para un descenso de emergencia.

Paralelamente, el Capitán solicitó al 1er Oficial, programar en el CDU⁶ de los Sistemas Computarizados de Gestión del Vuelo (FLIGHT MANAGEMENT COMPUTER SYSTEMS - FMCS) el vuelo directo hacia la posición vertical de SPJJ, mientras mantenían el nivel de vuelo de 18,000 pies de altitud, por encontrarse bajo Condiciones Meteorológicas para Vuelo Instrumental (IMC).

A 7 MN (millas náuticas) de SPJJ inician descenso al nivel de vuelo 14,000 pies de altitud, bajo Condiciones Meteorológicas para Vuelo Visual (VMC), informando a la Tripulación Auxiliar y Pasajeros que retornaban a SPJJ y que todo estaba bajo control.

Sobre la estación de SPJJ hicieron el procedimiento para descender a 12,500 pies, prosiguiendo con la aproximación y aterrizaje en la RWY31 de SPJJ a las 17:26 h (22:26 UTC) aprox. sin lesiones ni daños materiales en la aeronave.

⁴ **JJ2:** posición JJ2 ubicada en coordenadas 11°53'42.00" Sur / 75°19'42.00" Oeste, donde la aeronave debe volar al nivel de vuelo 170 (17,000 pies) o por encima, como lo indica el Manual de Rutas del explotador.

⁵ **JJ4 F170A:** posición JJ4 ubicada en coordenadas 11°57'42.96" Sur / 75°22'45.96" Oeste, con el nivel de vuelo 170A (17,000 pies) o por encima.

⁶ **CDU** (Control Display Unit): Pantalla de Control que actúa como la interfaz principal entre el Piloto y el FMS (Flight Management System – Sistema de Gestión del Vuelo), permitiendo que el Piloto ingrese, visualice y modifique datos de navegación, vuelo, y rendimiento de la aeronave

1.2 LESIONES PERSONALES

LESIONES	TRIPULACIÓN	PASAJEROS	TOTAL	OTROS
MORTALES	----	----	----	----
GRAVES	----	----	----	----
MENORES	----	----	----	----
NINGUNA	06	68	74	----
TOTAL	06	68	74	----

1.3 DAÑOS A LA AERONAVES

Ninguno.

1.4 OTROS DAÑOS

Ninguno.

1.5 INFORMACIÓN SOBRE EL PERSONAL ⁷

La información obtenida de la Oficina de Coordinación Técnica de Licencias de la DGAC en relación con las licencias, calificaciones y horas de vuelo de las tripulaciones se muestra en los siguientes cuadros:

1.5.1 CAPITÁN

NACIONALIDAD / EDAD	Peruana / 54 años
LICENCIAS Y HABILITACIONES	
LICENCIA DGAC PERÚ	Vigente al día del incidente grave
APTO MÉDICO	Vigente al día del incidente grave
HORAS DE VUELO	
TOTAL, GENERAL	7,214:39 hr.
TOTAL, B-737	5,691:13 hr. (Piloto)

1.5.2 1er OFICIAL

NACIONALIDAD / EDAD	Peruana / 32 años
LICENCIAS Y HABILITACIONES	
LICENCIA DGAC PERÚ	Vigente al día del incidente grave
APTO MÉDICO	Vigente al día del incidente grave
HORAS DE VUELO	
TOTAL, GENERAL	2,403:26 hr.
TOTAL, B-737	2,336:19 hr. (Copiloto)

⁷ De acuerdo a lo establecido en el Anexo 13 Duodécima edición de julio 2022, Capítulo 5.12.3 de la OACI y en el Anexo Técnico de la CIAA, "La autoridad encargada de la investigación de un accidente no revelará al público los nombres de las personas relacionadas con el accidente o incidente"

"Falla del sistema de presurización en modos Automático, Standby y Manual".

- Acciones tomadas por Mantenimiento:
 - Inspección de Pre-vuelo e Inspección de Tránsito.
 - Preparación para vuelo FERRY de SPJJ a SPJC.

Nota: Se evidencia que el personal de mantenimiento del explotador no efectuó ninguna tarea respecto a la falla del sistema de presurización y que solo consideró el vuelo Ferry.

1.6.3 INFORME TÉCNICO DE VUELO N° 000402 DEL VUELO FERRY SPJJ - SPJC

PERUVIAN		INFORME TÉCNICO DE VUELO										Log Page OB2140P N° 000402			
CREW DATA		FLEET 7335		REG N° 082140P		FLIGHT N°		DATE 21-11-17		FLIGHT REFUEL REMARKS					
LIC N° NAME		FROM TO		DEPARTURE		ARRIVAL		T.O.W (KG)		LANDING (KG)		TRIP FUEL (KG)			
CAPTAIN: J. C. ...		1515 1549		1549 1558		08:00 - 08:30		2404 3507		1500		2700			
OFFICER: J. C. ...		1515 1549		1549 1558		08:00 - 08:30		2404 3507		1500		2700			
OBSERVER:		1515 1549		1549 1558		08:00 - 08:30		2404 3507		1500		2700			
AUXILIARY CREW:		1515 1549		1549 1558		08:00 - 08:30		2404 3507		1500		2700			
SERVICES		PAY LOAD		APU		ENGINE CONDITION MONITORING		PARAMETERS		NEXT REFUEL		TOTAL FUEL (KG/BS)			
STA BY		ENGR OIL		GEN DRIVE OIL		APU OIL		SKYD		LAST REMAIN (KG/BS)		INITIAL REFUEL			
1 JAU 0311		0 0 0 0		0 0 0 0		0 0 0 0		0 0 0 0		2700		4000			
TOTAL		TOTAL ENGR OIL		TOTAL GEN DRIVE OIL		TOTAL APU OIL		TOTAL SKYD		TOTAL FUEL (KG/BS)		TOTAL FUEL (KG/BS)			
PILOT REPORTS (PIREPS) MAINTENANCE REPORTS		ACTION TAKEN		ATA		BY		LIC N°		STA		DATE			
REQUIERE INSPECCION TRANSITO		SE REALIZO INSPECCION TRANSITO SEGUN FORMATO PERUVIAN AIRLINES 0727-106		-		AULLINE		6271		JAU		21/11/17			
PART N° / DESCRIPCIÓN		SERIAL N°		POS		LABEL N°		INSPECTOR DE PROCESO		CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD DE MANTENIMIENTO		DATE			
OFF ON		SERIAL N°		POS		LABEL N°		INSPECTOR DE PROCESO		CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD DE MANTENIMIENTO		DATE			
DATE 21/11/17		BY JAU		LIC N° 6271		DATE 21/11/17		DATE 21/11/17		LIC N° 6271		DATE 21/11/17			

De conformidad a lo registrado en el Informe Técnico de Vuelo N° 000402 de la aeronave OB-2140-P del día 21-11-17, cuando la aeronave realizó el vuelo FERRY de SPJJ a SPJC, se evidenció lo siguiente:

- Arranque de motores: 10:15 h (15:15 UTC)
- Despegue de SPJJ: 10:19 h (15:19 UTC) / Aterrizaje en SPJC: 10:49 h (15:49 UTC)
- Tiempo de vuelo: 30 min.
- Luego del aterrizaje de retorno en SPJC:
 - Reporte del Piloto: "Requiere Inspección de Tránsito".

Nota: Se evidencia que el vuelo de SPJJ a SPJC fue realizado SIN NINGUN REPORTE O FALLA DE MANTENIMIENTO POR LA TRIPULACIÓN.

1.6.4 PESO DE DESPEGUE

De conformidad a la hoja de pesos LOADSHEET, el Peso de Despegue (TOW) de SPJJ fue de 44,500 kg.

1.6.5 CENTRO DE GRAVEDAD

De conformidad a la hoja de Peso y Balance, el centro de gravedad (C.G.) se encontraba ubicado en la posición 18.8% de la cuerda media aerodinámica (M.A.C.)

1.7 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

Las condiciones meteorológicas prevalecientes más cercanas entre las 17:09 a 17:10 h (22:09 a 22:09 UTC), periodo horario aproximado de ocurrencia del suceso aéreo, fueron obtenidas del reporte meteorológico proporcionado por CORPAC:

SPJJ 202000Z 10008KT 060V150 9999 FEW040TCU BKN220 22/03 Q1022 RMK PP000=

Interpretación general:

El METAR reporta condiciones meteorológicas estables en el aeropuerto de Jauja (SPJJ) a las 20:00 UTC del día 20. El viento sopla del este a 8 nudos, con direcciones variables entre 60 y 150 grados. La visibilidad es excelente, superior a 10 km. Se observan pocas nubes cumulonimbos en desarrollo a 4,000 pies, lo que indica potencial de tormentas, y nubes fragmentadas a 22,000 pies. La temperatura es agradable, con 22°C y una presión atmosférica de 1022 hPa, sin precipitaciones recientes.

1.8 AYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN

Los vuelos se realizaron en condiciones VFR.

1.9 COMUNICACIONES

No relevante para la investigación.

1.10 INFORMACIÓN DEL AERÓDROMO

El despegue, la aproximación y aterrizaje de la aeronave OB-2140-P, se realizó en condiciones visuales desde la pista del aeropuerto Francisco Carlé (SPJJ) de la ciudad de Jauja, la cual poseía características técnicas que se describen:

Pistas (RWY)	: Despegue RWY13 / Aterrizaje RWY31
Dimensiones	: RWY 2810 x 45 / SWY 60 x 51 / FRANJA 2930 x 100 m.
Elevación	: 11,034 pies (3,363 msnm)
Coordenadas	: Latitud 11° 47' 0.20", Longitud 75° 28' 24.10"
Equipos de Aeronavegación	: No dispone de ningún tipo.
Servicios Disponibles	: COM / MET / SEI – CAT 5 (de 10:00 h a 23:00 h)

1.11 REGISTRADORES DE VUELO

1.11.1 REGISTRADOR DE DATOS DE VUELO DIGITAL FLIGHT DATA RECORDER (DFDR)

La aeronave, se encontraba equipada con el DFDR:

Fabricante : L3 HARRIS
 Modelo : FA2100
 Número de Parte : 2100-4043-00
 Número de Serie : 01995
 Última Prueba Operacional : 07 de junio 2017

La descarga efectuada de los DATOS ha permitido analizar los siguientes parámetros, tanto para el vuelo del suceso aéreo de Despresurización de Cabina SPJJ – SPJJ del día 20-11-17 como para el vuelo FERRY SPJJ - SPJC:

COUNTER	Hr: Min: sec	Airport	LONG	LAT	ALT 29.92	ALT baro	ALT rad	Vertical Speed V/S	HDG	IAS	Gnd Speed	Flap LH	Flap RH
[s]	[UTC]	ID			[ft]	[ft]	[ft]			[kts]	[kts]		

AIR gnd	GEAR dwn nose	eng1 TLA	eng2 TLA	wind dir	wind spd	AP cmd L	AP cmd R	AT engaged	AP TOGA	WRN master caution	WRN cabin altitude
1: air 0: gnd	1: up 0: down	thrust lever angle				0: off 1: on		0: disengaged 1: engaged	0: off 1: on	1 = NO 0 = YES	1 = NO 0 = YES

ECS pack hi/lo LH	ECS pack hi/lo RH	ECS pack on/off LH	ECS pack on/off RH	ENG1 bleed	ENG2 bleed	Isolation Valve
1 = HIGH 0 = LOW	1 = HIGH 0 = LOW	1 = ON 0 = OFF	1 = ON 0 = OFF	1 = ON 0 = OFF	1 = ON 0 = OFF	1 = OPEN 0 = CLOSED

Un ejemplo de la presentación de algunos parámetros se muestra a continuación:

J	A	B	C	D	E	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	X	Y	Z	EC
1	COUNTER	hr:min:sec	AirportID	LONG	LAT	ALT rad	ALT baro	V/S	HDG	IAS	Eng spe	Flap LH	Flap RH	AIR T:air 0:g	GEAR dwn 0:up	eng1 TLA	eng2 TLA	wind dir	wind spd	AP cm 0:off	AP engaged 0:disenga	AP TOGA 0:off	WRN mastercau 1= NO 0= YES	WRN cab alt 1= NO 0= YES	EC hi 1= 0=
627	17218	22:05:42	JALUA.PEFL -75 4848	-1158	10883	-2	0	125.2	45	0	5	5	0	0	0	18.3	18.8	0	196	0	0	1	0	1	0
628	17220	22:05:42	JALUA.PEFL -75 4848	-1158	10883	-2	0	125.2	45	0	5	5	0	0	0	18.3	18.8	0	196	0	0	1	0	1	0
629	17221	22:05:42	JALUA.PEFL -75 4848	-1158	10883	-2	0	125.2	45	0	5	5	0	0	0	18.3	18.8	0	196	0	0	1	0	1	0
630	17222	22:05:46	JALUA.PEFL -75 4848	-1158	10883	-2	0	125.2	45	0	5	5	0	0	0	18.3	18.8	0	196	0	0	1	0	1	0
631	17223	22:05:46	JALUA.PEFL -75 4848	-1158	10883	-2	0	125.2	45	0	5	5	0	0	0	18.3	18.8	0	196	0	0	1	0	1	0
632	17224	22:05:46	JALUA.PEFL -75 4848	-1158	10883	-2	0	125.2	45	0	5	5	0	0	0	18.3	18.8	0	196	0	0	1	0	1	0
633	17225	22:05:46	JALUA.PEFL -75 4848	-1158	10883	-2	0	125.2	45	0	5	5	0	0	0	18.3	18.8	0	196	0	0	1	0	1	0
634	17226	22:05:50	JALUA.PEFL -75 4848	-1158	10883	-2	0	125.2	45	0	5	5	0	0	0	18.5	18.8	0	196	0	0	1	0	1	0
635	17227	22:05:50	JALUA.PEFL -75 4848	-1158	10883	-2	0	125.2	45	1	5	5	0	0	0	18.5	18.8	0	196	0	0	1	0	1	0
636	17228	22:05:50	JALUA.PEFL -75 4848	-1158	10883	-2	0	125.2	45	1	5	5	0	0	0	18.5	18.8	0	196	0	0	1	0	1	0
637	17229	22:05:50	JALUA.PEFL -75 4848	-1158	10883	-2	0	124.8	45	2	5	5	0	0	0	18.6	23.6	0	196	0	0	1	1	1	0
638	17230	22:05:54	JALUA.PEFL -75 4848	-1158	10883	-2	0	124.5	45	4	5	5	0	0	0	29	36	0	0	0	0	1	1	1	0
639	17231	22:05:54	JALUA.PEFL -75 4848	-1158	10883	-2	0	123.7	45	7	5	5	0	0	0	40.8	41	0	196	0	0	1	1	1	0
640	17232	22:05:54	JALUA.PEFL -75 4848	-1158	10883	-2	0	123.4	45	11	5	5	0	0	0	42.7	44.1	0	196	0	0	1	1	1	0
641	17233	22:05:54	JALUA.PEFL -75 4848	-1158	10887	-2	240	123.4	45	16	5	5	0	0	0	42.9	46.6	0	196	0	0	1	1	1	0
642	17234	22:05:58	JALUA.PEFL -75 4848	-1158	10887	-2	0	124.1	45	21	5	5	0	0	0	43.1	47.6	0	196	0	0	1	1	1	0
643	17235	22:05:58	JALUA.PEFL -75 4848	-1158	10887	-2	0	125.2	45	26	5	5	0	0	0	45.4	48	0	196	0	0	1	1	1	0
644	17236	22:05:58	JALUA.PEFL -75 4848	-1158	10887	-2	0	125.9	45	31	5	5	0	0	0	47.5	48.7	0	196	0	0	1	1	1	0
645	17237	22:05:58	JALUA.PEFL -75 4848	-1158	10887	-2	0	128	45	37	5	5	0	0	0	48.2	48.7	0	196	0	0	1	1	1	0
646	17238	22:06:02	JALUA.PEFL -75 4848	-1158	10887	-2	0	123.4	45	42	5	5	0	0	0	43.1	48.9	0	196	0	0	1	1	1	0
647	17239	22:06:02	JALUA.PEFL -75 4848	-1158	10887	-2	240	130.4	45	47	5	5	0	0	0	43.4	43.1	0	196	0	0	1	1	1	0
648	17240	22:06:02	JALUA.PEFL -75 4848	-1158	10887	-2	-240	130.1	45	52	5	5	0	0	0	43.8	43.1	0	196	0	0	1	1	1	0
649	17241	22:06:02	JALUA.PEFL -75 4848	-1158	10887	-2	240	128.3	45	58	5	5	0	0	0	43.9	43.4	0	196	0	0	1	1	1	0
650	17242	22:06:06	JALUA.PEFL -75 4848	-1158	10887	-2	0	126.9	51	63	5	5	0	0	0	50.1	43.6	0	196	0	0	1	1	1	0
651	17243	22:06:10	JALUA.PEFL -75 4733	-1158	10887	-2	0	125.9	56	68	5	5	0	0	0	50.3	43.6	0	196	0	0	1	1	1	0
652	17244	22:06:06	JALUA.PEFL -75 4733	-1158	10887	-2	0	126.6	60	73	5	5	0	0	0	50.5	43.6	0	196	0	0	1	1	1	0
653	17245	22:06:06	JALUA.PEFL -75 4733	-1158	10887	-2	0	126.2	64	77	5	5	0	0	0	50.5	43.6	0	196	0	0	1	1	1	0
654	17246	22:06:10	JALUA.PEFL -75 4733	-1158	10887	-2	0	125.9	66	82	5	5	0	0	0	50.6	43.6	0	196	0	0	1	1	1	0
655	17247	22:06:10	JALUA.PEFL -75 4733	-1158	10887	-2	-240	125.3	74	87	5	5	0	0	0	50.6	43.6	0	196	0	0	1	1	1	0
656	17248	22:06:10	JALUA.PEFL -75 4733	-1158	10887	-2	240	126.2	76	92	5	5	0	0	0	50.6	43.4	0	196	0	0	1	1	1	0
657	17249	22:06:10	JALUA.PEFL -75 4733	-1158	10887	-2	-240	126.2	75	97	5	5	0	0	0	50.6	43.2	0	196	0	0	1	1	1	0
658	17250	22:06:14	JALUA.PEFL -75 4733	-1158	10887	-2	0	125.5	82	102	5	5	0	0	0	50.6	43.1	0	196	0	0	1	1	1	0
659	17251	22:06:14	JALUA.PEFL -75 4733	-1158	10887	-2	0	125.9	88	106	5	5	0	0	0	50.6	43.1	0	196	0	0	1	1	1	0
660	17252	22:06:14	JALUA.PEFL -75 4733	-1158	10887	-2	0	126.2	88	111	5	5	0	0	0	50.6	43.1	24	1	0	0	1	1	1	0
661	17253	22:06:14	JALUA.PEFL -75 4733	-1158	10887	-2	0	125.5	94	115	5	5	0	0	0	50.6	43.1	7	2	0	0	1	1	1	0

1.11.2 GRABADORA DE DATOS DE ACCESO RÁPIDO

Fabricante : AVIÓNICA INC.
 Modelo : MINIQR III
 Número de Parte : 804-1201 modelo BCDE
 Número de Serie : 3010228

1. VUELO DE LA DESPRESURIZACIÓN DE CABINA DEL 20-11-17

Lo datos del vuelo del suceso aéreo SPJJ – SPJJ, fueron descargados por el área de Análisis de Datos de Vuelo (FLIGHT DATA ANALYSIS - FDA) de la Gerencia de Seguridad operacional del explotador.

2. VUELO DE TRASLADO (FERRY FLIGHT) DEL 21-11-17

Lo datos del vuelo de traslado SPJJ – SPJC fueron solicitados por la CIAA para efectuar el análisis comparativo con los datos del VUELO DE LA DESPRESURIZACIÓN DE CABINA obtenidos por el explotador.

1.12 INFORMACIÓN SOBRE LOS RESTOS DE LA AERONAVE SINIESTRADA Y EL IMPACTO POST-INCIDENTE

No Aplicable, por no haber existido ningún tipo de daños a la aeronave.

1.13 INFORMACIÓN MÉDICA Y PATOLÓGICA

No relevante para la investigación.

1.14 INCENDIO

No Aplicable.

1.15 ASPECTOS RELATIVOS A LA SUPERVIVENCIA

La compuerta de los PSU⁸ de los tripulantes de cabina de la posición delantera (la Nro 1 y la Nro 2) y de la cabina posterior (la Nro 3 y la Nro 4) se abrieron, pero las máscaras de oxígeno de la Nro 1, Nro 2 y Nro 4 no cayeron, por lo que los tripulantes tuvieron que levantarse y tirar de ellas para abastecerse de oxígeno.

De acuerdo a lo declarado por los tripulantes de cabina, las máscaras de todos los pasajeros cayeron sin inconvenientes, monitorearon que las usen correctamente y que se mantuvieran con suministro de oxígeno permanente mientras durara la emergencia.

⁸ **PSU** (PASSENGER SERVICE UNIT): Unidad de Servicio de Pasajeros y Tripulantes, ubicada en la parte superior de los respectivos asientos. Contiene las diferentes luces y equipos de ayuda al pasajero. Cada PSU contiene un generador de oxígeno químico y una caja de máscaras de oxígeno. La caja de máscaras contiene dos, tres o cuatro máscaras de oxígeno y un actuador de cierre de compuerta.

1.16 ENSAYOS E INVESTIGACIONES

1.16.1 TABLAS Y GRÁFICOS COMPARATIVOS DE LOS DATOS DEL VUELO DE LA DESPRESURIZACION CON EL VUELO FERRY

Para elaborar el gráfico del VUELO DE DESPRESURIZACIÓN Y CAÍDA DE MÁSCARAS DE OXÍGENO, se prepararon las tablas siguientes con el fin de presentar gráficos adecuados para el posterior análisis:

VUELO DE DESPRESURIZACION DE CABINA 20-11-24			
TIEMPO TRANSCURRIDO (seg)	ALTITUD BAROMÉTRICA (pies)	VELOCIDAD VERTICAL (pies/min)	ACCIONES de la TRIPULACIÓN y ALERTAS
0	11,059	0	ENGINE2 START
0	11,059	0	CABIN ALTITUDE WARNING (ON)
0	11,059	0	ENGINE1 START
10	11,059	0	A/C PACK RH AUTO (LOW) / A/C PACK RH (ON)
11	11,059	0	A/C PACK LH AUTO (LOW) / A/C PACK LH (ON)
14	11,059	0	ISOLATION VALVE (CLOSE)
20	11,059	0	FLAP (pos 1)
29	11,059	0	FLAP (pos 2)
39	11,059	0	FLAP (pos 5)
333	11,059	0	TAXI (START)
352	11,059	0	LINE UP & HOLD SHORT
494	11,059	0	ENGINE1 BLEED AIR (OFF)
497	11,059	0	ENGINE2 BLEED AIR (OFF)
498	11,059	0	A/C PACK LH AUTO (HIGH)
503	11,059	0	A/C PACK RH (OFF)
506	11,059	0	TAKEOFF ROLL
508	11,059	0	TOGA pb
545	11,059	0	LIFT OFF SPJJ A/C Pack LH AUTO (HIGH) / A/C Pack RH AUTO (LOW) A/C Pack LH (ON) / A/C Pack RH (OFF) ENGINE1 BLEED AIR (OFF) / ENGINE2 BLEED AIR (OFF) ISOLATION VALVE (CLOSE)
549	11,127	1,680	LANDING GEAR (UP)
578	12,403	2,400	FLAP (RETRACTION)
579	12,443	2,400	A/C PACK RH (ON)
580	12,403	2,400	A/C PACK LH AUTO (LOW)
581	12,519	2,160	ENGINE2 BLEED AIR (ON)
582	12,555	2,160	ENGINE1 BLEED AIR (ON)
586	12,687	1,920	A/C PACK LH (OFF)
588	12,743	1,680	A/C PACK LH (ON)
626	13,511	960	AP cmd L (engaged)
635	13,667	960	M/C #1 (ON) – luz OFF del EQUIPMENT COOLING
640	13,739	960	M/C #2 (ON) – luz de AUTO FAIL
646	13,835	960	M/C #3 (ON) – se desconoce la causa
719	16,371	3,360	M/C #4 (ON) – CABIN ALTITUDE WARING HORN de 14,000 pies
729	17,071	4,560	Cabina habría alcanzado 14,350 pies, cayendo máscaras
741	17,999	4,080	M/C #5 (ON) – no se puede precisar el origen
744	18,163	2,880	M/C #6 (ON) – no se puede precisar el origen
757	18,395	240	TOP OF CLIMB – TOC A/C Pack LH AUTO (LOW) / A/C Pack RH AUTO (LOW) A/C Pack LH (ON) / A/C Pack RH (ON)

ENGINE1 BLEED AIR (ON) / ENGINE2 BLEED AIR (ON)
ISOLATION VALVE (CLOSE)

758	18,387	-480	TOP OF DESCENT – TOD A/C Pack LH AUTO (LOW) / A/C Pack RH AUTO (LOW) A/C Pack LH (ON) / A/C Pack RH (ON) ENGINE1 BLEED AIR (ON) / ENGINE2 BLEED AIR (ON) ISOLATION VALVE (CLOSE)
-----	--------	------	--

VUELO FERRY 21-11-24 (DÍA SIGUIENTE)

TIEMPO TRANSCURRIDO (seg)	ALTITUD BAROMÉTRICA (pies)	VELOCIDAD VERTICAL (pies/min)	ACCIONES de la TRIPULACIÓN y ALERTAS
0	11,059	0	ENGINE2 (START)
0	11,059	0	CABIN ALTITUDE WARNING (ON)
0	11,059	0	ENGINE1 (START)
167	11,059	0	A/C PACK RH AUTO (LOW) / A/C PACK RH (ON)
170	11,059	0	A/C PACK LH AUTO (LOW) / A/C PACK LH (ON)
173	11,059	0	ISOLATION VALVE (CLOSE)
177	11,059	0	FLAP (pos 1)
186	11,059	0	FLAP (pos 2)
196	11,059	0	FLAP (pos 5)
374	11,059	0	ENGINE1 BLEED AIR (OFF)
378	11,059	0	A/C PACK LH AUTO (HIGH)
379	11,059	0	ENGINE2 BLEED AIR (OFF)
474	11,059	0	TAXI (START)
614	11,059	0	LINE UP & HOLD SHORT
620	11,059	0	TAKEOFF ROLL
628	11,059	0	TOGA pb LIFT OFF SPJJ
658	11,059	0	A/C PACK LH AUTO (HIGH) / A/C PACK RH AUTO (LOW) A/C PACK LH (ON) / A/C PACK RH (ON) ENGINE1 BLEED AIR (OFF) / ENGINE2 BLEED AIR (OFF) ISOLATION VALVE (CLOSE)
662	10,630	1,200	LANDING GEAR (UP)
679	11,270	2,880	A/C PACK LH AUTO (LOW MODE)
680	11,318	2,880	ENGINE2 BLEED AIR (ON)
683	11,454	2,400	ENGINE1 BLEED AIR (ON)
688	11,694	2,880	FLAP (RETRACTION)
735	13,078	1,200	AP cmd L (engaged)
749	13,478	2,640	M/C #1 (ON)
807	17,102	4,080	CABIN ALTITUDE WARNING (OFF)
958	24,010	960	TOP OF CLIMB - TOC A/C PACK LH (LOW) / A/C PACK RH AUTO (LOW) A/C PACK LH (ON) / A/C PACK RH (ON) ENGINE1 BLEED AIR (ON) / ENGINE2 BLEED AIR (ON) ISOLATION VALVE (CLOSE)
973	24,058	-240	M/C #1 (OFF)
1,311	24,058	-240	TOP OF DESCENT - TOD A/C PACK LH AUTO (LOW) / A/C PACK RH AUTO (LOW) A/C PACK LH (ON) / A/C PACK RH (ON) ENGINE1 BLEED AIR (ON) / ENGINE2 BLEED AIR (ON) ISOLATION VALVE (CLOSE)

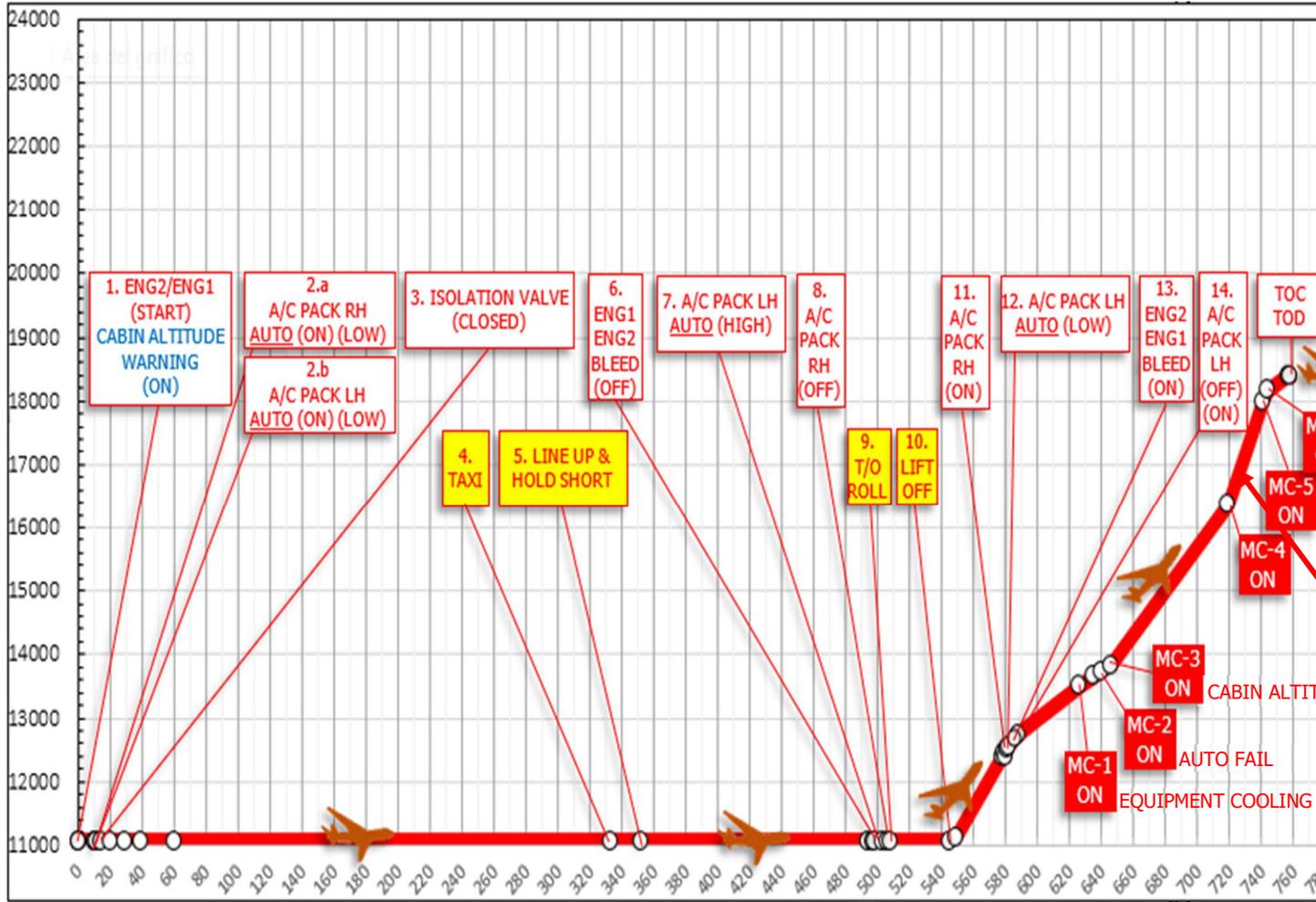


GRÁFICO del VUELO DONDE OCURRIÓ LA DESPRESURIZACIÓN y EL DESPLIEGUE DE LAS MÁSCARAS DE OXÍGENO

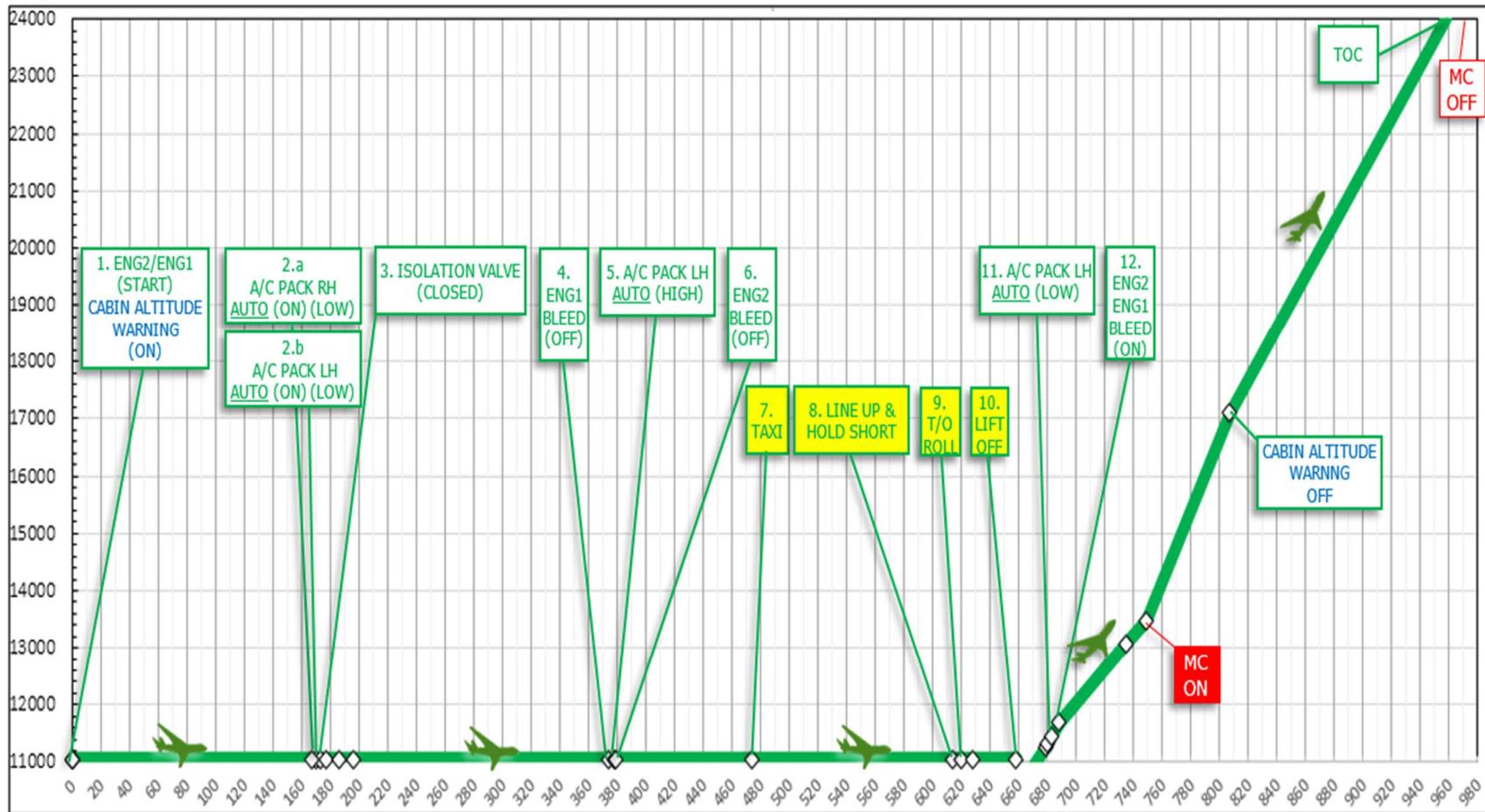


GRÁFICO del VUELO FERRY

1.16.2 MODIFICACIÓN DE LA AERONAVE OB-2140-P PARA OPERACIÓN EN AERODROMOS DE ELEVADA ALTITUD

La DGAC había aprobado el formato RAP 002 de Modificación/Reparación Mayor para la aeronave OB-2140-P, el cual incluía la instalación de una luz de advertencia de altitud de cabina, un sensor de altitud de cabina de 10,000 pies, sensores de altitud de cabina de 14,000 pies, entre otros dispositivos.

Para esta certificación, la DGAC aceptó la aplicación del STC⁹ Certificado Tipo Suplementario (STC) Nro. ST03945AT "Sistema de Advertencia de Presión de Cabina para Despegues y Aterrizajes a Gran Altitud" ("HIGH ALTITUDE TAKEOFF AND LANDING CABIN PRESSURE WARNING SYSTEM") que consistió básicamente en instalar:

- 01 Luz de Advertencia de Altitud de Cabina.
(CABIN ALTITUDE WARNING LIGHT).
- 01 Luz de Advertencia de Configuración de Despegue.
(TAKEOFF CONFIGURATION WARNING LIGHT).
- 01 sensor de Presión de Altitud de Cabina de 10,000 pies.
(10,000 FT CABIN ALTITUDE PRESSURE SENSOR).
- 02 sensores de Presión de Cabina de 14,000 pies.
(14,000 FT CABIN PRESSURE SENSORS).
- 01 interruptor selector.
(01 SELECTOR SWITCH).

Para habilitar la selección entre Operaciones en Aeropuertos de Altitud Normal u Operaciones en Campos de Altitud Elevada.

1.16.3 ENTREVISTAS E INFORMES DE LA TRIPULACIÓN

A continuación, se presentan un resumen de los informes escritos y de las entrevistas realizadas a los miembros de la tripulación técnica, las cuales el investigador encargado considera relevantes para determinación la causa probable y los factores contribuyentes:

1. CAPITÁN

A continuación, se presentan las declaraciones más importantes del Capitán:

- A las 21:50 UTC iniciaron el PUSHBACK.
- Se encontraban en la cabecera de pista de la activa, aprox. a las 21:57 UTC, donde completaron las Checklists de BEFORE TAKEOFF CHECKLIST, así como la desactivación de las Válvulas de los ENGINE BLEED AIR de conformidad al procedimiento NO ENGINE BLEED AIR TAKEOFF con APU operativo, en campos de elevada altitud, como les pide el RUNWAY ANALYSIS.
- Despegaron de la RWY13, a las 22:05 UTC.
- A 1,000 pies de altura sobre el terreno solicito activar las Válvulas de los ENGINE BLEED AIR.
- Aprox. en la posición JJ4, que es "nuestra salida" y donde deben chequear con 17,000 pies superior (FL170A), el 1er Oficial le informa que la CABIN ALTITUDE está subiendo a 14,000 pies, pero tenía que continuar hasta 18,000 pies que es su mínima altitud de seguridad porque estaban sobre obstáculos.
- En ese momento se activa la alerta de MASTER CAUTION (M/C) del AIR CONDITIONING (CABIN PRESSURIZATION CONTROL SYSTEM – CPCS), verifica,

⁹ **STC** (SUPPLEMENTAL TYPE CERTIFICATE): Certificado Tipo Suplementario, otorgado por la FAA, como Autoridad de Aviación Federal de los Estados Unidos de Norteamérica, titular del Certificado Tipo original, otorgado inicialmente a las aeronaves B-737-500 a la que pertenece la OB-2140-P

mira y el control de presurización de cabina se había pasado del Modo AUTO al Modo STBY.

- Le solicitó al 1er Oficial que tomara el Selector del CABIN RATE del Modo STBY para tratar de controlar la cabina, verifico y NO controlaba. Se entiende que debía seleccionar el régimen de presurización de cabina INCR.
- Le dijo al 1er Oficial que pasara al control de presurización en Modo MAN y que cerrara la OUTFLOW VALVE, pero tampoco controlaba.
- Decidió mantener 18,000 pies por ser altitud segura (MINIMUM SAFE ALTITUDE) y solicitar a la torre de control de SPJJ el retorno a SPJJ, previendo un descenso de emergencia por presurización (procedimiento NNC 0.1 EMERGENCY DESCENT del QRH) que finalmente no lo hizo.
- Las condiciones meteorológicas estaban en IMC por lo que tuvo que mantener 18,000 pies.
- A 18,000 pies hicieron el procedimiento 2.1 del QRH: Advertencia de Altitud de Cabina o Rápida Despresurización (CABIN ALTITUDE WARNING OR RAPID DESPRESSURIZATION).
- Se enrumbaron a SPJJ. A 7 MN – 10 MN de SPJJ encontró condiciones visuales, por lo que descendió a 14,000 pies.
- Aterrizaron en la RWY31.
- Indica que todas las máscaras de oxígeno cayeron. 38 CANISTER de 22 minutos de los 54 CANISTER, fueron activados.

Asimismo, se le solicitó que nos hiciera algunas precisiones complementarias:

- Se le consulto que significaba esperar qué se estabilice, luego de activar la Válvula del ENGINE2 BLEED AIR y desactivar las Válvulas del APU BLEED AIR, antes de activar la Válvula del ENGINE1 BLEED AIR, como lo indica el procedimiento NO ENGINE BLEED AIR TAKEOFF con APU operativo. Indicó que deben esperar la reacción de las Válvulas del ENGINE2 BLEED AIR y del APU BLEED AIR, para que se estabilicen y reaccione el indicador de CABIN CLIMB y por lo tanto el CABIN ALTITUDE. Esto es inmediato.
- Se le indicó que, comparando los datos del vuelo registrados en el MQAR, tanto el de “despresurización” del 20-11-17 como el “ferry” del día siguiente, surgieron algunas inquietudes:
 - El A/C PACK¹⁰ LH por alguna razón se apagó y reencendió. Ningún comentario del Capitán.
 - Se activa la 1ra alerta de MASTER CAUTION por la falla del EQUIPMENT COOLING. El Capitán indica que le llamo la atención esta situación y que ya había estado pasando, poniéndolo en el modo ALTERNO se debe apagar, como que se apagó en el caso de investigación.
 - La alerta de CABIN ALTITUDE WARNING estuvo activada en todo momento en el vuelo de “despresurización” mientras que en el vuelo “ferry” se apagó a 17,102 pies. El Capitán preciso que ésta comprende dos alertas: luz y audio arriba de 10,000 pies de altitud de cabina. El audio se inhibe con el interruptor de ALT HORN CUTOFF del panel de CABIN ALTITUDE.
 - Se le preguntó cómo interfiere el interruptor de HIGH ALT LDG. Indicó que le va a dar un poco de más altitud para que no caigan las máscaras, aprox. 600 pies más de altitud. Recuerda que lo que se inhibe la alarma, pero no la luz.
 - Se le hace ver que en el vuelo “ferry” la alerta de CABIN ALTITUDE WARNING se apagó a 17,102 pies de altitud. No puede responder esa pregunta con exactitud, pero indica que en crucero apagan el CABIN ALTITUDE WARNING.

¹⁰ **A/C PACK:** Paquete de Aire Acondicionado del lado izquierdo (LH) o del lado derecho (RH) o se refiere a ambos LH y RH.

- Indica que estaba a más de 1,500 pies por minuto en descenso (DESCENT), de CABIN RATE, a pesar de tratar de controlar la presurización en el Modo STBY y luego en el Modo MAN. Al Capitán le sorprende que, al pasar a estos modos, el control de presurización no reaccionó inmediatamente. Según su experiencia con estos modos se corrige la presurización, antes que pase a mayores.
- Se le indico que el técnico de mantenimiento del explotador que había estado haciendo su trabajo bajo nuestra supervisión, no encontró falla técnica.
- Finalmente, el Capitán recomienda que el PM debe verificar permanentemente la presurización hasta los 10,000 pies sobre los campos de altura, como medida de mitigación del riesgo de que vuelva a ocurrir una despresurización.
- Indica que ha recomendado que la reactivación de las Válvulas de los ENGINE BLEED AIR sea a 500 pies y no a 1,000 pies.

2. 1ER OFICIAL

- Por política de Cía., los Capitanes despegan de campos especiales como SPJJ.
 - Como el APU de la aeronave se encontraba operativo, hicieron el procedimiento NO ENGINE BLEED AIR TAKEOFF con APU operativo.
 - Si bien es cierto, el explotador recomienda desactivar las Válvulas de los ENGINE BLEED AIR, antes de rodar, lo hicieron "mientras rodaban hacia la pista activa".
 - Cree que le dieron tiempo suficiente a la cabina para que se presurice. Inicialmente presurizaron la cabina con APU operando normal.
 - Luego del despegue y configurar la cabina, activó las Válvulas de los ENGINE BLEED AIR.
 - En reunión de seguridad operacional en la Cía., se comentó que al momento de configurar la cabina para activar las Válvulas de los ENGINE BLEED AIR, activó primero la Válvula del ENGINE2 BLEED AIR y desactivó la Válvula del APU BLEED AIR y cuando la aguja del indicador CABIN CLIMB efectivamente se encontraba activa en UP RATE, activó la Válvula del ENGINE1 BLEED AIR.
 - Indica que al momento de desactivar la Válvula del APU BLEED AIR, esperó que la cabina se estabilice para recién activar la Válvula del ENGINE1 BLEED AIR, como lo dice el procedimiento NO ENGINE BLEED AIR TAKEOFF con APU operativo.
 - La activación de la 1ra alerta de M/C debido a un problema en el EQUIPMENT COOLING indicaba una falla en el sistema de presurización.
 - Observo que el CABIN RATE estaba en Ascenso (CLIMB) controlando la cabina.
 - Al llegar a la posición JJ2 (FL160A) en viraje a JJ4 (FL180A), se activó la 1ra alerta de M/C debido a un problema en el EQUIPMENT COOLING, indicación de que estaba muy caliente. Por lo cual, activó el Modo ALTERNO (ventilador activado de abastecimiento de enfriamiento alterno).
 - Observó que se encontraba a 14,000 de CABIN ALTITUDE, proyectando que a 14,700 pies de CABIN ALTITUDE deberían caer las máscaras de oxígeno
 - Luego, se activa una 2da alerta de M/C con la iluminación de la luz AUTO FAIL, que indica falla en el control de la presurización de cabina mediante el Modo AUTO, transfiriéndose automáticamente al Modo STBY.
 - El Modo STBY tampoco podía controlar la presurización de cabina, así que activaron el Modo MAN, pero la aeronave ya se encontraba a una FLIGHT ALTITUDE – FLT ALT de aeronave de 18,000 pies.
- Asimismo, hizo algunas precisiones complementarias:
- Con la activación del interruptor de luz de Elevada Altitud de Aterrizaje (HIGH ALTITUDE LANDING LDG – HIGH ALT LDG), el sonido de alarma de la Bocina de

Advertencia de Altitud de Cabina (CABIN ALTITUDE WARNING HORN) de 10,000 pies se inhibe hasta cierta altitud.

- Inicialmente no escucha el sonido de alarma de la Bocina de Advertencia de Altitud de Cabina (CABIN ALTITUDE WARNING HORN) porque vio la activación de la 3ra alerta de M/C y por el clima meteorológico adverso.
- Hicieron el procedimiento 2.1 del QRH: Advertencia de Altitud de Cabina o Rápida Despresurización (CABIN ALTITUDE WARNING OR RAPID DESPRESSURIZATION).
- En razón que la CABIN ALTITUDE seguía subiendo, cerró la OUTFLOW VALVE.
- No recuerda el CABIN RATE, pero indica que seguro era más de 1,000 pies.

1.16.4 SIMULACIÓN EN SOFTWARE DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

A continuación, se presentan dos gráficos de simulación dinámica elaborados en software aplicativo para aeronave B-737-500:

1. OPERACIÓN DE DESPEGUE ESTANDAR ENGINE1 BLEED AIR – ON y ENGINE2 BLEED AIR – ON APU BLEED AIR - OFF

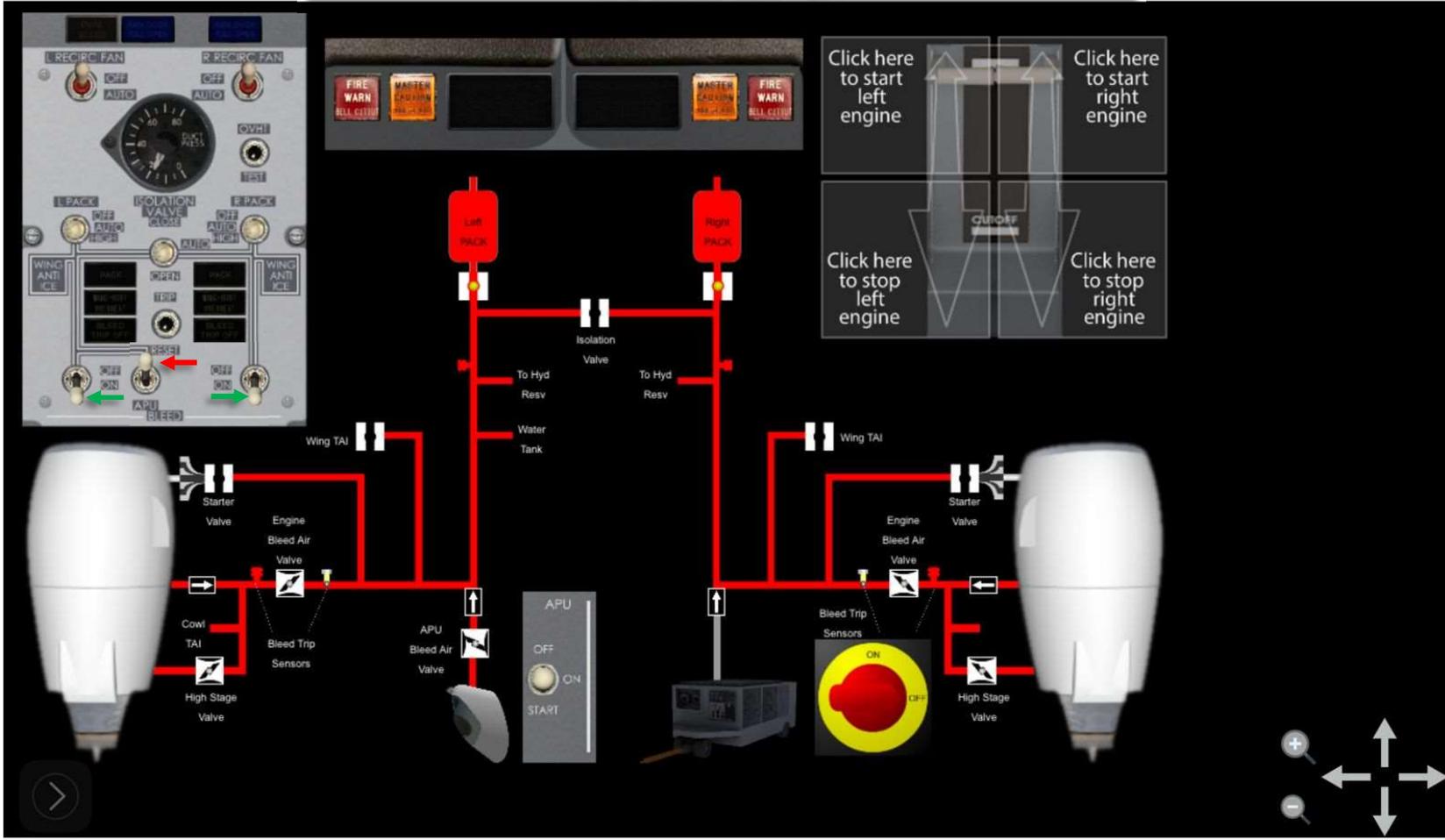
En despegues o vuelos desde campos a menos de 8,400 pies de altitud, ambos suministros de aire de sangrado de los motores (ENGINE1 BLEED AIR y ENGINE2 BLEED AIR) están activados (ON) y el suministro de aire de sangrado del APU (APU BLEED AIR) está desactivado (OFF). El aire de sangrado de cada motor alimenta su correspondiente sistema de A/C PACK AIR LH o RH, manteniendo la ISOLATION VALVE cerrada (CLOSE).

2. OPERACIÓN DE DESPEGUE SIN ALIMENTACIÓN DE ENGINE BLEED AIR ENGINE1 BLEED AIR – OFF y ENGINE2 BLEED AIR – OFF APU BLEED AIR - ON

Para despegues en campos a más de 8,400 pies de altitud, ambos suministros de aire de sangrado de los motores (ENGINE1 BLEED AIR y ENGINE2 BLEED AIR) están desactivados (OFF) y el suministro de aire de sangrado del APU (APU BLEED AIR) está activado (ON) hasta una altura de 1,000 pies sobre el terreno (AGL) de la aeronave. El aire de sangrado del APU alimenta solo al sistema de A/C PACK LH. Manteniendo la ISOLATION VALVE cerrada (CLOSE).

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

OPERACIÓN NORMAL ENGINE1 BLEED AIR – ON y ENGINE2 BLEED AIR – ON APU BLEED AIR - OFF

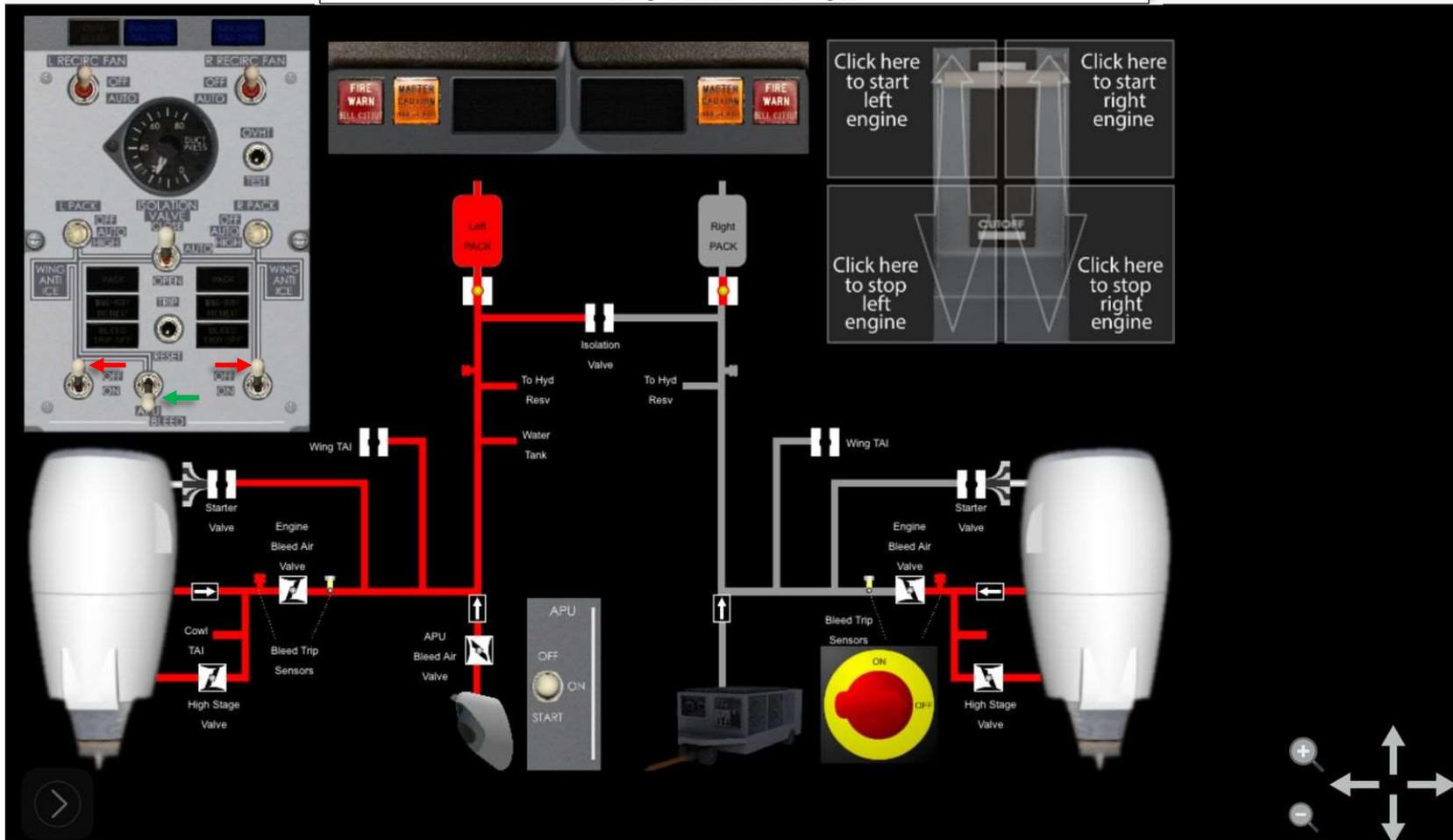


23:07 Mié 16 oct.

Back

OPERACIÓN SIN ALIMENTACIÓN DE ENGINE BLEED AIR ENGINE1 BLEED AIR – OFF y ENGINE2 BLEED AIR – OFF APU BLEED AIR - ON

VPN 100%

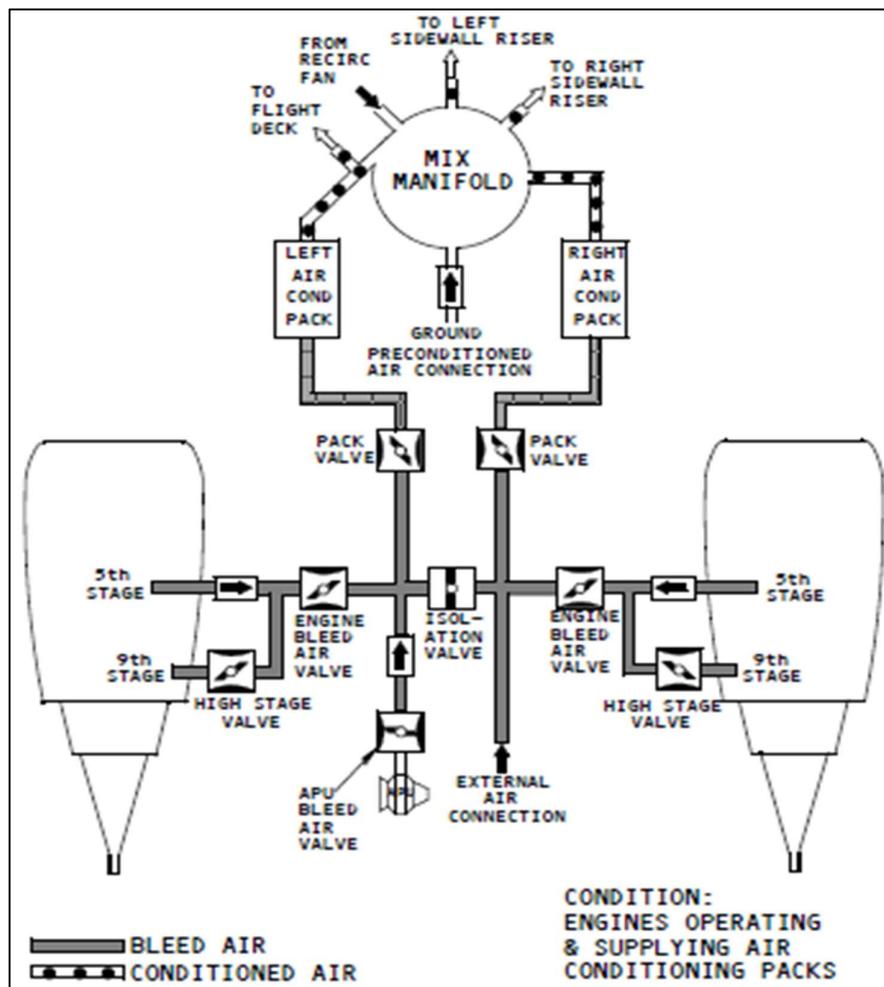


1.17 INFORMACIÓN ADICIONAL

1.17.1 SISTEMAS E INDICADORES DE LA AERONAVE OB-2140-P DE INTERÉS EN LA INVESTIGACIÓN

1.17.1.1 SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO (A/C)

1. El suministro de aire a este sistema es proporcionado por el sistema neumático, cuyo aire proviene de los ENGINE BLEED AIR¹¹ o del APU BLEED AIR¹² en vuelo.
2. Parte del A/C PACK LH fluye directamente hacia la cabina de la tripulación técnica. El resto del A/C PACK LH y A/C PACK RH fluyen al colector de distribución principal.
3. El sistema de aire acondicionado (A/C) tiene cuatro subsistemas: distribución, control de presurización, enfriamiento y control de temperatura.
4. Esquema del Sistema de Aire Acondicionado (A/C):



¹¹ ENGINE BLEED AIR: Aire de Sangrado del Motor

¹² APU BLEED AIR: Aire de Sangrado del APU

5. Sub-Sistema de Control de Presurización:

- a. Incluye control de presurización, válvulas de alivio de presurización, y la indicación y advertencia de presurización.
- b. La presión de la cabina se controla posicionando la OUTFLOW VALVE para regular la expulsión del aire de la cabina.
- c. La válvula opera eléctricamente desde tres modos de control de la presurización de cabina: AUTO, STBY y MANUAL ubicados en el CABIN PRESSURIZATION CONTROL SYSTEM – CPCS.

1.17.1.2 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE AIRE DE SANGRADO (BLEED AIR SYSTEM)

El aire para el BLEED AIR SYSTEM puede ser suministrado por los motores, por el APU o una fuente de aire externa/carrito de aire. El APU o la fuente de aire externa suministra aire al conducto de aire de purga antes del arranque del motor. Después del arranque del motor, el aire para el BLEED AIR SYSTEM normalmente es suministrado por los motores.

La ISOLATION VALVE aísla los lados izquierdo y derecho del conducto de BLEED AIR SYSTEM, durante las operaciones normales. Con el interruptor de la Válvula de la ISOLATION VALVE activado en AUTO, ambos interruptores de las Válvulas de los ENGINE BLEED AIR activados y ambos interruptores de los A/C PACK LH y RH, en posición AUTO o posición HIGH, la Válvula de la ISOLATION VALVE está cerrada. La Válvula de la ISOLATION VALVE se abre si cualquiera de los interruptores de las Válvulas de los ENGINE BLEED AIR o de los A/C PACK LH y RH está desactivados en OFF. La posición de la válvula de aislamiento no es afectada por el interruptor de aire de purga del APU.

1.17.1.3 SISTEMA DE OXIGENO DE LOS PASAJEROS

El sistema es abastecido por generadores de oxígeno ubicados en cada PSU. Cuatro máscaras de flujo continuo de oxígeno están conectadas a cada generador, además:

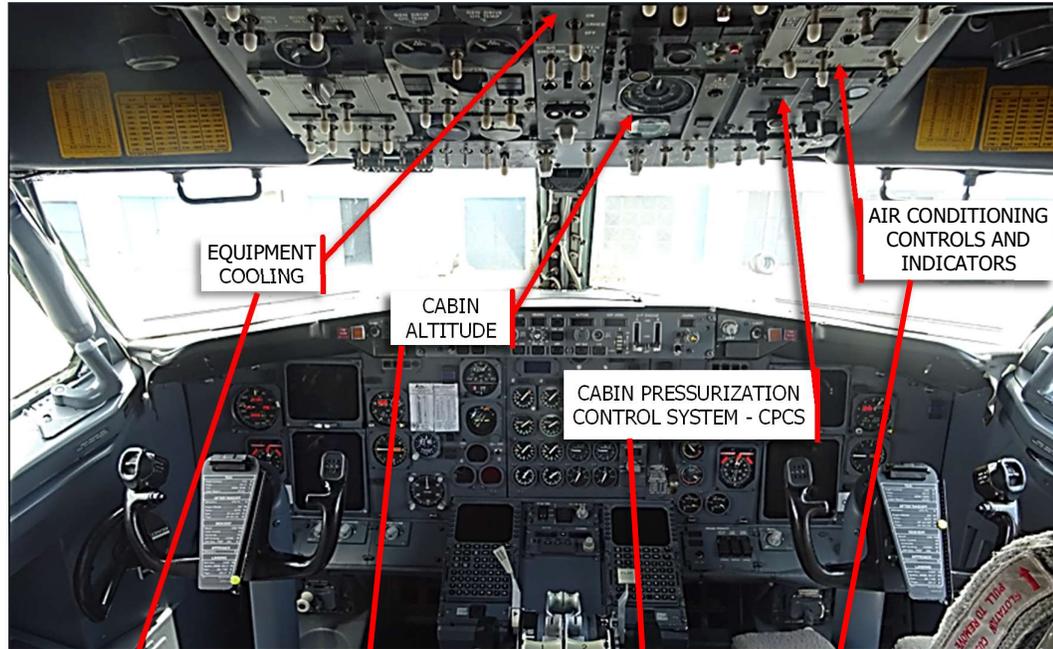
1. El sistema es activado automáticamente por un interruptor de presión de cabina, a una CABIN ALTITUDE de 14,000 pies de altitud (14,000 pies +/- 350 pies) cuando el Interruptor de Oxígeno de Pasajeros (PASSENGER OXIGEN SWITCH) es posicionado en ON.
2. Cuando el sistema es activado, se enciende la luz PASS OXY y se ilumina OVERHEAD en el M/C.
3. La activación del sistema causa que las máscaras de oxígeno caigan.

El 01 de junio 2017, el explotador mediante su OMA N° 044 había efectuado la modificación e instalación de generadores de oxígeno de 22 minutos (tripulantes, pasajeros y baños) de conformidad a la Memoria Técnica PVU-35-007.

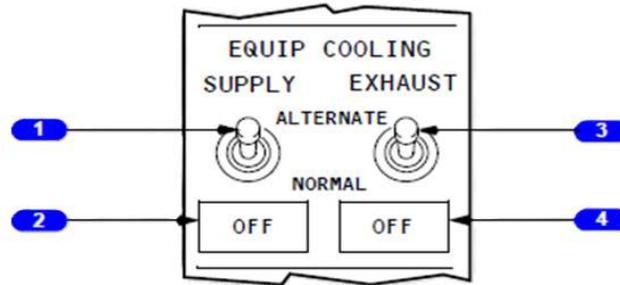
----- *ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO* -----

1.17.1.4 INDICADORES DE CABINA

A continuación, se presenta la cabina de la tripulación principal de la aeronave OB-2140-P, con la señalización de los indicadores y sistemas y las fotografías individuales de c/u de ellos:



a. EQUIPMENT COOLING

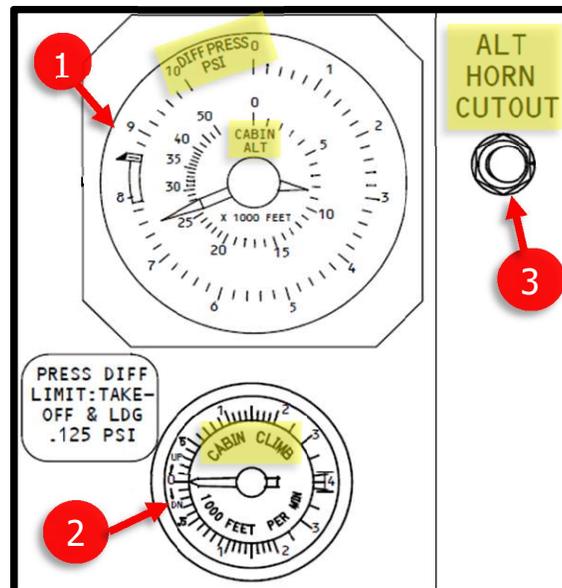


Proporciona enfriamiento a los equipos electrónicos mediante ventiladores que controlan el flujo de aire. Este sistema incluye los siguientes controles y luces de estado:

1. Interruptor SUPPLY:
 - Modo NORMAL: Activa ventilador de abastecimiento de enfriamiento normal.
 - Modo ALTERNO: Activa ventilador de abastecimiento de enfriamiento alterno.
 - Luz OFF (ámbar): Indica falta de flujo de aire del ventilador de abastecimiento de enfriamiento.
2. Interruptor EXHAUST:
 - Modo NORMAL: Activa ventilador de extracción de enfriamiento normal.
 - Modo ALTERNO: Activa ventilador de extracción de enfriamiento alterno.
 - Luz OFF (ámbar): Indica falta de flujo de aire del ventilador de extracción de enfriamiento.

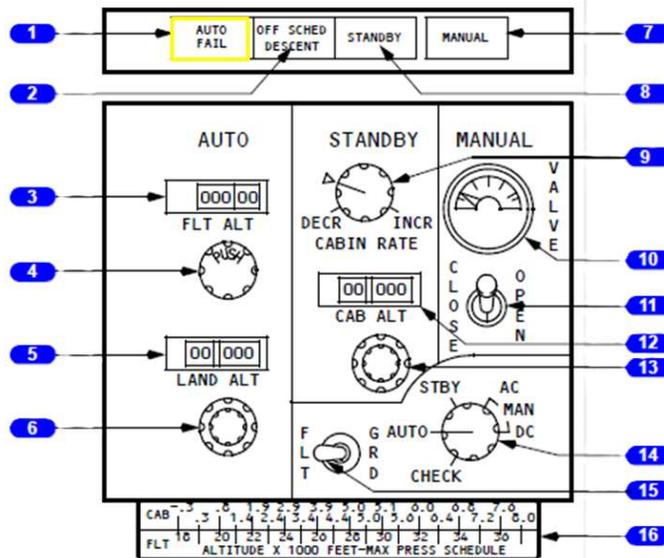
Este sistema asegura que los equipos mantengan una temperatura adecuada mediante ventilación continua y controlada, con indicadores visuales para alertar sobre interrupciones en el flujo de aire.

b. CABIN ALTITUDE



1. Indicador de Altitud de Cabina (CABIN ALTITUDE) / Presión Diferencial (DIFF PRESS) con escalas concéntricas: escala interna, que indica la CABIN ALTITUDE en pies y escala externa, que indica la DIFF PRESS en pies entre la presión de cabina y el ambiente exterior.
2. Indicador del CABIN RATE en ascenso (CLIMB) o en descenso (DESCENT) en pies por minuto.
3. Interruptor de presión para Desconexión de Bocina de Advertencia de Altitud (ALT HORN CUTOFF) que desconecta la alarma de la Bocina de Advertencia Intermitente de Altitud de Cabina (INTERMITTENT CABIN ALTITUDE WARNING HORN). La Bocina de Advertencia de Altitud suena cuando la CABIN ALTITUDE alcanza 10,000 pies.

c. CABIN PRESSURIZATION CONTROL SYSTEM – CPCS

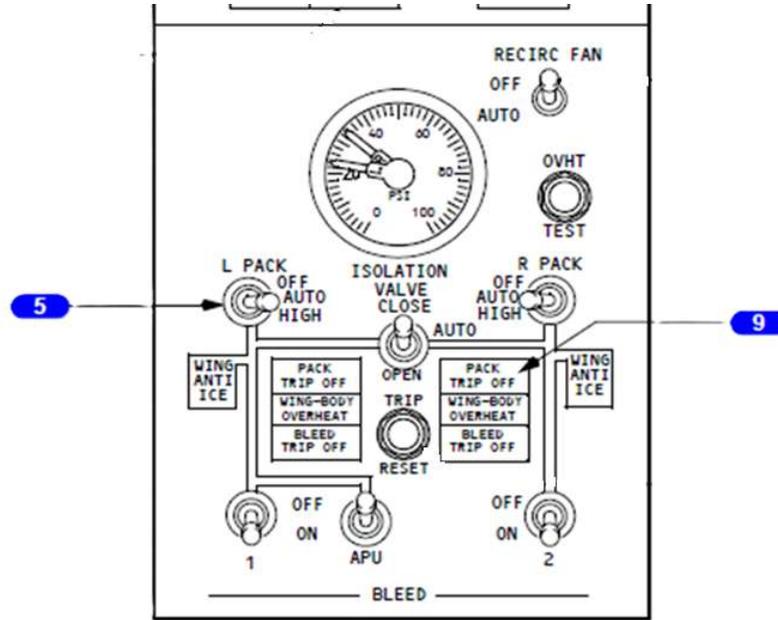


1. Luz AUTO FAIL:
Si está en color ámbar, indica falla en el control de la presurización de cabina en el Modo AUTO. El control se transfiere automáticamente al Modo STBY.
2. No relevante para la investigación.
3. Indicador de Altitud de Vuelo (FLIGHT ALTITUDE – FLT ALT): indica Altitud de Crucero seleccionada. Se configura antes del TAKEOFF.
4. Selector de FLT ALT: se presiona/rota para configurar la Altitud de Crucero planeada.
5. Indicador de Altitud de Aterrizaje (LANDING ALTITUDE - LAND ALT): indica altitud del campo de aterrizaje. Se configura antes del TAKEOFF.
6. Selector de LAND ALT: se rota para seleccionar altitud del campo de aterrizaje.
7. Luz MANUAL (MAN): en color verde, indica que el control de la presurización de cabina se efectúa mediante el Modo MAN.
8. Luz STANDBY (STBY): en color verde, indica que el control de la presurización de cabina se efectúa mediante el Modo STBY.
9. Selector de CABIN RATE:
 - a. DECR: régimen de cambio de CABIN ALTITUDE igual a 50 pies/minuto.
 - b. INCR: régimen de cambio de CABIN ALTITUDE igual a 2,000 pies/minuto.
 - c. INDEX: régimen de cambio de CABIN ALTITUDE es igual a 300 pies/minuto.
10. Indicador de posición de la OUTFLOW VALVE: Indica posición. Opera en todos

los modos.

11. Interruptor de la OUTFLOW VALVE
12. Indicador de CABIN ALTITUDE: indica altitud seleccionada. Se configura antes del TAKEOFF.
13. Selector de CABIN ALTITUDE.
14. Selector del Modo AUTO, STBY o MAN.
15. Interruptor FLIGHT/GROUND
16. Placa de CABIN ALTITUD / FLIGHT ALTITUDE

d. AIR CONDITIONING CONTROLS AND INDICATORS



5. Interruptor del A/C PACK:
 - a. Posición OFF indica PACK apagado.
 - b. Posición AUTO indica que:
 - i. Con ambos PACK operando, cada PACK regula a Flujo Bajo (LOW FLOW).
 - ii. Con un PACK operando, éste regula en vuelo, a Alto Flujo (HIGH) con FLAPS arriba.
 - iii. Cuando opera un PACK desde el APU (ambos interruptores ENGINE BLEED AIR en OFF) regula a HIGH FLOW.
 - c. Posición HIGH indica que:
 - i. El PACK regula a Alto Flujo (HIGH).
 - ii. Provee MAXIMO FLOW RATE en tierra con interruptor APU BLEED AIR activado en ON.
9. Luz del PACK iluminadas en ámbar, indican:
 - a. PACK TRIP OFF o falla de ambos controles primario y de reserva de PACK.
 - b. Durante recordatorio de luz M/C, se indica falla en control primario o de reserva de los PACK. Se apaga cuando se restablece el M/C.

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

1.17.2 MANUAL DE OPERACIONES PARTE "C" – RUTAS Y AERÓDRMOS DEL EXPLORADOR DE AERONAVES – Aprobado por DGAC el 17-08-17

JAUJA (SPJJ) – LIMA (SPJC)

Aeropuerto de Salida: SPJJ – elevación: 11,034 pies

Ruta: Vía ALDAL1 – MEA: FL230 (23,000 pies)

Posición	Coordenadas	FL	Rumbo	Distancia	Tiempo	Comunicaciones
SPJJ	S 11°47.0 / W 75°28.3	CLIMB	131°			126.9
JJ2	S 11°53.7 / W 75°19.7	FL160A	131°	10	00:02	126.9
JJ4	S 11°57.4 / W 75°22.2	FL180A	Viraje	5	00:01	128.5
ALDAL	S 11°46.6 / W 76°14.8	FL240	285°	52.7	00:11	128.5
.....

1.17.3 PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS DEL FABRICANTE DE LA AERONAVE OB-2140-P DE INTERÉS EN LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se detallan algunas indicaciones y/o procedimientos especificados por el fabricante de la aeronave BOEING, clave para el análisis y las conclusiones, con el fin de identificar la causa de la falla.

1.17.3.1 MANUAL DE OPERACIONES DE LA TRIPULACIÓN DE VUELO CUSTOMIZADOS (CUSTOMIZED FLIGHT CREW OPERATIONS MANUAL- FCOM)

VOLUMEN 1

1. LIMITACIONES

a. OPERACIONALES

- 1) Máxima Altitud de Despegue y Aterrizaje → de 8,400 pies a 14,000 pies.

b. SISTEMAS DE AIRE

- 1) Máxima CABIN DIFFERENTIAL PRESSURE¹³ → 8.65 pies.
- 2) Información No Operacional: con interruptores ENGINE BLEED AIR activados (ON), NO operar A/C PACK en HIGH, para despegue, aproximación o aterrizaje.

c. APU

- 1) Con APU BLEED AIR activado (ON), máxima altitud → 17,000 pies.
- 2) Información No Operacional: APU BLEED AIR VALVE¹⁴ debe CERRARSE, cuando:
 - ISOLATION VALVE¹⁵ → abierta
 - ENGINE1 BLEED AIR VALVE¹⁶ → activada (ON).
 - ISOLATION VALVE → abierta y ENGINE2 BLEED AIR VALVE¹⁷ → activada (ON).

¹³ CABIN DIFFERENTIAL PRESSURE: Presión Diferencial de Cabina

¹⁴ APU BLEED VALVE: Válvula del Aire de Sangrado del APU

¹⁵ ISOLATION VALVE: Válvula de Aislamiento

¹⁶ ENGINE1 BLEED AIR VALVE: Válvula Aire de Sangrado procedente del Motor #1

¹⁷ ENGINE2 BLEED AIR VALVE: Válvula Aire de Sangrado procedente del Motor #2

2. PROCEDIMIENTOS NORMALES (NP)

a. INTRODUCCIÓN

1) Verificación de Configuración:

Es responsabilidad de la tripulación verificar la correcta respuesta del sistema. Después de arrancar motores, el sistema de MASTER CAUTION (M/C) alerta a la tripulación de Advertencias o Precauciones fuera del normal campo de visión.

2) Deberes de la Tripulación:

- Las responsabilidades generales del PF en las fases de vuelo son:
Taxi; Control de la ruta de vuelo y velocidad; Configuración de la aeronave; y Navegación.
- Las responsabilidades generales del PM en las fases de vuelo son:
Lectura de las Listas de Chequeo (CHECKLIST); Comunicaciones, Tareas requeridas por el PF; Monitoreo del Taxi; Ruta de Vuelo; Velocidad; Configuración de la aeronave; y Navegación.
- Áreas de Responsabilidad: el Capitán como PF, es responsable del Panel Central de Instrumentos (CENTER INSTRUMENTOS PANEL) del lado izquierdo, del Panel de Control de Modos (MCP) y del Panel de Control, entre otros. El 1er Oficial como PM, es responsable del CENTER INSTRUMENTOS PANEL del lado derecho, además de todos los instrumentos del Panel Superior Delantero y Posterior (AFT & FWD OVERHEAD PANEL) donde se encuentran todos los instrumentos relacionados a la investigación: EQUIPMENT COOLING, CABIN ALTITUDE, CPCS y AIR CONDITIONING CONTROLS AND INDICATORS, entre otros.

b. PROCEDIMIENTOS AMPLIFICADOS (SECCIÓN 21)

1) PROCEDIMIENTOS "PRELIMINARES DE PREVUELO" – CAPITAN o 1ER OFICIAL

- Panel de Oxígeno → SET
- Luz PASS OXY ON → apagada

2) PROCEDIMIENTO DE "PREVUELO" – 1er OFICIAL

- Interruptores EQUIPMENT COOLING → NORM
 - Luces OFF → apagadas
- Panel de AIR CONDITIONING CONTROLS AND INDICATOR → SET
 - Girar Selector de Fuente de AIR TEMPERATURE → Como sea necesario.
 - Luces DUCT OVERHEAT → apagadas.
 - Interruptor RECIRCULATION FAN → AUTO
 - Luces PACK TRIP OFF → apagadas
- Panel del CPCS - SET
 - Luz AUTO FAIL → apagada.
 - Luz OFF SCHED DESCENT → apagada.
 - Indicador FLIGHT ALTITUDE (FLT ALT) → registrar altitud de crucero.
 - Indicador LANDING ALTITUDE (LAND ALT) → registrar elevación del campo de destino.
 - Selector del CABIN RATE → INDEX
 - Indicador CABIN ALTITUDE (CAB ALT) → debe estar 200 pies debajo de elevación del campo de destino.
 - Interruptor FLT/GRD → en GRD
 - Modo de Presurización → AUTO
 - Verificar luz STANDBY (STBY) y luz MANUAL (MAN) → apagadas
 - Luz de Interruptor HIGH ALTITUDE LANDING (HIGH ALT LDG) → TEST
 - Verificar luz ON y luz INOP → iluminadas.
 - Verificar que luz INOP cambie a OFF después de 5 seg.
 - Luz de Interruptor HIGH ALT LDG → OFF

- 3) PROCEDIMIENTO DE "PREVUELO" – CAPITÁN**
- 4) PROCEDIMIENTO "ANTES DEL ARRANQUE" (BEFORE START)**
 - Briefing de TAXI y TAKEOFF → Capitán y 1er Oficial.
 - Piloto que hará el despegue, hará los Briefing de TAXI y TAKEOFF.
 - Siempre que el sonido intermitente de la CABIN ALTITUDE WARNING HORN suene a altitud de vuelo de 10,000 pies sobre el nivel del mar:
 1. Ponerse inmediatamente las máscaras de oxígeno y configurar reguladores al 100%.
 2. Establecer comunicaciones entre la tripulación
 3. Hacer el procedimiento 2.1 del QRH: CABIN ALTITUDE WARNING OR RAPID DESPRESSURIZATION.
 - Ambos pilotos deben verificar en el Panel de CABIN ALTITUDE que la altitud se encuentre estabilizada en ó debajo de 10,000 pies, antes de remover las máscaras de oxígeno.
- 5) PROCEDIMIENTO "MOVIMIENTO DE LA AERONAVE"**
- 6) PROCEDIMIENTO "ARRANQUE DE MOTORES" (ENGINE START)**
 - Interruptores A/C PACK – OFF (1er Oficial)
- 7) PROCEDIMIENTO "ANTES DEL RODAJE" (BEFORE TAXI)**
 - Interruptores A/C PACK → AUTO (1er Oficial).
 - Interruptor ISOLATION VALVE → AUTO (1er Oficial).
 - Interruptor APU BLEED AIR → OFF (1er Oficial).
 - Interruptor FLT/GRD → FLT (1er Oficial).
 - Interruptor APU → OFF (1er Oficial).
 - Llamar "CHECKLIST BEFORE TAXI" (Capitán).
 - Hacer la "CHECKLIST BEFORE TAXI" (1er Oficial).
- 8) PROCEDIMIENTO "ANTES DEL DESPEGUE" (BEFORE TAKEOFF)**
 - Llamar "CHECKLIST BEFORE TAKEOFF" (PF).
 - Hacer la "CHECKLIST BEFORE TAKEOFF" (PM).
- 9) PROCEDIMIENTO "DESPEGUE" (TAKEOFF)**
 - Después de la retracción de los FLAP:
 - Verificar ENGINE BLEEDS AIR y A/C PACK → Operando.
- 10) PROCEDIMIENTO "ASCENSO Y CRUCERO" (CLIMB AND CRUISE)**
 - Completar la "CHECKLIST AFTER TAKEOFF" antes de iniciar este procedimiento.

3. PROCEDIMIENTOS SUPLEMENTARIOS (SP)

- a. **SP 2.7: CONTROL DE PRESURIZACIÓN AUTOMÁTICA – ATERRIZAJE EN AEROPUERTO DE ELEVACION SUPERIOR A 6,000 PIES (AUTOMATIC PRESSURIZATION CONTROL – LANDING AIRPORT ELEVATION ABOVE 6,000 FEET)**
 - 1) Hacer PREVUELO NORMAL (1er Oficial) excepto:
 - Antes del TAKEOFF:
 - Indicador LAND ALT → 6,000 pies.
 - Indicador CAB ALT → 6,000 pies.
 - En el DESCENSO INICIAL o 20 minutos aprox. antes de aterrizar:
 - Indicador LAND ALT → elevación del campo de destino.
 - Indicador CAB ALT → RESET (elevación del destino menos 200 pies).
- b. **SP 2.8 y 2.9: DESPEGUE SIN PRESURIZACIÓN (UNPRESSURIZED TAKEOFF)**
 - 1) DESPEGUE SIN ENGINE BLEED AIR (NO ENGINE BLEED AIR TAKEOFF)
 - Al realizarlo **con el APU operando** en las fases de:
 - TAKEOFF
 - Interruptor A/C PACK RH → AUTO

- Interruptor ISOLATION VALVE → CLOSED
 - Interruptor A/C PACK LH → AUTO
 - Interruptor ENGINE1 BLEED AIR → OFF
 - Interruptor APU BLEED AIR → ON
 - Interruptor ENGINE2 BLEED AIR → OFF
 - AFTER TAKEOFF
 - Interruptor ENGINE2 BLEED AIR → ON
 - Interruptor APU BLEED AIR → OFF
- Cuando el CABIN RATE del indicador de CABIN CLIMB **se estabilice**:
- Interruptor ENGINE1 BLEED AIR → ON
 - Interruptor ISOLATION VALVE → AUTO

VOLUMEN 2

1. SISTEMAS DE AIRE

a. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRESURIZACIÓN

1) INTRODUCCIÓN

- La presurización de cabina es controlada durante todas las fases de operación de la aeronave por el CPCS.
- Emplea aire de sangrado, suministrado y distribuido por el sistema de aire acondicionado. La presurización y la ventilación se controlan modulando la OUTFLOW VALVE.

2) VÁLVULAS DE ALIVIO DE PRESIÓN (PRESSURE RELIEF VALVES)

- Dos válvulas de alivio de presión proveen alivio de presión de seguridad, limitando la presión diferencial a un máximo de 8.65 psi.

3) CPCS (ver esquema al final del presente párrafo 1.)

- La CABIN ALTITUDE es controlada normalmente por el CPCS, según régimen (RATE) hasta una CABIN ALTITUDE de 8,000 pies.
- El CPCS controla en los siguientes Modos:
 - AUTO: Control Automático de Presurización. Modo normal de operación que emplea motor de corriente alterna (AC). La altitud de la aeronave es detectada directamente en los puertos estáticos. La altitud del aeropuerto de TAKEOFF, actual CABIN ALTITUDE, es ingresada en el CPCS todas las veces cuando se encuentre en tierra.
 - STANDBY (STBY): Control de Presurización Semi-Automático. La altitud es tomada eléctricamente del AIR DATA COMPUTER (ADC).
 - MAN AC: Control Manual empleando Motor de Corriente Alterna (AC).
 - MAN DC: Control Manual Empleando Motor de Corriente Directa (DC).

4) MODO AUTO

- El CPCS es empleado para pre-establecer dos altitudes: FLIGHT ALTIUDE (FLT ALT) y LANDING ALTITUDE (LAND ALT).
- En el aire, el controlador de presurización en este modo mantiene una diferencia de presión proporcional entre avión y cabina. Al aumentar la altitud de la cabina a un ritmo proporcional a la tasa de ascenso del avión, la altitud de la cabina se mantiene en el mínimo requerido.
- Una luz ámbar AUTO FAIL se ilumina si alguna de estas condiciones ocurre:
 - Pérdida de potencia eléctrica AC.
 - EXCESIVO RATE de CAMBIO de CABIN ALTITUDE (1,890 pies/minuto a nivel del mar)¹⁸.

¹⁸ La velocidad vertical de una aeronave (en pies/minuto) disminuye con la altitud debido a la reducción de la densidad del aire. La densidad del aire disminuye aproximadamente en un 2% por cada 1,000 pies de aumento de altitud, aunque esto es

➤ ELEVADA CABIN ALTITUDE (13,875 pies).

Con la iluminación de la luz de AUTO FAIL, el controlador de presurización en el Modo AUTO se desconecta automáticamente, pasando al Modo STBY, sin embargo, el selector del modo permanece en AUTO. El posicionamiento manual del selector de modo a STBY apaga dicha luz.

2. SISTEMAS DE ADVERTENCIA (WARNING SYSTEMS)

a. ADVERTENCIA INTERMITENTE DE ALTITUD DE CABINA/CONFIGURACIÓN (INTERMITTENT CABIN ALTITUDE/CONFIGURATION WARNING)

La CABIN ALTITUDE WARNING HORN se activa cuando la CABIN ALTITUDE excede 10,000 pies. La bocina puede ser silenciada por presión momentánea del interruptor ALT HORN CUTOUT en el Panel de CABIN ALTITUDE.

1.17.3.2 MANUAL DE REFERENCIA RÁPIDA (QUICK REFERENCE HANDBOOK – QRH)

1. CHECKLISTS NO NORMALES (NON-NORMAL CHECKLISTS - NNC)

a. MISCELÁNEOS

NNC 0.1: DESCENSO DE EMERGENCIA (EMERGENCY DESCENT)

Se efectúa ésta checklist cuando una o más de estas situaciones ocurren:

- La presurización de cabina no puede ser controlada cuando la aeronave está sobre los 14,000 pies.
- Es necesario un rápido descenso.

- 1 Anunciar descenso de emergencia. El PF avisará a la tripulación auxiliar por medio del sistema PA. El PM avisará al ATC y obtendrá la configuración del altímetro del área.
- 2 Señales a los pasajeros → ON
- 3 Sin demora, descender a altitud segura o 10,000 pies, la que sea más alta.
- 4 continuar hasta el 11.

b. SISTEMAS DE AIRE

1) NNC 2.1: ADVERTENCIA DE ALTITUD DE CABINA O RAPIDA DESPRESURIZACIÓN (CABIN ALTITUDE WARNING OR RAPID DESPRESSURIZATION)

Se efectúa esta checklist cuando una o más de estas situaciones ocurren:

- Exceso de CABIN ALTITUDE.
- En vuelo suena la CABIN ALTITUDE WARNING HORN o se ilumina la luz de CABIN ALTITUDE (como sea instalada).

- 1 Ponerse las máscaras de oxígeno y configurar reguladores al 100%.
- 2 Establecer comunicaciones con la tripulación.
- 3 Seleccionar modo de presurización → MAN.
- 4 Interruptor de OUTFLOW VALVE: mantener CLOSE hasta que la válvula indique totalmente cerrada.
- 5 Si la CABIN ALTITUDE es INCONTROLABLE:
 - Señal a pasajeros → ON
 - Si CABIN ALTITUDE excede o se espera que exceda 14,000 pies: Interruptor de PASS OXYGEN → ON

Ir a Checklist de Descenso de Emergencia (NNC 0.1 EMERGENCY DESCENT).

una simplificación y puede variar ligeramente debido a factores como la temperatura y las condiciones atmosféricas. Utilizando esta aproximación, la velocidad vertical a una altitud de 13,000 pies se puede calcular como:
 $V_{13,000} = V_0 \times (1 - 0.02 \times 13) \times V_{13,000} = V_0 \times (1 - 0.02 \times 13)$

2) NNC 2.2: FALLA DEL CONTROL DE PRESURIZACIÓN DE CABINA en MODO AUTOMÁTICO O CAMBIO DE PRESURIZACIÓN NO PROGRAMADA (AUTO FAIL OR UNSCHEDULED PRESSURIZATION CHANGE)

Se efectúa esta checklist cuando una o más de estas situaciones ocurren:

- El Controlador del Modo de Presurización Automática (AUTO) ha fallado.
 - La CABIN ALTITUDE es incontrolable.
- 1 Incrementar el empuje, puede asegurar suficiente abastecimiento de aire para controlar CABIN ALTITUDE.
 - 2 Interruptores de ENGINE BLEED AIR → Verificar ON.
 - 3 Interruptores de A/C PACK (ambos) → Verificar AUTO
Permitir que el RATE de cabina se estabilice, antes de ubicar el segundo interruptor a AUTO.
 - 4 Elegir uno:
 - Luz de AUTO FAIL es apagada y CABIN ALTITUDE controlable
 - Luz de AUTO FAIL es iluminada o CABIN ALTITUDE incontrolable:
 - Seleccionar Modo → STBY.
 - Indicador CAB ALT → SET, empleando valores de la placa de CABIN/FLIGHT ALTITUDE
 - Ir a paso 5.
 - 5 Elegir uno:
 - CABIN ALTITUDE controlable → continuar operación normal.
 - Luz AUTO FAIL iluminada o CABIN ALTITUDE incontrolable → paso 6.
 - 6 Seleccionar Modo → MAN AC
 - 7 Interruptor OUTFLOW VALVE → Mover a OPEN o CLOSE a necesidad.
 - 8 Elegir uno:
 - Si CABIN ALTITUDE es controlable → ir a paso 13.
 - Si CABIN ALTITUDE es incontrolable → ir a paso 9.
 - 9 Ponerse las máscaras de oxígeno y configurar reguladores al 100%.
 - 10 Establecer comunicaciones con tripulación
 - 11 Señal a pasajeros → ON
 - 12 Elegir uno:
 - Si CABIN ALTITUDE excede o se espera que exceda 14,000 pies:
 - Interruptor PASS OXYGEN → ON
 - Aplicar Checklist EMERGENCY DESCENT.
 - Si CABIN ALTITUDE no excede o se espera que no exceda 14,000 pies:
Aplicar Checklist EMERGENCY DESCENT.

3) NNC 2.9: FALLA DEL ENFRIAMIENTO DE EQUIPAMIENTO (EQUIPMENT COOLING OFF)

- 1 Interruptor de Abastecimiento de Enfriamiento (SUPPLY) o Extracción de Enfriamiento (EXHAUST) → Modo ALTERNO

Nota: la iluminación de la luz OFF del EQUIPMENT COOLING puede ser una indicación de un problema de presurización. Se debe asegurar que el sistema de presurización está operando normalmente.

- 2 No es necesario efectuar una acción posterior en vuelo si luz OFF del EQUIPMENT COOLING no se apaga

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

1.17.3.3 MANUAL DE ENTRENAMIENTO DE LA TRIPULACIÓN DE VUELO (FLIGHT CREW TRAINING MANUAL- FCTM)

1. OPERACIONES NO NORMALES (NON-NORMAL OPERATIONS)

a. SISTEMAS DE AIRE

ADVERTENCIA DE ALTITUD DE CABINA (CABIN ALTITUDE WARNING)

Se han recibido informes sobre alertas de advertencia de CABIN ALTITUDE por configuraciones incorrectas de los interruptores de las Válvulas de los ENGINE BLEED AIR y A/C PACK. Esta situación a menudo ocurre porque las tripulaciones no reconfiguran los interruptores después de un NO ENGINE BLEED AIR TAKEOFF. Además, se han reportado casos en que las tripulaciones demoraron en reaccionar ante el sonido de la bocina de la CABIN ALTITUDE WARNING, al confundirla con la bocina de advertencia de configuración de despegue.

Para abordar el problema de los interruptores mal configurados que afectan la presurización, el procedimiento estándar de despegue indica que la tripulación debe configurar o verificar la posición correcta de los interruptores de ENGINE BLEED AIR y A/C PACK, una vez completada la retracción de los FLAPS.

Adicionalmente, cuando se realiza un NO ENGINE BLEED AIR TAKEOFF, es importante seguir el procedimiento suplementario correspondiente, y mantener una buena coordinación entre los miembros de la tripulación, lo que reduce significativamente el riesgo de errores.

1.18 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN ÚTILES O EFICACES

Las investigaciones se llevaron a cabo de acuerdo con lo recomendado por el Anexo 13 y por el Documento 9756, Parte I y IV de la OACI, así como con el artículo 154.1 del Título XV de la Ley de Aeronáutica Civil del Perú, Ley N.º 27261, Anexo Técnico de la CIAA, y Manual de Investigación de Accidentes de la CIAA parte III y IV.

-----○-----

2. ANÁLISIS

2.1. FACTORES OPERACIONALES

a. Despegue desde Campos de Altitud Elevada:

El vuelo en que ocurrió la despresurización despegó del Aeropuerto de Jauja (SPJJ), de gran altitud (11,036 pies), ejecutando el procedimiento de despegue: NO ENGINE BLEED AIR TAKEOFF que involucraba tener desactivadas las Válvulas de los ENGINE BLEED AIR, para que la aeronave cuente con los motores a toda su potencia, mientras que el aire de sangrado del APU BLEED AIR alimentaba el sistema de aire acondicionado (A/C) y presurización de cabina.

b. Sistema de Aire Acondicionado (A/C) y Presurización de Cabina y Alertas

Desde el inicio del vuelo, la aeronave mostró fallas en la presurización de cabina. Aproximadamente 90 seg después del despegue, se activó la luz de EQUIPMENT COOLING OFF, generando la primera alerta de MASTERCAUTION y señalando una posible falla en el sistema de A/C y presurización. Posteriormente, se activaron más alertas de MASTERCAUTION, lo que indicó la ineficacia de los modos de control de presurización. Esto impidió que la altitud de cabina descendiera bajo los 10,000 pies, subiendo de forma incontrolable y provocando la despresurización y el despliegue automático de las máscaras de oxígeno.

2.2. PARÁMETROS DFDR – VUELO DE DESPRESURIZACIÓN DE CABINA Y CAÍDA DE MÁSCARAS

a. Registro de Parámetros:

Se debe efectuar el siguiente Descargo de Responsabilidad (DISCLAIMER):

- El DFDR no registra el parámetro de APU BLEED AIR; por ello, el investigador a cargo de la CIAA asume que su activación o desactivación se realizó conforme a los procedimientos establecidos en el QRH y el FCOM.
- El DFDR no registra el régimen de presurización de cabina (DECR, INCR, INDEX) seleccionado en el CABIN RATE durante el Modo STBY; por lo tanto, el investigador de la CIAA asume que se configuró en INCR, que regula una tasa de cambio de altitud de cabina de 2,000 pies/min. De haberse seleccionado INDEX, la tasa sería de 300 pies/min, mucho menor; y en DECR, sería de solo 50 pies/min, aún más baja.
- Al intentar replicar las coordenadas en los mapas, se observó que los datos registrados en el DFDR estaban notablemente desviados de los puntos reales, lo que sugiere un posible incumplimiento o defecto en la aplicación de la RAP 121.1000 sobre inspección de equipos e instrumentos. Esta norma, en su apartado (a)(4), exige una verificación de la lectura de parámetros y funcionamiento cada 12 meses y una calibración cada 60 meses.

b. Ajustes para el Despegue:

- La tripulación enciende los motores en la plataforma de SPJJ ubicada a 11,034 pies de altitud, activándose la alerta de CABIN ALTITUDE WARNING, indicando que la CABIN ALTITUDE se encontraba a una altitud superior a 10,000 pies.

- A los 10/11 seg, la tripulación encendió los paquetes de aire acondicionado A/C PACK LH y RH, activándolos en modo AUTO con regulación de flujo LOW.
- A los 14 seg, la tripulación cierra la ISOLATION VALVE como paso previo a la activación del APU BLEED AIR para suministro de aire al A/C PACK LH, paso inicial del procedimiento NO ENGINE BLEED AIR TAKEOFF.
- A los 494/497 seg, la tripulación desactivó las Válvulas de los ENGINE BLEED AIR de cada motor y el A/C PACK LH en Modo AUTO se reguló en flujo HIGH, con lo cual, se inició la carrera de despegue. A los 495/496 seg aprox., es decir, entre la desactivación de ENGINE BLEED AIR de un motor con el otro, se asume que se activó la Válvula del APU BLEED AIR para que suministre aire al A/C PACK LH únicamente.
- A los 503 seg, 03 seg antes de iniciar la carrera de despegue, el A/C PACK RH se apagó por sí solo. Sin embargo, este hecho no reviste importancia, ya que en ese momento se encontraba inactivo debido a que, durante la ejecución del procedimiento NO ENGINE BLEED AIR TAKEOFF, la Válvula de APU BLEED AIR solo suministra aire al A/C PACK LH y no al RH. 34 seg aprox. después de que la aeronave despegara de la pista, el A/C PACK RH se encendió por sí solo.

c. Despegue y Ascenso:

- Una vez que la aeronave despegó de la pista, su ascenso se caracterizó por presentar cuatro tramos distintivos de operación de la aeronave:
 - 1er tramo: Se elevó de la pista de aterrizaje y ascendió hasta 12,400 pies de altitud, con una alta velocidad vertical (V/S) de 2,400 pies/min durante 33 seg aprox. Los flaps fueron retraídos, no se activaron alarmas ni se detectaron fallas en el sistema de A/C y presurización.
 - 2do tramo: Ascendió desde 12,400 pies a 12,700 pies de altitud, evidenciando una disminución en el gradiente de ascenso, aunque mantuvo inicialmente una alta V/S de 2,400 pies/min que descendió a 1,680 pies/min en 10 seg aprox. El A/C PACK LH en modo AUTO se reguló a flujo bajo (LOW). La tripulación reactivó las Válvulas de los ENGINE BLEED AIR y, supuestamente, desactivó la Válvula de APU BLEED AIR. Finalmente, se observó que el A/C PACK LH se apagó y reencendió brevemente de forma autónoma.
 - 3er tramo: Ascendió desde 12,700 pies a 13,800 pies de altitud, pero con V/S significativamente reducida de 960 pies/min durante 58 seg aprox. La tripulación disminuyó la V/S para probablemente, gestionar tres alertas de MASTERCAUTION: desactivación del EQUIPMENT COOLING, desconexión del Modo AUTO de control de presurización de cabina y mal funcionamiento adicional por intentos fallidos de control de presurización en Modos (STBY y MAN), así como el cierre de la OUTFLOW VALVE. La tripulación no informó el régimen de presurización de cabina (DECR, INCR, INDEX) elegido en el Selector del CABIN RATE durante el Modo STBY, pero se asume, como se indica en a. que seleccionó INCR (2,000 pies/min).
 - 4to tramo: Ascendió desde 13,800 pies a 18,400 pies de altitud (TOC), registrando una muy alta V/S de 3,720 pies/min, con picos de 4,560 pies/min, durante 111 seg aprox. La tripulación aumentó considerablemente la V/S para alcanzar la altitud mínima de seguridad de 18,000 pies por las condiciones IMC. Durante este tramo, se activó la Bocina del CABIN ALTITUDE WARNING HORN, alertando a la tripulación de que la CABIN ALTITUDE alcanzó 14,000 pies, siendo inminente la caída automática de las máscaras de oxígeno, lo que finalmente ocurrió a 14,350/14,700 pies de CABIN ALTITUDE, mientras la aeronave se encontraba a alrededor de 17,000 pies de altitud.

- Es importante señalar que la tasa de cambio (CABIN RATE) de CABIN ALTITUDE tiene un límite de 1,890 pies/min a nivel del mar, valor que disminuye conforme aumenta la altitud. En los primeros dos tramos mencionados, la V/S de 2,400 pies/min alcanzado, superó significativamente este límite, siendo más notorio a medida que se ascendía, y excedió el régimen de presurización asumido como seleccionado INCR (2,000 pies/min) del Selector del CABIN RATE. Este desajuste generó una disparidad entre la altitud de la aeronave y la CABIN ALTITUDE, activando la luz de AUTO FAIL y desconectando el control de presurización en el Modo AUTO durante el 3er tramo.
- A los 580 seg, 82 seg después de que el A/C PACK LH estuviera en modo AUTO y ajustado a flujo HIGH, se cambió nuevamente a flujo LOW.
- A los 581/582 seg, 84/86 seg aprox. después que se desactivaron las Válvulas de los ENGINE BLEED AIR, la tripulación las reactiva, asumiéndose que desactiva la Válvula del APU BLEED AIR.
- Es importante resaltar que la reactivación de las Válvulas de los ENGINE BLEED AIR y la desactivación de la Válvula del APU BLEED AIR mencionadas anteriormente se realizaron de manera casi simultánea (Motor #1 - segundo 581 y Motor #2 - segundo 582). Este procedimiento no se ajustó a lo estipulado en el procedimiento suplementario SP 2.8 y 2.9, del FCOM, que establece que, tras reactivar la Válvula del ENGINE2 BLEED AIR y desactivar la Válvula del APU BLEED AIR, se debe esperar a que el indicador CABIN CLIMB muestre una estabilización en la tasa de ascenso de cabina (CABIN RATE) antes de reactivar la Válvula del ENGINE1 BLEED AIR, además, se debe posicionar el interruptor de la ISOLATION VALVE en AUTO, pero permaneció en posición CLOSE.

d. Top of Climb (TOC):

Alrededor de los 757 seg, la aeronave alcanzó su altitud máxima de seguridad de 18,400 pies y, poco después, inició el descenso hacia SPJJ, donde aterrizó sin inconvenientes. Es importante señalar que el personal de mantenimiento no requirió efectuar alguna acción correctiva en los sistemas de A/C y presurización de cabina para el vuelo ferry programado para el día siguiente, el cual transcurrió sin incidentes reportados, salvo que se voló con el sistema de oxígeno para pasajeros desactivado, por la caída de las máscaras de oxígeno del día anterior.

2.3. DATOS DFDR – COMPARACIÓN RELEVANTE ENTRE EL VUELO DE DESPRESURIZACIÓN y EL VUELO FERRY

a. Sistemas de A/C y Presurización de Cabina

- **Tiempo de Recepción del Aire de Sangrado de los ENGINE BLEED AIR y APU BLEED AIR, en tierra antes del despegue**
Vuelo de Despresurización: 494/497 seg.
Vuelo Ferry: 374 – 379.
- **Tiempo de Recepción del Aire de Sangrado del APU BLEED AIR únicamente, en tierra y aire, hasta la reactivación del Aire de Sangrado de los ENGINE BLEED AIR**
Vuelo de Despresurización: 88/84 seg.
Vuelo Ferry: 374/379 seg.
 Se debe observar que la reactivación del aire de sangrado de los ENGINE BLEED AIR se realizó antes de retractar los FLAPS (contrario a lo indicado en el procedimiento de "DESPEGUE" del FCOM del fabricante).

- **Altura sobre el Terreno (AGL) a la cual se reactivó el Aire de Sangrado de los ENGINE BLEED AIR**

Vuelo de Despresurización: 1,478 pies promedio.

Se debe observar que el Capitán informó que lo hizo a 1,000 pies AGL, indicando que era su altura de reducción seleccionada.

Vuelo Ferry: 327 pies promedio.

Se debe observar que es una altura bastante menor que en el vuelo de despresurización.

b. Advertencia de Altitud de Cabina (CABIN ALTITUDE WARNING)

- **Momento de Activación del CABIN ALTITUDE WARNING**

Vuelo de Despresurización: Se activó al arranque de motores en tierra, pero no se apagó durante todo el vuelo.

Vuelo Ferry: Se activó al arranque de motores en tierra, pero se apagó a los 807 seg con 17,102 pies aprox. de altitud de aeronave.

2.4. GESTIÓN DE RECURSOS DE CABINA (CRM) POR LA TRIPULACIÓN

a. Experiencia y Procedimientos Seguidos:

Tanto el Capitán como el 1er Oficial, con experiencia en operaciones en aeronaves B-737, siguieron los procedimientos establecidos al detectar la falla de presurización. Activaron oportunamente la checklist NNC 2.1 CABIN ALTITUDE WARNING OR RAPID DEPRESSURIZATION e informaron a la tripulación para prepararse para un descenso de emergencia

b. Comunicación y Decisiones Críticas:

Al detectar el problema de presurización, el Capitán decidió regresar a SPJJ, lo que permitió un descenso seguro a 14,000 pies en condiciones VMC y evitó complicaciones mayores. Además, el descenso en VMC y la comunicación con la tripulación auxiliar y los pasajeros contribuyeron a mitigar los riesgos durante el incidente grave.

2.5. DESEMPEÑO TÉCNICO Y SISTEMAS DE LA AERONAVE

a. Sistema de Aire Acondicionado (A/C) y Presurización de Cabina:

Tuvo un desempeño fallido desde el despegue. Las condiciones de despegue en campos de altitud elevada generaron demandas mayores en el sistema de presurización.

b. Disparidad en el Comportamiento del Sistema de Presurización entre el Vuelo de Despresurización de Cabina y el Vuelo Ferry:

El Vuelo Ferry se realizó con normalidad, sin reportes de fallas o malfuncionamientos, especialmente en cuanto a la presurización de cabina. Esto sugiere que la despresurización en el vuelo anterior pudo haber sido causada por una falla transitoria o por un problema en el procedimiento inicial de configuración del sistema de presurización de cabina.

c. Gestión y Monitoreo de los Sistemas de Aire Acondicionado (A/C) y Presurización:

La diferencia en los tiempos de activación y el comportamiento de los sistemas de A/C y presurización entre el vuelo en que ocurrió la despresurización y el vuelo ferry podría indicar discrepancias en los controles del sistema de presurización de cabina.

d. Componentes y Limitaciones del Equipo:

La aeronave estaba certificada para operar en aeródromos de elevada altitud (hasta 14,000 pies) lo cual es adecuado para SPJJ. Sin embargo, este tipo de operación requiere una atención especial a los procedimientos de presurización de cabina, especialmente durante la configuración de los sistemas APU BLEED AIR y ENGINE BLEED AIR, cuando se aplica el procedimiento de despegue NO ENGINE BLEED AIR TAKEOFF.

e. Caída de Máscaras de Oxígeno

Se evidencia una posible falla en el sistema de despliegue y caída de las máscaras de oxígeno de la tripulación técnica, lo que subraya la necesidad de evaluar la confiabilidad y servicios de mantenimiento de los equipos de emergencia. La respuesta rápida de la tripulación al manejar manualmente la situación fue efectiva.

-----○-----

3. CONCLUSIONES

3.1 CONSTATAACIONES

3.1.1. **PROGRAMACIÓN Y CONDICIONES DE LA AERONAVE:**

- a. La aeronave B-737-500 matrícula OB-2140-P estuvo programada por el explotador para cumplir con el vuelo N° 113, que seguiría la ruta de retorno a lima: Aeropuerto Francisco Carlé (SPJJ) en la provincia de Jauja, departamento de Junín – Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (SPJC) en Lima, transportando 02 pilotos como tripulantes técnicos, 04 tripulantes de cabina y 68 pasajeros.
- b. La aeronave estaba certificada, equipada y mantenida de conformidad a las regulaciones y procedimientos aprobados, garantizando su aeronavegabilidad, además, contaba con historial de mantenimiento y operación documentados. No se registraron fallas o mal funcionamientos significativos en los vuelos recientes.

3.1.2. **TRIPULACIÓN TÉCNICA:**

- a. Estuvo conformada por un Capitán y un 1er Oficial, quienes poseían las licencias requeridas, estaban en condiciones médicas aptas, contaban con las calificaciones y tenían una amplia experiencia para realizar el vuelo programado.
- b. Inició la carrera de despegue cumpliendo con las checklist PREFLIGHT, ENGINE START, BEFORE TAXI, NO ENGINE BLEED AIR TAKEOFF con APU Operativo (procedimiento) y AFTER TAKEOFF.

3.1.3. **METEOROLOGÍA:**

Las condiciones meteorológicas indicaban desde las 17:05 h del último METAR, la posibilidad de generación de tormentas, las cuales podrían haberse manifestado durante el incidente; sin embargo, no se evidenció afectación directa en el incidente grave.

3.1.4. **CONDICIONES DE OPERACIÓN:**

La operación desde el Aeropuerto de Jauja (SPJJ), cuyo campo es de altitud elevada de 11,034 pies, implicó mayores demandas en los sistemas de A/C y presurización de cabina de la aeronave. El uso del procedimiento NO ENGINE BLEED AIR TAKEOFF contribuyó a la complejidad de la configuración del sistema de A/C y presurización durante el ascenso.

3.1.5. **FALLAS EN EL SISTEMA DE A/C Y PRESURIZACIÓN DE CABINA:**

- a. Desde el inicio del vuelo, la aeronave presentó fluctuaciones en el sistema de A/C y presurización de cabina, evidenciado por alertas de MASTER CAUTION y la permanente activación de la CABIN ALTITUDE WARNING. La marcada disparidad entre la altitud de la aeronave y la CABIN ALTITUDE desestabilizaron el sistema, generando intentos fallidos de control en los modos de respaldo (STBY y MAN).
- b. Se observó una diferencia en el comportamiento del sistema de A/C y presurización entre el vuelo de despresurización y el vuelo ferry posterior, lo cual sugiere una posible falla transitoria o un problema de configuración inicial con este sistema.

3.1.6. DESEMPEÑO DE LA TRIPULACIÓN:

- a. Luego de la emergencia, la tripulación activó la checklist de CABIN ALTITUDE WARNING OR RAPID DEPRESSURIZATION y comunicó oportunamente a la tripulación auxiliar y pasajeros la emergencia. La decisión del Capitán de regresar a SPJJ fue adecuada y permitió un descenso seguro en condiciones VMC.
- b. La tripulación no siguió con precisión la secuencia de pasos del procedimiento suplementario del FCOM: verificar la estabilización del CABIN RATE antes de reactivar la Válvula del ENGINE2 BLEED AIR y no pasar la configuración de la ISOLATION VALVE de CLOSE a modo AUTO.
- c. La tripulación llegó a tasas de ascenso (V/S) de la aeronave que superaron el límite establecido, sobrecargando el sistema de presurización de la aeronave, y reactivó los ENGINE BLEED AIR a 1,500 pies AGL en lugar de los 1,000 pies AGL previstos.

3.1.7. DISPARIDADES EN LOS REGISTROS DEL DFDR:

- a. Las coordenadas estaban significativamente desviadas de los puntos reales, evidenciando posible incumplimiento o cumplimiento defectuoso de la RAP 121.1000 sobre inspección de equipos e instrumentos.
- b. No registra el parámetro de APU BLEED AIR, lo que limita la capacidad de verificación de su activación o desactivación y complica el análisis detallado de la gestión del sistema de presurización.

3.1.8. ACTIVACIÓN DE LA CAÍDA DE LAS MÁSCARAS DE OXÍGENO:

El explotador no garantizó la confiabilidad y el mantenimiento de las PSU, requeridos para prevenir la no caída de las máscaras de oxígeno de las tripulantes de cabina.

3.2 PROBABLE CAUSA Y FACTORES CONTRIBUYENTES

La Comisión de Investigación de Accidentes de Aviación del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, determina como la Causa Probable del Incidente Grave:

3.2.1 CAUSA PROBABLE

Configuración inadecuada del sistema de A/C y presurización de cabina, durante el despegue y ascenso en el entorno de un campo de altitud elevada, combinada con una respuesta incompleta a las alertas de presurización, lo que resultó en una incapacidad para controlar la presurización de cabina, desestabilizándose y sobrepasando los límites de altitud de cabina.

3.2.2 FACTORES CONTRIBUYENTES

- 1. Omisión de ciertos pasos críticos del FCOM relacionados a los procedimientos a aplicar en el sistema de A/C y presurización de cabina, durante el despegue de campos de elevada altitud.

4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL

No se formulan Recomendaciones de Seguridad Operacional.

-----O-----

Informe revisado y aprobado por la:

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES DE AVIACIÓN
Jr. Zorritos N° 1203
Edificio central piso 12 sector D
ciaa@mtc.gob.pe
Cercado de Lima
Lima – Perú