

Grupo de Investigación de Accidentes

GRIAA

GSAN-4-5-12-035



AERONÁUTICA CIVIL
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL

INFORME FINAL ACCIDENTE

COL-21-26-GIA

**Aterrizaje de emergencia por
falla de motor**

(SCF-PP)

Air Tractor 301

Matrícula HK4953

4 de junio de 2021

**Finca La Pepilla, Ciénaga
Magdalena - Colombia**



ADVERTENCIA

El presente Informe Final refleja los resultados de la investigación técnica adelantada por la Autoridad AIG de Colombia – Grupo de Investigación de Accidentes, GRIAA, en relación con el evento que se investiga, con el fin de determinar las causas probables y los factores contribuyentes que lo produjeron. Así mismo, formula recomendaciones de seguridad operacional con el fin de prevenir la repetición de eventos similares y mejorar, en general, la seguridad operacional.

De conformidad con lo establecido en la Parte 114 de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, RAC 114, y en el Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional, OACI, *“El único objetivo de las investigaciones de accidentes o incidentes será la prevención de futuros accidentes o incidentes. El propósito de esta actividad no es determinar culpa o responsabilidad”*.

Por lo tanto, ningún contenido de este Informe Final, y en particular las conclusiones, las causas probables, los factores contribuyentes y las recomendaciones de seguridad operacional tienen el propósito de señalar culpa o responsabilidad.

Consecuentemente, cualquier uso que se haga de este Informe Final para cualquier propósito distinto al de la prevención de futuros accidentes e incidentes aéreos, y especialmente para fines legales o jurídicos, es contrario a los fines de la seguridad operacional y puede constituir un riesgo para la seguridad de las operaciones.



Contenido

SIGLAS	5
SINOPSIS	6
RESUMEN	6
1. INFORMACIÓN FACTUAL	7
1.1 Historia de vuelo	7
1.2 Lesiones personales	10
1.3 Daños sufridos por la aeronave	11
1.3.1 Motor y hélice	11
1.3.2 Fuselaje	12
1.4 Otros daños	14
1.5 Información personal	14
1.5.1 Piloto.....	14
1.6 Información sobre la aeronave.....	14
1.6.1 Motor	15
1.6.2 Hélice.....	16
1.7 Información Meteorológica.....	16
1.8 Ayudas para la Navegación	16
1.9 Comunicaciones	16
1.10 Información del Aeródromo.....	17
1.11 Registradores de Vuelo	17
1.12 Información de impacto y los restos de la aeronave	17
1.13 Incendio	17
1.14 Información médico patológica	17
1.15 Aspectos de supervivencia	18
1.16 Ensayos e investigaciones.....	18
1.16.1 Análisis de falla al material del cilindro	19
1.16.2 Evidencia de campo	20
1.16.3 Árbol de Hipótesis	22
1.16.4 Inspección Visual, Desensamble e identificación de partes	23
1.16.5 Macro-fractografía (SEM)	28
1.16.6 Toma de dureza para el material del cilindro.....	31

1.16.7	Composición química del material.....	32
1.16.8	Análisis metalográfico sobre la zona de falla.....	33
1.17	Información sobre la organización	34
1.18	Información adicional.....	35
1.18.1	Funcionamiento de un motor radial.....	35
1.18.2	Pistones.....	37
1.18.3	Ventajas de los motores radiales	37
1.19	Técnicas útiles o eficaces de investigación	39
2.	ANÁLISIS	40
2.1	Operaciones de vuelo.....	40
2.2	Análisis de falla fractura de cilindro.....	40
2.2.1	Análisis de falla fractura de cilindro	41
2.2.1	Efecto de la operación del motor por parte de las tripulaciones	44
2.2.2	Efecto de la pérdida de un cilindro.....	44
3.	CONCLUSIÓN	45
3.1	Conclusiones	45
3.2	Causa(s) probable(s)	46
3.3	Factores Contribuyentes.....	46
3.4	Taxonomía OACI	46
4.	RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL.....	47

SIGLAS

AMM:	Manual de mantenimiento de aeronaves
AGL	Por encima del nivel del suelo
ATC	Control de Tránsito Aéreo
CRM	Gestión de Recursos de Cabina
GRIAA	Grupo de Investigación de Accidentes – Autoridad AIG Colombia
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
HL	Hora Local
METAR	Informe Meteorológico Rutinario de aeródromo
MGO	Manual General de Operaciones
MGM	Manual general de mantenimiento
MPI	Manual procedimientos de inspección
NTSB	National Transportation Safety Board – Autoridad AIG de EEUU
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
PCA	Piloto Comercial de Avión
PBMO	Peso Bruto Máximo Operativo
POH	Manual de Operaciones del Piloto
RII	Ítem de inspección requerida
RPM	Revoluciones por minuto
SMS	Sistema de gestión para seguridad operacional
UTC	Tiempo Coordinado Universal
VFR	Reglas de Vuelo Visual
VMC	Condiciones Meteorológicas Visuales



SINOPSIS

Aeronave:	Air Tractor AT301
Fecha y hora del Accidente:	04 de junio de 2021, 07:07 HL
Lugar del Accidente:	Finca la Pepilla (Ciénaga, Magdalena)
Coordenadas:	N 10°57'15" – W 074°10'41"
Tipo de Operación:	Trabajos Aéreos Especiales - Aviación Agrícola
Personas a bordo:	01 ocupante (Piloto)

RESUMEN

El 4 de junio de 2021, la aeronave AT301 de Trabajos Aéreos Especiales de Fumigación, matrícula HK-4953, fue programada para efectuar un vuelo de aspersión desde la pista la Lucha (SKGM), a un cultivo de plátano ubicado en el lote Arenal, en las coordenadas N 10°56'10" – W 074°10'00". Las condiciones meteorológicas eran visuales.

Para su segundo vuelo, la aeronave despegó por la cabecera 14. Durante el ascenso, y aproximadamente 656 pies de altura, el motor perdió sustancialmente la potencia, situación acompañada de fuerte ruido y vibración; pocos segundos después, el motor se apagó.

El Piloto descargó el producto químico por emergencia, e intentó efectuar un reencendido del motor con resultados negativos.

El Piloto mantuvo el control de la aeronave y se dispuso a efectuar un aterrizaje forzoso en un campo no preparado; a muy baja altura la aeronave golpeó con un templete, lo que ocasionó la pérdida de control de la aeronave que se precipitó a tierra.

Una vez detenida la aeronave el Piloto abandonó la aeronave por sus propios medios con lesiones leves en su rodilla derecha.

La aeronave sufrió daños sustanciales; sin embargo, no se presentó fuego ni antes ni después del accidente.

La investigación determinó que la causa probable del accidente fue la falla del motor ocasionada por la fractura del cilindro No. 7, lo cual ocasionó pérdida de potencia, impidiendo que la aeronave continuara en vuelo, obligando a un aterrizaje forzoso.

Así mismo, encontró cinco (5) factores contribuyentes, relacionados principalmente con procesos de mantenimiento.

Se emitieron siete (7) recomendaciones de seguridad operacional.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1 Historia de vuelo

El 4 de junio de 2021, la aeronave AT301 de Trabajos Aéreos Especiales de Fumigación, matrícula HK-4953, fue programada para efectuar un vuelo de aspersión desde la pista La Lucha (SKGM), a un cultivo de plátano ubicado en el lote Arenal, en las coordenadas N 10°56'10" – W 074°10'00". Las condiciones meteorológicas eran visuales..

La aeronave realizó su primer vuelo a las 6:25 HL, sobre el lote Arenal, con 50 galones de combustible y 230 galones de producto químico; este vuelo se desarrolló normalmente y la aeronave regresó a la pista La Lucha a las 06:45 HL. Para su segundo vuelo, la aeronave fue abastecida nuevamente con 50 galones de combustible y 230 galones de producto químico.

La aeronave despegó por la cabecera 14, a las 07:05 HL, de manera normal y realizó un viraje amplio hacia la derecha, con parámetros de motor normales, según indicó el Piloto: full potencia, 36" de manifold, 2250 RPM, temperatura del motor 140° F, presión de aceite 90 psi y presión de combustible 5 psi.



Figura No. 1: Ubicación de la Pista La Lucha.

Durante el ascenso y aproximadamente 656 pies de altura, el motor perdió sustancialmente la potencia, situación que estuvo acompañada de fuerte ruido y vibración, seguida, pocos segundos después, de la apagada del motor.

Al percatarse de la situación, el Piloto "botó" el producto químico por emergencia; esto hizo que la aeronave ganara un poco de altura que el Piloto aprovechó para intentar un encendido del motor, utilizando la bomba manual de combustible, con resultados negativos.



Figura No. 2: Trayectoria de la aeronave para el primer vuelo.

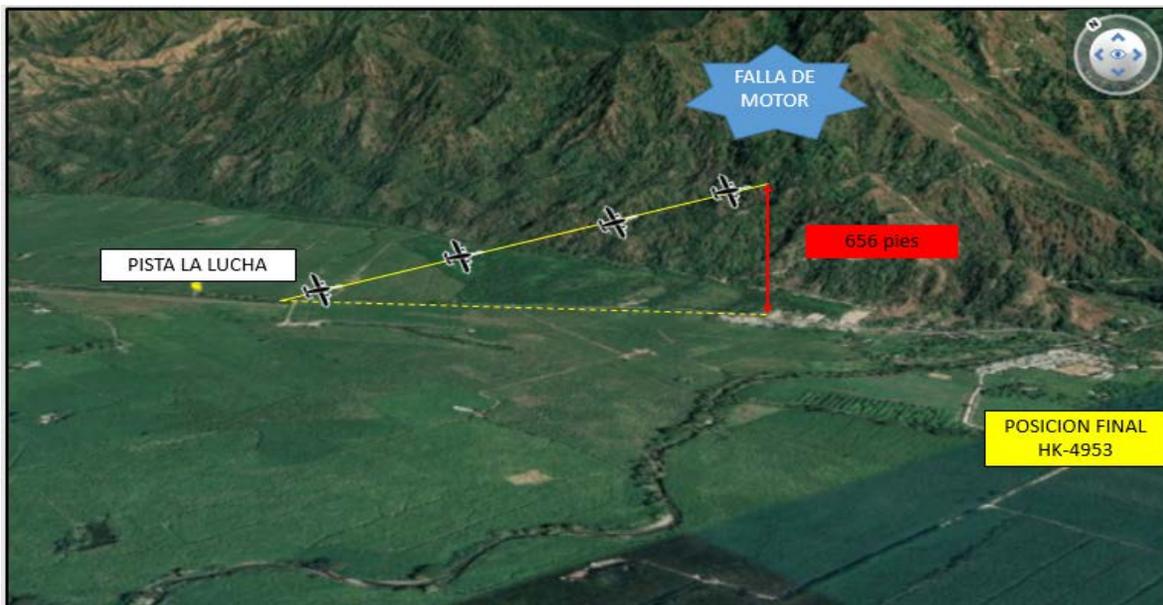


Figura No. 3: Segundo vuelo, falla de motor.

Para este momento la aeronave había perdido velocidad y el Piloto seleccionó un campo que consideraba apropiado para efectuar un aterrizaje de emergencia.

El Piloto mantuvo el control de la aeronave; cuando sobrevolaba un cultivo de plátano y próximo a aterrizar de emergencia, la aeronave golpeó contra un templete (cable) que es utilizado para colgar los “vagones” de sustracción del plátano del cultivo, lo que ocasionó la pérdida de control de la aeronave y que se precipitara a tierra.

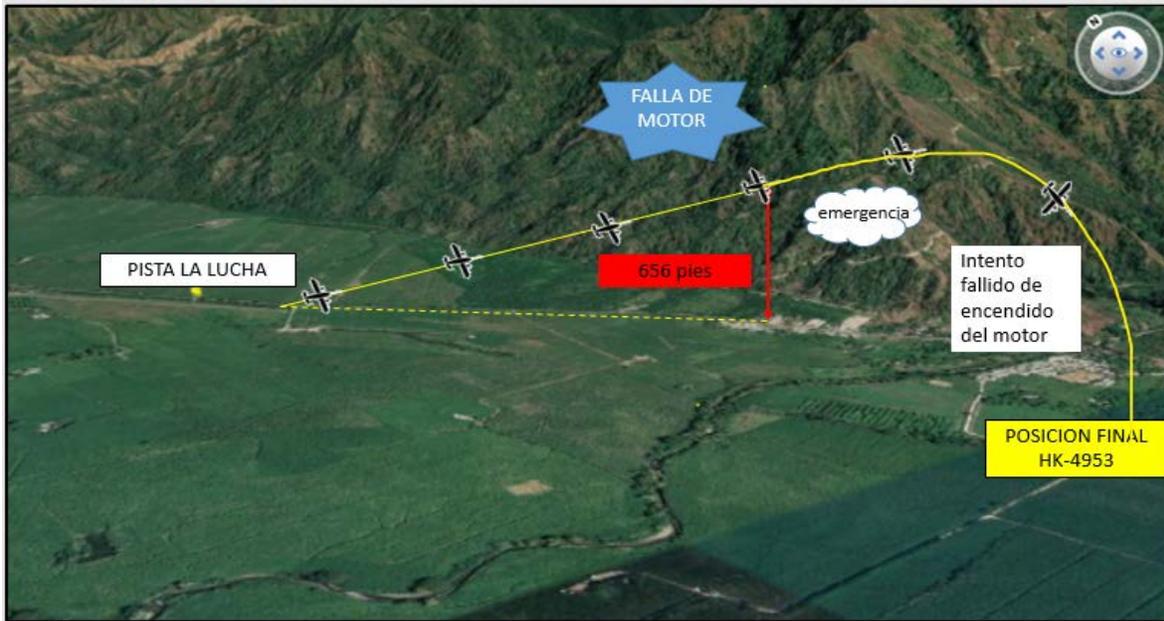


Figura No. 4: Expulsión del producto químico por emergencia.

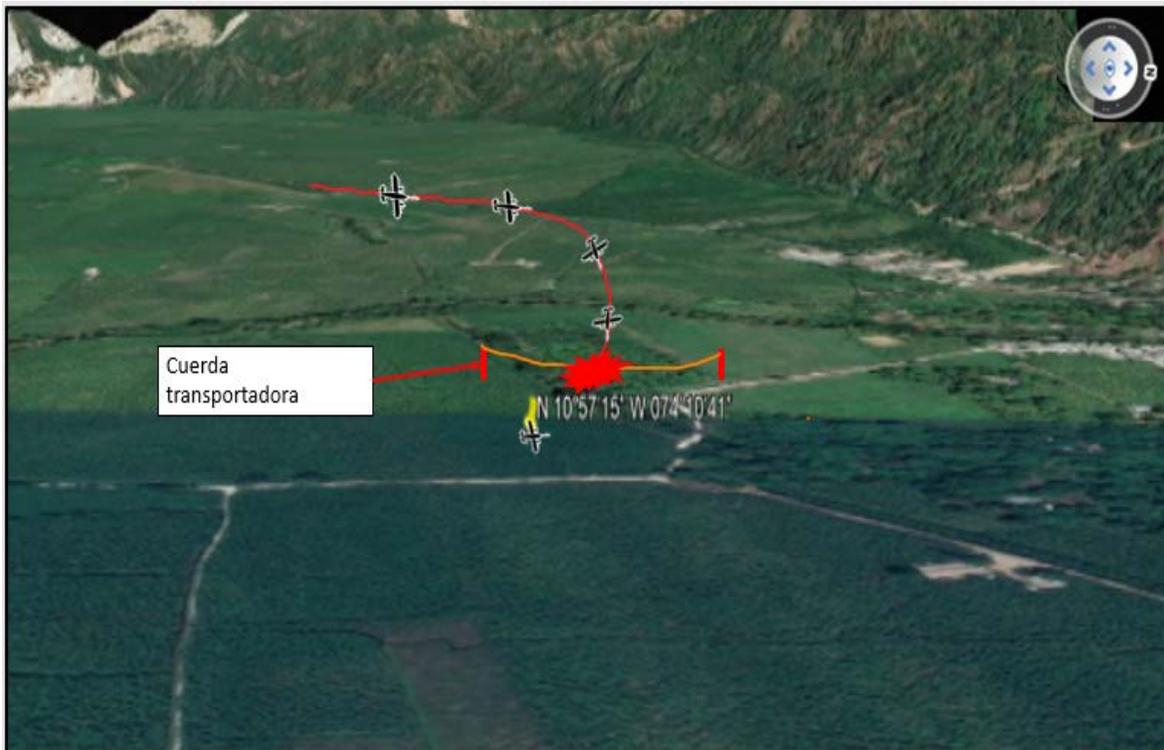


Figura No. 5: Golpe de la aeronave con cable transportador.

El Piloto abandonó la aeronave por sus propios medios por la parte izquierda de la aeronave, con dificultad, ya que sufrió un golpe en la rodilla derecha. Minutos más tarde fue auxiliado por trabajadores de la bananera quienes lo sacaron del cultivo.

El avión sufrió daños sustanciales.

No se presentó fuego ni antes ni después del accidente.

El lugar del accidente se situó en coordenadas N 10°57'15" W 074°10'41" con un rumbo final de 82°, a una elevación 30 m.

La Autoridad de Investigación de Accidentes de Colombia (Grupo de Investigación de Accidentes – GRIAA) fue alertada del accidente por medio de la Oficina de Seguridad Operacional de la empresa, y se dispuso el desplazamiento de un investigador, quien llegó al sitio un día después del evento para iniciar la investigación del accidente.

Siguiendo los protocolos del Anexo 13 de OACI y del RAC 114, el evento fue notificado a la National Transportation Safety Board (NTSB), de los Estados Unidos, como Estado de Diseño y Fabricación de Air Tractor 301.



Fotografía No. 1: Posición final de la aeronave HK-4953.

1.2 Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total	Otros
Mortales	-	-	-	-
Graves	-	-	-	-
Leves	1	-	1	-
Ilesos	-	-	-	-
TOTAL	1	-	1	-

1.3 Daños sufridos por la aeronave

De acuerdo con la entrevista realizada al tripulante, después de que el motor se apagara, la aeronave perdió velocidad y altura, acercándose a la copa de los árboles; en la trayectoria hacia el campo seleccionado por el Piloto para aterrizar de emergencia, se encontró con el cable que golpeó el plano izquierdo, haciendo que la aeronave cambiara bruscamente su rumbo, su velocidad y la altura. Como resultado de la desaceleración y pérdida de control la aeronave se precipitó al terreno impactando varias palmas de plátano.

1.3.1 Motor y hélice

El motor se desprendió del soporte estructural de la aeronave, quedando ubicado a 2.5 metros de aquella, enterrado de frente sobre la superficie del cultivo de plátano.

La hélice permaneció sujeta al motor. Las puntas de las palas de la hélice no presentaron deformación, condición que indicaba que, probablemente, el motor no estaba produciendo potencia al momento de golpear el cable y las plantas de plátano.

Durante la inspección al motor efectuada en campo, se encontró una fractura sobre el cuerpo del cilindro ubicado en la posición 7.



Fotografía No. 2: Desprendimiento del motor.



Fotografía No. 3: Daños en la Hélice.

1.3.2 Fuselaje

Como consecuencia del golpe contra el cable, y posteriores impactos contra el terreno, la aeronave sufrió daños en toda su estructura. Las mayores concentraciones de esfuerzos producidos por la desaceleración se situaron sobre la parte delantera del fuselaje con múltiples fracturas en largueros, formadores, y deformación plástica crítica en la piel, costados izquierdo y derecho.



Fotografía No. 4: Daños en el fuselaje frontal.

Se encontró deformación plástica de la piel de la aeronave, sobre el fuselaje frontal y costado izquierdo, a consecuencia, de los fuertes cambios de desaceleración y absorción de energía.



Fotografía No. 5: Daños en el fuselaje lateral izquierdo.

El plano izquierdo se desprendió desde su soporte principal, recibiendo golpes a lo largo del borde de ataque; adicionalmente se encontró presencia de aceite del motor sobre las partes superior e inferior del plano.



Fotografía No. 6: Desprendimiento del plano izquierdo y múltiples golpes en el borde de ataque

1.4 Otros daños

Se causaron daños en el cultivo de plátano en un diámetro de 15 metros aproximadamente. Los daños fueron ocasionados por los múltiples golpes que tuvo la aeronave con el sembrado y, además por los derrames de fluido hidráulico, aceite de motor, y combustible.

1.5 Información personal

1.5.1 Piloto

Edad:	63 años
Licencia:	Piloto Comercial de avión (PCA)
Certificado médico:	Vigente
Equipos volados como piloto:	Air Tractor 301/401, Cessna 188
Último chequeo en el equipo:	04 de enero de 2021
Total horas de vuelo:	2.500 horas registradas
Total horas en el equipo:	1.500 horas aprox.
Horas de vuelo últimos 90 días:	106 horas
Horas de vuelo últimos 30 días:	30:34 horas
Horas de vuelo últimos 03 días:	03:22 horas
Horas de vuelo últimas 24 horas:	01:44 horas

De acuerdo con la inspección a los documentos de entrenamiento básicos, recurrente, proeficiencia y certificado médico, el Piloto cumplía con los requisitos exigidos por el Reglamento Aeronáutico para mantener las habilitaciones de su licencia de vuelo.

El último repaso en tierra en el equipo Air Tractor 301, lo había realizado en el mes de febrero de 2020, con una duración de 10 horas.

Adicionalmente, había efectuado un curso de manejo eficiente y seguro de insumos plaguicidas químicos en aviación general, en el mes de febrero de 2021, con una duración de 4 horas.

El Piloto, contaba con un contrato individual de trabajo con el Explotador, a término indefinido, firmado el 20 de febrero de 2021.

1.6 Información sobre la aeronave

Marca:	Air Tractor
Modelo:	AT-301
Serie:	301-0120
Matrícula:	HK-4953
Certificado aeronavegabilidad:	0000321
Certificado de matrícula:	R0008542

Fecha de fabricación:	1982
Fecha último servicio:	Mayo de 2021, servicio de 100 horas.
Total horas de vuelo:	11483:42 horas.
Total ciclos de vuelo:	Desconocidos.

Los ciclos de la aeronave son desconocidos, ya por el tipo de operación y registros de mantenimiento, el control de vida de la aeronave se hace utilizando las horas voladas.

De acuerdo con la inspección que se realizó a los documentos de mantenimiento, se encontró que, el 14 de marzo de 2021, se le realizó a la aeronave un servicio de 100 horas, ejecutado por el equipo de mantenimiento de la empresa, organización aprobada por autoridad de aviación de Colombia.

Se encontró que el grupo de mantenimiento que realizó el servicio contaba con el entrenamiento básico, recurrente y adoctrinamiento en el equipo, y con sus licencias vigentes, cumpliendo con las atribuciones de las mismas para el momento del accidente.

Dentro de las acciones de mantenimiento realizadas a la aeronave, se identificó el cumplimiento una serie de servicios programados descritos de la siguiente manera:

- El 25 de noviembre de 2020, se le realizó a la aeronave un servicio de 25 horas, de acuerdo con el manual del fabricante y el programa de mantenimiento aprobado para la empresa.
- El 24 de enero de 2021, se le realizó un servicio de 100 horas; adicionalmente, se le realizó el cumplimiento de la Directiva de Aeronavegabilidad AD 99-11-02, y del Boletines de Servicio 1787; así mismo, se realizó una inspección visual por control de corrosión y lubricación general.
- El 24 de marzo de 2021, se le efectuó un servicio de 25 horas, de acuerdo con el manual de fabricante de la aeronave; adicionalmente, se le efectuó inspección a los radios y a la antena.
- El 29 de marzo se le realizó un servicio anual para el control de corrosión, y lubricación general.

1.6.1 Motor

Marca:	Pratt and Whitney
Modelo:	R1340 AN1
Serie:	P 326986
Total horas de vuelo:	11.452:44 horas
Total ciclos de vuelo:	Desconocidos
Total horas D.U.R.G:	1200 horas
Fecha último servicio:	01 de junio de 2021

Los ciclos del motor son desconocidos, ya por el tipo de operación y registros de mantenimiento, el control de vida del motor y sus componentes se hicieron utilizando las horas voladas.

De acuerdo con la inspección que se realizó a los documentos de mantenimiento, se encontró que el 01 de junio de 2021, se realizó el cumplimiento de la orden de ingeniería 113, "Inspección a correas del anillo velocidad del motor".

El 10 de noviembre de 2020 se realizó la remoción del motor con todos sus accesorios, para efectuar su revisión general.

El 24 de enero de 2021 se realizó instalación del motor con sus accesorios; sin embargo, se evidenció un reemplazo de carburador con S/N 5636696, por incorrecto funcionamiento, se instaló un nuevo carburador con S/N 57171445 y las pruebas realizadas a este dispositivo fueron satisfactorias, de acuerdo con el manual de mantenimiento del motor.

1.6.2 Hélice

Marca:	Hamilton Standard
Modelo:	22D40
Serie:	E8376
Total horas de vuelo:	2000 horas
Total ciclos de vuelo:	Desconocidos
Total horas DURG:	657:50 horas
Fecha último servicio:	01 de junio de 2021

Los ciclos de la hélice son desconocidos, ya por el tipo de operación y registros de mantenimiento, el control de vida de la hélice se hace utilizando las horas voladas.

De acuerdo con la inspección que se realizó a los documentos de mantenimiento, se encontró que el 01 de junio de 2021, se le realizó el cumplimiento de la orden de ingeniería 113, en la cual se inspeccionaron las partes exteriores de las palas, por corrosión, deformaciones y fisuras, encontrándose en condiciones normales.

Adicionalmente, se inspeccionaron el borde de ataque, el borde posterior, y las partes externas de la hélice por desarrollo de fisuras.

1.7 Información Meteorológica

Las condiciones meteorológicas eran visuales, y no fueron un factor que contribuyente para el accidente.

1.8 Ayudas para la Navegación

No aplicable.

1.9 Comunicaciones

El Piloto mantuvo contacto radial y notificó la emergencia a la empresa, por la frecuencia interna.

1.10 Información del Aeródromo

La Pista La Lucha está ubicada en las coordenadas N 10° 58' 11.90" W 74° 10' 59".

Tiene una longitud de 2952 pies (900 metros) y un ancho de 20 metros.

Está construida en superficie grama y cuenta con señalización mínima como manga veletas, marcas en las cabeceras, señalización lateral y zonas de seguridad.

1.11 Registradores de Vuelo

De acuerdo con la configuración de esta aeronave, no posee sistemas de grabación de vuelo o voz. Sin embargo, la empresa y las aeronaves tienen instalado un sistema de GPS, que orienta y ayuda en la navegación de la aeronave durante el proceso de aspersión. Este sistema fue útil para determinar el recorrido de la aeronave antes del Incidente.

1.12 Información de impacto y los restos de la aeronave

Durante el descenso para el aterrizaje de emergencia, la aeronave colisionó con un obstáculo artificial, un cable, que hizo que la aeronave cambiara de trayectoria hacia el lado derecho. Este golpe afectó sustancialmente la estructura frontal de la aeronave comprometiendo la estructura del montante del motor; la aeronave continuó volando, e impactando contra las plantas de plátano, que afectaron los planos y el fuseleje.

El contacto de la aeronave con la superficie ocurrió con relativa baja velocidad y bajo ángulo de descenso. Durante la desaceleración y movimientos laterales, el fuselaje superior delantero sufrió una deformación sustancial, comprometiendo estructuralmente los formadores, los larguerillos, y las vigas principales.

Los golpes recibidos fueron absorbidos por el motor y por su montante; el motor se desprendió, quedando enterrado a una profundidad de 70 cm. La hélice y el motor quedaron ubicados aproximadamente a 2.5 metros de la posición final de la aeronave.

Los golpes contra las matas de plátano causaron el desprendimiento del plano izquierdo.

Luego de haberse terminado la inspección de campo, la aeronave, la hélice y el motor fueron removidos del cultivo de plátano, siendo ubicados en los hangares de la empresa sobre una zona segura, quedando en custodia de la Autoridad AIG.

1.13 Incendio

No se presentó incendio, antes ni después del accidente.

1.14 Información médico patológica

El Piloto, abandonó la aeronave por sus propios con lesiones leves en la rodilla derecha.

No se determinaron aspectos médico-patológicos en el Piloto que pudieran relacionarse con la causa del accidente.

1.15 Aspectos de supervivencia

El accidente ocurrió en las plantaciones de un cultivo de plátano; una vez que la aeronave se detuvo, el Piloto salió por sus propios medios, con lesiones leves en su rodilla derecha, sin embargo; una vez afuera de la aeronave, fue atendido por moradores de la zona, quienes informaron a la empresa.

La empresa inmediatamente reaccionó y dispuso de un grupo de personas, para ubicar la aeronave y asistir a el Piloto, quien fue llevado a un centro de salud cercano para realizarle una valoración física y las pruebas toxicológicas, de acuerdo con lo descrito en los Reglamentos Aeronáuticos Colombianos.

1.16 Ensayos e investigaciones

La investigación determinó que era necesario realizar inspecciones al motor y sus accesorios en un taller autorizado y aprobado por la Aeronáutica Civil de Colombia, las cuales se cumplieron en la forma tal como se describe a continuación.

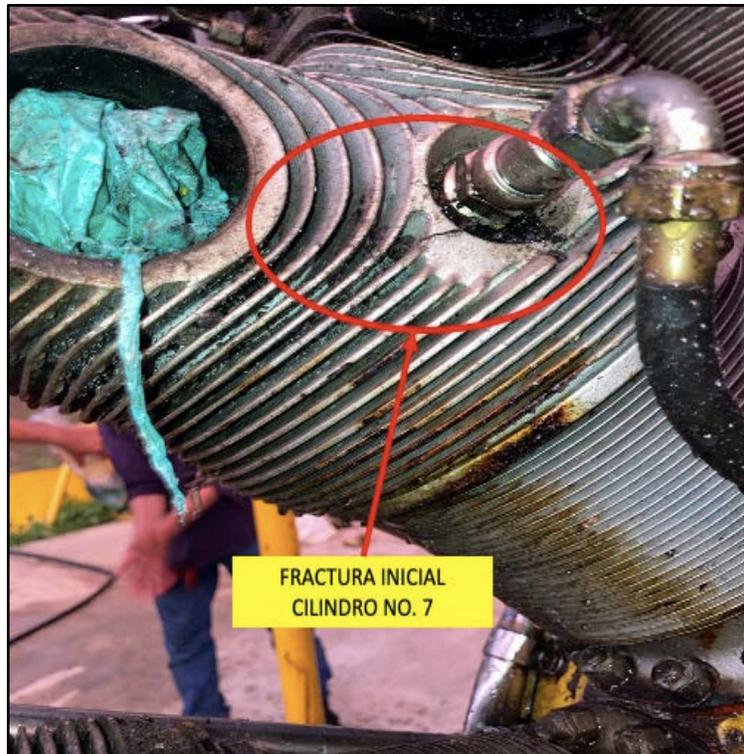
La inspección al motor se inició con una prueba de excentricidad al cigüeñal utilizando los parámetros dados por el fabricante. Una vez comparada la lectura dada por el equipo de medición, y encontrando al cigüeñal dentro de parámetros, se continuó con el desarme de componentes del motor, para descartar daños ocultos internos.

Se continuó la inspección del motor por libre movimiento. Sin embargo cuando se removió el cilindro No. 7 del motor este se dividió en 2 partes, evidenciando inicialmente una fractura dúctil en la carcasa del cilindro ubicado en esta posición.

Después de haber removido todos los componentes internos y externos del motor en su totalidad y haber sido inspeccionados minuciosamente, se descartaron otras posibles fallas en los componentes que pudieran podido afectar la operación del motor.



Fotografía No. 7: Prueba de excentricidad al cigüeñal.



Fotografía No. 8: Fractura inicial del cilindro No. 7.

1.16.1 Análisis de falla al material del cilindro

Se efectuó un análisis especial al cilindro No. 7 del motor Pratt and Whitney, Modelo R1340 AN, instalado en la aeronave, con el objetivo principal de determinar la probable causa origen y factores contribuyentes que hicieron que este componente fallara, analizando factores de operación, mantenimiento, medio ambiente, diseño o fabricación.



Fotografía No. 9: Fractura total del cilindro No. 7.



Fotografía No. 10: Análisis a partes del cilindro No. 7.

Las pruebas que se efectuaron al cilindro fueron las siguientes:

- Fractografía.
- Micro-fractografía (SEM).
- Toma de dureza.
- Toma de micro dureza.
- Composición química del material.
- Análisis metalográfico.
- Análisis de resultados y concepto de fallas.

1.16.2 Evidencia de campo

En el Informe preliminar de accidente COL-21-26-GIA se indicó que: “Durante la inspección al motor efectuada en campo, se encontró una fractura sobre el cuerpo del cilindro ubicado en la posición 7”.

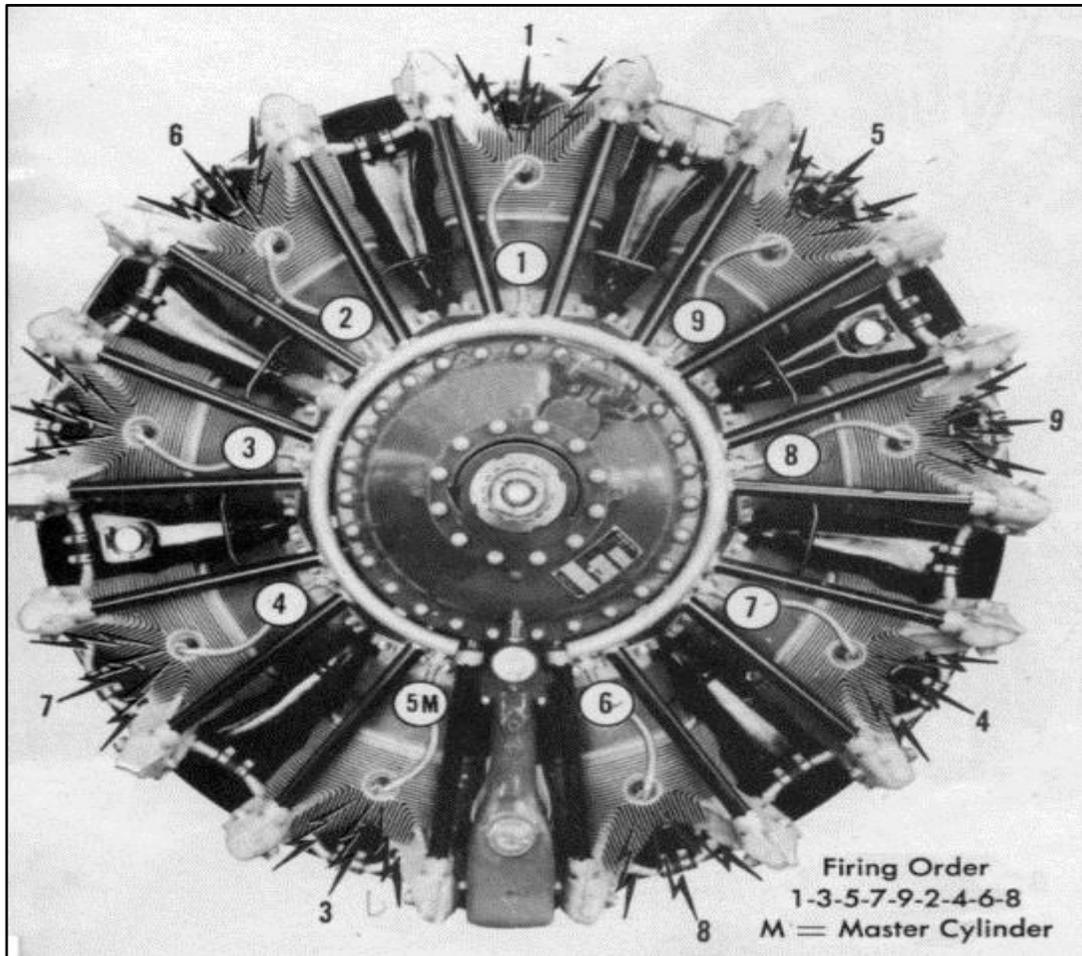


Figura No. 6: Esquema de identificación de los cilindros en el rotor.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

1.16.3 Árbol de Hipótesis

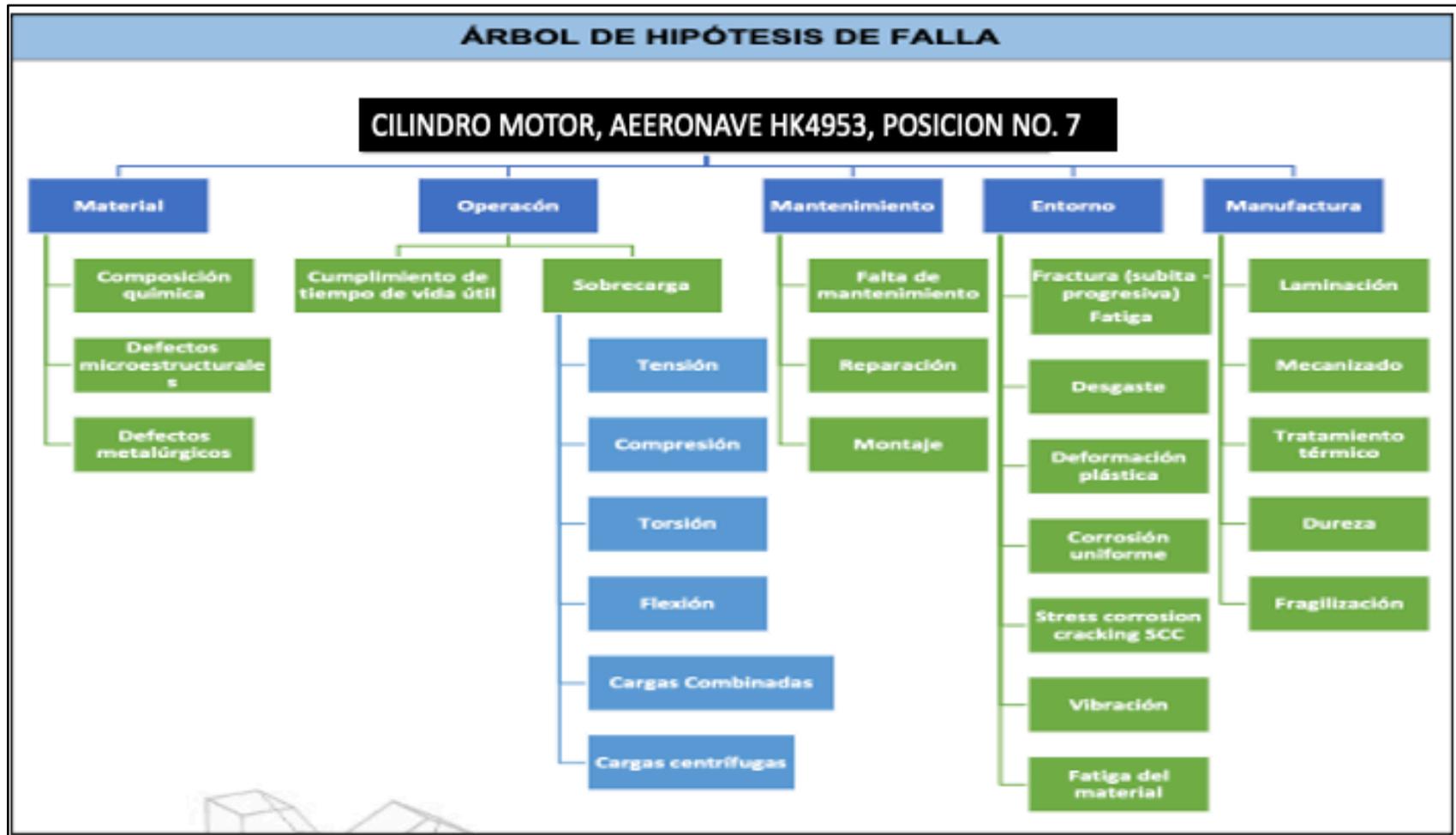
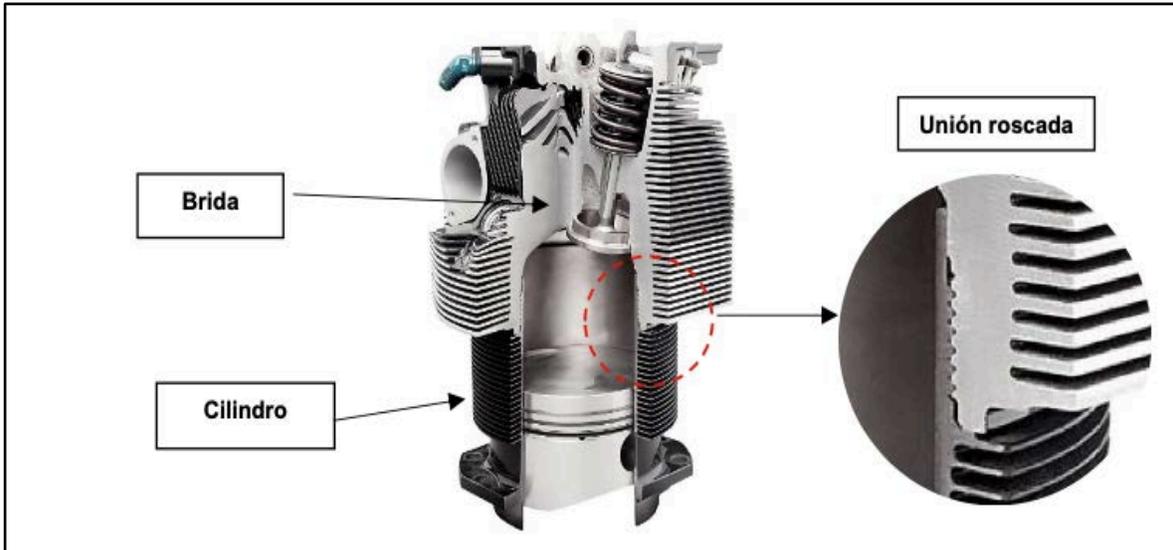
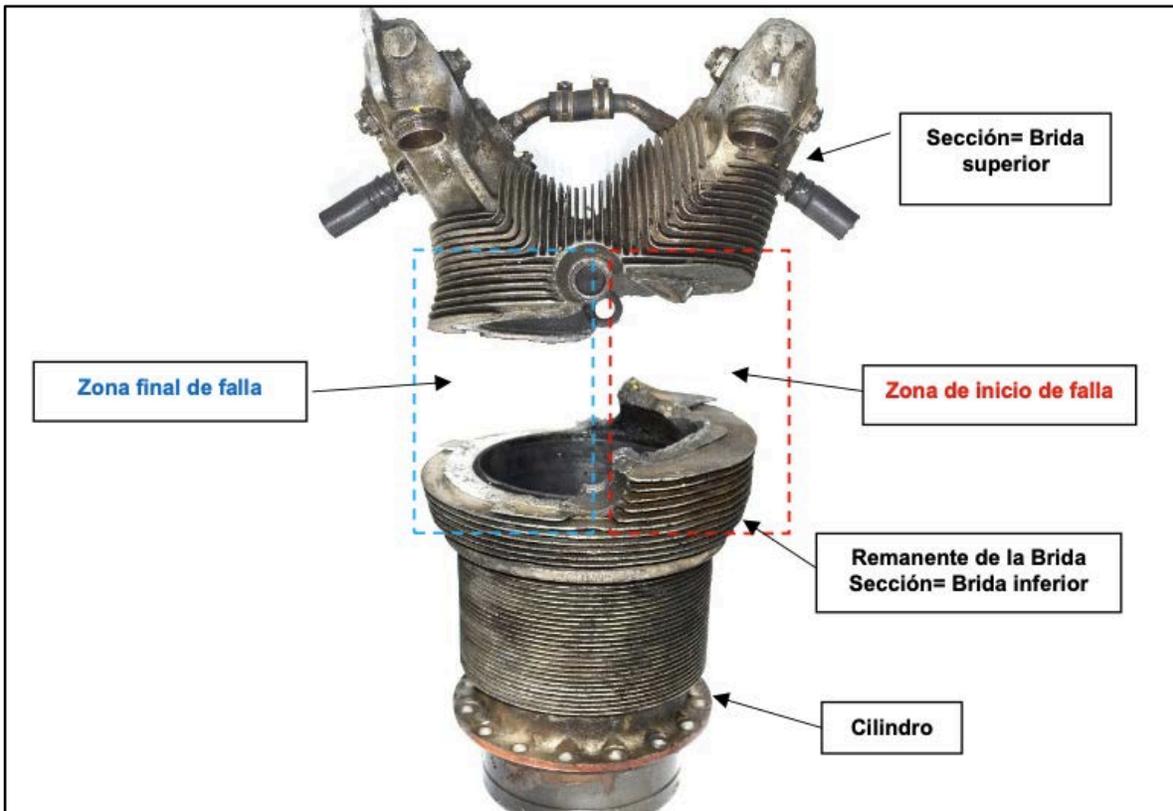


Figura No. 7: Árbol de hipótesis.

1.16.4 Inspección Visual, Desensamble e identificación de partes

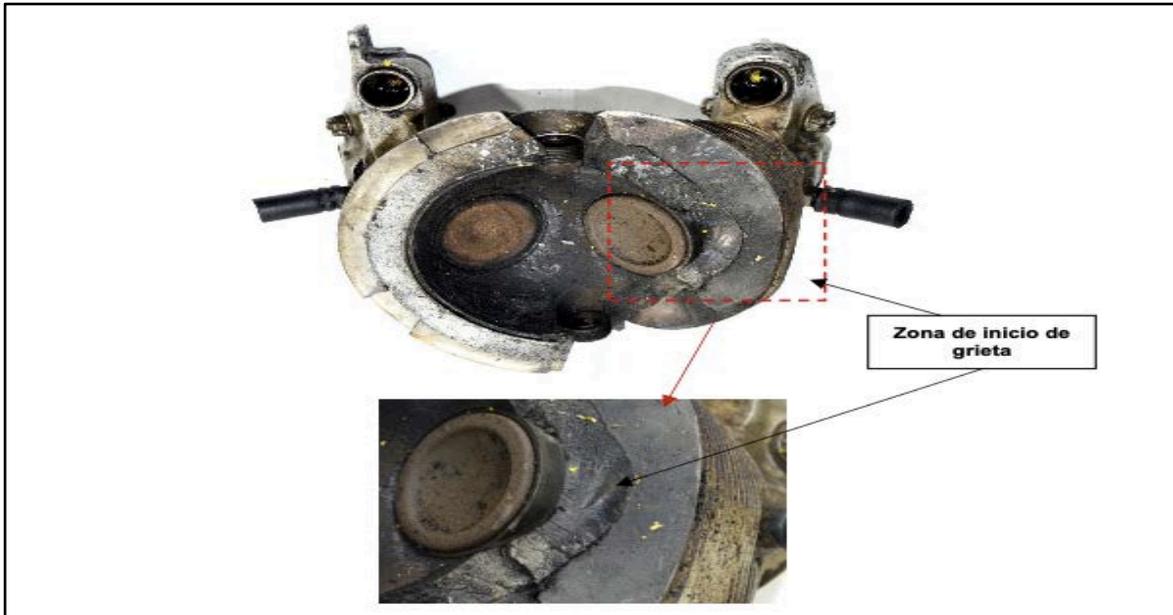


Fotografía No. 11: Esquema de corte longitudinal a un Cilindro del rotor AT301. Se detalla la unión roscada entre el cilindro y la brida.



Fotografía No. 12: Identificación de inicio de fractura.

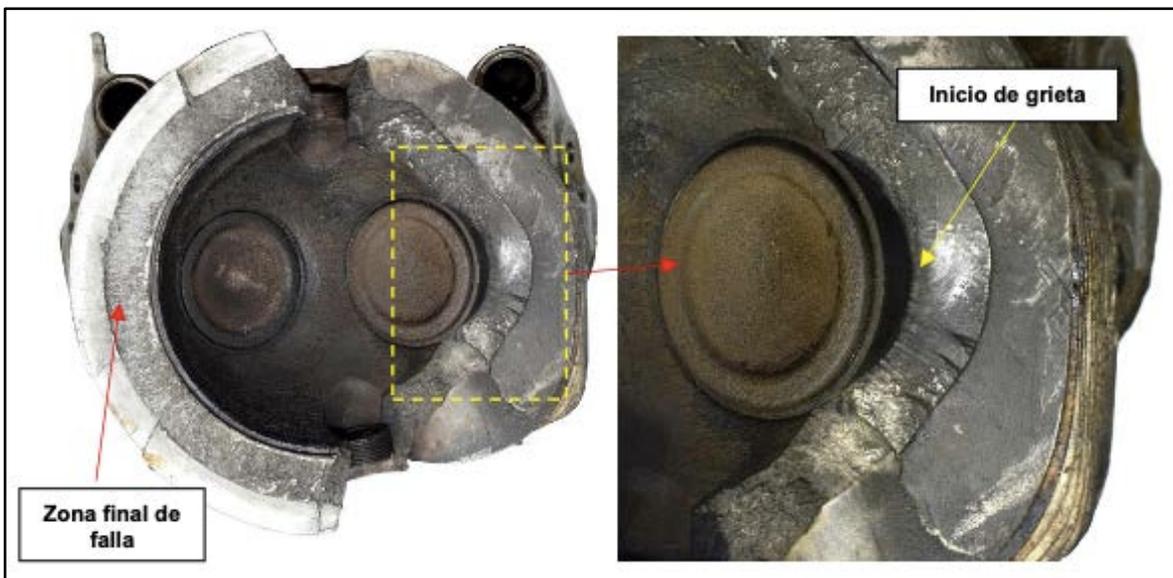
Según se muestra en la fotografía No. 13, se identificó una fractura en la brida del cilindro; sin embargo no se evidencia fractura de la brida que hace parte del cuerpo de cilindro; adicionalmente, quedó un remanente de material de la brida adherido al cilindro, mostrando la zona de inicio de falla.



Fotografía No. 13: Sección superior del cilindro.

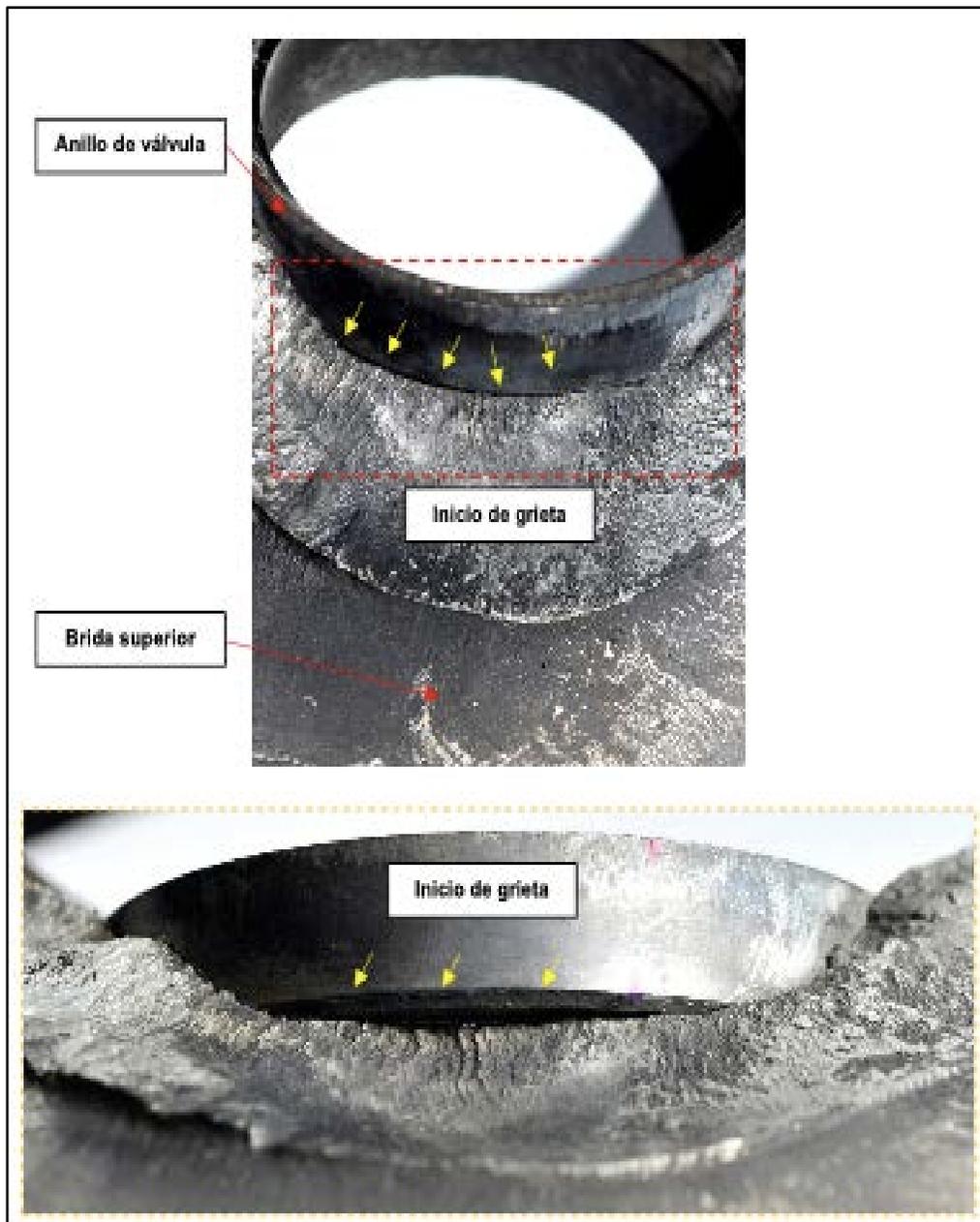
La fotografía No. 14 muestra la falla ubicada en la parte superior de cilindro; se observaron múltiples residuos que indicaban que el probable origen de la grieta ocurrió durante múltiples ciclos de trabajo del pistón y del cilindro, previos a la fractura final (falla no súbita).

Adicionalmente, se observaron quemaduras y hollín sobre la superficie del material, correspondiendo a la acción de la combustión generada por el pistón y el cilindro.



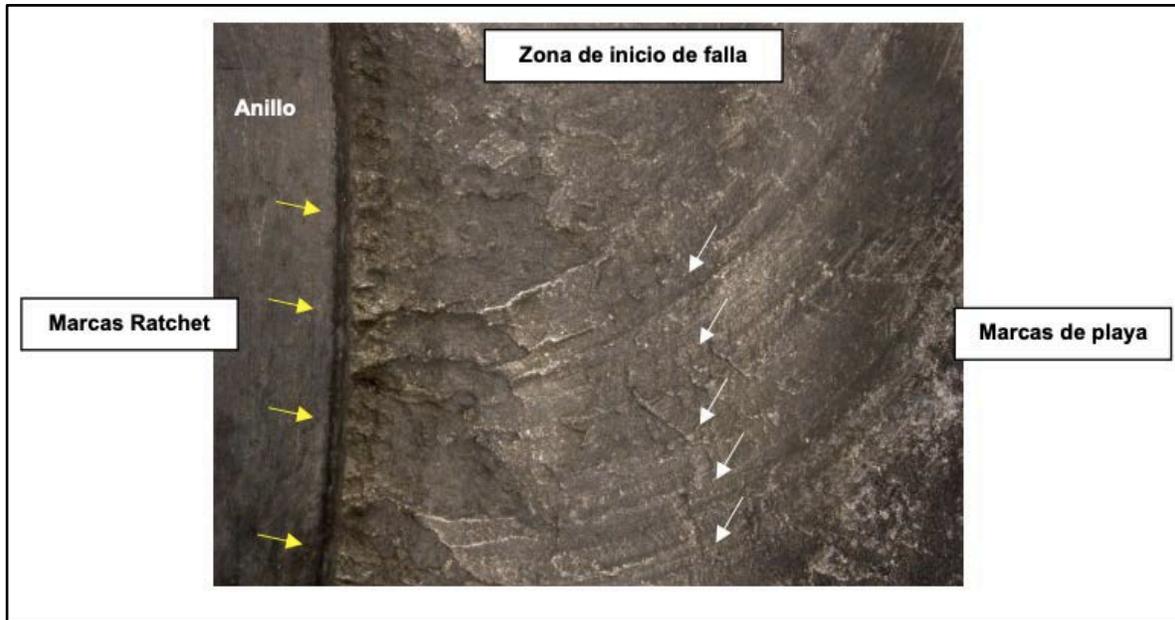
Fotografía No. 14: Identificación inicio de grieta, zona válvula de admisión.

La fotografía No. 14 muestra la superficie superior del inicio de la grieta, evidenciando una concentración de esfuerzos cíclicos de presión, en la zona de unión entre el cuerpo del cilindro y una de las válvulas.



Fotografía No. 15: Concentración de esfuerzos en el anillo metálicos de la válvula.

La fotografía No.15, identifica el crecimiento y propagación de la grieta, debido a una concentración de esfuerzos entre el anillo metálico de la válvula de admisión y el cuerpo metálico del cilindro. La grieta se propagó por fatiga del material desde el diámetro interno de la cavidad hasta el borde externo de la brida.

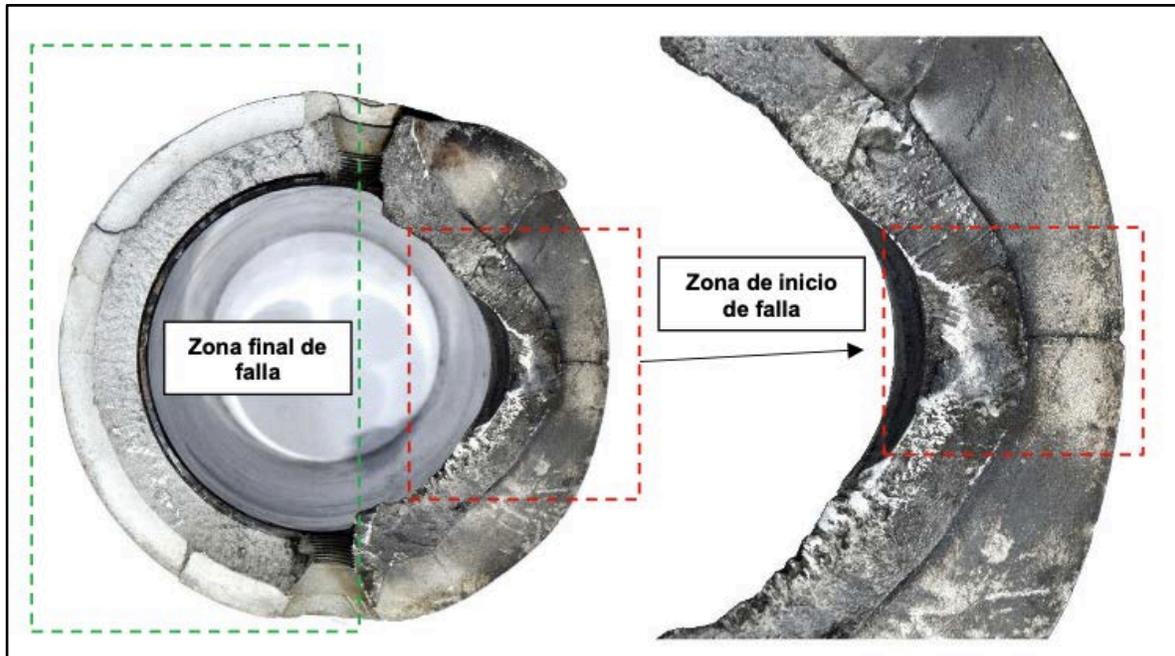


Fotografía No. 16: Marcas de Playa y marcas Ratchet.

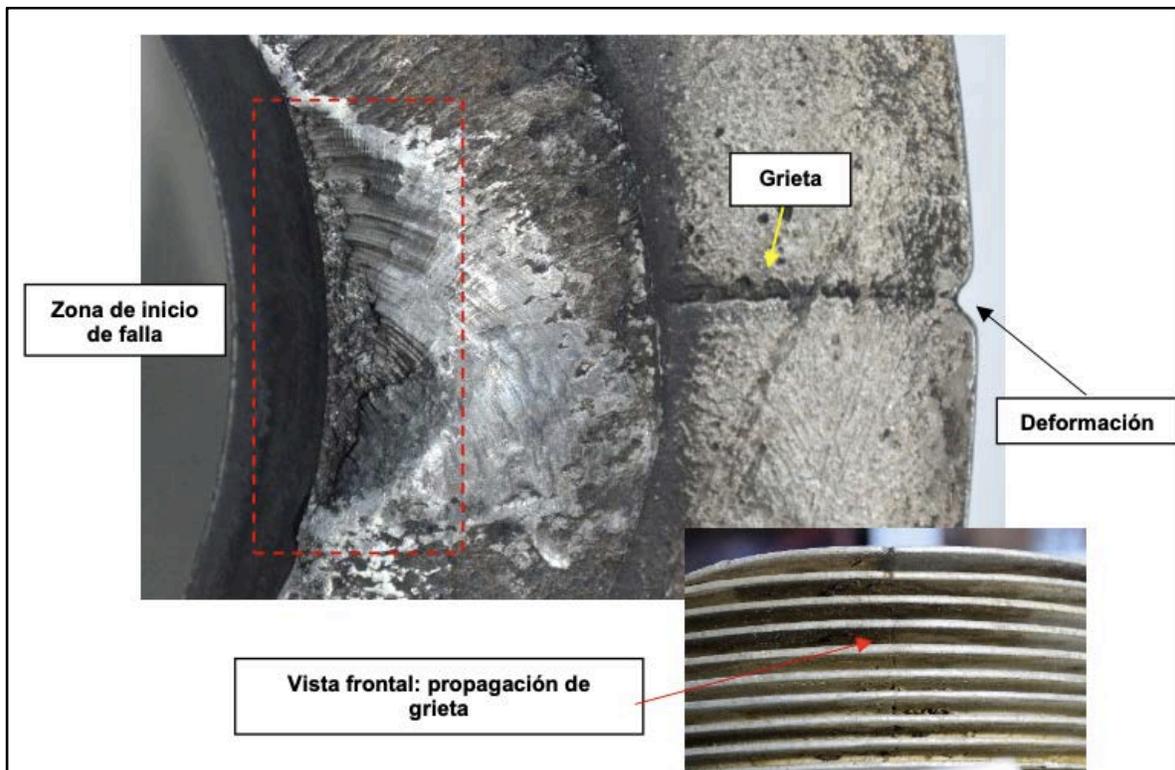
Utilizando el microscopio electrónico de barrido se aumentó un 6.3X. Se logró así identificar múltiples marcas Ratchet sobre el inicio de la grieta ubicada en la zona de inicio de falla. Adicionalmente, se identificaron marcas de playa propagadas a partir de las marcas Ratchet; lo anterior indicó que el origen y propagación de la grieta se dio por fatiga del material, evidenciando procesos cíclicos (falla no súbita) antes de la fractura final del componente.



Fotografía No. 17: Zona propagación de grietas.



Fotografía No. 18: Zonas de inicio y finalización de la falla.



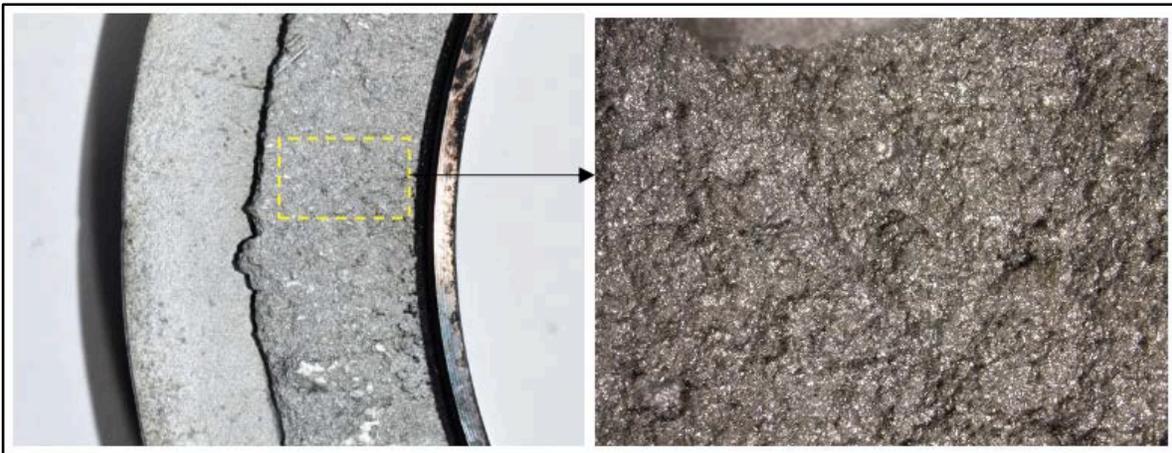
Fotografía No. 19: Zonas de inicio y finalización de la falla.

La fotografías No. 18 y 19 corresponden a la zona inferior del cilindro y a las marcas de fatiga que se inician a partir zona de acople con el anillo de la válvula. La grieta aumentó sustancialmente de manera perpendicular a la zona de inicio de la grieta.



Fotografía No. 20: Zonas de marcas de playa y marcas de río.

La fotografía identificó múltiples marcas Ratchet al inicio de la grieta inicial. Las marcas de playa se prolongaron a partir de las marcas Ratchet. Lo anterior indica que el origen y propagación de la grieta se produjeron por fatiga de material por procesos cíclicos de operación.

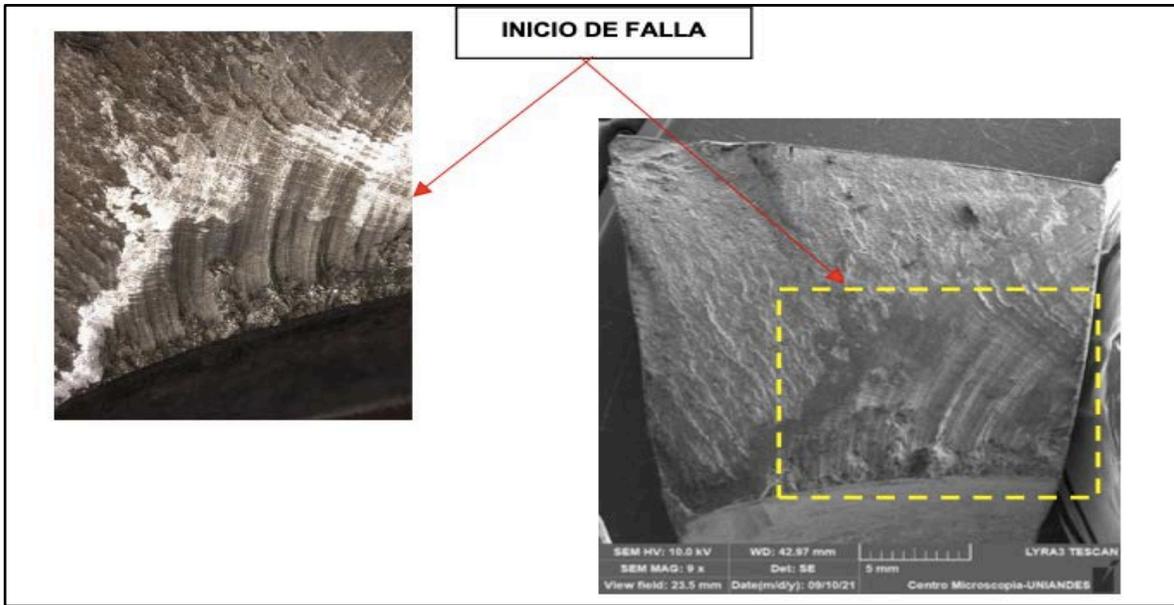


Fotografía No. 21: Morfología de la fractura.

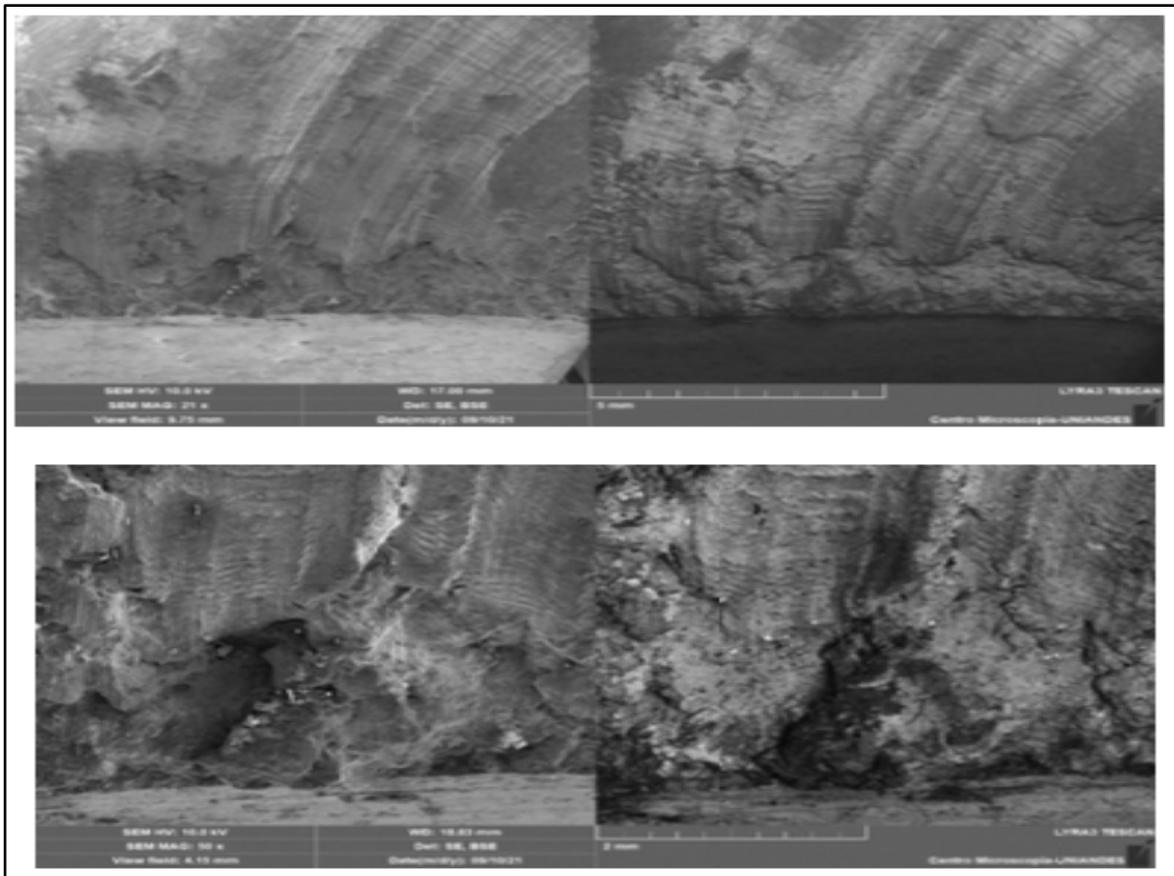
La fotografía No. 21 identifica la morfología fibrosa de la fractura final, característica de los materiales cuando sufren desgarramiento, debido a sobrecargas en un mismo punto, generadas por esfuerzos de presión y compresión cíclicos en un determinado tiempo de operación.

1.16.5 Macro-fractografía (SEM)

Con la fractografía se logró identificar la composición, dispersión del material principal y secundarios.

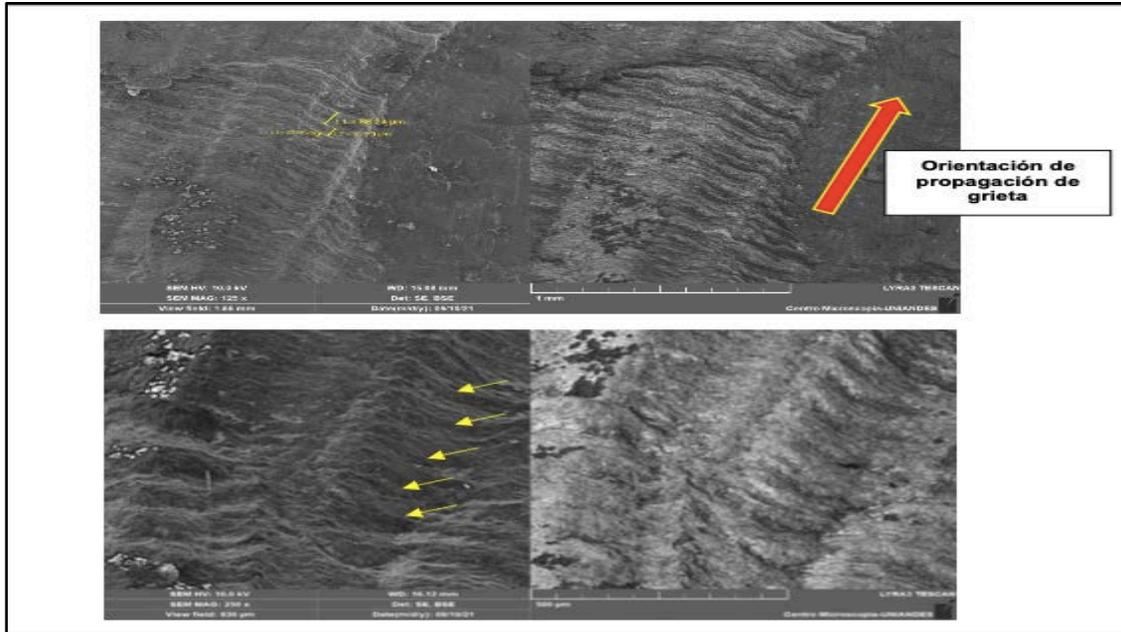


Fotografía No. 22: Propagación de grietas.



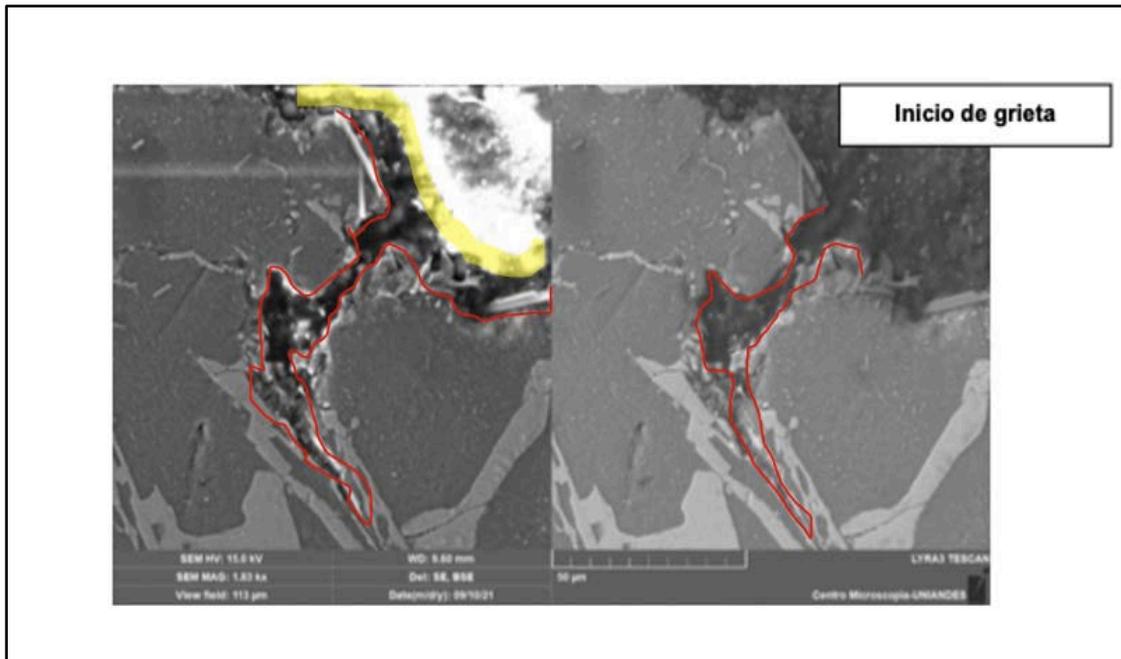
Fotografía No. 23: Propagación de grietas.

Las fotografías 22 y 23 identifican la propagación de la grieta debido a defectos microestructurales del material, defectos descritos como microporosidades, aumentando aún más la fatiga del material al inicio de la grieta por condiciones cíclicas, propias de la operación interna del cilindro y los esfuerzos al cual es sometido.



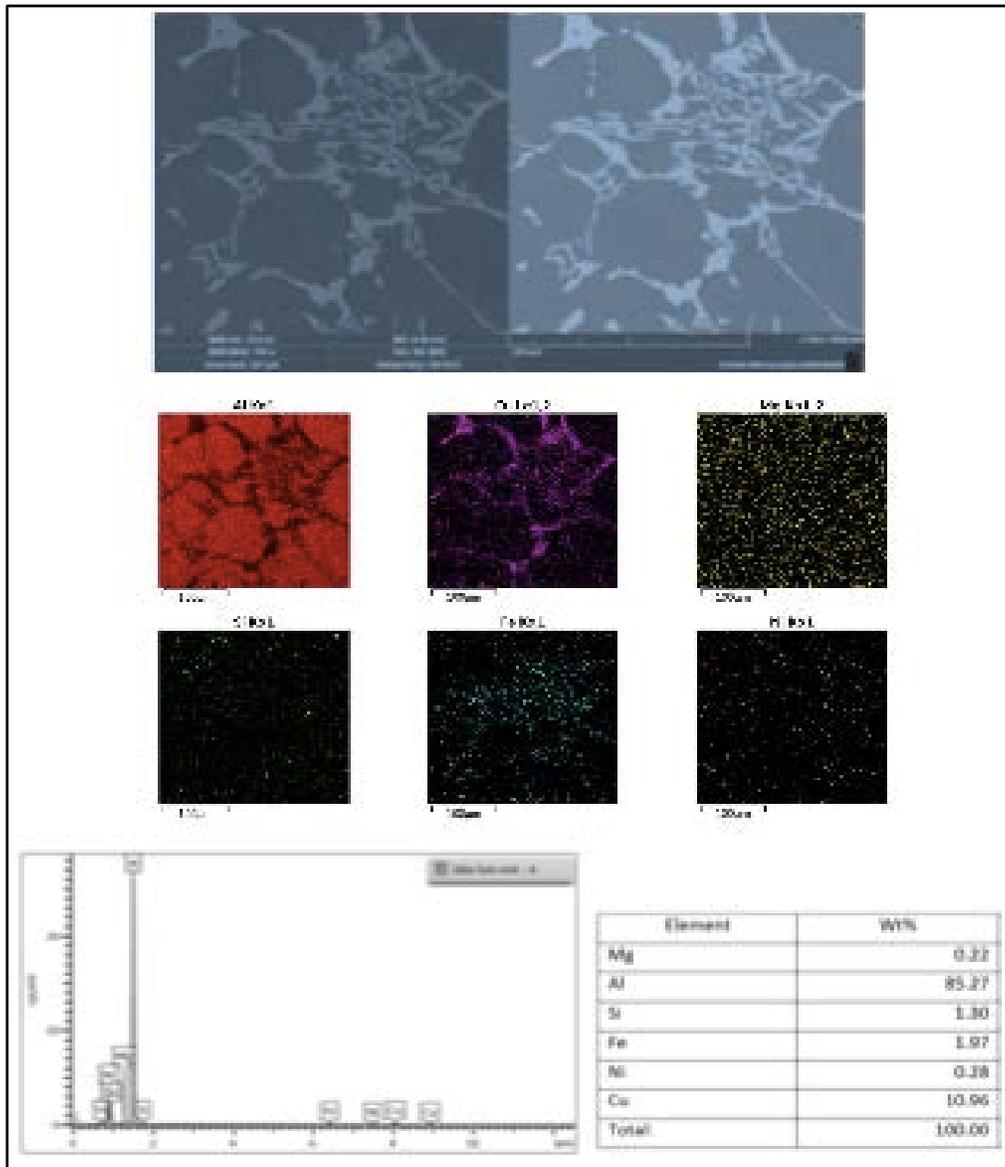
Fotografía No. 24: Estrías en la zona de propagación.

La fotografía No. 24 muestra la formación de estrías generadas en la zona de propagación de la grieta indicando su crecimiento debido a la fatiga por alto número de ciclos.



Fotografía No. 25: Corte metalográfico identificación de grieta.

El corte metalográfico identifica el crecimiento de la grieta intergranular en la zona de la falla primaria.



Fotografía No. 26: Mapeo fluorescente del material.

Utilizando la tecnología de los rayos X (EDX), se identificó la composición química del material por medio del método de fluorescencia. La aleación del cilindro se compone de aluminio, cobre y silicio con una base de hierro.

1.16.6 Toma de dureza para el material del cilindro.

Utilizando como referencia el método de Brinell, se logró identificar la dureza del material, con el fin de calcular los esfuerzos mecánicos que el material del era capaz de soportar; adicionalmente, se observan los límites de elasticidad, plasticidad y resistencia mecánica.

Los datos obtenidos fueron los siguientes:

TOMA DE DUREZA		
Dureza Brinell	Lecturas	ESCALA Brinell HB
		Núcleo de la brida
	1	50
	2	50
	3	50
	4	55
	5	55
Rango	50 – 55 HB	

Tabla No. 1. Datos dureza Brinell.

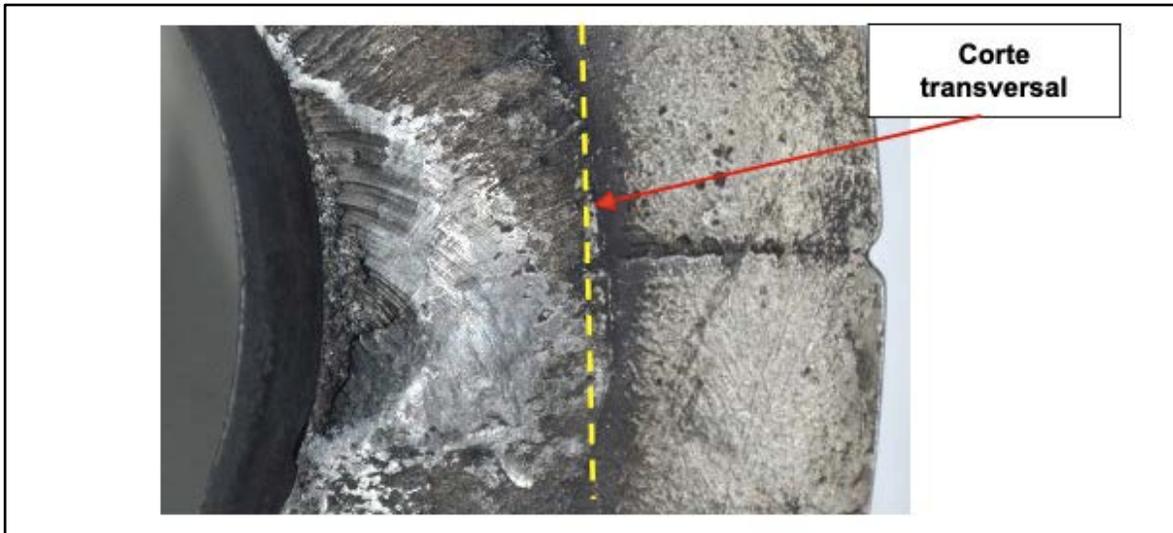
1.16.7 Composición química del material

COMPOSICIÓN QUÍMICA						
Aleación de Aluminio	Espectrómetro SciAps Z200					
	Elemento		Resultado	Elemento		Resultado
	Al	(%)	83.32	Ti	(%)	0.09163
	Cu	(%)	14.47	Sn	(%)	0.02526
	Fe	(%)	0.9313	Cr	(%)	0.02215
	Si	(%)	0.8060	Mn	(%)	0.02027
	Mg	(%)	0.2153	Ag	(%)	0.01909
	Ni	(%)	0.1224		(%)	
	Fundición de Aluminio grado 222 de acuerdo con el Metal's Handbook Volume 2 – Non Ferrous.					
	Si	(%)	2.0 Max	Cr	(%)	----
	Fe	(%)	1.5 Max	Ni	(%)	0.50 Max
	Cu	(%)	9.2 – 10.7	Zn	(%)	0.8 Max
	Mn	(%)	0.5 Max	Sn	(%)	----
	Mg	(%)	0.15 – 0.35	Ti	(%)	0.25

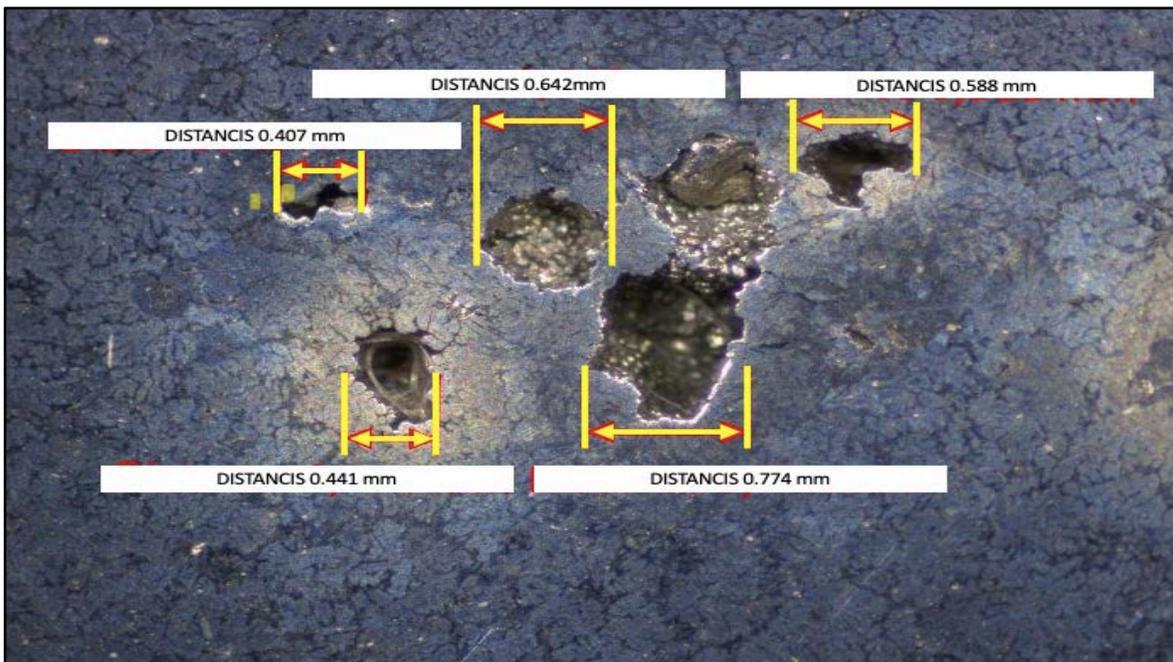
Tabla No. 2. Composición química del material aleado.

1.16.8 Análisis metalográfico sobre la zona de falla

Utilizando el método metalográfico de análisis, se realizaron una serie de cortes sobre la zona de falla, sección longitudinal, para identificar microporosidad en la microestructura del material.



Fotografía No. 27. Esquema de cortes metalográficos.



Fotografía No. 28: Porosidad en la microestructura zona adyacente a la grieta.

Los cilindros del motor Pratt and Whitney, modelo R1340 AN1, están fabricados en dos secciones identificados como cuerpo de cilindro y brida, unidos por una sección roscada,

que para efecto del análisis de material no presentaron influencia en la fractura principal o primaria.

La fractura total ocurrió únicamente en la brida en la zona superior e inferior de las mismas.



Fotografía No. 29: Cilindro y la brida afectados.

El material de la brida y el conjunto de cilindro está fabricado con aleación de aluminio, cobre, silicio, hierro y magnesio; las características de este material se compararon de acuerdo con la espectrometría por fluorescencia de rayos X, con las características equivalentes a una fundición de grado 222, tomando como referencia el “Metal Handbook”.

1.17 Información sobre la organización

El explotador aéreo es una empresa de aviación civil comercial de trabajos aéreos especiales en la modalidad de aviación agrícola, con una gran experiencia en el sector aeronáutico.

La aeronave cumplía con los requisitos, descritos en la Parte 4 de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, RAC 4, y requisitos especiales de aeronavegabilidad para aeronaves de aviación de trabajos aéreos especiales de fumigación aérea.

Durante la inspección de campo se determinó que la empresa contaba con manuales de operación propios y que realizaba su operación con base en los manuales del fabricante, POH. Las operaciones de la aeronave son coordinadas por el aérea de despacho de acuerdo con las necesidades comerciales adquiridas.

Se logró identificar que el explotador llevaba directamente el cumplimiento del programa de mantenimiento a sus aeronaves, con la ayuda de talleres autorizados por la casa fabricante y la entidad reguladora de la aviación civil.

Se logró identificar la implementación de un sistema de gestión de calidad y de seguridad operacional por parte de la empresa, enfocado al mejoramiento de la operación y mantenimiento de sus aeronaves.

La empresa posee SOPs (Procedimientos estándares de Operación) enfocados al cumplimiento estricto de procedimientos estándares, alineados con la norma aeronáutica y los fabricantes actual.

1.18 Información adicional

1.18.1 Funcionamiento de un motor radial

El motor radial es un tipo de motor de combustión interna, en el cual los cilindros y pistones se encuentran ubicados alrededor del cigüeñal; esta configuración de motor es muy utilizada en la aviación agrícola o de fumigación.

Los pistones van conectados por un mecanismo de biela-manivela, distinto de los motores en línea. Uno de los pistones está conectado a una biela más grande que las demás, llamada biela principal, que a su vez está conectada directamente con el cigüeñal. Los otros pistones están conectados a bielas más pequeñas que están conectadas a la biela principal o biela maestra. Al conjunto de pistones, biela maestra y bielas secundarias se le conoce como “estrella”.

El número de pistones de un motor radial es generalmente impar, pues así el orden de encendido minimiza las vibraciones del motor sobre la estructura de la aeronave.

El motor radial, a diferencia del motor rotativo, tiene ubicado el cigüeñal dentro del bloque del motor. En otros motores el cigüeñal es largo, mientras que en el motor radial es corto y todas las bielas del pistón están unidas al cigüeñal.

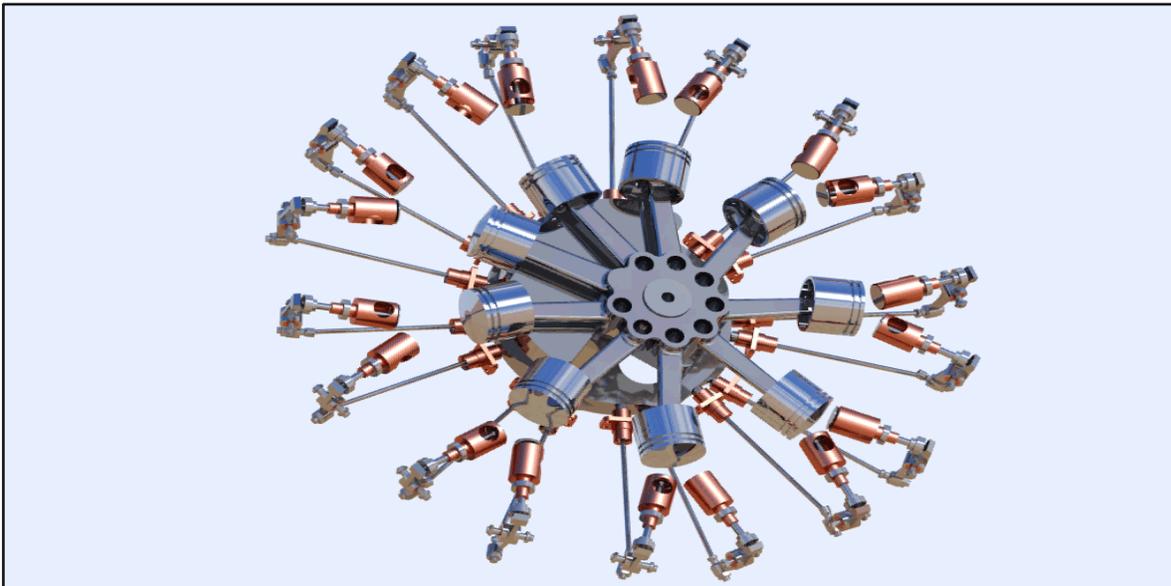


Figura No. 8: Funcionamiento general de un motor radial.

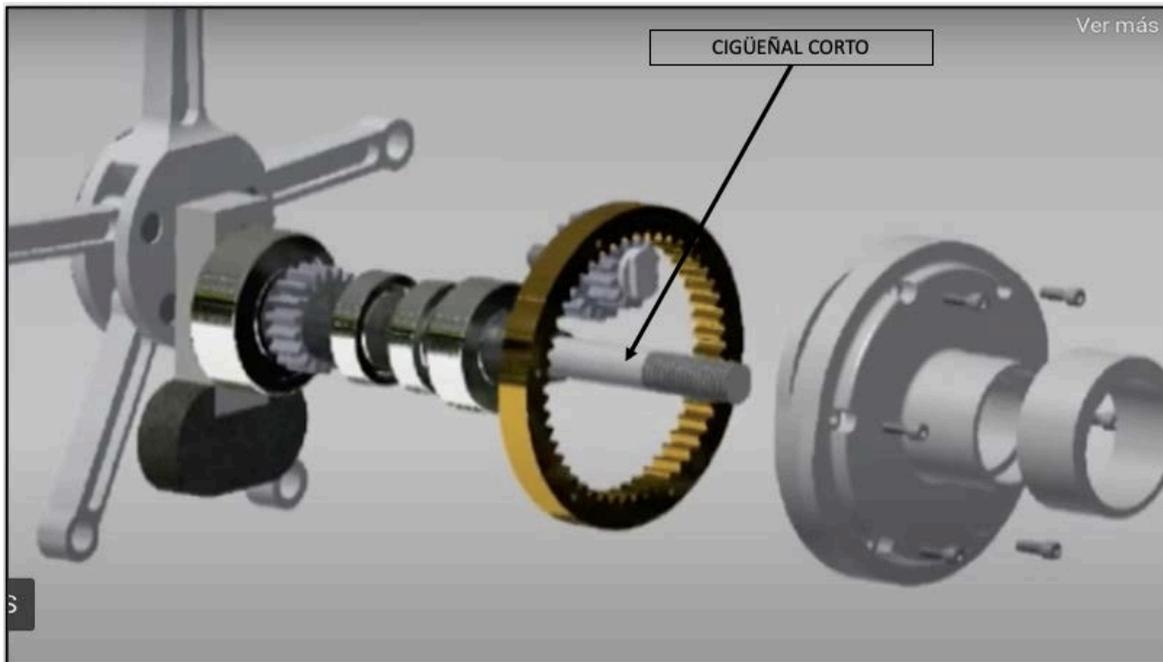


Imagen No. 8: Cigüeñal ubicado dentro del bloque del motor.

En este motor existe una biela más grande que las demás, unida directamente al cigüeñal y esto es lo que se conoce como biela maestra, El resto de las bielas flotan libremente y van girando alrededor del cigüeñal instaladas sobre cojinetes que se conectan con unos pines de seguridad directamente a la barra principal.

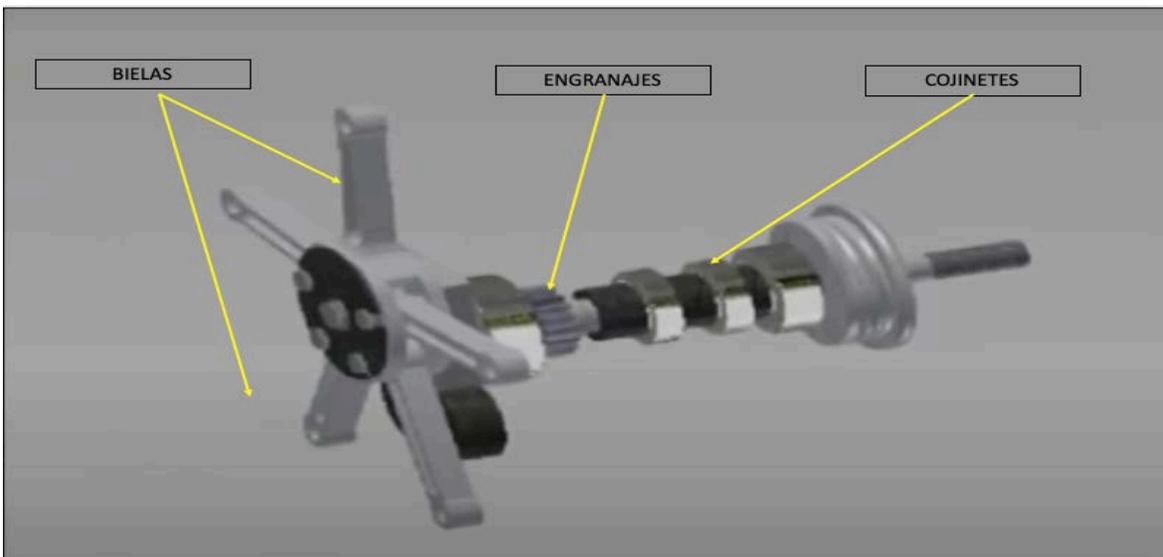


Figura No. 9: Componentes internos del motor.

En cuanto al combustible, los motores radiales son poco sensibles a la combustión, por lo tanto no necesitan de una mezcla refinada; el combustible siempre será gasolina, ya que la gasolina reacciona fácilmente y no es necesario una fuerza mayor para mover el motor, con solo utilizar gasolina de 93 o 95 octanos es suficiente para el funcionamiento normal del motor.

1.18.2 Pistones

El pistón funciona de una manera sencilla en el interior del cilindro que se ubica en el bloque del motor. Es una pieza metálica, está cerrado en la parte de arriba, pero abierto en la zona inferior. Se encuentra sujeto a la biela en la zona del medio.

Las partes de un pistón son: cabeza, anillo superior, perno del pistón y seguro, falda, brazo de la biela, cojinetes y tornillos tapa de la biela.



Figura No. 10: Partes de un pistón.

Durante el encendido el motor, la señal eléctrica hace que el cigüeñal gire. En este giro los pistones comienzan a subir y a bajar comprimiendo la mezcla aire/ combustible. La chispa que genera la bujía ayuda a que ocurra una explosión en la mezcla que empuja al pistón para que comience un nuevo ciclo funcional.

El movimiento que adquiere el pistón es de arriba hacia abajo dentro del cilindro. Va comprimiendo la mezcla al mismo tiempo que transmite presión por combustión al cigüeñal por medio de la biela. También se produce la salida hacia el escape de gases residuales de la combustión, esto produce un vacío que aspira la mezcla.

Unos anillos de compresión ubicados en la cabeza impiden que los gases se fuguen por la holgura presente entre pistón y paredes del cilindro. El anillo de aceite se encarga de raspar el excedente de lubricante en las paredes de los cilindros, el cual fluye retornando al cárter de aceite. Justo por debajo de la cabeza se haya la biela, unida al pistón por un hoyo que contiene cojinetes, tornillos y tapa.

1.18.3 Ventajas de los motores radiales

La principal ventaja del motor radial es que presenta un área frontal grande, ya que el enfriamiento lo suministra el aire que impacta sobre el motor (como resultado del desplazamiento). Esto no ocurre con los motores en V o W, que necesitan enfriarse por un fluido, lo que implica más peso.

Es por ello que el motor radial tiene una relación potencia/peso mayor que los enfriados con líquido. La ausencia del sistema de refrigeración hace que la construcción y el mantenimiento de un motor radial, o estrella, sea más fácil que en los motores lineales.

Por otro lado, el número de componentes que se requieren para ensamblar este motor es menor. Esto aumenta la fiabilidad, puesto que a mayor cantidad de componentes, mayor es la posibilidad de que suceda alguna falla en el sistema

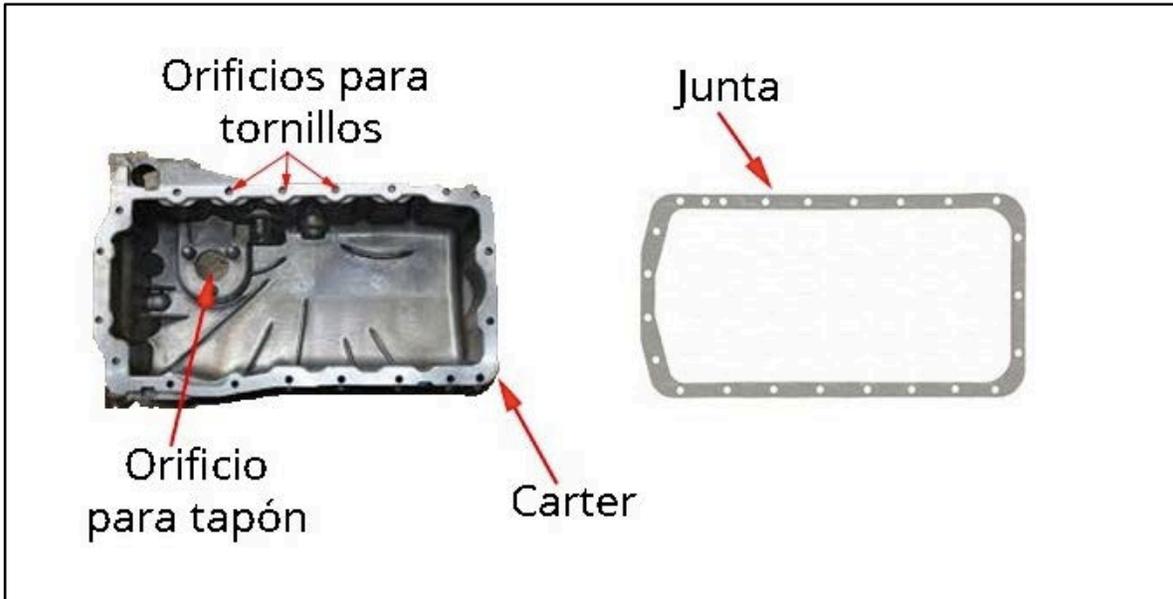


Figura No. 11: Partes del cárter de aceite, sistema de lubricación del motor.

. La simplicidad del motor radial hace que sea un motor confiable y más resistente a daños.

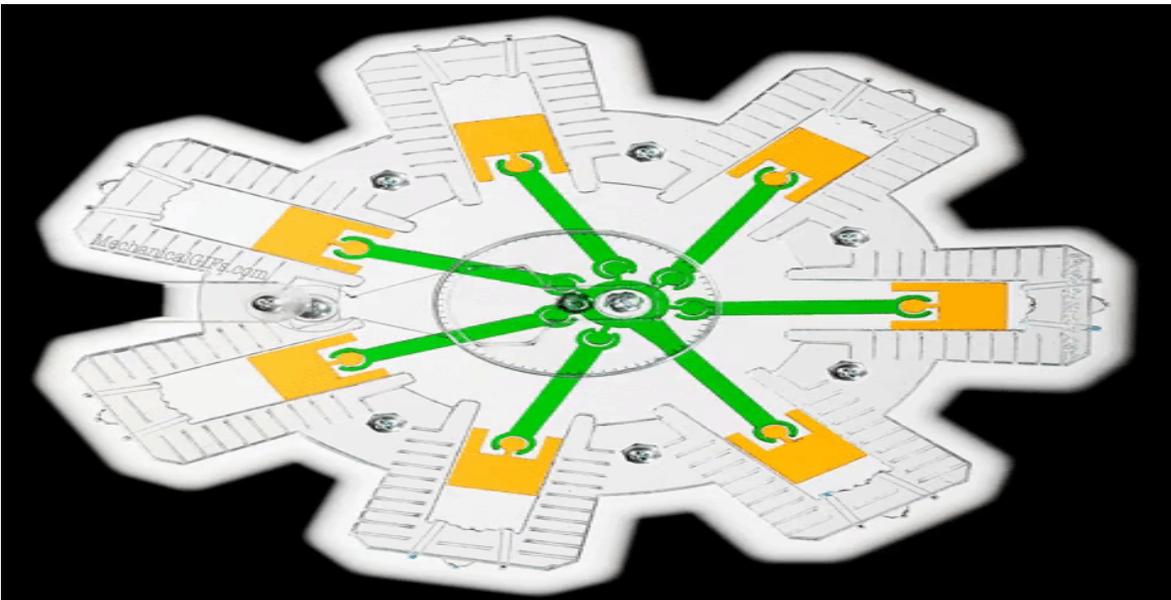


Figura No. 12: Funcionamiento interno de un motor radial.

1.19 Técnicas útiles o eficaces de investigación

Para el desarrollo de la investigación, fueron empleadas las técnicas contenidas en el Documento 9756 de la OACI, así como el análisis de las evidencias físicas y testimoniales, recopiladas durante las labores de campo.

Adicionalmente, y conociendo la naturaleza del accidente se efectuó el análisis de falla al material del cilindro No. 7, el cual se encontró fracturado durante la inspección de campo.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

2. ANÁLISIS

2.1 Operaciones de vuelo

El Piloto, contaba con buena experiencia en el equipo. Se encontraba psicofísica apto para el vuelo. Cumplía con los chequeos de proeficiencia, tenía experiencia y había tenido continuidad en la operación en este tipo de aeronave

El día del accidente el Piloto se presentó a las 5:00 AM. Efectuó su primer vuelo de aspersión agrícola sobre plantaciones de plátano y retornó a la empresa sin novedad alguna.

Durante el segundo vuelo, aproximadamente 656 pies de altura, el motor perdió sustancialmente la potencia, situación que estuvo acompañada de fuerte ruido y vibración, pocos segundos después, el motor se apagó.

El Piloto aplicó los procedimientos descritos en los manuales de la empresa (MGO, SOPs, MPO, manual de entrenamiento) para este tipo de emergencia, reduciendo la potencia para tratar de controlar la alta vibración.

Una vez que se apagó el motor, procedió de acuerdo con el procedimiento establecido para efectuar un aterrizaje de emergencia. La colisión contra el templete (cable), fue una circunstancia insalvable, en vista de la poca altura e imposibilidad de maniobra.

2.2 Análisis de falla fractura de cilindro

En el análisis de falla realizada al cilindro en laboratorio especializado de metalúrgica se tuvieron en cuenta 5 aspectos del material así:

- Tipo de material
- Tipo y características de la operación
- Acciones de mantenimiento
- Medio ambiente o entorno de operación
- Procesos de fabricación de cilindro.

De acuerdo con la información obtenida en la inspección de campo, las evidencias encontradas dentro del registro de mantenimiento y el análisis de falla al cilindro, se logró evidenciar un crecimiento prolongado de grieta intergranular, debido a una fatiga del material (evento no súbito) a partir de un cambio y concentración de esfuerzos en la sección superior e inferior de cuerpo del cilindro ubicado en la posición No. 7 del motor.

El de material del cilindro se identificó como una aleación de aluminio, cobre, silicio, hierro, y magnesio; dentro la microestructura del material se encontraron microporosidades, características propias de fatiga del material por envejecimiento.

Este envejecimiento puede darse, bien sea por la cantidad de horas de uso de un componente (en operación “vida útil”) o por experimentar un envejecimiento prematuro, debido a una incorrecta operación del motor, como por ejemplo, no cumplir con los tiempos de estabilización del motor después de una operación con altas RPMs.

2.2.1 Análisis de falla fractura de cilindro

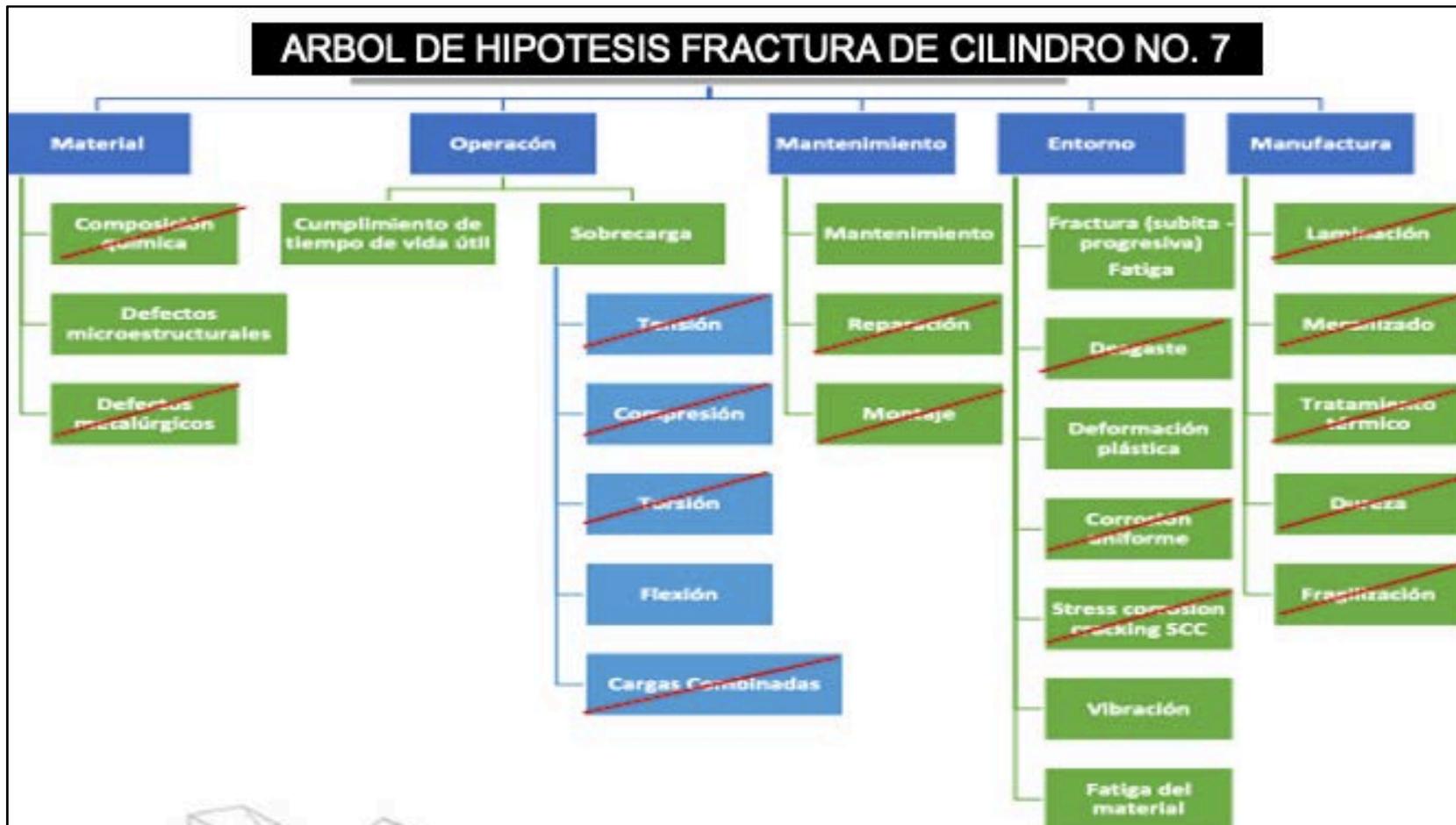
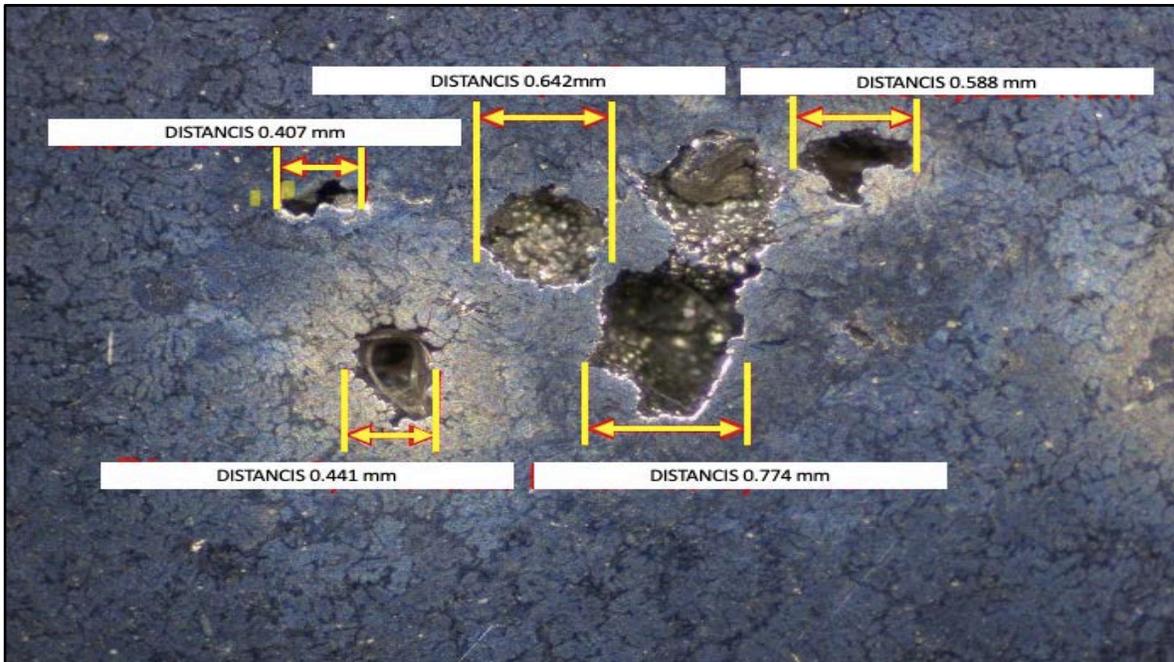


Figura No.13: Árbol de hipótesis descartadas.



Fotografía No. 30: Porosidad por envejecimiento.

Algunas grietas encontradas en la zona afectada del cilindro fueron ocasionadas durante la operación del motor, por su naturaleza y características de funcionamiento; sin embargo, se encontraron grietas prolongadas, seguidas de marcas Ratchet, “marcas longitudinales” y adyacentes a estas, marcas de playa y marcas de río, características de un material que soporta procesos cíclicos en tiempos cortos de operación con una alta concentración de esfuerzos combinados “presión, compresión”.



Fotografía No. 31: Marcas de Río y de playa.

Dentro del análisis de falla al cilindro se analizó la probabilidad de acciones de mantenimiento incorrectas durante las remoción e instalación de los cilindros; sin embargo no se encontró evidencia de esfuerzos ocasionados por incorrectos ajustes.

Las grietas encontradas dentro de material del cilindro, que finalmente se convirtieron en fractura dúctil, posiblemente pudieron aumentar su longitud y por consiguiente la reducción de tiempo de vida útil de este componente a causa de vibraciones naturales del motor durante su operación.

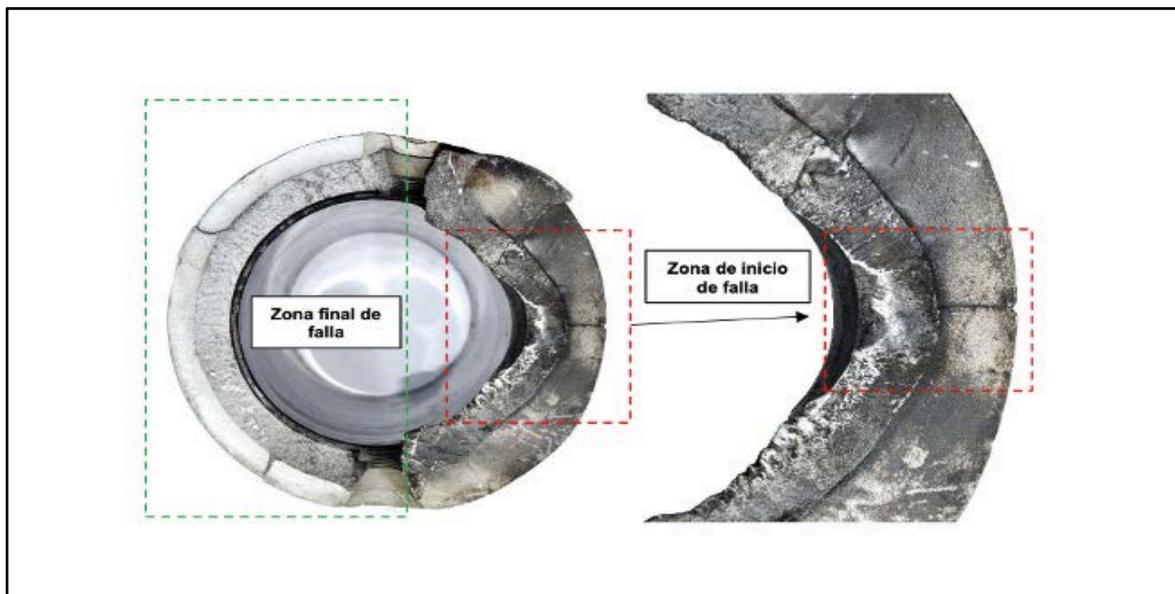
El crecimiento y propagación de la grieta en la zona superior e inferior de la brida del cilindro en la sección interna, se debió a fatiga del material por alto ciclaje, ocasionando un alto crecimiento de la grieta en escala microestructural, con cargas bajas generando formación de estrías que ayudaron al debilitamiento del material.

Lo anterior indica que la fractura no se dio en un evento súbito (fractura frágil) y que la generación y propagación de la grieta se presentó en un determinado tiempo de operación del cilindro. Se desconoce el origen y tiempo de operación del cilindro. Así como se desconoce el tiempo de vida útil del mismo.

Sin embargo, el análisis a los registros de mantenimiento se encontró que el motor no había tenido un tiempo mayor a 200 horas de operación después de la última reparación general.

Por la operación del cilindro, las cargas compresivas por efectos de la combustión en su interior, y los esfuerzos de torsión generados por las cargas rotativas del motor, hicieron que se aumentara sustancialmente la prolongación de la grieta.

Los múltiples defectos encontrados por degradación microestructural, al borde del inicio de la grieta (zona de contacto del cuerpo del cilindro con la válvula de admisión), contribuyeron también al crecimiento intergranular de la grieta, afectando múltiples sectores del cuerpo de cilindro, aumentando el envejecimiento del material producto de las altas temperaturas soportadas en estos puntos.



Fotografía No. 32: Defectos microestructurales.

2.2.1 Efecto de la operación del motor por parte de las tripulaciones

El manual de fabricante del motor indica que después de realizar una operación que exija un alto rendimiento del motor (como es el caso de la aspersión agrícola), aquel debe estabilizarse, térmica y mecánicamente antes de apagarse, manteniéndolo en mínimas durante un tiempo prudencial.

En caso de que por el tipo de operación, que para este caso es la aspersión aérea, el motor no se apague, la tripulación debe mantener por lo menos 5 minutos el motor en mínimas, garantizando la estabilización mecánica y térmica del motor.

Por ningún motivo después de que el motor este en mínimas la tripulación debe acelerar el motor, ya que la presión generada en las cámaras de combustión de cada cilindro debe liberarse en su totalidad. En caso contrario esta cámara de combustión queda presurizada generando presiones parasitas en las mismas, ocasionando con el tiempo una fatiga prematura del material.

La investigación determinó que es posible que las tripulaciones no estén dando cumplimiento a estas recomendaciones de estabilización de los motores durante la rutina de los vuelos de fumigación.

Es posible, entonces, que una falla contribuyente a la falla del material del cilindro se fuera esa operación irregular.

2.2.2 Efecto de la pérdida de un cilindro

Aunque el motor cuenta con un total de 9 cilindros para generar un 100% de potencia nominal al motor, y el motor afectado fue solo uno (el cilindro No. 7), de acuerdo con algunos cálculos realizados, la pérdida de un cilindro en vuelo genera una pérdida de potencia nominal de aproximadamente 11%, quedando 80% de potencia nominal.

De acuerdo con el manual de fabricante del motor, durante la operación de la aeronave se puede llegar a perder 2 cilindros al mismo tiempo del motor, permitiendo al piloto volar de manera segura hasta por 15 minutos, tiempo suficiente para lograr llegar a una pista.

Sin embargo, en el caso del accidente del HK4953, por el tipo de fractura que presentó el cilindro, la compresión generada por el motor se fue perdiendo gradualmente, debido a que el Piloto redujo el motor a mínimos operacionales para reducir la alta vibración, acción que terminó en la apagada de motor.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

3. CONCLUSIÓN

3.1 Conclusiones

1. El Piloto se encontraba psicofísicamente y técnicamente apto, sin ninguna restricción para ejercer las actividades propias de vuelo.
2. Los manuales de operación de la empresa, procedimientos estándar de operación, listas de chequeo y manual de entrenamiento para las tripulaciones, contenían procedimientos operacionales para la tripulación, en caso de pérdida del motor en vuelo.
3. La aeronave se encontraba aeronavegable y cumplía con los requerimientos establecidos para efectuar este tipo de operación.
4. Dentro de la inspección a los documentos de mantenimiento de la aeronave, no se hallaron registros de mal funcionamiento en los sistemas del avión, motor o hélice que hubiera contribuido en el accidente.
5. No obstante, se había desarrollado una grieta en el pistón No. 7 de la planta motriz, probablemente como consecuencia del envejecimiento natural de los componentes, o por fatiga del material, o la concentración de esfuerzos combinados debido a la naturaleza funcional del pistón.
6. Es probable que las tripulaciones, en el tiempo, operasen de manera incorrecta operación el motor, al no cumplir con los tiempos de enfriamiento o estabilización.
7. El sistema de registro de mantenimiento del explotador no permitía determinar el origen, ni el tiempo de operación, ni el tiempo de vida útil del cilindro.
8. Al iniciar el segundo vuelo de aspersión del día, durante el ascenso, la grieta presente en el cilindro No. 7 causó la fractura del cilindro, y a continuación la falla del motor.
9. Los intentos del Piloto para reiniciar el motor fueron infructuosos y seleccionó entonces un sembradío de plátano para efectuar un aterrizaje de emergencia.
10. El Piloto mantuvo el control de la aeronave. No obstante, a baja altura, la aeronave impactó contra un templete (cable) que le hizo perder control parcialmente.
11. El avión impactó el terreno, y durante la carrera de desaceleración se causó daños sustanciales por el impacto con las matas de plátano.
12. El Piloto sufrió una lesión leve en una rodilla.

3.2 Causa(s) probable(s)

Falla del motor ocasionada por la fractura del cilindro No. 7, lo cual ocasionó pérdida de potencia, impidiendo que la aeronave continuara en vuelo, obligando a un aterrizaje forzoso.

3.3 Factores Contribuyentes

- Envejecimiento del material base con el que se construye el cilindro como consecuencia de una operación periódica diferentes ambiente atmosféricos y geográficos, que contribuyeron al desgaste físico e intergranular del material.
- Carencia en el Manual de Mantenimiento del explotador, de un procedimiento que limite la vida útil de componentes como los cilindros de la planta motriz.
- Carencia en el explotador, de los procedimientos de inspección y documentación técnica ya que no se conoce el tiempo real de vida útil para los cilindros de los motores.
- Deficientes procedimientos de inspección escritos en el Manual General de Mantenimiento del operador, que orienten al personal de mantenimiento hacia una apropiada toma de decisiones durante los procesos de inspección, ya que no se evidencia como trabajos especiales en el avión RII.
- Posible incorrecta operación por parte de las tripulaciones a los motores, al no darle los tiempos requeridos de estabilización descritos por el manual del fabricante en el capítulo de límites de operación.

3.4 Taxonomía OACI

SCF-PP: Falla o mal funcionamiento de sistema o componente – planta motriz.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

AL EXPLOTADOR AÉREO

REC. 01-202126-1

Implementar un programa de capacitación teórico-práctica permanente a las tripulaciones con el fin de elevar la conciencia situacional en las operaciones, en el cual se incluyan, entre otros, los siguientes temas:

- Procedimientos de emergencia con fallas de motor, o motor apagado en vuelo.
- Rendimiento y limitaciones de las aeronaves de la compañía.
- Velocidades, características e identificación de la pérdida de sustentación de las aeronaves de la compañía y técnicas para prevenirla.

REC. 02-202126-1

Incluir dentro del manual procedimientos estándar de operación “SOPs” un procedimiento de estricto cumplimiento por las tripulaciones, para garantizar la correcta operación de los motores y la estabilización térmica, mecánica de estos, cada vez que realicen los vuelos de aspersión agrícola.

REC. 03-202126-1

Crear un procedimiento de inspección de recibo más detallado y estricto en todos los procesos de remanufactura a todos los cilindros que vayan a ser instalados en los motores R11340 AN1 garantizando que el material no tenga defectos, después de los procesos realizados en estos cilindros.

REC. 04-202126-1

Crear un procedimiento de inspección dentro del Manual General de Mantenimiento con el fin de realizar inspecciones periódicas cada 25 horas de vuelo, a los todos los cilindros de los motores radiales Pratt and Whitney modelo R1340 AN1, los cuales se encuentran instalados en las aeronaves Airtractor AT301, con el fin de mitigar e identificar fracturas superficiales durante la operación, de las aeronaves.

REC. 05-202126-1

Crear un procedimiento de inspección dentro del Manual General de Mantenimiento con el fin de realizar inspecciones periódicas cada 25 horas de vuelo, a los todos los cilindros de los motores radiales Pratt and Whitney modelo R1340 AN1, los cuales se encuentran instalados en las aeronaves Airtractor AT301, con el fin de mitigar e identificar fracturas superficiales durante la operación, de las aeronaves.

REC. 06-202126-1

Incluir dentro del Manual General de Mantenimiento de la empresa, en el capítulo de ingeniería un procedimiento en el cual se incluya el seguimiento de las horas de operación de los motores, pero utilizando el concepto de ciclos realizados del motor, el cual se entiende que debe hacerse durante cada encendido y apagado de motor.

A LA AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA

REC. 07-202126-1

A través de la secretaria de la Seguridad Operacional y de la Aviación Civil, dar a conocer el presente informe de investigación a los operadores de Trabajos Aéreos Especiales, Aviación Agrícola, para que apliquen las recomendaciones, según sea pertinente, y se tenga en cuenta dicho informe para mejorar los sistemas de Gestión de Seguridad Operacional.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

Av. Eldorado No. 103 – 15, Piso 5º.

investigacion.accide@aerocivil.gov.co

Tel. +(571) 2963186

Bogotá D.C. - Colombia



Grupo de Investigación de Accidentes

GRIAA

GSAN-4.5-12-052



AERONÁUTICA CIVIL
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL