

2020

Análisis de falla en grupo electrógeno 3456



Gilberto Pantoja

GILBERTO PANTOJA GRUPOS

ELECTROGENOS SMA ELECTROGENOS Cali

Valle Colombia

11/01/2020

CONTENIDO:

1.....Introducción

2.....Análisis de falla

3.....Registro grafico

4.....Conclusión



Grupos Electrógenos

1. Introducción.

Como es conocido por todos, toda máquina genera vibraciones debido a las tolerancias inherentes a cada uno de sus elementos constructivos, Estas tolerancias aportan al equipo una vibración característica básica mediante la cual se deben comparar futuras vibraciones para su correcta evaluación. Maquinas similares funcionando correctamente tendrán similares características de vibración.

Un cambio en la vibración básica de un equipo, funcionando en condiciones normales, será indicativo de que algún defecto incipiente se está dando en alguno de sus elementos.

Un tren de maquinaria consiste en una fuente de potencia en unos acoplamientos intermedios (tales como correas, discos de acoples flexibles, embragues, cajas de cambios etc.)

Todo elemento de tren de maquina genera fuerzas dinámicas durante el funcionamiento del equipo, cada una de estas fuerzas da lugar a una frecuencia de vibración que identificara a los distintos elementos de la máquina. Si todos los elementos de un equipo están unidos entre sí, las frecuencias de vibración de cada uno de los componentes de la misma se transmitirán en su totalidad.

Desequilibrio; No es necesario que exista un desequilibrio mecánico real, para que exista un desequilibrio en el grupo electrógeno. La inestabilidad aerodinámica también puede crear una condición de desequilibrio en el equipo.

Es útil conocer que los distintos niveles de vibración recomendables que se recogen en la norma ISO 10816-1

La forma de estas vibraciones depende del tipo de máquina, como esta operada, que acciona o qué equipo la acciona.

Una vibración excesiva indica que el equipo debe tener problemas los cuales si son ignorados pueden generar daños cuantiosos a la propiedad, incluso provocar la muerte.

Un caso muy común con los distribuidores de grupos electrógenos es que no se realiza el énfasis en realizar una inspección minuciosa antes de entregar el equipo, solo su preocupación es llenar unos datos para enviarlos al fabricante y así cobrar sus honorarios, sin embargo se sugieren pasos para que todo salga positivo y nuestras sugerencias siempre son ignoradas pues al fin del cabo solo importa vender.

Datos correspondientes a la fecha de entrega de este equipo.



**GILBERTO
PANTOJA**
Grupos Electrónicos

DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR IMPRESORES DE SUR

MODELO DEL EQUIPO	3456
SERIE DEL EQUIPO	CAT00000HC3G01262
MODELO DE MOTOR	3456
SERIE DE MOTOR	--
ARREGLO DE MOTOR	--
NÚMERO DE CILINDROS	6
DISPOSICIÓN DE CILINDROS	EN LINEA
SISTEMA DE INDUCCIÓN	TURBO ALIMENTADO/ INTERENFRIADO
SISTEMA DE COMBUSTIÓN	INYECCIÓN DIRECTA ELCTRONICA
HORAS DE TRABAJO	1
FILTRO DE ACEITE	1R1808
FILTRO DE COMBUSTIBLE	1R0749
FILTRO DE AIRE	9Y3879 (1)

◦SISTEMAS DE TRANSFERENCIA ◦MONTAJE ◦SERVICIO ◦ASESORIA

**CARRERA 17A No. 36-75
CELULAR: 312 - 2895440
CALI - COLOMBIA**
galectrogenos@hotmail.com
gilbertoelectrogenos@telesat.com.co



2. Análisis de falla.

Una de las piezas descompuestas en el siniestro apreciamos que el barniz dieléctrico utilizado en el tratamiento de aislamiento original de fábrica se impregno en varias de las fisuras de las aletas del ventilador del alternador construido en la ciudad de México por Leroy Somer para Caterpillar bajo el Modelo LC6.

Se puede confirmar a ciencia cierta que la falla presente en el equipo es de origen de fábrica y se debió a falla de balanceo dinámico.

Una evaluación estándar para el control de vibraciones basada en la norma ISO 10816:

Donde el valor efectivo de la velocidad de vibración es utilizado para evaluar el estado del grupo electrógeno o la maquina en su defecto. Este valor puede ser determinado por casi todas los dispositivos para mediciones de vibración

La DIN ISO 10816-1 aparta las maquinas en diferentes grupos y toma en cuenta el tipo de instalación así:

Verde: denominado zona A en el cual se toman los valores de vibración de maquinas recientemente puestas en funcionamiento.

Amarillo denominada Zona B maquinas que pueden ejecutarse en servicio continuo sin ningún tipo de restricción.

Naranja denominada Zona C los valores de vibración en la zona amarilla indica que las condiciones de la maquina no son apropiados para operación continua, únicamente para periodos limitados de tiempo. Las medidas correctivas deben tomarse en la próxima oportunidad

Rojo denominada Zona D; los valores en esta zona son denominados vibraciones peligrosas y es posible que ocurra daño en la maquina

								Velocity 10-1000 Hz $r > 600$ rpm 2-1000 Hz $r > 120$ rpm mm/s rms inch/s rms		
									11	0.43
									7.1	0.28
									4.5	0.18
									3.5	0.14
									2.8	0.11
									2.3	0.09
									1.4	0.06
									0.71	0.03
rigid	flexible	rigid	flexible	rigid	flexible	rigid	flexible		Foundation	
pumps > 15 kW radial, axial, mixed flow				medium sized machines 15 kW < P ≤ 300 kW		large machines 300 kW < P < 50 MW		Machine Type		
integrated driver		external driver		motors 160 mm ≤ H < 315 mm		motors 315 mm ≤ H				
Group 4		Group 3		Group 2		Group 1		Group		

A New machine condition

B Unlimited long-term operation allowable

C Short-term operation allowable

D Vibration causes damage

Grupos Electrógenos

GILBERTO PANTOJA

Grupos Electrógenos

RUTINA DE MANTENIMIENTO

CIUDAD Y FECHA: Cali, 18 03 09

FICHA/O.T. No.: 2'034.401.

CLIENTE: Impresores del sur.

TÉCNICO RESPONSABLE: Gilberto Pantoja

PERSONA A CARGO: Ing. Sergio Hortua

CLASE DE EQUIPO	Grupo electrógeno	EQUIPO MARCA	Caterpillar
EQUIPO MODELO	3456	EQUIPO SERIE	CAT00000HC3G01262
MOTOR MARCA	Caterpillar	MOTOR MODELO	3456
MOTOR SERIE	7WG05022	MOTOR ARREGLO	247-4789
ALTERNADOR MARCA	Caterpillar	ALTERNADOR MODELO	LC 6
ALTERNADOR SERIE	G6B 10176	ALTERNADOR ARREGLO	235-1217
ALTERNADOR TAMAÑO	61G	POTENCIA DEL EQUIPO	568 kva 455 kw -- hp Principal
TIPO DE TRANSFERENCIA	----	VOLTAJE OPERACIÓN	220 VAC
FILTRO COMBUSTIBLE	1R0749(1) 133-5673(1)	FILTRO DE ACEITE	1R0716
FILTRO DE AIRE	9Y3879	FILTRO DE AGUA	N/A

OPERACIONES CUBIERTAS

NIVEL ELECTROLITO	<input checked="" type="checkbox"/>	NIVEL ACEITE	<input checked="" type="checkbox"/>	NIVEL REFRIGERANTE	<input checked="" type="checkbox"/>	LÍNEAS DE CONTROL	<input checked="" type="checkbox"/>
DENSIDAD ELECTROLITO	<input checked="" type="checkbox"/>	LÍNEAS BATERÍAS	<input checked="" type="checkbox"/>	TERMINALES BATERÍAS	<input checked="" type="checkbox"/>	MOTOR ARRANQUE	<input checked="" type="checkbox"/>
SISTEMA DE PROTECCIONES	<input checked="" type="checkbox"/>	CARGADOR BATERÍA	<input checked="" type="checkbox"/>	ALTERNADOR CARGA	<input checked="" type="checkbox"/>	MANGUERAS MOTOR	<input checked="" type="checkbox"/>
CONTROLADOR DE MOTOR	<input checked="" type="checkbox"/>	INSTRUMENTOS DC	<input checked="" type="checkbox"/>	PANEL DE RADIADOR	<input checked="" type="checkbox"/>	SISTEMA DE ESCAPE	<input checked="" type="checkbox"/>
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	<input checked="" type="checkbox"/>	BANDAS DE MOTOR	<input checked="" type="checkbox"/>	PRESENCIA DE FUGAS	<input checked="" type="checkbox"/>	ALTERNADOR PPAL	<input checked="" type="checkbox"/>
ESTADO DE TURBO	<input checked="" type="checkbox"/>	RUIDOS ANORMALES	<input checked="" type="checkbox"/>	TAPA DE RADIADOR	<input checked="" type="checkbox"/>	REGULADOR VOLTAJE	<input checked="" type="checkbox"/>
CONEXIONES ELÉCTRICAS	<input checked="" type="checkbox"/>	LÍNEAS DE FUERZA	<input checked="" type="checkbox"/>	INTERRUPTOR PPAL	<input checked="" type="checkbox"/>	NEUTRO	<input checked="" type="checkbox"/>
REGULADOR VELOCIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	RODAMIENTOS	<input checked="" type="checkbox"/>	AJUSTES MECÁNICOS	<input checked="" type="checkbox"/>	SISTEMA PUESTA A TIERRA	<input checked="" type="checkbox"/>

VOLTAJE FASE A-B RMS	220	CORRIENTE DE FASE A RMS	-	FASE A KW	-	FACTOR DE POTENCIA	-
VOLTAJE FASE B-C RMS	220	CORRIENTE DE FASE B RMS	-	FASE B KW	-	CORRIENTE DE CAMPO	-
VOLTAJE FASE C-A RMS	220	CORRIENTE DE FASE C RMS	-	FASE C KW	-	VOLTAJE DE CAMPO	-
VOLTAJE FASE A-N RMS	127	FASE A KVA	-	PROMEDIO KW	-	FRECUENCIA	60.5
VOLTAJE FASE B-N RMS	127	FASE B KVA	-	PROMEDIO KVA	-		
VOLTAJE FASE C-N RMS	127	FASE C KVA	-	TOTAL KW HORA	-		

Temperatura Refrigerante 175°F	Nivel de Combustible 0%	Porcentaje de Carga -	Velocidad 1809 RPM	Nivel de Presión Sonora 105 dB A
Presión de Aceite 80 L/P2	Presión de Combustible 35 L/P2	Voltaje de Batería 27	Horas de Operación 1	CE CN - -
Temperatura de Aceite 177°F	Temperatura de Escape 190°C	Temp. Tanque Superior Radiador 175°F	Temp. Tanque Inferior Radiador 169°F	Temperatura Cuarto del Equipo -

OBSERVACIONES: Post alistamiento de grupo electrógeno, el motivo de alistamiento es mantener el equipo disponible para el traslado de este grupo electrógeno hacia el sitio definitivo, encontramos que este equipo carecía de líneas de baterías (que se suministraron en el alistamiento anterior) el elemento filtrante de aire se encontraba deteriorado por efecto de la intemperie, por ese motivo solicitamos el reemplazo de este. Inspeccionamos el turbo compresor, se gira y analiza estado. Los acumuladores al estar demasiado tiempo sin carga y a la intemperie se deterioraron no reciben carga, es aconsejable reemplazarlos.

FIRMA TÉCNICO: Gilberto Pantoja
CC16'796.470.

FIRMA CLIENTE: ...

CARRERA 17A No. 36-75
 CELULAR: 312 - 2895440
 CALI - COLOMBIA
 gelectrogenos@hotmail.com
 gilbertoelctrogenos@telesat.com.co



○ SISTEMAS DE TRANSFERENCIA ○ MONTAJE ○ SERVICIO ○ ASESORIA

Teoría de la falla:

El equipo fue despachado por fabrica con las fisuras en las aletas del ventilador, el cual muy probablemente sufrió el deterioro mucho antes de acoplar el alternador pues se evidencia el barniz dieléctrico cubriendo las fisuras, incluso el escudo trasero del alternador (N.D.E. BRACKET) cuenta con un refuerzo de soldadura al parecer por deterioro de esta pieza.

El grupo electrógeno entro en operación y durante las pruebas básicas de entrega sugeridas por el distribuidor no se manifiesta la falla, el equipo entra en operación aparentemente en condiciones normales, sin embargo el trabajo del equipo, (máximamente en vacío por efecto de rutina de mantenimiento).

El grupo electrógeno entra en operación ante falla del fluido eléctrico suministrado por la electrificadora local, al pasar varios minutos de estar operando el equipo bajo carga, el personal de mantenimiento como es de costumbre realiza chequeo al grupo electrógeno y no se nota nada anormal (dentro del cuarto acústico el nivel presión sonora cuya ponderación *₁ llega a los 105 dB A aprox.)

Estando el grupo electrógeno operando ya varios minutos es cuando la fuerza centrífuga *₂ empieza a ejercer presión hacia el exterior sobre una de las fisuras de las aletas del ventilador, al pasar el tiempo, esta fisura se va dilatando hasta lograr desbalance en la vibración básica del equipo y luego colapsar, al desprenderse la aleta que presentaba la fisura se pierde por completo el balanceo dinámico, la frecuencia de vibración queda fuera de sincronismo en relación con las revoluciones del equipo, el tornillo destinado para compensar el balanceo (contrapeso original de fábrica) se suelta por completo debido a la vibración ya excesiva generada por el fallo, empieza a colapsar todo el ventilador, las piezas giran dentro de la caja del ventilador del alternador, en su transcurso varias piezas golpean los devanados del estator y rotor del alternador y a su vez con las aletas restantes del ventilador las cuales logran desprenderse por completo, las piezas salen despedidas al exterior, una a una multiplicando su masa y la velocidad a la cual ya se encontraba girando el equipo destruyendo así la guarda del soplador del alternador y al salir

despedidas se destruyen algunas paredes el cuarto acústico del grupo electrógeno, afortunadamente no se encontraba el personal de mantenimiento, de lo contrario los resultados de este siniestro no solo fuesen daños a la propiedad sino perjuicios o quizá la muerte de un ser humano.

*1 Ponderación: Es una respuesta de frecuencia normalizada que aporta un sonómetro

*2 Fuerza Centrífuga: En la Mecánica Clásica, la fuerza centrífuga es una fuerza ficticia que aparece cuando se describe el movimiento de un cuerpo en un sistema de referencia en rotación.

El calificativo de "centrífuga" significa que "huye del centro". En efecto, un observador situado sobre la plataforma de una silla voladora que gira con velocidad angular ω (observador no-inercial) siente que existe una «fuerza» que actúa sobre él, que le impide permanecer en reposo sobre la plataforma a menos que él mismo realice otra fuerza dirigida hacia el eje de rotación, fuerza que debe tener de módulo $m\omega^2 r$, siendo r la distancia a la que se encuentra del eje de rotación. Así, aparentemente, la fuerza centrífuga tiende a alejar los objetos del eje de rotación



3. Registro gráfico.

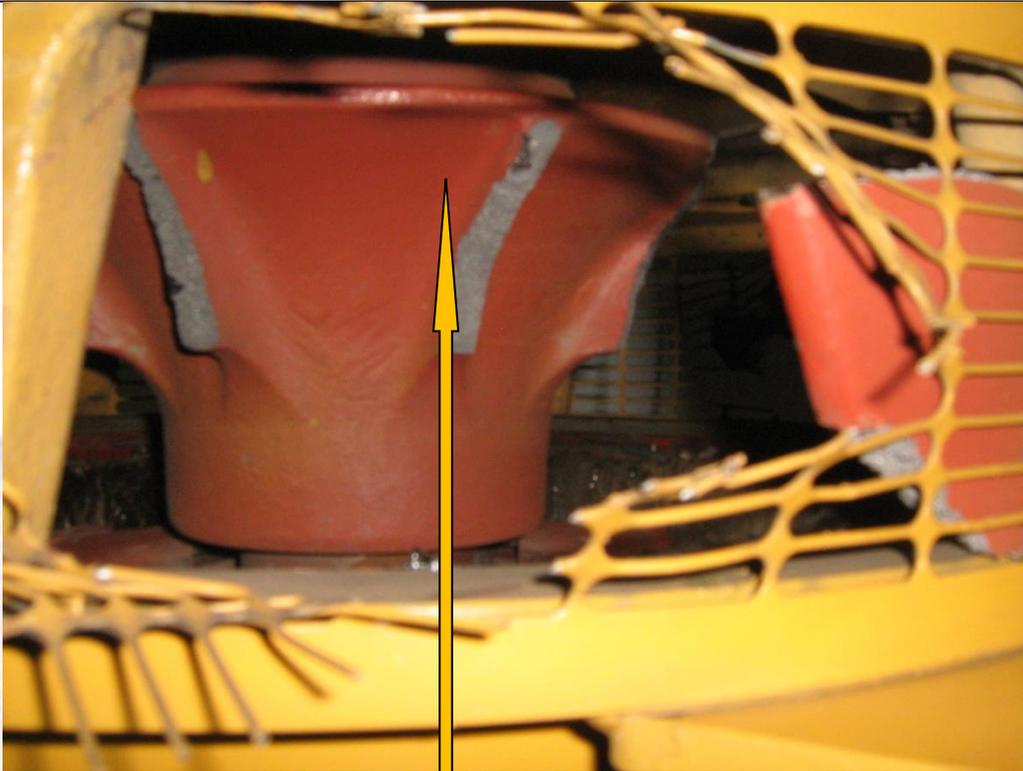


Imagen de ventilador destruido



Imagen de ruptura de tornillo de escudo causado por la vibración del equipo en el momento en que colapsa por completo el ventilador,

afortunadamente el equipo lo detienen, de lo contrario el daño pudo ser mayor.

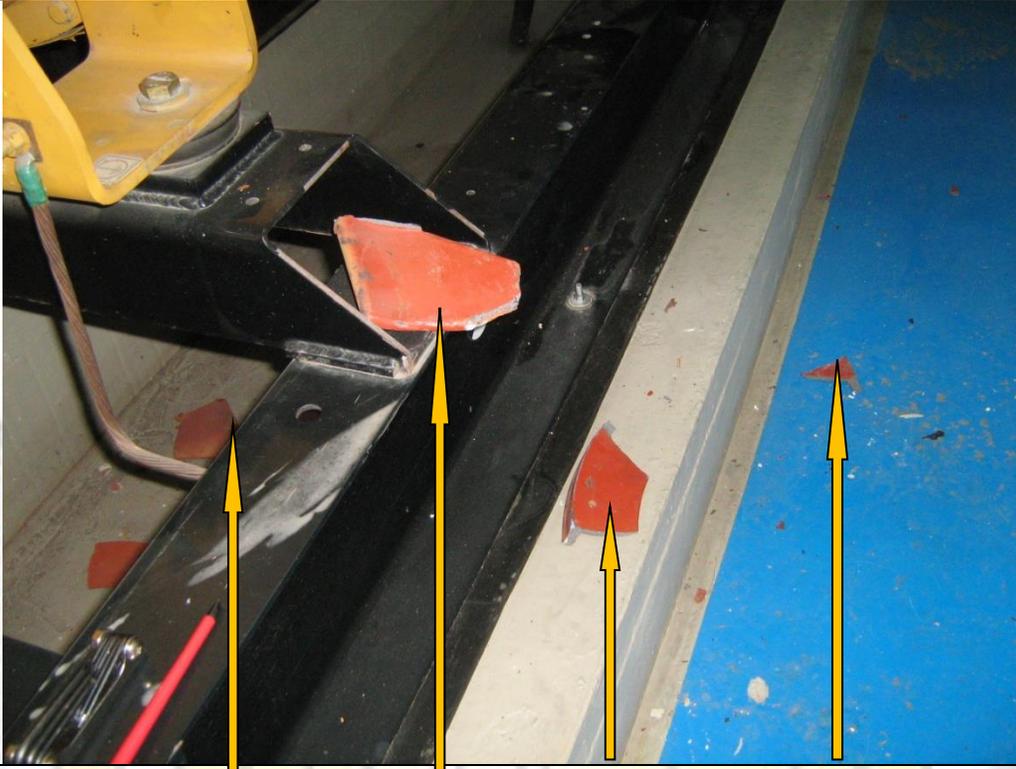
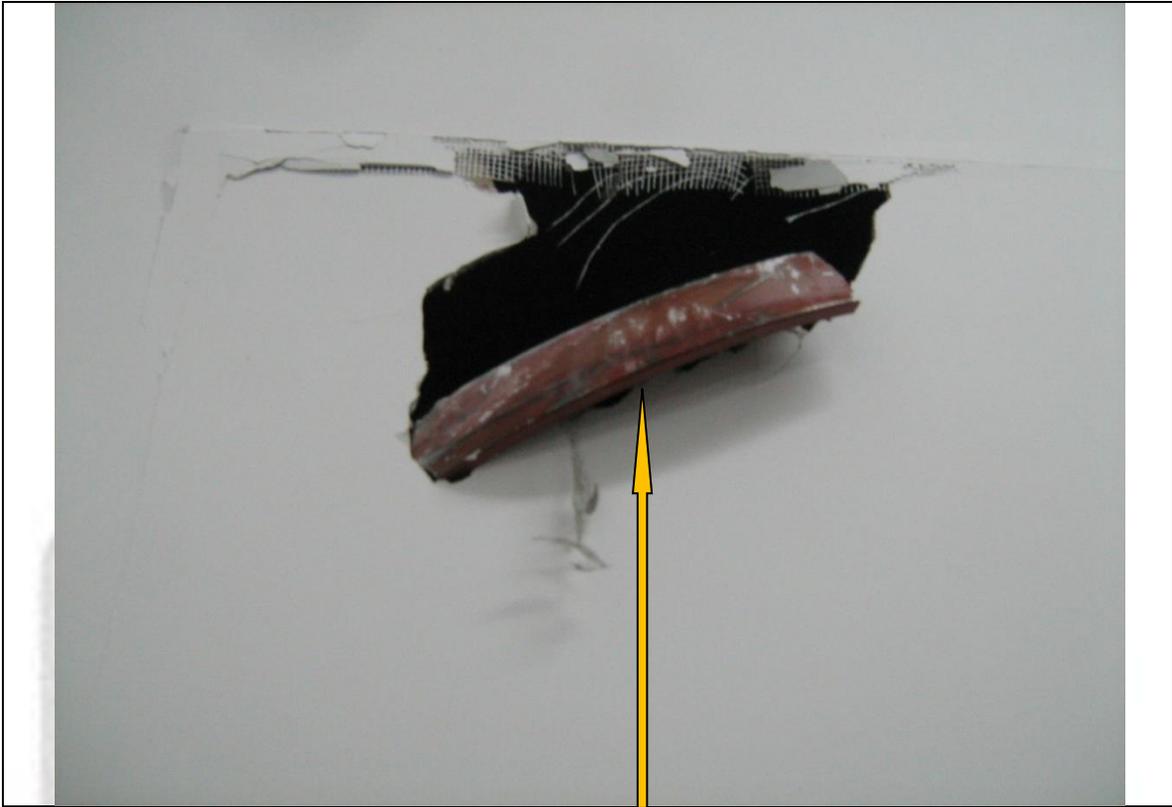


Imagen de las partes colapsadas de las aletas las cuales salieron despedidas hacia el exterior

Grupos Electrógenos



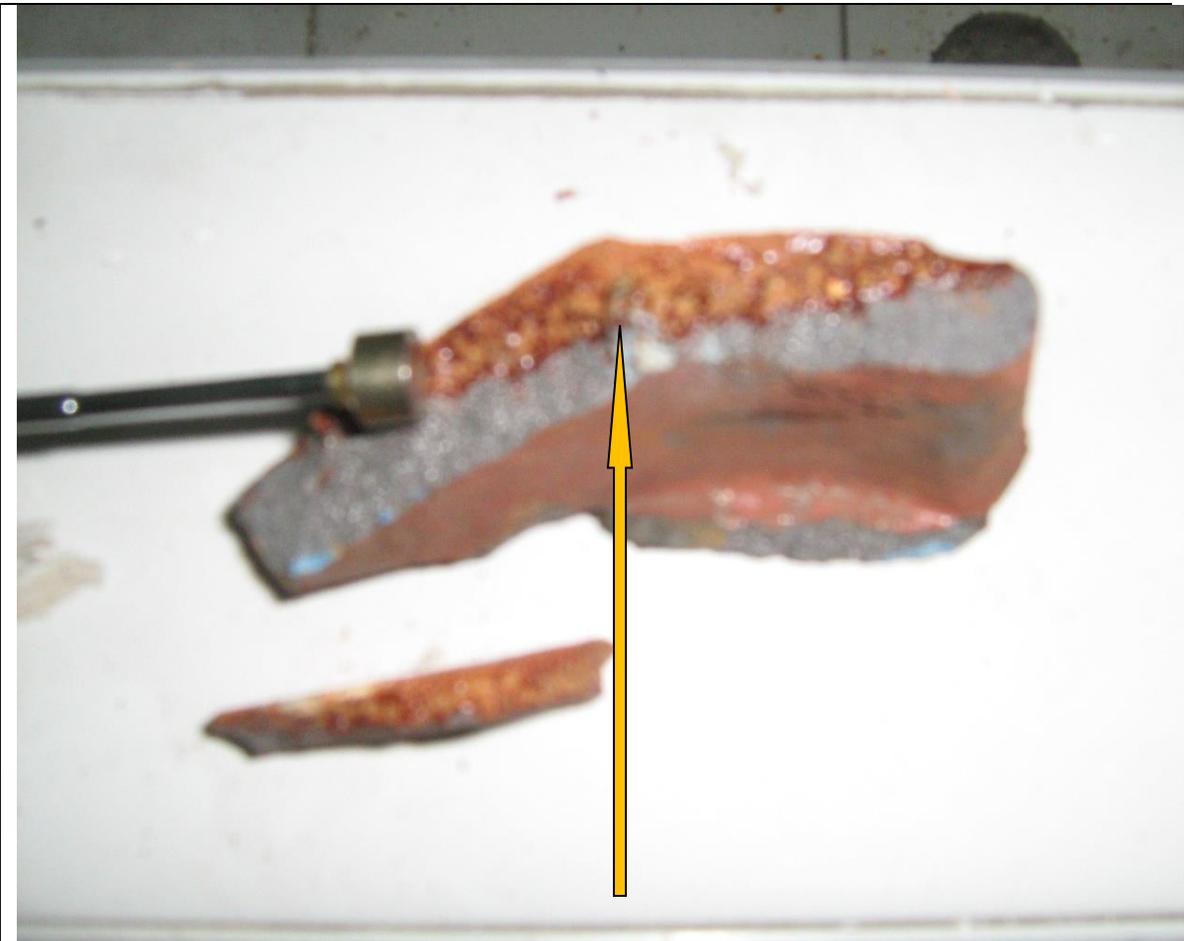
Aleta incrustada en una de las paredes del cuarto acustico

Grupos Electrógenos



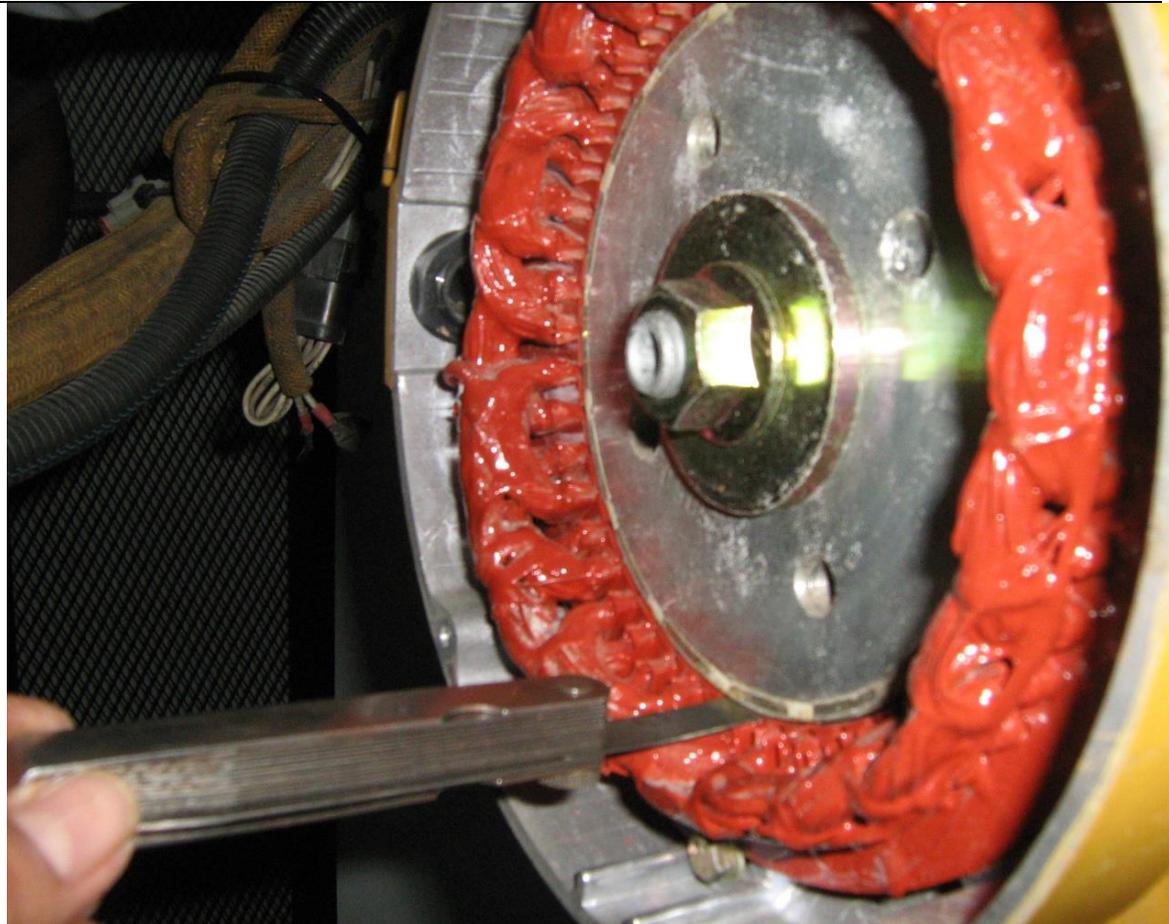
En este registro se aprecia el barniz impregnado en la fisura de la aleta del ventilador, la aleta ya tenia la fisura antes del baño de barniz de fabrica

Grupos Electrógenos



Segunda imagen en la cual se muestra de la impregnación y absorción en las fisuras del barniz dielectrico en otra de las aletas del ventilador del alternador LC6 producto de leroy Somer para Caterpillar.

Grupos Electrogénicos



Analisis del entrehierro en el alternador de magneto permanente instalado en el mismo eje del alternador afectado (extremo no impulsado del equipo)

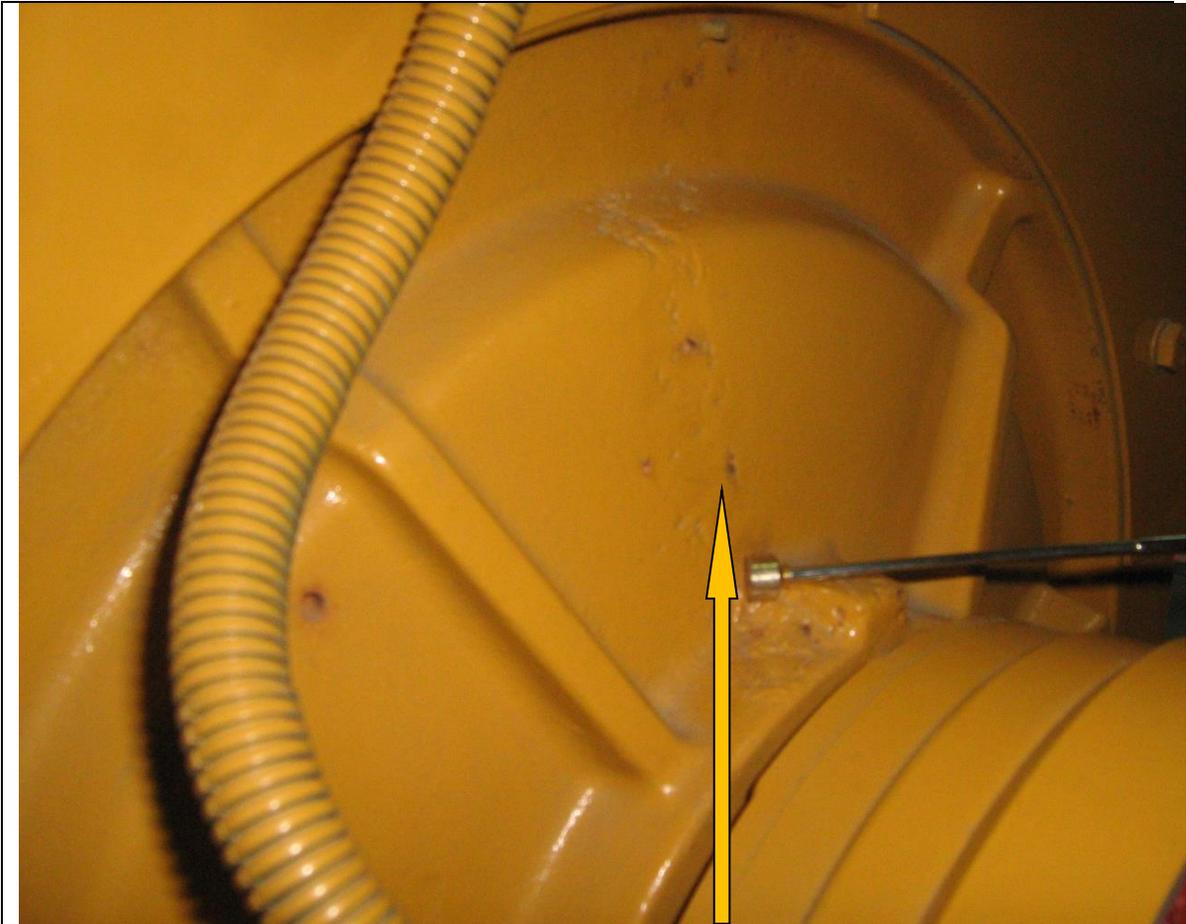
No se evidencia arrastre ante posible falla del rodamiento.

Grupo de Electrogeneradores



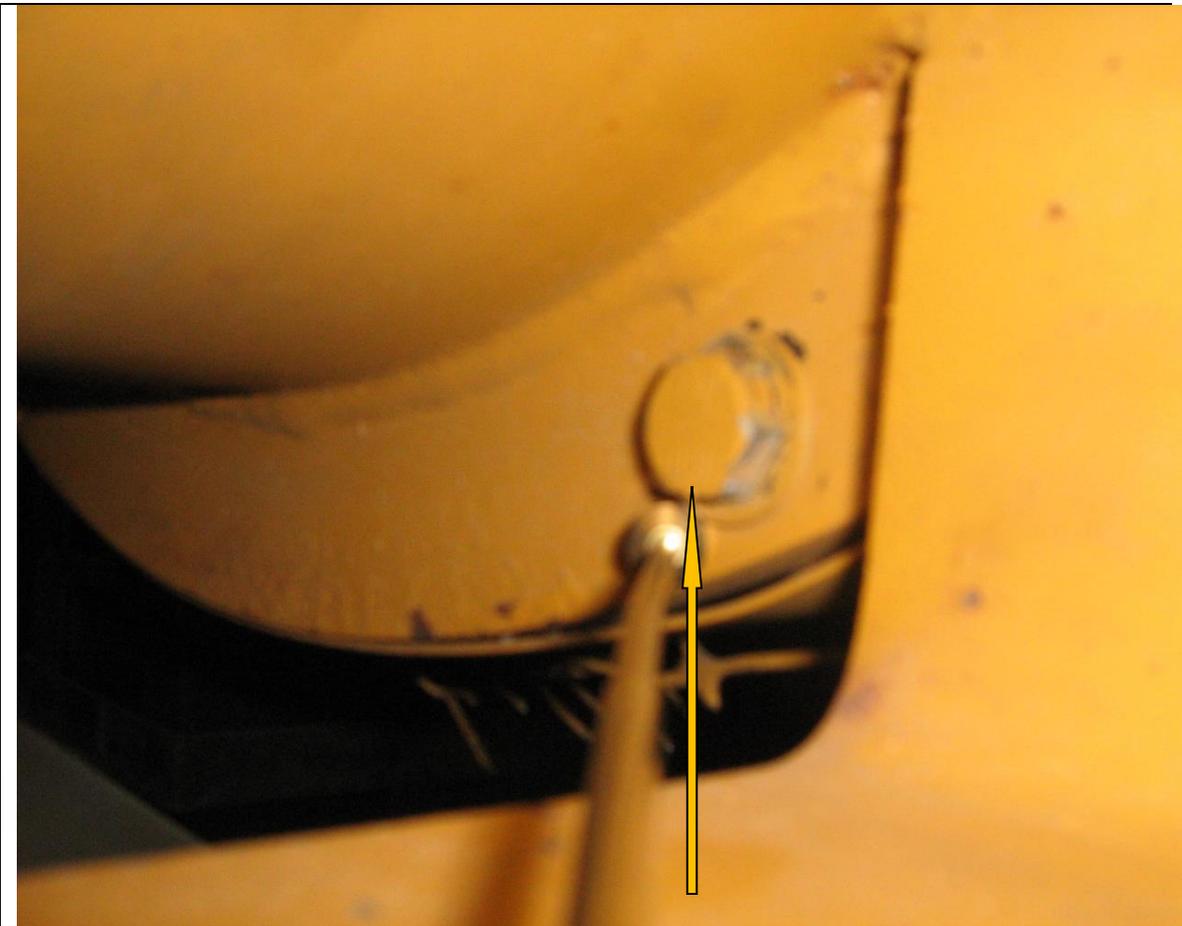
Análisis con borescopio, se analiza internamente el entrehierro del alternador principal, el cual se encuentra dentro de las tolerancias especificadas por fábrica.

Grupos Electrógenos



Evidencia de soldadura en pieza del escudo trasero del alternador (N.D.E. BRACKET) esta pieza es de origen de fábrica, así se despachó el equipo de GECOLSA CALI hacia Impresores del sur.

Grupos Electrógenos



Evidencia de el efecto del desbalance, el tronillo del acople del alternador (D.E FLANGE) las piezas empezaban a vibrar y a debilitar la torsión aplicada a los tornillos.

Grupos Electrógenos



El estator y rotor del alternador sufrieron daños ante el desprendimiento de las piezas destruidas.

Grupos Electrógenos



Ventilador del alternador completamente destruido.

Grupos Electrógenos

4. Conclusión.

Este fallo es de origen de fábrica, este equipo cuenta con **58 horas de trabajo** desde la fecha de entrega, en la cual se utilizaron 4 horas; en la ejecución de pruebas de fábrica (1) y pruebas para entrega a satisfacción en sitio (3); se puede determinar a ciencia cierta que el ventilador del alternador presentaba fisuras las cuales fueron cubiertas por el barniz dieléctrico y absorbidas por la fisura las cuales son evidenciadas en las partes destruidas después de colapsar este componente.

Se debe exigir el reclamo de garantía de fábrica ante el distribuidor pues el daño es evidente.

Es importante solicitar una evaluación al motor diésel de accionamiento CAT 3456 o en su defecto solicitar el reemplazo total del grupo electrógeno una vez sea aceptado el reclamo de garantía.

Cordialmente

Gilberto Pantoja

NIT 16796470-2

M.P 19889

