



## INSPECCION DE PIEZAS DEL MOTOR DIESEL CON MAGNAFLUX

### DESCRIPCION

Los componentes del motor están diseñados y fabricados para proporcionar un buen servicio por largo tiempo. Siempre que se desmonten piezas del motor, deben inspeccionarse cuidadosamente y clasificarse antes de instalarlas nuevamente. Estas inspecciones consisten generalmente de revisiones dimensionales en busca de desgaste, así como revisiones físicas de la condición estructural de la pieza.

El manual de conservación del motor da información detallada sobre revisiones dimensionales, mientras que este Boletín se encarga de los aspectos físicos de la inspección de piezas. Ambas inspecciones son de suma importancia desde el punto de vista de una operación segura, eficaz y económica.

La condición física de las piezas susceptibles de magnetizarse se efectúa por el método magnaflux. Esta inspección con partículas magnéticas muestra indicaciones de daños que pueden no ser evidentes a simple vista.

Las inspecciones con magnaflux utilizan los principios del magnetismo. La pieza que se va a inspeccionar se magnetiza, colocándola dentro de un campo magnético o haciendo pasar por ella un flujo de corriente, de manera que se convierte en conductora del campo magnético o de las líneas de fuerza.

Irregularidades tales como rajaduras y/o inclusiones no magnéticas, ocasionan distorsión o interrupción de las líneas de fuerza, las cuales originan polos magnéticos. Cuando se apliquen a la pieza partículas especiales capaces de ser magnetizadas, estas partículas se concentran en los puntos de polaridad opuesta, o polos magnéticos norte y sur, indicando posibles defectos. Cuando las partículas se cubren con materiales fluorescentes a la "Luz Negra" se

obtiene una indicación denominada "Magnaglo". El método "Magnaglo" ayuda en la inspección, puesto que permite ver la indicación con mayor claridad.

Este Boletín describe la aplicación del método Magnaflux para la inspección de ciertas piezas mediante información relativa a la preparación, procedimientos y normas de inspección recomendadas y sirve como guía para determinar si la inspección aprueba o condena la pieza.

Debe tenerse en cuenta que el método de inspección por Magnaflux es muy severo. Nuestras recomendaciones sobre el uso de Magnaflux se basan en la experiencia con los materiales usados en nuestros productos durante muchos años así como con el comportamiento de piezas en servicio. Descartar piezas que muestren indicaciones de Magnaflux sin tomar en cuenta su efecto en el funcionamiento de la pieza, puede ser muy costoso. En caso de duda en cuanto al significado de una indicación específica de Magnaflux, debe consultarse al departamento de pruebas y análisis o alguna autoridad semejante de la empresa respectiva.

### EQUIPO

El equipo requerido para inspecciones Magnaflux puede variar desde la unidad XRR, Fig. 1, usada para inspección de cigüeñales hasta las unidades portátiles KC. El número de piezas que han de inspeccionarse, su necesidad y la disponibilidad de aparatos, dictarán el tipo de equipo que vaya a usarse. La capacidad de corriente requerida puede variar de 500 amperes o menos hasta valores del orden de 2000 amperes que se requieren para la inspección de pistones.

Las partículas magnéticas que se emplean pueden ser del tipo "seco" o "húmedo". El polvo metálico puede usarse seco o mojado

\* ESTE BOLETIN SUBSTITUYE LAS EDICIONES ANTERIORES DE LOS BOLETINES MI-2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130 Y 2132.

con un líquido, con o sin partículas fluorescentes Magnaglo. El Magnaglo puede ser preferible porque permite inspecciones más rápidas. El polvo metálico puede ser de diferentes colores. La selección del polvo y su color tendrá que hacerse tomando en cuenta el contraste y visibilidad máximas, según la pieza que se vaya a inspeccionar. En los procedimientos de inspección respectivos se hacen algunas recomendaciones para piezas específicas. De todas maneras se recomienda consultar al representante de la corporación Magnaflux con relación a detalles y suministro de los diferentes equipos y materiales.

#### PREPARACION

Antes de inspeccionar cualquier pieza con Magnaflux, debe limpiarse cuidadosamente para eliminar depósitos de aceite y de carbón suelto. Los depósitos de carbón deben eliminarse empleando un cepillo de alambre o por otros medios que no dañen la pieza. Es importante secar la pieza después de limpiarla, especialmente si se va a usar el método de inspección en seco, para permitir el flujo libre del polvo magnético y evitar indicaciones falsas.

#### PROCEDIMIENTO DE INSPECCION - CIGÜEÑALES

La inspección de cigüeñales con Magnaflux debe ceñirse a las normas y procedimientos de inspección que se indican a continuación:

##### A. Procedimiento

Las indicaciones de defectos perjudiciales se producirán con el flujo de corriente alterna por una bobina alrededor del cigüeñal. El eje de la bobina debe estar paralelo al eje longitudinal del cigüeñal. Cuando se use la unidad tipo XRR, Fig. 1, colóquese la bobina al centro de una sección de 60 cms (24"), magnetícese con corriente alterna a 600-800 amperes y procédase a la siguiente sección de 60 cms (24"), hasta magnetizar todo el cigüeñal. La corriente debe interrumpirse antes de proceder a la siguiente sección. Las partículas para inspección pueden aplicarse mientras se aplica la corriente o después de haberla interrumpido.

Cuando no se dispone de una unidad tipo XRR, los cables de la unidad pueden utilizarse como bobina, enrollándolos tres vueltas y asegurándolos con cinta para poderlos manejar con facilidad. El procedimiento de magnetización en este caso es igual al que se describe en el párrafo anterior.

Otro método satisfactorio es el enrollar los cables en espirales continuadas a lo largo de todo el cigüeñal. En este caso hágase lo posible por dar una vuelta completa alrededor de cada

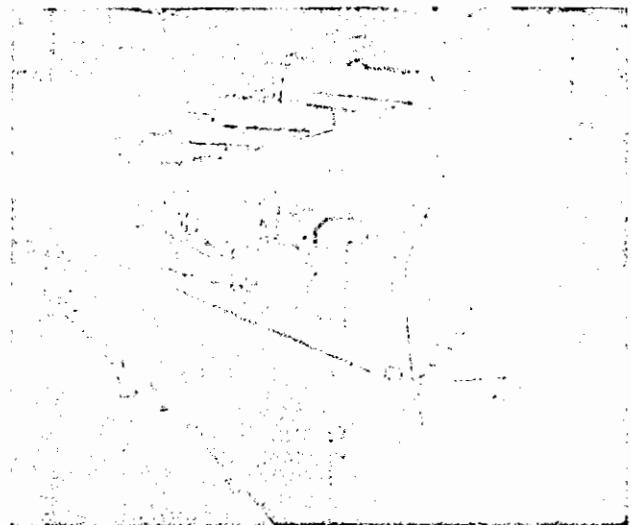


Fig. 1 - Unidad Magnaflux Tipo XRR

muñón del cigüeñal. Magnetícese con corriente alterna de 600-800 amperes.

Cuando se emplee polvo seco, aplíquese someramente para no ocultar posibles indicaciones. Generalmente es conveniente golpear el cigüeñal ligeramente con un mazo de plomo o de madera para que caiga el exceso de polvo y permitir que el restante se concentre en las indicaciones.

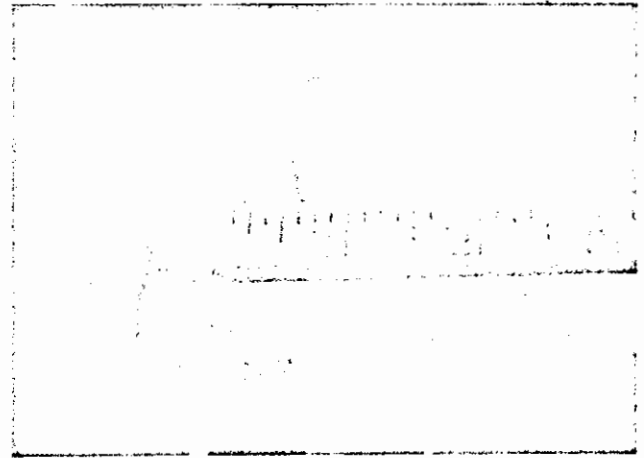
## B. Normas de Inspección

### 1. Tipo de Indicaciones, Interpretación y Disposiciones.

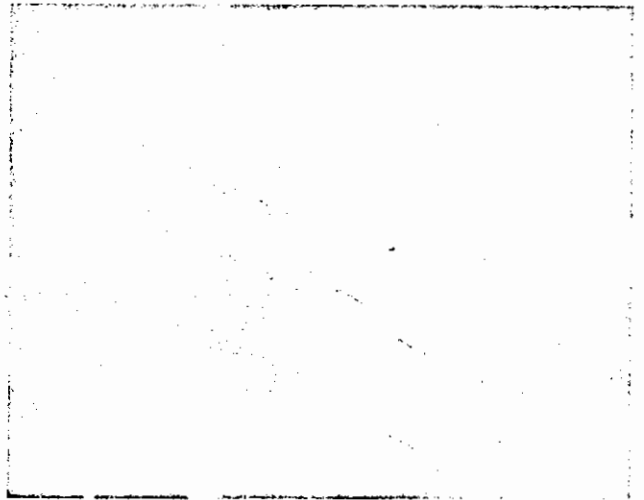
Los cuatro tipos de indicaciones "Magnaflux", que se obtienen al inspeccionar cigüeñales usados, son inclusiones no metálicas, grietas "Tocco" originadas por el proceso de endurecimiento, rajaduras por barrido de cojinetes y rajaduras por fatiga del material, como sigue.

a. Inclusiones no metálicas: las figuras 2a, 2b y 2c muestran indicios de inclusiones no metálicas. Todos los tipos de acero contienen una cantidad variable de materiales no metálicos que pueden aparecer como indicaciones de magnaflux. Los indicios de la Fig. 2c, se limitan a cigüeñales soldados y consisten de depósitos de óxido resultantes de una fusión incompleta durante el proceso de soldadura. Anteriormente se acostumbraba eliminar estas inclusiones completamente, esmerilando pequeñas ranuras. En la actualidad se acostumbra allanar los bordes ásperos para evitar daños a los cojinetes, sin eliminar completamente toda la inclusión. En algunas ocasiones las inclusiones han sido erróneamente consideradas como causa de fallas, sin embargo, durante nuestra experiencia nunca hemos podido ligar definitivamente la falla de un cigüeñal con inclusiones no metálicas. A menos que se tenga una indicación bien clara del progreso de una falla por fatiga a raíz de una inclusión no metálica, generalmente puede considerarse que estas inclusiones no son perjudiciales.

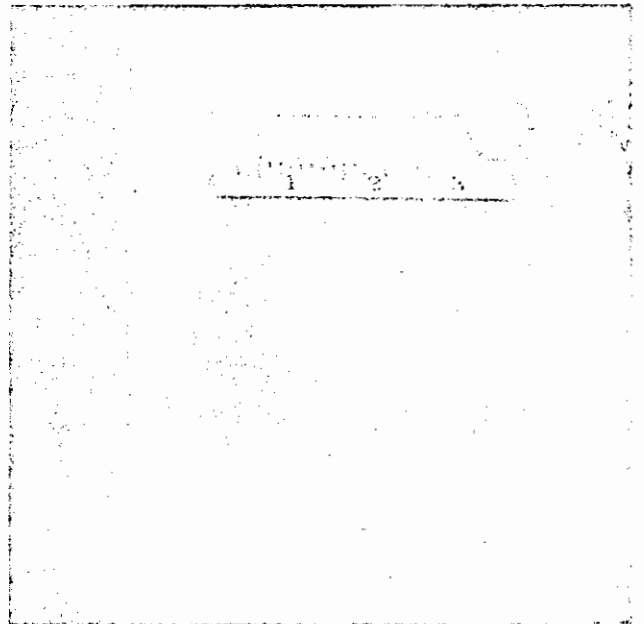
b. Grietas "Tocco": Las figuras 3a, 3b y 3c, muestran grietas que suelen ocurrir en los muñones del cigüeñal durante el proceso de endurecimiento por inducción. Generalmente son ligerísimas rajaduras al borde de la zona endurecida y circunferenciales al eje del cigüeñal. Ocasionalmente se encuentran en los muñones de biela, pero con más frecuencia en los muñones principales, especialmente al



2a



2b



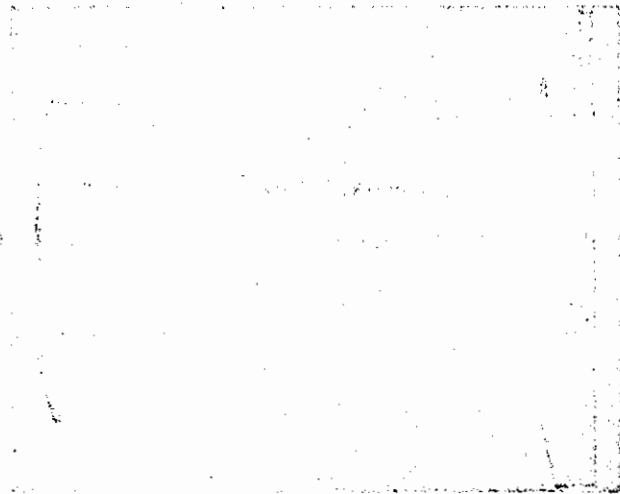
2c

Fig. 2 - Inclusiones no metálicas

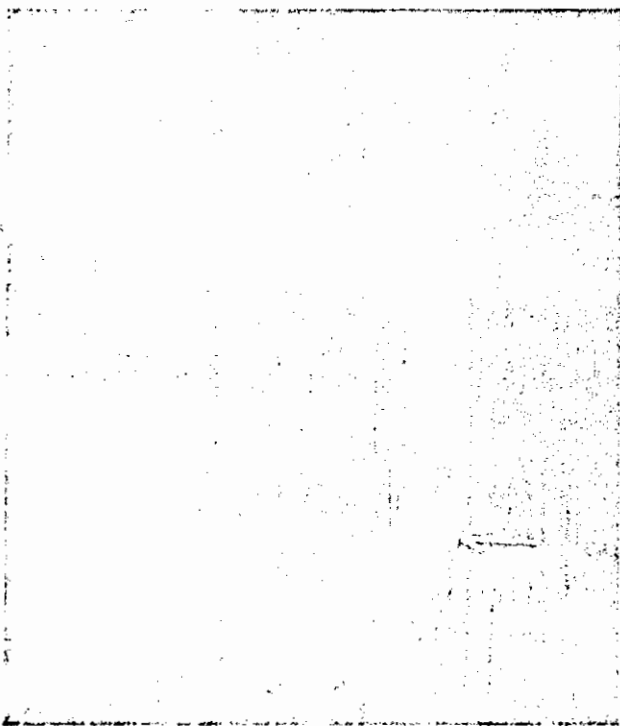
borde del área endurecida cerca del centro del último muñón principal (muñón doble). Nunca ocurren en los filetes, sino a unos 16 mm (5/8") de la cara de empuje. En cigüeñales soldados, estas indicaciones pueden aparecer en los bordes de las soldaduras como se indica en la Fig. 3b. Se ha establecido definitiva-

mente que las grietas "Tocco" no afectan la vida útil del cigüeñal.

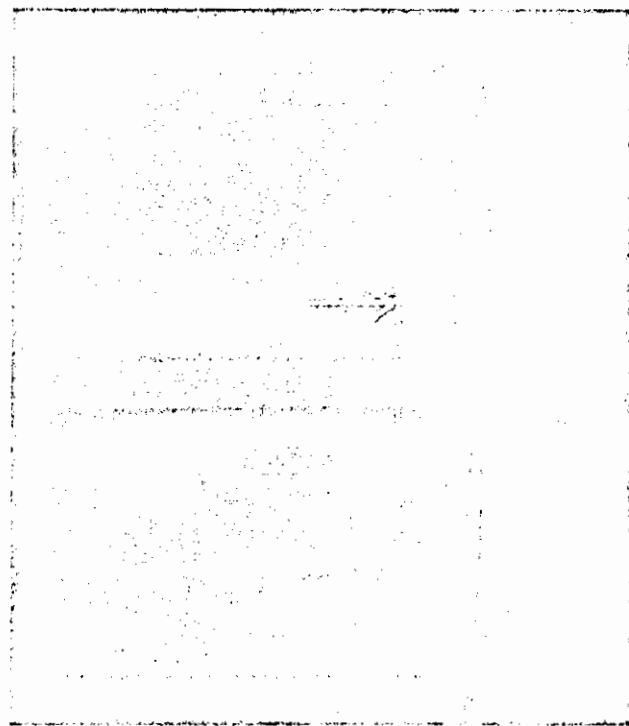
- c. Rajaduras por barrido de cojinetes: véanse las figuras 4a, 4b y 4c. Cuando una falla de lubricación origina el barrido de un cojinete, frecuentemente ocurren rajaduras longitudinales o circunferenciales que a veces van acompañadas de una pequeña red de rajaduras. Estas fallas generalmente muestran decoloración u otras indicaciones de barrido de cojinetes. Las rajaduras térmicas circunferenciales son generalmente profundas. Sin embargo, cuando se emplea el método húmedo de inspección con magnaflux, es necesario distinguir entre rajaduras térmicas e indicaciones debidas a rayaduras. La indicación determinante en estos casos es generalmente la decoloración del muñón. Si aún hay duda, examínese la rajadura con una lupa. No se debe usar nuevamente ningún cigüeñal que muestre indicaciones de rajaduras térmicas originadas por barrido de cojinetes. La figura 4c, muestra un muñón que falló por fatiga debido a una grieta térmica.



3a

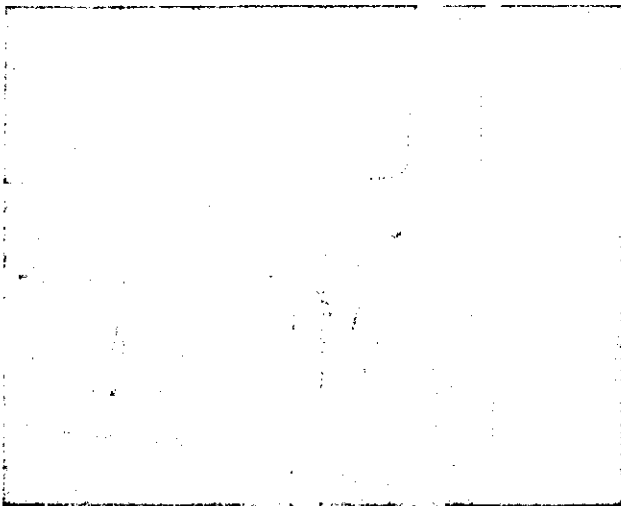


3b

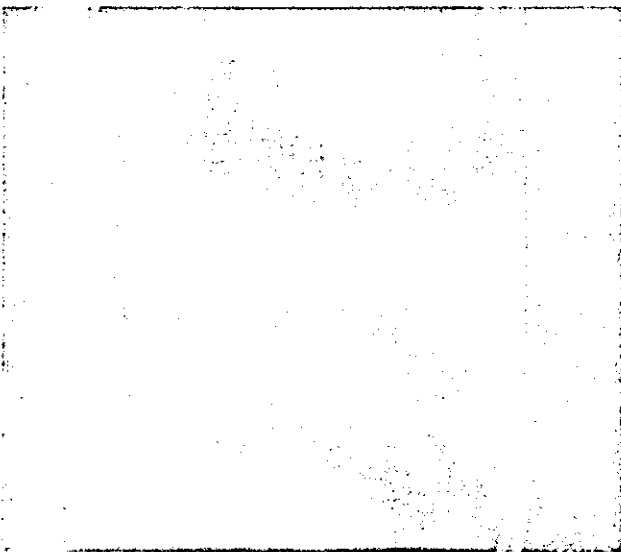


3c

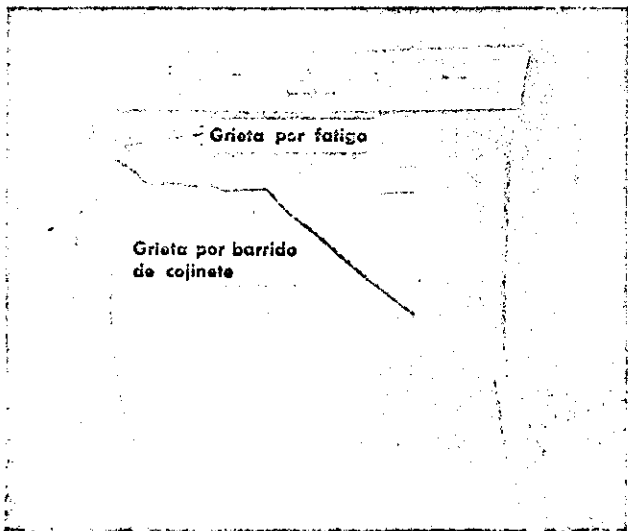
Fig. 3 - Grietas "Tocco" por endurecimiento



4a



4b



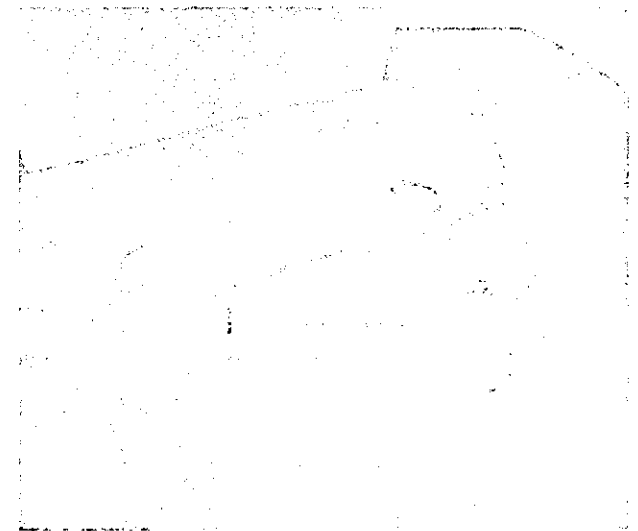
4c

Fig. 4 - Grietas por barrido de cojinetes

d. Rajaduras por fatiga: véanse las figuras 5a y 5b. Ocasionalmente un cigüeñal puede haber estado sujeto a esfuerzos de flexión excesivos por falta de soporte adecuado de sus muñones y causar fallas por fatiga que generalmente ocurren al centro de los filetes, progresan circunferencialmente varias pulgadas y finalmente llegan al brazo del muñón para completar la falla. Las indicaciones circunferenciales al centro de los filetes deben considerarse extremadamente sospechosas ya que pueden representar el principio de una falla por fatiga del cigüeñal.



5a



5b

Fig. 5 - Grietas por fatiga

### C. Recuperación de Cigüeñales

No se recomienda rectificar cigüeñales endurecidos por inducción en talleres faltos de elementos, porque el endurecimiento por inducción "Tocco" requiere verificación de profundidad de la capa endurecida durante el proceso. En caso necesario, el cigüeñal debe recalentarse por el procedimiento "Tocco" y volver a endurecerse por el mismo método, a la profundidad requerida.

Un cigüeñal no puede recuperarse cuando tenga una rajadura mayor de 25 mm (1") de

largo y más de 1.6 mm (1/16") de profundidad en la superficie de cualquier muñón o filete de muñón. La profundidad de una grieta puede determinarse esmerilando con una piedra cónica fina de alta velocidad. Si después de esta prueba se determina que el cigüeñal es recuperable, deberá ser devuelto a la fábrica para rectificarlo y equilibrarlo nuevamente.

Si una sección de un cigüeñal de 16 cilindros se ha dañado irremisiblemente, la mitad buena del cigüeñal puede devolverse a la fábrica para que se le aplique una mitad nueva y se vuelva a equilibrar el cigüeñal completo.

## PROCEDIMIENTO DE INSPECCION — BIELAS Y CANASTILLAS

Hay dos tipos de bielas y canastillas: bielas de rodilla y con ojo para el perno del pistón; canastillas con bisagra usadas anteriormente y canastillas atornilladas del diseño actual. La Fig. 6 muestra una biela de rodilla en la unidad magnaflux. Aun cuando las bielas y las canastillas sean de diferente diseño, el método y las normas de inspección son las mismas para ambos tipos.

### A. Procedimiento

#### 1. Bielas

Cuando se emplea una unidad del tipo KRTL, colóquese la biela dentro de la bobina como se indica en la Fig. 6. Otro método satisfactorio de magnetizar las bielas es enrollar tres espirales de cable alrededor de la biela, véase la Fig. 7.

La porción dentada de la biela izquierda debe magnetizarse colocándola dentro del campo de la bobina o de las vueltas del cable para comprobar si hay defectos en la parte inferior de los dientes. La bobina o las vueltas de cable pueden también emplearse para magnetizar la punta larga de la biela derecha.

Magnetícese con corriente alterna a 500-600 amperes. Aplíquese el material

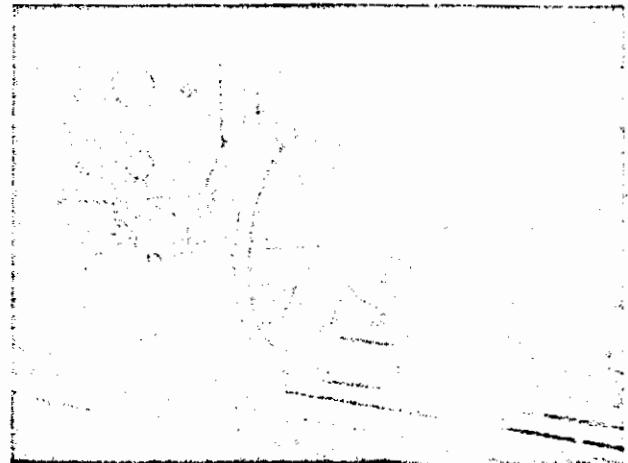


Fig. 6 - Biela en proceso de inspección



Fig. 7 - Magnetización con cable flexible

de inspección, magnaflux o magnaglo, mientras fluye la corriente o después de interrumpirla. Las piezas generalmente conservan suficiente magnetismo para permitir inspecciones residuales. Aplíquese el polvo someramente para no ocultar pequeñas indicaciones.

## 2. Canastillas de Biela Izquierda

Aun cuando la biela izquierda y su canastilla se inspeccionan por separado, téngase cuidado de conservar las dos piezas aparejadas. La biela y su canastilla correspondiente están marcadas con el mismo número de serie.

Colóquese la canastilla dentro de la bobina como se muestra en la Fig. 8. Cuando no se tenga ese tipo de bobina, puede prepararse una, formando tres vueltas de cable flexible No. 0000 y conectando sus extremos a una unidad portátil.

Magnetícese con corriente alterna a 500 - 600 amperes y aplíquese el material de inspección magnaflux o magnaglo, ya sea mientras fluye la corriente o después de cortarla.

## B. Normas de Inspección

### 1. Bielas

La Fig. 9 muestra indicaciones magnaflux de defectos transversales en el vástago de la biela mediante el empleo de

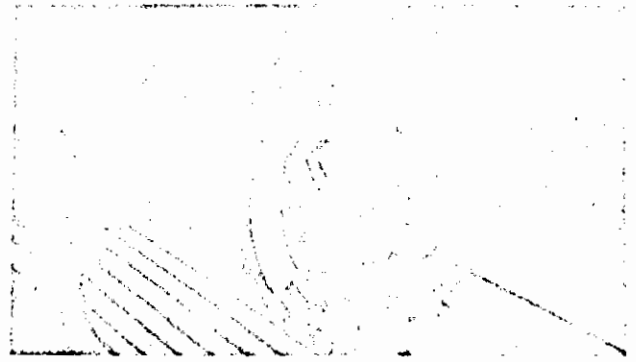


Fig. 8 - Colocación de canastilla de biela para su magnetización

polvo magnaflux de color gris. Cualquier defecto transversal en el vástago de la biela la descalifica, pues generalmente origina una falla.

Frecuentemente, cuando se barre un cojinete, aparecen grietas térmicas en la superficie pulida de la biela derecha. Póngase especial atención a esta región, ya que este tipo de defectos generalmente conducen a fallas. Por lo tanto, estos indicios son suficientes para descartar la biela derecha.

En la biela izquierda, los defectos perjudiciales generalmente aparecen en el área de sus dientes. Los indicios aparecerán en el extremo de los dientes con su origen en la raíz de los mismos o en el agujero del tornillo de la canastilla. Es muy probable que estos defectos progresen y ocasionen la falla de la biela.

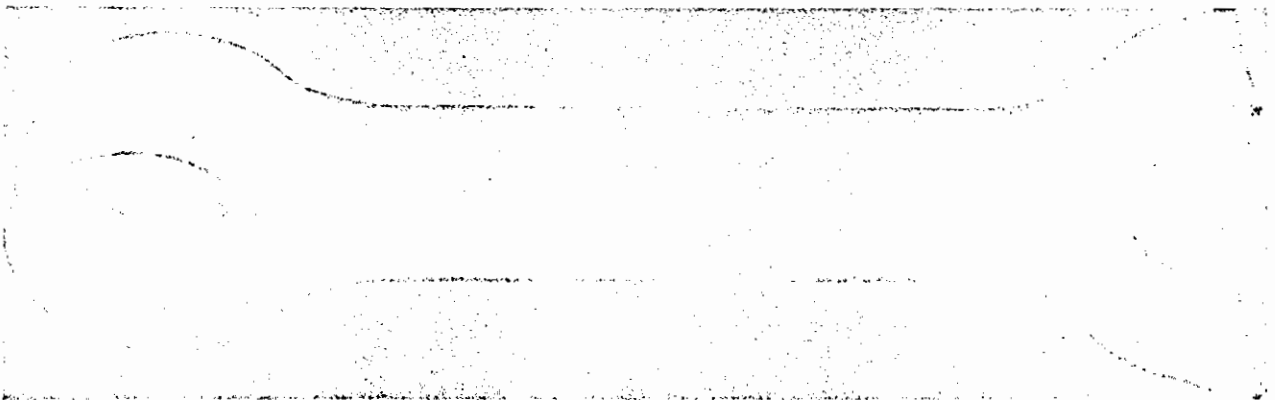


Fig. 9 - Indicios de defectos en una biela

Por consiguiente las rajaduras en los dientes de la biela izquierda son causa para descartar la pieza.

Generalmente se considera que las indicaciones de rebordes longitudinales, costuras, inclusiones en la sección "T" o indicaciones similares en otras partes de la biela, no son perjudiciales.

**NOTA:** Los rebordes se definen como falta de continuidad en la forjadura debido al martilleo de dobleces en el metal. Las costuras se definen como falta de continuidad en materiales rolados, paralelamente al eje de la pieza. Las inclusiones son partículas de impurezas como óxidos, sulfatos o silicatos que generalmente se encuentran dispersas en todos los productos de acero.

## 2. Canastillas de Biela Izquierda

La mayoría de fallas de canastillas, se deben a tornillos flojos y se limitan a los extremos dentados. El procedimiento para canastillas está dirigido, por lo tanto, a buscar rajaduras en esta región. La Fig. 10 muestra un ejemplo típico de indicios de rajaduras por fatiga. Cualquier canastilla que muestre indicaciones de rajaduras en sus dientes o en los agujeros de los tornillos, debe ser desechada.



Fig. 10 - Ejemplo de grietas por fatiga

**NOTA:** Véanse el Catálogo de Reconstrucción Electro-Motive para devolución de bielas a la fábrica y el Manual de Conservación del Motor Diesel para la inspección dimensional y límites en conjuntos de bielas y canastillas.

## PROCEDIMIENTO DE INSPECCION — PISTONES

La inspección de pistones con magnaflux puede tomarse como base para determinar si un pistón puede usarse nuevamente (siempre que pase una inspección dimensional satisfactoria) o si debe rechazarse de acuerdo con las normas de inspección.

### A. Procedimiento

Los pistones pueden magnetizarse satisfactoriamente conectando uno de los conductores de una unidad portátil, tipo KC, a una placa plana y el otro conductor a una barra introducida en

el pistón. La barra conductora debe ser un tubo de cobre de 12.7 mm (1/2") de diámetro y de aproximadamente 45 cms (18") de largo para sujetar el pistón firmemente, como se muestra en la Fig. 11. Magnetícese con corriente directa a 2000 amperes.

También se puede magnetizar con una bobina de 30 cms (12") como se muestra en la Fig. 11, usando corriente directa a 1500 amperes con la bobina colocada alrededor y aproximadamente al centro del pistón.



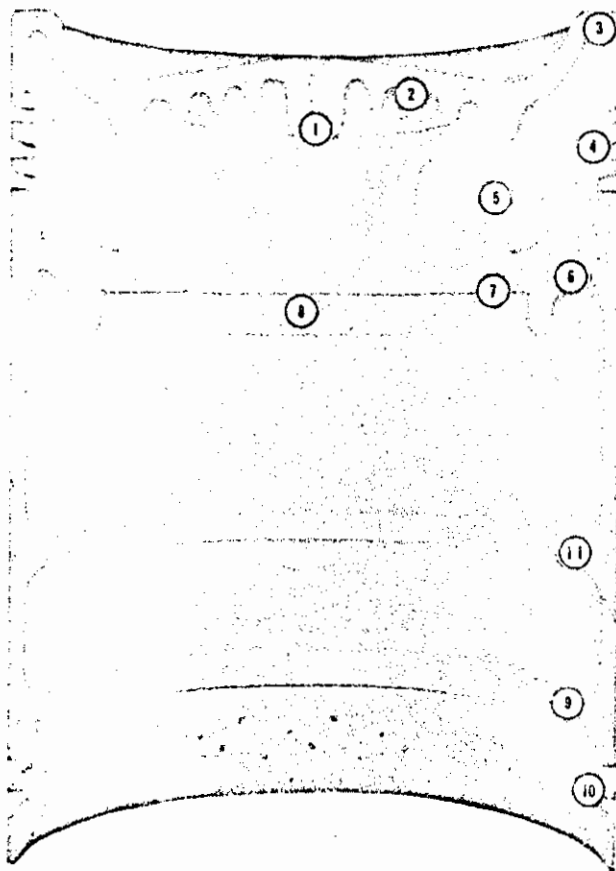
Fig. 11 - Pistón seccionado para mostrar el método de magnetización

En seguida quítese el pistón de la unidad magnaflux y aplíquese polvo gris o magnaglo por dentro y por fuera del pistón. Sacúdase el polvo excedente y procédase a la inspección.

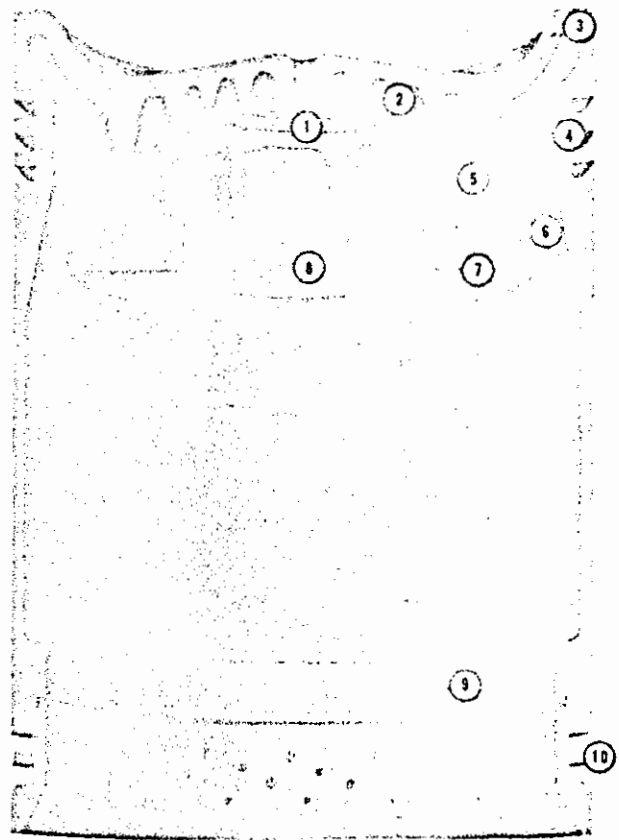
Si se sospecha que hay rajaduras térmicas alrededor de la corona, sujétese el pistón con los conductores diametralmente opuestos sobre el diámetro exterior de la corona, arriba de la banda para anillos y aplíquese la corriente de nuevo.

B. Normas de Inspección

La Fig. 12 da la nomenclatura del pistón según se usa en las descripciones siguientes para



Este Pistón es del tipo de Porta-pistón Flotante



Este Pistón es del tipo de Perno sujeto a la Biela

- 1. Agujero para extracción
- 2. Estrias para enfriamiento
- 3. Borde de la corona
- 4. Bandas entre anillos de compresión

- 5. Soportes de plataforma
- 6. Costillas de sujeción
- 7. Plataforma
- 8. Guía superior
- 9. Guía inferior

- 10. Bandas entre anillos de aceite
- 11. Anillo del perno

Fig. 12 - Nomenclatura del Pistón

los dos tipos de pistones que se usan actualmente en motores modelo 567.

### 1. Borde de la Corona

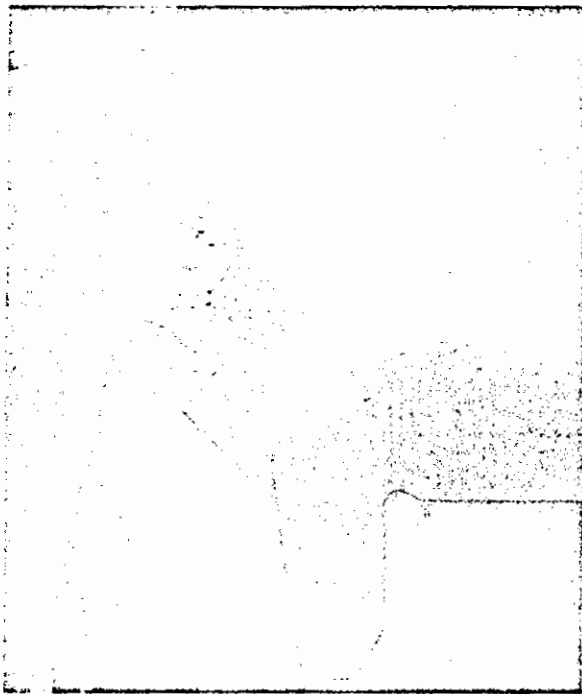
Las fallas por fatiga de la corona se originan en la cavidad debajo de la corona, véase la Fig. 12. Esta área es difícil de inspeccionar, por lo tanto debe tenerse cuidado al interpretar acumulaciones de polvo magnético o magnaglo, debido a la tendencia natural que tiene el material para asentarse en esta región. Cuando se use el magnaglo, el pistón debe inclinarse para que escurra el exceso de líquido del área que se está inspeccionando. Si una rajadura ha empezado a progresar, probablemente será visible por fuera del pistón en el borde de la corona. Las rajaduras térmicas en la corona o en la cavidad superior del pistón, son causa para condenar el pistón, así como las rajaduras causadas por fatiga debajo del borde de la corona.

### 2. Soportes de la Plataforma

Los indicios de rajaduras en los soportes de la plataforma, son causa para desecharse el pistón. El material de inspección con frecuencia se acumula en la línea del molde de vaciado. Téngase cuidado de no confundir esta línea con rajaduras reales.

### 3. Costillas de Sujeción de la Plataforma

Cualquier rajadura en estas costillas es causa para descartar el pistón. Generalmente las indicaciones en las costillas se deben a características del vaciado y no son indicios verdaderos de rajaduras. La Fig. 13 muestra la línea del molde de vaciado iluminada con luz natural y la misma rajadura iluminada con "luz negra". Téngase cuidado de no confundir estas líneas de vaciado con indicaciones de rajaduras reales.



Con luz normal



Con luz negra

Fig. 13 - Línea del molde - Costilla de sujeción

#### 4. Plataforma

Los pistones con guía en su plataforma deben descartarse siempre que se encuentre una rajadura en el borde de la plataforma, Fig. 13. Esta región puede presentar indicaciones falsas en la cavidad maquinada, en cuyo caso el pistón puede ser aprobado, a menos que la indicación se origine en la esquina interior de la guía.

#### 5. Estrías de Enfriamiento

La Fig. 14 muestra indicaciones en las estrías de enfriamiento del pistón. Un cierto porcentaje de pistones tienen pequeñas rajaduras en las estrías de enfriamiento, que pueden encontrarse en todas las estrías, ya sea alineadas o salteadas. Los pistones que muestren rajaduras en las estrías de enfriamiento pueden ser aprobados para el servicio, excepto cuando estas rajaduras estén relacionadas con otra falla, como por ejemplo la rotura de una válvula, ya que las rajaduras producidas por una falla de ese tipo no han sido sujetas al alivio té-



Fig. 14 - Indicaciones en estrías de enfriamiento

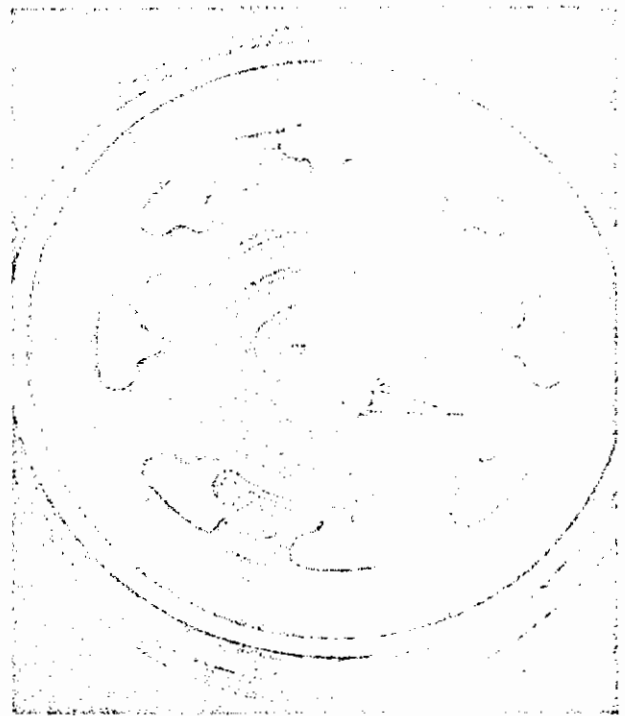


Fig. 15 - Defecto alrededor de la protuberancia del agujero para extracción

mico de esfuerzos que se da a todos los pistones durante su fabricación.

#### 6. Interior de la Corona del Pistón

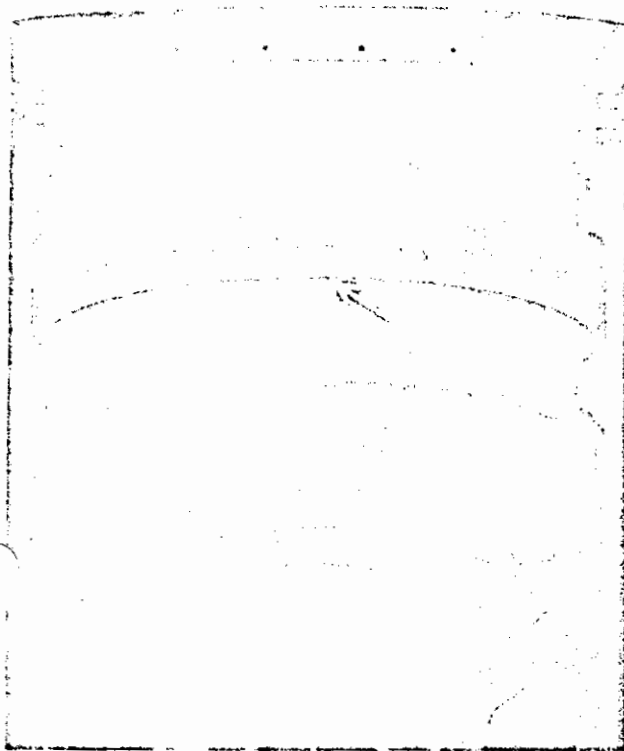
La Fig. 15 muestra indicaciones en esta región. Las rajaduras alrededor del agujero de extracción o rajaduras similares concéntricas entre las estrías de enfriamiento son causa para desechar el pistón.

#### 7. Anillo del Perno

La Fig. 16 muestra una indicación en el anillo del perno. Estas rajaduras son aceptables siempre que no se extiendan hasta la pared del pistón. Cuando así sea, habrá que condenar el pistón.

#### 8. Ranuras de los Anillos

Cuando se magnetiza el área de las ranuras de los anillos con una bobina o con altas densidades de corriente se pueden obtener indicaciones falsas en las esquinas de las ranuras. Cuando las incrusta-



**Fig. 16 - Indicación Magnaflux en el anillo del perno**

ciones no se han limpiado completamente también se pueden obtener indicaciones falsas, especialmente cuando se emplea magnaglo. Los pistones que se producen actualmente están libres de porosidades en las ranuras de los anillos. Sin

embargo, hay muchos pistones en servicio satisfactorio que contienen cierta cantidad de porosidades. Cualquier indicación en la región de las ranuras de los anillos, debe considerarse cuidadosamente para comprobar si es una rajadura real o un indicio falso. La identificación definitiva de una rajadura en el área de los anillos, es causa para desechar el pistón.

### 9. Otras Regiones

Puede haber indicaciones de rajaduras en el interior o el exterior de la falda del pistón, que generalmente se deben a mal manejo de los pistones. Estas rajaduras se encuentran con mayor frecuencia en la parte inferior de la falda del pistón y son causa para rechazar el pistón.

### C. Preparación del Pistón para Volverlo a Usar

Todos los pistones magnetizados con bobinas deben desmagnetizarse después de su inspección. Para desmagnetizar el pistón, retírese del campo de una bobina que esté excitada con corriente alterna de 600 a 1000 amperes.

Lávese y enjuáguese el pistón cuidadosamente para que no queden partículas magnéticas usadas durante la inspección.

## PROCEDIMIENTO DE INSPECCION — PORTA-PISTON

Actualmente se tienen en uso dos diseños de porta-pistón: el porta-pistón forjado del tipo de rodilla, Fig. 17a y el porta-pistón fundido, Fig. 17b, con bujes para el perno del pistón que se usa con bielas del tipo ojo. El procedimiento de magnetización es igual para ambos porta-pistones, pero las normas de inspección son diferentes.

## A. Procedimiento

Se puede utilizar cualquiera de los métodos siguientes para magnetizar los porta-pistones.

1. Introdúzcase una barra de cobre o latón de unos 5 cms (2") de diámetro por los agujeros para el perno del pistón. Téngase cuidado de no dañar las superficies de fricción.

Sujétese la barra o tubo entre las cabe-

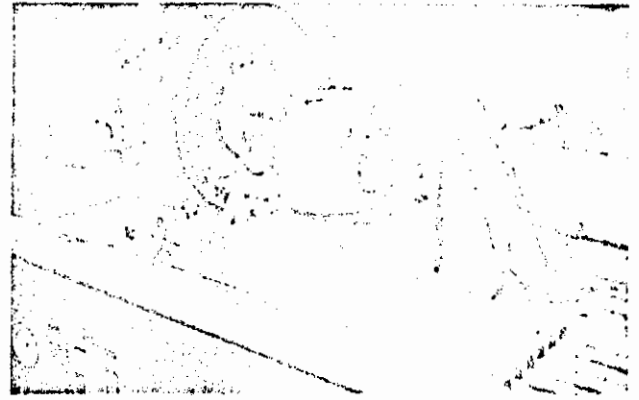


Fig. 18 - Porta-pistón en inspección

zas de la unidad magnaflux, como se muestra en la Fig. 18, o bien,

2. Introdúzcase un cable por los agujeros para el perno del pistón, Fig. 19 y mag-



17a



17b

Fig. 17 - Porta-pistones

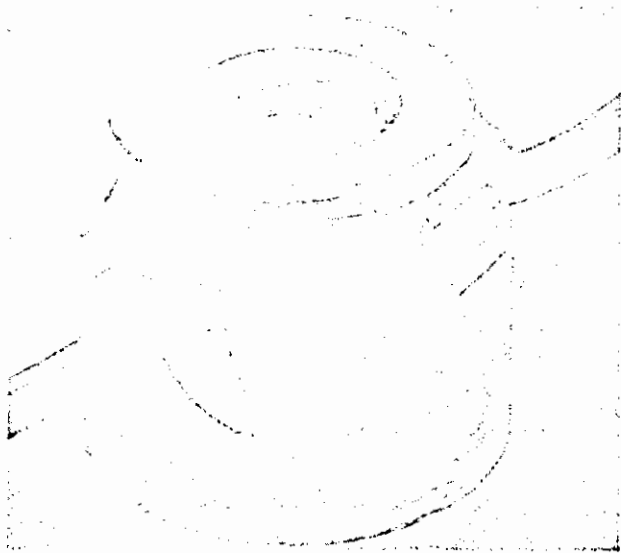


Fig. 19 - Magnetización con cable sencillo

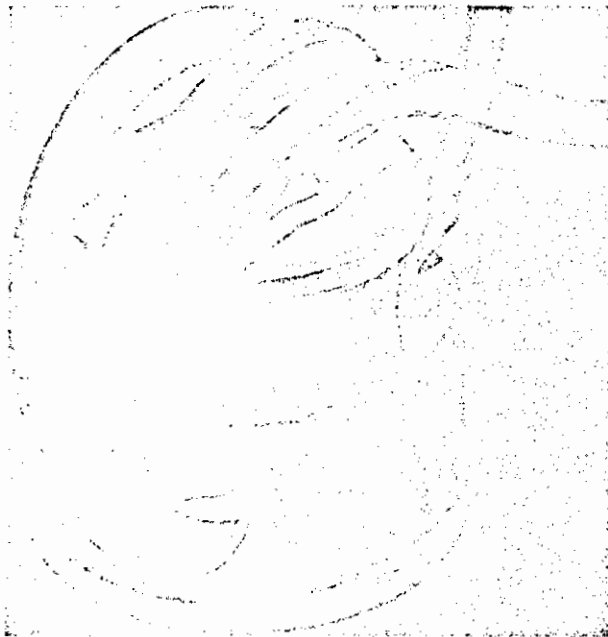


Fig. 20 - Magnetización con cable múltiple

netícese con corriente alterna a 500-600 amperes, o,

3. Insértense tres vueltas del cable por el porta-pistón como muestra la Fig. 20 y magnetícese con corriente alterna a 300-400 amperes.

El material para inspección puede aplicarse mientras se aplica la corriente o después de haberse magnetizado la pie-

za. Si se emplea polvo de magnaflux, aplíquese someramente para no ocultar posibles indicios de rajaduras. El polvo excedente puede soplarse con aire a muy baja presión.

## B. Normas de Inspección

### 1. Porta-Pistón del Tipo de Rodilla

En los porta-pistones de este tipo, cualquier rajadura es causa para descartar la pieza. Préstese especial atención a la superficie pulida de apoyo del perno del pistón, en busca de pequeñas grietas térmicas.

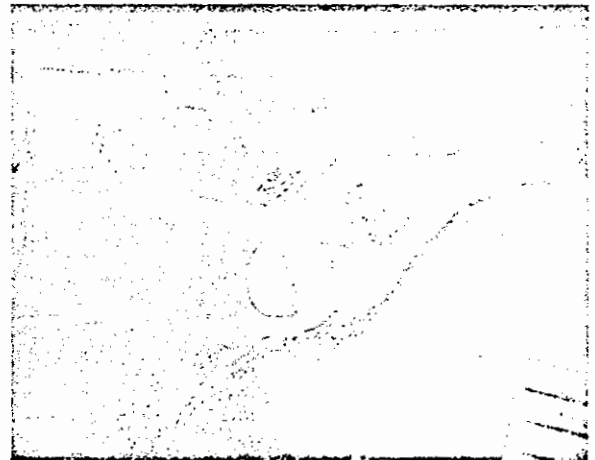


Fig. 21 - Defecto en el agujero de aceite

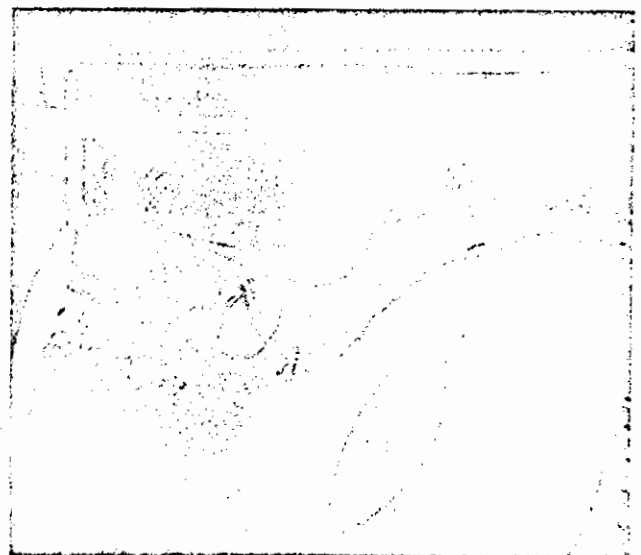


Fig. 22 - Defecto en el agujero de aceite (interior)

## 2. Porta-Pistón con Bujes, para Usarse con Biela de Ojo

Estos porta-pistones generalmente presentan indicaciones de tres tipos: rajaduras por fatiga, defectos de fundición y defectos debidos a mal manejo de la pieza.

### a. Rajaduras por Fatiga

Generalmente las rajaduras por fatiga se originan en los agujeros de aceite del porta-pistón. Véanse las figuras 21 y 22. La Fig. 23 muestra el avance de la falla hasta los agujeros para el perno del pistón. Los porta-pistones que muestren indicios de falla en estos puntos deben desecharse.

### b. Defectos de Fundición

Es posible que se encuentren defectos debidos a condiciones anormales al fundir la pieza. Las más comunes son rajaduras por encogimiento alrededor del borde del agujero para el perno del pistón, Fig. 24. También puede haber indicaciones similares

en la cavidad de la corona. Estas pequeñas rajaduras no son perjudiciales, a menos que se compruebe un progreso definitivo en alguna de ellas. Generalmente, las indicaciones en la mitad inferior del porta-pistón no son perjudiciales.

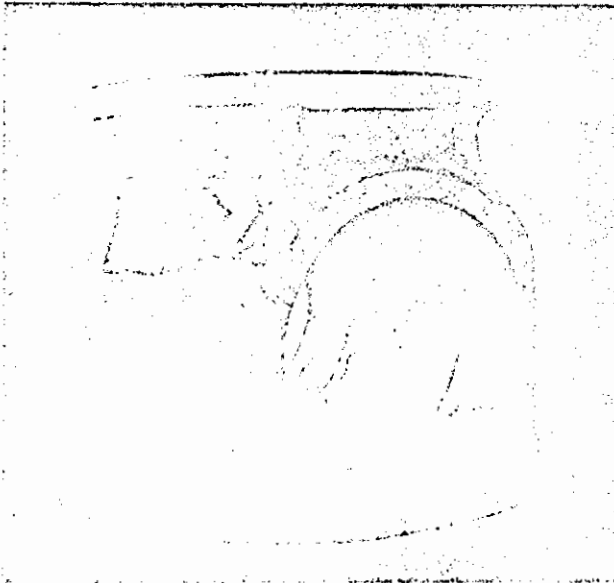


Fig. 23 - Progreso de rajaduras en el agujero de aceite

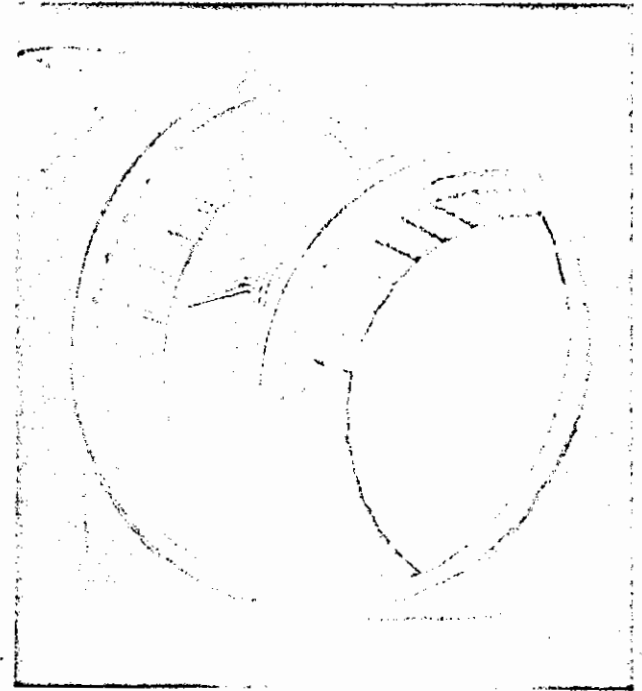


Fig. 24 - Indicaciones Magnaflux por dentro del agujero del perno



Fig. 25 - Defecto en la pared interior

**c. Defectos por Mal Manejo**

Ocasionalmente podrán encontrarse rajaduras en la pared inferior del porta-pistón, debidos a golpes anor-

males, que ordinariamente atraviesan la pared, y son causa para desechar la pieza. Véase la Fig. 25. Estas rajaduras pueden también aparecer en dirección vertical.

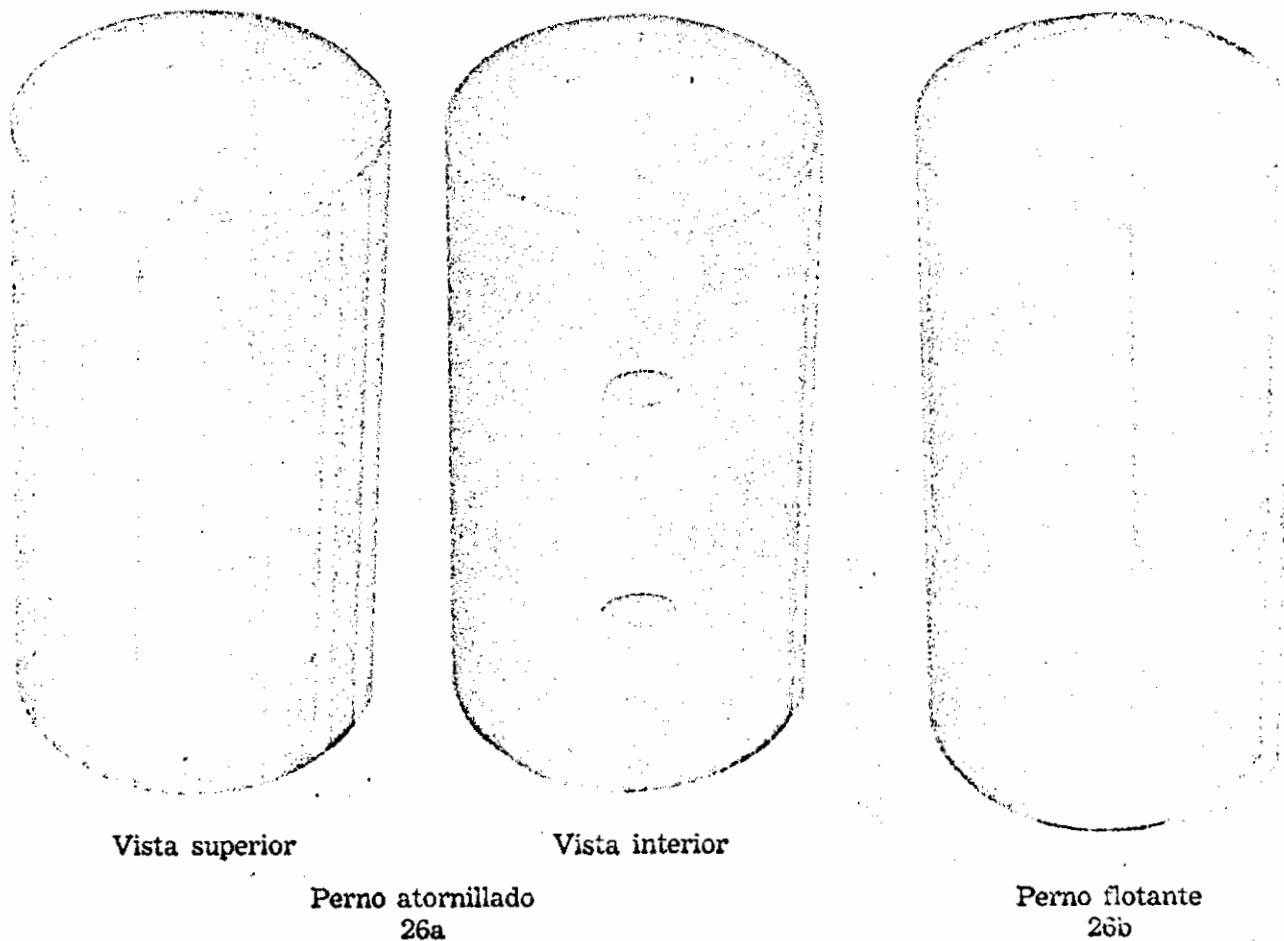
**PROCEDIMIENTO DE INSPECCION — PERNOS DE PISTON**

Actualmente se tienen en uso dos tipos de perno de pistón: el tipo de rodilla, Fig. 26a, que se atornilla a la biela respectiva, y el tipo de perno flotante, Fig. 26b, que se usa con bielas del tipo de ojo. El método de magnetización es similar para ambos tipos, pero las normas de inspección son diferentes.

piese cuidadosamente y examínese en busca de defectos evidentes, tales como: rajaduras superficiales, cavitación, etc. Examínese también en busca de decoloración originada por sobrecalentamientos. Cualquier decoloración por calentamiento local es causa para desechar el perno. El perno debe también pasar una inspección dimensional de acuerdo con las recomendaciones del manual de conservación del Motor Diesel.

**A. Procedimiento**

Antes de magnetizar el perno del pistón, lím-



**Fig. 26 - Pernos de pistón**

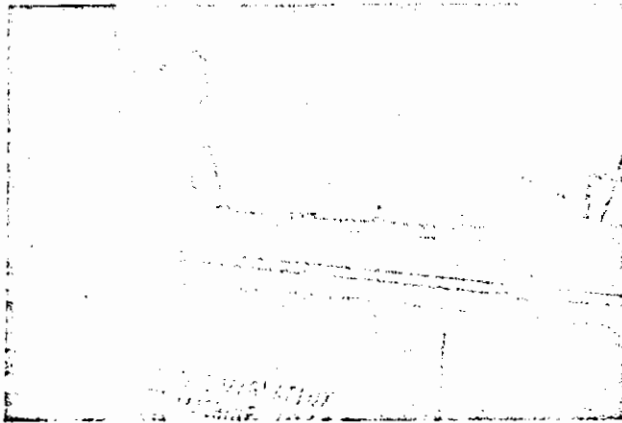


Fig. 27 - Pernos de pistón en el Magnaflux

Introdúzcase una barra de cobre o latón de aproximadamente 38 mm (1-1/2") de diámetro por el agujero central del perno y móntese el perno o pernos en la unidad magnaflux, como muestra la Fig. 27. Magnetícese con corriente alterna a 500-600 amperes.

Aplíquese el material de inspección, magnaflux o magnaglo, mientras fluya la corriente o después de interrumpirla.

#### B. Normas de Inspección

##### 1. Pernos Atornillados

La inspección de estos pernos debe limitarse al agujero central y a los dos agujeros para tornillos de 22 mm (7/8"). Las rajaduras por fatiga en cualquiera de estas regiones son causa para desear el perno.

##### 2. Pernos Flotantes

Las fallas de este tipo de pernos son casi siempre originadas por sobrecalentamiento. Las rajaduras por fatiga tienen su origen en las grietas térmicas superficiales. Estas grietas aparecen longitudinalmente y al centro del perno, Fig. 28. Al progresar, las rajaduras por fatiga tienden a orientarse circunferencialmente por la banda de testigo que queda entre el buje de la biela y el buje del portapistón, Fig. 29. La superficie de los pernos sobrecalentados toma un color que puede variar de un tono paja, hasta azul

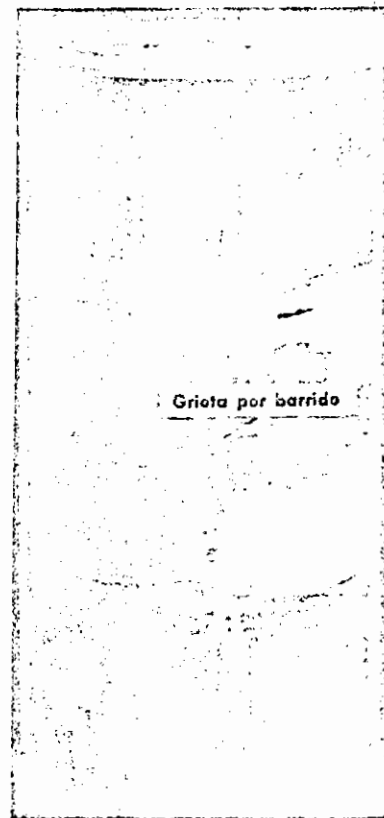


Fig. 28 - Indicios de defectos

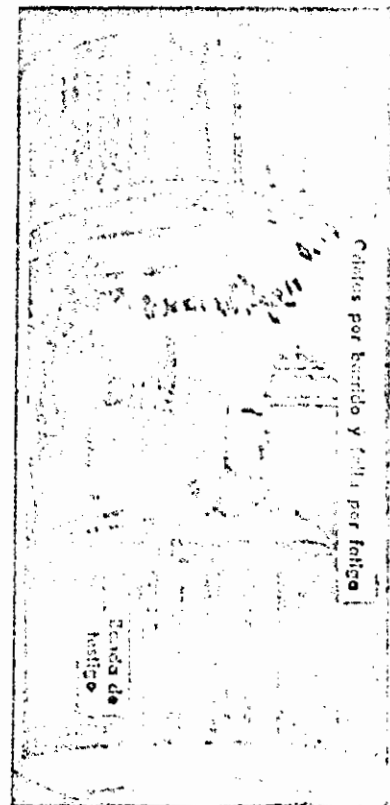


Fig. 29 - Progreso de defectos

negro. Sin embargo, habrá ocasiones en que no se vea decoloración debido a la acción pulidora de su funcionamiento en el motor.

Las inclusiones no metálicas que consisten de impurezas presentes en todos los aceros, aparecen generalmente en dirección longitudinal. Por lo tanto puede ser difícil distinguir entre inclusiones no metálicas y rajaduras por fatiga, cuando se emplea corriente de alta densidad. Esta distinción se hace más difícil cuando no existe decoloración del perno. Las indicaciones de inclusiones no metálicas ilustradas en la Fig. 30 son de pernos nuevos inspeccionados con alto amperaje.

Las grietas por fatiga casi siempre aparecen al centro del perno, mientras que las inclusiones no metálicas pueden ocurrir en cualquier parte de la pieza.

Cuando exista duda en cuanto al tipo de indicación que se presenta en el centro del perno, pueden hacerse pruebas de dureza para determinar si el perno se ha sobrecalentado. Es preferible emplear un instrumento del tipo de Escleroscopio Shore para hacer estas pruebas, ya que este instrumento no daña el acabado del perno. Se recomienda efectuar una prueba de dureza en la banda de testigo entre el buje de la biela y el buje del portapistón, para compararla con el área que se sospecha se ha sobrecalentado. Una dureza de escleroscopio 71 o menor en el centro del perno, comparada con una dureza de escleroscopio 78 o mayor en la banda libre del perno indica sobrecalentamiento, lo cual es causa para desechar el perno. Cuando el buje de la biela muestre indicaciones de barrido, es sumamente probable que el perno correspondiente se haya sobrecalentado. En caso de duda en algún perno específico, obsérvese el buje correspondiente y compruébese la dureza con escleroscopio.

Las indicaciones magnaflux de grietas por fatiga o por sobrecalentamiento son causa para desechar el perno. Las indicaciones de inclusiones no metálicas pueden aceptarse, ya que no son perjudiciales.

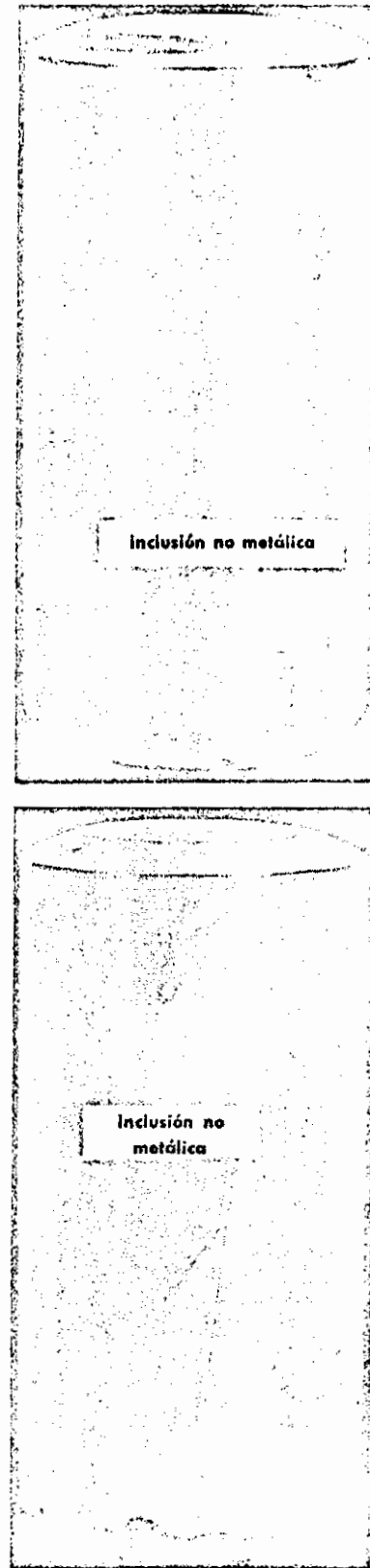


Fig. 30 - Indicios de inclusiones no metálicas

1. Procedimiento

Inspecciónse un tubo o barra de cobre de un tamaño adecuado a través del asiento y el guía de la válvula. Conéctense los cables de la unidad magnaflux a este conductor cercano a magnétense con corriente alterna a 500-550 amperios. Repítase esta operación en los otros lados de las válvulas. El polvo o líquido para la inspección puede aplicarse mientras fluye la corriente, o después de interrumpirla.

2. Normas de Inspección

Las indicaciones muestran indicaciones débiles en las áreas de terminales para indicar la necesidad de reemplazar una cabeza de cilindro, como un ejemplo para efectuar una decisión definitiva en cada caso.

- 1. Las indicaciones de rayaduras en la parte inferior de la cabeza de cilindro alrededor del agujero para el inyector o en los asientos de las válvulas son causa para condenar la cabeza. Figs. 31 y 32.

- 2. Indicaciones de rayaduras en el interior de la cabeza, tales como los puertos de escape, son causa para reemplazar la cabeza.



Fig. 31 - Grises en el asiento de la válvula

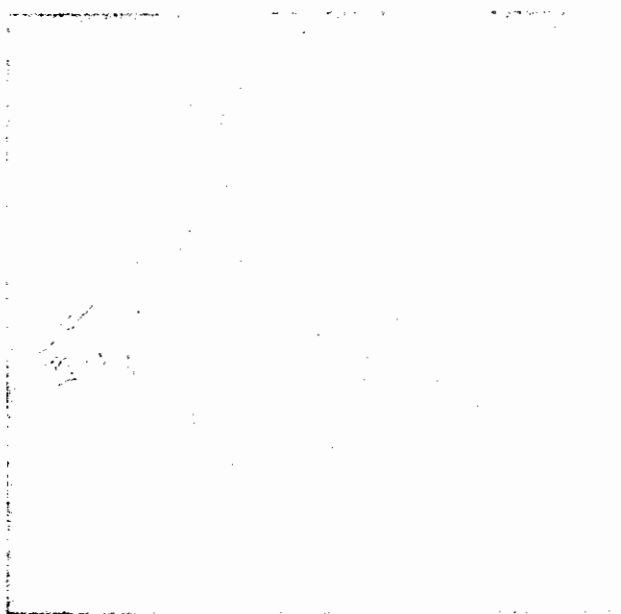


Fig. 32 - Indicaciones débiles magnaflex en el agujero del inyector y asientos de válvulas

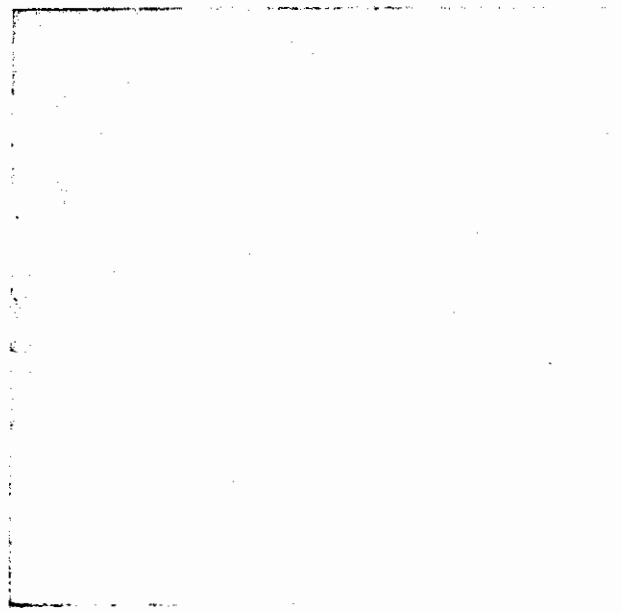


Fig. 33 - Indicaciones débiles magnaflex en el interior de la cámara de combustión

3. Las cabezas que muestren rajaduras en la pared exterior de los agujeros de los birios, como se muestra en la Fig. 33, pueden ser usadas nuevamente, siempre que la rajadura no exceda de 10 cms (4") de longitud.

Aun cuando la cabeza de cilindro pase esta inspección, deben considerarse otros factores, tales como desgaste del asiento de las válvulas, antes de devolverlas al servicio. Véase el Manual de Conservación del Motor.

#### PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN — ARBOL DE LEVAS

Los árboles de levas y segmentos extremos deben inspeccionarse al magnaflux y con pruebas de dureza únicamente cuando muestren señal de fallas o decoloración por calentamiento en sus muñones. La decoloración de la porción no maquinada del árbol de levas no debe considerarse, ya que ésta resulta de los procesos de manufactura como puede comprobarse en un árbol de levas nuevo.

##### A. Procedimiento

El mismo tipo de unidad que se usa para magnetizar cigüeñales puede emplearse para inspeccionar árboles de levas, como se muestra en la Fig. 34. Sin embargo, úsese una bobina de 23 cms (9") para inspeccionar árboles de levas. Colóquese la bobina al centro de una sección de 60 cms (24") y magnetícese con corriente alterna a 600-800 amperes. Procédase a lo largo del árbol de levas por secciones de 60 cms (24") hasta magnetizar toda la pieza, interrúmpase la corriente antes de proceder a la siguiente sección, (mover la bobina mientras fluye la corriente alterna, equivale a sacar la pieza del campo magnético, lo cual hace que pierda su magnetismo). El polvo o líquido para inspección puede aplicarse mientras fluye la corriente o después de interrumpirla.

Si no se tiene una unidad para la inspección de cigüeñales, el árbol de levas puede magnetizarse haciendo tres espirales de cable No. 0000, sujetas con cinta, y usando corriente alterna a 600-800 amperes. El procedimiento de magnetización es igual que con la bobina, por secciones de 60 cms (24").

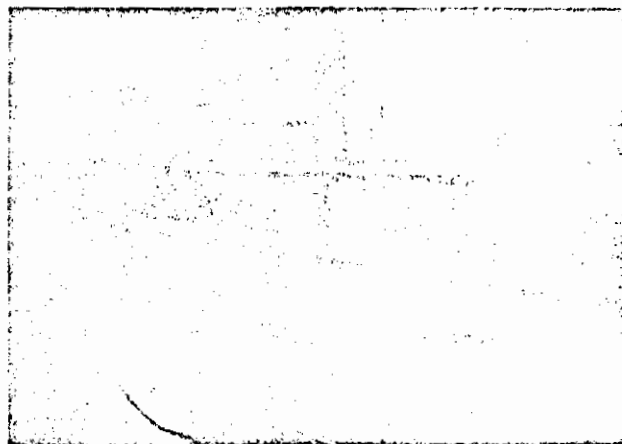


Fig. 34 - Arbol de levas en inspección

##### B. Normas de Inspección

Rajaduras térmicas o grietas por calentamiento, en cualquier muñón del árbol de levas, son causa para desechar la pieza.

La dureza de muñones y levas debe verificarse con un escleroscopio Shore. Cualquier valor menor de escleroscopio 73 (Rockwell "C" 55) en cualquier muñón o leva, es causa para condenar el árbol de levas.

**NOTA:** Los bordes exteriores de los muñones pueden tener un valor de dureza ligeramente menor debido al efecto de temple que resulta al endurecer la leva adyacente.

## PROCEDIMIENTO DE INSPECCION — ENGRANES DEL MOTOR

## A. Procedimiento

Sujétese el engrane entre las terminales de la unidad magnaflux, como se indica en la Fig. 35, de manera que la corriente pase a ángulos rectos al eje del engrane. Magnetícese con dos "toques" de corriente alterna a 800-1000 amperes. Gírese el engrane a 90 grados y repítase la magnetización. El polvo o líquido magnaflux debe aplicarse mientras fluya la corriente.

Si no se tiene una unidad de magnaflux, la inspección puede hacerse colocando una bobina de tres vueltas de cable flexible No. 0000, alrededor del engrane y magnetizando con corriente alterna a 200-300 amperes. El polvo debe aplicarse mientras está fluyendo la corriente.

## B. Normas de Inspección

El propósito de la inspección de engranes con

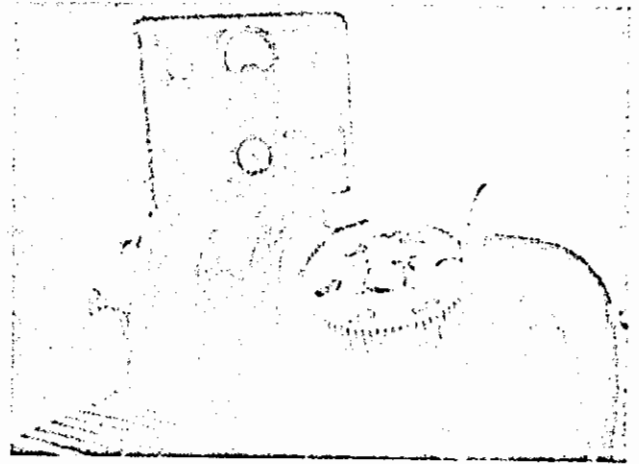


Fig. 35 - Engrane en inspección

magnaflux es determinar si existen grietas por fatiga, las cuales generalmente ocurren en la raíz de los dientes y son causa para descartar la pieza.