



# TRENES ARGENTINOS OPERACIONES

## ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

### ET MRR/L-012/17

### SER100-00051N

## Reparación integral de cigüeñales Motores diésel General Motors

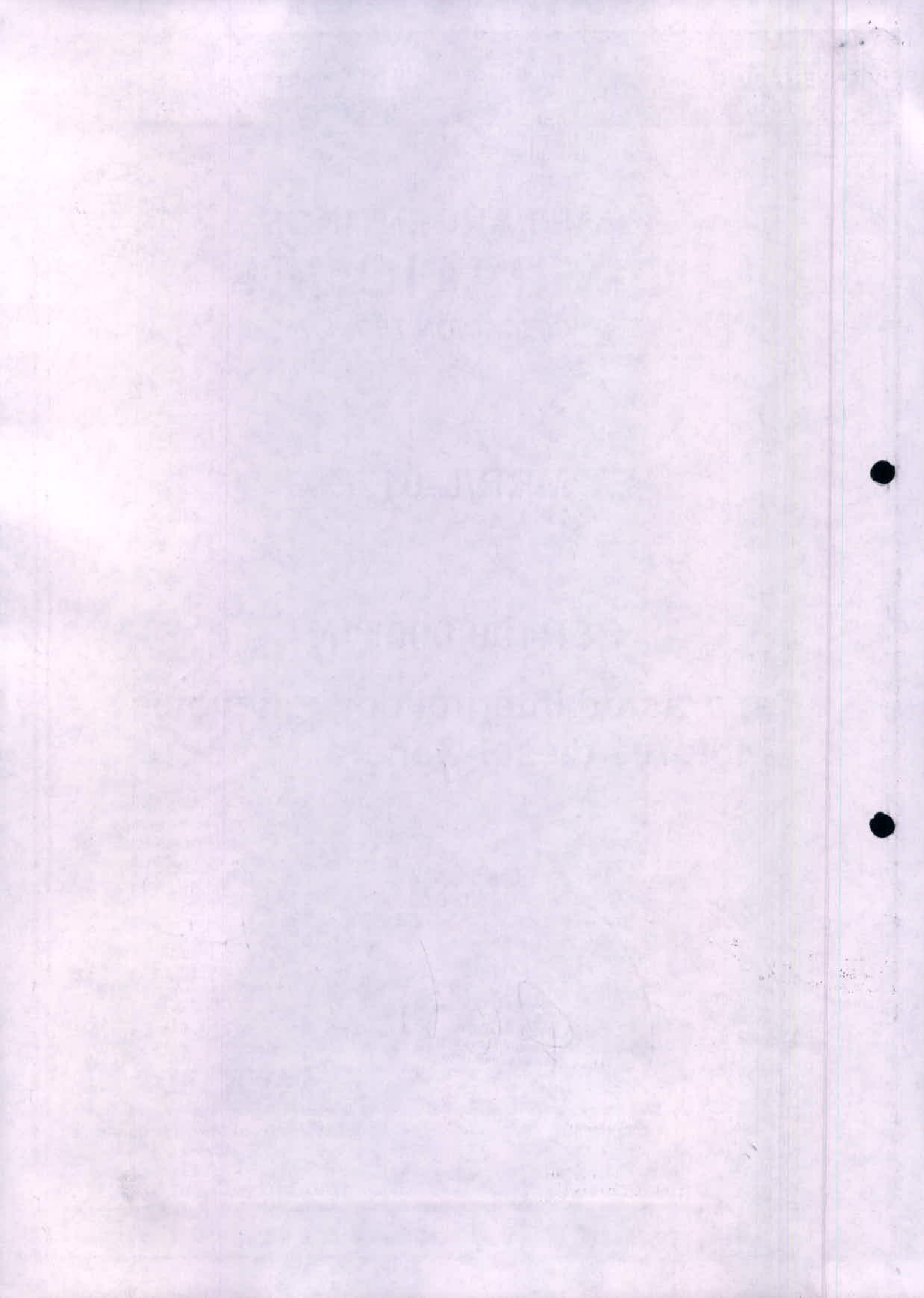
EMISIÓN: 2  
FECHA: 03/02/2016

*Ing. Pablo Alberto Gallardo*  
Subgerente Material Rodante  
Trenes Argentinos - Línea Gral. Roca

*Martín Rubén Costa*  
Coord. General Técnico  
Material Rodante Línea Roca

*Ing. CARLOS A. VALDES LAZO*  
INGENIERÍA  
MATERIAL RODANTE - LINEA ROCA

	MODIFICÓ	REVISÓ	REVISÓ	APROBÓ
NOMBRE	L. A. Monticelli	-	Ing. C. Valdes Lazo	Ing. C. Valdes Lazo
FIRMA	-	-	-	-
FECHA	03/02/2017	-	07/02/2018	07/02/2018





## 1. OBJETO DE LA ESPECIFICACION

La presente Especificación Técnica tiene por objeto enumerar los requisitos necesarios para la contratación del servicio referente a la reparación integral de cigüeñales de los motores diésel General Motors, para las unidades tractivas homónimas. El comitente de la presente es Trenes Argentinos Operaciones, Línea General Roca.

## 2. ALCANCE

La presente E.T. tiene su aplicación en todo tipo de material tractivo en uso fabricado bajo la firma o con licencia General Motors, que posean los motores en V de 12 cilindros (12-567-C y 12-645-E/E3/E3C); esto es, locomotoras de los siguientes modelos:

- G-12-W
- GR-12-CW
- G-22-CW
- GT-22-CW1/2

## 3. DATOS TÉCNICOS

Este servicio consiste en la limpieza, medición, control y reparación de los cigüeñales para motores de 12 cilindros en V, los cuales constan de 6 muñones de biela y 7 de bancada. Se procederá como se indica a continuación, donde se detallarán las pautas y tolerancias a respetar para el trabajo descripto anteriormente.

### a) TAREAS PRELIMINARES

Previamente a cualquier tarea de medición o verificación a efectuar, se deberá limpiar y desengrasar el cigüeñal en su totalidad, poniendo especial énfasis en los conductos internos de aceite y en las zonas críticas de posibles fisuras. Toda vez que sea preciso izar el cigüeñal, cuyo peso es de 950 kg, se deberán utilizar eslingas textiles de doble ojal de capacidad suficiente, cuyos extremos abracen los muñones de bancada 2 y 5.

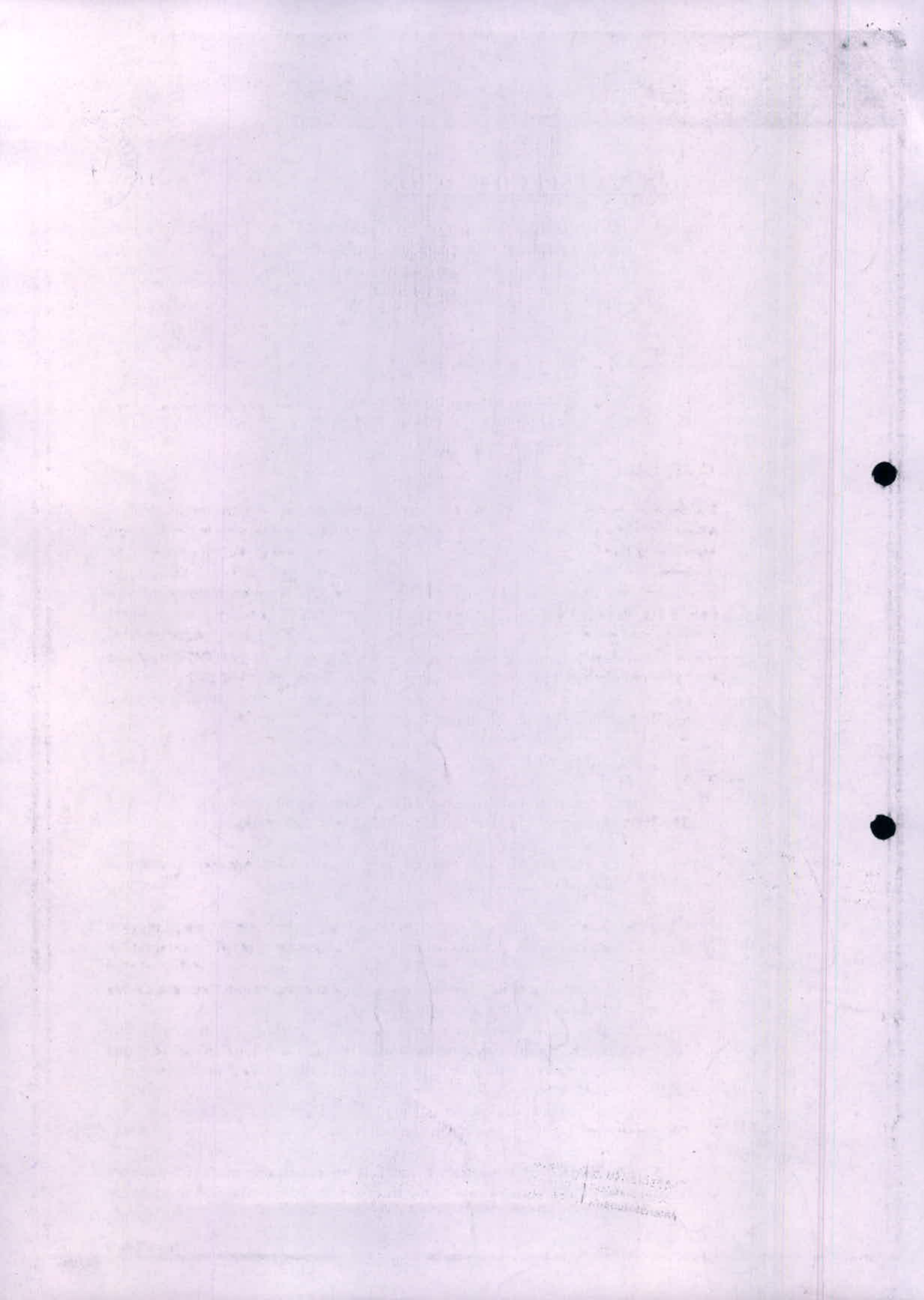
Una vez finalizada la limpieza, se deberán efectuar los siguientes controles, registrando todas las mediciones efectuadas y las observaciones pertinentes:

- Control dimensional de los muñones de bancada y de biela, registrando las mediciones de diámetro, ovalización y conicidad de cada uno. **Las tolerancias de ovalización y de conicidad, medidas como diferencias máximas de diámetros, son en ambos casos de 0.0005" (0.0127 mm) como valor nuevo, y de 0.002" (0.0508 mm) como valor límite.**
- Verificación de la alineación del cigüeñal; el mismo debe apoyarse a tal efecto entre puntas giratorias en una bancada, una mesa de control apropiada o bien sobre un bloque calibrado V en la bancada 7 y una punta cónica giratoria en el extremo de accesorios. **Las tolerancias de alineación son de 0.0005" (0.0127 mm) como valor nuevo, y de 0.002" (0.0508 mm) como**

Ing. Pablo Alberto Gallardo  
Subgerente Material Rodante  
Trenes Argentinos - Línea Gral. Roca

Ing. CARLOS A. VALDES LAZO  
INGENIERÍA  
MATERIAL RODANTE - LINEA ROCA

Mariano R. C. 0512  
Código de Ingeniería Técnica  
Material Rodante Línea Roca





valor límite, siendo el desvío máximo entre tres bancadas consecutivas de 0.001" (0.0254 mm).

- Verificación de eventuales fisuras o defectos en todo el eje, mediante el método de partículas magnéticas, con magnetización longitudinal y transversal. Se deberán registrar las novedades encontradas en el protocolo, el cual deberá contar con firma de personal certificado y calificado de nivel 2 o 3 bajo la norma ISO 9712. El equipo apto para este control debe aplicar una corriente de 600 a 800 A de corriente alterna. Ver el Anexo N° 1 "Defectos superficiales" de la presente E.T. para mayor referencia. Luego de la inspección, deberá desmagnetizarse el cigüeñal completamente. La totalidad de este tipo de ensayos deberá ser efectuada teniendo en cuenta la norma ASTM A-709/08.

#### b) VERIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE LOS TRABAJOS

En la eventualidad que hubiere fisuras y/o defectos, se deberá establecer su admisibilidad en acuerdo con un representante técnico del comitente, para luego convenir la factibilidad y la modalidad de la recuperación del cigüeñal; para ello, se deberán considerar las indicaciones y recomendaciones del instructivo de mantenimiento EMD MI-1754 y la experiencia del reparador en tareas similares aplicables. Establecida la factibilidad de la recuperación, se deberán mecanizar por rectificado el o los muñones averiados en una cantidad y hasta una dimensión final que depende de la recuperación acordada. Cualquiera sea el tipo de recuperación, se considerara trabajo adicional al punto completo del mismo, pudiendo ser:

- Recuperación mediante rectificado a bajo medida aprobada.
- Recuperación mediante rectificado y recrecido.

#### c) TRABAJOS DE RECUPERACIÓN Y MECANIZADO

##### 1) Recuperación mediante rectificado a bajo medida aprobada.

- Realizar una limpieza química y mecánica previa, incluyendo desengrasado.
- Verificar la alineación del eje antes de mecanizar. Si fuera preciso efectuar la corrección de la misma mediante golpeteo con un martillo neumático especial, deberá hacerse en los brazos del cigüeñal solamente. Sólo cuando la desalineación sea considerable se admitirá el empleo de medios hidráulicos.
- Rectificar el conjunto a dimensiones estándar finales, con sus respectivas tolerancias, y posteriormente rehacer los acuerdos y avellanar los orificios de lubricación.

##### 2) Recuperación mediante rectificado y recrecido.

NOTA: Este método es aplicable exclusivamente en cigüeñales de motores Diesel 12-043 (Locomotoras G-22-CW).

Ing. Pablo Alberto Gallardo  
Subgerente Material Rodante  
Trenes Argentinos - Línea Gral. Roca

Ing. CARLOS A. VALDES LAZO  
INGENIERIA  
MATERIAL RODANTE - LINEA ROCA

1950-1951  
Annual Report



- Realizar una limpieza química y mecánica previa, incluyendo desengrasado.
- Efectuar el control dimensional inicial, y dejar registro del mismo.
- Definir el diámetro final del pre-mecanizado previo al aporte, una vez realizado el control de defectos superficiales y de eventuales discontinuidades externas o sub-superficiales,
- Pre-mecanizar los muñones a recrecer hasta eliminar las indicaciones superficiales, o bien transformarlas en admisibles, acorde a las especificaciones del Instructivo de mantenimiento EMD MI-1754.
- Recreer los muñones que así lo requieran, por medio de aporte con arco sumergido. Se deben establecer condiciones particulares para el recrecido que mantenga la penetración y el entalle térmico, al mínimo.  
Efectuar el aporte comenzando en una sección central, realizando cordones circunferenciales alternados, de modo de progresar de modo uniforme en ambos sentidos. La dureza superficial del material aportado y rectificado deberá estar entre 50 y 55 HRC.
- Realizar el distensionado térmico y mecánico correspondiente.
- Verificar la alineación del eje antes de mecanizar. Si fuera preciso efectuar la corrección de la misma mediante golpeteo con un martillo neumático especial, deberá hacerse en los brazos del cigüeñal solamente. Sólo cuando la desalineación sea considerable se admitirá el empleo de medios hidráulicos.
- Rectificar el conjunto a dimensiones estándar finales, con sus respectivas tolerancias, y posteriormente rehacer los acuerdos y avellanar los orificios de lubricación.

Ing. Pablo Alberto Gallardo  
Subgerente Material Rodante  
Trenes Argentinos - Línea Gral. Roca

d) TRABAJOS FINALES

- Realizar una exhaustiva limpieza interior y exterior. Esto incluye el desmontado de tapones, limpieza y repasado de roscas, y el baquetado y sopleteado con aire limpio y seco del canal de lubricación interior. Finalizada la misma, colocar tapones nuevos y asegurarlos.
- Efectuar un último control final con partículas magnéticas en baño húmedo, con posterior desmagnetizado.
- Equilibrar dinámicamente el cigüeñal; el desequilibrio residual deberá estar acorde a especificaciones. Se deberá, asimismo, emitir el correspondiente certificado consignando equipo empleado, velocidad de equilibrado y el desequilibrio residual, o la calidad de equilibrado final.

Ing. CARLOS A. VALDES LAZO  
INGENIERÍA  
MATERIAL RODANTE - LINEA ROCA

Matias Costa  
Coord. General Técnico  
Material Rodante Línea Roca

1950  
1951  
1952  
1953  
1954  
1955  
1956  
1957  
1958  
1959  
1960





- Proteger y embalar el órgano ya reparado, listo para entregar. Se deberá aplicar una capa removible de protección contra la corrosión ambiental, para luego colocar dentro del embalaje correspondiente, quedando correctamente protegido contra golpes o cualquier otro tipo de daño mecánico.

#### 4. CONFECCIÓN DE INFORME

Se confeccionará el informe integral de la reparación según lo anteriormente descrito, con las respectivas planillas confeccionadas oportunamente, detallando todas las mediciones y trabajos efectuados, y dejando constancia escrita de que el cigüeñal intervenido se encuentra en tolerancia y listo para su montaje. El mismo deberá efectuarse según se indica en la especificación técnica MRR/G003/15, última emisión.

#### 5. FACTURACIÓN

El precio de la provisión deberá incluir en forma global la mano de obra, repuestos, materiales y servicios propios y de terceros requeridos para su suministro; el valor de componentes eventualmente importados se expresará en un monto nacionalizado en el mercado.

De igual forma, toda aquella tarea eventual o adicional que resulte necesaria para la correcta prestación propuesta, ya sea de acuerdo con las especificaciones del fabricante, las normas ferroviarias, las disposiciones de la CNRT y/o la ART vigentes, deberá ser indicada en el presupuesto general, y revisada y aprobada por el Departamento de Ingeniería y Control de Calidad del comitente.

#### 6. PLAZO DE ENTREGA

El plazo de inicio de la ejecución del servicio será de 30 días corridos a partir de la recepción de la notificación de adjudicación.

#### 7. GARANTÍA TÉCNICA

El Contratista deberá garantizar la buena calidad de todas las provisiones suministradas durante un período de 12 (doce) meses, contado a partir de la fecha de recepción. Durante ese lapso se obligará a reparar y/o sustituir a su exclusivo cargo las partes defectuosas y/o las que resultaren averiadas como consecuencia de tales defecciones, producidas durante el uso normal del conjunto reparado.

Cuando el equipo deba ser intervenido en garantía, previa comunicación del comitente de tal situación, el contratista deberá atender en un plazo no superior a 24 horas el reclamo por el problema que se haya presentado; deberá proveer, si fuera necesario, el traslado, reparación y restitución a su lugar de origen en un plazo mínimo acorde con la magnitud de la reparación a efectuar. En tal caso, la garantía se prorrogará por igual período de tiempo que aquel que quedara detenido el equipo objeto de esta provisión, como consecuencia del inconveniente.

Matias Rubén Costa  
Coor. General Técnico  
Material Rodante Línea Roca

Ing. CARLOS A. VALDES LAZO  
INGENIERÍA  
MATERIAL RODANTE - LINEA ROCA

Handwritten or printed text at the bottom center of the page, possibly including a signature or date.






## 8. NORMATIVA

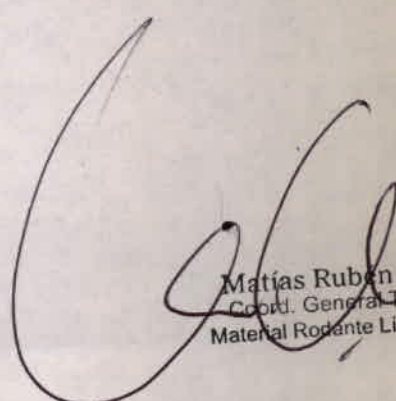
Por intermedio de la presente especificación, se debe cumplimentar con la siguiente documentación

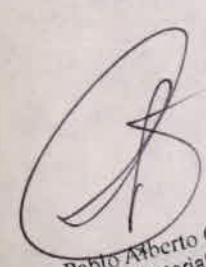
- Instructivo de mantenimiento EMD MI-1754, emisión A, "Inspección de piezas del motor diésel con Magnaflux".
- Manual de mantenimiento EMD del motor diésel
- Especificación Técnica MRR/G-003/15, última emisión, "Requerimientos en la Presentación de Informes de Ensayos y Registros de Control"
- Norma ISO 9712 "Calificación y certificación de operadores de ensayos no destructivos"
- Norma ASTM E-709/08 "Guía estándar para los ensayos de partículas magnéticas".

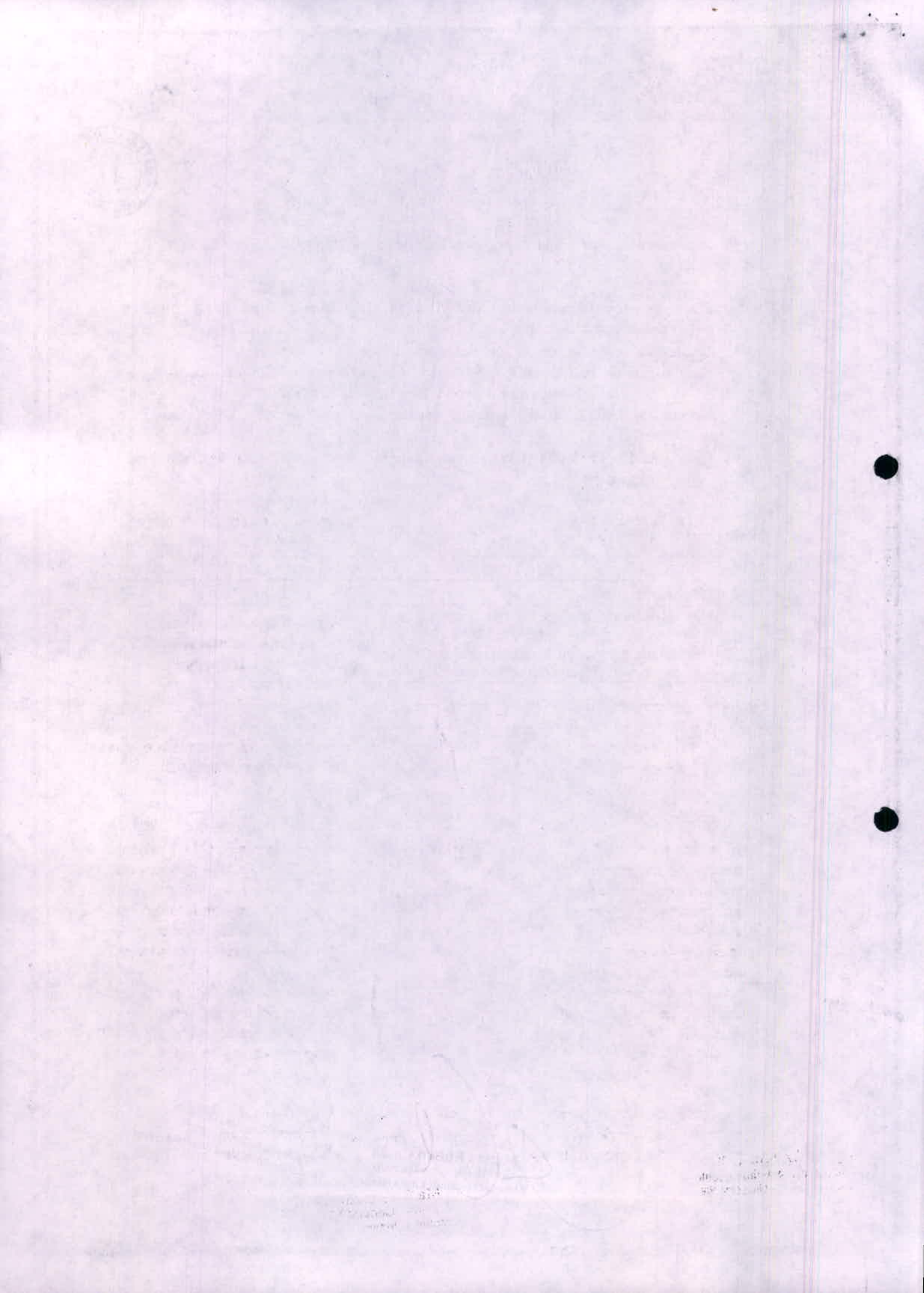
## 9. REVISIONES

FECHA	EM.	MOTIVO	REALIZÓ	AUTORIZÓ
09/06/2008	1	Emisión original.	Ing. E. Fragata	--
03/02/2017	2	-Se actualizaron formato, leyendas y comitente. -Se agregaron normas ISO y ASTM. -Se modificaron requisitos para proveedor. -Se eliminó "Recuperación estándar mediante cromado".	L. A. Monticelli	Ing. D. Iglesias Ing. J. Cassarino

  
Ing. CARLOS A. VALDES LAZO  
INGENIERÍA  
MATERIAL RODANTE - LINEA ROCA

  
Matias Ruben Costa  
Coord. General Técnico  
Material Rodante Linea Roca

  
Ing. Pablo Alberto Gallardo  
Subgerente Material Rodante  
Trenes Argentinos - Linea Gral. Roca



## ANEXO N° 1

### DEFECTOS SUPERFICIALES



#### 1. DEFINICIONES

- Áreas Críticas del Cigüeñal

Son aquellas zonas del eje en las cuales, los valores de las tensiones mecánicas como consecuencia del trabajo normal dentro del motor, son los más elevados. A su vez, estas áreas se clasifican en de máxima criticidad y de menor criticidad.

- Máxima Criticidad

- A. El área más crítica de cualquier muñón de biela, con sus brazos verticales y arriba, se encuentra 60° a la izquierda y 60° a la derecha respecto de las 1800 horas, en una extensión axial de 12 mm desde la cara de empuje del acuerdo o enlace muñón brazo, en ambos extremos.
- B. El área más crítica de cualquier muñón de bancada, se encuentra 60° a la izquierda y 60° a la derecha respecto de las 12:00 horas, en una extensión axial de 12 mm desde la cara de empuje del acuerdo o enlace muñón brazo, en ambos extremos.
- C. El área más crítica de cualquier muñón de bancada o de biela incluye además la superficie a 5 mm de la unión al radio de acuerdo y de la superficie del muñón, de cualquier agujero de pasaje de aceite.

- Menor criticidad

Toda otra superficie mecanizada, incluyendo caras de empuje y del muñón, que no sea especificada con anterioridad, es considerada de menor criticidad.

Ing. CARLOS A. VALEZ  
INGENIERÍA  
MATERIAL RODANTE - LINEA ROCA

#### 2. INCLUSIONES

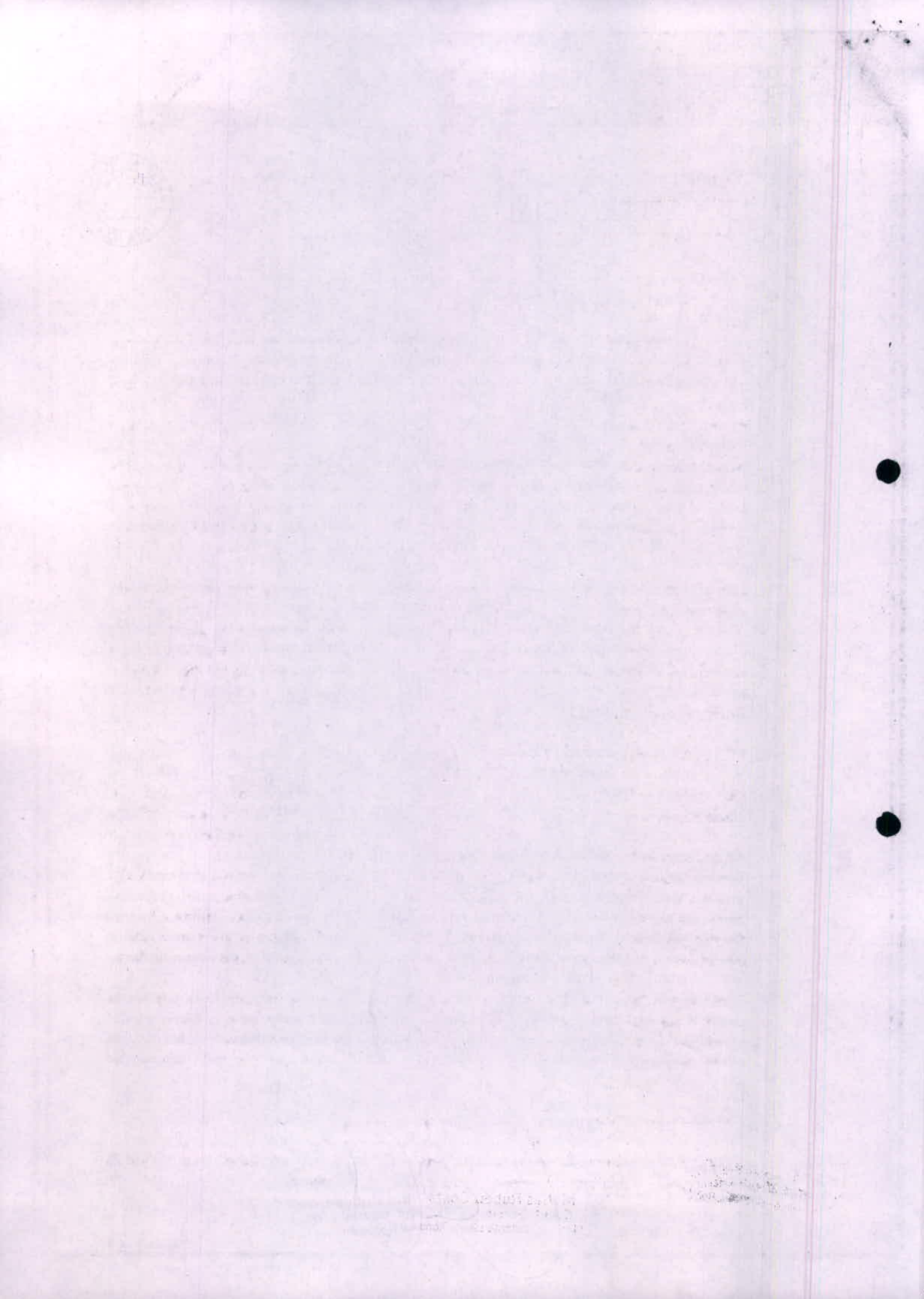
El control del cigüeñal mediante partículas magnéticas puede revelar la presencia natural de inclusiones metálicas y no metálicas en las superficies de los muñones que pueden confundirse con fisuras; se presentan en forma de picaduras o de pequeñas grietas artificiales con cierto contenido de sulfuros o de óxido de hierro. Habitualmente, estas inclusiones no son magnéticas y pueden producir las mismas evidencias o indicaciones visuales que las fisuras abiertas verdaderas, excepto que las líneas no serán tan pronunciadas ni serán claramente notables.

Excepto que se tenga una indicación bien clara del progreso de una falla por fatiga iniciada en una inclusión, este defecto no inhabilita la continuidad en servicio del cigüeñal. Bastará con aplanar o allanar los bordes ásperos o salientes al tacto, para evitar daños a los cojinetes. No es necesario eliminar completamente una inclusión de las características señaladas.

Las indicaciones reveladas por el método de partículas magnéticas del tipo húmedo se pueden clasificar de varios modos. Uno de ellos, distingue entre indicaciones "abiertas" y "no abiertas". Son abiertas las indicaciones detectables visualmente luego de retirar el

Ing. Pablo Alberto Gallardo  
Gerente Material Rodante  
Trenes Argentinos - Línea Gral. Roca

Matías Rubén Costa  
Coord. General Técnico  
Material Rodante Línea Roca





polvo magnético y no abiertas aquéllas no detectables visualmente luego de retirar el polvo magnético.

### 3. FISURAS TÉRMICAS

El agrietamiento por calor se encuentra generalmente como una serie de grietas cortas y paralelas sobre la superficie de apoyo y se extienden longitudinalmente sobre esa superficie. En ocasiones son acompañadas por una pequeña red de fisuras cortas y paralelas. Pueden también encontrarse grietas circunferenciales, normalmente profundas, en los casos más severos. Estas últimas son más difíciles de detectar debido a las asperezas que las acompañan. En tales circunstancias es aconsejable utilizar una lupa de tres a cuatro aumentos.

El agrietamiento por calor es causado, generalmente, por una temperatura alta e instantánea en la superficie del muñón debido al engranamiento del cojinete. Normalmente está asociado a cierto grado de coloración del muñón y este es el factor determinante que distingue y tipifica su origen. Las fisuras de este origen varían en tamaño y número, dependiendo de la severidad del engranamiento. Existe una alta probabilidad que se conviertan en grietas o fisuras de fatiga, luego de cierto período de servicio.

Los cigüeñales EMD suelen estar endurecidos superficialmente por un proceso de inducción. Este proceso de tratamiento térmico puede dar lugar a cierto número de fisuras o grietas en los bordes de la zona endurecida de los muñones y generalmente circunferenciales. En el Instructivo de mantenimiento EMD MI-1754 se encuentran fotografías ejemplo de ellas. Son más frecuentes en los muñones de bancada aunque ocasionalmente aparecen en los de biela. Este tipo de indicación no constituye un factor de riesgo ni afecta la vida útil del eje.

### 4. FISURAS POR FATIGA

Habitualmente las fisuras por fatiga se disponen perpendicularmente al eje del cigüeñal. En la mayoría de los casos, este tipo de fisura se hallará en "O" cerca de un radio de empalme, donde el muñón se une con el brazo manivela. Las fisuras por fatiga pueden o no extenderse dentro de los brazos manivela.

Son mucho más peligrosas que las fisuras térmicas, debido a su más rápida propagación y al hecho de que generalmente aparecen en áreas de alta concentración de esfuerzos, como así también tienden a ser más profundas que las térmicas. Las causas de estas fisuras pueden ser la desalineación del eje propiamente dicho o bien asociada a conjuntos vinculados a él, la sobrecarga y el desequilibrio de las cargas en los cilindros.

Para conocer la profundidad de una fisura, existe una regla empírica, convalidada por la experiencia práctica, que dice que la profundidad más probable de una fisura es del orden de 1/3 a 1/2 de su longitud. Ello significa que, de ser necesario investigar una fisura y su probable recuperación mediante un rectificado puntual, deberemos seleccionar la de mayor longitud.

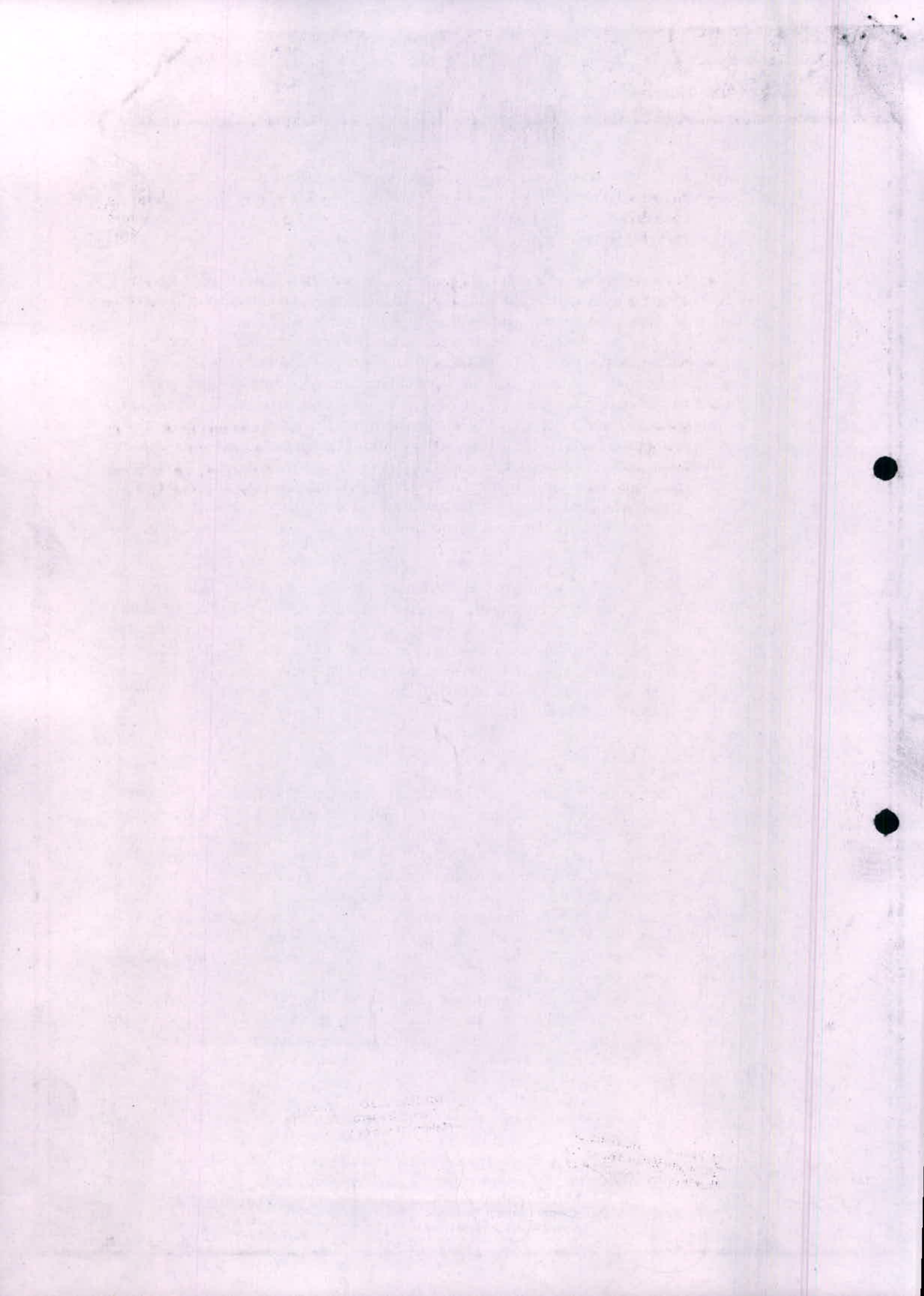
#### Criterios generales de aceptación y recuperación

*NOTA: Los siguientes son lineamientos genéricos; cualquier situación no mencionada debe ser consultada con un representante técnico de comitente.*

Ing. Pablo Alberto Guarnido  
Subgerente Material Rodante  
Trenes Argentinos - Línea Gral. Roca

Matias Rubén Costa  
Coord. General Técnico  
Material Rodante Línea Roca


Ing. CARLOS A. VALDES LAZO  
INGENIERÍA  
MATERIAL RODANTE - LINEA ROCA







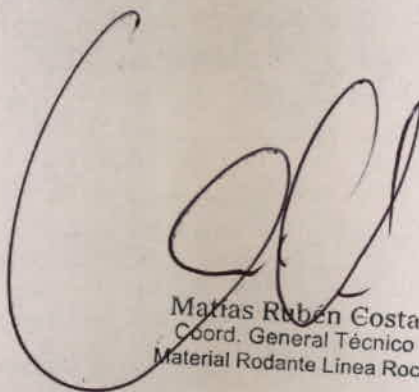
- No se admiten indicaciones circunferenciales en los radios de empalme. Se consideran circunferenciales las indicaciones orientadas en cualquier ángulo entre los 60° y los 120° respecto del eje longitudinal.
- No debe repararse un cigüeñal que presente una fisura de una longitud superior a 1" (25,4 mm) y más de 1/16" (1,5875 mm) de profundidad, en la superficie de cualquier muñón o filete de muñón.
- No se admiten fisuras en las áreas definidas como de máxima criticidad.
- El empalmado o re-trabajado para remover inclusiones, defectos o fisuras en las zonas críticas se admiten si el defecto puede sacarse dentro de una profundidad que no exceda 0.010" (0,254 mm), y con una reducción máxima del radio de empalme a un contorno de mínima concentración de tensiones, en la zona adyacente. La zona total deberá ser cuidadosamente empalmada y pulida, libre de todo tipo de rayaduras.



Ing. CARLOS A. VALDES LAZO  
INGENIERÍA  
MATERIAL RODANTE - LINEA ROCA



Ing. Pablo Alberto Gallardo  
Subgerente Material Rodante  
Trenes Argentinos - Línea Gral. Roca



Matias Rubén Costa  
Coord. General Técnico  
Material Rodante Línea Roca

