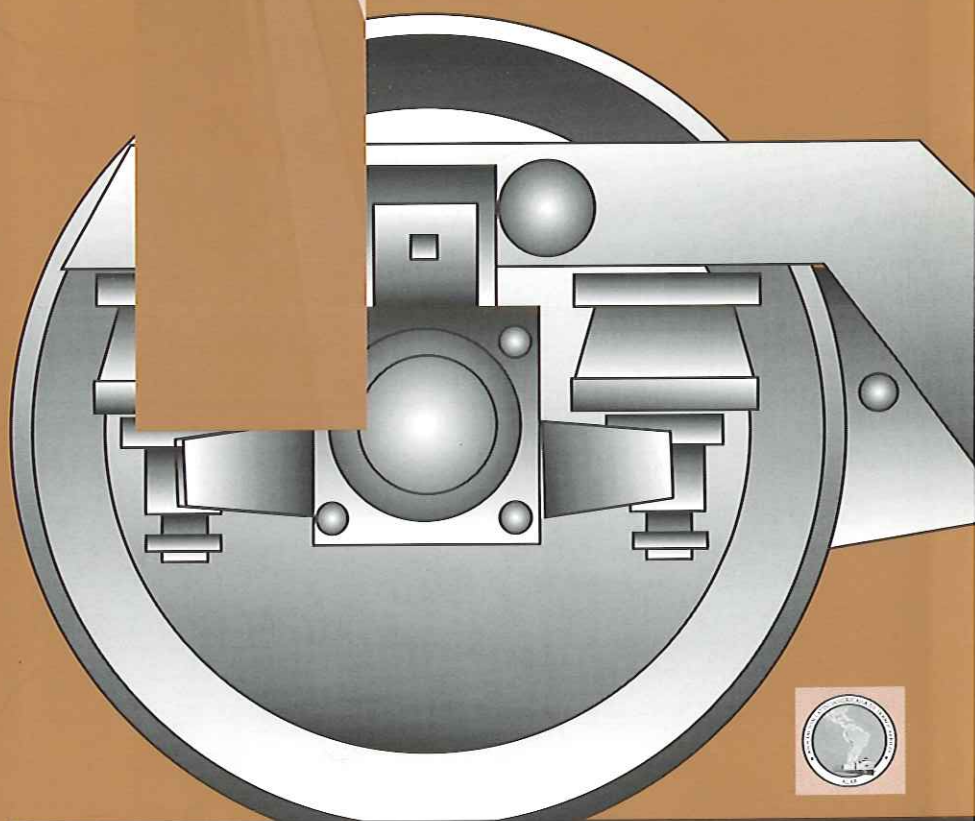


ALAF

TEMAS

DE DIVULGACION FERROVIARIA

14



ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE FERROCARRILES
ASSOCIAÇÃO LATINOAMERICANA DE ESTRADAS DE FERRO



ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

Dirección de Relaciones Internacionales

Publicación realizada con el aporte de ADIF,
Administrador de Infraestructuras Ferroviarias,
abril de 2007

ALAF

Asociación Latinoamericana de Ferrocarriles
Associação Latinoamericana de Estradas de Ferro

Av. Belgrano 863, 1er. piso,

(C1092AAI) Buenos Aires, Argentina

Tel-Fax (54-11) 4342-7271 o 4345-4006

E-Mail alaf@alaf.int.ar

Web: www.alaf.int.ar

NORMA PARA EL SUMINISTRO DE DURMIENTES DE ACERO

ALAF / Comisión de Normalización

Indice	Pág
1. Alcance de esta Norma	2
2. Definiciones y Convenciones Generales	2
3. Referencias	3
4. Condiciones Generales	4
4.1 Certificación	4
4.2 Proyecto	4
4.3 Material	7
4.4 Fabricación	8
4.5 Planos y calibres de medición	8
4.6 Marcado	9
4.7 Acabado	9
4.8 Tolerancias	10
5. Métodos de inspección y extracción de muestras	12
5.1 General	12
5.2 Selección y preparación de las piezas de ensayo; selección de las partes acabadas	13
6. Ensayos	15
6.1 Condiciones generales	15
6.2 Procedimientos para ensayos e inspecciones	15
6.3 Inspección dimensional y de terminaciones	16
7. Garantías	18
8. Observaciones	19
8.1 Nota sobre el uso del diagrama de Wald	19
8.2 Observaciones referentes a los Apéndices I y 2	20

I Alcance de esta Norma

La presente especificación abarca la calidad del material y la fabricación, así como las condiciones de aceptabilidad de los durmientes de acero.

Esta especificación será acompañada, cuando sea requerido, por la documentación necesaria para la ejecución del trabajo, en particular lo concerniente a la aplicación de los artículos que se indican a continuación.

- 1.1 Material
- 1.2 Manufactura
- 1.3 Planos y trocha
- 1.4 Marcas
- 1.6 Tolerancias
- 2.1.2 Naturaleza y alcance de los ensayos
- 2.3.2 Procedimiento para los ensayos e inspecciones

2 Definiciones y convenciones generales

Durmiente

Es el componente transversal de la vía férrea que transmite al balasto la carga aplicada a los rieles y junto con la fijación riel-durmiente controla la trocha.

Durmiente de acero

Es el durmiente constituido por una sola pieza de acero laminado y luego matrizado para alcanzar su forma definitiva.

De aquí en más se designa al durmiente de acero mediante dos letras: DA.

3 Referencias

Para la aplicación de esta Norma se cumplirá lo establecido en los documentos técnicos oficiales o de aceptación de uso en el país del comprador relativos a:

- gestión y garantía de calidad de productos de acero
- ensayos del acero y del durmiente de acero.

El comprador podrá utilizar otra documentación técnica complementaria de reconocido prestigio internacional (I.S.O., U.I.C., C.E.N., etc.), sustituyendo parcial o totalmente los documentos indicados siempre que no se incurra en incompatibilidades, no se disminuya la calidad del producto terminado y se conserve el carácter de obligatorio cumplimiento de la documentación técnica complementaria una vez adoptada.

Lo establecido en esta Norma prevalece sobre cualquiera de los documentos técnicos complementarios de exigencias menores a las de la presente Norma.

4 Condiciones Generales

4.1 Certificación

El comprador, de acuerdo con la legislación vigente en el país, definirá si las condiciones técnicas del presente documento corresponden a las de homologación, acreditación, certificación o autorización de uso.

4.2 Proyecto

4.2.1 Partes

El proyecto cumplirá lo establecido en la cláusula 3 y estará constituido por:

- a) elementos básicos (ver 4.2.2)
- b) memoria descriptiva y justificativa (ver 4.2.3)
- c) memoria de cálculo (ver 4.2.4)
- d) diseño (ver 4.2.5)
- e) especificación técnica (ver 4.2.6)
- f) índice alfabético

Nota: el proyecto comprende al DA y a la fijación.

4.2.2 Elementos básicos

4.2.2.1

Los elementos indispensables para la elaboración del proyecto son:

- a) caracterización de las acciones a considerar (ver 5.1)
- b) normas a aplicar

4.2.2.2

Para la caracterización de las acciones a considerar, el comprador suministrará

- a) condiciones de tráfico
 - tren tipo
 - diámetro de la rueda nominal en mm
 - base rígida en m
 - carga por eje máxima, en las hileras de los rieles en kN

- velocidad máxima en km./h
- tráfico en toneladas brutas por año
- aceleración máxima en m/s^2
- aceleración lateral no compensada, en m/s^2
- deceleración máxima, en m/s^2
- carga de impacto (descarrilamiento) en kN
- coeficiente de impacto a considerar

b) condiciones de la superestructura

- trocha en mm
- radio mínimo de vía, en m
- inclinación de las hileras de los rieles
- distanciamiento entre durmientes, en mm
- tipo de riel y calidad
- características de la fijación
- peralte máximo, en mm
- máxima presión del DA sobre el balasto, en MPa
- longitud máxima del DA, en mm (ver 4.16)
- ancho máximo del DA, en mm (ver 4.16)
- alturas máxima y mínima del DA, en mm (ver 4.16)
- peso bruto máximo del DA (con la fijación), en kg

c) condición de aislamiento eléctrico

d) condiciones agresivas del medio ambiente

4.2.3 Memoria descriptiva y justificativa

La memoria descriptiva y justificativa deberá contener una descripción del DA, con su justificación técnica.

4.2.4 Memoria de cálculo

4.2.4.1

Todo el cálculo necesario y la determinación de las acciones (ver 5.1) y verificaciones de los estados límites se presentarán en secuencia lógica y con un desarrollo tal que

fácilmente pueda ser entendido, interpretado y verificado, cumpliendo la cláusula 3.

4.2.4.2

Será iniciada con un esquema del sistema estructural adoptado, indicando dimensiones (en mm), condiciones de apoyo y acciones consideradas, demostrando el cumplimiento de las condiciones establecidas.

4.2.4.3

La hipótesis de cálculo y el método de verificación utilizados estarán indicados con suficiente claridad, cumpliéndose que:

- a) El símbolo no usual tiene que ser bien definido.
- b) Las anotaciones están de acuerdo con la cláusula 3.
- c) La fórmula aplicada figura antes de la introducción de los valores numéricos.
- d) La referencia bibliográfica es precisa y completa.

4.2.4.4

Con los resultados del cálculo se deberá suministrar una información detallada sobre:

- a) El programa utilizado, indicando nombre, origen, método de cálculo, hipótesis básica, fórmula, simplificación, referencia bibliográfica, manual de utilización con el procedimiento de entrada de datos e interpretación de la narración.
- b) Datos de entrada, modelo estructural y descripción detallada, acompañada de los diagramas de solicitaciones y deformaciones.

4.2.4.5

El resultado del cálculo será parte integrante de la memoria de cálculo, estará ordenado, completo e incluirá toda la información necesaria para su clara interpretación.

4.2.5 Diseño

El diseño cumplirá las normas indicadas en la cláusula 3 y presentará todos los elementos necesarios para la verifi-

cación de:

- a) Forma y dimensiones, en mm (ver tolerancias en 5.3.1).
- b) Montaje del conjunto durmiente-fijación.
- c) Acabado del durmiente y de los componentes de la fijación.
- d) Cualquier otro detalle necesario para el comprador.

4.2.6 Especificación técnica

La especificación técnica cumplirá lo indicado en la cláusula 3.

4.2.7 Aceptación

El proyecto será sometido a la aceptación del comprador; que por esto no se solidariza con las responsabilidades técnicas del proyectista.

4.3 Material

El proceso de fabricación del acero debe ser dejado a elección del proveedor. No obstante, a pedido del comprador, el proveedor indicará, en su oferta, la naturaleza y las características principales de su proceso; no podrá modificarlos sin informar al comprador antes de que las modificaciones sean realizadas.

Además de los blooms obtenidos de los lingotes, pueden usarse con el visto bueno del comprador aquéllos obtenidos mediante fundición continua.

El acero utilizado para la fabricación de los durmientes puede ser uno de los indicados en la tabla siguiente, acorde a la elección del comprador:

Resistencia a la tracción (N/mm ²)	Alargamiento permanente en rotura mínimo (%)
380-460	24
430-510	30
510-620	18

Se debe elegir el grado de acero más cercano al de las normas nacionales que deban cumplirse.

Las condiciones especiales que se deban cumplir para asegurar en caso necesario la soldabilidad del acero deben ser acordadas entre el fabricante y el comprador:

La calidad del acero será certificada por su productor, siendo el certificado sometido a la aceptación del comprador del DA.

El comprador podrá proceder con otro sistema de control de calidad del acero.

4.4 Fabricación

4.4.1 General

A menos que el comprador indique lo contrario, se le dará forma al durmiente en caliente.

4.4.2 Protección

Si en los requerimientos de la oferta está estipulado, las películas de oxidación serán removidas de los durmientes, a los que se les aplicará una capa protectora de alquitrán u otra sustancia protectora previo acuerdo entre el fabricante y el comprador:

La capa protectora debe ser de un espesor uniforme, estar adherida firmemente y debe encontrarse seca antes del envío.

4.4.3 Ajuste del largo

El largo de los durmientes se puede obtener por corte en frío.

4.5 Planos y calibres de medición

Luego que el comprador apruebe los planos, entregará al fabricante una copia junto a la notificación de la autorización para el comienzo de la fabricación de los durmientes de acero.

Antes de comenzar la producción, el fabricante debe proporcionar y someter a la aprobación del comprador dos

grupos completos de calibres de medición, incorporando a los mismos las tolerancias (máximas y mínimas) específicas de las dimensiones.

Los juegos de calibres de medición aprobados serán identificados mediante un marcado por estampado por el comprador:

Un juego será devuelto al proveedor; el que los podrá usar para chequear las medidas requeridas. El segundo juego quedará a disposición de los inspectores del comprador:

Sólo estos calibres de medición serán válidos para el propósito de chequeado y aceptación de los durmientes.

4.6 Marcado

Inmediatamente después del laminado, los durmientes deben ser inscriptos en uno de sus lados inclinados, con caracteres fácilmente legibles de aproximadamente 20 mm de alto y 15 mm de ancho, con todas las marcas indicadas en los planos y especialmente:

- marca del proveedor
- los dos últimos dígitos del año de fabricación
- la designación del perfil

Además, el número de identificación del lote de fundición será estampado o inscripto en los durmientes. En acuerdo con el comprador, este marcado puede ser reducido.

El largo de los durmientes para aparatos de cambio de vía será pintado en cada durmiente, en uno de sus extremos.

4.7 Acabado

Los durmientes deben ser fabricados en acuerdo con los planos y deben presentar superficies limpias, libres de imperfecciones, fisuras, pliegues y otras fallas.

Pequeños defectos superficiales pueden ser permitidos por el comprador:

A menos de un acuerdo con el comprador; los bordes de

los durmientes no deben presentar agudezas. Si es requerido deben ser eliminadas.

Los asientos de los rieles deben ser planos.

Los orificios deben ser punzonados pero en todos los casos las rebabas deben ser cuidadosamente removidas.

Los bordes de los orificios no deben estar rasgados, agrietados, fisurados o deformados.

Cualquier reparación para disimular una falla, llevada a cabo tanto en caliente como en frío, está estrictamente prohibida.

4.8 Tolerancias

4.8.1 – Tolerancias dimensionales

Las tolerancias deben ser indicadas en los planos adjuntados en los requerimientos técnicos.

En el caso de las medidas indicadas abajo, las tolerancias máximas son las que siguen:

Espesor		+ 1 mm/-0,5 mm
Ancho total		± 4 mm
Altura de la sección transversal		± 3 mm
Largo total del durmiente terminado		± 25 mm
Inclinación del asiento del riel	Riel de altura <165 mm	±0,4 °
	Riel de altura ≥165 mm	±0,2 °
Para durmientes sin inclinación, la deflexión en un largo mayor a 1,5 m debe ser menor o igual a		1 mm
La superficie de apoyo del riel no se desviará de su plano en más de (el comprador especificará cuando la superficie pueda ser cóncava o convexa)		0,5 mm
Largo de los orificios		± 0,5 mm
Ancho de los orificios		± 0,5 mm
Distancia entre los bordes exteriores de los orificios extremos		± 1 mm
Distancia entre los bordes exteriores de los orificios para sujetar un riel		±0,75 mm

- Una deformación que no exceda 0.5 mm, a una distancia de 2 mm del borde de los orificios punzonados, será permitida siempre que la superficie de apoyo del riel y de sus fijaciones se mantenga plana.

En los orificios punzonados, la tolerancia en el largo y el

ancho de los orificios, en el lado de salida de la perforación, se incrementará en 0,05 veces el espesor del durmiente.

4.8.2 Tolerancia en el peso

El pago se basa en el peso final de los durmientes entregados, sujeto a la conformidad con las condiciones de la tolerancia dimensional. El pago por cualquier exceso de peso sólo podrá ser hecho por hasta un 1 % del peso normal como máximo. En el caso de una deficiencia en el peso, el peso final será la base para el pago hasta el 2 % por debajo del peso normal. Si la diferencia excede en menos al 2 % del peso normal, los durmientes serán rechazados.

El peso final del durmiente será considerado como el promedio del peso de 50 piezas, la mitad de las cuales serán elegidas por el inspector receptor y la otra mitad por la fábrica, de cada lote sometido a recepción. El peso normal será calculado por los planos, basado en la densidad del metal de $7,85 \text{ kg/dm}^3$.

5 Métodos de Inspección y extracción de muestras

5.1 General

5.1.1 Observaciones preliminares

El proveedor debe estar en condiciones de llevar a cabo los ensayos prescritos.

La preparación de las piezas de ensayo y los ensayos son responsabilidad del proveedor; quien deberá poner a disposición de los inspectores del comprador todo el personal y equipamiento que sea necesario.

Las partes destruidas durante los ensayos o inspecciones no deben ser debitadas al comprador.

5.1.2 Naturaleza y alcance de los ensayos

Los durmientes serán sometidos a los siguientes ensayos e inspecciones:

5.1.2.1 Ensayos mecánicos

Ensayo de tracción y ensayo de plegado.

Se realizará un ensayo de cada tipo para coladas menores o iguales a las 50 toneladas, o por fracciones de 50 toneladas para coladas mayores a las 50 toneladas.

Para el propósito de llevar a cabo los ensayos, los durmientes deben ser clasificados de acuerdo a su colada de fundición.

5.1.2.2 Inspección dimensional y final

Se realizará una serie de inspección por lote (ver puntos 5.2.2 y 6.3)

La inspección dimensional sistemática se llevará a cabo sobre las siguientes medidas:

 Espesor; inclinación del asiento del riel, uniformidad del durmiente, dimensiones de los orificios y distancia entre los bordes exteriores de los orificios.

Las otras medidas indicadas con tolerancias en los planos que acompañan la oferta, deben ser chequeadas en todo

momento por el inspector; pero no deben estar sujetas a inspección sistemática como indicado en el punto 6.3, a menos que otro procedimiento sea estipulado por el comprador.

El comprador puede prescindir de la inspección dimensional en concordancia con las condiciones especificadas en el punto 6.3.1.

Los ensayos y las inspecciones serán llevados a cabo en la planta de producción.

5.2 Selección y preparación de las piezas de ensayo, selección de las partes acabadas

5.2.1 Ensayo mecánico

El inspector seleccionará y estampará, de cada colada utilizada, los durmientes a ser ensayados. Puede seleccionar un trozo de durmiente de la colada en cuestión o barras laminadas usadas para la fabricación.

Un trozo de largo suficiente debe ser sacado de la parte no estampada; de este trozo se sacarán piezas de ensayo de tracción y plegado, una después de la otra. Este trozo se podrá sacar mediante corte con llama (en el caso de durmientes anchos, el ensayo de plegado se podrá hacer en ejemplares de la mitad del ancho, obtenidos también mediante el corte con llama a través del medio del durmiente).

El corte y el acabado de las piezas de ensayo deben ser totalmente llevados a cabo cuando están frías, por medio de máquinas sin ningún martillado, deformación en frío, u otra operación que provoque endurecimiento o templado de la pieza.

Los ejemplares y piezas de ensayo deben ser marcados por el inspector. Las marcas deben permanecer intactas hasta que la inspección haya culminado.

5.2.2 Inspección dimensional y final

Las partes seleccionadas deben ser agrupadas en lotes del mismo tipo. Los ejemplares serán tomados de manera que sean representativos del lote sometido. Un lote no debe tener menos de 1000 o más de 5000 ejemplares. Si la cantidad sometida es de menos de 1000 ejemplares, constituirá un lote.

El inspector tendrá el derecho de formar lotes para el propósito de la inspección.

Las partes seleccionadas serán marcadas por el inspector y serán retenidas hasta que concluya la inspección.

6 Ensayos

6.1 Condiciones generales

Los límites para los resultados a ser obtenidos de los ensayos e inspecciones deben ser cumplidos para cada parte seleccionada.

Para ser aceptado, el lote de partes sometidas a inspección debe satisfacer todos los ensayos e inspecciones.

6.2 Procedimientos para ensayos e inspecciones

6.2.1 Ensayos mecánicos

Los ensayos de tensión y plegado deben llevarse a cabo en concordancia con las normas ISO o con las normas nacionales del país del proveedor:

Si una pieza de ensayo tomada de una colada para determinado ensayo no satisface las condiciones del mismo, dos piezas similares de ensayo serán tomadas a pedido del proveedor. Si por lo menos una de las dos piezas no resulta satisfactoria, la colada involucrada será rechazada.

6.2.1.1 Ensayo de tracción axial

La norma correspondiente es la ISO 82.

El acero ensayado debe cumplir con los requerimientos de calidad de uno de los Grados establecidos en la cláusula 4.3.

6.2.1.2 Ensayo de plegado

La norma correspondiente es la ISO 85. En caso de no aplicarse esta norma u otra del país del proveedor el ensayo de plegado se debe realizar como sigue:

Las piezas de ensayo se colocarán en dos rodillos paralelos y serán dobladas insertando entre los rodillos un mandril de diámetro "D". Los rodillos y el mandril serán más anchos que las piezas de ensayo.

El diámetro "D" es igual a cuatro veces el espesor "e" del durmiente, medido en ángulo recto con el asiento

del riel, pero nunca menos de 50 mm.

El espacio entre los rodillos es aproximadamente $D+3e$; el radio de los rodillos será de 25 mm.

El doblado es llevado a cabo lentamente y continuamente hasta que un ángulo de 180° sea obtenido entre los brazos. Si este ángulo no es alcanzado, el doblado es obtenido por presión en los bordes de los dos brazos de las piezas de ensayo.

La superficie externa deformada por estiramiento no debe presentar grietas ni fisuras.

6.3 Inspección dimensional y de terminaciones

La inspección se hará por muestreo de lotes de durmientes.

Se hará de acuerdo con el método progresivo Wald o por cualquier otro método estadístico de inspección aprobado por el comprador.

El comprador puede adjuntar a los requerimientos de la adquisición el diagrama a ser utilizado.

Cualquier durmiente que, en la inspección, se encuentre con al menos una medida fuera de las tolerancias o que no satisfaga las condiciones finales, será juzgado como "defectuoso" durante el curso de la inspección.

6.3.1 Derogación de la inspección dimensional y final por la toma de ejemplares de lotes. Tarjetas de control de calidad.

En casos donde el proveedor realice como práctica regular el uso de las tarjetas de control de calidad acordado con el comprador para sus productos, este último podrá establecer las frecuencias de la inspección dimensional por muestreo de los lotes. Los resultados registrados en las tarjetas del control de calidad deben ser considerados como constituyentes de la inspección de aceptación.

El acuerdo del comprador sobre el uso de las tarjetas de

control de calidad contendrá, en particular los siguientes puntos:

- las etapas de fabricación en la que la inspección se llevará a cabo,
- la extensión y frecuencia de la toma de muestras,
- el alcance de la inspección,
- donde sea aplicable, el número de partes fuera de los límites, permitidos durante cierto período.

Las tarjetas de control de calidad serán retenidas a disposición del inspector de aceptación, el que estará libre, además, en cualquier momento, de inspeccionar la correcta aplicación del procedimiento, mediante cualquier método elegido por el comprador.

Las tarjetas del control de calidad contendrán todos los ítems de información requerida para obtener una clara identificación del producto. Serán retenidas por el proveedor al menos hasta que expire el período de garantía.

7 Garantía

El proveedor garantizará sus entregas por un período que se extenderá hasta el 31 de diciembre del quinto año siguiente del año indicado en los durmientes.

Ni la inspección por personas delegadas por el comprador ni los ensayos llevados a cabo en el momento de la aceptación disminuirán, de manera alguna, la responsabilidad del proveedor.

Los durmientes que, durante el período de garantía, se rompan o presenten defectos imputables a la fabricación, siendo necesario su retiro de la vía o reducción del período de servicio, se pondrán a disposición del proveedor para que sean reemplazados o reembolsados.

8 Observaciones

8.1 Nota sobre el uso del diagrama de Wald

Cuando un ensayo es llevado a cabo, ejemplares individuales son seleccionados en forma aleatoria del lote a ser inspeccionado. Cada uno de ellos es inspeccionado y el resultado es registrado en el diagrama antes de que el próximo sea seleccionado.

Cualquier ejemplar al que, en la inspección, se le encuentra al menos una medida fuera de las tolerancias o que no satisface las condiciones de terminación, se considerará “defectuoso” durante el curso de la inspección.

Los resultados aparecerán como un punto moviéndose a través del diagrama. La posición de comienzo del punto es en el origen de las coordenadas. Para cada ensayo nuevo el punto será movido a la derecha en una unidad paralelamente al eje X; para cada ensayo en que la pieza aparezca como defectuosa, se moverá ascendentemente en una unidad paralelamente al eje Y. El ensayo se parará tan pronto como el punto de registro alcance una de las áreas marcadas “aceptado” o “rechazado”.

Diferentes tipos de ensayos formando una serie pueden ser incluidos en el mismo diagrama.

Los diagramas acerca de cada serie de ensayos serán adjuntados al reporte de la inspección.

El comprador puede permitir que el muestreo sea llevado a cabo por grupos de piezas adyacentes, en lugar de por selección aleatoria de piezas individuales.

En este caso:

1. el número de ejemplares que componen un grupo debe ser el mismo durante todo el ensayo, debe ser determinado de antemano y no puede exceder los 10 ejemplares.
2. la posición del punto de registro será ubicada en el

diagrama después que todos los ejemplares del grupo sean ensayados; el punto de registro es reubicado adelante después de cada ingreso, paralelo al eje X en tantas unidades como la cantidad de ejemplares del grupo, y ascendente, paralelo al eje Y por un número de unidades igual al número de ejemplares “defectuosos” que se encuentren en el grupo.

8.2 Observaciones referentes a los Apéndices 1 y 2

Los riesgos incurridos en el plano representado por el diagrama (Apéndice 1) son como sigue:

- un 5% máximo de probabilidad de rechazo de un lote conteniendo no más de un 5 % de partes falladas,
- un 5 % máximo de probabilidad de aceptación de un lote conteniendo no menos de un 15 % de partes falladas.

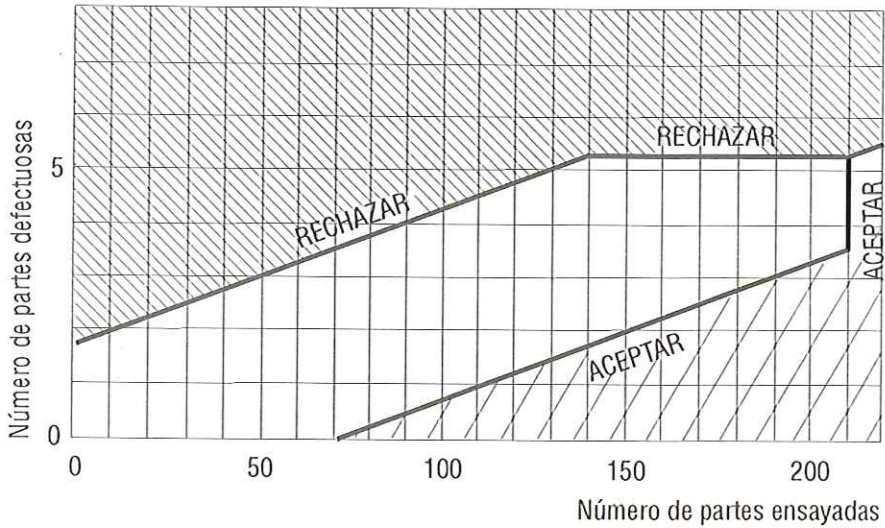
El chequeo se terminará tan pronto como el punto representante del progreso del ensayo alcance el área de aceptación o de rechazo.

En el caso de rechazo, el proveedor tendrá la opción de clasificar las piezas del lote "fallado", a su costo, y presentarlo nuevamente para la inspección.

Para la segunda presentación, la inspección se llevará a cabo en acuerdo con el plan progresivo (Apéndice 2) el que provee un riesgo menor para el comprador.

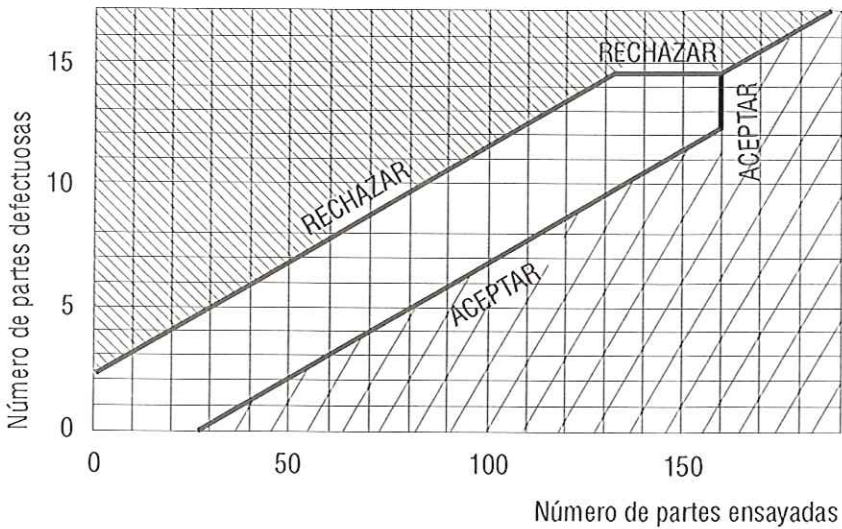
APENDICE I

Plan de muestreo progresivo - Método de Wald



APENDICE 2

Plan progresivo de muestreo para la reinspección de lotes



ALAF

Asociación Latinoamericana de Ferrocarriles

Associação Latinoamericana de Estradas de Ferro

Edición y producción gráfica: analog@ar.inter.net.

Impreso en el mes de abril de 2007.

TEMAS

DE DIVULGACION FERROVIARIA

ALAF

**ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE FERROCARRILES
ASSOCIAÇÃO LATINOAMERICANA DE ESTRADAS DE FERRO**