

NOM-049-SCT2-2000

NORMA OFICIAL MEXICANA, DE RIEL DE ACERO.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes.- Dirección General de Tarifas, Transporte Ferroviario y Multimodal.

AARON DYCHTER POLTOLAREK, Subsecretario de Transporte y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, con fundamento en los artículos 36 fracciones VII y VIII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracción II, 40 fracción XVI, 41, 43 y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 6 fracción III y 28 de la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario; 36 y 42 fracción IV del Reglamento del Servicio Ferroviario; 6 fracción XIII y 21 fracción XVI del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y demás ordenamientos jurídicos que resulten aplicables.

CONSIDERANDO

Que el riel constituye el elemento más importante de la superestructura de la vía y en conjunto con los elementos de sujeción y de apoyo, soportan y transmiten a las capas inferiores las cargas y esfuerzos longitudinales, transversales y verticales, aplicados por las ruedas de los trenes, el riel también sirve de superficie de rodamiento y como guía de las ruedas en movimiento, por lo que es necesario asegurarse que la soldadura del mismo se encuentre en condiciones óptimas.

Que habiéndose dado cumplimiento al procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la expedición de normas oficiales mexicanas, el Subsecretario de Transporte en su calidad de Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre ordenó la publicación en el **Diario Oficial de la Federación** del Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-049-SCT2-2000, De riel de acero, publicada el 7 de julio de 2000.

Que durante el plazo de sesenta días naturales, contado a partir del día 6 de julio de 2000, fecha en que se publicó el Proyecto de Norma Oficial Mexicana, no se recibieron comentarios del público en general.

Que previa aprobación del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, he tenido a bien expedir la siguiente: Norma Oficial Mexicana NOM-049-SCT2-2000, De riel de acero.

INDICE

- Prefacio
- Introducción
- 1. Objetivo
- 2. Campo de aplicación
- 3. Requerimientos suplementarios S1 y S2
- 4. Referencias
- 5. Definiciones
- 6. Materiales
- 7. Especificaciones
- 8. Muestreo y métodos de prueba
- 9. Marcado
- 10. Condición interna
- 11. Enderezado
- 12. Clasificación de superficie
- 13. Pruebas de ultrasonido
- 14. Longitud
- 15. Aceptación
- 16. Garantía
- 17. Cargadura
- 18. Vigilancia
- 19. Sanciones
- 20. Bibliografía
- 21. Concordancia con normas internacionales
- 22. Vigencia

PREFACIO

En la elaboración de la presente Norma participaron las dependencias del Ejecutivo Federal y organismos descentralizados, que a continuación se señalan:

- Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
 - Dirección General de Tarifas, Transporte Ferroviario y Multimodal

- Dirección de Transporte Ferroviario
- Secretaría de Economía.
- Ferrocarriles Nacionales de México.
 - Departamento de Vía
 - Instituto de Capacitación Ferrocarrilera
 - Subdirección de Infraestructura
- Industrias Nylco Mexicana, S.A. de C.V.
- Cía. Comercial Metalplast.
- UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México.

Introducción

El riel constituye el elemento más importante de la superestructura de la vía y en conjunto con los elementos de sujeción y de apoyo. Soportan y transmiten a las capas inferiores las cargas y esfuerzos longitudinales, transversales y verticales, aplicados por las ruedas de los trenes, el riel también sirve de superficie de rodamiento y como guía de las ruedas en movimiento.

La presente Norma Oficial Mexicana define las condiciones de calidad que debe cumplir el riel de acero en su manufactura, inspección, pruebas y recepción, requeridos por el comprador quien definirá el tipo de riel, calibre y características especiales.

1. Objetivo

1.1 Esta Norma Oficial Mexicana establece las condiciones de fabricación y especifica los requerimientos que deben cumplir los rieles de acero de dureza estándar y de alta resistencia de 29.8 Kg./m. (60 Lbs./Yda.) y mayores, para vías férreas.

2. Campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana se aplica a los fabricantes, concesionarios y constructores de vías férreas particulares, cuando construyan o reconstruyan vías férreas que formen parte o se conecten con el Sistema Ferroviario Mexicano.

3. Los requerimientos suplementarios S1 y S2 deben aplicarse sólo cuando lo solicite el comprador

3.1 S1 Endurecimiento de las puntas de los rieles, cuando éstos van a ser emplanchuelados.

3.2 S2 Prueba de ultrasonido manual a los extremos de los rieles; debe realizarse cuando éstos van a ser soldados para formar rieles largos.

4. Referencias

NOM-B-116 Métodos de obtención de Dureza Brinell en productos de acero.

NOM-B-331 Método de prueba de macroataque para productos de acero.

NOM-B-465 Inspección ultrasónica por el método de contacto pulso-eco-haz recto.

Manual A.R.E.A. Especificaciones para rieles de acero, capítulo 4, parte 2. Secciones recomendadas de rieles, última revisión, tomo 1, capítulo 4, parte 2. A.R.E.A.

5. Definiciones

A.R.E.A.: Sociedad Americana de Ingenieros Ferrocarrileros.

A.S.T.M.: Sociedad Americana para Pruebas y Materiales.

colada: Es una porción de acero que ha sido fabricado en una sola horneada, correspondiente al ciclo de fusión por afinación y vaciado continuo o en lingotes.

colada continua: Es el vaciado del acero en forma continua, por medio de la alimentación de una olla y ésta a su vez a una artesa con orificios que alimentan a las lingoteras en forma y dimensiones deseadas, construida en moldes de cobre con movimiento para que los blooms se desprendan a la salida del molde. Esta lingotera está fuertemente refrigerada y sin fondo que permite la solidificación rápida del acero.

colada en lingotes: Es el vaciado del acero sobre moldes metálicos en forma troncoide, que durante su enfriamiento y solidificación produce una contracción que si no es alimentada por su parte superior con el mismo metal líquido aún, se produce una cavidad o rechupe que se extenderá hacia abajo donde alojará inclusiones no metálicas; para remediar este defecto se dispone en la parte superior de las lingoteras, de mazarotas de material exotérmico que mantiene al acero líquido, para que las inclusiones no metálicas puedan emigrar a la parte superior de la lingotera y no causen segregación excesiva en el acero.

laminación en caliente: Es la deformación plástica que sufren los lingotes o blooms, por medio de rodillos, hasta llegar al perfil deseado.

ppm: Partes por millón.

proceso de laminación: Es el intervalo que se requiere para la laminación del riel, desde el momento que salen los blooms del horno de recalentamiento hasta que llegan los rieles ya laminados a la mesa de enfriamiento.

6. Materiales

El fabricante debe realizar las pruebas necesarias para garantizar que los rieles cumplan con todos los requerimientos de esta Norma.

6.1 Fabricación del acero

El acero debe ser fabricado por uno de los procesos de horno de hogar abierto, aceración convertidor oxígeno básico (BOF) u horno eléctrico.

El acero debe ser vaciado por uno de los siguientes procesos: colada continua o colada en lingotes, con mazarota de material exotérmico.

En la fabricación de los rieles se debe utilizar el proceso de limpieza del acero y en los rieles laminados las inclusiones no metálicas, no deben ser mayores del número 3 A.S.T.M., de la serie delgada del tipo FeO, SiO y SO.

No se debe utilizar aluminio en la desoxidación del acero, durante la fabricación del acero para rieles.

Se debe realizar suficiente descarte de los lingotes y blooms, para asegurar la ausencia de entubamiento y concentración de inclusiones no metálicas que puedan provocar fatiga prematura de los rieles en servicio.

El tamaño de los blooms debe ser suficientemente grande para asegurar un 8:1 en la reducción de blooms a riel.

Los rieles deben ser inspeccionados por ultrasonido para confirmar que están libres de grietas internas.

6.2 Composición química

La composición química de los rieles de acero debe ser de acuerdo al calibre y grado de dureza requerida por el comprador, cumpliendo con los límites siguientes:

Elementos	Rieles de dureza estándar		
	Peso nominal en Kg./m. (Lbs./Yd.)		
	29.8-41.7 (60-84)	42.2-56.6 (85-114)	57.045 y mayores (115 y mayores)
% Carbono	0.55-0.68	0.67-0.80	0.72-0.82
% Manganeso	0.60-0.90	0.70-1.00	1.00-1.25
% Fósforo máx.	0.040	0.035	0.030
% Azufre máx.	0.040	0.035	0.030
% Silicio	0.10-0.50	0.10-0.50	0.10-0.50
% Cromo	-----	-----	0.30-0.40
ppm. Hidrógeno	*	*	*

* Las ppm. de hidrógeno en el riel terminado deben ser reportadas en el certificado de control de calidad, para control interno del comprador.

El contenido de los elementos residuales de cada colada debe ser reportado para control del comprador.

El contenido de manganeso puede ser extendido hasta 1.25%, para alcanzar la dureza especificada en los rieles de dureza estándar de 57.045 kg./m. y mayores.

Cuando el manganeso exceda de 1.10%, los elementos residuales en los rieles de hasta 56.6 kg./m. de dureza estándar deben estar en los siguientes límites: 0.25% máximo de Níquel, 0.10% máximo de Molibdeno y 0.03% máximo de Vanadio.

El fabricante puede usar Molibdeno o Vanadio para subir la dureza especificada en los rieles de 57.045 kg./m. y mayores de dureza estándar.

Cuando se realice la colada por lingote, se debe hacer un muestreo: uno de los tres primeros y uno de los tres últimos lingotes de cada colada cuando se realice por colada continua se deben tomar dos muestras durante el primer tercio y la otra al último tercio de la colada.

La determinación del análisis químico debe ser realizado espectrográficamente o químicamente, aceptándose la o las coladas que cumplan con los requerimientos.

El primer análisis debe ser considerado como determinación oficial.

La composición química de los rieles de alta resistencia debe ser determinada de común acuerdo entre el comprador y el fabricante (rieles con tratamiento térmico en el hongo o rieles aleados).

6.3 Aspecto

Los rieles deben ser inspeccionados sobre toda su superficie para asegurar que están libres de marcas hechas en caliente o en frío, u otras discontinuidades que puedan provocar fatiga prematura de los rieles en servicio.

7. Especificaciones

7.1 Dimensiones y tolerancias

La sección de los rieles terminados debe cumplir con el diseño y dimensión especificado por el comprador, sujeto a las tolerancias siguientes:

	más (+)	menos (-)
Altura del riel	1.016 mm.	0.381 mm.
Ancho del hongo	0.762 mm.	0.762 mm.
Espesor del alma	1.016 mm.	0.508 mm.
Ancho de cada patín	1.160 mm.	1.016 mm.
Ancho de la base	1.270 mm.	1.270 mm.
Asimetría de la sección	1.250 mm.	1.250 mm.

La simetría se debe determinar usando el escantillón.

La concavidad de la base no debe exceder de 0.254 mm.

No se aceptará convexidad en la base.

No se acepta ninguna variación en las dimensiones que afecten el ajuste de las planchuelas, excepto en el escantillón lateral de las planchuelas con una tolerancia de 1.524 mm. como máximo.

La verificación de las dimensiones del perfil del riel, debe realizarse con escantillones que de común acuerdo entre comprador y fabricante convengan.

7.2 Dureza Brinell

La dureza Brinell debe ser decreciente a partir de la zona de transición del endurecimiento del hongo, hacia la base del riel.

Los rieles se deben laminar de acuerdo a lo especificado por el comprador y dentro de los límites de dureza Brinell siguientes:

Grado de dureza	Peso nominal en kg./m. (Lbs./Yd.)		
	29.8 - 41.7	42.2 - 56.0	57.045 y mayores
	(60 - 84)	(85 - 114)	(115 y mayores)
Dureza estándar	201 min.	269 min.	302 min.
promedio	229	286	321
Alta resistencia	300-321	321-352	341-388
promedio	311	336	364

8. Muestreo y métodos de prueba

La prueba de dureza en rieles de dureza estándar y los rieles de alta resistencia aleados se debe realizar en una muestra de 150 mm. de longitud, tomada de uno de los tres primeros y uno de los tres últimos rieles de cada colada de riel laminado; esta prueba se debe realizar en la parte superior de rodamiento del hongo del riel, después de quitar 1.0 mm. mínimo de metal, para tener una lectura de dureza representativa del riel.

La prueba de dureza Brinell en rieles de alta resistencia con tratamiento térmico en el hongo se debe realizar en una muestra de 20 mm. de longitud, tomada en uno de los tres primeros rieles en uno de los tres rieles del medio y uno de los tres últimos rieles de cada colada.

Los rieles de alta resistencia de hongo endurecido por medio de temple deben tener un área mínima de 40% templada a partir de la parte superior del hongo.

La dureza se debe tomar sobre la sección transversal del hongo del riel.

En el caso de que los requerimientos de las pruebas de dureza Brinell no cumplan con lo especificado se deben hacer dos durezas más a un lado de la dureza tomada inicialmente, si las dos durezas checadas pasan la dureza mínima especificada, la colada es aprobada, si cualquiera de las dos durezas adicionales fallan, dos rieles adicionales de la colada deben ser checados y deben pasar la prueba de dureza mínima solicitada para que la colada sea aprobada. Si cualquiera de estos dos chequeos fallan, se deben probar individualmente cada uno de los rieles de la colada para su aprobación.

Requerimientos de la altura de la zona tratada térmicamente, en el hongo de los rieles endurecidos, deben ser de acuerdo a los límites siguientes:

Peso nominal en	29.8-41.7	42.2-56.6	57.045 y mayores
Kg./m. (Lbs./Yd.)	(60-84)	(85-114)	(115 y mayores)
Altura de la zona	10-14 mm.	14-18 mm.	18-25 mm.
templada sobre la			
sección el hongo			

8.1 Eliminación de hidrógeno

Los rieles deben estar libres de grietas externas producidas por hidrógeno.

8.1.1 Procesos

La eliminación de hidrógeno debe ser realizada por uno de los procesos siguientes:

Enfriamiento controlado de los rieles (CC)

Enfriamiento controlado de los blooms (BC)

Desgasificado al vacío del acero líquido de los rieles (VT)

Se deben marcar o estampar las siglas del proceso utilizado en la eliminación del hidrógeno de acuerdo al inciso

8.1.1.

8.2 Inspección

El diseño, dimensiones y tolerancias del perfil deben ser de acuerdo al plano proporcionado por el comprador.

Antes de iniciar la producción de riel, el fabricante debe remitir dos juegos de escantillones para ser revisados por el comprador, un juego debe ser devuelto al fabricante y el otro debe quedar en poder del comprador, cada juego debe ser marcado con el calibre, sección, logotipos del comprador y fabricante y fecha de laminación.

El inspector representante del comprador debe tener libre acceso a los talleres del fabricante para verificar los procedimientos de control de manufactura de los rieles durante el tiempo que dure la entrega de los bienes.

El fabricante debe entregar el manual de aseguramiento de calidad de la fabricación de los rieles al comprador.

El fabricante debe prestar las facilidades e instrumental necesarios, para la inspección y verificación de la calidad de los rieles durante la producción de los mismos.

9. Marcado

9.1 Identificación en el alma:

El marcado de los rieles debe ser rolo sobre relieve en uno de sus lados, centrado sobre el alma de los rieles, el marcado se debe realizar a cada 4.876 m mín. de distancia. El diseño de las letras y números queda a opción del fabricante.

Los datos y el orden del marcado se deben seguir como se indica a continuación.

Peso	Sección	Proceso de eliminación del hidrógeno	Siglas de fabricante	Grado del acero
115	RE	VT	KRUPP	H.H.T
Año y mes de fabricación 1994 III		Siglas del comprador X.XX.		

9.2 Estampado

Los rieles de colada continua deben ser identificados con el número de colada, letras de secuencia de laminado P, R, S, T, número hilo o número de lingote y número de bloom.

El riel superior de cada lingote con mazarota de material exotérmico debe ser identificado con la letra B y los siguientes con las letras C y D, sucesivamente.

El estampado del riel, bajorrelieve debe ser realizado a cada 4.876 m de distancia en el lado opuesto del marcado del riel, centrado en el alma de todos los rieles. El tamaño de los caracteres debe ser de 16.0 mm con una inclinación de 10°, con un radio en las esquinas de las letras de 0.5 a 1.5 mm y una profundidad de 1.0 - 1.5 mm y no debe causar daño a los rieles. Los datos y orden del estampado deben de seguir el ordenamiento siguiente.

Riel	Núm. de colada	Secuencia de laminación	Núm. de hilo o lingote
Dureza intermedia 3 HB	245670	P, R, S, T. o B, C, D	2
Núm. de bloom 4			

Los rieles de alta resistencia deben ser identificados con las siglas del grado de dureza correspondiente, con tratamiento térmico en el hongo (H.H.T.) o rieles de acero aleado (CR-MO o CR-V), inciso 8.1.1 además los rieles de dureza estándar de 57.045 kg./m. (115 Lbs./Yda.) y mayores deben ser identificados con 3 HB.

9.3 Por longitud

Los rieles menores de 24.384 m y de 11.88 m deben ser marcados de color verde, además deben tener una identificación de su longitud aceptada por el comprador y fabricante.

Las marcas deben aparecer en la parte superior del hongo en uno de los extremos de los rieles.

Los rieles solos (suelos) deberán marcarse con pintura de un solo color, de acuerdo a lo mencionado anteriormente o lo que se acuerde entre el comprador y el fabricante.

Las marcas de pintura aparecerán en la parte superior del hongo en un extremo solamente, por lo menos a 914.4 mm del final del riel.

Todos los rieles cortos deberán identificarse de una manera aceptable para el comprador y el fabricante en la parte superior del hongo aproximadamente a 304.8 mm de cada extremo.

10. Condición interna (estándares de macroataque)

10.1 Localización y frecuencia de muestras.

10.1.1 Rieles laminados a partir de blooms de colada continua.

Dos muestras representativas de riel deben ser macroatacadas; una al inicio y otra al final de cada secuencia, de cada hilo, y siempre que se inicie una olla nueva.

10.2 Rieles laminados a partir de lingotes.

Una muestra representativa del extremo superior de cada riel, de la parte superior uno de los primeros tres, de uno de los primeros tres del medio y de uno de los tres últimos de cada colada, deben ser macroatacados.

10.3 El comprador tiene derecho de examinar cualquier riel de cualquier parte de la colada en la recepción del material. Si el comprador determina que la muestra seleccionada es rechazable la colada debe ser reensayada.

10.4 Preparación de la muestra.

10.4.1 Una sección transversal completa del riel se cortará cuidando de no alterar sus propiedades metalúrgicas.

10.4.2 El acabado de la superficie de la muestra deberá tener un mínimo de 125 micropulgadas.

10.4.3 La muestra debe ser desengrasada y sumergida totalmente en una solución en caliente de 38% de ácido clorhídrico concentrado y 62% de agua, el nivel de la solución deberá estar a 25.4 mm sobre la superficie atacada de la probeta, a una temperatura de 71 - 81°C en un tiempo de 10-20 minutos.

10.4.4 Las muestras después de haber sido atacadas deben ser lavadas con agua caliente y fría limpiando su superficie con una escobilla y secándola, no deben ser manchadas.

10.5 Evaluación del macroataque

De acuerdo a las partes de la sección transversal debe definirse como: hongo, alma y base (patín).

10.6 Condiciones para rechazo en rieles de colada continua:

- a) Copos o manchas brillantes de hidrógeno.
- b) Entubamiento de cualquier tamaño.
- c) Rayado en el centro del alma de más de 62.0 mm de longitud que se extiende del hongo a la base.
- d) Rayados mayores de 63.5 mm de longitud.
- e) Rayado disperso en el centro del alma extendiéndose al hongo y a la base.
- f) Segregación dispersa extendiéndose más de 25.4 mm al hongo y a la base.
- g) Porosidad bajo la superficie.
- h) Rayado radial.
- i) Segregación inversa o negativa con ancho mayor de 6.35 mm extendiéndose más de 12.5 mm al hongo o a la base.
- j) Rayado más de 3.2 mm en el hongo originado por agrietamiento interno del bloom.
 - Fisuras radiales
 - Fisuras desarrolladas
 - Fisuras semiunidas
- k) Otros defectos que pueden provocar fallas prematuras (por escoria, refractarios, etc.).

10.7 Condiciones para rechazo en rieles provenientes de lingotes.

- a) Copos o manchas brillantes de hidrógeno.
- b) Rechufe de cualquier tamaño.
- c) Segregación extendiéndose al hongo o a la base.
- d) Segregación con un ancho mayor de 3.2 mm en el hongo o en la base.
- e) Segregación dispersa en el centro del alma extendiéndose al hongo y en la base.
- f) Porosidad bajo la superficie.
- g) Segregación inversa o negativa con un ancho mayor de 6.35 mm extendiéndose más de 12.7 mm al hongo o a la base.
- h) Otros defectos que puedan provocar fallas prematuras (escoria, refractarios, etc.).

10.8 Reensayar

Si cualquiera de las muestras no satisface la calidad estándar de la macroestructura interna, deben ser tomadas dos muestras adicionales representativas del riel del mismo hilo o un adyacente a la muestra, inferior del lingote deberá ser tomada.

Estos remuestreos deben tomarse de posiciones seleccionadas por el fabricante y el material que se encuentre entre las posiciones del muestreo deben ser rechazadas.

Si cualquier remuestreo falla, la prueba debe continuar hasta que se exhiba la calidad interna aceptable.

10.8.1 Rechazo

Todos los rieles representados por pruebas falladas deben ser rechazados.

10.9 Rieles cortos

En rieles terminados provenientes de lingotes o al inicio de un hilo en colada continua, si muestra defectos, deben cortarse en rieles sanos estando sujetos a los requerimientos del numeral 15.

10.10 Inspección amplificada

En el caso de que existiera una duda sobre el rechazo de la colada, se debe realizar un examen a una amplificación mayor.

Los rieles se deben inspeccionar con un microscopio que contenga hasta 5 x (5 aumentos).

Se debe preparar una muestra metalográfica para su interpretación a 100 X 100 aumentos.

11. Enderezado

11.1 Los rieles deben ser enderezados en frío por medio de rodillos y prensas para eliminar torceduras, ondulaciones o dobleces hasta que cumplan con los requerimientos especificados de superficie y alineamiento determinado por una inspección visual.

11.2 Al colocar los rieles con el hongo hacia arriba en un soporte horizontal, los rieles que tengan los extremos más altos que la sección media, la curvatura máxima uniforme aceptada verticalmente deben ser de 25.4 mm de flecha al centro en una longitud de 24.385 m.

11.3 Al colocar los rieles con el hongo hacia arriba en un soporte horizontal, la curvatura máxima uniforme aceptada verticalmente en ambos extremos de los rieles no debe exceder de una flecha de 0.635 mm al centro de 914.4 mm referidos a cada extremo.

11.4 La curvatura hacia abajo o caída no será aceptada.

11.5 Desviación de la línea lateral (Horizontal) en cualquier dirección en los extremos del riel no deberán exceder de 0.762 mm en un tramo de 914.4 mm.

11.6 La curvatura máxima uniforme aceptada lateralmente debe ser de 36.81 mm de flecha, al centro en una longitud de 24.384 mm.

11.7 Cuando se requiere probar los requerimientos de los incisos 11.2 y 11.6 se debe determinar por medio de una cuerda de alambre, con un escantillón de cuña.

11.8 Los rieles terminados deben tener una variación en la escuadra de los extremos no mayor a 0.793 mm.

11.9 Si el riel muestra evidencia de torcedura al ser colocado en las camas de inspección final, éste debe ser checado insertando un escantillón entre la base y el patín del riel más cercano al extremo. Si el espacio es mayor de 2.286 mm el riel no será aceptado, se puede utilizar un escantillón de torsión y si excede de 1.5° en 24.384 m debe ser rechazado. Los rieles rechazados pueden volver a enderezarse.

El método utilizado en el enderezado de los extremos de los rieles no debe dañarlos.

12. Clasificación de superficie

12.1 Marcas en caliente

Los rieles con marcas en caliente provenientes del corte de la cizalla o sierra, costras, agujeros, ralladuras, cuando estos defectos sean mayores de 0.508 mm de profundidad deben ser rechazados.

Los rieles con ralladuras en el hongo que excedan de 0.508 mm de profundidad y mayores 1.575 mm de ancho deben ser rechazados.

12.2 Ralladuras en frío

Los rieles con ralladuras que excedan de 0.254 mm de profundidad y 914.4 mm de longitud producidas abajo de 371°C de temperatura deben ser rechazados.

Los rieles con ralladuras transversales mayores de 0.25 mm de profundidad, producidas abajo de 371°C de temperatura deben ser rechazados.

12.3 Protuberancias

Los rieles con cualquier protuberancia de metal sobre la superficie del riel, tales como las producidas por un rodillo agrietado, deben ser rechazados si la protuberancia afecta la colocación de la planchuela o causa el holgamiento o separación de 1.587 mm lateralmente.

Los rieles con cualquier protuberancia en el alma mayor de 1.587 mm de altura y con áreas mayores de 12.7 mm² deben ser rechazados.

No debe permitir protuberancia o exceso de metal en el hongo o en la base del riel.

13. Pruebas de ultrasonido

Los rieles se deben probar ultrasónicamente para detectar que no existan discontinuidades internas.

La longitud total de los rieles se debe probar en la línea ultrasónicamente por el fabricante los rieles deben estar libres de rugosidad superficial, cascarilla de laminación u otros materiales que pueden interferir en la detección de defectos internos, la prueba se realizará cuando la temperatura de riel esté por debajo de los 66°C.

La calibración del riel patrón se debe realizar a lo largo y ancho de la sección del riel y éste debe ser de las mismas secciones que los rieles que se están laminando. El riel patrón debe tener una longitud suficiente para permitir la calibración a la misma velocidad de la producción del perfil.

13.1 Calibración

El tamaño, forma, localización y orientación de las referencias de calibración que se coloque en el riel patrón se acordarán entre comprador y fabricante. Por lo menos una referencia se debe colocar con el riel patrón, para representar una unidad de Registro.

El ultrasonido en la línea se debe calibrar con un riel patrón para que pueda detectar un defecto de un mínimo de 2.381 mm de diámetro en cualquier parte del hongo, otro de 1.5875 mm de diámetro en alguna parte del alma y un defecto que no exceda de 12.7 mm de longitud por 1.5875 mm de altura por 1.5875 mm de ancho en la base.

Cualquier indicación igual o mayor de las especificaciones en el inciso (16.4.1) encontradas en la prueba de ultrasonido sobre la línea de producción, debe ser motivo para un rechazo inicial.

Un registro se debe llevar a cada riel detectado que no cumpla con los niveles establecidos, este registro estará disponible para el inspector del comprador.

El equipo de ultrasonido de la línea de producción se debe calibrar con el riel patrón, mínimo cada ocho horas de operación y cada inicio de turno y, adicionalmente, cuando se cambia la sección del riel o indicación del mal funcionamiento del equipo. Se debe llevar un registro de las veces que se calibre el ultrasonido durante la laminación del riel, el cual estaría a disposición del inspector del comprador.

En caso de que falle una calibración todos los rieles procesados desde la última calibración correcta, se deben inspeccionar nuevamente.

Los rieles que no cumplan con los parámetros especificados en el inciso 13.2, se deben probar de nuevo, usando pruebas no destructivas antes del rechazo final. El criterio de la prueba no destructiva se debe acordar conjuntamente entre comprador y fabricante, inciso 13.1.

14. Longitud

La longitud estándar de los rieles debe ser de 24.384 m y 11.88 m cuando sean medidos a una temperatura de 15°C.

En la recepción de rieles de 24.384 m se admitirá hasta un 15% de rieles cortos del total de toneladas aceptadas en cada laminación como sigue: 24.08 m, 23.47 m, 23.16 m, 21.34 m, 20.12 m, 11.88 m, 10.97 m, 10.06 m y 7.92 m.

En la recepción de rieles de 11.88 m se admitirá hasta un 9% de rieles cortos, del total de las toneladas aceptadas en cada laminación como sigue: 11.58 m, 10.97 m, 10.06 m.

Se debe aceptar una variación de -25.4 mm y de +152.4 mm de longitud especificada, para rieles sin barrenos de 24.384 m y 11.88 m de longitud.

Se debe aceptar una variación de 3.0 mm para rieles con barrenos en ambos extremos para sujetarse con planchuelas, en longitudes de 24.384 m y 11.88 m de longitud.

15. Aceptación

Los rieles aceptados deben ser embarcados y facturados en base a su peso calculado.

En el caso de que los rieles no cumplan con esta Norma, deben ser repuestos y los gastos que se generen por retrasos en la colocación de los mismos, deben ser cubiertos por el fabricante.

El fabricante debe entregar un certificado de calidad de cada embarque de riel donde se identifique: número de colada, análisis químico, dureza Brinell, ppm de hidrógeno, macroataque, la cantidad de rieles y toneladas métricas que ampara cada colada.

16. Garantía

Los rieles de acero para vía deben tener una garantía de 36 meses a partir de su recepción o 30 millones de toneladas de carga acumuladas en la vía a partir de su instalación.

17. Cargadura

Todos los rieles deben ser manejados cuidadosamente para evitar cualquier daño y deben ser cargados con el estampado de todos los rieles, viendo hacia la misma dirección. Rieles de diferente grado de dureza no deben mezclarse al cargarlos, en el caso de que no existan suficientes rieles de la misma calidad pueden cargarse en un mismo carro o buque con la aprobación del comprador.

Cuando el embarque se realice en barco, se deben proteger los rieles haciendo atados de cinco rieles para su envío o por el sistema de trincado o amarre de los rieles cuando se encuentren en la bodega del barco.

18. Vigilancia

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, por conducto de la Dirección General de Tarifas, Transporte Ferroviario y Multimodal, es la autoridad competente para vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana.

19. Sanciones

El incumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana será sancionado conforme a lo dispuesto en la Ley de Vías Generales de Comunicación, Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y demás ordenamientos aplicables.

20. Bibliografía

E428 Fabricación de patrones de acero usados en la inspección por ultrasonido.

E340 Macroataque de metales y aleaciones.

E45 Determinación de contenido de inclusiones en los aceros.

Manual A.R.E.A. (Asociación Americana de Ingenieros de Ferrocarriles). Especificaciones para rieles de acero, Capítulo 4, Parte 2. Secciones recomendadas de rieles, última revisión, Tomo 1, Capítulo 4, Parte 2.

Tratado de Ferrocarriles, Editorial Rueda, Madrid, autor es: Oliveros, F. López A. y Mejía, M.

Ferrocarriles, autor Tognu, Francisco.

A.S.T.M. American Society of Testing Materials

21. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma Oficial Mexicana no concuerda con normas internacionales.

22. Vigencia

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los 60 días naturales contados a partir de la fecha de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

Ciudad de México, D.F., a 26 de abril de 2001.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, **Aarón Dychter Poltolarek**.- Rúbrica.