




**EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS
METRO S.A.
DIVISIÓN PROYECTOS DE EXPANSIÓN**

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE EQUIPOS DE VÍAS
SUMINISTRO DE PIEZAS MECANO-SOLDADAS PARA APARATOS DE VÍAS**

0	31/01/2018	USO	Pablo Contreras	Christopher Heuser	R. Carrasco
REV N°	FECHA	EMITIDO PARA	ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
		L2-150200-00-5VI-ETG-0027			Página 1 de 36
					Revisión 0

Este Documento es propiedad de METRO S.A.

Código Template DPE200-00-6CA-FOR-0010, Rev. 0 del 28/12/2016

Se prohíbe su reproducción y exhibición, sin el consentimiento de METRO S.A.

El Documento, una vez impreso, se considera una copia NO CONTROLADA y puede estar obsoleta

Consulte la revisión actual en Departamento de Procesos y Calidad

APROBACIONES

DIVISIÓN PROYECTOS DE EXPANSIÓN		FIRMAS	FECHA
PREPARADO POR	Montserrat Bustíos		
REVISADO POR	Christopher Heuser		
APROBADO POR	R. Carrasco		

CONTENIDO

CONTENIDO.....	3
CONTROL DE CAMBIOS.....	6
1. OBJETIVO	7
2. GENERALIDADES	7
2.1. Documentos Utilizados.....	7
2.2. Material.....	7
2.3. Ensamblaje de Piezas Mecano-Soldada.....	7
2.4. Supervisión	8
2.5. Ejecución y Gastos de los Ensayos	8
2.6. Garantía de Calidad.....	8
2.6.1. Dominio de la Calidad de las Fabricaciones	8
2.6.2. Procedimiento de la Garantía de Calidad	9
3. CALIFICACIÓN DEL MODO OPERATORIO DE SOLDADURA	10
3.1. Documentos de Calificación	10
3.1.1. Diseños de Ejecución.....	10
3.1.2. Descriptivo del Modo Operatorio de Soldadura	10
3.2. Cantidad de Ensamblajes de Calificación y Lugar de Ejecución.....	11
3.3. Preparación de los Ensamblajes de Calificación.....	11
3.3.1. Ensamblaje Sobre Junta Extremo con Extremo con Penetración	11
3.3.2. Ensamblaje Sobre Junta, en Ángulo, no Interpenetrado	12
3.4. Características Geométricas de los Ensamblajes de Calificación	12
3.4.1. Espesores.....	12
3.4.2. Preparación de los Bordes.....	12
3.4.3. Dimensiones y Naturaleza de las Muestras Constitutivas de los Ensamblajes...	12
3.5. Posición de Ejecución de las Soldaduras	12
3.6. Exámenes de los Ensamblajes de Calificación.....	13

3.6.1. Examen no Destructivo	13
3.6.2. Exámenes Destructivos	13
3.7. Resultados a Obtener	15
3.7.1. Examen no Destructivo	15
3.7.2. Exámenes Destructivos	15
3.8. Contraensayos.....	16
3.8.1. Caso General.....	16
3.8.2. Ensayo de Flexión por Choque (resiliencia)	16
3.9. Ámbito de Validez de la Calificación.....	16
3.9.1. Definición	16
3.9.2. Piezas a Ensamblar	16
3.9.3. Naturaleza y Preparación del Ensamblaje	18
3.9.4. Procedimiento de Soldadura.....	18
3.9.5. Posición de Soldadura.....	19
3.9.6. Precalentamiento y Temperatura entre Pases	19
4. CONDICIONES DE FABRICACIÓN.....	19
4.1. Diseños.....	19
4.2. Preparación de las Piezas a Soldar	20
4.3. Preparación de los Bordes a Soldar	20
4.4. Ejecución de las Soldaduras.....	20
4.5. Terminación de las Soldaduras.....	21
4.6. Enderezamiento.....	21
4.7. Marcas.....	21
4.8. Acabado de Ejecución	22
4.9. Reparación.....	22
5. CONDICIONES DE RECEPCIÓN	22
5.1. Presentación de las Piezas en Recepción y Formación de los Lotes	22
5.2. Controles sobre Material.....	23
5.3. Verificaciones Geométricas	23

5.4.	Control de las Soldaduras.....	23
5.5.	Condiciones de Aceptación.....	24
6.	GARANTIA Y DERECHOS DE PATENTE.....	25
6.1.	Garantía	25
6.2.	Derechos de Patente.....	25
7.	ANEXOS	26
	ANEXO A: DESCRIPCIÓN DEL MODO OPERATORIO	26
	ANEXO B: PREPARACIÓN DE LOS ENSAMBLAJES DE CALIFICACIÓN	28
	ANEXO C: DIMENSIONES DE LAS MUESTRAS Y EJEMPLO DE LAS TOMAS DE MUESTRAS PARA ENSAYOS EN EL CASO DE LOS ENSAMBLAJES SOBRE JUNTAS, EXTREMO CON EXTREMO.....	29
	ANEXO D: DIMENSIONES DE LAS MUESTRAS CONSTITUTIVAS DE LOS ENSAMBLAJES Y EJEMPLOS DE POSICIÓN DE LAS TOMAS DE MUESTRA PARA EXAMEN METALOGRAFICO.....	30
	ANEXO E: VERIFICACIONES GEOMÉTRICAS DE LAS PIEZAS CON SOLDADURA MECÁNICA.....	31

CONTROL DE CAMBIOS

Rev.	Punto	Título	Modificación Realizada
0	General	N/A	Aprobación

1. OBJETIVO

La presente especificación define las condiciones impuestas para la calificación de modo operatorio de soldadura, la fabricación y la recepción de las piezas mecano-soldadas destinadas a los aparatos de vía, que permiten la circulación de coches sobre neumáticos.

2. GENERALIDADES

2.1. Documentos Utilizados

Normas utilizadas en la presente especificación:

- EN 14587-3, EN 13232-6
- EN ISO 6506, ISO 7438, ISO 9001
- EN 760, 895,910,875,1042-1,10025
- NF P22-471

Los documentos citados en la especificación, son los que se encuentran en vigencia a la fecha que figura en la página de título de la especificación. En caso de modificación posterior, deben ser reemplazados por los documentos vigentes en el momento de la orden de pedido de los suministros objeto de la especificación.

2.2. Material

Las piezas mecano-soldadas se fabrican a partir de perfiles de pista metálica de rodamiento, cuyas condiciones de fabricación y de control vienen definidas en el documento L2-150200-2520-5VI-ETG-0002.

2.3. Ensamblaje de Piezas Mecano-Soldada

El ensamblaje de los diferentes elementos se realiza por soldadura con arco eléctrico, cuyo procedimiento se deja a la libre iniciativa del Proveedor.

Las soldaduras realizadas deben garantizar un buen comportamiento mecánico en el tiempo, a pesar de los esfuerzos estáticos y dinámicos a los que se someten las piezas mecano-soldadas en el servicio.

El metal depositado en las soldaduras debe ser de acero no aliado de clase suave, compatible con el metal de base y que permita respetar los criterios de homologación y de control impuestos en la presente especificación.

2.4. Supervisión

El Proveedor debe permitir el libre acceso de las partes de la planta concernida por la fabricación, a los representantes o a los recepcionistas de Metro durante todo el tiempo de calificación del modo operatorio de soldadura y durante todo el tiempo de ejecución del suministro.

Estos representantes pueden proceder a todas las verificaciones que consideran necesarias.

2.5. Ejecución y Gastos de los Ensayos

Los ensayos de calificación y de recepción corren a cargo del proveedor. Pueden ejecutarse en sus propios laboratorios en presencia del agente recepcionista.

En el caso de ensayos efectuados en los laboratorios de Metro o en cualquier otro laboratorio homologado, el transporte de las muestras corre a cargo del proveedor.

2.6. Garantía de Calidad

2.6.1. Dominio de la Calidad de las Fabricaciones

El Proveedor debe establecer una organización, métodos y medios que le permitan asegurar la calidad de las fabricaciones y el control de los suministros.

Debe establecer y mantener operacional un sistema de identificación y de trazabilidad de los productos y de los elementos constitutivos en todas las etapas de la producción, del control y de la entrega.

Debe asegurar la trazabilidad de las operaciones de los productos o de los elementos constitutivos de los productos que subcontrata, para poder encontrar fácilmente el histórico de los datos que los conciernen, relacionarlos entre sí y atribuirlos con certeza a los productos concernidos.

La trazabilidad concierne esencialmente:

- El origen de las materias primas, el modo de elaboración de los suministros y sus características contractuales.
- Las operaciones de transformación y de tratamiento.
- Los controles dimensionales.

La trazabilidad debe permitir volver a encontrar todas las piezas que hayan sido objeto de las mismas operaciones de fabricación y de control.

2.6.2. Procedimiento de la Garantía de Calidad

Reemplazando el control directo en planta por Metro según las disposiciones definidas por la presente especificación, el Proveedor puede solicitar gozar de un procedimiento de garantía de calidad definido por la norma ISO 9001 relativa al modelo para la garantía de calidad en producción e instalación y al modelo para la garantía de la calidad en control y ensayos finales.

Este procedimiento sólo puede ser aplicado si el Proveedor ya ha obtenido una certificación de Garantía de Calidad y una habilitación por parte de un organismo oficial (red ferroviaria o de metro, etc.). Entonces el Proveedor debe entregar a Metro, un manual de calidad, un plan de calidad y un plan de control de verificación y de pruebas que permita cerciorarse de la aplicación de las prescripciones de la presente especificación.

Metro procede, después del examen de los documentos a una "auditoría" en el establecimiento del Proveedor para verificar los procedimientos y los medios de control en curso de fabricación así como los documentos que dan los resultados de los ensayos.

Si Metro considera que este examen es satisfactorio, autoriza entonces al Proveedor a proceder por sí solo al control de sus fabricaciones. Sin embargo, Metro se reserva el derecho de ejercer una supervisión:

- Por sondeos de controles y ensayos en curso de fabricación,
- Por inspecciones o "auditorías" parciales para cerciorarse de la aplicación efectiva de los planos de calidad de los procedimientos y de su eficacia, en particular después de una interrupción duradera de fabricación.

En caso de diferencias significativas observadas respecto a los procedimientos homologados y no corregidos, Metro puede suspender el procedimiento de garantía de calidad y hacer aplicar el control directo previsto en la especificación.

3. CALIFICACIÓN DEL MODO OPERATORIO DE SOLDADURA

Para ser autorizado a fabricar piezas mecano-soldadas, el fabricante debe hacer calificar por Metro o su representante, según el procedimiento descrito a continuación, el o los modos operatorios de soldadura que aplicará para la realización de las piezas.

3.1. Documentos de Calificación

Previamente a todo ensayo de calificación, el proveedor debe presentar en doubles ejemplares, para aprobación por parte de Metro, los diseños de ejecución de las piezas mecano-soldadas y una descripción de cada modo operatorio de soldadura.

Después de la aprobación, el Proveedor entrega tres copias de estos documentos a Metro.

3.1.1. Diseños de Ejecución

Los diseños de ejecución de las piezas mecano-soldadas deben tomar en cuenta las indicaciones particulares de los diseños entregados por Metro, quien indica las líneas y planos directores de guía y de rodamiento, las cotas, los emplazamientos de los agujeros, las marcas y el trazado de todas las partes impuestas.

Además, deben precisar, el emplazamiento de las juntas soldadas con un marcado del o de los tipos de soldadura que están representadas por esquemas que precisan la preparación de los bordes a soldar y las tolerancias dimensionales de los cordones de soldadura.

3.1.2. Descriptivo del Modo Operatorio de Soldadura

Para cada tipo de soldadura, el fabricante establece un documento descriptivo del modo operatorio de soldadura propuesta, en el que deben figurar las informaciones siguientes:

- El tipo de producto (perfiles de pista de rodamiento o de chapa, la clase y la calidad del acero y los espesores de las piezas a ensamblar).
- El o los procedimientos de soldadura utilizados.
- La designación normalizada, si existe y comercial de los productos de aporte y de protección (flujo sólido o gaseoso).
- Las características geométricas y la preparación de los bordes a soldar (en el caso de un ensamblaje que no sea extremo con extremo, las características geométricas

y la preparación de los bordes que deben figurar en la descripción solicitada son las del ensamblaje sometido a la calificación).

- La separación de los bordes a soldar.
- La naturaleza del soporte provisional, si procede.
- La repartición de los pases previstos y el procedimiento de soldadura utilizado para cada uno de ellos.
- Los parámetros de soldadura (diámetro o sección de los productos de aporte, tensión, intensidad, velocidad de avance y de desenrollado, etc).
- Las condiciones de precalentamiento, si procede.
- La o las posiciones de soldadura.

Esta enumeración no es limitativa, queda entendido que la descripción de un modo operatorio de soldadura debe suministrar, de una forma general, todas las informaciones concernientes a la ejecución de la soldadura y de su control. Un modelo de descripción del modo operatorio de soldadura se adjunta en el anexo A.

3.2. Cantidad de Ensamblajes de Calificación y Lugar de Ejecución

Los ensayos de ejecución de un modo operatorio se efectúan en un ensamblaje único. El fabricante selecciona el lugar de ejecución de este ensamblaje.

3.3. Preparación de los Ensamblajes de Calificación

Según el tipo de soldadura (o preparación de junta), se distinguen dos tipos de ensamblaje:

- El ensamblaje sobre juntas, extremo a extremo con penetración,
- El ensamblaje sobre junta, en ángulo, no interpenetrado.

3.3.1. Ensamblaje Sobre Junta Extremo con Extremo con Penetración

Para el ensamblaje sobre junta extremo con extremo con penetración, el ensamblaje de calificación presenta bordes achaflanados con realización de la soldadura, ya sea sin costura en el reverso y sin soporte o bien con un soporte provisional en el reverso (véase en el anexo B el esquema de los tipos de ensamblaje).

El ensamblaje "tipo" de calificación debe ser seleccionado en función del método de soldadura escogido por el fabricante para la realización de las piezas mecano-soldadas.

3.3.2. Ensamblaje Sobre Junta, en Ángulo, no Interpenetrado

Para el ensamblaje sobre junta, en ángulo, no interpenetrado, el ensamblaje de calificación se realiza a partir de una chapa situada verticalmente en el extremo de la superficie interior de un ala de perfil de pista metálica de rodamiento. El punteo de la chapa se debe efectuar exteriormente, como se indica en el esquema del anexo B, únicamente con la finalidad de contraponerse al efecto de la retracción del cordón de soldadura.

3.4. Características Geométricas de los Ensamblajes de Calificación

3.4.1. Espesores

El espesor debe ser de 16 mm para los bordes del ensamblaje extremo con extremo y de 15 mm para la chapa del ensamblaje en ángulo.

3.4.2. Preparación de los Bordes

Los valores de los ángulos de achaflanado, " α ", altura de talón "c", separación de los bordes "e" y las tolerancias de ejecución sobre estos valores nominales, están definidos en el descriptivo del modo operatorio de soldadura (ver Anexo B).

3.4.3. Dimensiones y Naturaleza de las Muestras Constitutivas de los Ensamblajes

Las muestras se ejecutan a partir de chapas de la misma clase de acero que el perfil de pista metálica de rodamiento (las características del acero están estipuladas en la especificación técnica correspondiente).

- a) Muestra del ensamblaje extremo con extremo
 - Longitud : 800 mm
 - Ancho : 300 mm
- b) Muestra del ensamblaje de ángulo
 - Longitud : 450 mm
 - Ancho : 35 mm (chapa) - 230 mm (ala pista).

3.5. Posición de Ejecución de las Soldaduras

Las soldaduras en los dos ensamblajes de calificación, un extremo con extremo, la otra en ángulo, se deben ejecutar a plano.

3.6. Exámenes de los Ensamblajes de Calificación

3.6.1. Examen no Destructivo

Las soldaduras de los dos ensamblajes de calificación se someten a un examen visual después de retirar el listón soporte provisional de la junta extremo con extremo (eventualmente utilizada), únicamente con el objetivo de controlar del lado anverso y reverso sus formas, sus dimensiones y sus defectos de superficie.

3.6.2. Exámenes Destructivos

- **Ensamblaje de calificación extremo con extremo, con penetración**

La naturaleza y la cantidad de ensayos se dan a continuación. Los mismos conciernen todos los procedimientos de soldadura.

Tipos de ensayos		Cantidad de ensayos
Tracción	Probetas prismáticas transversales a la soldadura	2
Plegado en traviesa de la junta soldada	al anverso (1)	2
	al reverso (1)	2
Ensayo de flexión por choque (resiliencia)	entalladura en el eje de la probeta situada en superficie	3
	entalladura a 2 mm como máximo de la zona de unión probeta situada en superficie	3
Examen metalográfico	macrografía	1

(1) Para los procedimientos MAG semiautomáticos y automáticos, los plegados anverso y reverso se reemplazan por plegados del lado en 4 probetas tomadas a través de la junta soldada, conforme al anexo C.

- **Ensamblaje de calificación en ángulo, no interpenetrado**

Para este ensamblaje se deben efectuar 4 exámenes macrográficos.

3.6.2.1 Tomas de Muestras y Maquinados de las Probetas

La toma de muestras de las probetas para ensayos mecánicos y exámenes metalográficos se realizan conforme al anexo C para el ensamblaje en junta extremo con extremo con penetración y según el anexo D para el ensamblaje sobre junta en ángulo, no interpenetrado.

Las condiciones de tomas de muestras y de preparación de las probetas (dimensiones, tolerancias, maquinados) son las previstas en las normas indicadas a continuación:

Toma de muestra y preparación de las probetas

Tipo de ensayos		Normas
Tracción	probeta prismática	EN 895
Plegado	al anverso al reverso de lado	EN 910
Ensayo de flexión por choque (resiliencia)	en superficie	EN 875
Macrografía		EN ISO 6506

3.6.2.2 Condiciones de Ejecución de los Ensayos

Los ensayos se ejecutan conforme a los documentos indicados a continuación:

Condiciones de ejecución de los ensayos

Tipo de ensayos		Normas	Especificaciones
Tracción	probeta prismática	EN 895	
	al anverso		
	al reverso		EN 1042-1
Plegado	de lado		EN ISO 7438
Ensayo de flexión por choque (resiliencia)	en superficie	EN 875	Para la temperatura de ensayo, véase (2)
Macrografía		EN ISO 6506	

(2) En lo que respecta a la temperatura de los ensayos en probeta de ensayo de flexión por choque (resiliencia), ésta se toma igual que una de las temperaturas para las que los metales de base gozan de una garantía de resiliencia, a menos que el conductor seleccione un valor diferente superior a éste pero, en cualquier caso, como máximo igual a + 20 °C.

3.7. Resultados a Obtener

3.7.1. Examen no Destructivo

Las tolerancias y criterios de aceptación a obtener al efectuar el examen visual de los ensamblajes son los de la clase de calidad 1 de la norma francesa NF P22-471 o equivalente.

3.7.2. Exámenes Destructivos

3.7.2.1 Ensayos de Tracción

El valor de la resistencia a la tracción debe ser igual o superior al valor mínimo de garantía de la resistencia de la clase de acero E 24-3 FN utilizado para la fabricación de los perfiles de pista de rodamiento; este valor está definido en la norma EN 10025.

3.7.2.2 Ensayo de Plegado

Los ensayos se deben conducir hasta obtener ramas paralelas.

En el caso de aparición de fisuras en el metal fundido o en la zona de unión, la longitud máxima admisible de un defecto es de 3 mm.

3.7.2.3 Ensayos de Flexión por Choque

Para un temperatura mínima de ensayos de 0°C, los valores requeridos son:

Valores de energía absorbida por la ruptura

Energía absorbida por la ruptura J	
media de 3 probetas	individual mínima
28	21

En cada serie de tres ensayos:

- Ningún resultado debe ser inferior al valor individual mínimo.
- Para las medidas efectuadas en el metal fundido, un resultado individual como máximo puede ser inferior al valor medio requerido.

3.7.2.4 Exámenes Macrográficos

Las macrografías deben mostrar una buena repartición de los diferentes pases. No deben revelar defectos de dimensiones superiores a los límites establecidos por la norma NF P22-471 o equivalente para la clase de calidad 1.

3.8. Contraensayos

3.8.1. Caso General

Un ensayo de tracción, de plegado o de flexión por choque (resiliencia) se anula y debe volverse a realizar cuando los resultados no conformes a las exigencias de la presente especificación se deben a la presencia en la probeta de un defecto no descubierto previamente, a un incidente o a un error de ejecución de la probeta o del ensayo.

3.8.2. Ensayo de Flexión por Choque (resiliencia)

Para los ensayos de flexión por choque (resiliencia), si la media de los tres resultados no es igual al valor requerido se toman tres probetas suplementarias. Esos tres nuevos ensayos deben satisfacer:

- Las condiciones del cuadro del acápite 3.7.2.3
- Asociados a los tres precedentes, llevar la media general a un valor al menos igual al del cuadro del acápite 3.7.2.3.

3.9. Ámbito de Validez de la Calificación

3.9.1. Definición

El ámbito de validez de la calificación establece los límites de las variaciones de los parámetros fuera de los cuales cesa la calificación.

Todas las características no citadas en este párrafo se consideran como sin efecto sobre la validez de la calificación.

Todas las condiciones de validez enunciadas a continuación se aplican independientemente unas de otras.

3.9.2. Piezas a Ensamblar

3.9.2.1 Clase y Calidad del Acero

La calificación sólo es válida para la clase, la calidad y el estado de suministro del acero E 24-3 FN utilizado para la fabricación de los perfiles de pista de rodamiento.

3.9.2.2 Espesor del Ensamblaje de Calificación

- Ensamblaje sobre juntas achaflanadas

Si el ensamblaje de calificación ha sido realizado con un espesor " t_0 " o " t_o " es el espesor en milímetros de la pieza achaflanada, la calificación es válida para los espesores " t " tales como:

$$0,75 t_0 < t < 1,5 t_0 + 3 \text{ mm}$$

- Ensamblajes en ángulo inferior

Si el ensamblaje de calificación se realiza con una ranura de espesor teórico " a_1 " y un espesor " t_1 " o " t_l " es el espesor más reducido de los dos elementos que constituyen el ensamblaje, la calificación es válida para los valores " t " y " a ", tales como:

Dimensiones en milímetros

$$0,6 t_1 < t_2 < t_1 + 3 \text{ mm}$$

$$0,6 a_1 < a_2 < a_1 + 3 \text{ mm}$$

$$\text{con : } t_1 < t_2 < 4 t_1$$

3.9.2.3 Producto de Aporte

La calificación sólo es válida en la medida en que la designación en una norma francesa o en la marca, así como los diámetros son los mismos que en la descripción del modo operatorio de la soldadura calificada. En la designación normalizada, no deben considerarse las características siguientes: rendimiento y posición de soldadura, modo de alimentación eléctrica.

Salvo en el caso de los cordones de primer pase, se admite poder utilizar electrodos de un diámetro inmediatamente superior o inferior en la serie normalizada. Esta disposición también es aplicable al hilo utilizado en procedimientos semiautomáticos y automáticos, a reserva de no hacer variar la energía de $\pm 10\%$, en relación a la medida al efectuar la calificación y sin perjuicio del respeto de las prescripciones del acápite 3.9.6.

Cada vez que haya cambio de producto de aporte con mantenimiento de la calificación, el fabricante debe disponer de un certificado de recepción del nuevo producto, documento que debe presentarse para acuerdo al representante o al recepcionista de Metro.

3.9.2.4 Flujo de Protección

El modo operatorio de soldadura deja de estar calificado si hay remplazo:

- De un gas de protección del arco por otro,
- De un flujo en polvo por otro, incluso si este último tiene una denominación idéntica según la norma EN 760.

3.9.3. Naturaleza y Preparación del Ensamblaje

3.9.3.1 Naturaleza del Ensamblaje

Los ensamblajes de calificación definidos en el acápite 3.3 califican los ensamblajes a realizar correspondientes.

3.9.3.2 Preparación de los Bordes

La calificación sólo es válida para el perfil achaflanado o de borde con los límites de tolerancia correspondientes, definidos en la descripción de cada modo operatorio seleccionado por el fabricante.

3.9.3.3 Presencia de un Soporte

La calificación sólo sigue siendo válida en la medida en que no se introduzca un soporte permanente.

3.9.4. Procedimiento de Soldadura

La calificación sólo es válida para un mismo procedimiento de soldadura o un mismo conjunto de procedimientos utilizados en un orden determinado. Además, para un procedimiento dado no se admite:

- Pasar de un depósito multipases a un depósito monopase o viceversa,
- Para un depósito multipases reducido de 20% la cantidad de pases en relación al espesor y a la sección del metal fundido,
- En un procedimiento de soldadura automática con hilo fusible introducir o suprimir una cabeza de soldadura,
- Cambiar la naturaleza de la corriente (continua por alterna o pulsada o viceversa),
- Para la corriente continua o pulsada, cambiar la polaridad del electrodo o de la cabeza de soldadura,

- En un procedimiento de soldadura automática, introducir o suprimir las oscilaciones de la cabeza de soldadura o modificar la frecuencia.

3.9.5. Posición de Soldadura

Una calificación es válida para la posición para la que ha sido efectuada. Sin embargo, en soldadura manual y para las clases de acero de límite de elasticidad nominal inferior a 355 MPa, una posición califica todas las posiciones, salvo si se exigen resiliencias.

En este último caso, la calificación sobre un ensamblaje en posición vertical montante califica todas las posiciones.

3.9.6. Precalentamiento y Temperatura entre Pases

No se admite, para cada uno de los procedimientos de soldadura aplicados:

- Cuando hay una protección gaseosa, introducir un precalentamiento a más de 50° C en un modo operatorio que no lo preveía,
- Según los parámetros escogidos por el fabricante:
 - modificar en más de 50° C la temperatura de calentamiento obtenida al realizar la calificación,
 - adaptar una temperatura mínima de precalentamiento o una temperatura máxima entre pases respectivamente inferior o superior en 50° C a aquellas que han sido adoptadas al efectuarse la calificación.

4. CONDICIONES DE FABRICACIÓN

4.1. Diseños

Las piezas deben realizarse conforme a los diseños de ejecución aprobados por Metro. No se autorizan soldaduras que no figuren en estos diseños.

El Proveedor debe precisar en los diseños de ejecución todas las tolerancias dimensionales y todas las características de los cordones de soldaduras, si estas informaciones no figuran en los diseños que Metro le entrega.

4.2. Preparación de las Piezas a Soldar

El corte de las piezas debe efectuarse obligatoriamente con sierra o con tronzadora.

4.3. Preparación de los Bordes a Soldar

El corte de los bordes a soldar debe realizarse por un procedimiento semiautomático o automático.

Las piezas deben embridarse sobre un banco durante el corte. Se recomienda el corte con una antorcha de plasma. El Proveedor podrá suministrar otro procedimiento de corte a la aprobación de Metro.

El ángulo a obtener entre los dos bordes a soldar debe estar comprendido entre 65 y 75°, también repartido sobre los dos bordes.

Las zonas destinadas a ser soldadas se limpian por amolado antes de la soldadura.

4.4. Ejecución de las Soldaduras

Las condiciones de ejecución siguientes deben respetarse imperativamente, toda modificación debe someterse a la aprobación de Metro.

Las pistas se embridan sólidamente sobre un banco indeformable. Igualmente deben fijarse con pernos una a otra por medio de los orificios perforados en el alma.

Las operaciones de soldadura se realizan bajo techo.

Si la temperatura de las piezas a soldar es inferior a 5° C se impone un calentamiento. Preferentemente la soldadura debe efectuarse a plano.

Deben respetarse los parámetros y las condiciones de soldadura definidos por el descriptivo del modo operatorio de soldadura estipulados en el acápite 3.1.2.

Para los ensamblajes sobre junta extremo a extremo, el fabricante debe tener en cuenta las condiciones particulares siguientes:

- La soldadura de la junta se efectúa en varios pases por un procedimiento semiautomático o automático,

- Se recomienda el procedimiento de soldadura al arco bajo protección de gas inerte con hilo fusible relleno con flujo pulverulento básico o rutilo-básico (procedimiento MIG con hilo relleno),
- La soldadura se realiza con una penetración al reverso, se autoriza la utilización de un listón soporte provisional bajo la soldadura,
- El primer pase se ejecutará utilizando el método "del paso del peregrino", para contraponerse de la mejor forma a las deformaciones. Este método consiste en depositar cada metro aproximadamente un cordón de soldadura de una longitud máxima de 500 mm.

Para los ensamblajes sobre junta en ángulo, las condiciones particulares son las siguientes:

- El punteo de los bordes a soldar se realiza por el procedimiento de soldadura con arco manual,
- La soldadura puede efectuarse ya sea por el procedimiento de soldadura en el arco manual con electrodos de revestimiento básico o rutilo-básico de un diámetro de 3,15 mm o bien por el procedimiento MIG definido anteriormente.

4.5. Terminación de las Soldaduras

Las soldaduras y las zonas vecinas deben limpiarse para obtener una superficie neta y libre de proyecciones metálicas y de escorias.

4.6. Enderezamiento

El enderezamiento en frío en la prensa de las piezas mecano-soldadas se admite previa coordinación con Metro. Se puede imponer un control por resudado y/o por ultrasonido para verificar que se respeta esta condición.

Todo otro procedimiento de enderezamiento debe someterse a la aprobación de Metro.

4.7. Marcas

Las piezas llevan, en su extremo, a nivel del alma de los perfiles de pista y fuera de las zonas de embridado, las marcas enumeradas a continuación punzonadas en hueco:

- Marca del fabricante (en abreviatura),
- El número del mes seguido de las dos últimas cifras del año de fabricación.

4.8. Acabado de Ejecución

Las piezas deben estar sanas en todas sus partes, perfectamente desbarbadas y libres de todas las huellas de corrosión procedentes de un almacenamiento exterior.

Las superficies deben ser lisas, no deben presentar grietas, fisuras, burbujas de gases, costas, falta de material, repliegue o defecto cualquiera que pueda perjudicar el empleo de las piezas mecano-soldadas.

Los mecanizados se efectúan de forma mecánica y según las indicaciones dadas en los diseños aprobados por Metro.

4.9. Reparación

Los defectos superficiales pueden eliminarse por retirada de metal (burinado en frío, amolado, mecanizado u otros métodos aprobados), previa aprobación de Metro.

Metro puede autorizar reparaciones poco importantes y bajo la responsabilidad del Proveedor, quien puede proponer ya sea una recarga o un retoque del cordón de soldadura que presente un defecto. Estos retoques deben efectuarse sobre un metal sano en presencia del agente recepcionista, si Metro lo juzga necesario, la pieza puede someterse a un control destructivo.

Están prohibidos las recaladuras locales, toda reparación efectuada sin acuerdo previo y cualquier camuflaje de un vicio de la pieza, lo que puede ocasionar el rechazo de la totalidad del suministro.

5. CONDICIONES DE RECEPCIÓN

5.1. Presentación de las Piezas en Recepción y Formación de los Lotes

Un conjunto de piezas del mismo tipo y de la misma clase de acero constituye un lote. Todas las piezas se presentan en estado terminado.

5.2. Controles sobre Material

Las características mecánicas y químicas del acero utilizado para la fabricación de las piezas mecano-soldadas deben ser conformes a los valores estipulados en la especificación de los perfiles de pista de rodamiento.

Se le debe entregar al agente recepcionista un certificado de ensayo sobre el producto acabado establecido por el fabricante de acero.

5.3. Verificaciones Geométricas

Los controles que conciernen la geometría de las piezas y las cotas funcionales mencionadas en los diseños entregados o aprobados por Metro.

La definición de estas verificaciones geométricas, así como las tolerancias dimensionales se precisan en el anexo E de la presente especificación.

Las verificaciones se efectúan mediante anillos, calibres y plantillas homologadas por el agente recepcionista. Todos los instrumentos de medición, así como los gastos ocasionados por las verificaciones corren a cargo del Proveedor.

5.4. Control de las Soldaduras

El control de las soldaduras se realiza, durante todo el proceso, por un examen visual.

Los defectos de soldadura no autorizados son los siguientes : grieta, fisura, pegadura, burbujas de gases, inclusiones de escoria, aspecto de cordón, aspecto de soldadura cóncava, oquedades.

En la superficie inferior de las piezas mecano-soldadas en apoyo con los durmientes, el cordón de soldadura debe presentar un aspecto plano obtenido por un mecanizado definido por el fabricante.

La no penetración al reverso está permitida para una longitud acumulada de 100 mm sobre 300 mm de cordón de soldadura. La profundidad de la no penetración debe ser de 1 mm.

Como la penetración es difícilmente visible en las piezas mecano-soldadas, su control debe efectuarse con un endoscopio.

En el caso de duda sobre la calidad de las soldaduras debido a una degradación de las condiciones de fabricación, el control visual puede acompañarse de un control no destructivo más detallado (radiografía, ultrasonidos, etc.).

Para este control excepcional se deben aplicar los criterios de aceptación de clase de calidad 2 de la norma francesa NF P22-471 para los defectos siguientes:

grietas - fisuras - falta de fusión - cavidades o burbujas de aire - inclusiones de escoria.

5.5. Condiciones de Aceptación

Para que sea aceptado, el conjunto de un lote debe satisfacer las condiciones de las verificaciones y de los controles definidos en los acápites 5.2, 5.3 y 5.4.

Cuando la calidad de la soldadura se verifica a través de un control unitario de las piezas, toda soldadura defectuosa ocasionará el rechazo de la pieza concernida y no de la totalidad del lote.

Excepcionalmente se podrá autorizar, a petición del fabricante, un retoque de la zona defectuosa a condición que se respeten las cláusulas estipuladas en el acápite 4.9.

En el caso de un retoque no satisfactorio, se pronuncia el rechazo definitivo.

Las verificaciones geométricas se efectúan por control unitario para los lotes \leq a 5 piezas y por control por sondeo para los lotes $>$ a 5 piezas.

En este último caso, no se debe descubrir ninguna pieza defectuosa, so pena de rechazo del lote concernido.

No obstante, a petición del fabricante, se puede efectuar un nuevo control después de clasificación del lote concernido.

Al efectuar este nuevo control, toda pieza defectuosa ocasiona el rechazo definitivo del lote clasificado.

6. GARANTIA Y DERECHOS DE PATENTE

6.1. Garantía

El Proveedor garantiza sus suministros de piezas durante dos años a partir de la fecha de la puesta en servicio de éstas en las vías.

Toda pieza que, durante este plazo, se deteriorara por una causa que no sea el desgaste normal o en la que se observen defectos que hayan escapado a la recepción en planta, da lugar al suministro gratuito de una pieza idéntica o al pago por parte del Proveedor de una indemnización igual al valor de la pieza.

A petición, del Proveedor, se le devuelve la pieza fuera de servicio, los gastos de transporte corren a su cargo.

6.2. Derechos de Patente

Los derechos eventuales de patente corren a cargo del Proveedor quien garantiza a Metro contra toda reclamación en este sentido.

7. ANEXOS

ANEXO A: DESCRIPCIÓN DEL MODO OPERATORIO

1. Definición del ensamblaje de ensayo del modo operatorio

Ensamblaje extremo a extremo con

- marca :..... en muestra
- Planos - Longitud :
- Ancho : Espesor

2. Características del modo operatorio

- Metal de base :
- Naturaleza;
- Clase
- N° de colada :
- Tipo :
- procedencia :
- composición química y propiedades mecánicas, según el certificado de ensayo del fabricante de acero adjunto en anexo
- Preparación del ensamblaje y repartición de los pases (según esquema):
- Preparación por : oxicorte amolado mecanizado otro procedimiento
- Procedimiento de soldadura :

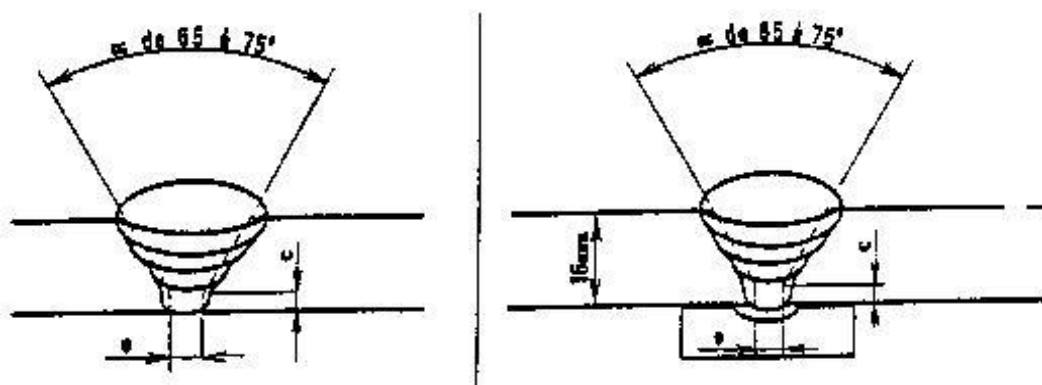
N° de pases						
Posición de soldadura						
Soldadura auto-N° de cabezas						
Frecuencias oscilaciones						
Soldador u operador						
Producto de aporte : Hilo (F) o electrodo (E)						
Designación normalizado en la marca						
Diámetro						
N° de lote						
Guía hilo - fusible - no fusible						
Flujo de protección pulverulento - designación gaseoso - designación reverso - caudal l/min enverso caudal l/min						
Naturaleza de corriente						
Polaridad del electrodo o del hilo						
Intensidad I en A						
Tensión U en V						
Velocidad de ejecución V de un pase : cm/min						
Velocidad de desenrollado del hilo : cm/min						
Energía en J/cm $\frac{U \times I \times 60}{V}$ V en cm/min						
T° de precalentamiento en °C						
T° entre pases en °C						
Material de soldadura - máquina - puesto						
Escarpado (naturaleza)						

ANEXO B: PREPARACIÓN DE LOS ENSAMBLAJES DE CALIFICACIÓN

Ensamblaje sobre junta, extremo a extremo, con penetración

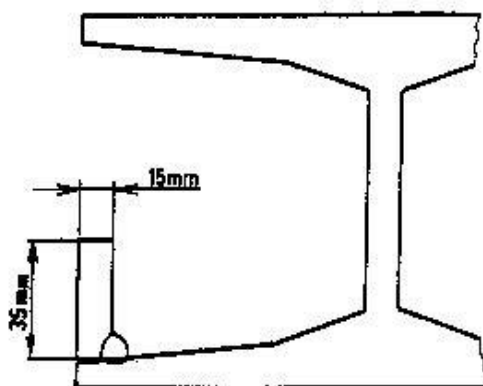
de 65 a 75°

de 65 a 75°



soldadura sin retoque en el reverso y sin soldadura con soporte provisional en el reverso
soporte

Ensamblaje sobre junta, en ángulo no interpenetrado

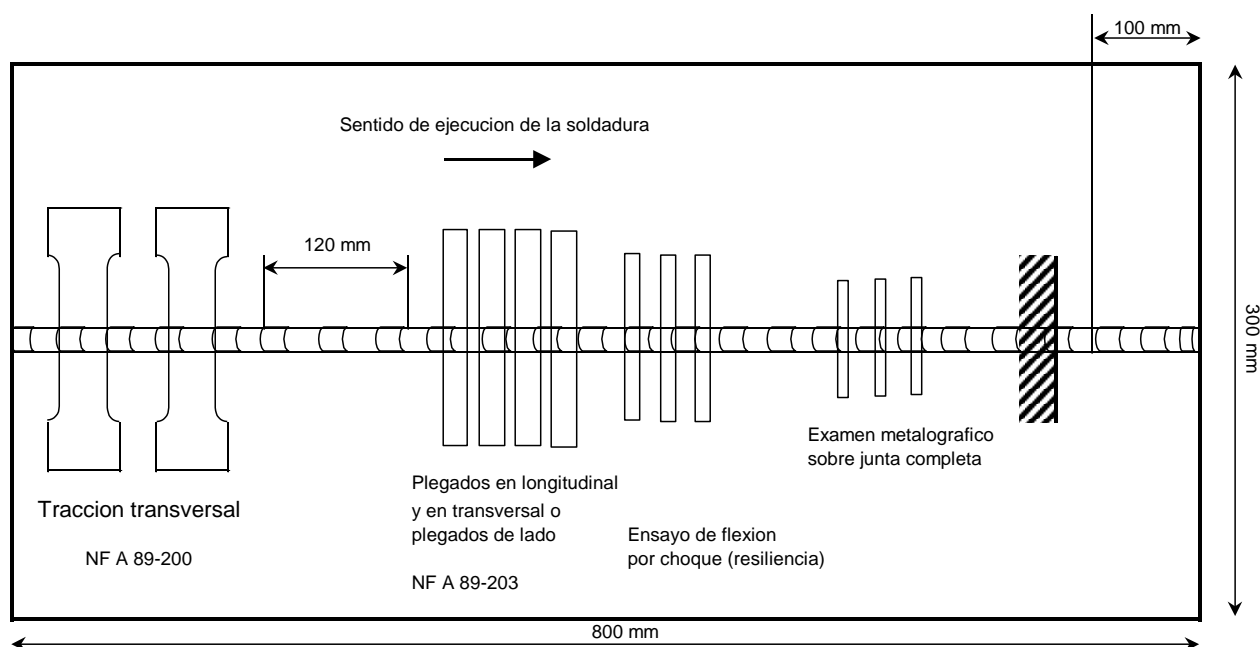


zona de punteo de la chapa

ANEXO C: DIMENSIONES DE LAS MUESTRAS Y EJEMPLO DE LAS TOMAS DE MUESTRAS PARA ENSAYOS EN EL CASO DE LOS ENSAMBLAJES SOBRE JUNTAS, EXTREMO CON EXTREMO

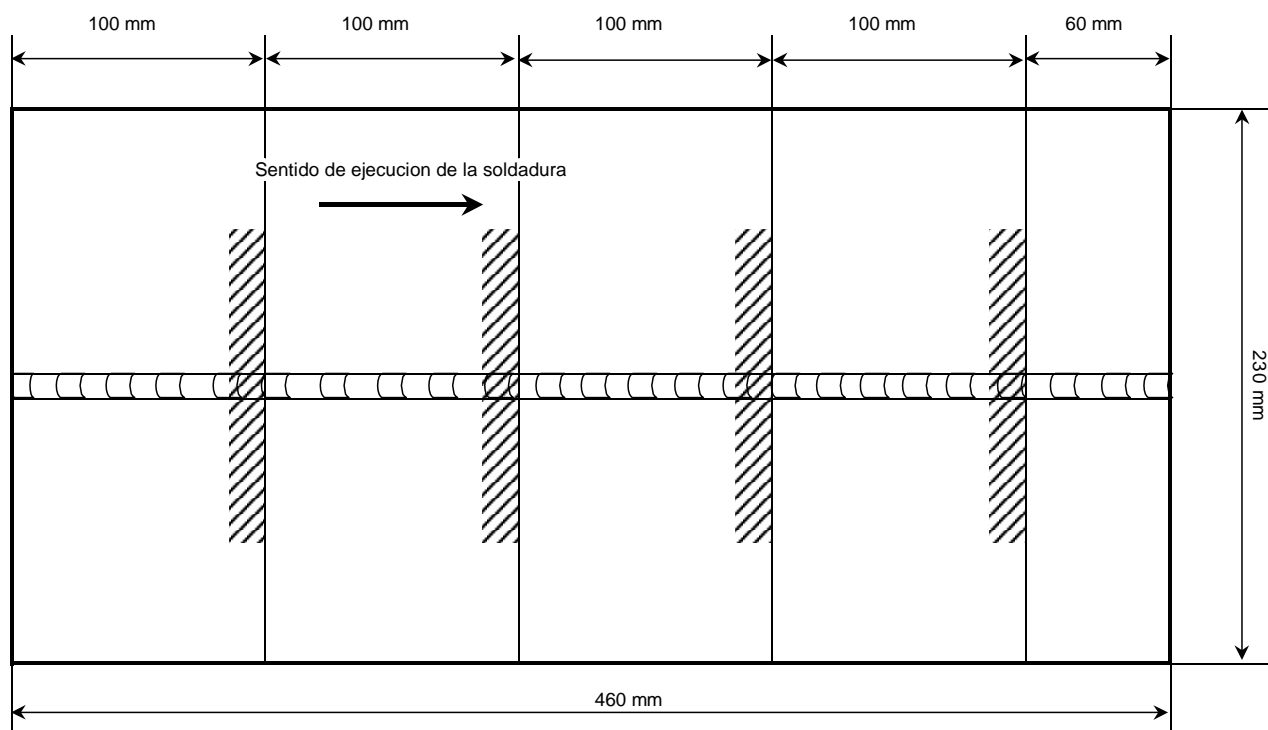
DIMENSIONES DE LAS MUESTRAS CONSTITUTIVAS DE LOS ENSAMBLAJES Y EJEMPLOS DE LAS TOMAS DE MUESTRA PARA ENSAYOS MECANICOS Y EXAMEN METALOGRAFICO

Caso de ensamblaje sobre junta, extremo a extremo, con penetración



ANEXO D: DIMENSIONES DE LAS MUESTRAS CONSTITUTIVAS DE LOS ENSAMBLAJES Y EJEMPLOS DE POSICIÓN DE LAS TOMAS DE MUESTRA PARA EXAMEN METALOGRÁFICO

Caso del ensamblaje sobre junta, en ángulo, no interpenetrada



ANEXO E: VERIFICACIONES GEOMÉTRICAS DE LAS PIEZAS CON SOLDADURA MECÁNICA

GENERALIDADES

Las piezas mecano-soldadas, que entran en el montaje de los aparatos de vía, aseguran a la vez las funciones de soporte y de guía de los coches sobre neumáticos.

En caso de desinflado o pinchazo de los neumáticos portadores, los elementos de riel ensamblados a las piezas mecano-soldadas deben garantizar el soporte de las llantas metálicas de seguridad de los coches.

Por lo tanto, la superficie horizontal de los aparatos de vía comprende dos caminos de rodamiento paralelos que pueden recibir cargas idénticas.

La guía transversal está asegurada como en la vía de ferrocarril clásico, por el trinquete de las ruedas de seguridad que se apoyan a lo largo del borde de rodamiento de los rieles fijados sobre las piezas mecano-soldadas.

Así, el Contratista deberá asegurar que las piezas mecano-soldadas permitan:

- a) un rodamiento perfecto de las ruedas neumáticas, gracias al acabado de la superficie de rodamiento y a obtener, entre las piezas, juntas de ancho mínimo y sin desnivelación,
- b) un respeto del trazado en plano correspondiente a la guía transversal asegurada por los elementos de riel,
- c) una intercambiabilidad de las piezas del mismo tipo, respetando escrupulosamente las tolerancias admitidas sobre las longitudes totales y la forma de los perfiles de extremos.

NATURALEZA DE LAS PIEZAS A REALIZAR

Las piezas mecano-soldadas a realizar pueden ser las siguientes:

- Pistas de cambio,
- Pistas de talón de aguja,
- Pistas de talón de corazón

NATURALEZA DE LOS CONTROLES

Tomando en cuenta el carácter específico de las piezas fabricadas, cada una de ellas se debe someter a las verificaciones geométricas enumeradas a continuación:

- Verificación de los planos de rodamiento (camino de rodamientos de los neumáticos y de los aros metálicos): en todas las piezas
- Verificación de las longitudes y de los perfiles transversales: en todas las piezas
- Verificación del trazado: en todas las piezas
- Verificación de los anchos y de las profundidades de las gargantas: en los corazones de cruzamiento y en las piezas contra-agujas
- Verificación de las puntas de cruzamiento: en los corazones.
- Verificación de las platinas de deslizamiento, topes, resaltes de talón, en las piezas contra-agujas.
- Verificación de las zonas de apoyo de la brida: en todas las piezas
- Verificación del ensamblaje de las piezas entre sí en fábrica (pre-armado) y antes de su instalación.

El detalle del conjunto de estas verificaciones se indica a continuación.

PRESENTACIÓN DE LAS PIEZAS A CONTROLAR

Antes de proceder a toda verificación, conviene cerciorarse de la planeidad de las partes activas de la superficie inferior de la pieza mecano-soldada : los apoyos de traviesas.

Para apreciar la planeidad de estos apoyos de durmiente, se colocan sobre cada una reglas de longitudes apropiadas y de 700 mm de longitud aproximadamente. Todos los cantos superiores de estas reglas deben encontrarse en un mismo plano. Los calces a inscribir bajo las reglas a fin de obtener esta planeidad no deben superar 2 mm de espesor. (El control de la planeidad efectuado a simple vista es suficiente).

A continuación, la pieza se coloca sobre caballete para todas las verificaciones ulteriores.

METODO GENERAL DE VERIFICACIÓN

De forma general, se procede como sigue:

- La planeidad se verifica con las reglas fabricadas con una tolerancia de 0,1 mm, en el ancho y el espesor,
- Los escuadrados se verifican con una escuadra normal de ajustador,

- Las longitudes se miden con cinta y con regla graduada,
- Las otras formas se verifican con plantillas "máximo" y "mínimo" con tolerancia de + 0,1; - 0 mm para una cota máxima y + 0; - 0,1 mm para una cota "mínima".

Las plantillas de control de las perforaciones de eclisaje y de los orificios de fijación de las alas de pistas son del tipo "entra" "no entra".

La fabricación de los calibres o plantillas de control corren a cargo del Proveedor, quien debe someterlos previamente a la aprobación de Metro.

VERIFICACIÓN DE LOS PLANOS DE RODAMIENTO DE LOS NEUMÁTICOS

Esta verificación concierne su planeidad

Verificación longitudinal

El plano de rodamiento de los neumáticos portadores se verifica por reglas repartidas a lo largo de la pieza por el mismo proceso que el expuesto en el artículo n° 4 anterior.

El espesor máximo de los calces no debe superar en este caso 1 mm, es decir, que la tolerancia de planeidad es + 0; - 1 mm.

En caso de litigio a simple vista, se utiliza un cordel tendido sobre calces de igual espesor situados en los extremos de la pieza.

Verificación transversal

El control se sitúa con un regla situada transversalmente a la pieza mecano-soldada.

La tolerancia de planeidad es de ± 1 mm.

Para las pistas de talón de corazón, además debe verificarse la nivelación transversal de una fila respecto a la otra : la diferencia máxima de nivel admitida en el extremo de la fila más corta (o en los dos extremos si las filas son de igual longitud) es de 1 mm.

VERIFICACIÓN DE LAS LONGITUDES Y DE LOS PERFILES TRANSVERSALES DE EXTREMOS

Longitud total

Se verifican las longitudes con un decámetro o un calibre con un tope en un extremo:
Tolerancia: + 1; - 2 mm.

Escuadrado de los extremos

Se garantiza el escuadrado de los extremos con una escuadra.

El defecto de escuadrado admisible es:

- Verticalmente, sobre la altura de la pieza: 1 mm
- Horizontalmente, sobre el ancho de la pieza: 1 mm

Ancho de los extremos

La cota nominal del ancho de los extremos mencionada en los diseños de la Unidad Vía de la RATP se debe verificar según la tolerancia: ± 2 mm.

VERIFICACIÓN DEL TRAZADO

Esta verificación concierne todas las pistas mecano-soldada, las pistas de agujas, las pistas de talón de corazones y las pistas de talón de aguja.

Enderezamiento de las filas rectilíneas

El control del enderezamiento de las filas rectilíneas se efectúa con un cordel tendido entre los extremos de las piezas a nivel del ala superior de la pista o de su alma.

La diferencia de rectitud aceptada es de ± 2 mm sobre la longitud total de la pieza a nivel del ala superior; de los efectos locales de longitud reducida (< 200 mm) se aceptan hasta un valor suplementario de ± 1 mm.

Verificación de las filas curvas y de las inflexiones

Estas verificaciones se realizan con cordones parciales y las posiciones de los puntos notables (puntas, etc). Remitirse a los croquis de tendido a nivel del espesor del ala superior de la pista o tendido a nivel de su alma, la medida de la flecha o de la altura de la inflexión se efectúa con la regla graduada.

Las filas curvas y las alturas de las inflexiones también pueden verificarse con la plantilla.

Para las filas curvas, según la longitud de la cuerda las tolerancias son, como se indica a continuación:

$\pm 1,5$ mm para las cuerdas 3 metros

$\pm 2,5$ mm para las cuerdas >3 metros

A nivel del ala superior se aceptan defectos locales suplementarios de longitud reducida (< 200 mm) de hasta ± 1 mm respecto a la curva teórica.

La tolerancia es de ± 2 mm para las alturas de inflexión.

Verificación de las longitudes parciales y de los emplazamientos de las inflexiones

Se debe aplicar la tolerancia de ± 1 mm para las longitudes parciales y ± 3 mm para el emplazamiento de los puntos de inflexión.

VERIFICACIÓN DE LA PERFORACIÓN DE LAS SUPERFICIES DE APOYO DE BRIDA

Se verifica:

- El diámetro de los orificios: $\pm 0,5$ mm
- La posición de los orificios en relación a las superficies de apoyo de la brida : ± 1 mm. Se utiliza una plantilla que se apoya sobre las superficies de apoyo de la brida y que comprende un saliente, con un diámetro teórico del orificio inferior a 2 mm, y en la posición teórica de este último, con una tolerancia de $\pm 0,1$ mm.
- La posición de los orificios entre sí y respecto al extremo de la pieza, usando una plantilla con salientes que comprende un tope destinado a realizar el contacto con el extremo de la pieza

El diámetro de cada saliente es 2 mm inferior al orificio correspondiente. La distancia del eje de cada saliente al tope es igual a la cota dada en el diseño entre el extremo y el eje del orificio correspondiente.

Los salientes de la plantilla deben poder penetrar al mismo tiempo en todos los orificios de las piezas, con el tope en contacto con el extremo de la pieza.

VERIFICACIÓN DE LA PERFORACIÓN PARA LAS FIJACIONES POR TIRAFONDOS

Para las perforaciones destinadas a las fijaciones de las pistas mecano-soldadas sobre las traviesas con tirafondos deben aplicarse las tolerancias siguientes:

- Distancias entre ejes y distancias respecto al borde de las alas de pistas: ± 1 mm

- Diámetro de los orificios: ± 5 mm

ENSAMBLAJE DE LAS PIEZAS MECANO-SOLDADAS

Se verifica el correcto ensamblaje por embridado de las piezas consecutivas.

El calado correcto de dos piezas ensambladas sobre el área de montaje está asegurado por apoyos simples gracias a angulares situados en el emplazamiento de los soportes de durmientes y en los extremos de las piezas.

No se admite ningún esfuerzo de empuje ejercido mediante gatos u otros dispositivos.

El montaje de dos piezas consecutivas se debe realizar con una junta máxima de 4 mm.

En este montaje se verifican los puntos siguientes :

- Apriete y posicionamiento correcto de los pernos y eclisas de uniones,
- Planeidad de los planos de rodamiento de los neumáticos; verificación mediante un cordel, de conformidad a los artículos 6-1 de la presente instrucción).