



**METRO.**  
METRO DE SANTIAGO

INGENIERIA BÁSICA  
PROYECTO LINEA 1 ORIENTE

ESPECIFICACION TECNICA DE EQUIPOS DE VIAS

EJECUCION DE SOLDADURAS ALUMINOTERMICAS DE RIELES,  
DE PISTAS METALICAS DE RODAMIENTO Y DE BARRAS DE GUIA

0	17/04/07	PARA CONSTRUCCIÓN	YS/MEP	Y.SKIFIC	AP/VZA	
REV. Nº	FECHA	EMITIDO PARA	PREPARO	J. ESPEC.	CONSORCIO	METRO S.A.
					APROBO	
CONSULTOR			Nº CONSULTOR : 2270-ETQ-200-VI-024			VERSION  0
CONSORCIO CONSULTOR SYSTRA / CADE-IDEPE / GEOCONSULT			Nº Metro S.A. :			
						
PROYECTO Nº 2270			Archivo: P2270/Documents/4 - Técnico/2 - Documentos/200/VI/3 - Emitidos/2270-ETQ-200-VI-024.doc			

**INDICE**

<b><u>ÍTEM</u></b>	<b><u>CONTENIDO</u></b>	<b><u>PÁGINA</u></b>
1.	GENERALIDADES .....	1
1.1	Objetivo .....	1
2.	CARACTERÍSTICAS DEL PROCEDIMIENTO .....	1
2.1	Principio.....	1
2.2	Aplicación .....	2
2.3	Procedencia de las Cargas para Soldaduras .....	2
2.4	Homologaciones .....	2
2.4.1	Homologación del Procedimiento .....	2
2.4.2	Homologación de la Aplicación .....	3
2.4.3	Aprobación de los Obreros Soldadores .....	3
2.4.4	Responsabilidad .....	3
3.	EJECUCIÓN DE LAS SOLDADURAS .....	4
3.1	Lugares de Realización de las Soldaduras .....	4
3.2	Verificación de las Cargas y Moldes .....	4
3.3	Prescripciones del Proveedor de las Cargas y de los Moldes .....	4
3.4	Preparación de la Junta .....	5
3.4.1	Longitud de la Junta a Soldar .....	5
3.4.2	Corte de los Perfilados.....	5
3.4.3	Entorno de la Junta.....	5
3.5	Ajuste de la Junta .....	5
3.5.1	Ajuste de los Perfiles .....	5
3.5.2	Ajuste en Perfil .....	6
3.6	Moldes .....	6
3.7	Instalación de los Moldes.....	7
3.8	Precalentamiento.....	7
3.8.1	Objetivo del Precalentamiento .....	7
3.8.2	Soldadura con Precalentamiento Normal.....	8
3.8.3	Soldadura con Precalentamiento Ligero .....	8
3.9	Ejecución de la Soldadura .....	8
3.9.1	Preparación del Crisol .....	8
3.9.2	Preparación de la Carga .....	9
3.9.3	Reacción y Colada.....	9
3.9.4	Retirada del Depósito de Escoria.....	10
3.9.5	Desmoldado y Corte .....	10
3.9.6	Amolado de Desbastado.....	10
3.10	Terminación de la Soldadura .....	10

<b><u>ÍTEM</u></b>	<b><u>CONTENIDO</u></b>	<b><u>PÁGINA</u></b>
3.10.1	Amolado de Acabado .....	10
3.10.2	Limpieza .....	11
3.10.3	Marcado .....	11
3.11	Prohibiciones y Prescripciones Varias .....	12
3.11.1	Condiciones Atmosféricas .....	12
3.11.2	Puesta en Servicio de una Soldadura Realizada Recientemente.....	12
3.12	Soldadura Defectuosa .....	13
3.13	Reparación o Reemplazo de una Soldadura.....	13
4.	RECEPCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	14
4.1	Modalidad de Recepción de las Soldaduras .....	14
4.2	Soldaduras de Ensayo para Homologación .....	14
4.3	Verificaciones a Efectuar .....	15
4.3.1	Verificación del Aspecto.....	15
4.3.2	Verificación de la Geometría.....	16
4.3.3	Macrografía .....	16
4.3.4	Actas de Recepción.....	16
4.4	Condiciones de Aceptación ó de Rechazo.....	17
4.4.1	Rechazo de Aprobación.....	17
4.4.2	Soldaduras no Conformes en la Vía .....	17
4.4.3	Aceptación.....	17
5.	DISPOSICIONES VARIAS .....	18
5.1	Gastos de Controles y de Ensayos .....	18
5.2	Plazo de Garantía.....	18
5.3	Reemplazo de las Soldaduras Defectuosas.....	18
5.4	Derechos de Patente .....	18

## **ANEXOS**

ANEXO A	DISEÑO RELATIVO A LAS TOLERANCIAS DE ACABADO
ANEXO B	DISEÑO RELATIVO A LAS TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 Objetivo

La presente especificación tiene por objetivo definir las condiciones de realización y de recepción de las soldaduras aluminotérmicas de los perfilados de rodamiento (rieles y pistas metálicas) o de guía (barra angular), para una vía con rodamiento sobre neumáticos.

La misma precisa:

- las características del procedimiento
- las condiciones de ejecución,
- la recepción en la obra de las soldaduras terminadas,
- las condiciones de garantía.

## 2. CARACTERÍSTICAS DEL PROCEDIMIENTO

### 2.1 Principio

El principio aluminotérmico se basa en el fenómeno de liberación de calor que resulta de la reacción fuertemente exotérmica de un óxido de hierro por el aluminio.

En su aplicación para las vías de ferrocarril, el metal en fusión obtenido por esta operación, a partir de una carga en polvo, se cuela en un molde prefabricado que rodea los extremos del perfilado a soldar que han sido previamente calentados a una temperatura de aproximadamente 900° C.

El calor aportado por la colada permite que los extremos que se encuentran reunidos por un metal de características parecidas a las del metal de base, se fundan, gracias a los productos de adición adecuados contenidos en la carga.

Según el mismo principio, una variante del método permite suprimir el precalentamiento. Para compensar el aporte de calor suministrado por esta operación, es necesario aumentar consecuentemente la carga de la soldadura.

También se utiliza un procedimiento intermedio, denominado "precalentamiento ligero".

## 2.2 Aplicación

En el estado actual de la experiencia adquirida sobre los diferentes procedimientos, únicamente se autoriza uno de los dos procedimientos con precalentamiento o con precalentamiento ligero. Dentro del marco de la presente especificación, no se autoriza el procedimiento de soldadura sin precalentamiento de los extremos.

La elección entre los dos procedimientos se define como sigue:

- para el riel de rodamiento: por uno de los dos procedimientos, con precalentamiento o con precalentamiento ligero,
- para la pista de rodamiento: por el procedimiento con precalentamiento,
- para la barra de guía y de toma de corriente: por uno de los dos procedimientos, con precalentamiento o con un precalentamiento ligero.

Al entregar la oferta el Proveedor debe precisar cual de los dos procedimientos elige.

## 2.3 Procedencia de las Cargas para Soldaduras

Las cargas para soldaduras utilizadas por el Proveedor se compran a una empresa especializada, denominada a continuación "el Proveedor". Las mismas deben ser conformes a la especificación técnica llamada "Cargas para soldaduras aluminotérmicas".

## 2.4 Homologaciones

### 2.4.1 Homologación del Procedimiento

Antes de todo inicio de realización de las soldaduras, el Proveedor debe recibir la aprobación del Cliente. Para ello debe entregar un informe que precise las modalidades de ejecución recomendadas por el Proveedor y, en particular:

- el procedimiento propuesto, si éste no es el especificado en el pedido: con precalentamiento normal o con precalentamiento ligero,
- las condiciones particulares de aplicación: abertura mínima de las juntas (con tolerancias), características y control del precalentamiento, características de los moldes, etc.,
- el material a utilizar para la realización de las soldaduras en vía para los dos tipos de procedimientos.

#### 2.4.2 Homologación de la Aplicación

Tiene por objeto verificar que el Proveedor dispone del material adecuado para realizar y controlar las soldaduras. Da lugar obligatoriamente a una serie de soldaduras de ensayo (véase acápite 4.2).

#### 2.4.3 Aprobación de los Obreros Soldadores

Para cada obrero soldador, el Proveedor debe entregar una solicitud de aprobación que precise:

- apellido, nombre, edad, dirección,
- la antigüedad en la profesión,
- las obras recientes donde ha sido empleado, ya sea como soldador o bien como auxiliar.

El Cliente o su representante puede dar una aprobación directa o solicitar la realización de soldadura de ensayos (véase acápite 4.2).

Si los resultados de los ensayos se consideran satisfactorios, tanto a nivel de la metalurgia como a nivel de la geometría y del tiempo de aplicación, se pronuncia la aprobación y el Cliente se la notifica al Empleador bajo la forma de un certificado de habilitación numerado que debe ser entregado al soldador.

Si los resultados de los ensayos no son satisfactorios, no se da la aprobación y entonces el mismo Proveedor u otra persona no pueden proponer al obrero concernido a una nueva aprobación durante los 6 meses que siguen.

En el transcurso de la obra, esta aprobación se puede retirar en caso de soldaduras defectuosas demasiado numerosas, de las que el soldador fuera personalmente responsable.

#### 2.4.4 Responsabilidad

Las diferentes aprobaciones no disminuyen de ninguna forma la responsabilidad del Proveedor, tanto cuanto a la calidad de las soldaduras como a la seguridad de los obreros, los riesgos de incendio y los daños eventuales a las instalaciones del Cliente.

### 3. EJECUCIÓN DE LAS SOLDADURAS

#### 3.1 Lugares de Realización de las Soldaduras

Las soldaduras aluminotérmicas normalmente son ejecutadas en las obras de instalación de vía, con los perfiles sujetos y ajustados en su posición definitiva.

Sin embargo, después del acuerdo del Cliente, el Proveedor puede previamente soldar los perfiles por grandes longitudes (por ejemplo 126 m), ya sea en el interior de la vía o bien en una obra especialmente organizada para obtener la mejor calidad de soldadura posible. Esta solución se recomienda particularmente para instalar vías nuevas en curvas.

Las grandes longitudes así realizadas se sueldan luego extremo con extremo en vía, siempre por el procedimiento aluminotérmico.

#### 3.2 Verificación de las Cargas y Moldes

Las cargas y moldes que el Proveedor utiliza (véase acápite 2.3) deben estar condicionados en forma de conjuntos o kits, necesarios para la realización de una soldadura, cada conjunto está situado dentro de un cartón protegido por una película plástica termorretráctil.

Cada conjunto debe mencionar:

- nombre del Proveedor,
- tipo de perfilado al que está destinado,
- procedimiento a utilizar: precalentamiento normal o precalentamiento ligero.

Las cargas se deben almacenar protegidas de la humedad y de la intemperie y lejos de las cerillas de cebado acondicionadas por separado.

#### 3.3 Prescripciones del Proveedor de las Cargas y de los Moldes

Las soldaduras se deben ejecutar según las prescripciones del proveedor de las cargas y de los moldes completadas por las condiciones expresadas a continuación.

### 3.4 Preparación de la Junta

#### 3.4.1 Longitud de la Junta a Soldar

El Proveedor establece el ancho nominal de la junta para cada tipo de perfilado a soldar y en función del procedimiento utilizado. Debe ser respetado imperativamente y obtenido si procede, por desplazamiento de los perfilados o recorte.

Las dos superficies de perfilados no deben presentar ninguna huella de oxidación y de grasa.

#### 3.4.2 Corte de los Perfilados

Se debe proceder a recortar los perfilados para obtener el ancho de junta necesario, la operación debe realizarse por corte mecánico (sierra mecánica o trozadora de disco) Se prohíbe el corte por oxicorte con soplete.

El corte debe ser regular y perpendicular al eje longitudinal del perfil.

#### 3.4.3 Entorno de la Junta

Las juntas deben encontrarse a una distancia mínima de 0,20 m del extremo más saliente del soporte más cercano (traviesa, aislador, bloque de protección, etc.). No debe haber menos de 4 m entre dos soldaduras consecutivas.

En curva, las fijaciones próximas a una junta a soldar se pueden liberar, pero las mismas deben ser puestas en su lugar nuevamente después de la soldadura.

Si los perfiles a soldar ya están montados en el lugar con las fijaciones que comprenden almohadillas de caucho y grapas de sujeción de nilón, éstos se depositan sobre las fijaciones que encuadran la soldadura y se vuelven a instalar como mínimo una hora después del fin de la ejecución de la soldadura. Si no se puede respetar esta prescripción, el material que pudiera ser deteriorado por una nueva reinstalación prematura debe reemplazarse a la mayor brevedad posible.

### 3.5 Ajuste de la Junta

#### 3.5.1 Ajuste de los Perfiles



Antes de la soldadura, los perfilados deben ajustarse cuidadosamente y deben corresponder tan exactamente como sea posible entre sí. Deben alinearse perfectamente:

- para los rieles: la banda de rodamiento y la superficie interna del champiñón,
- para las barras de guía: las superficies exteriores del angular, con prioridad para la superficie vertical que sirve de superficie de deslizamiento de los frotadores,
- para las pistas metálicas: la parte superior del ala superior y el extremo de esta ala, lado riel de rodamiento.

El ajuste debe efectuarse tanto en plano como en perfil, tomando en cuenta las contraflechas indispensables para anular el efecto de retracción cuando se enfría la soldadura. El valor de estas contraflechas, variable con el tipo de perfil, se deja a la apreciación del Proveedor.

Se llama la atención de este último de forma muy especial sobre la necesidad de obtener perfiles cuidadosamente alineados en sus superficies esenciales definidas anteriormente. En curva, se mantiene la regularidad de la curva utilizando todo dispositivo apropiado (tirante o prensa especial).

En el transcurso de las operaciones de ajuste, conviene impedir todo golpe que pueda dañar los perfilados; en particular están prohibidos los martillos, mazas y calces metálicos.

### 3.5.2 Ajuste en Perfil

La junta se debe ajustar de tal forma que después del amolado de acabado, la soldadura presente las tolerancias de alineación definidas en acápite 3.10.1.

El perfil de la soldadura está influenciado por el procedimiento utilizado para cortar la soldadura caliente, los valores de ajuste deben adaptarse en consecuencia.

Al comienzo de la obra, después de examinar las primeras soldaduras ejecutadas, el soldador debe controlar la exactitud de su ajuste y, en caso de necesidad, aportar las correcciones necesarias.

Se prohíbe ajustar en perfil por relleno de balasto bajo las traviesas.

## 3.6 Moldes

Los moldes se prefabrican y están concebidos para permitir la soldadura de perfiles ya sea en su instalación definitiva en la vía o bien fuera de la vía.

Las costuras de soldadura a realizar están definidas por el diseño adjunto en anexo. Sus dimensiones deben limitarse a 32 mm para el ancho y 16 mm para el espesor, en el caso de soldaduras con precalentamiento. Las costuras de soldadura obtenidas por el procedimiento con precalentamiento ligero pueden ocupar las zonas de refuerzo de las soldaduras que figuran en el diseño.

Sin embargo, bajo el patín de los rieles de rodamiento y bajo el ala inferior de la pista metálica, el saliente de la costura debe ser inferior a 5 mm.

Después del trabajo de acabado no debe haber ningún resalte en los emplazamientos enumerados a continuación:

- en las caras horizontales y verticales del champiñón para los rieles,
- en las caras exteriores del angular para las barras de guía,
- en el ala superior de la pista metálica.

### 3.7 Instalación de los Moldes

Después de verificar su buen estado externo e interno y la no obstrucción de los respiraderos y de los orificios de colada, el molde se instala de tal forma que el eje de la soldadura coincida con el eje del juego. Si se toman todas las precauciones, los elementos del molde deben ajustarse normalmente sobre el perfil y unirse correctamente después de un ligero apriete con la prensa de molde.

La hermeticidad está garantizada por un revestimiento sobre el contorno del perfilado mediante una pasta especial, denominada pasta para embetunar, adaptada al procedimiento de soldadura utilizado.

Un procedimiento denominado de junta seca que utiliza un revestimiento fieltro refractario permite simplificar esta operación.

### 3.8 Precalentamiento

#### 3.8.1 Objetivo del Precalentamiento

El precalentamiento está destinado a aportar las calorías complementarias a las calorías liberadas por la reacción aluminotérmica y a secar los diversos constituyentes utilizados.

Se realiza para evitar toda degradación del molde y su ejecución debe asegurar un calentamiento sensiblemente igual de los dos extremos.

### 3.8.2 Soldadura con Precalentamiento Normal

Este tipo de soldadura impone que los extremos a soldar se lleven, previamente a la colada, a una temperatura de aproximadamente 900°C.

El precalentamiento se realiza con un quemador aire/gasolina o aire/propano alimentado por un sobrealimentador. A fin de evitar toda oxidación de las secciones a soldar, el quemador debe estar ajustado de tal forma que su llama sea reductora (llama azul).

La interrupción del precalentamiento no debe ser el resultado de un tiempo de ejecución establecido a priori, sino de la observación de que los extremos han alcanzado efectivamente una temperatura del orden de 900°C.

### 3.8.3 Soldadura con Precalentamiento Ligero

Para este tipo de soldadura, el precalentamiento se ejecuta durante un tiempo determinado establecido por el Proveedor (aproximadamente 5 minutos para los rieles), sin control de la temperatura realmente alcanzada por los extremos a soldar al final de la operación.

El precalentamiento se realiza con un quemador propano/aire inducido propio a cada procedimiento. La potencia de calefacción de los diversos quemadores no es idéntica, se excluye emplear otro aparato que no sea el recomendado por el Proveedor.

## 3.9 Ejecución de la Soldadura

### 3.9.1 Preparación del Crisol

La reacción aluminotérmica se realiza en un crisol de material refractario situado debajo del molde antes del encendido de la carga.

Antes del empleo, el crisol debe estar en perfecto estado y sin humedad. Todo crisol nuevo o no utilizado después de cierto tiempo o que haya permanecido durante la noche en el exterior debe secarse antes de emplearlo.

Para un crisol nuevo, el secado se obtiene realizando dos falsas coladas o por un calentamiento durante 10 minutos como mínimo, con un quemador aire/gasolina o aire/propano alimentado por un sobrealimentador.

Para un crisol en curso de utilización, el secado se obtiene por una colada o un calentamiento con quemador aire/gasolina o aire/propano alimentado por un sobrealimentador durante 4 minutos como mínimo o un calentamiento con antorcha de propano especial, prevista para el secado de los corazones de acero al manganeso moldeado, durante 5 minutos como mínimo.

La falsa colada debe recibirse en un crisol desclasificado, previamente secado y cuyo orificio interior haya sido taponado herméticamente con materiales refractarios. Está prohibida la colada sobre el suelo, ya que la misma es peligrosa para el personal y para los cables enterrados.

Después de haber procedido a la verificación del buen estado del orificio inferior del crisol, éste se obtura con un casquillo de destaponado automático y magnesia, respetando las indicaciones del Proveedor. Está prohibido el destaponado manual.

El crisol se pone en posición de colada de tal forma que la altura de caída del chorro sea tan reducida como sea posible.

### 3.9.2 Preparación de la Carga

El soldador debe verificar en la etiqueta que la carga del saco corresponde efectivamente a la soldadura a ejecutar.

Los sacos que contienen las cargas utilizadas para las soldaduras deben estar en buen estado, toda carga cuyo estado presenta un defecto de estanqueidad debe eliminarse.

Antes de ser vertida en el crisol, la carga se homogeneiza por mezclado.

### 3.9.3 Reacción y Colada

La reacción comienza en el crisol con una cerilla pirotécnica de alto poder de encendido previamente encendida.

Una vez terminada la reacción, el destaponado del crisol se produce automáticamente pasado el tiempo necesario para la decantación.

Al final de la colada, el excedente de escoria se vierte en un depósito especial.

#### 3.9.4 Retirada del Depósito de Escoria

El depósito de escoria sólo debe desplazarse después de la solidificación de su contenido.

#### 3.9.5 Desmoldado y Corte

El soldador procede al desmoldado, de conformidad a las prescripciones del Proveedor y en particular al cabo del tiempo prescrito después del fin de colada.

Antes de ejecutar el corte, es necesario retirar todas las huellas de arena con cepillo metálico. Debe proscribirse la utilización de chorro de aire (peligro de aparición de las estructuras de temple).

El corte puede ejecutarse ya sea con la masa y con la tajadera o bien con un martillo burinador o con una tajadera-mazarrota. Se recomienda este último método, que garantiza una mejor geometría de la soldadura.

Si la soldadura comprende uniones entre los apéndices de colada y el champiñón, éstos se cortan en caliente, comenzado por el interior de la vía.

A continuación se eliminan los diferentes apéndices unidos a la costura del patín o de las alas de los perfiles.

#### 3.9.6 Amolado de Desbastado

Algunos minutos después del fin del corte se puede proceder a un amolado de desbastado dejando aproximadamente 1,5 mm de metal, sin tocar la superficie del perfilado. Este excedente es necesario para compensar la retracción del metal cuando se enfría.

### 3.10 Terminación de la Soldadura

#### 3.10.1 Amolado de Acabado

Después del amolado de desbastado, si éste ha sido efectuado y de cualquier forma después del enfriamiento completo de la soldadura, ésta se somete cuidadosamente a un mecanizado de superficie por amolado para restablecer tan perfectamente como sea posible la continuidad de la sección del champiñón para los rieles, la planeidad de las

superficies exteriores para los angulares y la planeidad de la superficie de rodamiento para las pistas.

Después del amolado, un defecto de alineamiento de los perfilados a nivel de cada soldadura sólo puede presentarse en forma de relieve o "punta", cuyos límites están fijados por las condiciones de control precisadas en el anexo B para el riel de rodamiento. La longitud de amolado para obtener estas tolerancias no debe exceder 0,60 m.

Para la superficie de rodamiento de la pista y la superficie de guía del angular, se verifica la tolerancia midiendo la flecha D3.

El Proveedor deberá señalar, antes de la soldadura, las juntas para las que el ala horizontal de la barra de guía no puede alinearse rigurosamente.

El Cliente se reserva el derecho de apreciar cada caso

#### 3.10.2 Limpieza

El soldador procede a la limpieza completa de las costuras (incluso bajo el patín) a fin de permitir las verificaciones previstas en el acápite 4.3. En particular debe eliminar todas las huellas de arena, amolar todas las rebabas y las secciones de recorte de los diferentes apéndices.

Al término de estas operaciones, para las cuales está estrictamente prohibido emplear la masa, la tajadera, el soplete o la muela para tronzar, el perfil de la soldadura no debe presentar ángulos agudos.

#### 3.10.3 Marcado

Toda soldadura aluminotérmica debe estar obligatoriamente marcada por el soldador que la ha realizado.

Los caracteres que constituyen este marcado se realizan con punzones para acuñar de 8 a 10 mm de altura, en el flanco del champiñón no interesado por el rodamiento a nivel de la soldadura realizada.

El marcado comprende:

- el n° del mes de ejecución (01 a 12),
- las dos últimas cifras de la fecha del año de ejecución,
- una marca propia al soldador

### 3.11 Prohibiciones y Prescripciones Varias

#### 3.11.1 Condiciones Atmosféricas

##### 3.11.1.1 Soldadura en Tiempo Húmedo

La soldadura en tiempo húmedo puede presentar peligros para el personal y puede ocasionar burbujas de aire o porosidades en la soldadura.

Para paliar los riesgos incurridos, el soldador debe respetar imperativamente las reglas enumeradas a continuación:

- antes de la colada: secar y proteger de la humedad la muela, el crisol y del depósito de escoria,
- durante la reacción y después de la colada: impedir el contacto de los productos en fusión (acero, escoria) con el agua o con cualquier otro material húmedo (lodo, arena, etc),
- no desplazar el depósito de escoria sino después de la solidificación completa de la alúmina.

En tiempo de lluvia debe proscribirse, salvo en caso de necesidad debidamente motivada, la soldadura aluminotérmica en el exterior:

##### 3.11.1.2 Soldadura en Tiempo Frío

Se aconseja no efectuar soldadura cuando la temperatura ambiente es cercana a 0°.

#### 3.11.2 Puesta en Servicio de una Soldadura Realizada Recientemente

La puesta en servicio (paso de una carga rodante) de una soldadura que acaba de ser efectuada sólo se puede efectuar si el metal de aporte ha vuelto a encontrar al menos el 80 % de sus características mecánicas.

Esta condición se considera como verificada cuando la temperatura externa del perfilado en el eje de la soldadura ha vuelto a bajar por debajo de 350° C, el control de la misma se realiza con un lápiz termocromo.

De forma indicativa, esta temperatura para un riel se obtiene, en condiciones atmosféricas templadas después de transcurrido los tiempos aproximados medidos a continuación a partir del encendido de la carga:

- soldadura con precalentamiento: de 30 a 35 min.,
- soldadura con precalentamiento ligero: de 25 a 30 min.

Además, no se puede autorizar ningún paso de circulación si no se ha efectuado un amolado de desbastado para que no subsista un sobreespesor de metal superior a 1,5 mm en las superficies interesadas por el rodamiento.

### 3.12 Soldadura Defectuosa

Al término de sus propios controles, el soldador puede declarar una de sus soldaduras "defectuosa". Debe tomar esta decisión:

- cuando comprueba que la soldadura que acaba de realizar presenta un defecto (insuficiencia de metal, fisura, burbujas de aire, inclusión, avería en los perfilados, etc.),
- si en el transcurso de la ejecución, un incidente o una anomalía de aplicación (destaponado prematuro o tardío, escape, etc.) lo lleva a dudar de la calidad del trabajo ejecutado,
- si la soldadura está fuera de tolerancia y no puede ser presentada a recepción.

Entonces debe eliminar la marca depositada sobre ésta y avisar sobre el particular al Cliente a través del Proveedor.

### 3.13 Reparación o Reemplazo de una Soldadura

Toda soldadura declarada defectuosa o rechazada por el Cliente en la recepción debe ser reemplazada en un plazo de 10 días que siguen su fecha de realización o de rechazo.

Sin embargo, una soldadura declarada defectuosa, pero que sólo presenta defectos superficiales después de sondeo con buril, puede ser reparada por una recarga en el arco en las condiciones homologadas por el Cliente.

En las otras condiciones, la soldadura debe ser suprimida y el perfil recortado para proceder a la instalación de un recorte intercalar de una longitud mínima de 4 m y a la realización de 2 nuevas soldaduras para unión.

Bajo rechazo y/o retirada de la aprobación del soldador, ninguna reparación puede ser realizada sin la autorización previa del Cliente.



En todos los casos, los gastos ocasionados corren a cargo del Proveedor (cortes, traslados, suministros de recortes intercalares, soldaduras aluminotérmicas nuevas, etc.).

#### 4. RECEPCIÓN DE LOS TRABAJOS

##### 4.1 Modalidad de Recepción de las Soldaduras

El Proveedor debe proceder a la verificación de todas las soldaduras que ha realizado (control del aspecto y de las tolerancias geométricas) y establecer los informes diarios a entregar al Cliente.

Al término de estos controles, el Proveedor debe presentar todas las soldaduras a recepción al Cliente o a su representante, de tal forma que éste pronuncie dicha recepción antes del fin de la 2da semana calendario que sigue la fecha de realización de las soldaduras o si, la obra comprende un relleno mecánico, antes del fin de la 2da semana calendario que sigue el relleno de la zona donde están situadas las soldaduras.

El Proveedor debe comunicar en tiempo útil al Cliente un programa de recepción que permita respetar este plazo.

Las operaciones de recepción sólo pueden realizarse con soldaduras terminadas en el sentido del acápite 3.10.

El conjunto de las soldaduras presentadas forma un lote.

##### 4.2 Soldaduras de Ensayo para Homologación

Las homologaciones previstas en el acápite 2.4 dan lugar a la ejecución para cada tipo de perfilado de:

- 2 soldaduras de ensayo para la homologación de la aplicación,
- 1 soldadura de ensayo o 2 en caso de duda, para la aprobación de un soldador.

Los ensayos de homologación de la aplicación se pueden confundir con los de la aprobación del soldador que los ha realizado si éstos son satisfactorios.

Para cada soldadura, una unión análoga a ésta realizada en las vías se ejecuta en dos recortes de al menos 1 m de longitud cada uno, cuyo suministro corre a cargo del Cliente.

Luego la junta se desmolda, se limpia, se desarena y se termina en condiciones idénticas a las precisadas en el capítulo 3.

#### 4.3 Verificaciones a Efectuar

Cada soldadura debe someterse en primer lugar a una verificación de aspecto y luego, si la misma es satisfactoria, a una verificación geométrica.

##### 4.3.1 Verificación del Aspecto

Las costuras y eventuales refuerzos a nivel de una soldadura se precisan en el anexo A.

La soldadura no debe dejar aparecer:

- ninguna pegadura en la zona de unión del metal fundido y del metal inicial del perfilado,
- ninguna deformación de los resaltes,
- ningún defecto o desplazamiento en la unión alma - champiñón para el riel o entre las alas para la barra de guía y la pista,
- ninguna inclusión de profundidad de escoria o de arena vitrificada y ninguna falta de metal por cualquier causa que fuese (orificios, marcas de corte, rechupes, etc.) sobre el champiñón y el patín de los rieles, el ala vertical de las barras de guía y la banda de rodamiento de las pistas.
- ninguna grieta, fisura, burbujas de aire, porosidad, gota fría, sobre toda la superficie del metal fundido o en la zona de unión del metal fundido y del metal de base del perfilado.

Los defectos eventuales se sueldan y se cepillan para evaluar su importancia.

Si no se respetan estas condiciones, se rechaza la soldadura.

Después del amolado de acabado, en los extremos de los perfilados a ambos lados de la zona fundida, pueden quedar huellas negras, que no ocasionan el rechazo de la soldadura.

#### 4.3.2 Verificación de la Geometría

Los controles de geometría están destinados a verificar la calidad del ajuste, del amolado de acabado y de las costuras autorizadas. Comprenden las partes siguientes:

- para los rieles: en la superficie superior y en la superficie lateral interior del champiñón,
- para las barras de guía: en la superficie exterior del ala vertical,
- para las pistas: en la superficie de rodamiento.

Los mismos se ejecutan mediante una regla de 1 metro y galgas de mecánico en las condiciones precisadas en el acápite 3.10.1.

#### 4.3.3 Macrografía

Si una cantidad demasiado grande de soldaduras presenta defectos de aspecto, el Cliente puede solicitar al Proveedor que proceda a realizar macrografías sobre los recortes de soldaduras.

Para ello, se efectúa un corte longitudinal que pase por el eje del perfilado en una toma de muestra de aproximadamente 5 cm a ambos lados de la soldadura. Después de pulir el corte, se hace aparecer la zona de fusión con un revelador de persulfato de amonio diluido a 300 g/l.

El aspecto del corte debe permitir verificar que:

- se ha respetado el intercalo,
- el molde ha sido bien centrado,
- se ha concluido debidamente el precalentamiento,
- el metal colado no tiene burbujas de aire, ni inclusión de escoria, arena u otros.

#### 4.3.4 Actas de Recepción

La recepción da lugar a que se levante un acta firmada por el Cliente o por su representante y por el Proveedor.

Para cada soldadura, los resultados de las verificaciones efectuadas se consignan en las hojas de informaciones técnicas complementarias de los informes diarios establecidos al confeccionarse la soldadura. Estas hojas se anexan al acta de recepción.

Las reservas eventuales que el Proveedor puede tener que hacer en esta oportunidad deben figurar en esta acta, la que debe permitir consignar los resultados de su estudio y de las modificaciones que emanen de la misma en lo que se refiere a la recapitulación de las operaciones de recepción.

#### 4.4 Condiciones de Aceptación ó de Rechazo

##### 4.4.1 Rechazo de Aprobación

Si sobre el conjunto de las soldaduras previstas en el acápite 4.2 para la aprobación del Proveedor o de un soldador, las verificaciones realizadas en el acápite 4.3 no brindan satisfacción, éste debe buscar las causas de los defectos, proceder a la mejora de la fabricación o a ejecutar las soldaduras y reemplazar eventualmente al soldador y solicitar una nueva aprobación.

##### 4.4.2 Soldaduras no Conformes en la Vía

Toda soldadura que no satisfaga las verificaciones de aspecto y de tolerancias geométricas debe someterse para examen complementario al representante del Cliente, quien decide si la soldadura debe ser rechazada o reemplazada.

Toda soldadura rechazada durante la recepción debe ser marcada inmediatamente con pintura roja y reemplazada en las condiciones especificadas en el acápite 3.13.

Toda soldadura rehecha se somete nuevamente a las verificaciones anteriores.

##### 4.4.3 Aceptación

La homologación o la aceptación de un lote se pronuncia si el conjunto de los controles definidos por el acápite 4.3.1 y 4.3.2 es satisfactorio.

---

## 5. DISPOSICIONES VARIAS

### 5.1 Gastos de Controles y de Ensayos

Todos los gastos ocasionados por los controles y ensayos corren a cargo del Proveedor.

### 5.2 Plazo de Garantía

Las soldaduras están garantizadas 3 años a partir de la fecha de confección.

Si la proporción de las soldaduras con aspecto exterior defectuoso, pero que no da lugar a rechazo, excede el 20 % del total, el Cliente puede aumentar de un año el plazo de garantía y retirar la aprobación del o de los ejecutantes que hayan realizado las soldaduras.

### 5.3 Reemplazo de las Soldaduras Defectuosas

El Proveedor debe reemplazar a su cargo, y según las indicaciones del Cliente (reemplazo por una sola soldadura o por un recorte, véanse acápite 3.13), cualquier soldadura:

- cuyo reemplazo haya sido solicitado por el representante del Cliente al término de la recepción,
- en la que se comprueba una mala hechura o una ruptura durante el período de garantía.

Si el Proveedor no puede asegurar los trabajos, el Cliente efectúa el reemplazo a su cargo.

### 5.4 Derechos de Patente

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

## **ANEXOS**

## **ANEXO A**

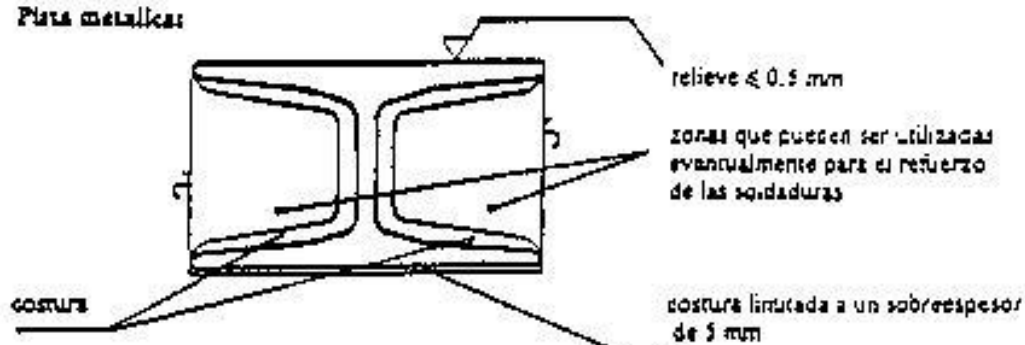
### **DISEÑO RELATIVO A LAS TOLERANCIAS DE ACABADO**

## ESPECIFICACION TECNICA

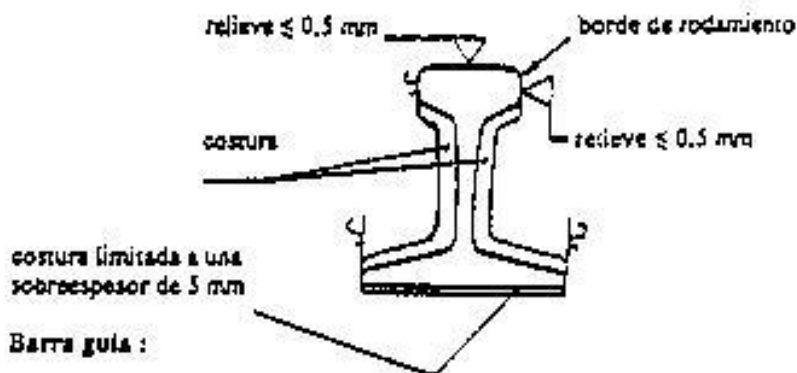
para soldadura aluminotérmica de rieles, de barras guías y de pistas

### Tolerancias de acabado

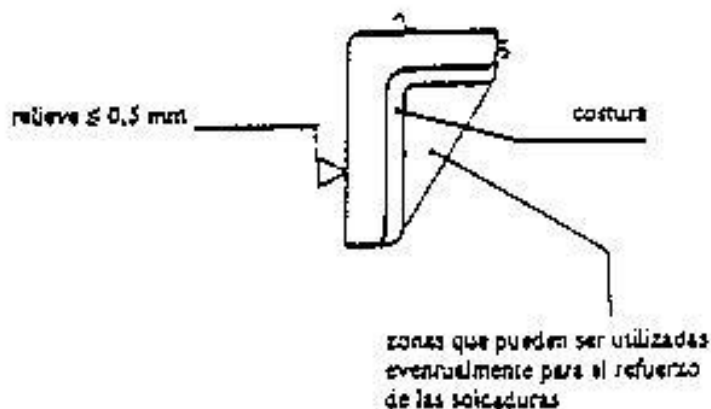
Pista metálica:



Rieles:



Barra guía:



El acabado de las superficies que presentan un signo de mecanizado  $\nabla$  debe ser tal que la superficie de rodamiento o de guía plana o curva, según sea el caso, no deba presentar relieve superior a 0,5 mm.  
La verificación se realizará con una plantilla de una longitud igual a 1 m.



## **ANEXO B**

### **DISEÑO RELATIVO A LAS TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS**

## ESPECIFICACION TECNICA

para soldadura aluminotérmica de rieles de rodamiento

### Tolerancias geométricas

En planta; el control se efectúa sobre la superficie lateral activa del hongo, conforme a las indicaciones de la figura 1 a continuación, y los valores "D1" o "D2" medidos deben permanecer dentro de los límites siguientes

$$D1 \leq 0,5 \text{ mm} \quad D2 \leq 1 \text{ mm}$$

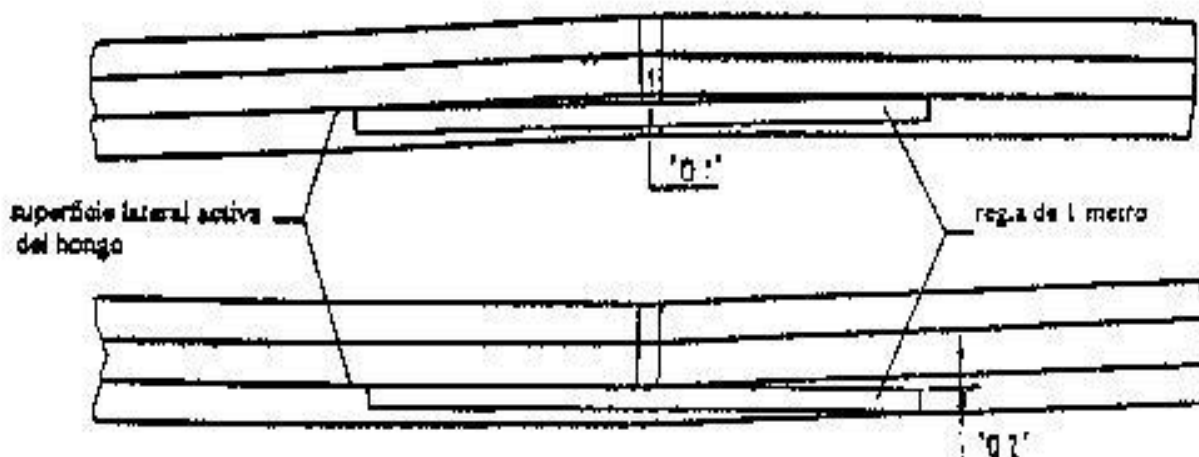


Figura 1

En perfil: la soldadura nunca debe ser hundida, la parte puntiaguda "D3", medida en las condiciones de la figura 2, debe ser inferior e igual a 1 mm.



Figura 2