

METRO DE MEXICO.

ESPECIFICACION TECNICA PARA LA SOLDADURA ALUMINOTERMICA DE LOS
RIELES, DE LAS BARRAS GUIA Y DE LAS PISTAS METALICAS.

I N D I C E

I.- GENERALIDADES.

- I.1 Objeto.
- I.2 Principio de procedimiento.
- I.3 Aplicaciones del procedimiento.
- I.4 Aprobaciones previas a obtener por el contratista.
- I.5 Soldaduras de prueba.

II.- EJECUCION DE LAS SOLDADURAS.

- II.1 Lugares de realización de las soldaduras.
- II.2 Preparación de la unión.
- II.3 Regulación de la unión.
- II.4 Moldes.
- II.5 Colocación de los moldes.
- II.6 Precalentamiento.
- II.7 Ejecución de la soldadura.
- II.8 Acabado de la soldadura.
- II.9 Circulación de los trenes sobre las soldaduras.

III.- RECEPCION DE LAS SOLDADURAS.

- III.1 Condiciones de recepción.
- III.2 Control en laboratorio.
- III.3 Control en la vía.
- III.4 Reparación de las soldaduras.

IV.-

DISPOSICIONES VARIAS.

- IV.1 Transporte y almacenamiento de los materiales necesarios para ejecutar las soldaduras.
 - IV.2 Gastos de ensayos.
 - IV.3 Período de garantía.
 - IV.4 Derechos de patente.
-

ANEXO:- 1 dibujo relativo a las tolerancias de acabado.

METRO DE MEXICO.

ESPECIFICACION TECNICA PARA LA SOLDADURA ALUMINOTERMICA DE
LOS RIELES, DE LAS BARRAS GUIA Y DE LAS PISTAS METALICAS.

I.- GENERALIDADES.

I.1 Objeto.

La presente especificación tiene por objeto definir las condiciones de recepción de las cargas para la soldadura de los rieles, de las barras guía y de las pistas metálicas, realizada mediante el procedimiento aluminotérmico y sus condiciones de ejecución y de recepción en la obra.

I.2 Principio del procedimiento.

El principio aluminotérmico está basado en el desprendimiento del calor resultado de la reducción fuertemente exotérmica de un óxido de fierro por el aluminio.

El metal en fusión obtenido por esta operación es colado en un molde circundando los extremos del perfil por soldar. Dichos extremos han sido previamente calentados hasta una temperatura adecuada. El calor contenido por el colado permite fundir los extremos que se encuentran unidos por un metal cuyas características se acercan a las del metal de base, debido a los aditivos apropiados contenidos en la carga.

Según el mismo principio, una variante del método permite suprimir el precalentamiento. Para compensar la aportación de calor proporcionada por esta operación es necesario aumentar la carga de la soldadura. En consecuencia, cualquier otra variante (procedimiento llamado "con ligero precalentamiento" por ejemplo), deberá someterse para su aprobación a COVITUR.

I.3 Aplicación del procedimiento.

Las soldaduras aluminotérmicas se ejecutarán normalmente en las obras de colocación de la vía del Metro de México y se aplicarán:

- Al riel de 80 lbs. A.S.C.E.
- Al riel de 100 lbs R.E.
- A empalmes entre rieles de 80 lbs y 100 lbs.
- Al perfil de barra guía angular de alas desiguales.
- A la pista metálica (vigüeta I de alas anchas).

I.4 Aprobaciones previas a obtener por el contratista.

Antes de cualquier inicio de ejecución de trabajo, el contratista deberá solicitar la aprobación de COVITUR para lo siguiente:

- Las modalidades de ejecución previstas para la operación de soldado (procedimiento con o sin precalentamiento, tipo y dimensiones de los moldes, rebordes residuales, etc).
- El equipo de recorte para los diferentes perfiles.
- Los aparatos utilizados para el precalentamiento.
- Los técnicos soldadores que ejecutarán el trabajo: para la aceptación de este personal, COVITUR se reserva el derecho de hacerles ejecutar soldaduras de prueba.

Las distintas aprobaciones no disminuirán en nada la responsabilidad del contratista en lo que se refiere a la calidad de las soldaduras, la seguridad de los trabajadores, los riesgos de incendio y los daños que puedan causarse a las instalaciones del Metro.

1.5 Soldaduras de prueba.

Después de haber obtenido las aprobaciones especificadas en el artículo 1.4, el contratista deberá probar además que las soldaduras que él se propone ejecutar corresponden en todos aspectos a las condiciones establecidas en la presente especificación.

Por lo tanto tendrá que realizar, antes de empezar la obra, - un cierto número de soldaduras de prueba que se someterán a - los diferentes exámenes prescritos.

Los gastos de la puesta a punto así como los gastos ocasionados por la ejecución de las soldaduras, incluyendo los gastos por concepto de pruebas, están a cargo del contratista.

II.- EJECUCION DE LAS PRUEBAS.

II.1 Lugares de realización de las soldaduras.

Todas las soldaduras son normalmente ejecutadas en la obra.

Para los rieles de rodamiento y las barras guía, las soldaduras se realizan sobre perfiles colocados en su lugar y sujetos en su posición definitiva.

En curva, las fijaciones cercanas a la junta podrán ser retiradas y tendrán que ser colocadas de nuevo en su lugar después de la soldadura.

Las juntas podrán encontrarse a una distancia mínima de 0.20 metros del extremo más sobresaliente de la fijación cercana (ejemplo: aisladores para las barras guía).

Por lo que a las pistas metálicas se refiere, la soldadura podrá practicarse ya sea en el centro de la vía (en este caso los

elementos serán alineados y arreglados sobre las cuñas colocadas en los durmientes), o en la vía misma, con las pistas sujetadas en su posición definitiva.

El contratista deberá tomar en cuenta el espacio disponible para la elaboración de sus moldes.

II.2 Preparación de la unión.

El ancho nominal de la unión es determinado por el contratista para cada perfil a soldar y según el procedimiento utilizado. Este ancho será materializado por una cuña encerrada entre las dos extremidades del perfil. En caso que se tengan que recortar los perfiles para obtener la separación deseada, la operación deberá efectuarse mediante recorte mecánico (sierra mecánica o cortador con disco). El recorte con soplete -- oxiacetilénico está prohibido.

El recorte debe ser regular y perpendicular al eje longitudinal del perfil y seguido por una limpieza cuidadosa para quitarle a la sección las más importantes partículas de óxido.

II.3 Regulación de la unión.

Antes de la soldadura, los perfiles deben ser ajustados cuidadosamente y deben corresponder entre sí tan exactamente como sea posible.

Deben alinearse perfectamente:

- Para los rieles: la superficie de rodamiento y la cara interna del hongo.
- Para las barras guía: las caras exteriores con prioridad para la cara vertical que sirve de superficie de deslizamiento de las escobillas.
- Para las pistas metálicas: la superficie de rodamiento - del ala superior y el extremo de dicha ala del lado del riel de rodamiento.

El ajuste debe efectuarse en plano y en perfil tomando en cuenta las contra-flechas indispensables para anular el efecto de contracción al enfriarse la soldadura. El valor de estas contra-flechas, que varían según el tipo del perfil, se deja al juicio del contratista. Este deberá tener especial cuidado - particularmente sobre la necesidad de obtener perfiles rigurosamente alineados en sus caras principales cuya definición antecede. En curva la conservación de la regularidad de la - curvatura será garantizada mediante cualquier dispositivo -- apropiado (tirantes o prensa especial).

II.4 - Moldes.

Salvo excepciones debidamente justificadas, el contratista - utilizará moldes prefabricados.

Dichos moldes deberán ser creados para permitir la soldadura

de los perfiles ya sea de su posición definitiva en la vía o fuera de la vía.

De ser necesario, se utilizarán varios tipos de moldes para las soldaduras que correspondan a los mismos perfiles, según la ubicación de realización de la soldadura.

Los cordones de soldadura por reservar se definen en el dibujo anexo. Sus dimensiones deberán limitarse a 32 mm. de ancho y 16 mm. para el espesor. Sin embargo, por debajo del pie de los rieles de rodamiento y por debajo del ala inferior de la pista metálica, el saliente del cordón deberá ser inferior a 5 mm.

Después del acabado, no deberá subsistir ningún saliente en los lugares siguientes:

- Sobre las caras horizontales y verticales del hongo, para los rieles.
- Sobre las caras exteriores del ángulo para las barras guía.
- Sobre el ala superior de la pista metálica.

II.5 Colocación de los moldes.

Los moldes deberán ser centrados con exactitud respecto a la abertura de la unión.

El espacio entre el molde y el perfil será tapado cuidadosamente para evitar fugas de soldadura líquida.

II.6 Prealentamiento.

En caso de utilizar el procedimiento con prealentamiento, la operación tiene por objeto llevar la temperatura de los extremos a 800°C aproximadamente y también de sacar los moldes por medio de calor.

La obtención de esta temperatura se controla mediante la observación de la coloración del acero: rojo cereza claro, repartido uniformemente sobre toda la superficie de los extremos.

El prealentamiento se efectúa con una mezcla aire-gasolina o aire-propano. El equipo incluye un quemador y un grupo de sobrepresión.

La combustión se regula de manera a obtener una llama reductora para evitar cualquier oxidación y ambos extremos se calientan de manera idéntica. Debe evitarse cualquier deterioro del molde; se eliminarán las partículas de arena suelta. El prealentamiento permitirá cerciorarse de la calidad del taponamiento, cualquier fuga de flama obligará a reparar dicho taponamiento.

II.7 Ejecución de la soldadura.

La carga de soldadura apropiada, en cuanto a su cantidad y su calidad para los perfiles por soldar, se encuentra en una bolsa impermeable, etiquetada y con cierre hermético.

La bolsa debe encontrarse en buen estado de conservación. La etiqueta lleva las indicaciones necesarias para identificar el uso de la carga (riel de 80 Lbs o de 100 Lbs, barra guía, pista). Se suministran con cada carga, el clavo, el disco de asbesto, las bolsitas de magnesio y de los productos aditivos.

a).- Preparación del crisol.

Antes del empleo, el crisol debe encontrarse perfectamente seco.

Cualquier crisol nuevo o que no haya sido utilizado durante algún tiempo o que se haya quedado a la intemperie durante la noche, tendrá que ser secado antes de emplearse.

El secado se obtiene ya sea mediante una "colada -- falsa" o más económicamente, mediante el quemador de precalentamiento.

Después de haber verificado el buen estado del orificio del crisol, se procede a su obturación mediante:

- El clavo para destapar.
- El disco de asbesto.
- La magnesia.

El crisol se coloca en posición de vaciado de tal modo que la altura de caída del chorro de colada quede tan reducida como sea posible.

Antes de ser vaciada en el crisol, la carga se homogeneizará por mezcla (batida).

b).- La reacción.

Tan pronto como se termine el eventual precalentamiento y después de una última verificación de la buena posición del molde, la reacción se inicia en el crisol mediante un fósforo pirotécnico previamente encendido.

c).- La colada.

Inmediatamente después del último borbotón de la reacción en el crisol, el soldador procede a la colada, levantando el clavo, de un golpe seco, mediante la pala de balanceo. Al terminarse la colada, el excedente de corindón se escurre en una caja especial -- provista de arena seca.

Después de la colada, ningún borbotón deberá producirse en el molde.

II.8 Acabado de la soldadura.

Después de la colada y cuando la soldadura se haya enfriado lo suficiente, se procede a desmoldear y a seccionar (p recortar) las mazarotas.

Las soldaduras son, en seguida, pulidas, esmerilándolas cuidadosamente para restablecer tan perfectamente como sea posible la continuidad de la sección del hongo para los rieles, la planeidad de las superficies exteriores para la barra guía y la planeidad de la superficie de rodamiento para las pistas metálicas.

En estas partes no se tolerará ninguna flecha de más de -- 0.5 mm. en resalte o en hueco, medida con una regla de --- 1.00 metro de longitud.

Dicha tolerancia de 0.5 mm. en resalte o en hueco no será exigida en la cara horizontal de la barra guía que se igualará con el mayor cuidado.

El contratista deberá señalar, antes de la soldadura, las uniones para las cuales el ala horizontal de la barra guía no puede ser perfectamente alineada.

COVITUR se reserva el derecho de analizar cada caso particular.

II.9 Circulación de los trenes sobre las soldaduras.

Deberán evitarse, en la medida de lo posible, circulaciones sobre una soldadura, durante un tiempo de 30 minutos, después de la colada, con el fin de no incurrir en el riesgo de producción de fisuras.

III.- RECEPCION DE LAS SOLDADURAS.

III.1 Condiciones de recepción.

La recepción de las soldaduras dará lugar a dos tipos de controles:

- Control en laboratorio de las cargas de soldadura.
- Control en la vía de las uniones soldadas.

El control en laboratorio incluirá:

- Pruebas de choque.
- Pruebas de dureza.

El control en la vía incluirá:

- La verificación del aspecto de las soldaduras.
- La verificación de las tolerancias geométricas del conjunto soldado.
- Pruebas de dureza.

Todas las pruebas y los controles son ejecutados a cargo del contratista.

III.2 Control en laboratorio.

III.2.1 Naturaleza y proporción de las pruebas.

Las cargas de soldadura son presentadas en recepción en lotes de 200 unidades. Las cargas necesarias para las pruebas son tomadas por el agente recepcionista.

Una unión idéntica a la realizada en las vías es ejecutada sobre dos tramos de 0.75 m. de largo - cada uno, a cargo del contratista.

Entonces la unión se desmoldea, se limpia y se acaba en las mismas condiciones que se indican en los artículos que anteceden.

Se verificará el aspecto y éste no deberá presentar ninguno de los defectos mencionados en el artículo III.3.1

Luego se somete la soldadura a las pruebas de choque y de dureza que se indican a continuación y que se efectuarán en un laboratorio aprobado - por COVITUR.

Los tramos de ensayo así como las cargas para soldaduras correspondientes se identificarán mediante una marca especial.

Los tramos se enviarán a la obra conjuntamente con las cargas, en caso que las pruebas se hayan efectuado en los laboratorios del contratista.

III.2.2 Prueba de choque.

Estas pruebas se efectúan mediante martinete guiado de 300 Kg. que tiene un radio de encurvado de 100 mm. aproximadamente en su parte de percusión.

Los tramos a ensayar son colocados sobre dos apoyos redondeados, separados con una distancia de 0.50 m. entre ejes y que tengan cada uno un radio de curvatura de 100 mm. aproximadamente.

Los rieles se colocan de manera que el martinete golpee el hongo.

Las barras guía se colocan de manera que el martinete golpee el ala de 150 mm. en posición horizontal; el ala de 100 mm. se encuentra en posición vertical y por debajo (habrá que acomodar los apoyos para obtener esta disposición).

Las pistas se colocan de manera que el martinete golpee la superficie de rodamiento.

La altura de caída inicial del martinete es de 0.50 m. y aumenta en 0.50 m. después de cada golpe hasta alcanzar 4 m. A partir de esta altura - aumenta en 1.00 m. después de cada golpe.

La altura mínima de ruptura admisible deberá ser de 3.00 m. para los rieles, la barra guía y la pista.

Si la ruptura se produce entre 2 m. y 3 m., el período de garantía, ya aumentado eventualmente en las condiciones estipuladas en el artículo III.4 se aumentará en un año para el lote correspondiente de soldadura.

Dicho lote se pagará solamente el 95% del valor indicado en el contrato.

Si la ruptura se produce a una altura inferior a 2 m. el lote entero de cargas será rechazado.

III.2.3 Prueba de dureza Brinell.

La prueba se efectúa, sobre la superficie de rodamiento de los tramos para los rieles y las pistas, y sobre la parte exterior del ala más larga para la barra guía mediante el método de Brinell (bolita de 10 mm., carga de 3000 Kg. durante 15 segundos).

Para cada soldadura, se ejecutan 7 ensayos con la bolita en las siguientes partes:

- 3 en el plano mediano de la soldadura: uno en el centro del perfil, los otros dos a 10 mm. de ambos lados del primero.
- 4 en el centro del perfil: dos de ambos lados y a 200 mm. del plano mediano de la soldadura: los dos ensayos cercanos deberán estar a 20 mm. de distancia.

La diferencia entre el promedio de los tres valores de dureza determinada en el plano mediano de la soldadura y el promedio de los cuatro valores de la dureza medida en el perfil deberán estar comprendida:

- Entre + 5 y + 40 unidades BRINELL para el riel.
- Entre - 15 y 15 unidades BRINELL para la pista y la barra guía.

II.2.4 Pruebas adicionales.

De no ser conformes los resultados a los requisitos enunciados en lo que antecede, podrá efectuarse una prueba adicional de choque y de dureza cuando así lo pida el proveedor.

Si la nueva prueba arroja resultados satisfactorios, el lote será aceptado, en el caso contrario será rechazado.

Por su parte, el recepcionista podrá pedir cualquier prueba suplementaria que juzgue conveniente para cerciorarse de la buena calidad de las cargas para soldadura.

III.3 Control en la vía.

El contratista procederá a la verificación y a las pruebas de las soldaduras que el habrá realizado.

El garantizará su conformidad con las prescripciones de la presente especificación técnica. Además entregará las actas de verificación y de pruebas a COVITUR, quien se reserva el derecho de efectuar cualquier control adicional.

III.3.1 Verificación del aspecto exterior de las soldaduras en la vía.

Esta verificación deberá incluir todas las soldaduras realizadas.

Después del acabado, la soldadura no deberá presentar:

- Ningún defecto o porosidad en la zona de unión del metal fundido y del metal inicial del perfil.
- Ningún defecto en la unión entre alma y hongo (rieles) o entre las alas (barras guía y pistas).
- Ninguna inclusión en profundidad de corindón ni arena vitrificada sobre el hongo del riel el lado vertical de las barras guía y la cara de rodamiento de las pistas.
- Ninguna grieta, burbuja o huella de falta de cohesión o de oxidación, falta de metal por cualquier causa, en toda la superficie del metal fundido.
- Ninguna deformación de los cordones.

La arena que recubre los cordones se eliminará tan pronto como se enfríe la soldadura, para permitir la verificación.

III.3.2 Verificación de las tolerancias geométricas del conjunto soldado.

La pleneidad de las uniones se verificará mediante una regla perfectamente rectilínea de 1.00 m. de largo y con calibradores de espesor.

La verificación incluye las siguientes partes:

- a).- Para los rieles: sobre la cara superior y la cara lateral interior del hongo.
- b).- Para las barras guía: sobre las dos caras exteriores.
- c).- Para las pistas metálicas: sobre la superficie de rodamiento.

Como ya se mencionó anteriormente, no se tolerará ninguna flecha de más de 0.5 mm. en resalte o en hueco.

Para las uniones en curva, dicha tolerancia se -

mide a partir de la flecha teórica que corresponde a una cuerda de 1.00 m. En otros términos la unión no deberá introducirse irregularidades en la curvatura.

III.3.3 Pruebas de dureza Brinell.

Las soldaduras son sometidas a una prueba de dureza en vía, ejecutada mediante un aparato portátil para ensayo de dureza con bolta.

El contratista efectuará dos pruebas por lote de 100 soldaduras.

Las modalidades de la prueba y los resultados a obtener son idénticos a los indicados en el párrafo III.2.3.

III.3.4 Pruebas adicionales.

Si los resultados de las mediciones de dureza no son conformes a las condiciones impuestas, se efectuarán 5 nuevas pruebas.

En caso que dichos resultados confirmen los de las primeras dos pruebas, COVITUR hará extraer dos soldaduras para prueba de choque y examen.

Dependiendo de los resultados de dicho examen COVITUR puede:

- Prohibir el uso de las cargas restantes del lote incriminado.
- Cancelarle la autorización al ejecutante y exigir la puesta a disposición de otro soldador aprobado.
- Además, el período de garantía de las otras soldaduras del lote será aumentado en un año.

III.4 Reparación de soldaduras.

Bajo pena de rechazo y cancelación de la autorización del soldador, ninguna reparación podrá efectuarse sin la autorización previa del representante de COVITUR.

En particular, queda formalmente prohibido corregir una insuficiencia del volumen de la colada mediante la fusión en el crisol, de desechos metálicos tales como sobrantes de colada, tirafondos, etc., o mediante la fusión con soplete de metal añadido.

De ser autorizada la reparación, la misma deberá ejecutarse en las condiciones que determinará COVITUR.

El rechazo de una soldadura por cualquier motivo dará lugar a la colocación de un tramo intercalado, cuya longitud será de por lo menos 4.00 m. Las dos nuevas soldaduras deberán ejecutarse sucesivamente.

Todos los gastos ocasionados por la colocación del tramo intercalado están a cargo del contratista (cortes, manic-
bras, suministros del tramo intercalado, nuevas soldadu-
ras aluminotérmicas, etc).

Si la proporción de soldaduras con aspecto exterior de-
fectuoso, pero que no dan lugar a rechazo, fuere supe-
rior al 20% del total, COVITUR podrá aumentar en un año
el período de garantía previsto en la presente especifi-
cación.

En tal caso COVITUR dará al contratista la notificación
correspondiente por escrito.

IV.- DISPOSICIONES VARIAS.

IV.1 Transporte y almacenamiento de los materiales necesarios para ejecutar las soldaduras.

Las cargas para soldaduras serán embaladas en barriles -
metálicos herméticos.

El transporte y el almacenamiento de los materiales ne-
cesarios para ejecutar las soldaduras se efectuarán bajo
la responsabilidad del contratista, quien tomará todas -
las medidas de seguridad y se apegará a los reglamentos
vigentes concernientes a las materias peligrosas. Esta
observación está dirigida particularmente a la utiliza-
ción de gasolina y gas propano.

IV.2 Gastos de ensayos.

- Todos los gastos ocasionados por las pruebas son a cargo
del contratista.

IV.3 Período de garantía.

Las soldaduras son garantizadas por dos años contados a
partir de la fecha de recepción provisional de las vías.

El plazo puede llevarse a tres años:

- Por dureza insuficiente así como se indica en el pá-
rrafo III.3.4
- Por aspecto defectuoso, si la proporción de las sol-
daduras incriminadas es superior al 20% del número
de soldaduras ejecutadas.

Además, dicho plazo puede aumentarse en un año más, se-
gún las condiciones del artículo III.2.2, si la prueba de
choque sobre cargas se ha revelado insuficiente.

En caso de ruptura (o una mala fabricación), observada -
durante el período de garantía, la soldadura será hecha
de nuevo por el contratista y a su cargo.

IV.4 Derechos de patente.

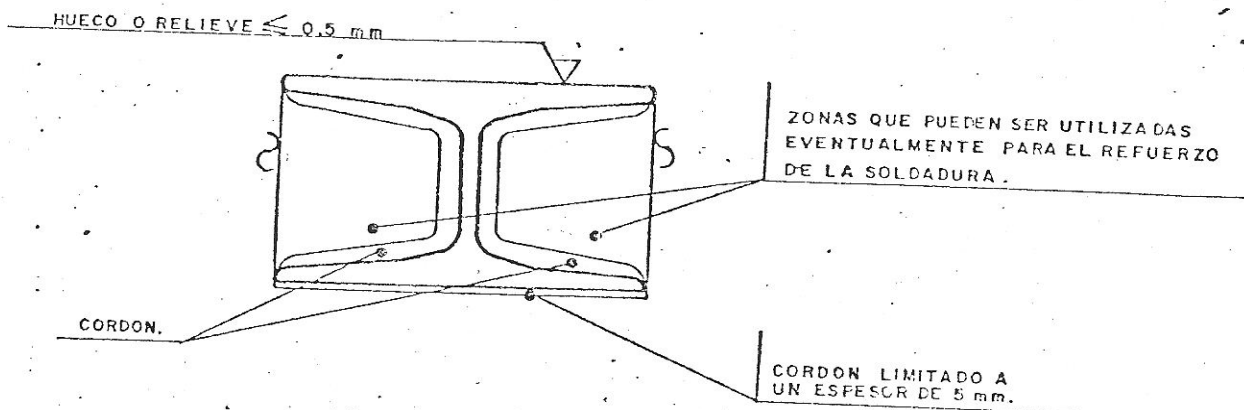
Los derechos eventuales de patente están a cargo del --
proveedor y del contratista, quien garantizará a ----
COVITUR contra cualquier reclamación con respecto a ---
ésto.

ESPECIFICACION TECNICA PARA LA SOLDADURA ALUMINOTERMICA DE
LOS RIELES, DE LAS BARRAS GUIA Y DE LAS PISTAS.

TOLERANCIAS DE ACABADO .

PISTA METALICA .

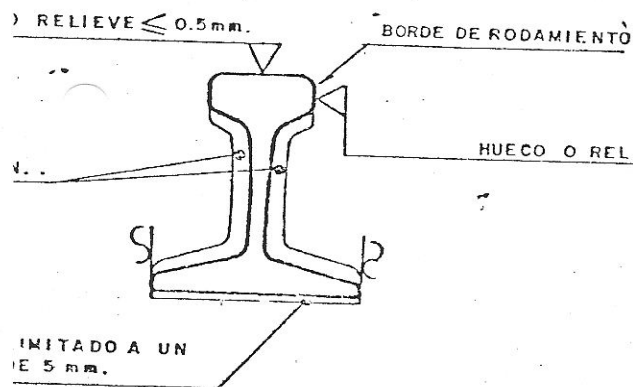
(DIBUJO 121-MEX-VO-00.022)



RIELES .

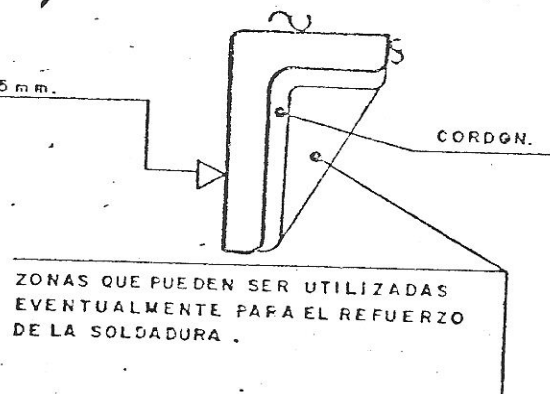
ASCE (DIBUJO 121-MEX-VO-00-020)

REE (DIBUJO 121-MEX-VO-00-021)



BARRA GUIA .

(DIBUJO 121-MEX-VO-00-023)



ACABADO DE LAS SUPERFICIES QUE TENGAN UN SIMBOLO DE MAQUINADO ∇ DEBE SER TAL
LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO O DE GUIA PLANA O CURVA SEGUN EL CASO NO DEBE PRESEN-
TAR HUECOS O RELIEVES MAYORES A 0.5 mm. LA VERIFICACION SE HARA CON UN GALIBO DE
TAMANO IGUAL A 1 METRO.

ROCKWELL				BRINELL
A	B	C	15N	3000
52.5	05	4		165
53	06	5		169
53.5	07	6		172
54	08	7		176
58	09	8.5		180
58.5	90	9.5		185
59	91	11		190
59.5	92	12		195
57	93	13.5		200
57.5	94	14.5		205
58	95	16.5		210
59	96	17		215
59.5	97	19		222
60	98	20	69.5	228
61	99	21	70	234
61.5	100	22	70.5	240
62		23	71	245
62.5		24	71.5	250
63		25	72	255
63.5		26	72.5	260
64		27	73.5	265
64.5		28	74	270
65		29	74.5	276
65.5		30	75	283
66		31	75.5	290
66.5		32	76	297
67		33	76.5	305
67.5		34	77	313
68		35	78	322
68.5		36	78.5	332
69		37	79	342
69.5		38	79.5	352
70		39	80	362
70.5		40	80.5	372

ROCKWELL				BRINELL
A	B	C	15N	3000
71		41	81	382
71.5		42	81.5	392
72		43	82	404
72.5		44	82.5	415
73		45	83	426
73.5		46	83.5	437
74		47	84	448
74.5		48	84.5	459
75.5		49	85	472
76		50	85.5	484
76.5		51	86	496
77		52	86.5	509
77.5		53	87	
78		54	87.5	
78.5		55	88	
79		56	88.5	
79.5		57	89	
80		58		
80.5		59	89.5	
81		60	90	
81.5		61	90.5	
82.5		62	91	
83		63	91.5	
83.5		64		
84		65	92	
84.5		66	92.5	
85		67	93	
		68		
		69	93.5	
		70	94	
		71		
		72	94.5	
		73		
		74	95	

NEWAGE INDUSTRIES, INC.
Willow Grove Industrial Park, Pa. 19090

ROCKWELL				DRIN.
A	B	C	15N	KILL 3000
52.5	05	4		165
53	06	5		169
53.5	07	6		172
54	08	7		176
55	09	8		180
55.5	90	9		185
56	01	10		190
56.5	02	11		195
57	03	12		200
57.5	04	13		205
58	05	14		210
59	06	15		216
59.5	07	16		222
60	08	17	69.5	228
61	09	18	70	234
61.5	100	19	70.5	240
62		20	71	245
62.5		21	71.5	250
63		22	72	255
63.5		23	72.5	260
64		24	73	265
64.5		25	74	270
65		26	74.5	276
65.5		27	75	283
66		28	75.5	290
66.5		29	76	297
67		30	76.5	305
67.5		31	77	313
68		32	78	322
68.5		33	78.5	332
69		34	79	342
69.5		35	79.5	352
70		36	80	362
70.5		37	80.5	372

ROCKWELL				DRIN.
A	B	C	15N	KILL 3000
71		41	81	382
71.5		42	81.5	392
72		43	82	404
72.5		44	82.5	418
73		45	83	428
73.5		46	83.5	437
74		47	84	448
74.5		48	84.5	460
75		49	85	472
75.5		50	85.5	484
76		51	86	496
76.5		52	86.5	509
77		53	87	
77.5		54	87.5	
78		55	88	
78.5		56	88.5	
79		57	89	
79.5		58	—	
80		59	89.5	
80.5		60	90	
81		61	90.5	
81.5		62	91	
82		63	91.5	
82.5		64	—	
83		65	92	
83.5		66	92.5	
84		67	93	
84.5		68	—	
85		69	93.5	
		70	94	
		71	—	
		72	94.5	
		73	—	
		74	95	

NEWAGE INDUSTRIES, INC.
Willow Grove Industrial Park, Pa. 19090

NEWAGE CONVERSION TABLE

Hardness values of various systems are comparable but not exact when comparing one to another. However, conversion tables are very useful when these limits are kept in mind.

ROCKWELL			BRINELL	
A	B	C	500 KG	3000 KG
0			88	
1			86	
2			84	
3			82	
4			80	
5			78	
6			76	
7			74	
8			72	
9			70	
10			68	
11			66	
12			64	
13			62	
14			60	
15			58	
16			56	
17			54	
18			52	
19			50	
20			48	
21			46	
22			44	
23			42	
24			40	
25			38	
26			36	
27			34	
28			32	
29			30	
30			28	
31			26	
32			24	
33			22	
34			20	
35			18	
36			16	
37			14	
38			12	
39			10	
40			8	
41			6	
42			4	
43			2	
44			0	
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				
85				
86				
87				
88				
89				
90				
91				
92				
93				
94				
95				
96				
97				
98				
99				
100				
101				
102				
103				
104				
105				
106				
107				
108				
109				
110				
111				
112				
113				
114				
115				
116				
117				
118				
119				
120				
121				
122				
123				
124				
125				
126				
127				
128				
129				
130				
131				
132				
133				
134				
135				
136				
137				
138				
139				
140				
141				
142				
143				
144				
145				
146				
147				
148				
149				
150				
151				
152				
153				
154				
155				
156				
157				
158				
159				
160				
161				
162				
163				
164				
165				
166				
167				
168				
169				
170				
171				
172				
173				
174				
175				
176				
177				
178				
179				
180				
181				
182				
183				
184				
185				
186				
187				
188				
189				
190				
191				
192				
193				
194				
195				
196				
197				
198				
199				
200				

ROCKWELL				BRIN. ELL 3000
A	B	C	15N	
52.5	85	4		165
53	86	5		169
53.5	87	6		172
54	88	7		176
55	89	8		180
55.5	90	9		185
56	91	11		190
56.5	92	12		195
57	93	13.5		200
57.5	94	14.5		205
58	95	15.5		210
58.5	96	17		215
59	97	19		222
59.5	98	20	60.5	228
60	99	21	70	234
61	100	22	70.5	240
62		23	71	245
62.5		24	71.5	250
63		25	72	255
63.5		26	72.5	260
64		27	73.5	265
64.5		28	74	270
65		29	74.5	276
65.5		30	75	283
66		31	75.5	290
66.5		32	76	297
67		33	76.5	305
67.5		34	77	313
68		35	78	322
68.5		36	78.5	332
69		37	79	342
69.5		38	79.5	352
70		39	80	362
70.5		40	80.5	372

ROCKWELL				BRIN. ELL 3000
A	B	C	15N	
71		41	81	382
71.5		42	81.5	393
72		43	82	404
72.5		44	82.5	415
73		45	83	426
73.5		46	83.5	437
74		47	84	448
74.5		48	84.5	460
75		49	85	472
75.5		50	85.5	484
76		51	86	496
76.5		52	86.5	508
77		53	87	
77.5		54	87.5	
78		55	88	
78.5		56	88.5	
79		57	89	
79.5		58	—	
80		59	89.5	
80.5		60	90	
81		61	90.5	
81.5		62	91	
82		63	91.5	
82.5		64	—	
83		65	92	
83.5		66	92.5	
84		67	93	
84.5		68	—	
85		69	93.5	
		70	94	
		71	—	
		72	94.5	
		73	—	
		74	95	

NEWAGE INDUSTRIES, INC.
Willow Grove Industrial Park, Pa. 19090

NEWAGE CONVERSION TABLE

Hardness values of various systems are comparable but not exact when comparing one to another. However, conversion tables are very useful when these limits are kept in mind.

ROCKWELL			BRINELL	
A	B	C	500 KG	3000 KG
	8		58	
	9			
	10		58	
	11			
	12			
	13		58	
	14			
	15		59	
	16			
	17		60	
	18			
	19		61	
	20			
	21		62	
	22			
	23		63	
	24			
	25		64	
	26			
	27		65	
	28			
	29		66	
	30			
	31		67	
	32		68	
	33		69	
	34		70	
	35		71	
	36			
	37		72	
	38		73	78
30.5	39		74	
	40			80
31	41		75	
31.5	42		76	83
32	43		77	
32.5	44		78	85

ROCKWELL			BRINELL	
A	B	C	500 KG	3000 KG
33	45		79	
33.5	46			87
34	47		80	
34.5	48		81	90
	49		82	
35	50		83	93
35.5	51		84	
36	52		85	96
36.5	53		86	
37	54		87	99
37.5	55		89	100
	56		90	101
38	57		91	103
38.5	58		92	104
39	59		94	106
39.5	60		95	107
40	61		96	108
40.5	62		98	110
41	63		99	112
41.5	64		101	114
	65		102	116
42	66		104	117
42.5	67		106	119
43	68		107	121
43.5	69		109	123
44	70		110	125
44.5	71		112	127
45	72		114	130
45.5	73		116	132
46	74		118	135
46.5	75		120	137
47	76		122	139
47.5	77		124	141
48	78		126	144
48.5	79		128	147
49	80		130	150
49.5	81		133	153
50	82		135	156
50.5	83		137	159
51	84		140	162

NEWAGE CONVERSION TABLE

Hardness values of various systems are comparable but not exact when comparing one to another. However, conversion tables are very useful when these limits are kept in mind.

ROCKWELL			BRINELL	
A	B	C	500 KG	3000 KG
	5		58	
	6			
	7		58	
	8			
	9			
	10		57	
	11			
	12			
	13		58	
	14			
	15		59	
	16			
	17		60	
	18			
	19		61	
	20			
	21		62	
	22			
	23		63	
	24			
	25		64	
	26		65	
	27			
	28		66	
	29			
	30		67	
	31		68	
	32			
	33		69	
	34		70	
	35		71	
	36			
	37		72	
	38		73	70
30.5	39		74	
	40			80
31	41		75	
31.5	42		76	83
32	43		77	
32.5	44		78	85

ROCKWELL			BRINELL	
A	B	C	500 KG	3000 KG
33	45		79	
33.5	46			87
34	47		80	
34.5	48		81	90
	49		82	
35	50		83	93
35.5	51		84	
36	52		85	96
	53		86	
36.5	54		87	99
37	55		89	100
37.5	56		90	101
	57		91	103
38	58		92	104
38.5	59		94	106
39	60		95	107
39.5	61		96	108
40	62		98	110
40.5	63		99	112
41	64		101	114
41.5	65		103	116
42	66		104	117
42.5	67		106	118
43	68		107	121
43.5	69		109	123
44	70		110	125
44.5	71		112	127
45	72		114	130
45.5	73		116	132
46	74		118	135
46.5	75		120	137
47	76		122	139
48	77		124	141
48.5	78		126	144
49	79		128	147
49.5	80		130	150
50	81		133	153
50.5	82		135	156
51	83		137	159
52	84		140	163