



GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
SECRETARÍA DE OBRAS Y SERVICIOS
PROYECTO METRO DEL DISTRITO FEDERAL

CONTRATO No. 8.07 C0 01 T.2.022
PROYECTO INTEGRAL A PRECIO
ALZADO Y TIEMPO DETERMINADO
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
LÍNEA 12 TLÁHUAC - MIXCOAC



CONSORCIO LINEA 12

ESPECIFICACIÓN

No. CLAVE: PMDF-09-VI.8-612000-III-0052-02878-E-00	FECHA: 07 de Abril de 2010	HOJA: 1 de 12
TÍTULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA EJECUCION DE LA SOLDADURA ELECTRICA POR ELECTROFORJA.	ESTACIÓN / TRAMO: ESPECIFICACIÓN TIPO	
DIRECTOR GENERAL DEL PROYECTO METRO: ING. ENRIQUE HORCASITAS MANJARREZ	DIRECTOR DEL CONSORCIO LINEA 12 Ing. Ricardo Moscoso Morán	
DIRECCIÓN DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS: ING. SOTERO DIAZ SILVA	VISTO BUENO ASEGURAMIENTO DE CALIDAD Ing. Enrique Erazo Ríos	
SUBDIRECTOR DE INSTALACIONES MECÁNICAS. Ing. José Manuel Ramos Lozano	APROBÓ: Ing. David Yáñez Santillan.	
JEFE DE UNIDAD DEPARTAMENTAL DE DISEÑO DE VÍAS: Ing. Hernando Agustín Rodríguez Rodríguez	REVISÓ: Ing. Oscar Sergio Aguilar Pérez	
DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN: Ing. Fernando Ramiro Lalana	PROYECTO: Ing. Pablo Cruz Armenta	
DIRECTOR RESPONSABLE DE OBRA: Ing. Guillermo Alcázar Pancardo, DRO-1261	CORRESPONSABLE EN INSTALACIONES Ing. Jaime Alfonso Guerrero Villanueva C/I 0130	

FICHA DE SEGUIMIENTO DE LAS REVISIONES

No. Rev.	Descripción de la Modificación	Fecha

SELLO CONSORCIO

SELLO IPISA

SELLO PMDF

LA FIRMA DE ESTE DOCUMENTO
POR EL GDF/DGPM, NO LIBERA
AL PROVEEDOR DE SU
RESPONSABILIDAD SOBRE EL
BUEN FUNCIONAMIENTO DE
ESTOS MATERIALES O EQUIPOS.

PROYECTO METRO DEL DISTRITO FEDERAL

**DIRECCIÓN DE DISEÑO DE INSTALACIONES
ELECTROMECAÑICAS**

CONTRATO NO: 8.07 C0 01 T.2.022

**PROYECTO INTEGRAL A PRECIO ALZADO Y TIEMPO
DETERMINADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
LÍNEA 12
TLÁHUAC-MIXCOAC**

[Handwritten signatures and marks in blue ink]



TITULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA EJECUCION DE LA
SOLDADURA ELECTRICA POR ELECTROFORJA.



No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0052-02878-E-00

HOJA: 2 de 12

ÍNDICE

I. GENERALIDADES.

- I.1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.
- I.2. PRINCIPIO DEL PROCEDIMIENTO.
- I.3. APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO.
- I.4. REQUISITOS DEL CONTRATISTA.
- I.5. SOLDADURAS DE PRUEBA.

II. EJECUCIÓN DE LAS SOLDADURAS.

- II.1. LUGAR DE REALIZACIÓN DE LAS SOLDADURAS.
- II.2. EJECUCIÓN DE LA SOLDADURA.
- II.3. ACABADO DE LA SOLDADURA.

III. RECEPCION DE LAS SOLDADURAS.

- III.1. GÉNERO DE LOS ENSAYOS Y DE LOS CONTROLES.
- III.2. PROPORCIÓN DE LAS PRUEBAS Y DE LOS CONTROLES.
- III.3. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS POR ENSAYAR Y MUESTREOS.
- III.4. VERIFICACIÓN PRELIMINAR DEL ASPECTO DE LAS SOLDADURAS.
- III.5. PRUEBA DE CHOQUE.
- III.6. PRUEBAS DE FLEXIÓN.
- III.7. MEDICIÓN DE LA DUREZA BRINELL.
- III.8. CONTROL DE LAS SOLDADURAS EFECTUADAS EN VÍA.
- III.9. RESULTADOS POR OBTENER-ACEPTACIÓN.
- III.10. REPARACIÓN DE LAS SOLDADURAS.

IV. DISPOSICIONES DIVERSAS.

- IV.1. TRANSPORTE DE LA MÁQUINA.
- IV.2. PLAZO DE GARANTÍA.
- IV.3. DERECHOS DE PATENTE.

V.- ANEXOS

ANEXO No. 1. TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA EJECUCIÓN DE LA
SOLDADURA ELÉCTRICA POR ELECTROFORJA.



CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0052-02878-E-00

HOJA: 3 de 12

I. GENERALIDADES.

I.1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.

La presente especificación tiene por objeto definir las condiciones de realización y de recepción de las **soldaduras por electroforja** de los rieles de rodamiento para la vía de la Línea 12 del Metro con Rodamiento Metálico (MRM) de la ciudad de México, este documento precisa:

- Las condiciones de aprobación de la máquina.
- La recepción en la obra de las soldaduras terminadas.
- Las condiciones de garantía.

I.2. PRINCIPIO DEL PROCEDIMIENTO.

El principio de soldadura por electroforja se basa en el fenómeno del aumento de temperatura, por efecto Joule, de dos tramos de riel, transitados por una corriente y puestos bajo tensión de cebadura o chispa.

Los extremos, llevados de esta forma, hasta una alta temperatura, son forjados por presión mecánica.

La soldadura así realizada es del tipo autógeno sin aportación de metal exterior.

I.3. APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

Las soldaduras de los rieles se ejecutan:

- En taller o directamente en la vía.

La intensidad de la corriente, el tiempo de la cebadura y la presión mecánica deberán ser adaptados a las características de los perfiles por soldar, tales como están definidas en la presente especificación técnica.

I.4. REQUISITOS DEL PROVEEDOR.

Antes de cualquier inicio de trabajo, el contratista deberá solicitar a PMDF, o su representante, su aprobación en lo que se refiere a:

- Las modalidades de ejecución indicadas para la operación de soldadura (descripción de la máquina, las características técnicas, fecha de la última revisión, secuencias de operación, radio mínimo en lo cual la máquina sea operativa).
- El material de recorte de los diferentes perfiles, si es necesario.

 Ciudad México Capital en Movimiento	TITULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA EJECUCIÓN DE LA SOLDADURA ELÉCTRICA POR ELECTROFORJA. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0052-02878-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 4 de 12
--	--	--

- Los operadores encargados del funcionamiento de la máquina. Las distintas aprobaciones no disminuyen en nada la responsabilidad del contratista, tanto por lo que concierne a la calidad de las soldaduras como a los daños eventuales en las instalaciones de la Línea del Metro.

I.5. SOLDADURAS DE PRUEBA.

De las aprobaciones detalladas que son mencionadas en el artículo anterior, una vez obtenidas, el contratista deberá probar, además que las soldaduras que se propone ejecutar corresponden en todos los puntos a las condiciones impuestas en la presente especificación técnica. Con el fin de ejecutar sus propios ensayos, el contratista determinará el número y la longitud de los tramos por entregar a PMDF.

A fin de que obtenga la aprobación de PMDF, el deberá efectuar antes del inicio de los trabajos, un cierto número de soldaduras de prueba (ver inciso III.2) los cuales serán sometidos a las diferentes exámenes prescritos. Los gastos de preparación, así como los generados por las soldaduras incluyendo los resultados de las pruebas, serán con carga al contratista o al proveedor.

II. EJECUCIÓN DE LAS SOLDADURAS.

II.1. LUGAR DE REALIZACIÓN DE LAS SOLDADURAS.

Las soldaduras se realizan, en principio, en los rieles antes de ser instalados en la vía, ajustados y sujetos en su posición definitiva.

II.2. EJECUCIÓN DE LA SOLDADURA

El sistema de elevación y de ajuste de los rieles para la ejecución de la soldadura, en ningún caso debe ocasionar marcas o deformaciones residuales en los rieles.

Si los rieles por soldar son ya colocados con sus almohadillas de hule y/o con sus fijaciones de nylon, el contratista deberá tomar todas las medidas necesarias para evitar daño a dicho material.

Si la máquina lo permite, el registro continuo de los diferentes parámetros, durante la ejecución de las soldaduras (intensidad, presión, desplazamiento de los rieles durante la compresión...) deberá ser realizado y una copia será entregada a PMDF.

	TITULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA EJECUCION DE LA SOLDADURA ELECTRICA POR ELECTROFORJA. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0052-02878-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 5 de 12
---	---	--

II.3. ACABADO DE LA SOLDADURA

Una vez terminada la soldadura por electroforja, el corte de los rodets de forjado, será ejecutado de manera tal que no deje marcas en el metal de la soldadura, sobre el plano de rodamiento.

Enseguida las soldaduras son cuidadosamente esmeriladas para restablecer, tan perfectamente como sea posible, la continuidad de la sección del hongo del riel.

Esta operación se lleva a cabo con esmero en la soldadura fría.

El esmerilado debe limitarse a la zona de la soldadura.

Tras el acabado, las tolerancias admisibles medidas con una regla metálica de 1 m de largo, centrada en la soldadura son:

+ 0.4 mm, - 0 mm en la superficie de rodamiento (ver anexo No. 1 Figura "c").

$\pm 0,5$ mm en el flanco interno del hongo (ver anexo No. 1 Figura "a y b").

El desfase de los patines no debe exceder el valor de las diferencias de tolerancias en la fabricación de los rieles. Convendrá pues, verificar que no proviene de la inclinación diferente en los dos rieles.

Cada soldadura realizada en taller o en la vía debe obligatoriamente llevar una marca de identificación en el flanco externo del hongo.

Dicha marca será:

- El número del día, del mes y las dos últimas cifras del año,
- El logotipo o marca del proveedor

III. RECEPCION DE LAS SOLDADURAS

III.1. GÉNERO DE LOS ENSAYOS Y DE LOS CONTROLES

La recepción de las soldaduras dará lugar a dos etapas de prueba y de control:

- Pruebas para la aprobación de la máquina y del operador
- Controles de las juntas soldadas realizadas en la vía por el proveedor



TITULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA EJECUCION DE LA
SOLDADURA ELECTRICA POR ELECTROFORJA.

ICA **ALSTOM**
carso
INFRAESTRUCTURA Y CONSTRUCCIONES
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0052-02878-E-00

HOJA: 6 de 12

III.1.1. Pruebas para aceptación de las soldaduras

Estas pruebas incluyen:

- Verificaciones preliminares del aspecto de las soldaduras,
- Pruebas de ruptura por percusión.
- Pruebas de ruptura por flexión.

III.1.2. Controles de las soldaduras en la vía

Estos controles en la vía incluyen:

- La verificación del aspecto de las soldaduras.
- La comprobación de las tolerancias geométricas de la ensambladura soldada,

III.1.3. Gastos ocasionados por las pruebas y controles.

Los gastos ocasionados por todas las pruebas y los controles corren a cuenta del proveedor.

III.2. PROPORCIÓN DE LAS PRUEBAS Y DE LOS CONTROLES

Por cada género de soldadura se procede a las pruebas y controles según el cuadro siguiente:

DESIGNACIÓN DEL CONTROL O DE LA PRUEBA.	ETAPA DEL CONTROL EN CADA TIPO DE PERFIL.	
	Aprobación	Controles en vía
División en lotes.	Realización de 4 soldaduras.	
Verificación del aspecto y de las tolerancias.	En todas las soldaduras realizadas (solamente una verificación del aspecto).	En todas las soldaduras realizadas.
Pruebas de ruptura por percusión.	En cuatro soldaduras.	
Ó		
Pruebas de ruptura por flexión.	En cuatro soldaduras.	Lotes de 200 soldaduras En 1 soldadura.

III.3. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS POR ENSAYAR Y MUESTREOS

Las soldaduras análogas realizadas en taller o en vía, se hacen en dos tramos de metal cuya longitud será determinada por el proveedor.

Para el control en vía de las soldaduras de pruebas, por cada lote de 200 soldaduras, se realizarán dichas pruebas con tramos instalados fuera de la vía.



TITULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA EJECUCION DE LA SOLDADURA ELECTRICA POR ELECTROFORJA.



CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0052-02878-E-00

HOJA: 7 de 12

III.4. VERIFICACIÓN PRELIMINAR DEL ASPECTO DE LAS SOLDADURAS

Todos los tramos soldados asignados a las pruebas serán sometidos previamente a un examen del aspecto de la soldadura. Si esta verificación deja aparecer una falta de metal, cual sea la causa, en hongo y/o en el patín de los rieles, el proveedor deberá volver a hacer la soldadura y presentarla a un nuevo examen de aspecto.

III.5. PRUEBA DE CHOQUE.

La altura mínima admisible de la ruptura se fija en 3.00 m.

III.6. PRUEBAS DE FLEXIÓN.

Los distintos tipos de perfiles deberán de satisfacer a los criterios mecánicos y de textura siguientes:

PRUEBA DE FLEXIÓN

Género del perfil		Valores impuestos para la ruptura por flexión
ÁREMA ó UIC y matiz según UIC 860-R todas (última edición),	Carga mínima de ruptura en toneladas	Flechas máximas de la deformación permanente para una cuerda de 1 m.
115 RE matiz 900 A	90 toneladas	15 mm.

Ninguna fisura filiforme o rasgado deberá aparecer con cargas inferiores a las indicadas en el cuadro precedente. Cuando la ruptura por flexión no puede lograrse debido a una deformación plástica importante del riel, el esfuerzo de flexión será mantenido hasta la obtención de los valores de flecha indicados en el cuadro. Estas flechas podrán ser alcanzadas mediante agregación de cuñas entre el perfil y los apoyos en el caso de recorrido insuficiente del gato de la prensa.

III.6.1. Textura de la zona fracturada.

En toda la sección fracturada de la unión correspondiente al perfil del riel, no se debe aparecer ningún rechupe, poro, inclusión de corindón, burbuja, porosidad, trazo de oxidación, gota fría, ni ninguna pegadura.

	TITULO:	 ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA EJECUCIÓN DE LA SOLDADURA ELÉCTRICA POR ELECTROFORJA.	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0052-02878-E-00		

III.7. MEDICIÓN DE LA DUREZA BRINELL.

El promedio de tres valores de la **dureza BRINELL** debe encontrarse en los intervalos siguientes:

- Soldadura de riel 115 RE matiz 900-A: entre 275 y 325 **HBS**.

III.8. CONTROL DE LAS SOLDADURAS EFECTUADAS EN VÍA.

III.8.1. Generalidades.

El proveedor procederá a las verificaciones de las soldaduras realizadas por el mismo. Garantizará su conformidad a las prescripciones de la presente especificación técnica. Además remitirá las actas de verificaciones a PMDF quien se reserva el derecho de proceder a cualquier indagación complementaria o de asistir a las verificaciones.

III.8.2. Verificación del aspecto exterior de las soldaduras en vía.

Dicha verificación se llevará a cabo en todas las soldaduras realizadas. Tras el acabado, la soldadura no debe dejar aparecer:

- Ningún defecto en la unión entre el alma y el hongo.
- Ninguna falta de metal, cual sea la causa, (hoyos, marcas de recorte, esmerilado, etc.) en el hongo o en el patín de los rieles.

III.8.3. Verificación de las tolerancias geométricas de la ensambladura soldada.

La planeidad de las juntas se verifica mediante una regla metálica perfectamente rectilínea de 1.00 m de longitud y con calibradores de laines de espesor variable.

La comprobación se efectúa en las partes siguientes:

- Cara superior y cara lateral interior del hongo.

Las tolerancias geométricas son las indicadas en el inciso II.3. En las vías en curva, dicha tolerancia se mide a partir de la flecha teórica correspondiente a una cuerda de 1.00 m. En otros términos, la junta no deberá introducir irregularidad en la curvatura.

III.9. RESULTADOS POR OBTENER – ACEPTACIÓN.

III.9.1. Aprobación:

La aprobación se expedirá únicamente en el caso que todas las pruebas o verificaciones satisfagan a las condiciones detalladas a continuación.

 Ciudad México Capital en Movimiento	TITULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA EJECUCION DE LA SOLDADURA ELECTRICA POR ELECTROFORJA. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0052-02878-E-00	 ICA ALSTOM carso CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 9 de 12
---	--	--

III.9.1.1. Verificación preliminar del aspecto de las soldaduras.

Esta verificación debe satisfacer a las cláusulas indicadas en el INCISO III.4.

III.9.2. RECEPCIÓN DE LAS SOLDADURAS EN VÍA.

III.9.2.1. Control del aspecto y de las tolerancias.

Cada soldadura dando resultados incorrectos, tanto en la verificación del aspecto como en las tolerancias geométricas deberán rechazarse (ver los *incisos* III.7.2 y III.3).

III.9.2.2. Control de las calidades mecánicas de las soldaduras.

La soldadura de prueba realizada al centro de la vía, cada 200 soldaduras, será sometida al ensayo de flexión o de choque según los incisos III.6.1.2 y III.6.1.3.

III.9.2.3. Pruebas y garantías complementarias.

En la ocurrencia de que los resultados mecánicos ejecutados afuera de la vía no salgan satisfactorios, PMDF, podrá exigir tres pruebas adicionales (de flexión o de choque) sobre soldaduras ejecutadas en taller o en la vía, en el lote involucrado de 200 soldaduras.

En caso de que los resultados no satisfagan a los impuestos, el operador de la máquina pierde su derecho para operar, hasta que otras dos pruebas idénticas sean realizadas.

En función de estos últimos resultados, PMDF, tendrá derecho de:

- Autorizar la continuación de las soldaduras.
- Retirar la aprobación de la maquina y exigir la puesta a disposición de otra.
- Retirar la aprobación al operador y exigir la puesta a disposición de otro.

En los dos últimos casos, el plazo de la garantía se aumentará a **dos (2) años** sobre las soldaduras del lote interesado.

III.10. Reparación de las soldaduras.

Todos los gastos ocasionados por la colocación de un tramo de riel corren a cargo del proveedor (recortes, manipulaciones, suministro del riel, soldaduras nuevas).

IV. DISPOSICIONES DIVERSAS.

IV.1. TRANSPORTE DE LA MÁQUINA.

El traslado de la máquina por ferrocarril o por carretera hasta el lugar de la obra, estará a cargo del proveedor.



TITULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA EJECUCION DE LA SOLDADURA ELECTRICA POR ELECTROFORJA.



CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0052-02878-E-00

HOJA: 10 de 12

IV.2. PLAZO DE GARANTÍA.

Las soldaduras se garantizan durante **tres (3) años** a partir del año de su aplicación. Este plazo se aumentará hasta **cuatro (4) años**. (inciso III.6.2.3).

En caso de ruptura o de un defecto cualquiera, constatado durante el plazo de garantía, la soldadura se volverá a ejecutar por el proveedor y a su cargo. En caso de que el proveedor no pudiese cumplir con los trabajos mencionados anteriormente, PMDF, se hará cargo de la reparación por soldadura aluminotérmica, pero con costo al proveedor.

IV.3. DERECHOS DE PATENTE

Los derechos eventuales de patente quedan a cargo del proveedor quien garantiza a PMDF, contra cualquier reclamación al respecto.

V. ANEXO.

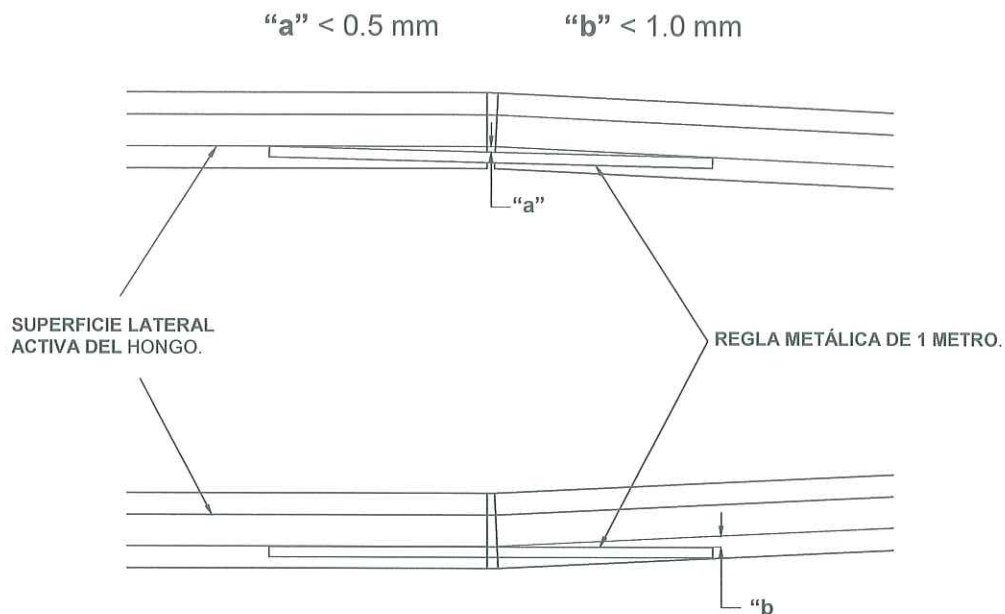
[Handwritten signatures and marks in blue ink]

	TITULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA EJECUCION DE LA SOLDADURA ELECTRICA POR ELECTROFORJA	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0052-02878-E-00	HOJA: 11 de 12

ANEXO No. 1

TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS

EN PLANO: El control se efectúa sobre la cara lateral interna del hongo del riel, según las indicaciones de la figura 1 siguiente; las cotas "a" y "b" medidas deberán quedar dentro de los límites.



EN PERFIL: La soldadura no debe aparecer hundida. Si fuera puntiaguda, la cota "c" medida según las indicaciones de la figura 2, deberá quedar inferior o igual a 0.4 mm

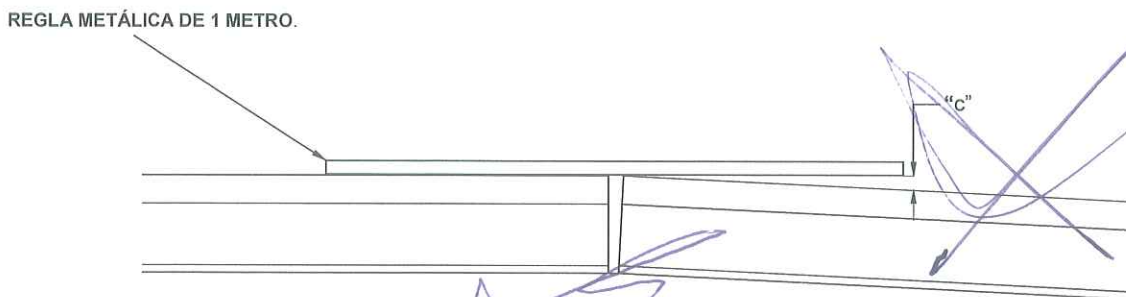


Figura 2



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA EJECUCIÓN DE LA SOLDADURA ELÉCTRICA POR ELECTROFORJA.

ICA **ALSTOM**
carso
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0052-02878-E-00

HOJA: 12 de 12