



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-0035-02865-E-00	FECHA: 23 de Marzo 2009	HOJA: 1 de 13
TITULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA FABRICACIÓN Y RECEPCIÓN DE LAS ARANDELAS PLANAS.	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 DÍAZ SILVA	VISTO BUENO ASEGURAMIENTO DE CALIDAD Ing. Enrique Erazo Ríos	
SUBDIRECTOR DE INSTALACIONES MECÁNICAS. Ing. José Manuel Ramos Lozano	APROBÓ: Ing. Carlos R. de la Mora Rodríguez	
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 FABRICACIÓN Y
RECEPCIÓN DE LAS ARANDELAS PLANAS.



No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0035-02865-E-00

HOJA: 2 de 13

ÍNDICE

I. GENERALIDADES.

- I.1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.
- I.2. DESCRIPCIÓN.

II. CONDICIONES DE FABRICACIÓN.

- II.1. MATERIAL.
- II.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.
- II.3. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS.
- II.4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.
- II.5. PROTECCIÓN ANTICORROSIVA.
- II.6. ACABADO DE EJECUCIÓN.

III. CONDICIONES DE RECEPCIÓN.

- III.1. SUPERVISIÓN.
- III.2. ENSAYOS Y CONTROLES.
- III.3. BASES DE ACEPTACIÓN.
- III.4. MARCAS DE FABRICACIÓN.
- III.5. EMPAQUE.

IV. GARANTÍA Y DERECHOS DE PATENTE.

- IV.1. GARANTÍA.
- IV.2. DERECHOS DE PATENTE.

V. ANEXOS.

- ANEXO No. 1. TABLA DE DIMENSIONES Y TOLERANCIAS.
- ANEXO No. 2. FIGURA 1 GEOMETRÍA DE LA ARANDELA.
- ANEXO No. 3. FIGURAS 2 Y 3 PRUEBA DE ELASTICIDAD Y FLEXIÓN.
- ANEXO No. 4. DIAGRAMA DE WALD.
- ANEXO No. 5. DIAGRAMA DE WALD DESPUÉS DE LA SELECCIÓN



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA FABRICACIÓN Y RECEPCIÓN DE LAS ARANDELAS PLANAS.



No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0035-02865-E-00

HOJA: 3 de 13

I. GENERALIDADES.

I.1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACION.

La presente especificación técnica tiene por objeto, definir las condiciones de fabricación y de recepción de **las arandelas planas** que se utilizarán en el equipamiento de las vías de la Línea 12 del Metro con Rodamiento Metálico (MRM) de la Ciudad de México.

Las arandelas serán utilizadas para evitar el aplastamiento de las piezas y repartir la fuerza de presión que existe entre el tornillo, tuerca y las piezas sujetadas.

I.2. DESCRIPCIÓN.

Las arandelas planas, son elementos metálicos de forma circular, que serán fabricadas a partir de perfiles de acero plano. El acero para la fabricación de las arandelas deberá satisfacer los requisitos que se prescriben en la presente especificación técnica.

II. CONDICIONES DE FABRICACIÓN.

II.1. MATERIAL.

Las arandelas se fabricarán con **Acero laminado SAE 5140** aleado, cuya composición química permitirá satisfacer mediante un tratamiento térmico, las propiedades mecánicas indicadas en el inciso II.3.

II.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.

Las piezas serán fabricadas de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos del proveedor autorizados por PMDF y de las figuras incluidas en esta especificación.

Las tolerancias dimensionales serán las que se indican en la tabla del anexo No. 1, estas tolerancias deberán ser las respetadas en el control dimensional de las piezas.

Las arandelas deberán ser perfectamente simétricas con respecto al eje y fabricadas de tal forma que las aristas queden sin filo y sin presentar torceduras ó dobleces.

II.3. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS.

Las arandelas tendrán las siguientes características mecánicas después del tratamiento térmico:

	TÍTULO:	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA FABRICACIÓN Y RECEPCIÓN DE LAS ARANDELAS PLANAS.	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave:	PMDF-09-VI.8-612000-III-0035-02865-E-00	

- Esfuerzo a la ruptura: 126 daN/mm² a 150 daN/mm²,
(128 kgf/mm² a 153 kgf/mm²).
- Límite elástico: 117 daN/mm² a 137 daN/mm²,
(120 kgf/mm² a 140 kgf/mm²).
- Alargamiento después de la ruptura: ≥ 6%.
- Dureza Brinell: 375 a 429 HB.
- Dureza Rockwell "C": 40.4 a 45.7 Rc.
- Resiliencia Mesnager:
 - Longitudinal: 50 Joul/cm².
 - Transversal: 20 Joul/cm².

II.4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.

El acero para la fabricación de las arandelas, tendrá la siguiente composición química:

Carbono	0.38 a 0.43%
Manganeso	0.70 a 0.90%
Silicio	0.15 a 0.35%
Cromo	0.70 a 0.90%
Fósforo	0.03 máximo
Azufre	0.04 máximo

II.5. PROTECCIÓN ANTICORROSIVA.

Las arandelas serán sometidas a un sopleteado por granalla al término del cual deberá efectuarse un control visual, con lentes de microscopio, de la regularidad de los puntos de impacto.

Después del sopleteado por granalla, las arandelas recibirán un tratamiento de protección anticorrosivo, serán fosfatadas y recubiertas con pintura antioxidante en toda su superficie.

Las piezas deberán soportar la prueba de niebla salina por un tiempo de 500 horas de acuerdo a la **Norma NF-X-41-002 (última edición)** ó **ASTM B 117 (última edición)** y no presentar indicios de corrosión.

II.6. ACABADO DE EJECUCIÓN.

Las arandelas no deberán presentar ninguno de los defectos tales como: aristas cortantes, rebabas, fisuras radiales y/o transversales, escorias, inclusiones ó falta de material.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA FABRICACIÓN Y RECEPCIÓN DE LAS ARANDELAS PLANAS.



No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0035-02865-E-00

HOJA: 5 de 13

III. CONDICIONES DE RECEPCIÓN.

III.1. SUPERVISIÓN.

El representante de PMDF, tendrá libre acceso durante el período de ejecución del suministro a todas las áreas involucradas en la planta. Podrá proceder a todas las verificaciones que juzgue necesarias para comprobar que todas las condiciones prescritas en la presente especificación técnica sean exactamente cumplidas.

El proveedor deberá contar con todos los medios indispensables para realizar a su cargo, todos los ensayos indicados en la presente especificación.

Además, el proveedor pondrá a la disposición del representante de PMDF el personal, equipo y herramientas necesarias para las recepciones.

Las piezas o los materiales sometidos a ensayos o controles no se facturarán a PMDF.

III.2. ENSAYOS Y CONTROLES.

El muestreo del material para las pruebas de control del acero será de acuerdo a las indicaciones del representante de PMDF.

III.2.1. ENSAYOS.

El representante de PMDF seleccionará a su criterio dos grupos de 100 piezas por cada lote de 10,000 piezas para efectuar las pruebas como sigue:

Para las pruebas de elasticidad y de flexión, se extraerán de los lotes, placas y porciones de láminas con las que se hayan fabricado las arandelas, cuyas dimensiones serán las necesarias para utilizar los mandriles del anexo No. 3. Se realizará un mínimo de 3 ensayos de cada prueba, todos con resultados aprobatorios.

III.2.2. PRUEBAS.

a) Pruebas de Elasticidad.

La placa sometida a prueba, será colocada sobre el dispositivo que se muestra en el anexo No. 3, figura 2.

En la posición indicada, la placa o porción de lámina será centrada en el barreno por medio de una cabeza "T" en forma de tuerca hexagonal de 38 mm entre caras opuestas. Será sometida a tres flexiones en una prensa hasta la anulación del juego "Jo".

La carga que provoque la anulación será mantenida durante un minuto para cada prueba de elasticidad.

 Ciudad México Capital en Movimiento	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA FABRICACIÓN Y RECEPCIÓN DE LAS ARANDELAS PLANAS. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0035-02865-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 6 de 13
--	---	--

Al término de la prueba de elasticidad el juego "J" medido en el punto de contacto axial no deberá ser inferior a 3.5 mm.

b) Prueba de flexión.

Las placas montadas según se indica en la figura 2 del anexo No. 3, serán sometidas a un esfuerzo de flexión por medio de la misma cabeza empleada en la prueba de elasticidad.

Las placas en la prueba de flexión deberán soportar sin principio de ruptura, una flecha de 6 mm (d_1) y una flecha adicional de 6 mm (d_2) sin ocasionar ruptura.

III.3. BASES DE ACEPTACIÓN.

Presentación de las piezas para su recepción. Para que un lote sea aceptado, todas las piezas deberán cumplir con los requisitos señalados en la presente especificación, de lo contrario será rechazado.

Durante la recepción, el control será realizado de acuerdo al diagrama de **Wald** de la figura del anexo No. 4.

En caso de rechazo, el proveedor podrá, a criterio del representante de PMDF seleccionar las piezas del lote rechazado y presentarlas de nuevo a recepción, utilizando para esto, el diagrama de **Wald** del anexo No. 5.

En caso de rechazo, el lote deberá ser marcado de manera indeleble para evitar otra presentación a recepción.

III.4. MARCAS DE FABRICACIÓN.

Las piezas llevarán opcionalmente las marcas siguientes, en una de sus caras:

- Marca del proveedor.
- Indicación del mes y las dos últimas cifras del año de fabricación.
- El diámetro de la pieza.

III.5. EMBALAJE.

Las arandelas serán empacadas en cajas sólidas con un peso máximo de 70 kg.

El embalaje deberá proteger a las piezas contra la intemperie y los golpes durante su transporte, descarga y almacenamiento. Los embalajes deberán tener las mismas dimensiones y cada una deberá llevar firmemente adherida una etiqueta con las indicaciones siguientes:

	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA FABRICACIÓN Y RECEPCIÓN DE LAS ARÁNDÉLAS PLANAS. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0035-02865-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 Hoja: 7 de 13
---	---	---

- Nombre ó marca del proveedor.
- Número de pedido.
- Fecha de fabricación.
- Descripción del contenido.
- Peso total y número de piezas.

IV. GARANTÍA Y DERECHOS DE PATENTE.

IV.1. GARANTÍA.

El proveedor garantizará sus piezas contra cualquier defecto de fabricación por cuatro (4) año contado a partir de la fecha de la puesta en servicio en las vías y de cinco (5) años a partir de la fecha de recepción.

Cualquier pieza que durante éste período se deteriore por causas ajenas al desgaste normal ó en la que no se hayan detectado defectos durante su recepción en fábrica, dará lugar al suministro gratuito de una pieza idéntica o al pago por parte del proveedor de una indemnización igual al valor actual de las piezas defectuosas.

Si el fabricante lo solicita, las piezas defectuosas le serán devueltas, con los gastos de retiro y de transporte a su cargo.

IV.2. DERECHOS DE PATENTE.

Los gastos eventuales de los derechos de patente que pudieran presentarse, estarán a cargo del proveedor, quien se responsabilizará contra cualquier reclamación al respecto.

V. ANEXOS.

[Handwritten signatures and marks in blue ink]

	TITULO: <i>[Signature]</i> ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA FABRICACIÓN Y RECEPCIÓN DE LAS ARÁNDELAS PLANAS. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0035-02865-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 <i>[Signature]</i> HOJA: 8 de 13
---	---	---

ANEXO No. 1.

TABLA DE DIMENSIONES Y TOLERANCIAS.

DIÁMETRO NOMINAL (mm)	d ₁		s			d ₂	
	Min.	Máx.	Nom.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.
10	10.5	10.77	2.	2.20	1.80	27	26.48
12	13	13.27	2.5	2.75	2.25	32	31.38
(14)	15	15.27	2.5	2.75	2.25	36	35.38
16	17	17.27	3	3.3	2.7	40	39.38
18	19	19.33	3	3.3	2.7	45	44.38
20	21	21.33	3	3.3	2.7	50	49.38
(22)	23	23.33	3	3.3	2.7	55	54.26
24	25	25.33	4	4.4	3.6	60	59.26
(27)	28	28.33	4	4.4	3.6	65	64.26
30	31	31.39	4	4.4	3.6	70	69.26



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA FABRICACIÓN Y RECEPCIÓN DE LAS ARANDELAS PLANAS.

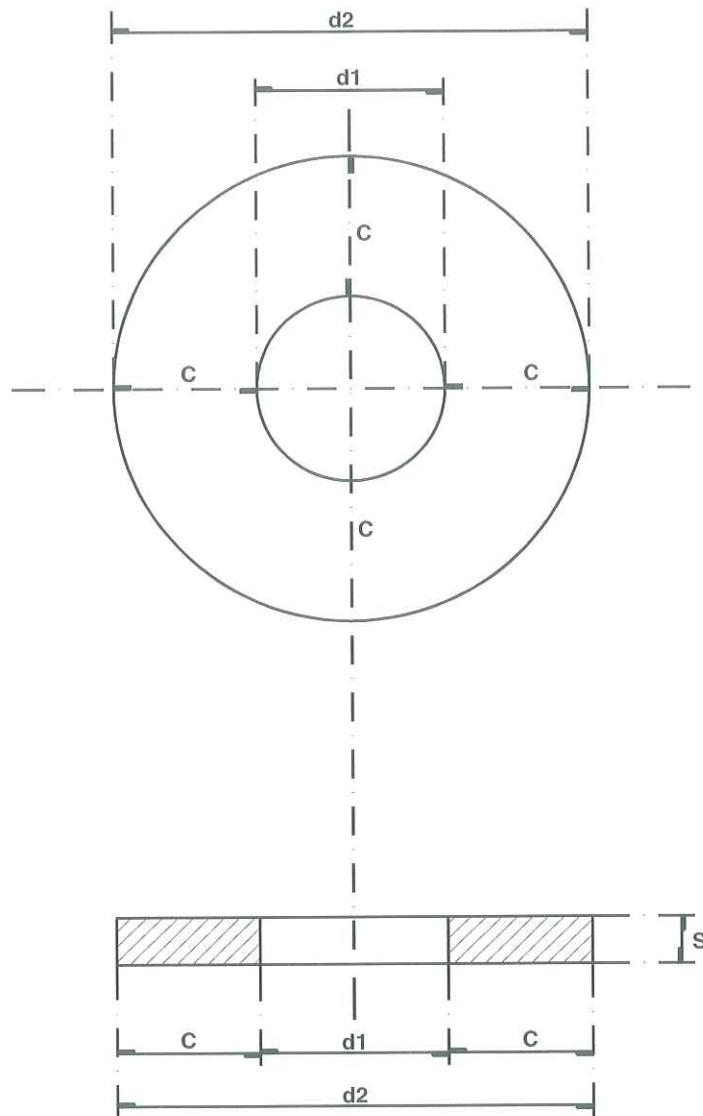


No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0035-02865-E-00

HOJA: 9 de 13

ANEXO No. 2.

VERIFICACIÓN DIMENSIONAL DE LAS ARANDELAS.



$$c = \frac{d2 - d1}{2} = \pm 0.5$$

FIGURA 1

ESCALA: S / E
ACOTACION: mm



TITULO:

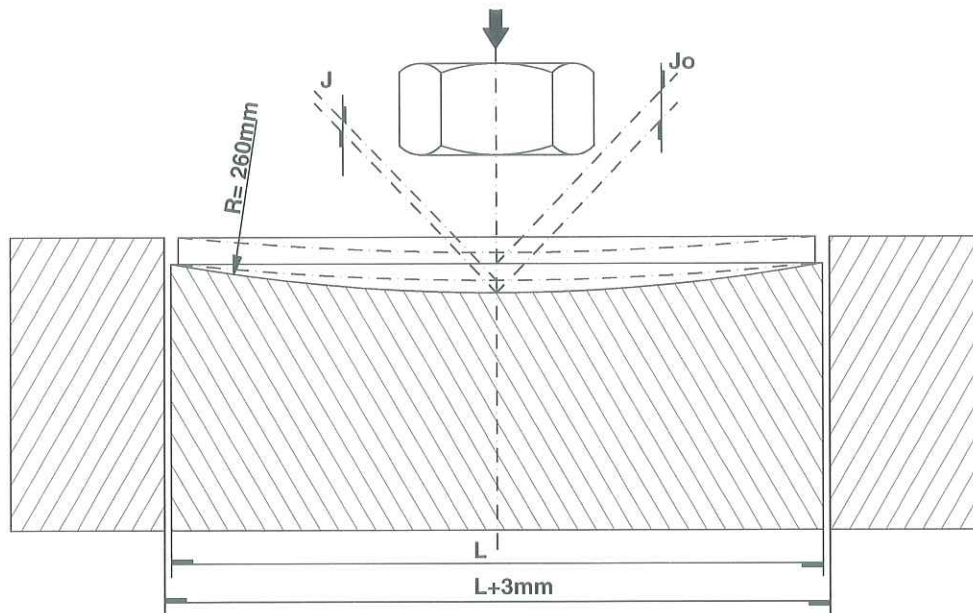
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA FABRICACIÓN Y RECEPCIÓN DE LAS ARANDELAS PLANAS.

ICA **ALSTOM**
carso
CONSORCIO LINEA 12

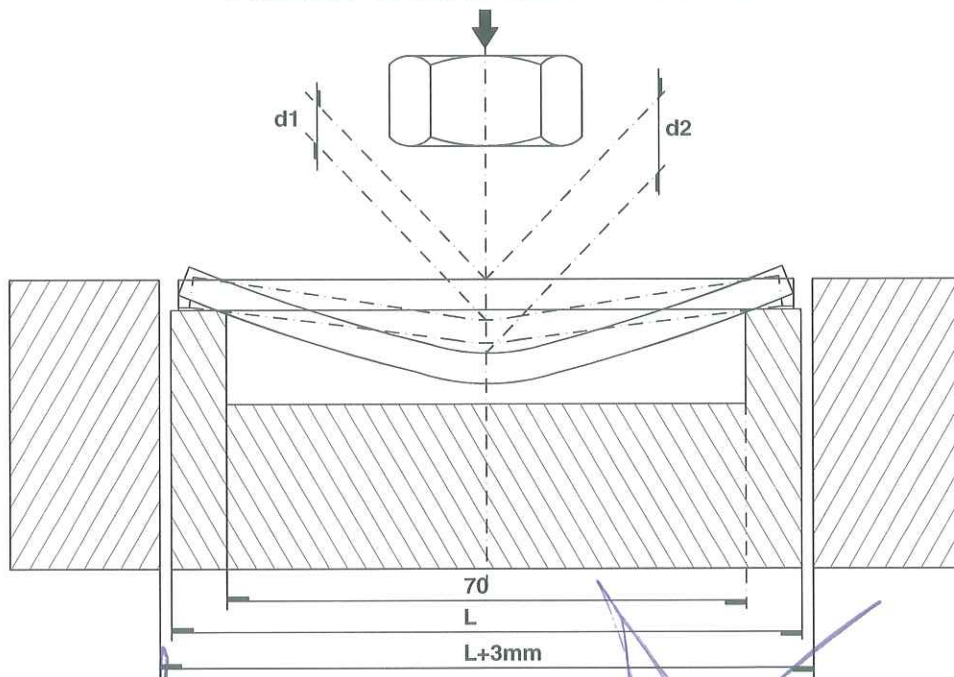
No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0035-02865-E-00

HOJA: 10 de 13

ANEXO No. 3.



PRUEBA DE ELASTICIDAD. FIGURA 2



PRUEBA DE FLEXIÓN FIGURA 3

ESCALA: S / E
ACOTACION: mm



TITULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA FABRICACIÓN Y RECEPCIÓN DE LAS ARANDELAS PLANAS.

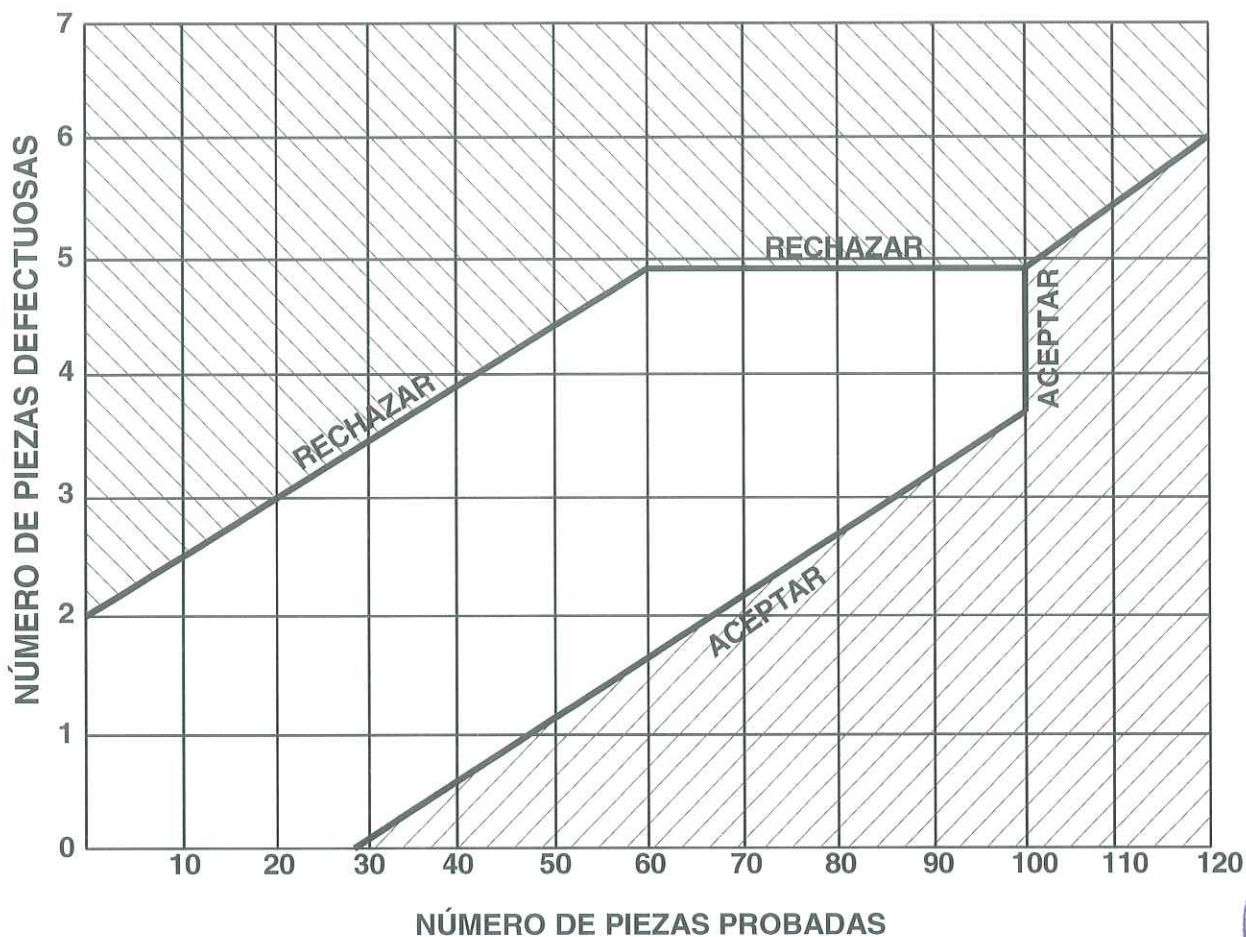


No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0035-02865-E-00

HOJA: 11 de 13

ANEXO No. 4.

DIAGRAMA DE WALD PRUEBAS DE ELASTICIDAD, FLEXIÓN, VERIFICACIÓN DEL ASPECTO, DIMENSIONES Y PROTECCIÓN ANTICORROSIVA.



RECEPCIÓN DE ARANDELAS TIPO: _____

FECHA DE RECEPCIÓN: _____

VERIFICACIÓN: _____ DEL ASPECTO, DE LAS DIMENSIONES Y DE LA PROTECCIÓN ANTICORROSIVA.
 _____ DE LA PRUEBA DE ELASTICIDAD.
 _____ DE LA PRUEBA DE FLEXIÓN.

OBSERVACIONES: _____



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA FABRICACIÓN Y RECEPCIÓN DE LAS ARANDELAS PLANAS.

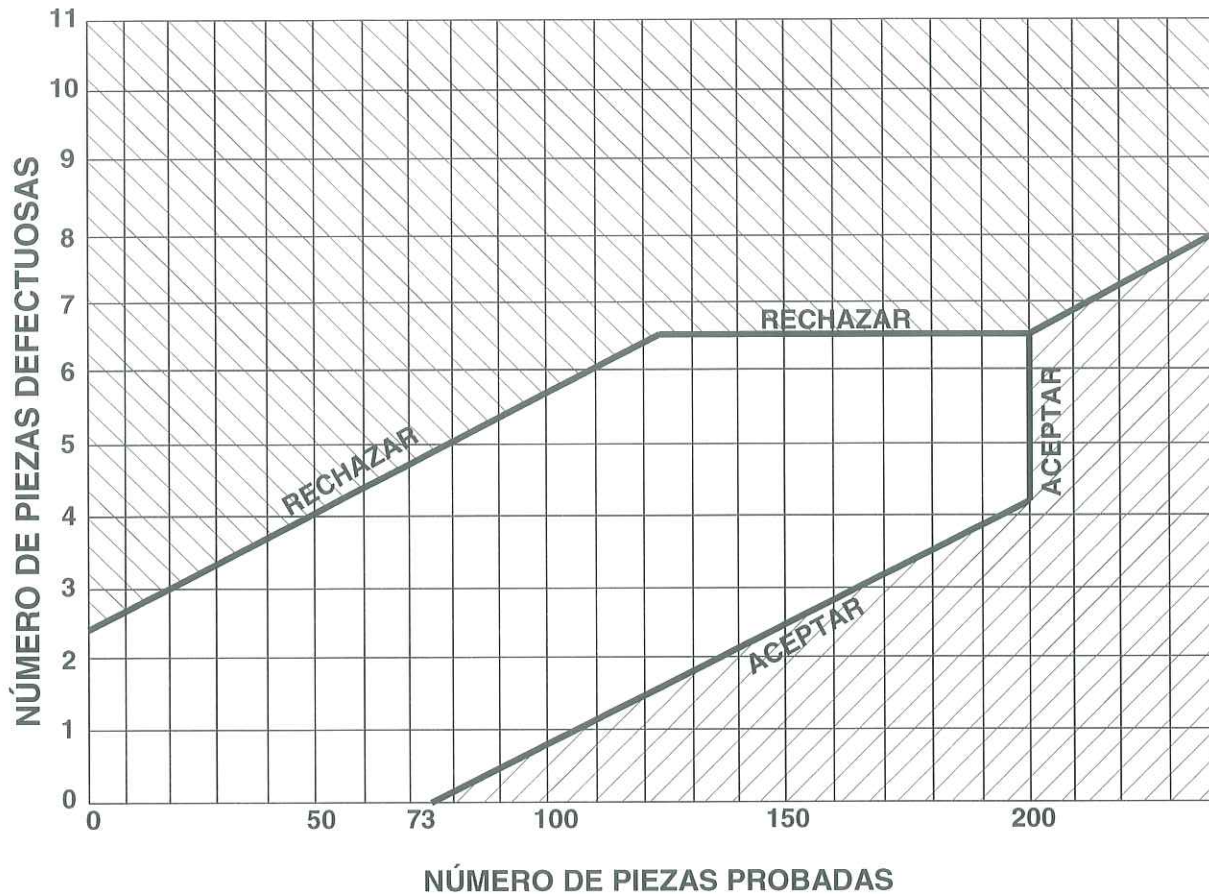


No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0035-02865-E-00

HOJA: 12 de 13

ANEXO No. 5.

DIAGRAMA DE WALD PRUEBAS DE ELASTICIDAD, FLEXIÓN, VERIFICACIÓN DEL ASPECTO, DIMENSIONES Y PROTECCIÓN ANTICORROSIVA DESPUÉS DE SELECCIÓN.



RECEPCIÓN DE ARANDELAS TIPO: _____.

FECHA DE RECEPCIÓN: _____

VERIFICACIÓN: _____ DEL ASPECTO, DE LAS DIMENSIONES Y DE LA PROTECCIÓN ANTICORROSIVA.
 _____ DE LA PRUEBA DE FLEXIÓN.
 _____ DE LA PRUEBA DE ELASTICIDAD.

OBSERVACIONES: _____



TÍTULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA FABRICACIÓN Y RECEPCIÓN DE LAS ARANDELAS PLANAS.



No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0035-02865-E-00

HOJA: 13 de 13