



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



ESPECIFICACIÓN

No. CLAVE: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00	FECHA: 07 de Abril de 2010	HOJA: 1 de 48
TÍTULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO BIBLOQUE.	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 ELECTROMECAÑICAS: ING. SOTERO DÍAZ SILVA	VISTO BUENO ASEGURAMIENTO DE CALIDAD Ing. Enrique Erazo Ríos	
SUBDIRECTOR DE INSTALACIONES MECANICAS 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

 Ciudad México <i>Capital en Movimiento</i>	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO BIBLOQUE. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00	  CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 2 de 48
--	--	--

ÍNDICE

I. GENERALIDADES.

- I.1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.
- I.2. DESCRIPCIÓN.
- I.3. DISEÑO.
- I.4. DIMENSIONES LÍMITES.
- I.5. TOLERANCIAS.
- I.6. SOLICITACIONES.

II. MATERIALES.

- II.1. ACERO DE REFUERZO.
- II.2. TIRANTE METÁLICO.
- II.3. CEMENTO.
- II.4. AGUA PARA LA MEZCLA.
- II.5. AGREGADOS. TIPO Y GRANULOMETRÍA.
- II.6. ADITIVOS.
- II.7. PIEZAS PARA LA FIJACIÓN DE LOS RIELES EN LOS DURMIENTES.

III. FABRICACIÓN DE LOS DURMIENTES.

- III.1. MOLDE METÁLICO.
- III.2. PREPARACIÓN Y COLOCACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO.
- III.3. COLOCACIÓN DE LAS FUNDAS GS CON GUARNICIÓN HELICOIDAL.
- III.4. COMPOSICIÓN DEL CONCRETO.
- III.5. ELABORACIÓN DEL CONCRETO.
- III.6. MARCAS DE FABRICACIÓN.
- III.7. COLOCACIÓN DE ACCESORIOS.

IV. MEDICIÓN Y ENSAYES DE FABRICACIÓN.

- IV.1. ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA DE FABRICACIÓN.
- IV.2. CONDICIONES DE VERIFICACIÓN.
- IV.3. VERIFICACIÓN DEL ASPECTO EXTERIOR Y CONTROL GEOMÉTRICO.
- IV.4. CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO.
- IV.5. PRUEBAS.
- IV.6. PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD EN PROTOTIPOS.
- IV.7. PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD DURANTE LA FABRICACIÓN.
- IV.8. RECEPCIÓN PROVISIONAL.

V. ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE, GARANTÍA Y DERECHOS DE PATENTE.

- V.1. ALMACENAMIENTO.
- V.2. TRANSPORTE.
- V.3. GARANTÍA.
- V.4. DERECHOS DE PATENTE.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA
FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO
BIBLOQUE.

ICA **ALSTOM**
carso
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA: 3 de 48

VI. MEDICIÓN Y BASES DE PAGO.

VI.1. MEDICIÓN.

VI.2. BASES DE PAGO.

VII. ANEXOS.

ANEXO No. 1. DIMENSIONAMIENTO GENERAL DEL DURMIENTE DE CONCRETO BIBLOQUE.

ANEXO No. 2. ESCANTILLONES.

FIGURA 1. ESCANTILLÓN PARA DETERMINAR LA PENDIENTE DE LAS SUPERFICIES DE APOYO DEL RIEL.

FIGURA 2. ESCANTILLÓN PARA VERIFICAR LA DISTANCIA ENTRE LOS TOPE EXTREMOS DEL DURMIENTE.

FIGURA 3. ESCANTILLÓN PARA LA DISTANCIA ENTRE LOS TOPE DE UN BLOQUE.

FIGURA 4. ESCANTILLÓN PARA VERIFICAR LA PLANEIDAD DE LAS SUPERFICIES DE APOYO DEL RIEL.

FIGURA 5. ESCANTILLÓN PARA VERIFICAR LA UBICACIÓN DE LOS PERNOS TIRAFONDO CON GUARNICIÓN HELICOIDAL.

FIGURA 6. ESCANTILLÓN PARA VERIFICAR LA DIFERENCIA DE ALTURA ENTRE LAS SUPERFICIES DE APOYO DEL RIEL Y DE LAS GRAPAS. LA PENDIENTE TRANSVERSAL DE LAS SUPERFICIES DE APOYO DEL RIEL.

FIGURA 7. ESCANTILLÓN "D" PARA ALOJAR LA ALMOHADILLA.

ANEXO No. 3. CONDICIONES DE PRUEBA PARA LOS DURMIENTES.

FIGURA 1. PRUEBA DE MOMENTO FLEXIONANTE POSITIVO EN EL ASIENTO DEL RIEL.

FIGURA 2. PRUEBA DE MOMENTO FLEXIONANTE NEGATIVO EN EL ASIENTO DEL RIEL.

FIGURA 3. PRUEBA DE MOMENTO FLEXIONANTE POSITIVO AL CENTRO DEL DURMIENTE.

FIGURA 4. PRUEBA DE MOMENTO FLEXIONANTE NEGATIVO AL CENTRO DEL DURMIENTE DE DOS BLOQUES.

FIGURA 5. PRUEBA DE TORQUE PARA PERNO TIRAFONDO.

FIGURA 6. PRUEBA DE RESISTENCIA ELÉCTRICA.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA
FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO
BIBLOQUE.



No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA: 4 de 48

ANEXO No. 4. GRAFICAS GRANULOMÉTRICAS.

FIGURA 1. CURVAS GRANULOMÉTRICAS LÍMITE PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA ARENA.

FIGURAS 2 Y 3. CURVAS GRANULOMÉTRICAS LÍMITES PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA GRAVA.

ANEXO No. 5. TABLA DE ENSAYES Y FRECUENCIA PARA EL CONTROL DE PRODUCCIÓN DE DURMIENTES BIBLOQUE.

ANEXO No. 6. OBSERVACIONES.



TITULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO BIBLOQUE.



CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA. 5 de 48

I. GENERALIDADES.

I.1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.

La presente especificación técnica tiene por objeto, determinar las condiciones técnicas que deberán satisfacer la fabricación y el suministro de los durmientes de concreto armado tipo bibloque, destinados al equipamiento de las vías de la Línea 12 del Metro con Rodamiento Metálico (MRM) de la Ciudad de México, de acuerdo a proyectos y diseños que presenten los proveedores y que revisará y aprobará PMDF.

Esta especificación técnica define los requisitos mínimos que deberá cumplir el proyecto y diseño de los durmientes, los materiales componentes, las dimensiones límites del durmiente, las cargas a considerar en el diseño, la resistencia estructural, las pruebas de laboratorio, el control de calidad de los materiales empleados en la fabricación, el almacenamiento, el transporte, la garantía y los derechos de patente.

No están contemplados en esta especificación las técnicas procedimientos y equipos a utilizar para la fabricación de los durmientes, por lo que el proveedor tendrá libertad de usar los métodos más convenientes, siempre y cuando cumpla con lo indicado en la presente especificación técnica.

I.2. DESCRIPCIÓN.

Los durmientes están constituidos por dos bloques de concreto reforzado, unidos por un tirante metálico cuyos extremos quedan empotrados en los bloques de concreto.

La sección transversal de los bloques tiene forma de un tronco de pirámide, con la base mayor en la parte inferior, donde el durmiente se apoyara sobre el balasto; esta área de apoyo será rugosa para mejorar la fricción entre el durmiente y el balasto.

La finalidad de los durmientes a los que se refiere la presente especificación técnica, será la de proporcionar una correcta alineación y la conservación del escantillón entre los rieles que forman parte del sistema de vía, y de transferir de manera uniforme las cargas que a su paso el material rodante transmite a las vías y a su vez a la capa de balasto que sirve de apoyo a los durmientes.

I.3. DISEÑO.

Los durmientes bibloque serán diseñados por el proveedor para usarse en vías armadas con rieles de 115 RE, con una inclinación de 1/20 en el asiento del riel y con una trocha de 1435 mm; la separación de los durmientes de centro a centro será de 667 mm en tangente, para vía principal.

 Ciudad México Capital en Movimiento	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO BIBLOQUE. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00	 ICA ALSTOM CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 6 de 48
---	--	---

La fijación será a base de grapas elásticas tipo **NABLA**, almohadillas acanaladas de hule, guarnición helicoidal, arandelas, pernos tirafondo M22, los que se atornillarán en los bloques mediante insertos metálicos y fijándolos con resina. Los durmientes se suministrarán con los insertos y pernos tirafondos colocados y las almohadillas de hule pegadas en su posición. La cuerda de los pernos tirafondo, se protegerá colocándoles sus respectivas tuercas; los demás elementos de fijación se entregaran debidamente protegidos y empacados, (fijación tipo "**NABLA**" a proponer por el proveedor).

El proveedor deberá garantizar con los elementos de fijación, el aislamiento eléctrico entre el durmiente y el riel.

Para la fijación "**NABLA**" se deberá tomar en cuenta el espesor de la almohadilla que debe ser de 9 mm

El proveedor formulara su proyecto y lo presentara por triplicado, incluyendo planos y memorias de cálculo a PMDF, para su revisión y aprobación; el contratista deberá poner a disposición de PMDF un lote de 10 durmientes (como mínimo) a los que se les realizaran las pruebas de aceptación de acuerdo con esta especificación técnica. Así mismo, deberá poner a disposición de PMDF los elementos de fijación para el armado de un mínimo de 5 durmientes, con sus respectivos pernos tirafondo colocados y sus almohadillas pegadas.

I.4. DIMENSIONES LÍMITES.

Los durmientes terminados deberán cumplir con las dimensiones que se enlistan a continuación y con las que se indican en el plano correspondiente, que éste de acuerdo con las tolerancias indicadas en el inciso I.5 y con lo indicado en el anexo No. 1 de la presente especificación.

- A) La longitud del durmiente será de: 2319 mm.
- B) La longitud de cada bloque será de: 760 mm.
- C) El ancho de la cara inferior de cada bloque podrá ser constante o variable, con un máximo de 330 mm y un mínimo de 290 mm.
- D) El ancho de la cara superior del durmiente no será mayor de 330 mm en ninguna sección el ancho de la superficie de apoyo del patín del riel no será menor de 190 mm.
- E) El peralte podrá ser variable con 250 mm como máximo y 150 mm como mínimo.
- F) La longitud del tirante metálico será de 2100 mm.
- G) La profundidad del anclaje de los pernos tirafondo será la indicada en el plano autorizado por PMDF y deberá indicarse en los planos que presente el proveedor.
- H) La inclinación o pendientes que tienen las superficies de apoyo del riel y de las grapas con el durmiente serán las que se indiquen en el plano antes mencionado.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA
FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO
BIBLOQUE.

ICA **ALSTOM**
carso
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA: 7 de 48

- l) El peso del durmiente será propuesto por el fabricante y aprobado por PMDF e indicado en los planos que presente el proveedor.

I.5 TOLERANCIAS.

Los durmientes deberán ser intercambiables en la vía, lo que conduce a realizar verificaciones geométricas por medio de escantillones que serán suministrados por el proveedor y a su cargo; el diseño de dichos escantillones deberá someterse previamente a la aprobación de PMDF.

Los durmientes terminados deberán satisfacer, en el momento de su presentación para recepción, las tolerancias y condiciones siguientes:

I.5.1. TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS.

Se verificaran auxiliándose con los escantillones que aparecen en el anexo No. 2 de la presente especificación técnica.

- A) La longitud total del durmiente tendrá una tolerancia de ± 5 mm.
- B) En un bloque.
- En la longitud una tolerancia de ± 5 mm.
 - En el ancho de la parte inferior del durmiente, una tolerancia de ± 3 mm.
 - En la altura, una tolerancia de $+ 6$ mm, $- 3$ mm.
- C) En la longitud total del tirante de unión entre bloques: ± 5 mm.
- D) Uniformidad de la superficie de apoyo del riel se comprobara con el escantillón indicado en la figura 1 del anexo No. 2 de la presente especificación técnica y la tolerancia es de ± 0.5 mm.
- E) Topes.
- Distancia entre topes exteriores ± 1 mm (ver anexo No. 2, figura 2).
 - Distancia entre topes exteriores de un mismo bloque ± 0.5 mm (ver anexo No. 2, figura 3).
 - Distancia entre ejes de asiento del riel: ± 1 mm.
 - Los topes son perpendiculares al eje longitudinal del durmiente ± 0.5 mm.

Las tolerancias de las demás dimensiones que forman parte del durmiente y que no se mencionan en esta especificación técnica, las deberá poner el proveedor en los planos que presente para aprobación de PMDF, según el caso.

	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO BIBLOQUE. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 8 de 48
---	--	--

1.6. SOLICITACIONES.

1.6.1. CARGAS VERTICALES.

Las cargas máximas por eje de los trenes se presentaran cuando el material rodante se encuentre en operación, y son las siguientes:

TREN	PESO MÁXIMO POR EJE (TON)	FACTOR DE IMPACTO	CARGA VERTICAL MÁXIMA CON IMPACTO POR EJE (TON)
OPERACIÓN	15.0	1.3	19.5
MANTENIMIENTO (BALASTERA)	20.0	1.25	25.0

- El intervalo de proyecto es de: 90 s.
- La velocidad máxima de diseño de los trenes es de: 100 km/h.
- velocidad comercial mínima estimada: 35 km/h.

1.6.2. CARGAS HORIZONTALES TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES.

Las cargas horizontales transversales que actúan sobre los elementos de las estructuras de la vía son a manera enunciativa pero no limitativa las siguientes: fuerza centrífuga no compensada, fuerza centrípeta (tren parado), fuerza sísmica, fuerza de balanceo. etc. que se mencionan en el capítulo 30 del manual "AREMA".

Las cargas horizontales longitudinales son a manera enunciativa pero no limitativa las siguientes: frenaje y arranque, dilatación y contracción de los rieles, etc.

1.6.3. CARGA EN DURMIENTES.

Si el fabricante para elaborar su diseño necesita determinar las cargas máximas que actúan sobre los durmientes y las combinaciones más desfavorables, deberá considerar la rigidez de los rieles, la deformabilidad del durmiente con el balasto, la separación entre durmientes, la posibilidad de tener mezclados diferentes tipos de durmientes. Y el asentamiento diferencial de un riel con respecto al otro.

II. MATERIALES.

II.1. ACERO DE REFUERZO.

Los aceros de refuerzo para los armados, serán varillas de acero redondo, liso o corrugado, que tenga las características físicas indicadas a continuación; y que cumplan con los requisitos de la Norma ASTM A-615 (última edición) o la ASTM A-82 (última edición).



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA
FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO
BLOQUE.

ICA ALSTOM
carso

CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA: 9 de 48

- Limite de fluencia (f_y) = 4200 kg/cm² mínimo.
- Alargamiento mínimo a la falla = 9%.
- esfuerzo de ruptura no menor de 6300 kg/cm².

Si las mallas de refuerzo se forman con electro-soldadura, el acero que utilice, deberá ser estirado en frio y cumplir con los siguientes requisitos químicos:

- | | | |
|-------------------------------|------|-----------------------------|
| - Carbono | (C) | $C \leq 0.25 \%$ |
| - mezcla de carbono manganeso | (Mn) | $C + (Mn / 6) \leq 0.48 \%$ |
| - Silicio | (Si) | $Si \leq 0.55 \%$ |

El acero de refuerzo podrá ser suministrado en rollos o en barras.

Las varillas destinadas a la fabricación de las mallas deberán ser enderezadas, limpiadas del oxido o cualquier otro material adherido a estas.

Para las mallas formadas mediante puntos de soldadura, se indicara en los planos del proveedor, el procedimiento para soldar, el cual deberá estar de acuerdo a las Normas **ASTM (última edición)** y **AWS (última edición)** y no deberán presentar ningún alabeo aparente, ni tampoco deberán acusar una flecha mayor de 5 mm medido con una regla recta colocada sobre el largo de la malla. Las varillas largas de las mallas serán perpendiculares a las cortas, con una tolerancia de ± 5 mm entre los extremos de las varillas cortas.

Las varillas destinadas a las espirales serán simplemente enderezadas antes de darles la forma y las dimensiones especificadas en los planos constructivos.

Los desperdicios y los recortes que se tengan, deberán ser contemplados en el proyecto del proveedor y en ningún caso darán lugar a un pago suplementario por parte de PMDF.

II.2. TIRANTE METÁLICO.

El tirante metálico, es el elemento que une a los dos bloques del durmiente ya que sus extremos quedan ahogados en el concreto, debe estar exento de fracturas, principios de rotura y defectos de laminado, tendrá la forma y dimensiones indicadas en el plano tipo PMDF-09-VI.8-612000-III-0041-02924-P-00 aprobado por PMDF.

Podrán almacenarse en un lugar expuesto a la intemperie, con la condición de que antes de utilizarlos se les someta a un proceso de limpieza con un cepillo metálico para retirar el óxido formado o cualquier otra sustancia que forme costra en los perfiles.

	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO BIBLOQUE.	 CONSORCIO LINEA 12
No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00		HOJA 10 de 48

Para este elemento, se aceptara solo acero de riel con las características que se describen a continuación:

- Acero de riel en calidad ordinaria o normal.
(Dureza 700 de la Norma **UIC-860-R** última edición)
- Características físicas
 - * Resistencia a la ruptura por tracción de: 6,670 – 8,140 kg/cm².
 - * Limite elástico mínimo = 3,000 kg/cm².
 - * Alargamiento mínimo a la ruptura: ≥ 14%.

- **COMPOSICIÓN QUÍMICA:**

C	Mn	Si	P (MAX)	S (MAX)
0.40 – 0.60%	0.80 – 1.25%	0.05 – 0.35%	0.055%	0.05%

- Características estructurales:

- $I_x > 55 \text{ cm}^4$
- $S_x > 14.5 \text{ cm}^3$.
- Espesor $e \geq 6 \text{ mm}$.

(Al fijar las tolerancias de fabricación debe tomarse en cuenta que no se puede reducir este valor del espesor).

Además, deberá cumplir con las pruebas de flexión indicadas en los incisos IV.5.3 y IV.5.4 de esta especificación.

II.3. CEMENTO.

El cemento a utilizar deberá ser portland, el cual deberá cumplir con los requisitos indicados en la Norma **NMX-C-414-ONNCCE** (última edición) o la Norma **ASTM-C-150** (última edición).

Independientemente de que la marca debe ser de reconocida calidad, el cemento al que se refiere este inciso debe satisfacer los valores mínimos de resistencia a la compresión en cubos de mortero, siguiendo el procedimiento que marca la Norma **NMX-C-414-ONNCCE** (última edición) y que se indican a continuación:



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA
FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO
BIBLOQUE.



CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA: 11 de 48

Especificaciones físicas

Clase Resistente	Resistencia a la compresión en (N/mm ²)		
	3 días Mínimo	28 días mínimo	máximo
30	---(*)	30	50
30 R	20	30	50
40	--- (*)	40	---
40 R	30	40	---

* La resistencia inicial de un cemento es la resistencia mecánica a la compresión a los 3 días. Para indicar que un tipo de cemento debe cumplir con una resistencia inicial especificada, se le agrega la letra R después de la clase. Solo se definen valores de resistencia inicial a 30 R y 40 R, como se indica en la tabla anterior.

La prueba a la compresión se le realizara al cemento tomando muestras al inicio, en medio y al final del pedido proveniente de una misma fábrica, correspondiente a la producción de la fabricación de un mes. El cemento rechazado después de las pruebas deberá separarse.

El uso de cualquier otro tipo de cemento deberá ser aprobado especialmente por PMDF, y/o su representante y se requerirán forzosamente de la elaboración de nuevos durmientes prototipo cuyos resultados sean satisfactorios de acuerdo con lo que se indica en la presente especificación técnica.

El cemento podrá surtirse en sacos de 50 kg o a granel; en el segundo caso deberá ser almacenado en silos, y la capacidad de estos no debe exceder a la que se utilice en un mes.

Tanto en el suministro como en el almacén deberá cumplir con lo prescrito en la Norma **NMX-C-414-ONNCCE (última edición)** o en la **ASTM-C-150 (última edición)**.

Deberán tomarse todas las precauciones pertinentes para asegurar una buena conservación del cemento, para impedir que accidentalmente se hidrate o que pierda sus propiedades, debido a la acción del aire. Ningún otro material o cemento que no sea de la marca aprobada será almacenado en el mismo local.

Ningún cemento deberá ser almacenado por más de 3 meses; cuando el tiempo de utilización de un lote rebase los 3 meses desde su recepción. Se llevaran a cabo una serie de pruebas antes de poder utilizarlos, a fin de certificar si conserva sus propiedades. Si el cemento presenta grumos, se prohibirá su uso.

Las remesas que reciba el fabricante serán almacenadas y separadas entre sí, de modo que no se puedan confundir; el cemento ya ensayado con aquel que esté pendiente.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA
FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO
BIBLOQUE.



CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA 12 de 48

II.4. AGUA PARA LA MEZCLA.

El agua que se utilice en la elaboración del concreto deberá ser potable, libre de cantidades perjudiciales de ácido, álcalis, materia orgánica y demás sustancias que puedan ser nocivas para el concreto, y además no deberá contener cantidades de impurezas superiores a los límites indicados a continuación:

- Sulfatos (SO_4)	máximo en P.P.M. 300
- Cloruros (Cl)	máximo en P.P.M. 300
- Magnesio (Mg)	máximo en P.P.M. 150
- materia orgánica (oxígeno consumido en medio ácido)	máximo en P.P.M. 10
- Sólidos totales en solución	máximo en P.P.M. 1,500
- PH	no menor de 7

Si existiera duda de la calidad del agua, se realizarán pruebas de compresión con probetas fabricadas, con dosificaciones idénticas de concreto, en las cuales se utilizara agua destilada y el agua en estudio respectivamente. Se considerará que el agua estudiada es aceptable cuando sus especímenes produzcan a 7 y 14 días, resistencias a la compresión mayores del 90% de la resistencia que presenten los especímenes elaborados con agua destilada y además, que los tiempos de fraguado inicial y final, no difieran en más de 60 minutos.

II.5. AGREGADOS, TIPO Y GRANULOMETRÍA.

II.5.1. ARENA.

La arena deberá ser de composición sílica natural o producto de trituración con un mínimo de materiales terrosos, arcillosos y con finos en no más de 2%.

Deberá contener como mínimo un 30% de partículas de sílice y un máximo de 6 % de partículas calcáreas o de arcilla, que en todo caso, deben estar distribuidos en forma regular en la masa, estos porcentajes serán medidos en peso.

El contenido de sílice será determinado con el método del ácido clorhídrico, que se describe a continuación:

Una cantidad determinada de arena es pesada en seco y posteriormente es sumergida en una solución de ácido clorhídrico (50% de ácido – 50% de agua), se revuelve vigorosamente y es pasada por una malla No. 200 realizando varios lavados sucesivos hasta que la solución del lavado salga clara y el residuo final se seca perfectamente y se pesa. El porcentaje de sílice está dado por:



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA
FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO
BIBLOQUE.



CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HQJA: 13 de 48

$$\% = P1 (100) / P2$$

Donde:

P1 = Peso del residuo.

P2 = Peso de la muestra ensayada.

Además debe satisfacer los requisitos físicos indicados en la tabla 1 y la granulometría de la grafica del anexo No. 4, figura 1.

TABLA No. 1

REQUISITOS FÍSICOS	ARENA
- Perdida por lavado en malla No. 200	2.0% máximo.
- Arcilla por sedimentación	3.0% máximo.
- Materia orgánica	1.0% máximo.
Carbón y Lignito.	1.0% máximo.
- Partículas desmenuzables	3.0% máximo.
- Equivalente de arena	80.0% mínimo.

II.5.2. GRAVA.

La grava deberá provenir de rocas duras y sanas, que sean inalterables por el efecto del agua o el aire. Granulometría de la grava de 9.52 mm (3/8") a 19 mm (3/4"), comprendida en las graficas del anexo No. 4, figuras 2 y 3. Teniendo un tamaño máximo de 38 mm. (1 1/2") y una densidad superior a 2.5 debiéndose sujetar a la Norma **ASTM C-33 (última edición)**.

La grava no debe contener partículas de carbón, madera o residuos de estos, el contenido de azufre (S) total, expresado en anhídrido sulfúrico (SO₃) no debe rebasar el 1% del peso total.

Las gravas deberán ser angulosas, se puede tolerar una pequeña proporción de partículas en forma plana o alargada.

Deberá estar exenta de materia orgánica y/o arcillosa y de toda substancia adherida que pueda impedir su cementación con el concreto. Así como de cualquier impureza cuya naturaleza o cuyo contenido pueda perjudicar las siguientes propiedades esenciales del concreto: resistencia, impermeabilidad y durabilidad.

Se prohíbe el uso de gravas provenientes de rocas feldespáticas o esquistas, que se descomponen con el aire o con el agua. La grava debe satisfacer los requisitos físicos que se indican en la tabla 2 ó de la Norma **ASTM-C-294 (última edición)**. La granulometría de las graficas de las figuras 2 y 3 del anexo No. 4.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA
FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO
BIBLOQUE.

ICA **ALSTOM**
carso
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA: 14 de 48

TABLA No. 2

REQUISITOS FÍSICOS

GRAVA

- Perdida por lavado en malla No. 200	1.0% máximo.
- Carbón y Lignito	1.0% máximo.
- Contenido de arena	10.0% máximo.
- Contenido de grava	90.0% mínimo.
- Perdida de abrasión (desgaste)	40.0% máximo.

La resistencia al desgaste de la grava se medirá con el método de los Ángeles: como lo marca la Norma **NMX-C-196 (última edición)**, el porcentaje de desgaste deberá ser inferior al 40% en promedio.

Independientemente de las pruebas que por su parte realice la supervisión de PMDF. El proveedor deberá justificar la buena calidad de los materiales a utilizar. Presentando un análisis y un certificado de pruebas realizadas en un laboratorio especializado en ensayos de materiales, que sea autorizado por PMDF. Estas pruebas serán con cargo al proveedor. Dichos certificados deberán corresponder a pruebas efectuadas no más de 6 meses de la utilización de los materiales ensayados.

II.5.3. GRANULOMETRÍA.

Se establecerán dos curvas limites de granulometría para cada tamaño de agregado en el laboratorio de apoyo del proveedor, las que serán sometidas a la aprobación de PMDF y/o su representante teniendo como base que corresponda a materiales que previamente se hayan utilizado en pruebas de certificación.

La curva granulométrica deberá estar comprendida entre estas dos curvas límites durante todo el tiempo que dure la fabricación.

Las curvas granulométricas límites para las arenas y para las gravas, se muestran en las figuras 1,2 y 3 del anexo No. 4.

II.6. ADITIVOS.

Siempre y cuando no afecten las propiedades del concreto a largo plazo y solo con la autorización del representante de PMDF se podrán emplear aditivos para el concreto.

 Ciudad México Capital en Movimiento	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO BIBLOQUE. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00	 ALSTOM carso CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 15 de 48
---	--	---

II.7. PIEZAS PARA LA FIJACIÓN DE LA VÍA EN LOS DURMIENTES.

Las piezas necesarias para la correcta fijación de la vía en los durmientes de concreto, las suministrara el fabricante y deberán cumplir con lo indicado en las especificaciones técnicas que a continuación se enlistan:

A) especificaciones técnicas a consultar en la utilización del sistema de fijación.

- especificación técnica para el suministro de la grapa metálica elástica "RN" para equipar las vías. PMDF-09-VI.8-612000-III-0010-02840-E-00
- especificación técnica para la fabricación de almohadillas acanaladas de hule a colocarse entre rieles y durmientes de concreto. PMDF-09-VI.8-612000-III-0007-02837-E-00
- especificación técnica para el suministro de pernos tirafondo de acero para la fijación del riel sobre durmientes de concreto. PMDF-09-VI.8-612000-III-0041-02869-E-00
- especificación técnica para la fabricación de la guarnición helicoidal para la fijación de riel sobre durmientes de concreto. PMDF-09-VI.8-612000-III-0042-02870-E-00
- especificación técnica para la fabricación y recepción de las arandelas planas. PMDF-09-VI.8-612000-III-0035-02865-E-00
- especificación técnica para el suministro de resina "VLS" para la fijación de pernos – tirafondo en durmientes de concreto. PMDF-09-VI.8-612000-III-0040-02868-E-00

NOTA:

Para garantizar la trocha de 1435 mm, el proveedor armara en su planta un tramo de vía de 18 m. con durmientes de los diferentes moldes previstos para la fabricación en serie. Los durmientes fabricados con los diferentes moldes, se colocaran en forma alternada al azar y en base a esta prueba se definirá el numero o números de grapas RN que proporcionara el proveedor junto con los durmientes

III. FABRICACIÓN DE LOS DURMIENTES.

III.1. MOLDE METÁLICO.

El proveedor fabricara los moldes y habilitara los materiales necesarios para la fabricación del durmiente, quedando bajo su responsabilidad la correcta fabricación del mismo de acuerdo con lo especificado en su propio diseño, y cuyas características al detalle deberán someterse a la aprobación de PMDF.

Este molde deberá ser metálico de tal manera que cumpla con las características de: solidez, impermeabilidad, indeformabilidad y capaz de conservar la misma precisión geométrica durante todo el tiempo de utilización.

 Ciudad México Capital en Movimiento	TITULO ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO BIBLOQUE. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 16 de 48
--	---	---

III.2. PREPARACIÓN Y COLOCACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO.

Antes de la utilización de los aceros de refuerzo, estos serán limpiados para retirar cualquier pintura, oxido y todo material susceptible de atacar el metal o el concreto, o de reducir la adherencia entre ambos.

Las parrillas del armado se formaran con escantillones que permitan obtener las formas y dimensiones exactas previstas en los planos constructivos. La formación de las parrillas no deberá ocasionar una reducción de sección mayor al 10% en los puntos de unión. Antes de su colocación en los moldes. Cada conjunto de parrillas de armado deberá someterse a una verificación detallada para certificar su conformidad con los planos constructivos del proveedor.

Las espirales deberán ser firmemente amarradas o soldadas a las parrillas, para evitar cualquier desplazamiento durante el colado del concreto.

III.3. COLOCACIÓN DE LAS FUNDAS GS CON GUARNICIÓN HELICOIDAL.

Las guarniciones helicoidales para la sujeción de los pernos tirafondo, se colocan durante la fabricación de los durmientes.

La fijación de estos elementos en los moldes se hará con vástagos fileteados en los cuales se atornillaran a las guarniciones helicoidales, el proveedor deberá entregar a PMDF un plano de estos vástagos con cotas y tolerancias.

III.4. COMPOSICIÓN DEL CONCRETO.

El proveedor deberá realizar el estudio de la composición del concreto.

Los elementos de la composición serán sometidos para su aprobación a PMDF y/o su representante y deberán incluir: las curvas granulométricas de los agregados, su procedencia, densidad, peso específico, volumen de vacíos, naturaleza, la dosificación del cemento y del agua, los resultados de las pruebas de tensión por flexión y de compresión, los datos de vibración (duración, amplitud y frecuencia) y todas las condiciones técnicas especiales relativas a la dosificación y ensayos del concreto.

La dosificación de los materiales requeridos en la elaboración del concreto, será determinada por el proveedor, bajo su exclusiva responsabilidad.

La mezcla será con cero centímetros de revenimiento, plástica y trabajable a fin de que al vibrarse y compactarse no queden vacíos o porosidades, la relación agua-cemento inferior a 0.38 para cada m^3 de concreto y la resistencia a la compresión se determinara en probetas cilíndricas estándar de 152 mm de diámetro por 305 mm de altura y deberá ser, en promedio de $f'c = 490 \text{ kg/cm}^2$.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA
FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO
BIBLOQUE.



CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

Página: 17 de 48

La resistencia a la tensión por flexión del concreto se determinará en probetas prismáticas con dimensiones no menores de 10 x 15 x 75 cm la resistencia mínima será de 85 kg/cm² a los 7 días de edad.

Las resistencias a la compresión serán obtenidas para cada colado diario; las resistencias a tensión por flexión se determinarán por lo menos una vez por cada lote de 200 durmientes fabricados.

Los cilindros y los prismas necesarios para las pruebas a 7, 14 y 28 días serán elaborados en el lugar mismo del colado del concreto, los cuales se elaborarán de acuerdo con las Normas **ASTM C-39 (última edición)** y **ASTM C-78 (última edición)**. Se vibrarán al igual que los durmientes y se curarán junto con el lote de los durmientes.

Cuando se proceda al curado a vapor del concreto éste podrá realizarse con un procedimiento aceptado previamente por PMDF.

Los gastos ocasionados por estas pruebas estarán a cargo del proveedor. Las pruebas se llevarán a cabo en presencia del representante de PMDF en un laboratorio aprobado por los mismos.

III.5. ELABORACIÓN DEL CONCRETO.

III.5.1. MEZCLA.

El concreto deberá ser elaborado en una revolvedora mezcladora de un tipo aprobado por PMDF, el mezclado manual no será permitido por ningún motivo.

Todos los componentes del concreto: arena, grava, cemento y agua, serán pesados (de manera individual respetando las tolerancias que indica la Norma **NMX-C-155 (última edición)**), para asegurar la composición del concreto propuesto por el proveedor.

La duración mínima del mezclado, contada a partir del momento en que todos los componentes del concreto se encuentren en la mezcladora, se deja a la experiencia del proveedor.

III.5.2. TRANSPORTE.

El vaciado, el transporte y la colocación de la mezcla en los moldes, se llevará a cabo, empleando los medios adecuados para que el concreto conserve su homogeneidad, evitando cualquier segregación posible, especialmente porque se trata de un concreto que contiene elementos gruesos y de consistencia muy seca.

 Ciudad México Capital en Movimiento	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO BLOQUE. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00	 ALSTOM carso CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 18 de 48
--	--	---

III.5.3. COLOCACIÓN.

El vaciado propiamente dicho será efectuado en el molde metálico después de la colocación del tirante y de los armados; sin embargo, la parrilla inferior del durmiente podrá colocarse un poco antes del llenado total del molde con una referencia geométrica marcada en el mismo.

La vibración de compactación deberá lograr que el concreto rellene perfectamente el molde, sin formar oquedades y de modo que rodee completamente los armados.

III.5.4. LIMPIEZA Y ACEITADO DE LOS MOLDES.

Entre dos coladas consecutivas, las paredes interiores de cada molde y muy particularmente los elementos metálicos que forman los bordes y los huecos para el alojamiento de las fijaciones, deberán ser debidamente aceitadas, y en su caso previamente limpiados.

El aceite será de una marca aprobada por el representante de PMDF y deberá utilizarse en forma de emulsión aplicada con un pulverizador no se permitirá el uso de grasa ni la utilización de brocha.

III.5.5. DESMOLDEADO.

Los moldes metálicos deberán estar equipados con todos los dispositivos necesarios para realizar su izado después de la vibración, su transporte hasta el área de desmoldeo, el giro de 180° al rededor de su eje longitudinal y su izado exactamente vertical, para retirar del molde el durmiente formado, estos dispositivos deberán ser concebidos de manera que se efectúen todas las operaciones anteriores con toda la suavidad necesaria sin producir ningún golpe para no causar alguna deformación; principio de fisura o fractura del concreto, el desmolde de los 2 bloques del durmiente deberá ser rigurosamente simultaneo.

El proveedor podrá escoger otra técnica aprobada, por el representante de PMDF que cumpla con las condiciones antes expuestas.

III.5.6. CURADO.

El curado del concreto de preferencia, deberá efectuarse mediante vapor húmedo a presión ambiental que permita acelerar la resistencia del concreto.

III.5.7. ACABADO.

Las superficies exteriores deberán ser las producidas por el molde con un mínimo de porosidades en todas las caras moldeadas. Deberán ser regulares en su forma y en su constitución; estarán limpias y libres de cualquier hueco, fisura, rotura o hendidura. Los topes para las grapas de sujeción del riel, deberán ser limpiados y perfectamente modelados.

Después del desmolde no se admitirá ningún retoque en el concreto.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA
FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO
BIBLOQUE.

ICA ALSTOM
carso
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA: 19 de 48

Todo durmiente que presente defectos en su estructura después del desmolde, será demolido de inmediato. El tirante y los armados podrán volver a utilizarse después de verificar su buen estado y geometría.

III.5.8. ELEMENTOS PARA SUJETAR LOS PERNOS TIRAFONDO.

Los vástagos fileteados para sostener las guarniciones helicoidales deben permanecer en los durmientes por lo menos 2:30 horas (dos horas y media) después del desmoldeo.

Para ello se agrupará a los durmientes en conjuntos de 25 elementos y el plazo de 2:30 horas empezará a partir del último durmiente desmoldeado.

III.5.9. COLOCACIÓN DE LOS PERNOS TIRAFONDO ATORNILLADOS EN LAS GUARNICIONES HELICOIDALES.

a) Aplicación.

- Untar con resina un tercio de la longitud total del perno tirafondo.
- Dejar escurrir la resina en el orificio que servirá para el alojamiento del perno tirafondo.
- Atornillar el perno tirafondo fuertemente.
- Suprimir todo excedente de resina.

b) Resultados por obtener.

- La parte inferior del cuadrado del perno tirafondo tocará al concreto del durmiente.
- La parte inferior del perno tirafondo deberá sujetarse en la guarnición empotrada en el durmiente.
- Deberá rellenarse perfectamente con resina todo el espacio que no ocupe el perno tirafondo y deberá verificarse que no quede ningún hueco.
- Ningún exceso de resina interfiere en la colocación de la almohadilla aislante. Así como de las grapas a sujetar.

c) Precaución a tomar.

- se prohíbe desatornillar los pernos durante un período de 12 horas después de su colocación.

III.5.9.1. COLOCACIÓN DE LOS TAPONES A LAS GUARNICIONES HELICOIDALES.

a) APLICACIÓN.

- Después del curado de los durmientes, se colocaran tapones de protección, esto es con la finalidad de que no se introduzcan cuerpos extraños en el interior.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA
FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO
BIBLOQUE.

ICA **ALSTOM**
carso
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA: 20 de 48

III.5.10. PERMANENCIA EN EL ÁREA DE DESMOLDEO.

En condiciones normales, los durmientes desmoldados deberán permanecer, como mínimo, 20 horas en el área de desmolde, antes de almacenarlos en otro sitio.

Durante este tiempo deberán mantenerse protegidos contra un secado demasiado rápido, mediante procedimientos que garanticen un fraguado uniforme y adecuado con la resistencia final estipulada. Dichos procedimientos deberán estar garantizados por el proveedor.

III.6. MARCAS DE FABRICACIÓN.

Cada durmiente deberá llevar en la cara superior de los bloques y del lado del tirante, las indicaciones siguientes, que deberán formarse con el molde, mediante relieves de 3 mm de profundidad y 50 mm de altura aproximadamente.

- A) En uno de los bloques: el tipo de durmiente (MRM) y las siglas de PMDF.
- B) En el otro bloque: la marca de la fábrica, el mes y año de fabricación, así como el número del molde.

III.7. COLOCACIÓN DE ACCESORIOS.

Se procederá a la colocación de los accesorios de fijación de acuerdo a los siguientes incisos.

III.7.1. COLOCACIÓN DE LAS ALMOHADILLAS DE CAUCHO PARA ASIENTO DE RIEL SOBRE LOS DURMIENTES.

Después de haberse efectuado las verificaciones geométricas y la inspección visual de los durmientes producidos, se procederá a la colocación de las almohadillas de caucho. Establecido en el contrato, de acuerdo con lo siguiente:

A) LIMPIEZA.

- Tanto las almohadillas a pegar como las superficies de los durmientes donde estas se vayan a colocar, deberán estar perfectamente limpias y secas, libres de polvo, grasa o sustancias extrañas. Lo antes expuesto se debe observar antes de colocar el pegamento en las almohadillas.

B) PEGAMENTO.

- El pegamento a utilizar será de "contacto" del tipo que garantice la permanencia fija de la almohadilla al durmiente con un manejo adecuado por lo tanto se seguirán correctamente las indicaciones de aplicación del fabricante. El pegamento se aplicará con utensilios que permitan su correcta aplicación de tal manera que las almohadillas no se desprendan durante el manejo de los durmientes antes de su utilización en la obra.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA
FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO
BIBLOQUE.



CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA: 21 de 48

C) COLOCACIÓN DE LA ALMOHADILLA.

- Una vez que el pegamento haya sido aplicado en las superficies a unir y siguiendo las instrucciones del propio pegamento en cuanto al tiempo de espera posterior a la aplicación del mismo se procederá a colocar correctamente las almohadillas. Para esto se usarán piezas de metal o de madera como escantillones para medir los centros de los rieles y tener la ubicación exacta de las almohadillas para riel (ver figura 7 del anexo No. 2).

Después de colocar las almohadillas, se presionaran uniformemente con un rodillo metálico. Se cuidará que las orillas, especialmente las esquinas, queden bien pegadas. Tres días después de pegadas, el proveedor verificará que hayan quedado perfectamente adheridas; en caso contrario, deberán desprenderse totalmente y pegarse de nuevo.

III.7.2. COLOCACIÓN DE LOS PERNOS TIRAFONDOS Y SUS ACCESORIOS.

Al igual que en el caso de las almohadillas, después de la verificación geométrica y de la inspección visual de los durmientes producidos; se procederá a la colocación de los pernos tirafondo con sus accesorios. Para tal efecto deberá usarse un escantillón como el mostrado en la figura 5 del anexo No. 2.

Durante la colocación de los pernos tirafondos se tendrá la precaución de limpiar y secar, en caso de que contengan agua, los huecos en que quedarán alojados los pernos, deberá seguirse el procedimiento indicado en los incisos III.5.8, III.5.9 y III.5.9.1 de la presente especificación técnica.

IV. MEDICIONES Y ENSAYES DE FABRICACIÓN.

IV.1. ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA DE FABRICACIÓN.

El proveedor hará del conocimiento al representante de PMDF, el plano completo de sus instalaciones, acompañado de la nomenclatura detallada de las maquinas y aparatos de los que dispondrá para la fabricación: taller de fabricación propiamente dicho, instalación para la elaboración del concreto, almacén o silo para el cemento, taller para la preparación de los armados, almacén de los agregados, almacén de los durmientes en proceso de endurecimiento, laboratorio, prensa de prueba. Oficina etc. además el proveedor deberá justificar y garantizar sus posibilidades de fabricación, en función del programa de entregas establecido en el pedido.

El proveedor deberá garantizar el libre acceso a todas sus instalaciones, de los representantes de PMDF durante el tiempo que dure la fabricación de todo el pedido.

 Ciudad México Capital en Movimiento	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO BIBLOQUE. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 22 de 48
---	--	--

IV.2. CONDICIONES DE VERIFICACIÓN.

En principio, todos los durmientes deberán ser verificados y controlados por el proveedor. Sin embargo, los durmientes serán verificados en su totalidad o en parte por el representante de PMDF, encargado de la recepción.

- La frecuencia de ejecución de los ensayos de materiales para el control de producción será de acuerdo al anexo No. 5 de esta especificación técnica.
- La planta deberá tener a disposición todos los aparatos necesarios para las verificaciones, pruebas y ensayos previstos en las especificaciones técnicas generales, tales como:
 - A) Los equipos y accesorios de laboratorio para realizar las verificaciones de la calidad del cemento, las pruebas eventuales de los aceros, los estudios y controles de granulometría.
 - B) Los calibradores necesarios para las verificaciones geométricas, así como los escantillones que se indican en el anexo No. 2.
 - C) La prensa para las pruebas de resistencia de los durmientes terminados, deben contar con certificado de calibración vigente.

Todo este equipo estará a cargo del proveedor. Quien deberá proporcionar también el personal necesario para los manejos indispensables.

La verificación de los durmientes prototipos incluirá:

- A) Examen visual del aspecto exterior.
- B) Control de las cotas y las tolerancias de acuerdo con las indicaciones anotadas en los planos y en las especificaciones técnicas.
- C) El control de la calidad del concreto.
- D) Pruebas de momento flexionante positivo sobre el asiento del riel.
- E) Pruebas de momento flexionante negativo sobre el asiento del riel.
- F) Pruebas de momento flexionante positivo al centro del durmiente.
- G) Pruebas de momento flexionante negativo al centro del durmiente.
- H) Pruebas de carga repetida sobre el asiento del riel.
- I) Pruebas de carga última.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA
FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO
BIBLOQUE.

ICA **ALSTOM**
carre
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA: 23 de 48

- J) Pruebas de torque para perno tirafondo.
- K) Pruebas de resistencia eléctrica.
- L) Pruebas fisicoquímicas del tirante.
- M) verificación geométrica de la sección del tirante.

IV.3. VERIFICACIÓN DEL ASPECTO EXTERIOR Y CONTROL GEOMÉTRICO.

IV.3.1. ASPECTO EXTERIOR.

Las superficies exteriores deberán ser las producidas por el molde, deberán ser regulares en su forma y en su constitución; estarán limpias y libres de cualquier hueco, fisura, rotura o hendidura.

- Ningún armado deberá ser visible.
- Ningún tipo de reparación se admitirá en los durmientes.
- La cara inferior de los bloques deberá ser rugosa.

IV.3.2. CONTROL GEOMÉTRICO.

El control geométrico se realizará en un número de durmientes que será fijado por el recepcionista de PMDF, pero este control podrá extenderse a todos los durmientes.

Previamente a la fabricación de los durmientes, el proveedor someterá a la aprobación del representante de PMDF, dos series de escantillones para las verificaciones dimensionales.

Los escantillones se marcarán después de su aprobación y una serie quedará a la disposición del proveedor quien la empleará para el control de los durmientes en su proceso de fabricación, la segunda serie será empleada por los representantes de PMDF y se utilizarán en las recepciones únicamente los escantillones marcados por PMDF o su representante.

Estos escantillones serán verificados y en su caso reemplazados toda vez que el representante de PMDF lo juzgue necesario. Las tolerancias a respetar en las dimensiones de los durmientes han sido precisadas en el inciso 1.5 de esta especificación técnica.

IV.4. CONTROL DE LA CALIDAD DEL CONCRETO.

La calidad del concreto se controlará mediante pruebas de edades de 7, 14 y 28 días en las probetas testigo elaboradas durante el colado diario de los durmientes.

Si la resistencia promedio a la compresión, obtenida a 14 ó 28 días en 2 probetas correspondientes a un mismo lote, es inferior a 490 kg/cm², entonces dicho lote de durmientes será rechazado. (ver notas 2 y 3 al final del capítulo).



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA
FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO
BIBLOQUE.

ICA **ALSTOM**
carao
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA. 24 de 48

En su caso, el rechazo de un lote solo podrá ser definido después de realizar las pruebas de carga directa en los durmientes de ese lote y solo si estas no son satisfactorias.

Un lote indica aquí el conjunto de durmientes colados en una misma jornada y para los cuales elaboraron los cilindros de prueba.

IV.5. PRUEBAS.

Las pruebas se efectuarán a no menos de 7 días si fue curado con vapor y a no menos de 14 días si el curado fue normal; excepto las pruebas que expresamente indiquen otros periodos de ejecución de las pruebas descritas a continuación.

IV.5.1. PRUEBA DE MOMENTO FLEXIONANTE POSITIVO SOBRE EL ASIENTO DEL RIEL.

Se ejecutará en cada asiento del riel, con el durmiente apoyado y cargado como se muestra en la figura 1 del anexo No. 3, una carga aumentando a un promedio no mayor de 2.27 toneladas por minuto, se aplicara hasta que la carga (P) de 23.27 toneladas, produzca un momento positivo en el asiento del riel de 244.0 toneladas-centímetro. Esta carga se mantendrá por no menos de 3 minutos, durante los cuales se hará una inspección para determinar si ocurre agrietamiento estructural, después de este tiempo se descargará la prensa de prueba.

Una lupa de 10 aumentos, podrá usarse para localizar grietas. Si no ocurre agrietamiento o el ancho de las grietas no excede de 0.15 mm. Los requisitos de esta prueba se habrán cumplido, esta inspección se realizará durante los 3 minutos que se mantendrá la carga de 23.27 tonelada.

IV.5.2. PRUEBA DE MOMENTO FLEXIONANTE NEGATIVO SOBRE EL ASIENTO DEL RIEL.

Se ejecutará en cada asiento del riel. Con el durmiente apoyado y cargado como se muestra en la figura 2 del anexo No. 3, una carga aumentando a un promedio no mayor de 2.27 toneladas por minuto, se aplicará hasta que la carga (P) de 13.90 tonelada, produzca un momento negativo en el asiento del riel de 132.5 toneladas-centímetro. Esta carga se mantendrá por no menos de 3 minutos, durante los cuales se hará una inspección para determinar si ocurre agrietamiento estructural, después de este tiempo se descargará la prensa de prueba.

Una lupa de 10 aumentos, podrá usarse para localizar grietas, si no ocurre agrietamiento o el ancho de las grietas no excede de 0.15 mm, los requisitos de esta prueba se habrán cumplido, esta inspección se realizará durante los 3 minutos que se mantendrá la carga de 13.90 tonelada.



TITULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA
FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO
BIBLOQUE.

ICA **ALSTOM**
carso
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA: 25 de 48

IV.5.3. PRUEBA DE MOMENTO FLEXIONANTE POSITIVO AL CENTRO DEL DURMIENTE.

Con el durmiente apoyado y cargado como se muestra en la figura 3 del anexo No. 3, una carga aumentando a un promedio no mayor de 2.27 toneladas por minuto, se aplicará hasta que una carga de 3.18 toneladas, produzca un momento de 40.0 toneladas-centímetro, si no ocurre agrietamiento en los bloques de concreto y la flecha al centro del durmiente no excede de 13 mm los requisitos de esta prueba se habrán cumplido.

IV.5.4. PRUEBA DE MOMENTO FLEXIONANTE NEGATIVO AL CENTRO DEL DURMIENTE.

Con el durmiente apoyado y cargado como se muestra en la figura 4 del anexo No. 3, una carga aumentando a un promedio no mayor de 2.27 toneladas por minuto se aplicará hasta que una carga de 3.18 toneladas, produzca un momento de 40.0 toneladas-centímetro, si no ocurre agrietamiento en los bloques de concreto y la flecha al centro del durmiente no excede de 13 mm los requisitos de esta prueba se habrán cumplido.

IV.5.5. PRUEBA DE CARGA REPETIDA SOBRE EL ASIENTO DEL RIEL.

Esta prueba se realizará conforme a la indicada en el inciso 1.10.1.8 del capítulo 30 del manual "AREMA" (última edición).

El valor de la carga "P" será de 23.27 toneladas, por lo tanto $1.1 P = 25.6$ toneladas

IV.5.6. PRUEBA DE CARGA ÚLTIMA EN EL ASIENTO DEL RIEL.

Se efectuará en el asiento del riel del durmiente, el que será apoyado y cargado como se muestra en la figura 1 del anexo No. 3, la carga será regulada a una velocidad promedio no mayor de 2.27 toneladas por minuto, se aplicará hasta que una carga total de $1.75 P$ se obtenga (la carga P es la definida en el inciso IV.5.1 si el durmiente resiste esta carga por un período no menor de 5 minutos, los requisitos de esta prueba se habrán cumplido.

La carga se aumentara hasta que la falla del durmiente ocurra y se anotará la carga máxima obtenida. Consultar anexo No. 6.

IV.5.7. PRUEBA DE TORQUE PARA EL PERNO TIRAFONDO.

Una vez terminadas las pruebas anteriores satisfactoriamente, se efectuará la siguiente prueba para determinar la capacidad de un perno tirafondo de resistir un momento torsionante sobre el eje longitudinal del inserto.

Se aplicará un momento torsionante de 30 kg-m en el perno tirafondo colocado en el durmiente como se muestra en la figura 5 del anexo No. 3. El par aplicado, debe dar una lectura mínima en el torquímetro de 30 kg-m, la carga se mantendrá por no menos de 3 minutos.

 Ciudad México Capital en Movimiento	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO BIBLOQUE. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00	 ALSTOM carso CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 26 de 48
--	--	--

Si el inserto resiste al momento torsionante sin rotación, agrietamiento del concreto o deformación permanente, el inserto habrá pasado la prueba.

IV.5.8. PRUEBA DE RESISTENCIA ELÉCTRICA.

En un durmiente de prueba se colocarán dos trozos cortos de riel, los cuales se sujetarán al durmiente con todos los elementos de sujeción previstos para la implantación de la vía, formando un sistema con aisladores y sujetadores en forma apropiada como se muestra en la figura 6 del anexo No. 3.

El montaje antes citado deberá sumergirse en agua por un mínimo de 6 horas al sacarse del agua se deja transcurrir una hora, para después aplicar un voltaje en C. A. de 10 volts a una frecuencia de 60 hertz a través de los 2 rieles por un periodo de 15 minutos. Los puntos de contacto entre los rieles deberán estar limpios, libres de oxidaciones o incrustaciones. La medición de la corriente se realizará con un amperímetro de C. A. y se expresará en amperes. La impedancia se determinará dividiendo el voltaje (10 volts) aplicado entre la corriente en amperes registrada en el amperímetro.

Si la impedancia en el medidor resulta mayor de 20,000 Ω (Ohms), el durmiente habrá pasado la prueba.

IV.6. PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD EN PROTOTIPOS.

Para cada serie de pruebas realizadas en un durmiente se deberán cambiar los apoyos de neopreno, y para su aprobación deberán realizarse las siguientes pruebas:

- Verificación geométrica, la verificación geométrica se efectuará en 3 durmientes de acuerdo con lo indicado en el inciso IV.3.2 de esta especificación técnica.
- Verificación del aspecto exterior, la verificación se realizará en todos los durmientes de acuerdo con lo indicado en el inciso IV.3.1 de esta especificación técnica.
- Pruebas de carga vertical en asientos de rieles al derecho y al revés, se ensayará un durmiente de acuerdo con lo indicado en los incisos IV.5.1 y IV.5.2 de esta especificación técnica.
- Pruebas de flexión al centro del durmiente en posición al derecho y al revés, se realizarán en un durmiente de acuerdo con lo indicado en los incisos IV.5.3 y IV.5.4 de esta especificación técnica.
- Pruebas de carga repetida sobre el asiento del riel, se realizará en un durmiente de acuerdo con lo indicado en el inciso IV.5.5 de esta especificación técnica.
- Prueba de carga última, se realizará en un durmiente ya ensayado en la prueba de carga vertical y de acuerdo con lo indicado en el inciso IV.5.6 de esta especificación técnica.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA
FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO
BIBLOQUE.



CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA: 27 de 48

- Prueba de torque para los pernos tirafondo, se efectuará en todos los pernos de un durmiente y se realizará de acuerdo a lo indicado en el inciso IV.5.7 de esta especificación técnica.
- Prueba de resistencia eléctrica, se realizará en un durmiente de acuerdo a lo indicado en el inciso IV.5.8 de esta especificación técnica.
- Pruebas físico químicas del tirante, se realizarán en un tirante como mínimo y deberá cumplir con lo indicado en el inciso II.2 de esta especificación técnica.
- Pruebas de verificación de la sección del tirante, se realizarán en un tirante como mínimo y deberán satisfacer los requisitos que se indican en el inciso II.2 de la presente especificación técnica.

IV.7. PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD DURANTE LA FABRICACIÓN.

Para la aprobación de los durmientes durante la fabricación en serie, deberán cambiar los apoyos de neopreno cada 25 durmientes ensayados.

A los durmientes de un lote: un lote indica aquí el conjunto de 100 o fracción de 100 durmientes colados en una misma jornada.

- Las pruebas de control de calidad de los materiales componentes, se, realizarán de acuerdo a lo indicado en el anexo No. 5 de la presente especificación técnica.

IV.8. RECEPCIÓN PROVISIONAL.

La recepción provisional de durmientes será expedida después de las dos verificaciones siguientes:

- Verificación en fábrica de que todas las piezas satisfagan los requisitos indicados en la presente especificación técnica y en los planos constructivos correspondientes.
- Verificación del aspecto después de la entrega en los talleres o almacenes indicados por PMDF y/o su representante.

La recepción provisional de los durmientes aceptados, será notificada al proveedor mediante la entrega de un recibo emitido, fechado y firmado por el representante de PMDF, en el que se precisara el número de durmientes recibidos.

La recepción provisional de los elementos de fijación se realizará por separado, debiéndose realizar las verificaciones y pruebas que se indican en las especificaciones técnicas correspondientes.

NOTAS:

- Si uno de los durmientes ensayados resulta satisfactorio, el lote será aceptado, en caso de que no cumpla con las pruebas, se aprobarán 5 durmientes adicionales, los 5 durmientes

 Ciudad México Capital en Movimiento	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO BIBLOQUE. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00	ALSTOM carso ICA CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 28 de 48
---	--	--

deberán satisfacer todas las pruebas, de lo contrario, todo el lote será rechazado. No obstante, el proveedor tiene la posibilidad de realizar las pruebas sobre cada uno de los durmientes del lote rechazado y entonces, los durmientes que cumplan con las pruebas podrán ser aceptados.

2. Para curado normal y cuando en los ensayos a 14 días se obtengan resultados desfavorables, el fabricante tendrá la opción de realizar a los 28 días las pruebas y en caso de que todas las pruebas sea satisfactorias, el lote podrá ser aceptado como bueno y utilizarse después de los 28 días de edad.
3. Cuando se utilice curado a vapor y se obtengan resultados desfavorables en los ensayos a 7 ó 14 días respectivamente, el fabricante tendrá la opción de realizar a los 14 ó 28 días estas pruebas y en caso de que todas las pruebas sean satisfactorias, el lote podrá ser aceptado como bueno y utilizarse después de los 28 días de edad.

V. ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE, GARANTÍA Y DERECHOS DE PATENTE.

V. 1. ALMACENAMIENTO.

Después de haber cumplido con las verificaciones del proveedor y con el control de PMDF, en lo que se refiere a las dimensiones y al aspecto, los durmientes serán almacenados por lotes en un lugar de fácil acceso: cada lote deberá corresponder como máximo a la fabricación de una jornada en condiciones exactamente iguales, en cada lote se colocará un cartel de lámina o de madera de modo que sea siempre visible; este cartel podrá suprimirse si las indicaciones antes mencionadas son anotadas directamente en cada durmiente de manera indeleble.

Durante el manejo para el almacenamiento se tomará de cada lote un durmiente por cada 100 ó fracción de 100, para realizar en él, las pruebas de carga a los 14 ó 28 días. Se hace hincapié en que durante el período de fraguado total deberán extremarse las precauciones necesarias para evitar fisuras en el concreto de los durmientes.

El almacenamiento de los durmientes podrá realizarse hasta una altura máxima correspondiente a 15 camas como máximo; entre cada cama deberán colocarse separadores de madera de 76 x 76 mm aproximadamente. Los durmientes de cama adyacente no deberán tocarse entre sí.

Si el curado es normal, el tiempo de permanencia de los durmientes en el almacenamiento, antes de que puedan ser utilizados, será de 14 días como mínimo o a los 28 días como en el caso de los durmientes curados con vapor el tiempo de permanencia en el almacenamiento será de 7 a 14 días.

V. 2. TRANSPORTE.

El transporte de los durmientes se podrá hacer una vez que el concreto haya alcanzado el 80% de su resistencia mínima impuesta a 28 días.

 Ciudad México Capital en Movimiento	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO BIBLOQUE. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00	 ALSTOM carso CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 29 de 48
--	--	--

Los embarques deberán comprender solo aquellos lotes que hayan pasado satisfactoriamente todas las pruebas de recepción.

El proveedor deberá tomar todas las precauciones necesarias para evitar cualquier daño o deterioro de los durmientes durante el transporte; de lo contrario, deberá reemplazar, a su cargo, todos los durmientes que al momento de la entrega presenten defectos tales que no podrían satisfacer las condiciones de recepción.

V.3. GARANTÍA.

El proveedor garantizará el buen comportamiento de los durmientes colocados en la vía cinco (5) años a partir de la inauguración de la línea, contra cualquier defecto de fabricación que pudiera manifestarse, y que no se haya detectado durante las operaciones de recepción, debiendo reponer dichos durmientes sin cargo alguno para PMDF, además cubrirá los gastos de retiro del material de la vía y los daños que se hayan causado a esta.

V.4. DERECHOS DE PATENTE.

Los derechos de patente de los durmientes estarán a cargo del proveedor, quien se responsabilizará contra cualquier reclamación a este respecto.

VI. MEDICIÓN Y BASES DE PAGO.

VI.1. MEDICIÓN.

Se medirá tomando como unidad las piezas terminadas con todos sus accesorios de fijación.

VI.2. BASES DE PAGO.

El pago por unidad terminada se hará al precio fijado en el contrato.

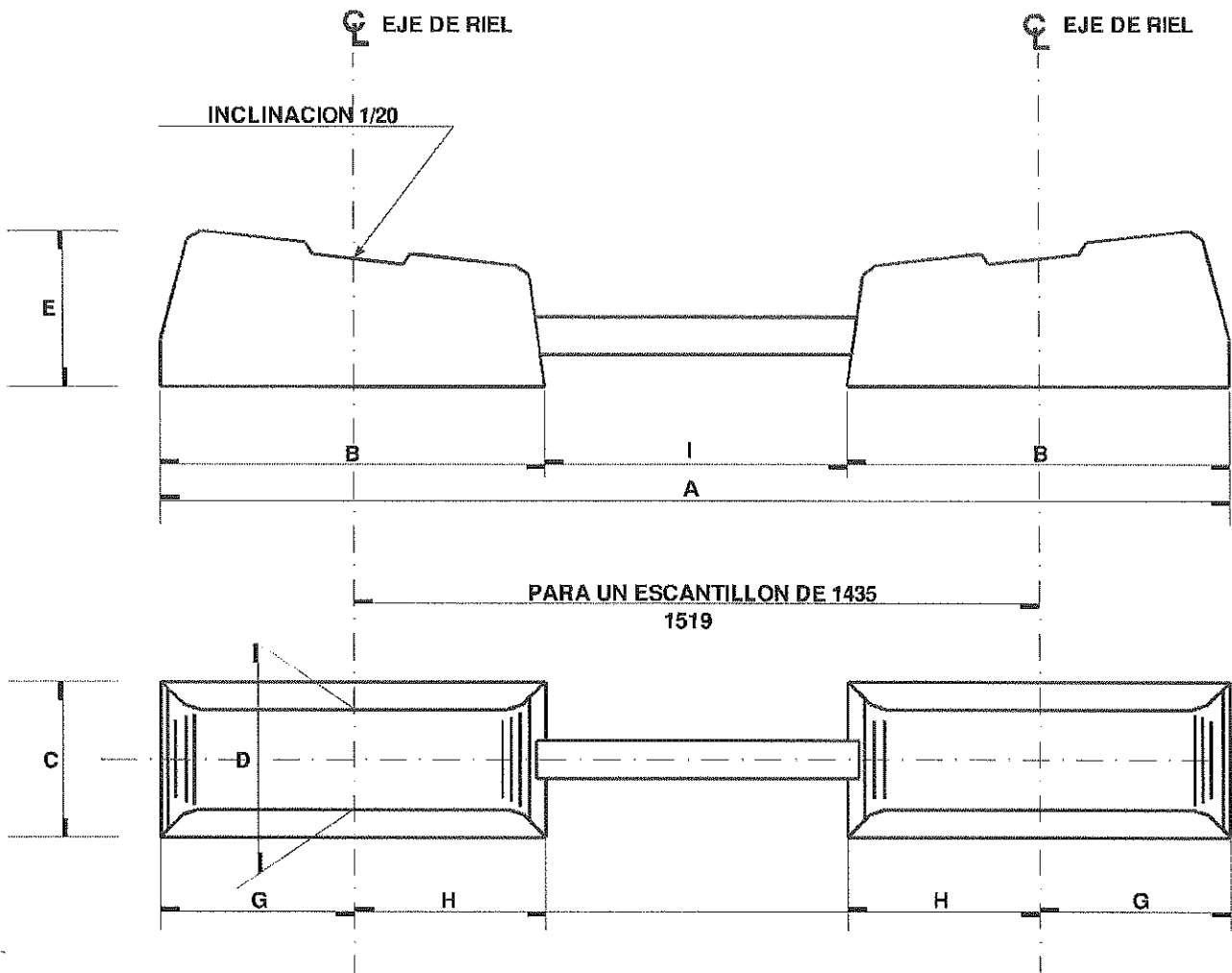
Este precio unitario incluye lo que corresponda por: regalías por patente de invención, adquisición de materiales, adquisición o fabricación de elementos de fijación de vía. Transportes, cargas, descargas, almacenamientos, cortes, desperdicios y en general todos los materiales, equipo y mano de obra para su fabricación conforme a lo indicado en esta especificación técnica.

VII. ANEXOS.

 Ciudad México Capital en Movimiento	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO BIBLOQUE. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 30 de 48
---	--	---

ANEXO No. 1

DIMENSIONAMIENTO GENERAL DEL DURMIENTE DE CONCRETO BIBLOQUE



DIMENSIONES DEL DURMIENTE

COTAS	MÍNIMA	MÁXIMA	NOMINAL	TOLERANCIA
A			2319	± 5
B			760	± 5
C	290	330		± 3
D	190	330		± 3
E	150	250		+6 -3
G			400	± 3
H			360	± 3
I			799	± 5

ACOT. mm
S/E



TITULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA
FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO
BIBLOQUE.



CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA 31 de 48

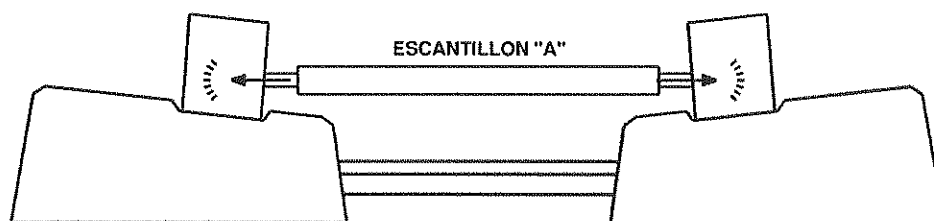
ANEXO No. 2

ESCANTILLONES

1. ESCANTILLÓN PARA DETERMINAR LA PENDIENTE DE LAS SUPERFICIES DE APOYO DEL RIEL.

El escantillón "A" PERMITE la verificación del ángulo generado por ambas superficies de apoyo del riel del durmiente.

- Pendiente teórica de cada superficie: 1/20,
- Tolerancia ± 0.5 mm con respecto al ancho de la superficie.



Los elementos orientables con respecto a la barra de unión se colocan sobre las superficies de apoyo del riel. Un cursor solidario de la barra indica mediante una graduación fijada en los elementos orientables, el valor de la pendiente.

FIGURA 1

	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO BIBLOQUE. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00	 ALSTOM carso CONSORCIO LINEA 12 HOJA 32 de 48
---	--	---

2. ESCANTILLÓN PARA VERIFICAR LA DISTANCIA ENTRE LOS TOPES EXTREMOS DEL DURMIENTE.

Se verifica esta distancia por medio de un escantillón "B" del tipo "CORRECTO" o "INCORRECTO".

- Distancia nominal: mencionada en un plano (tolerancia = ± 1 mm).

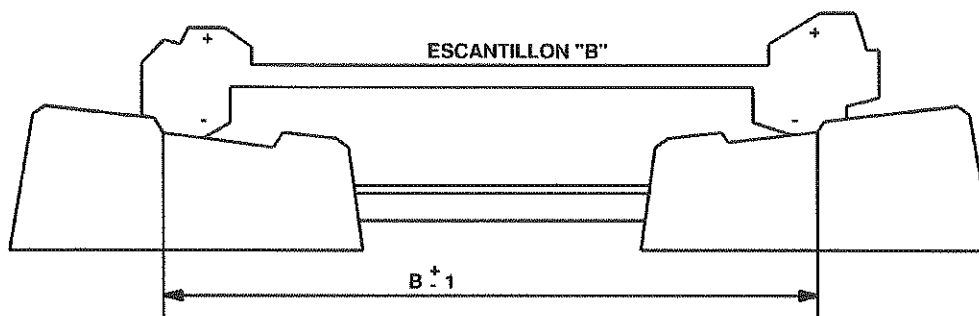


FIGURA 2

3. ESCANTILLÓN PARA LA DISTANCIA ENTRE LOS TOPES DE UN BLOQUE.

Se verifica esta distancia por medio de un escantillón "C" del tipo "CORRECTO" o "INCORRECTO".

- Distancia nominal: mencionada en un plano (tolerancia = ± 0.5 mm).

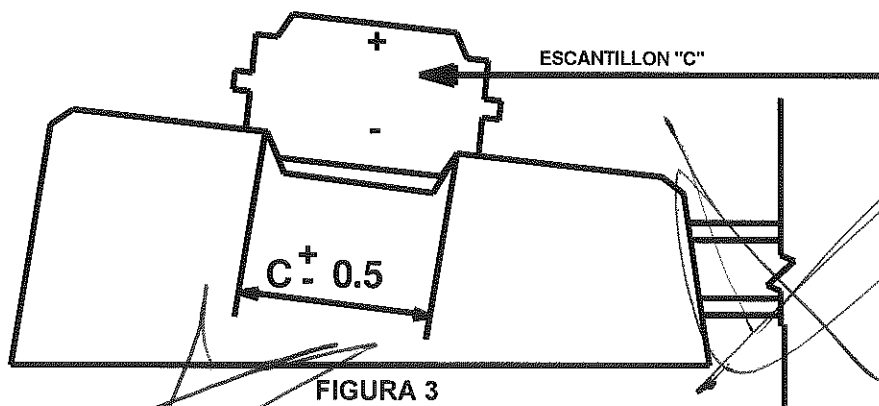


FIGURA 3

Se hará esta verificación en los dos bloques del durmiente.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA
FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO
BIBLOQUE.



CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA: 33 de 48

4. ESCANTILLÓN PARA VERIFICAR LA PLANEIDAD DE LAS SUPERFICIES DE APOYO DEL RIEL.

Se verifica esta planeidad mediante un escantillón "D" asentado en 3 puntos, el cual presenta una holgura teórica de 5 mm entre su cara inferior y la superficie por verificar (tolerancia = ± 0.5 mm).

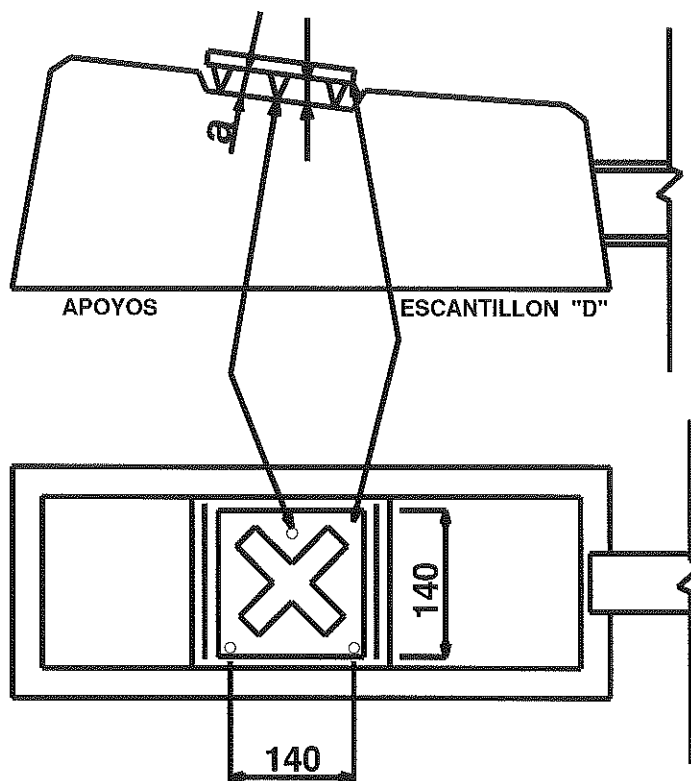


FIGURA 4

El mismo escantillón se emplea para verificar cualquier superficie de apoyo del riel.

La cota $a = 5$ mm se cerciora en las diagonales del escantillón por medio de una lina graduada en forma de cuña.

Se hará esta verificación en los dos bloques del durmiente.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA
FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO
BIBLOQUE.

ICA **ALSTOM**
carso
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA: 34 de 48

5. ESCONTILLÓN PARA VERIFICAR LA UBICACIÓN DE LOS PERNOS TIRAFONDO CON GUARNICIÓN HELICOIDAL.

Verificar la ubicación de los planos por medio de un escantillón único, el cual debe encajarse en dichos pernos con una holgura máxima de 1 mm, este escantillón se ejecuta de tal modo que se hallen holguras iguales con respecto a los topes extremos de un mismo bloque, con una tolerancia de ± 0.5 mm.

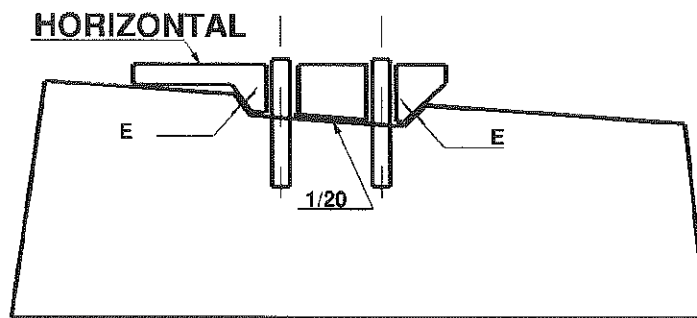


FIGURA 5

6. ESCONTILLÓN PARA VERIFICAR LA DIFERENCIA DE ALTURA ENTRE LAS SUPERFICIES DE APOYO DEL RIEL Y DE LAS GRAPAS. LA PENDIENTE TRANSVERSAL DE LAS SUPERFICIES DE APOYO DEL RIEL.

Se empleará el escantillón "F" (ver el croquis mencionado a continuación).

Medida de las cotas $b = 5 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$.

[Señales de verificación manuscritas: una 'X' grande y una 'L' con una flecha, indicando la verificación de las superficies de apoyo del riel y de las grapas.]

	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO BLOQUE. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 35 de 48
---	--	---

Se empleará el escantillón "F".

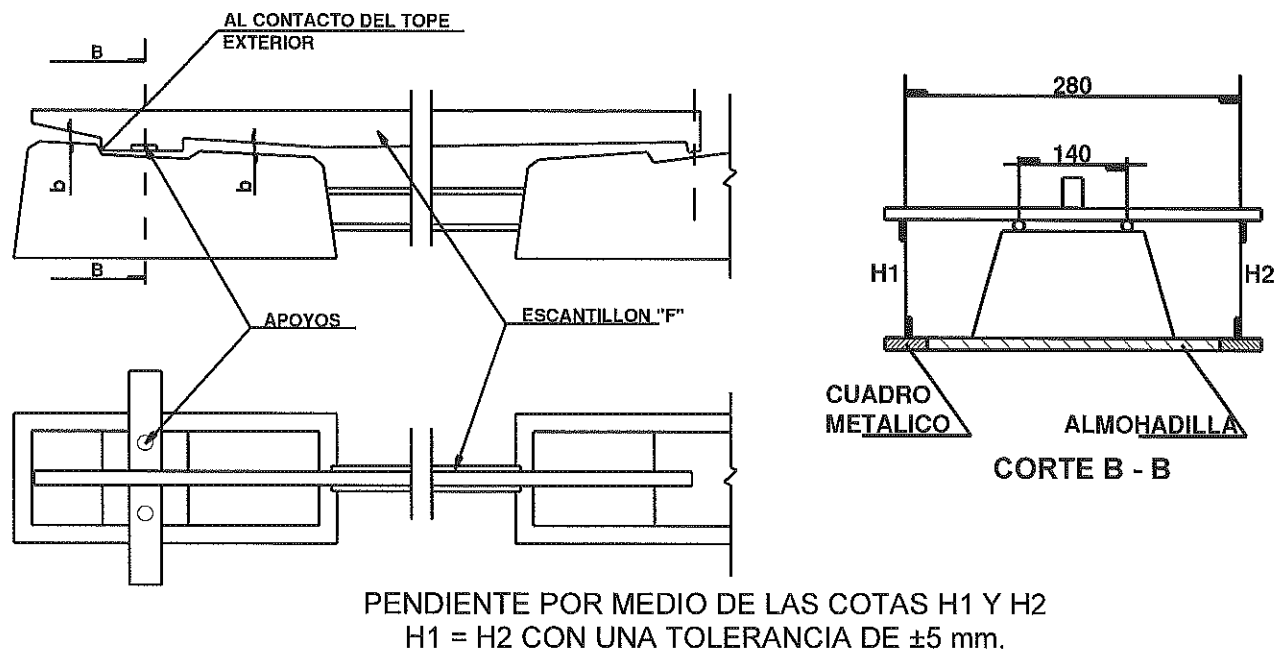


FIGURA 6

ESPESOR DEL DURMIENTE A LA ALTURA DEL RIEL.

Se deduce este espesor de las cotas H1 Y H2 antes mencionadas.

Espesor nominal con una tolerancia $\begin{matrix} +6 \\ -3 \end{matrix}$ mm.

Las medidas efectuadas en un bloque, como se indico anteriormente, se ejecutaran también en el otro bloque del mismo durmiente girando de 180° el escantillón "F".

Previamente a cualquier medida se cerciorará que el escantillón fuese al contacto con el tope exterior del bloque por verificar.

[Handwritten signatures and marks]

	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO BIBLOQUE.	 CONSORCIO LINEA 12
No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00		HOJA: 36 de 48

DIMENSIONES EXTERIORES DE LOS BLOQUES DEL DURMIENTE.

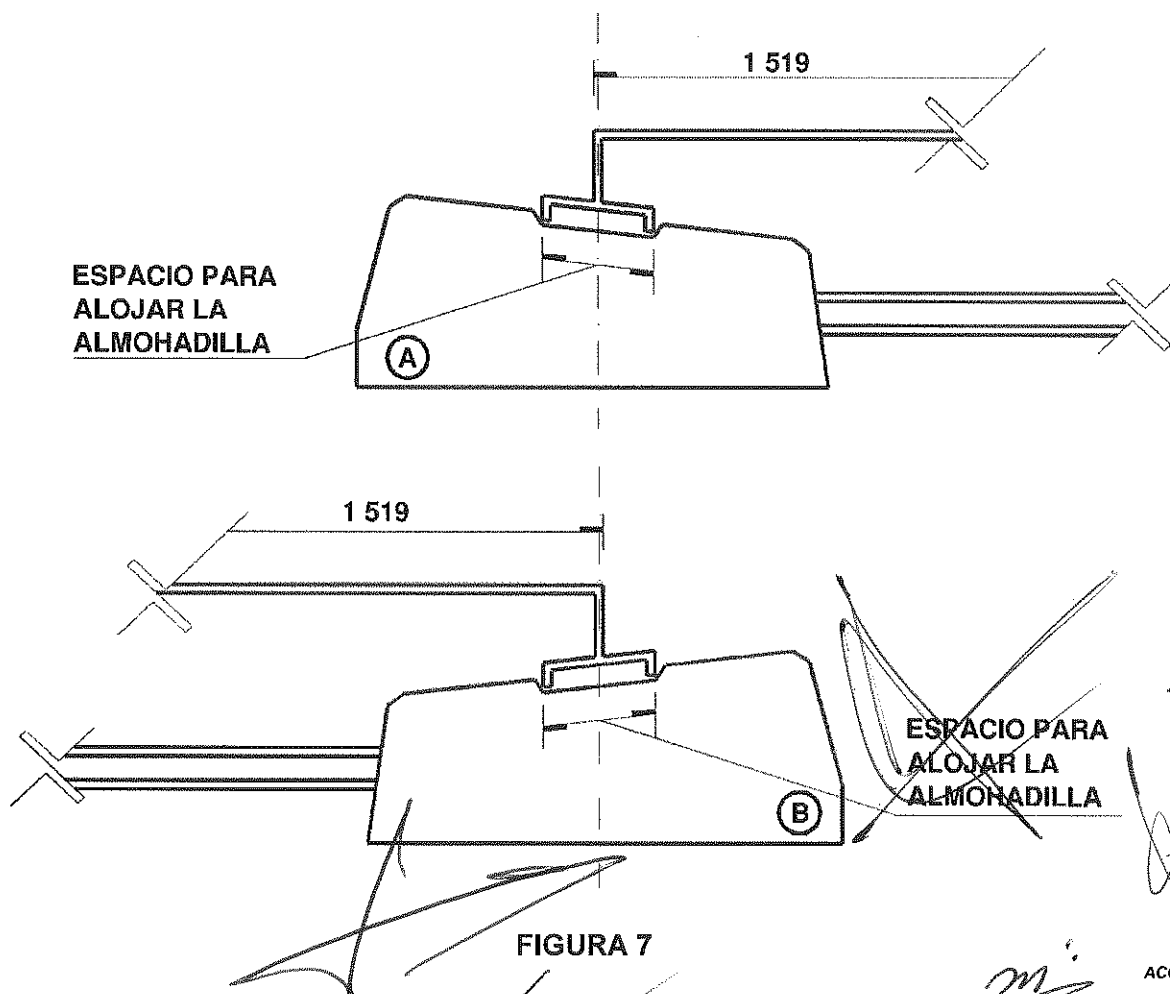
El ancho del bloque se medirá:

- En el eje de la superficie de apoyo del riel: tolerancia ± 3 mm.
- Al asiento (sobre el balasto): tolerancia ± 3 mm
- La longitud se medirá al asiento de los bloques: tolerancia ± 5 mm

NOTA:

La medida de las cotas iguales a 5 mm, entre el escantillón y parte del bloque, se ejecutarán mediante una lina graduada en forma de cuña con una pendiente menor a 1/5.

7. ESCANTILLÓN "D" PARA ALOJAR LA ALMOHADILLA.



TITULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA
FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO
BIBLOQUE.

ICA **ALSTOM**
carao
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA: 37 de 48

ANEXO No. 3.

CONDICIONES DE PRUEBA PARA LOS DURMIENTES

1. PRUEBA DE MOMENTO FLEXIONANTE POSITIVO EN EL ASIENTO DEL RIEL.

LA SIGUIENTE FORMULA SE USARA PARA DETERMINAR EL VALOR DE P EN TONELADAS.

$$P = \frac{2M}{\frac{2X}{3} - 5.7}$$

DONDE M DEBE ESTAR EN TONELADAS-cm.

M= MOMENTO POSITIVO AL ASIENTO DEL RIEL

X= DEBE ESTAR EN cm.

$$P = \frac{2 (244.0)}{26.67 - 5.7}$$

P= 23.27 TONELADAS

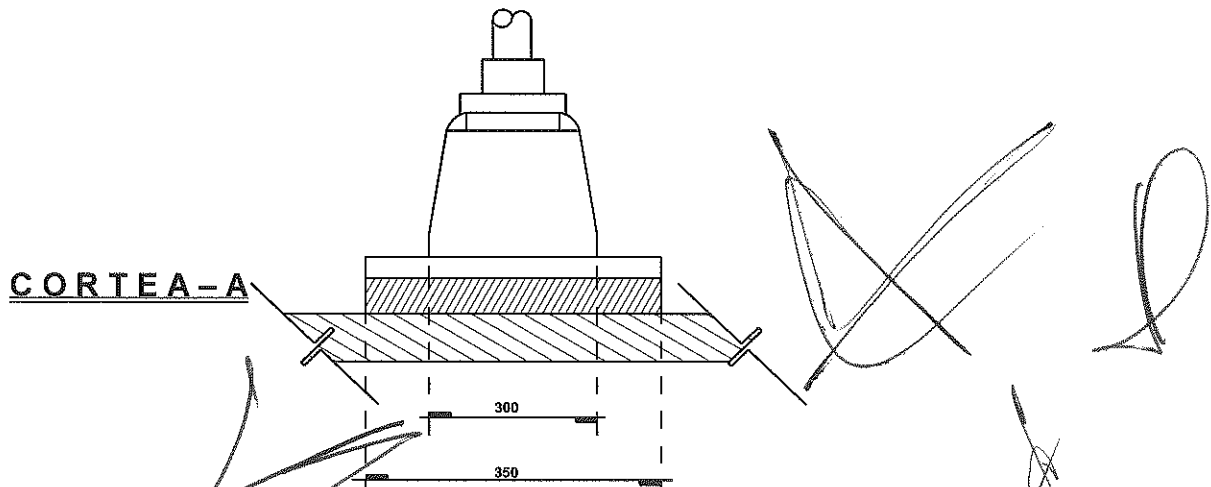
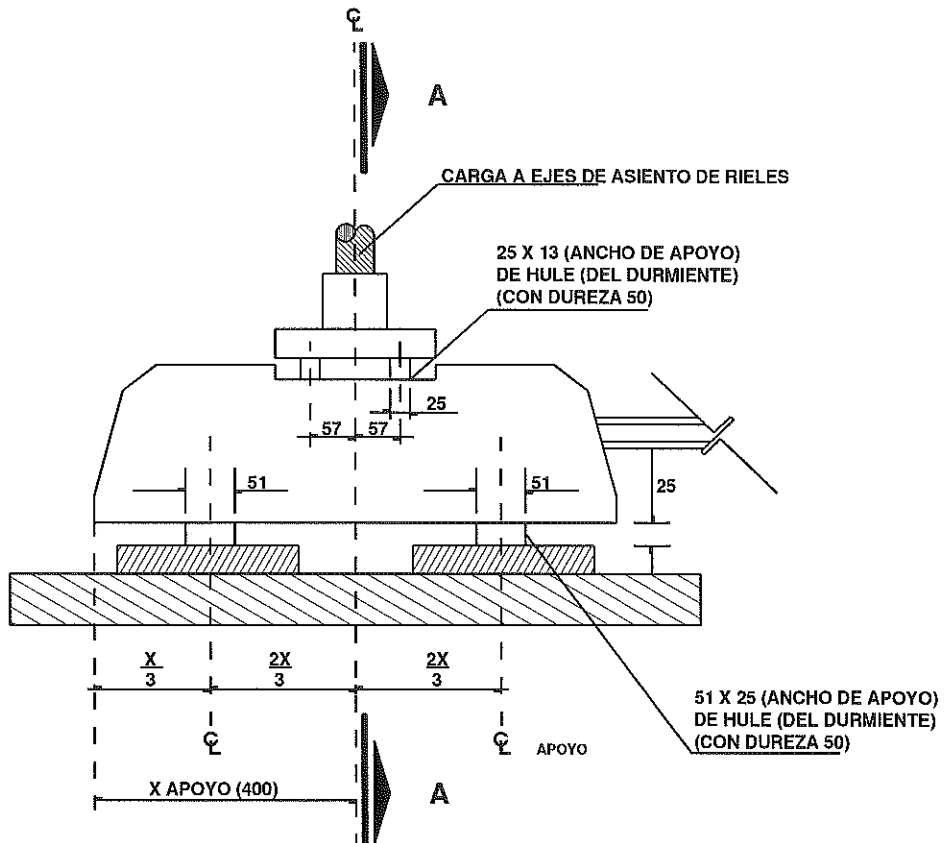


FIGURA 1

CORTEA-A

ACOT. mm
S/E



TITULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO BIBLOQUE.

ICA ALSTOM
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA: 38 de 48

2. PRUEBA DE MOMENTO FLEXIONANTE NEGATIVO EN EL ASIENTO DEL RIEL.

LA SIGUIENTE FORMULA SE USARA PARA DETERMINAR EL VALOR DE P EN TONELADAS.

$$P = \frac{2M}{\frac{2X}{3} - 7.6}$$

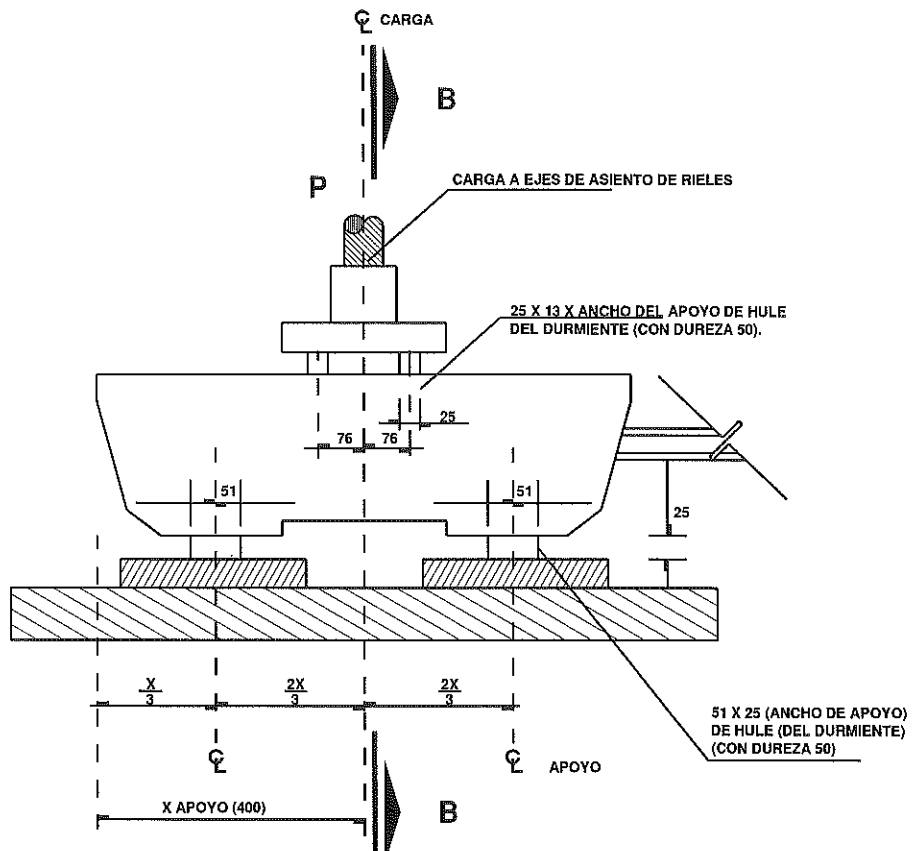
DONDE M DEBE ESTAR EN TONELADAS-cm.

M= MOMENTO NEGATIVO AL ASIENTO DEL RIEL

X= DEBE ESTAR EN cm.

$$P = \frac{2(132.5)}{26.67 - 7.6}$$

P= 13.90 TONELADAS



CORTE B-B

FIGURA 2

ACOT. mm
S/E



TITULO:

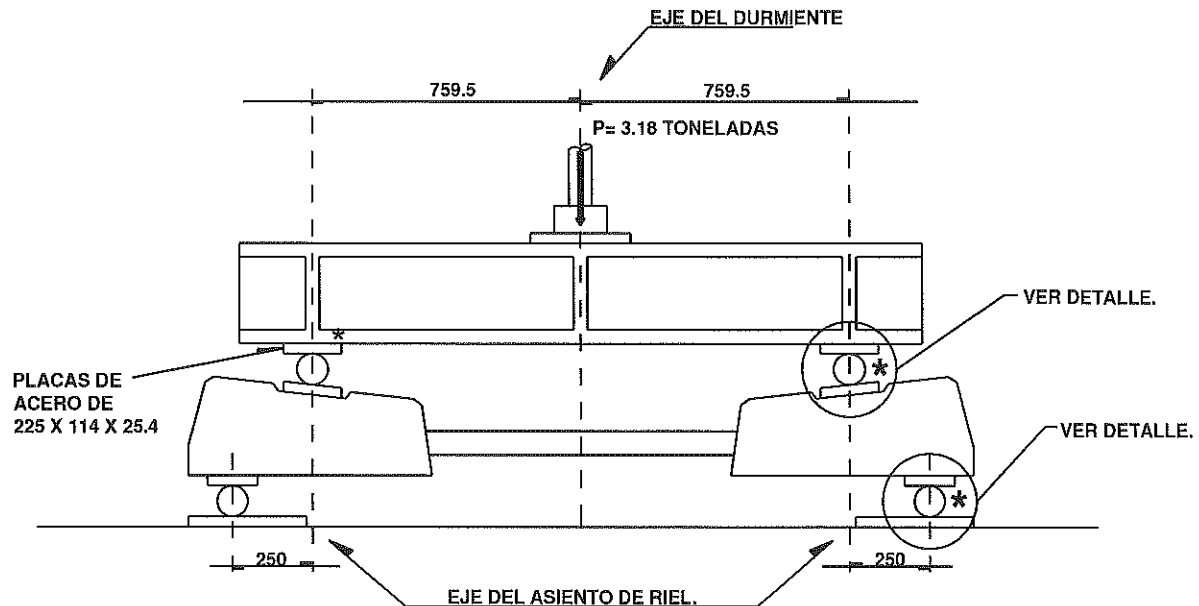
ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO BIBLOQUE.

ICA ALSTOM
carso
CONSORCIO LINEA 12

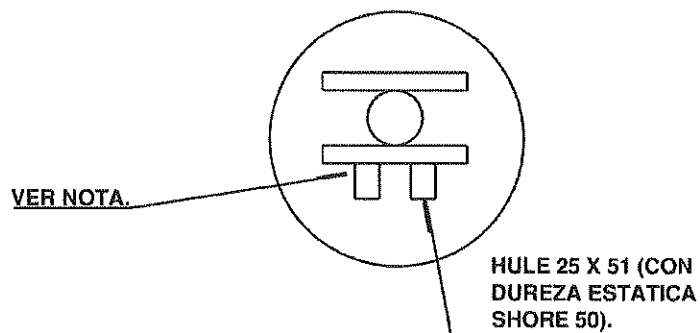
No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA. 39 de 48

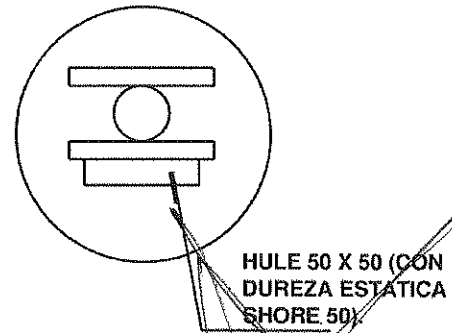
3. PRUEBA DE MOMENTO FLEXIONANTE POSITIVO AL CENTRO DEL DURMIENTE DE DOS BLOQUES.



* BARRAS CILÍNDRICAS DE ACERO DE Ø50.8.



ALTERNATIVA 1



ALTERNATIVA 2

NOTA: LAS PLACAS DE HULE SE COLOCARÁN PARA EVITAR EL CONTACTO, CONCRETO - ACERO.

FIGURA 3

ACOT. mm
S/E



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO BIBLOQUE.

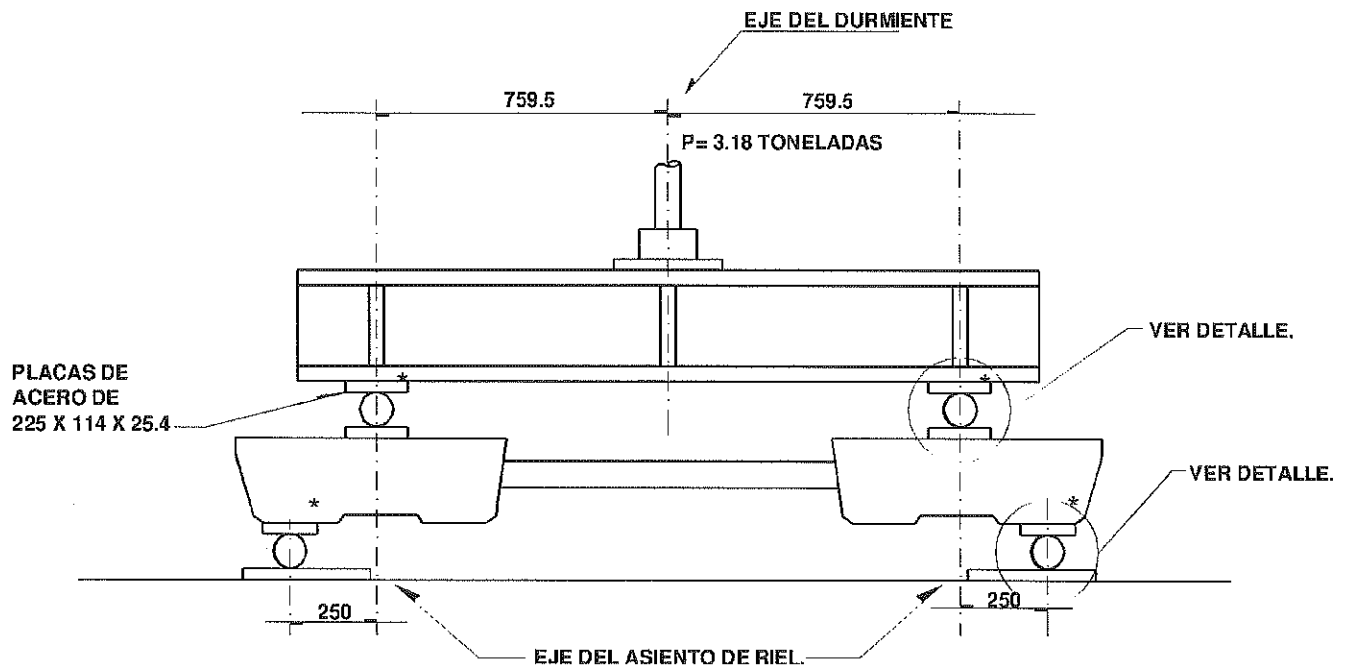


CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

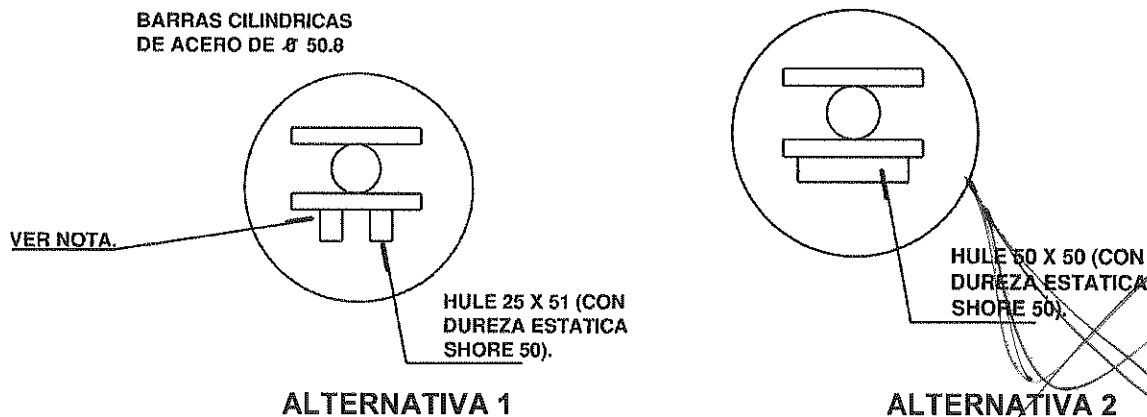
HOJA: 40 de 48

4. PRUEBA DE MOMENTO FLEXIONANTE NEGATIVO AL CENTRO DEL DURMIENTE DE DOS BLOQUES.



* BARRAS CILÍNDRICAS DE ACERO DE Ø 50.8

DETALLE



NOTA:
LAS PLACAS DE HULE SE COLOCARÁN PARA EVITAR EL CONTACTO CONCRETO ACERO

FIGURA 4

TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO BIBLOQUE.



No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

ICA ALSTOM
carso
CONSORCIO LINEA 12

HOJA: 41 de 48

5. PRUEBA DE TORQUE PARA PERNO TIRAFONDO.

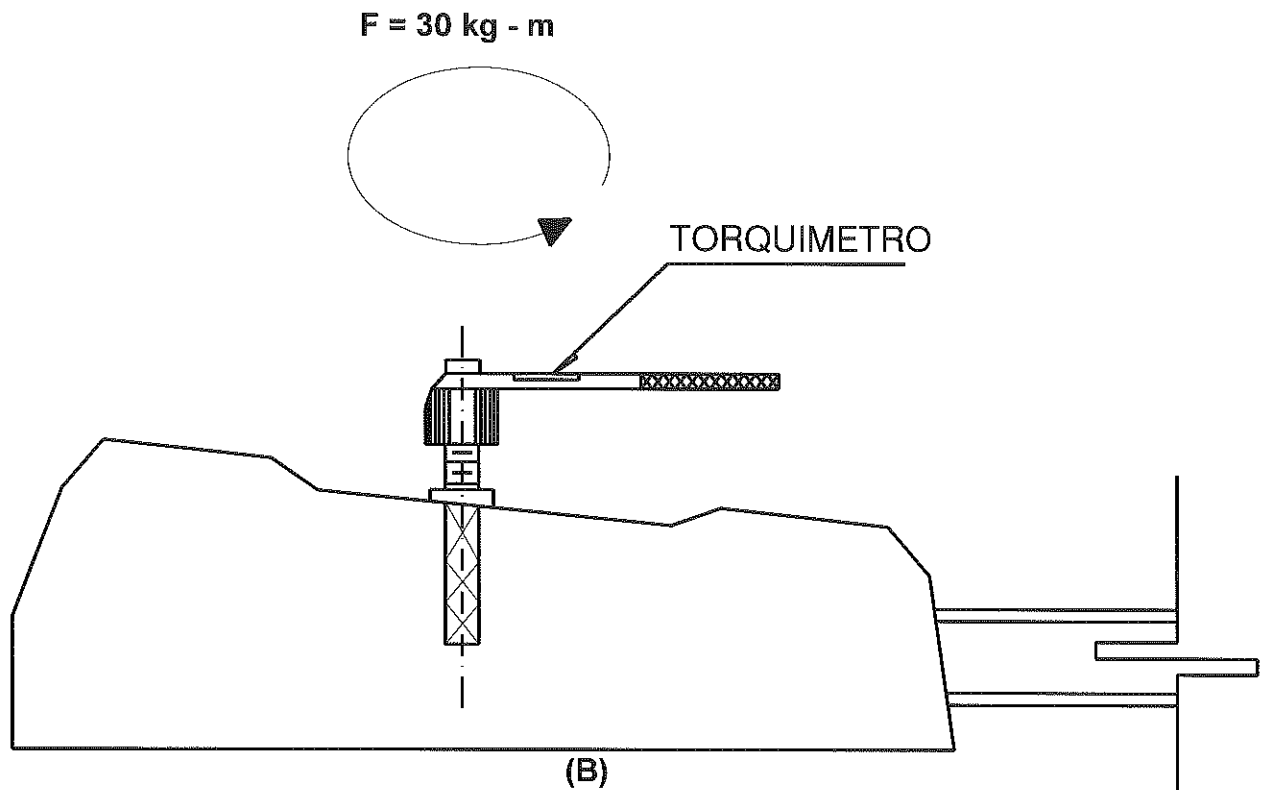


FIGURA 5



TITULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA
FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO
BIBLOQUE



CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA: 42 de 48

6. PRUEBA DE RESISTENCIA ELECTRICA

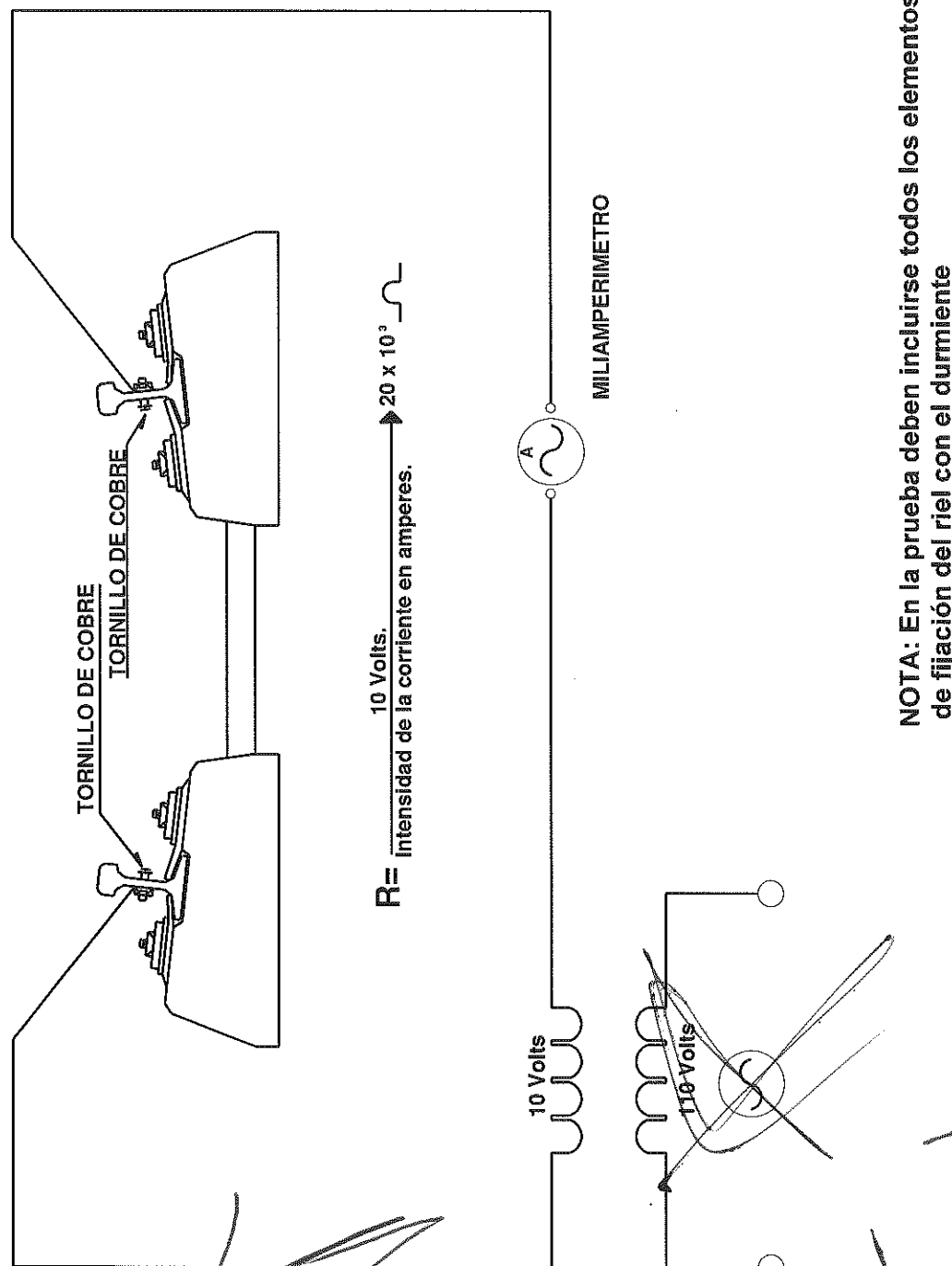


FIGURA 6



TITULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA
FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO
BIBLOQUE

ICA **ALSTOM**
carso
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA: 43 de 48

ANEXO No. 4

GRAFICAS GRANULOMÉTRICAS

1. CURVAS GRANULOMÉTRICAS LÍMITE PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE ARENA.

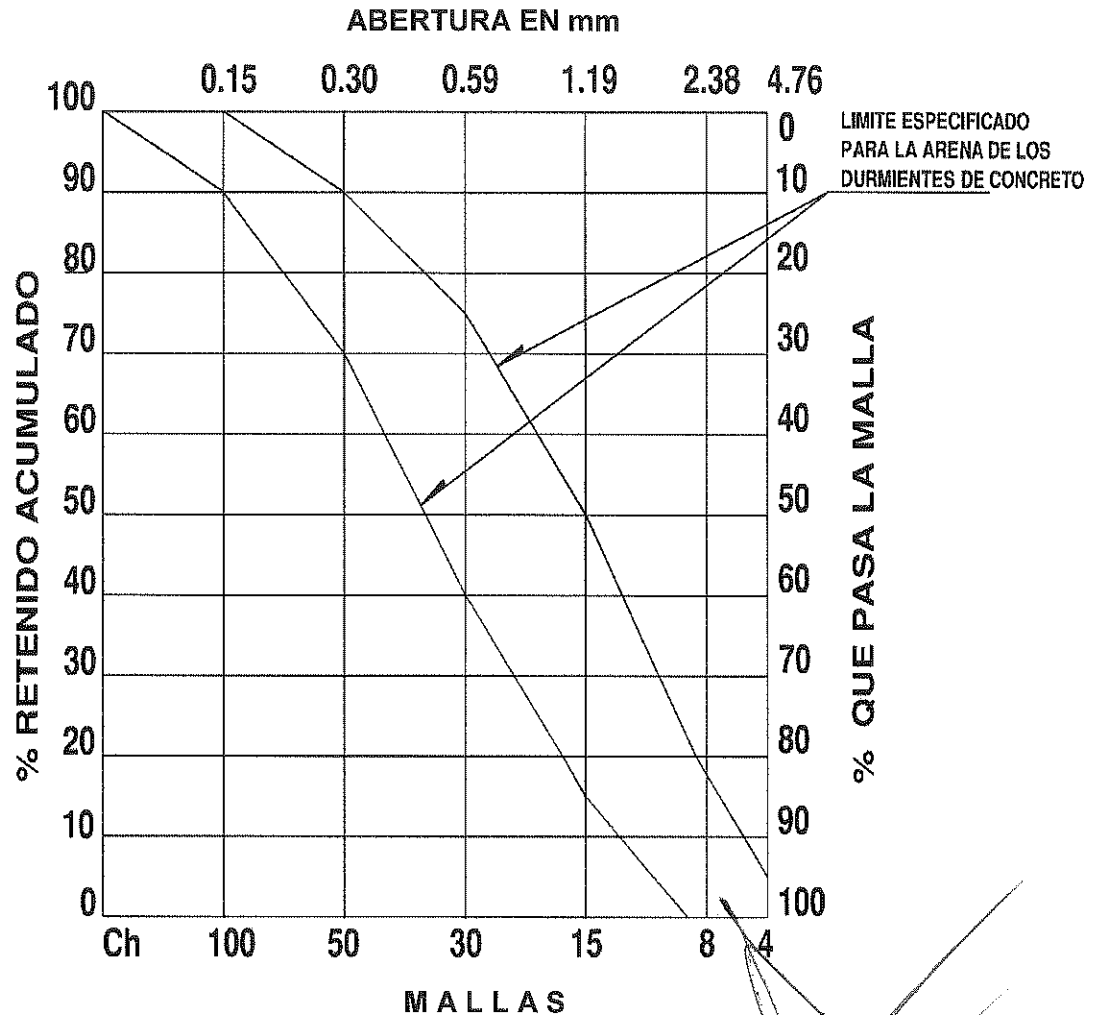


FIGURA 1



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO BIBLOQUE.



CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA. 44 de 48

2. CURVAS GRANULOMÉTRICAS LÍMITES PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE GRAVA.

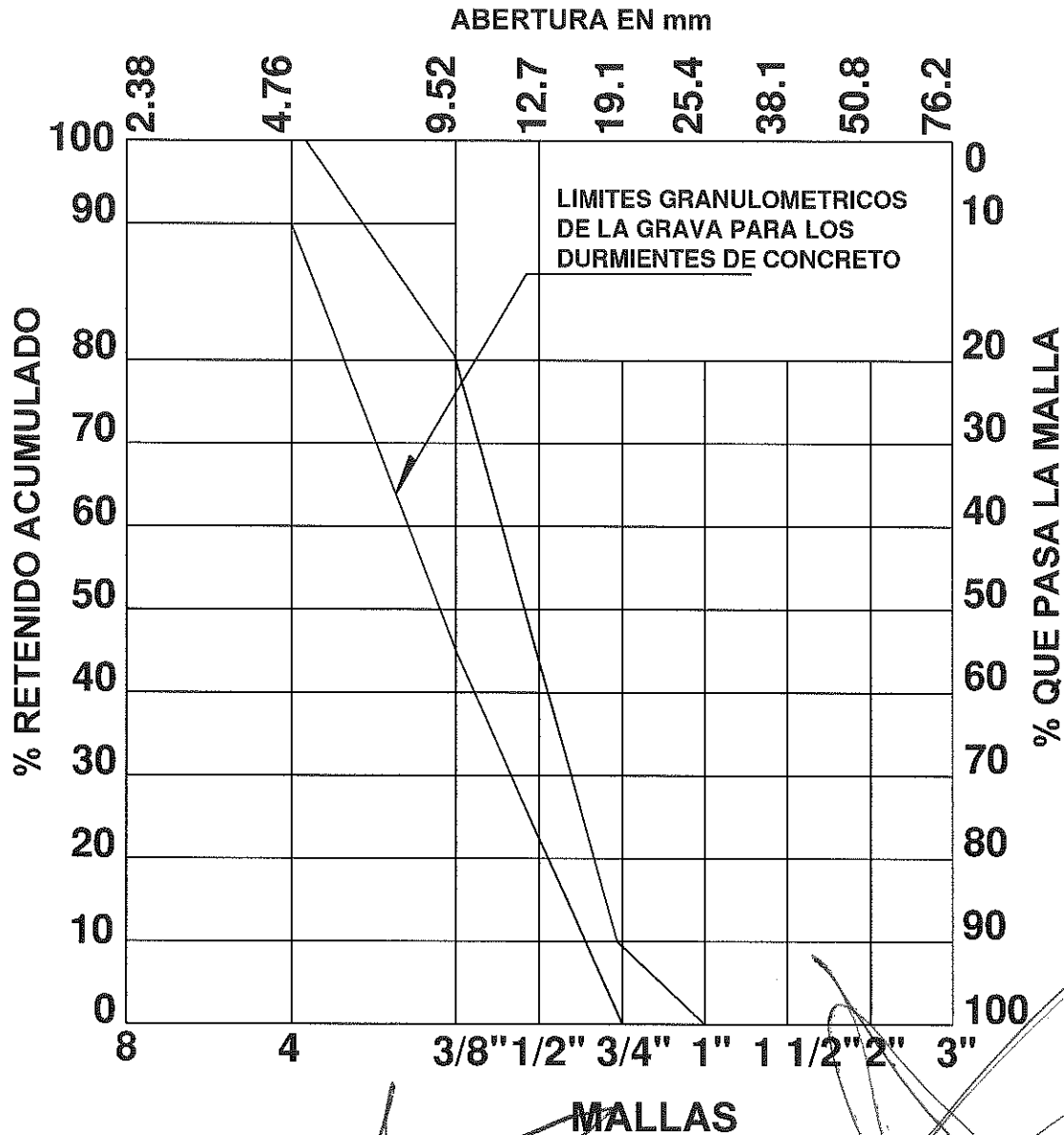


FIGURA 2



TITULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO BIBLOQUE



CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

Hoja: 45 de 48

3. CURVAS GRANULOMÉTRICA LÍMITES PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE GRAVA.

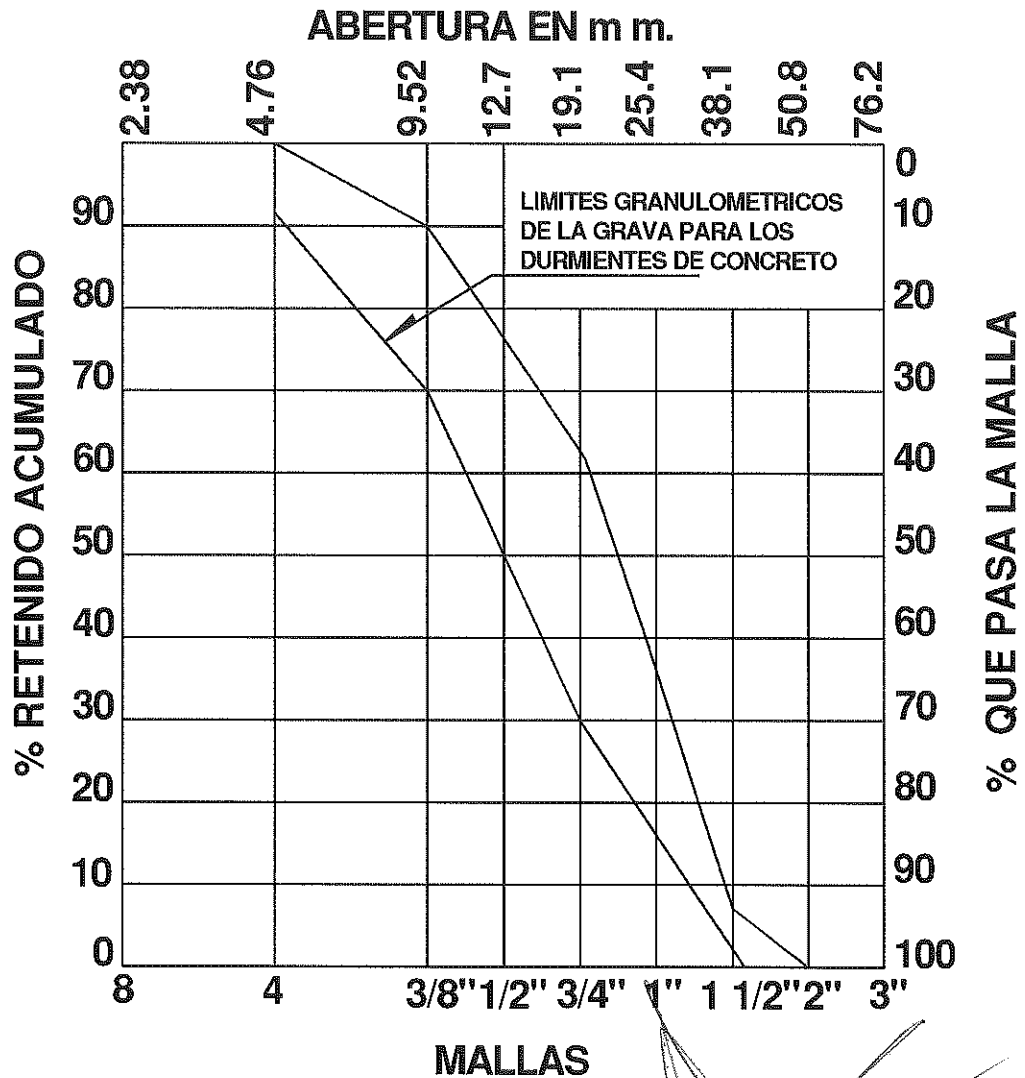


FIGURA 3



TITULO:
ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA
FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO
BIBLOQUE

ICA **ALSTOM**
carso
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

Hoja: 46 de 48

ANEXO No. 5

TABLA DE ENSAYES Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN PARA EL CONTROL DE PRODUCCIÓN DE DURMIENTES BIBLOQUE.

MATERIALES	PROPIEDADES A DETERMINAR	FRECUENCIA
ACERO DE REFUERZO	FÍSICAS	3 ENSAYES POR CADA 10 TONELADAS O FRACCIÓN.
ACERO DE TIRANTE	FÍSICAS Y QUÍMICAS	3 ENSAYES POR LOTE DE PRODUCCIÓN (INICIO, MEDIO Y FINAL).
ACERO DE TIRANTE	VERIFICACIÓN DIMENSIONAL.	3 ENSAYES POR LOTE DE PRODUCCIÓN.
CEMENTO	FÍSICAS Y QUÍMICAS.	1 MUESTREO DE LA PRIMERA ENTREGA Y 1 POR MES POSTERIORMENTE PARA CADA MARCA.
AGUA	QUÍMICAS	1 DIARIO AL INICIO DE LA PRODUCCIÓN Y 1 AL MES POR CADA FUENTE DE ABASTECIMIENTO.
AGREGADOS	FÍSICOS	1 ENSAYE COMPLETO POR SEMANA Y POR BANCO.
CERTIFICACIÓN DE DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO	RESISTENCIAS: F'c MODULO DE RUPTURA.	DIARIO AL INICIO DE LA PRODUCCIÓN Y 1 SERIE POR CADA 200 DURMIENTES O FRACCIÓN.
VERIFICACIÓN DE: ASPECTO EXTERIOR, DIMENSIONES Y TOLERANCIAS.	ASPECTO FÍSICO	DIARIO EN TODOS LOS DURMIENTES PRODUCIDOS.
PRUEBAS DE CARGA NO DESTRUCTIVA EN LOS DURMIENTES INDICADAS EN LOS INCISOS: IV.5.1, IV.5.2, IV.5.3, IV.5.4	CAPACIDAD DE TRABAJO.	1 POR CADA LOTE DE 200 O FRACCIÓN DE UNA JORNADA.
PRUEBA DE CARGA A LA FALLA (INDICADA EN EL INCISO IV.5.6	CAPACIDAD A LA FALLA.	1 DE CADA 1,000
PRUEBA DE TORQUE EN LOS PERNOS TIRAFONDO (INDICADA EN EL INCISO IV.5.7	AFLOJAMIENTO	10 DE CADA 600 PERNOS COLOCADOS O FRACCIÓN.
PRUEBA DE ARRANCAMIENTO DE LA ALMOHADILLA DE HULE ACANALADO	ASPECTO FÍSICO.	A JUICIO DEL INSPECTOR.

NOTA:

Todos los elementos que constituyan el sistema de sujeción propuesto por el proveedor, deberán cumplir con las especificaciones técnicas que se indican en el inciso II.7 de la presente especificación técnica.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO BIBLOQUE.



CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA: 47 de 48

ANEXO 6

OBSERVACIONES

A) IV.5.6 prueba de carga última en el asiento del riel.

La prueba de carga destructiva (hasta la falla total del durmiente) se aplicará a 1 durmiente de todo el pedido.

La prueba de carga última 1.75 P, se aplicará a 1 durmiente de cada 1,000.

Dicha carga se incrementará a solicitud del Representante de PMDF (para efectos de estudio del comportamiento de los durmientes) sin que estos fallen. Si el durmiente resiste la carga por un periodo no inferior a 5 minutos, la prueba será satisfactoria.

Con respecto a lo indicado en el anexo No. 2, figuras 2 y 3, donde trata acerca de la verificación de las distancias entre los topes extremos del durmiente y entre los topes de una fijación respectivamente; en caso de que dichos topes no existieran en los durmientes, el fabricante estará obligado a proporcionar los escantillones necesarios, verificados y autorizados para realizar las mediciones de las distancias entre las cubetas exteriores de los extremos del durmiente y entre las cubetas de una fijación con tolerancias de ± 1.0 mm y ± 0.5 mm respectivamente

[Handwritten signatures and marks]



TITULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA
FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO
BIBLOQUE.



CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0004-02253-E-00

HOJA: 48 de 48