



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-0015-02845-E-00	FECHA: 22 de Enero 2010	HOJA: 1 de 22
TÍTULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE BALASTO.	ESTACIÓN / TRAMO: ESPECIFICACIÓN TIPO	
DIRECTOR GENERAL DEL PROYECTO METRO: ING. ENRIQUE HORCASITAS MANJARREZ	DIRECTOR DEL CONSORCIO LÍNEA 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 EL SUMINISTRO
DE BALASTO.



No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0015-02845-E-00

HOJA: 2 de 22

ÍNDICE

I. GENERALIDADES.

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

II. CONDICIONES DE FABRICACIÓN.

- II.1. ORIGEN Y CONSTITUCIÓN DE LOS MATERIALES.
- II.2. DUREZA.
- II.3. DIMENSIONES – GRANULOMETRÍA.
- II.4. FORMA DEL MATERIAL.
- II.5. HOMOGENEIDAD.
- II.6. LIMPIEZA.
- II.7. GASTOS DE ENSAYOS.

III. ORGANIZACIÓN DE LOS CONTROLES.

- III.1. PRINCIPIOS GENERALES – APROBACIÓN.
- III.2. CONTROL DE CONFORMIDAD.
- III.3. OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS.
- III.4. GENERO DE LOS CONTROLES.

IV. CONSECUENCIA DE LOS RESULTADOS DE LOS CONTROLES.

- IV.1. ACEPTACIÓN.
- IV.2. RESULTADOS DISCONFORMES.
- IV.3. PENALIDADES.
- IV.4. SUSPENSIÓN DEL ABASTO Y DE LA APROBACIÓN.

V. DIVERSOS.

- V.1. ASEO DE LAS PLATAFORMAS BALASTERAS.

VI. ANEXOS.

- ANEXO No. 1 DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE DUREZA INSTANTÁNEA CON RESPECTO A LOS COEFICIENTES "LOS ÁNGELES" Y "DEVAL" SECO.
- ANEXO No. 2 DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE DUREZA INSTANTÁNEA CON RESPECTO A LOS COEFICIENTES "LOS ÁNGELES" Y "DEVAL" HÚMEDO.
- ANEXO No. 3 DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE DUREZA GLOBAL DE UNA CANTERA.
- ANEXO No. 4 RANGO DEL CONTROL GRANULOMÉTRICO.
- ANEXO No. 5 MEDICIÓN DEL COEFICIENTE DE ACHATAMIENTO DEL BALASTO.
- ANEXO No. 6 ACTA DE CONTROL.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE BALASTO.



No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0015-02845-E-00

HOJA: 3 de 22

I. GENERALIDADES.

I.1. OBJETO.

La presente especificación tiene por objeto definir las condiciones de suministro y recepción de Balasto asignado a la Instalación, a la Renovación y al Mantenimiento de las Vías del Metro con Rodada Metálica (MRM) de la Ciudad de México.

I.2. CAMPO DE APLICACIÓN.

La presente especificación se aplica al Suministro de Balasto asignado a la Instalación, a la Renovación y al Mantenimiento de las Vías del Metro con Rodada Metálica (MRM) de la Ciudad de México.

II. CONDICIONES DE FABRICACIÓN.

II.1. ORIGEN Y CONSTITUCIÓN DE LOS MATERIALES.

El balasto proviene de la trituración de rocas extraídas de las canteras de piedras duras, (granito, micro granito, diorita, pórfido, cuarcita, basalto, etc.).

Las rocas se extraen de bancos sanos de la cantera, excluyendo todo banco poco consistente y eliminando todas las rocas estériles, costras de cantera, polvaredas, residuos terrosos, arenas y demás materias ajenas.

II.2. DUREZA.

La dureza del balasto queda definida, tomando en cuenta:

- La resistencia al desgaste – ensayo “**DEVAL**”.
- La resistencia al fraccionamiento – ensayo “**LOS ÁNGELES**”.

Los ábacos adjuntos como anexos No. 1 y No. 2 de la presente especificación permiten la determinación del coeficiente de dureza instantánea (**DRI**) de cada muestreo extraído, con los valores obtenidos del ensayo “**DEVAL**” seco y húmedo y del ensayo “**LOS ÁNGELES**”.

Se toma en cuenta el más pequeño de los valores leídos en cada uno de los ábacos de las figuras de los anexos No. 1 y No. 2.

Los ensayos se llevan a cabo en el balasto:

- Ya sea tal como está elaborado en la cantera, teniendo en cuenta las propias instalaciones de trituración.
- O ya sea aplicando el procedimiento excepcional previsto en el inciso III.3.2.

	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE BALASTO. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0015-02845-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 4 de 22
---	--	---

El ensayo “**DEVAL**”, se efectúa conforme a las indicaciones de la **Norma AFNOR P-18577**. El ensayo “**LOS ÁNGELES**” se efectúa según las indicaciones de la **Norma ASTM-C535 ó AFNOR P-18573**.

Además de la dureza instantánea (**DRI**), la cantera se caracteriza por un coeficiente de dureza global (**DRG**), el cual se calcula por un estudio estadístico del coeficiente de dureza instantánea (**DRI**) según las modalidades expuestas en el anexo 3.

El cuadro siguiente define los distintos valores de las durezas. Dureza instantánea (**DRI**) y dureza global (**DRG**) según las condiciones de empleo del balasto, este último pudiendo provenir de diferentes canteras.

CONDICIONES DE EMPLEO DEL BALASTO.	DURMIENTES DE MADERA.		DURMIENTES DE CONCRETO. (¹)	
	(DRI) MIN.	(DRG) MIN.	(DRI) MIN.	(DRG) MIN.
CAPA SUPERIOR	15	17	15	17
CAPA INFERIOR	13	14	13	14

Los valores mínimos indicados se consideran como los límites de rechazo.

El coeficiente de dureza instantánea (**DRI**) no deberá aminorar el valor del coeficiente de dureza global (**DRG**) de manera tal que llegue a ser inferior al valor pedido.

II.3. DIMENSIONES – GRANULOMETRÍA.

II.3.1. DIMENSIONES NOMINALES.

El balasto se define por sus dimensiones nominales:

- Mínima: $d = 25 \text{ mm.}$
- Máxima: $D = 50 \text{ mm.}$

La granulometría d/D corresponde a 25/50 mm.

II.3.2. GRANULOMETRÍA.

En la práctica, teniendo en cuenta las condiciones de trituración y de cribado, se autoriza una cierta dispersión de las dimensiones en el interior de un uso granulométrico cuyos puntos singulares se definen a continuación, utilizando tamices de mallas cuadradas con las dimensiones siguientes: 63 – 50 – 40 – 25 – 16 mm. (Valores en conformidad con las recomendaciones de la **norma ISO/TC 24 última edición**).

¹Cualquiera de los tipos: bloque o monobloque.

²En el caso de disponer únicamente de tamices con mallas circulares, los resultados se consideran equivalentes para los diámetros iguales a $1.5 \times L$; L midiendo el lado de las mallas cuadradas.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE BALASTO.



No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0015-02845-E-00

HOJA: 5 de 22

PUNTOS SINGULARES DE LOS HUSOS	DIMENSIONES DE LAS MALLAS CUADRADAS (²)	TOLERANCIAS NORMALES	LÍMITES INACEPTABLES (LÍMITES DE RECHAZO)
D máx. : 1.25 D	63	MASA DETENIDA 0%	MASA RETENIDA ≥ 3%.
D	50	MASA DETENIDA ≤ 15%	MASA RETENIDA ≥ 20%
TAMIZ INTERMEDIO	40	MASA DETENIDA ENTRE EL 26 Y 60%	MASA RETENIDA ≤ 21% MASA RETENIDA ≥ 65%
d	25	MASA DETENIDA ≥ 95%	MASA RETENIDA ≤ 90%
D mín: 0.63 d	16	MASA DETENIDA ≥ 99%	MASA RETENIDA ≤ 98%

II.4. FORMA DEL MATERIAL.

Los elementos de balasto y de grava son de forma poliédrica con aristas vivas. Referentes a su longitud y espesor, deben cumplir con los requisitos siguientes:

II.4.1. "AGUJAS" (LAJAS)

El límite normal de los elementos en forma de aguja con la longitud superior a 92 mm es de 7% en peso. El límite de rechazo corresponde al 10%.

II.4.2. "LACIOS".

Se determina un coeficiente de achatamiento global. El ensayo para el cálculo de este coeficiente se lleva a cabo en el muestreo del ensayo granulométrico.

El cribado en rejillas con una separación "S" entre las barras se efectúa en las clases granulares definidas a continuación:

CLASE GRANULAR d/D EN mm.	SEPARACIÓN "S" EN mm.
50 - 63	31.5
40 - 50	25
31.5 - 40	20
25 - 31.5	16

El modo operativo del ensayo descrito en el anexo No. 5 define un "Coeficiente de achatamiento global".

El límite normal de este coeficiente es de 12%. El límite de rechazo se fija en 14%.

II.5. HOMOGENEIDAD.

El límite normal de elementos quebradizos o alterados es de 3%. El límite de rechazo queda en 6%.



TÍTULO:
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO
DE BALASTO.



No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0015-02845-E-00

HOJA: 6 de 22

II.6. LIMPIEZA.

Los materiales deben estar exentos de arena, de polvos, de residuos terrosos y de cualquier otra materia ajena. El límite normal es de 0.5% con la malla de 1.6 mm. El límite de rechazo corresponde al 0.8%.

II.7. GASTOS DE ENSAYOS.

Todos los gastos relativos a los ensayos necesarios quedan a cargo del proveedor, incluyendo los costos de transporte del material.

III. ORGANIZACIÓN DE LOS CONTROLES.

III.1. PRINCIPIOS GENERALES - APROBACIÓN.

Antes de cualquier suministro, el proveedor está obligado a solicitar la aceptación de su cantera, justificando la naturaleza y la calidad del material por surtir.

Para este efecto, entregará toda la documentación que obre en su poder, particularmente los que atañen a los ensayos de la prueba de **"LOS ÁNGELES"** realizados al menos con un año de anterioridad, para el caso de canteras en explotación.

En caso de bancos vírgenes o sin explotación reciente (mayor a un año) estarán sujetos a los resultados de inspección y aprobación provisional del PMDF.

También presentará los certificados de análisis y los certificados de ensayos remitidos por un laboratorio oficial o aprobado por PMDF.

Con fundamento de los documentos disponibles y los resultados, PMDF podría emitir una aprobación provisional. Para ser aceptada, la cantera deberá presentar un coeficiente de dureza global (**DRG**) superior o igual al valor mínimo 17 para capa superior y 14 para capa inferior, fijado en el inciso II.2, según el género del balasto pedido.

La aprobación de PMDF, no prejuzga en nada los resultados de los controles y de las consecuencias derivadas de los mismos.

El proveedor se compromete a surtir únicamente materiales conformes a la presente especificación y por tal motivo, controla de manera permanente, con cualquier medio a su conveniencia la calidad del producto.

Los informes de estos ensayos serán enviados a PMDF conforme sea su elaboración.

En el caso de existir resultados que den lugar a incertidumbre; solamente se considerarán los ensayos ejecutados en presencia de los representantes de PMDF o las pruebas efectuadas en un laboratorio aprobado por PMDF sobre muestras extraídas en su presencia.

	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE BALASTO. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0015-02845-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 7 de 22
---	---	---

III.2. CONTROL DE CONFORMIDAD.

PMDF procederá o hará proceder a una serie de controles especificados en el inciso III.4 por lotes de 10,000 toneladas o fracciones de 10,000 toneladas.

No obstante lo anterior, PMDF se reserva el derecho de efectuar, por cuenta y costo del proveedor, muestras y ensayos suplementarios cada vez que lo juzgue conveniente. La extracción de las muestras se realizará en principio, en presencia del proveedor o de su representante previamente citado, pero sin que su ausencia pudiese afectar la regularidad de la operación.

En el caso de que el balasto sea suministrado por el contratista encargado de los trabajos de instalación de vía; PMDF podrá exigir que las muestras para los controles tanto normales como excepcionales, se lleve a cabo en la obra misma.

El proveedor se compromete de antemano en aceptar, sin reserva de contestación, las indicaciones mencionadas en las actas redactadas al cabo de cada uno de los ensayos.

III.3. OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS.

III.3.1. MUESTRAS.

Las muestras, para los controles de PMDF, se obtienen en la cantera ó en el área de carga.

El escantillón, el más representativo del producto, es extraído:

- Ya sea en la banda transportadora, parada, antes del cargado en las plataformas o en el sitio de almacenamiento,
- Sea directamente del acopio.
- O bien en la plataforma antes de su despacho, en tres puntos espaciados el uno del otro y ubicados a más de 0.50 m de la pared, tan pronto sea posible después de la carga para evitar la segregación o el lavado del material por la lluvia.

Estos distintos modos de muestreo pueden, eventualmente, combinarse entre sí.

La masa de la muestra extraída debe ser: al menos igual a 30 kg.

Los mismos modos de elección de las muestras, deberán utilizarse en el marco de los controles a cargo del proveedor.

III.3.2. PROCEDIMIENTO EXCEPCIONAL.

En el caso de que no fuera posible la toma de la muestra tal como se indica en el párrafo precedente, vale decir en el producto ya elaborado, se elegirá una masa de 50 kg, de bloques fracturados de dimensiones superiores a 50 mm, extraídos de la roca misma.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE BALASTO.



No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0015-02845-E-00

HOJA: 8 de 22

Estos bloques se trituran en laboratorio para la realización de los ensayos "DEVAL" seco y húmedo y "LOS ÁNGELES".

III.4. GÉNERO DE LOS CONTROLES.

III.4.1. CONTROL DE DUREZA.

Se realizarán los ensayos "DEVAL" seco y húmedo y "LOS ÁNGELES". Se retiene, para el valor del coeficiente de dureza instantáneo (DRI), el más endeble de los dos valores obtenidos a partir de los ábacos de los anexos No. 1 y No. 2.

Los ensayos se desarrollarán en un laboratorio oficial o aceptado por PMDF, el cual deberá tener los distintos equipos necesarios para la correcta ejecución de los ensayos definidos en la presente especificación.

III.4.2. CONTROLES GRANULARES COMPLETOS.

Se efectúan en laboratorio aprobado por PMDF aprovechando los ensayos de dureza.

El control granular completo abarca:

- El control de la granulometría de los materiales,
- El control de la forma de los materiales (longitud, espesor).
- El control visual de la homogeneidad de los materiales.
- El control de la limpieza de los materiales.

Se levantará, en cada uno de estos controles completos, un acta de control (ver anexo No. 6) que será enviada a cada una de las partes involucradas.

IV. CONSECUENCIA DE LOS RESULTADOS DE LOS CONTROLES.

IV.1. ACEPTACIÓN.

Sí, todos los ensayos previstos hayan dado resultados conformes a los límites normales definidos en la presente especificación, todos los materiales suministrados desde el precedente control se considerarán aceptados.

IV.2. RESULTADOS DISCONFORMES.

En el caso de que los resultados demuestren que uno de los ensayos efectuados (dureza, granulometría, forma, homogeneidad, limpieza, etc.), sobrepasen los límites normales definidos en la presente especificación, los gastos eventuales de transporte y de ensayo de muestras serán a cargo del proveedor.

	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE BALASTO. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0015-02845-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 9 de 22
---	---	---

Además se le aplicará una penalidad descrita en el artículo IV.3 siguiente:

IV.3. PENALIDADES.

IV.3.1. En caso de que los resultados situados entre el límite normal y el límite de rechazo, en los criterios de:

- Granulometría.
- Forma.
- Homogeneidad.
- Limpieza.

La penalidad consistirá en un descuento de 5% aplicado sobre la totalidad de los materiales suministrados desde el precedente control de la misma índole.

IV.3.2. Cuando los resultados sobrepasan uno de los límites de rechazo, incluyendo el de la dureza instantánea (**DRI**), inferior al valor mínimo autorizado, durante un control de conformidad, la penalidad corresponderá en un castigo del precio del 30% aplicado sobre la totalidad de los materiales entregados desde el precedente control de la misma naturaleza.

Las penalidades descritas en los incisos IV.3.1 y IV.3.2 no son acumulables.

IV.4. SUSPENSIÓN DEL ABASTO Y DE LA APROBACIÓN.

En el caso de que un control de conformidad dejara aparecer:

- Valores inferiores al límite de rechazo para las medidas de la granulometría, la forma, la homogeneidad y la limpieza.
- Una dureza instantánea (**DRI**) o una dureza global (**DRG**) inferior a los valores mínimos especificados en el artículo II.2.

La PMDF suspenderá los abastecimientos hasta que tenga la certeza, mediante otros controles, de que la calidad de los materiales se ha vuelto conforme a los criterios de la presente especificación técnica.

En el caso contrario, PMDF anulará la aprobación de la cantera.

En caso de suspensión o de limitación del abasto, la liquidación de cuentas se efectúa sobre la base de las cantidades efectivamente suministradas, sin perjuicio de las penalidades aplicables, sea cual sea la cantidad entregada, sin que pueda resultar, por cualquier cosa que fuese, un derecho a indemnización a favor del proveedor.

	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE BALASTO.	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0015-02845-E-00	

Estas disposiciones (penalidades, suspensión del abastecimiento, anulación de la aprobación), se comunican al proveedor mediante carta certificada con acuse de recibo. Las copias de las actas de los ensayos se adjuntan a dicha carta.

V. DIVERSOS.

V.1. ASEO DE LAS PLATAFORMAS BALASTERAS.

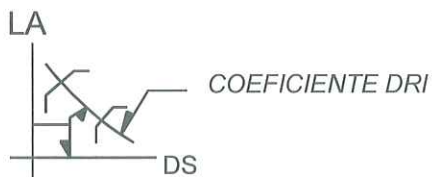
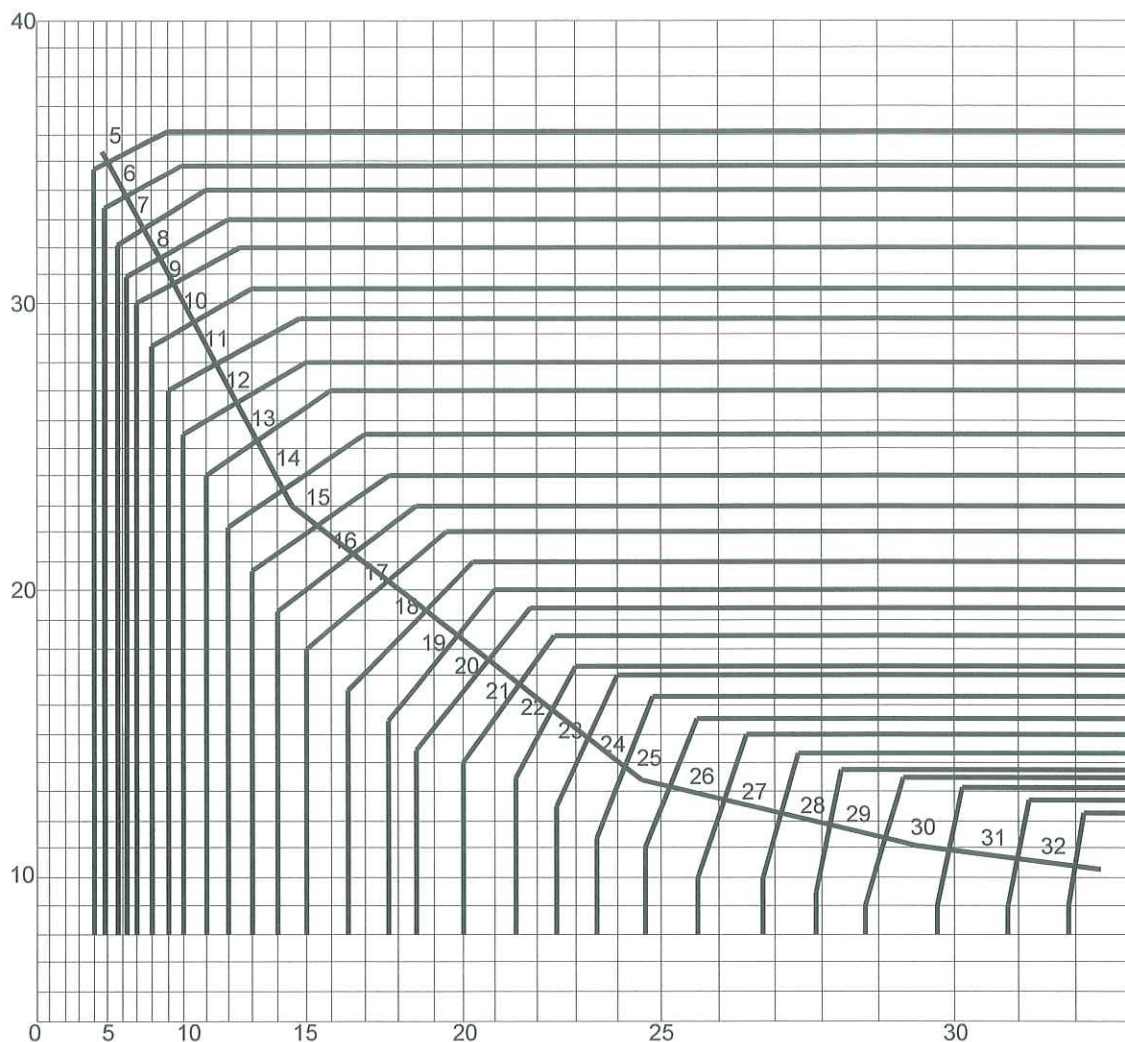
Cuando sea preciso, el aseo de las plataformas balasteras incumbe al proveedor.

VI. ANEXOS.

	TITULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE BALASTO.	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0015-02845-E-00	HOJA: 11 de 22

ANEXO No 1

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE DUREZA INSTANTÁNEA
CON RESPECTO A LOS COEFICIENTES "LOS ÁNGELES" Y "DEVAL" SECO.



LA : COEFICIENTE "LOS ÁNGELES".

DS : COEFICIENTE "DEVAL" SECO.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO
DE BALASTO.

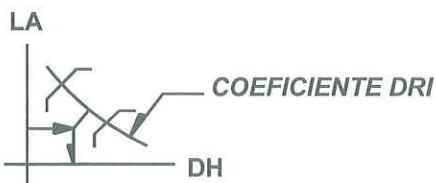
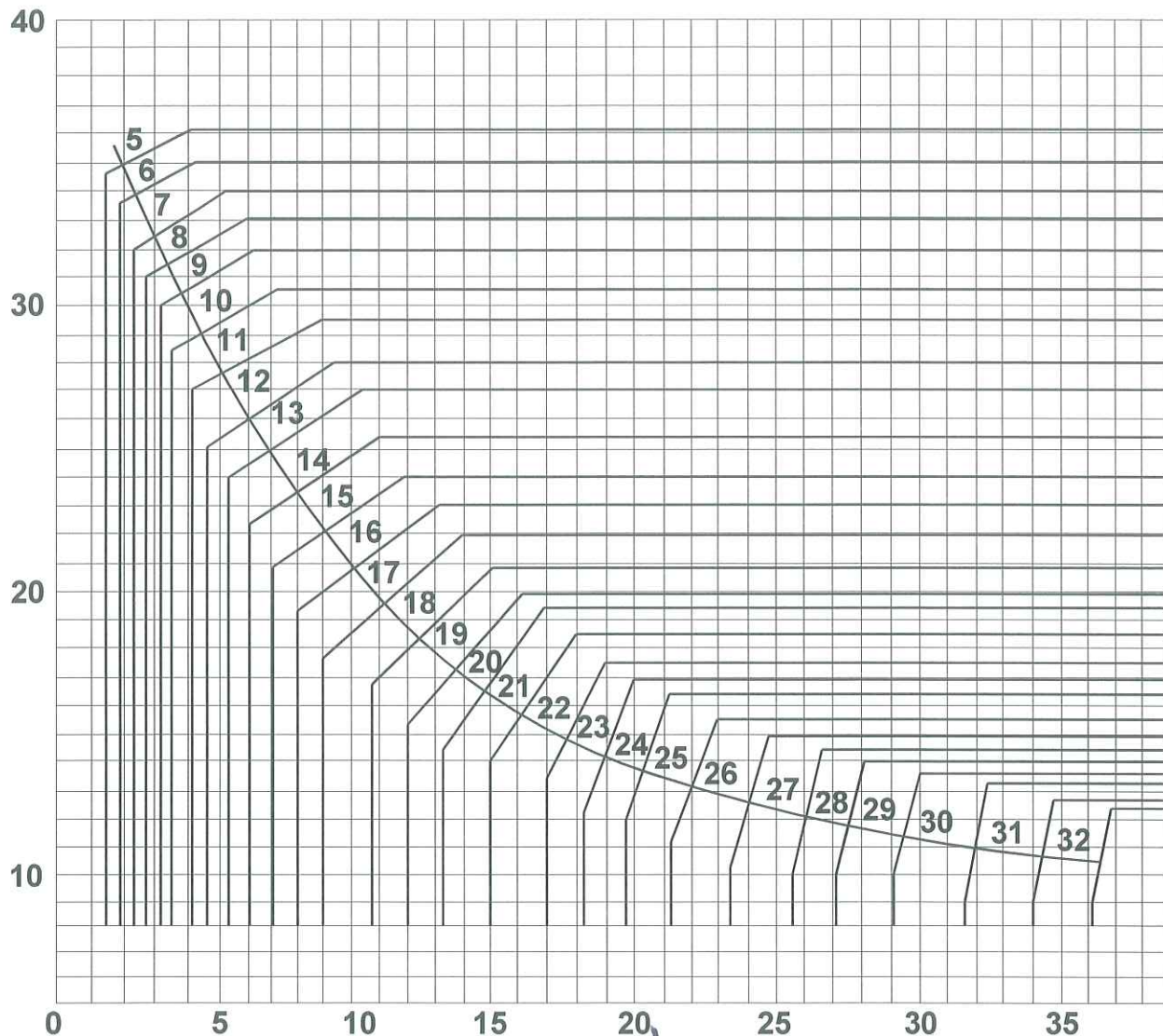
No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0015-02845-E-00



HOJA: 12 de 22

ANEXO No. 2

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE DUREZA INSTANTÁNEA
CON RESPECTO A LOS COEFICIENTES "LOS ÁNGELES" Y "DEVAL" HÚMEDO.



TÍTULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO
DE BALASTO.

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0015-02845-E-00



HOJA: 13 de 22

ANEXO No. 3

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE DUREZA GLOBAL DE UNA CANTERA (DRG).

Se consideran dos casos:

1. La cantera no está aprobada.
2. La cantera está aprobada.

1. LA CANTERA NO ESTÁ APROBADA.

La obtención de muestras se efectúa en cada banco previsto por explotar conforme a las disposiciones previstas en el artículo III.3 de la presente especificación.

El número de las muestras por extraer queda definido por PMDF. El número "n" de muestras realizadas en cada banco debe ser sensiblemente proporcional a la superficie del banco y al menos igual a 6.

En cada muestra se efectúan los ensayos "DEVAL" Y "LOS ÁNGELES". Los ábacos de los anexos No. 1 y No. 2 permiten asociar a cada par de valores "DEVAL" y "LOS ÁNGELES" un coeficiente de dureza instantánea (DRI).

La cantidad total del muestreo queda igual a:

$$P = \sum n$$

El coeficiente de dureza global (DRG) de la cantera se obtiene por:

$$DRG = \overline{DRI} - 0.50 \delta$$

Donde:

$\overline{DRI}$ Significa el promedio de los "p" valores coeficiente de dureza instantánea (DRI) o sea

$$\overline{DRI} = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p DRI$$

δ Representa la desviación típica de los valores de coeficiente de dureza instantánea (DRI) o sea:

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{p-1} \sum_{i=1}^p (DRI - \overline{DRI})^2}$$



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE BALASTO.

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0015-02845-E-00



HOJA: 14 de 22

2. LA CANTERA ESTÁ APROBADA.

2.1. NÚMERO MÍNIMO DE MUESTRAS Y DE ENSAYOS.

El seguimiento de la calidad por el proveedor y los controles llevados a cabo por PMDF, dan lugar a la extracción de muestras y a los ensayos correspondientes, los cuales se reparten de la siguiente manera:

- Proveedor: 6 muestreos anuales.
- PMDF: 4 muestreos anuales.

El cálculo del coeficiente de dureza global (**DRG**) se realiza en 12 meses calendarios.

2.2. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE DUREZA GLOBAL (DRG).

2.2.1. PRINCIPIO.

El coeficiente de dureza global (**DRG**) oficial se calcula a partir de la totalidad de los ensayos del coeficiente de dureza instantánea (**DRI**) (tanto los del proveedor como los de PMDF) después de la verificación que los coeficientes de dureza global (**DRG**) calculados respectivamente con solo los resultados tanto del proveedor como de PMDF no difieran de más de 1 unidad.

En el caso contrario, PMDF investigará pudiendo eventualmente justificar una suspensión de la aprobación.

2.2.2. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE DUREZA GLOBAL (DRG).

Para cada ensayo, los ábacos de los anexos 1 y 2 permiten asociar a cada par "I" de los valores "**DEVAL**" y "**LOS ÁNGELES**" un coeficiente de dureza instantánea (**DRI**).

Si en una misma muestra, se hubiesen realizado los ensayos "**DEVAL**" seco y húmedo, resulta posible mediante los ábacos mencionados, determinar dos coeficientes de dureza instantánea: se tomará en cuenta el valor más bajo de los dos obtenidos.

Se tiene "n" resultados de ensayos efectuados en 12 meses. Un primer coeficiente de dureza global **DRG₁** se obtiene por: **DRG₁** = $\overline{DRI} - 0.5 \delta$ donde $\overline{DRI}$ representa el promedio de los valores "n" valores (**DRI**) o sea:

$$\overline{DRI} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n DRI_i$$

Y δ representa la desviación típica de los valores coeficiente de dureza instantánea (**DRI**) o sea:

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (DRI_i - \overline{DRI})^2}$$



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE BALASTO.



No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0015-02845-E-00

HOJA: 15 de 22

Por otra parte, sea coeficiente de dureza instantánea (**DRI**) mín. el valor mínimo de los coeficientes de dureza instantánea (**DRI**) obtenidos durante los 12 últimos meses. Un segundo coeficiente de dureza global (**DRG₂**) se calcula como sigue:

$$DRG_2 = DRI_{\min.} + 2$$

El coeficiente de dureza global (**DRG**) de la cantera corresponde al valor más pequeño de los dos valores (**DRG₁**) y (**DRG₂**).



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE BALASTO.

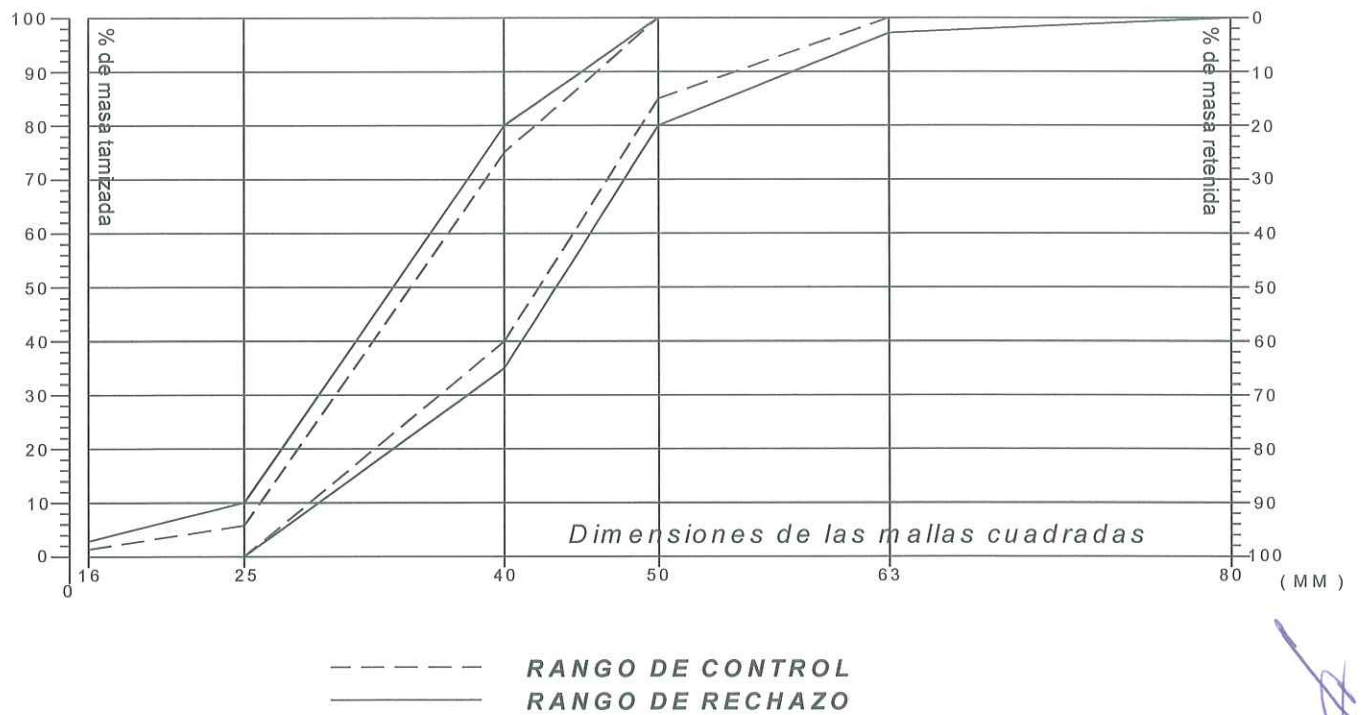
No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0015-02845-E-00



HOJA: 16 de 22

ANEXO No. 4

RANGO DEL CONTROL GRANULOMÉTRICO.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE BALASTO.

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0015-02845-E-00



HOJA: 17 de 22

ANEXO No. 5

MEDICIÓN DEL COEFICIENTE DE ACHATAMIENTO DEL BALASTO.

1. TOMA DE LA MUESTRA.

La muestra debe representar, lo más fielmente posible, la composición promedio del material por analizar.

Referente a la masa de la muestra, se recomienda respetar los límites siguientes: $2,000 D > M > 600 D$, donde:

M = masa de la muestra (en g).

D = dimensión máxima de los más gruesos elementos (en mm).

2. PRESENTACIÓN DEL MATERIAL SOMETIDO AL ENSAYO.

El material se lava sobre un tamiz de 4 mm, luego se seca y se pesa.

3. EJECUCIÓN DEL ENSAYO.

El ensayo se lleva a cabo por cribado ya sea en un tamiz con mallas cuadradas o en una reja.

- Cribado en un tamiz con mallas cuadradas.

Después del secado completo del material lavado, se procede al cribado seco sobre los tamices de: 50, 40, 31.5 y 25. Se recogen las diferentes fracciones d/D y se pesa cada clase granular con una precisión al gramo.

- Cribado en una reja.

El cribado en la reja, separación "s" entre las barras, se efectúa sobre las clases granulares precedentemente obtenidas, según las indicaciones mencionadas en la tabla siguiente:

CLASE GRANULAR d/D	SEPARACIÓN S (EN mm)
50 - 63	31.5
40 - 50	25
31.5 - 40	20
25 - 31.5	16

El cribado en las rejillas se realiza manualmente. Se pesa, con precisión al gramo, el balasto tamizado correspondiente a cada clase granular d/D.



TÍTULO:
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO
DE BALASTO.

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0015-02845-E-00



HOJA: 18 de 22

4. RESULTADOS.

Se utilizarán las notaciones siguientes:

M_G = masa de cada clase granular d/D (en g).

M = $\sum M_G$

M_e = masa de los elementos de la clase granular d/D tamizada sobre la malla correspondiente.

$\frac{M_e}{M_G} \times 100$ = coeficiente de achatamiento de cada clase granular.

El coeficiente de achatamiento global "A" es igual a:

$$A = \frac{\sum M_e}{M_G} \times 100.$$



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE BALASTO.

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0015-02845-E-00



HOJA: 19 de 22

ANEXO No. 6

ACTA DE CONTROL

CANTERA DE: -MUESTRAS SACADAS (1)

ENSAYO GRANULOMÉTRICO EFECTUADO EL: (2) - EN LA BANDA TRANSPORTADORA

EXTRACCIÓN DE LAS MUESTRAS RELIZADAS EL: (2) - DEL ACOPIO

SR: -DE LA PLATAFORMA

PROVEEDOR DEBIDAMENTE CITADO: NO ASISTIÓ DE LA ROCA

A - DUREZA (PARA LABORATORIO ÚNICAMENTE)

-DEVAL SECO DRI SECO

- DEVAL HÚMEDO DRI HÚMEDO

- LOS ANGELES

VALOR DRI TOMADO EN CUENTA

(1) TACHAR (X) LAS MEDICIONES INÚTILES

(2) APELLIDO DE LA PERSONA- NIVEL JERÁRQUICO-EMPLEO

	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE BALASTO.	 CONSORCIO LINEA 12
No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0015-02845-E-00		HOJA: 20 de 22

B) GRANULOMETRÍA.

TAMICES DE CONTROL DIMENSIONES DE LAS MALLAS CUADRADAS	MASAS		% DE LAS MASAS RETENIDAS ACUMULADAS CON RESPECTO A LA MASA TOTAL (a)	% LÍMITES DE LAS MASAS RETENIDAS NORMALMENTE ADMITIDAS. (b)	ACCESO ADMISIBLE DE LOS % DE LOS LÍMITES NORMALES.		VALORES DE -a- A PARTIR DE LAS CUALES EL SUMINISTRO SE RECHAZA.	OBSERVACIONES
	RETENIDAS EN CADA TAMIZ	RETENIDAS ACUMULADAS			CALCULO (c)	VALOR (d)		
80				0	a=		0	
63				0	a=		SI ≥ 3	
50				Máx. 15%	a - 15 =		SI ≥ 20	
40				Incluido entre 26 y 60 %	Cuando a < 26 26 - a = Cuando a > 60 a - 60 =		SI ≤ 21 SI ≥ 65	
25				Mínimo 95%	95 - a =		SI ≤ 90	
16				Mínimo 99%	99 - a =		SI ≤ 98	
Material más pequeño que 16								
Masa total								

C) FORMA.

1. LONGITUD

MATERIALES	MASA DE LOS MATERIALES (m)	% DE m CON RESPECTO A LA MASA TOTAL -a-	% LÍMITES NORMALMENTE ADMITIDOS -b-	EXCESO DE LOS % LÍMITES NORMALES SUMINISTRO a-b (°)	VALOR DE a PARA EL RECHAZO DEL SUMINISTRO
CON LONGITUD SUPERIOR A 92 mm			Máximo 7%		10%

2. COEFICIENTE DE ACHATAMIENTO GLOBAL.

CRIBADO CON TAMICES		CRIBADO CON REJAS		
CLASES GRANULARES d/D (en mm)	MG (en gramos)	SEPARACIÓN ENTRE BARRAS S (en mm)	TAMIZADA Me (en g)	$\frac{Me}{MG} \times 100$
50 / 63		31.5		
40 / 50		25		
31.5 / 40		20		
25 / 31.5		16		
$M = \sum M_G$		$\sum M_e =$		
$A = \sum \frac{M_e}{M_G} \times 100$				

* CUANDO EL RESULTADO DEL CÁLCULO QUEDA NEGATIVO SE INSCRIBIRÁ CERO (0).

	TÍTULO:	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE BALASTO.	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave:	PMDf-09-VI.8-612000-III-0015-02845-E-00	

COEFICIENTE DE ACHATAMIENTO GLOBAL - a -	% LÍMITE NORMALMENTE ADMITIDOS - b -	EXCESO DE LOS % LÍMITES NORMALES a - b (*)	VALOR DE a PARA EL RECHAZO DEL SUMINISTRO.
A = %	Máx. 12%		14 %

D) HOMOGENEIDAD DE LOS MATERIALES.

MATERIALES	MASA DE LOS MATERIALES - m -	% DE m CON RESPECTO A LA MASA TOTAL T -a-	% NORMALMENTE ADMITIDOS. - b -	EXCESO DE LOS % LÍMITES NORMALES a - b (*)	VALOR DE a PARA EL RECHAZO DEL SUMINISTRO	OBSERVACIONES
Quebradizas ó Alteradas			Máx. 3%		6%	

E) LIMPIEZA DE LOS MATERIALES.

MATERIALES	MASA DE LOS MATERIALES - m -	% DE m CON RESPECTO A LA MASA TOTAL T -a-	% NORMALMENTE ADMITIDOS. - b -	EXCESO DE LOS % LÍMITES NORMALES a - b (*)	VALOR DE a PARA EL RECHAZO DEL SUMINISTRO	OBSERVACIONES
Elementos finos e impurezas			Máx. 0.5%		0.8%	

(*) CUANDO EL RESULTADO DEL CÁLCULO QUEDA NEGATIVO SE INSCRIBIRÁ CERO (0).

F – Observaciones:

Fecha: _____.

Firmas:

EL RESPONSABLE DE LOS ENSAYOS

EL REPRESENTANTE DEL PMDF

EL RESPONSABLE DEL PROVEEDOR

	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE BALASTO.	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0015-02845-E-00	HOJA: 22 de 22