

**LIBRO: CMT. CARACTERÍSTICAS DE
LOS MATERIALES**

**PARTE: 3. MATERIALES PARA OBRAS DE DRENAJE
Y SUBDRENAJE**

TÍTULO: 04. Materiales para Subdrenes

CAPÍTULO: 001. Filtros

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los requisitos de calidad de los materiales que se utilicen como filtros en los sistemas de subdrenaje.

B. DEFINICIÓN

Es el material graduado que se coloca en un subdrén y se utiliza para captar el agua y permitir su paso franco a través de él, impidiendo al mismo tiempo el arrastre de las partículas finas del suelo por proteger, previniendo su erosión, que puede provocar inestabilidad estructural.

C. REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con los siguientes:

MANUALES	DESIGNACIÓN
Muestreo de Materiales para Filtros	M-MMP-3-03-001
Granulometría de Materiales para Filtros	M-MMP-3-03-002
Límites de Consistencia	M-MMP-4-01-006
Equivalente de Arena	M-MMP-4-01-008
Desgaste mediante la Prueba de Los Ángeles de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas	M-MMP-4-04-006

D. REQUISITOS DE CALIDAD DEL MATERIAL PARA FILTROS

Los materiales que se empleen como filtro en los sistemas de subdrenaje cumplirán con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

- D.1.** El material tendrá las características granulométricas que se establecen en la Tabla 1 y se muestran en la Figura 1, así como con los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 2 de esta Norma. Se recomienda evitar el uso de roca caliza, debido a la alta solubilidad que presenta.

TABLA 1.- Requisitos de granulometría de los materiales para filtros

Designación	Abertura nominal mm	Material que pasa %
1½"	37,5	100
1"	25	80 – 100
¾"	19	65 – 100
⅜"	9,5	40 – 80
Nº4	4,75	20 – 55
Nº10	2	0 – 35
Nº20	0,85	0 – 20
Nº40	0,425	0 – 12
Nº60	0,25	0 – 9
Nº100	0,15	0 – 7
Nº200	0,075	0 – 5

- D.2.** La curva granulométrica del material por emplear, determinada mediante el procedimiento contenido en el Manual M-MMP-3-03-002, *Granulometría de Materiales para Filtros*, tendrá una forma semejante a la de las curvas que se muestran en la Figura 1 de esta Norma, considerando que el material no contendrá más del cinco (5) por ciento de partículas finas en masa y que el tamaño máximo de las partículas no será mayor de treinta y ocho coma un (38,1) milímetros (1½") de diámetro. Además, es recomendable que las curvas granulométricas del suelo por

proteger y las del material para filtro seleccionado sean sensiblemente paralelas.

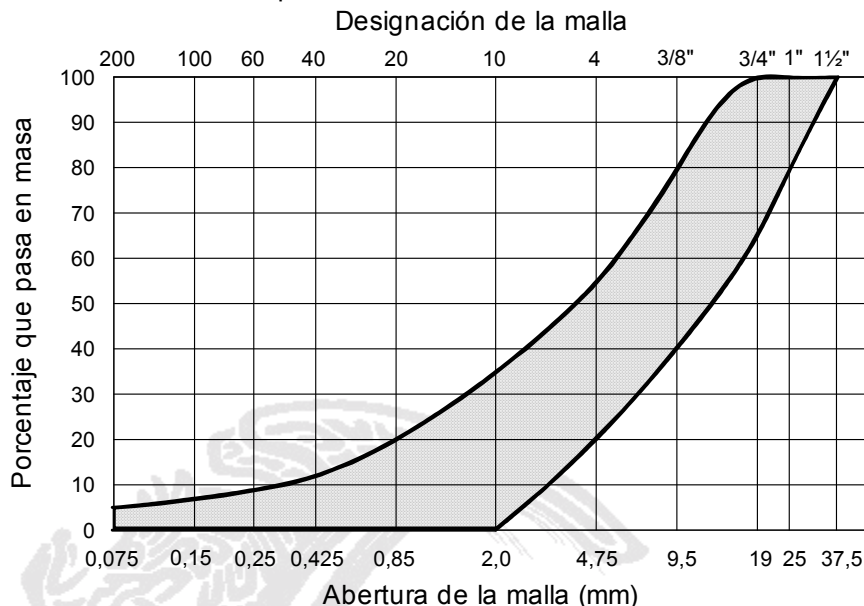


FIGURA 1.- Zona granulométrica recomendable de los materiales para filtros

TABLA 2.- Requisitos de calidad de los materiales para filtros

Característica ^[1]	Valor %
Límite líquido, máximo	25
Índice plástico, máximo	6
Equivalente de arena, mínimo	30
Desgaste Los Ángeles, máximo	40

[1] Determinada mediante el procedimiento de prueba que corresponda, de los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma.

- D.3.** Si la granulometría del material obtenido en un banco no cumple con los requisitos establecidos en esta Norma, se podrá mezclar con materiales de otros bancos, en la proporción adecuada para que cumpla con dichos requisitos. Una vez establecido el proporcionamiento, el Contratista de Obra será el responsable de

los procedimientos de mezclado de los materiales, para garantizar la homogeneidad de los mismos, evitando su segregación o degradación.

- D.4.** El material para filtro será permeable, facilitará el drenaje del agua subterránea e impedirá que las partículas del suelo por proteger sean arrastradas por el agua hacia el interior del material para filtro, por lo que cumplirá con las siguientes condiciones:

D.4.1. Permeabilidad

Para que el material permita el flujo de agua, cumplirá la siguiente relación:

$$\frac{D_{15}^F}{D_{15}^S} \geq 5$$

Donde:

D_{15}^F = Tamaño de las partículas del material de filtro, para el cual el quince (15) por ciento en masa del material es menor que ese tamaño, determinado gráficamente de la curva granulométrica, (mm)

D_{15}^S = Tamaño de las partículas del material de suelo que circunda al subdrén, para el cual el quince (15) por ciento en masa del material es menor que ese tamaño, determinado gráficamente de la curva granulométrica, (mm)

D.4.2. Migración de partículas finas

Para evitar la migración de partículas finas del suelo circundante, hacia el interior del material de filtro, se cumplirán las desigualdades siguientes:

$$\frac{D_{15}^F}{D_{85}^S} \leq 5 \quad \text{y} \quad \frac{D_{50}^F}{D_{50}^S} \leq 25$$

Donde:

D_{15}^F, D_{50}^F = Tamaños de las partículas del material de filtro, para los cuales el quince (15) y el cincuenta (50)

por ciento en masa del material, respectivamente, son menores que esos tamaños, determinados gráficamente de la curva granulométrica, (mm)

D_{85}^S, D_{50}^S = Tamaños de las partículas del material de suelo que circunda al subdrén, para los cuales el quince (15) y el cincuenta (50) por ciento en masa del material, respectivamente, son menores que esos tamaños, determinados gráficamente de la curva granulométrica, (mm)

D.4.3. Obstrucción

Para evitar la obstrucción de las perforaciones del tubo colector o la fuga de finos del material para filtro se cumplirá con la siguiente relación:

Para perforaciones circulares:

$$\frac{D_{85}^F}{d} \geq 1,5$$

Donde:

D_{85}^F = Tamaño de las partículas del material para filtro, para el cual el ochenta y cinco (85) por ciento en masa del material es menor que ese tamaño, determinado gráficamente de la curva granulométrica, (mm)

d = Diámetro de las perforaciones del tubo, (mm)

Para ranuras:

$$\frac{D_{85}^F}{a} > 1,2$$

Donde:

D_{85}^F = Tamaño de las partículas del material para filtro, para el cual el ochenta y cinco (85) por ciento en masa del material es menor que ese tamaño, determinado gráficamente de la curva granulométrica, (mm)

a = Ancho de la ranura, (mm)

D.4.4. Uniformidad

Para evitar la segregación del material para filtro al momento de colocarlo en la zanja, el coeficiente de uniformidad será:

$$\frac{D_{60}^F}{D_{10}^F} \leq 20$$

Donde:

D_{60}^F = Tamaño de las partículas del material de filtro, para el cual el sesenta (60) por ciento en masa del material es menor que ese tamaño, determinado gráficamente de la curva granulométrica, (mm)

D_{10}^F = Tamaño de las partículas de material del filtro que corresponde al diez (10) por ciento en masa del material es menor que ese tamaño, determinado gráficamente de la curva granulométrica, (mm)

D.5. Cuando no sea posible encontrar un material para filtro que cumpla con los requisitos de calidad establecidos en las Fracciones D.1. a D.4. de esta Norma, podrá recurrirse al empleo de filtros compuestos por varias capas, de las cuales, la del material más grueso, se colocará junto al sistema colector y cumplirá las condiciones de filtro respecto de la siguiente capa, la que se considerará como material de suelo; ésta, a su vez, las cumplirá respecto de la siguiente; y así, sucesivamente, hasta llegar al material del suelo por proteger.

E. ALMACENAMIENTO

Con el propósito de evitar la alteración de las características de los materiales para filtro antes de su utilización en la obra, ha de tenerse cuidado en su almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos:

- E.1.** El material para filtro, una vez clasificado, se almacenará en un sitio específicamente destinado para tal uso. Cuando en dicho sitio no se cuente con un firme, previo a su utilización:
- Se removerá la materia vegetal y se limpiará la superficie;

- se conformará, nivelará y compactará la superficie dejando una sección transversal uniforme que permita el drenaje;
- se colocará, compactará y mantendrá sobre el terreno, una capa de quince (15) centímetros de espesor como mínimo, utilizando el mismo material pétreo por almacenar, para evitar la contaminación del material que se coloque encima.

E.2. Durante el almacenamiento se evitará la circulación de vehículos sobre los montículos de materiales, pero en caso de que esto sea estrictamente necesario, se colocará un camino de tablas para evitar la contaminación y degradación del material para filtro o bien se usará una banda transportadora.

E.3. Para evitar que se mezclen los diferentes materiales de distintos montículos, estos estarán lo suficientemente alejados uno del otro o separados entre sí por barreras colocadas con tal propósito.

E.4. Cuando el material no vaya a usarse por un periodo prolongado, será recomendable cubrirlo con lonas para protegerlo de la intemperie.

F. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

La aceptación de los materiales para filtros por parte de la Secretaría, se hará teniendo en cuenta lo siguiente:

F.1. El responsable del estudio geotécnico del banco, determinará a nivel de estudio, que el material cumple con las características y los requisitos de calidad indicados en esta Norma, según el tipo de material requerido en el proyecto, probando muestras obtenidas como se establece en el Manual M-MMP-3-03-001, *Muestreo de Materiales para Filtros*, mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma, e indicará en cada caso, el tratamiento mecánico a que deba sujetarse el material.

F.2. En caso de que el Contratista de Obra seleccione el banco, será el responsable de demostrar que el material para filtros cumple con las características y los requisitos de calidad señalados en esta Norma, con base en lo indicado en la Fracción anterior y de realizar, cuando proceda, el estudio para su tratamiento mecánico y obtener la aprobación por parte del Residente. El Contratista de Obra entregará a la Secretaría un certificado de calidad que

garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en esta Norma, expedido por su laboratorio o por un laboratorio externo, aprobados por la Secretaría.

- F.3.** Durante el proceso de producción, con objeto de controlar la calidad del material para filtro, el Contratista de Obra, por cada trescientos (300) metros cúbicos o fracción del material pétreo de un mismo tipo, extraído del banco y una vez tratado mecánicamente, realizará las pruebas necesarias que aseguren que cumple con la granulometría y el equivalente de arena, indicados en esta Norma, y entregará a la Secretaría los resultados de dichas pruebas. Las pruebas se realizarán en muestras obtenidas como se establece en el Manual M-MMP-3-03-001, *Muestreo de Materiales para Filtros*, mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma. Será motivo de rechazo por parte de la Secretaría, el incumplimiento de cualquiera de los requisitos mencionados en esta Fracción.
- F.4.** Además de lo señalado en la Fracción anterior, el Contratista de Obra, por cada mil doscientos (1 200) metros cúbicos o fracción del material pétreo de un mismo tipo, extraído del banco y una vez tratado mecánicamente, realizará las pruebas necesarias que aseguren que cumple con todos los valores establecidos en esta Norma, y entregará a la Secretaría los resultados de dichas pruebas. Las pruebas se realizarán en muestras obtenidas como se establece en el Manual M-MMP-3-03-001, *Muestreo de Materiales para Filtros*, y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma. Será motivo de rechazo por parte de la Secretaría, el incumplimiento de cualquiera de los requisitos establecidos.
- F.5.** En cualquier momento, la Secretaría podrá verificar que el material suministrado cumpla con cualquiera de los requisitos de calidad establecidos en esta Norma, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de cualquiera de ellos.

G. BIBLIOGRAFÍA

Juárez, B. E. y Rico, R. A., *Mecánica de Suelos*, Tomo III, Capítulo VI, Editorial LIMUSA, México, D.F. (1998).

Rico, R. A. y Del Castillo, H., *La Ingeniería de Suelos en la Vías Terrestres.*- Volumen 1, Capítulo 7, primera edición, Editorial LIMUSA, México, D.F. (1974).

Ministerio de Fomento, Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales, *Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes*, PG-3, Parte 4ª: Drenaje, Capítulo III Drenes Subterráneos, España (1989).

Department of Transportation, State of California, Standard Specifications, Section 68, EUA (1999).

Department of Transportation, State of Oregon, Standard Specifications, Part 00400 Drainage and Sewers, EUA (1996).

Department of Transportation, State of Oregon, Standard Specifications, Part 02000 Materials, EUA (1996).

Department of Transportation, State of New Jersey, Standard Specifications, Division 600 Section 601 Underdrains, EUA (1996).

Department of Transportation, State of New Jersey, Standard Specifications, Division 900 Materials, EUA (1996).

US Army of Engineers, Excavation, trenching and backfilling for utility systems. Guide specification for construction CEGS-02316. EUA (November 1997).

American Association of State Highway and Transportation Officials. *Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing*, M 6-93, EUA (1999).