

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

**PARTE: 1. MATERIALES PARA TERRACERÍAS**

**TÍTULO: 05. Materiales para Pedraplén**

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los requisitos de calidad de los materiales que se utilicen en la construcción de los pedraplenes.

**B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN**

Los materiales para pedraplén son fragmentos de roca, producto de los cortes o de la extracción en bancos, que se utilizan para formar el cuerpo del pedraplén, la capa de transición y la capa de preparación para el desplante del cuerpo del pedraplén. La clasificación de los suelos y fragmentos de roca a que se refiere esta Norma se describe en el Manual M-MMP-1-02, *Clasificación de Fragmentos de Roca y Suelos*.

**C. REFERENCIAS**

Son referencia de esta Norma, los siguientes manuales.

- ASTM D5240, *Standard Test Method for Evaluation of the Durability of Rock for Erosion Control Using Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate*, publicada por ASTM International, en EUA, en el año de 2020.
- ASTM D5519, *Standard Test Methods for Particle Size Analysis of Natural and Man-Made Riprap Materials*, publicada por ASTM International, en EUA, en el año de 2016.

Además, esta Norma se complementa con la siguiente:

NORMA Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Pedraplenes .....	N-CTR-CAR-1-01-019
Muestreo de Materiales para Terracerías .....	M-MMP-1-01
Clasificación de Fragmentos de Roca y Suelos .....	M-MMP-1-02
Impurezas Orgánicas en Agregados Finos .....	M-MMP-2-02-026
Resistencia a la Degradación del Agregado Grueso mediante la Máquina de Los Ángeles .....	M-MMP-2-02-032
Examen Petrográfico de los Agregados .....	M-MMP-2-02-037

**D. REQUISITOS DE CALIDAD**

Los materiales que se utilicen para la formación de pedraplenes procederán de los cortes o de la extracción en bancos de rocas ígneas, sedimentarias (excepto lutitas y argilitas) y metamórficas (excepto esquistos muy alterados y todas aquellas que presenten una pseudoestratificación), resistentes a la compresión, sin alteración apreciable, compacta y estable frente a la acción de los agentes externos y, en particular, frente al agua.

Los fragmentos de roca por emplearse tendrán una masa volumétrica máxima de dos coma cuatro (2,4) a dos coma ocho (2,8) toneladas por metro cúbico y tenderán a la forma cúbica, angulosa, no redondeada y cumplirán con una relación de la longitud de su eje más largo y su eje menos largo, menor a dos coma cinco (2,5). El porcentaje máximo de fragmentos con una relación mayor a la indicada no será mayor a treinta (30) por ciento.

Asimismo, cumplirán con los siguientes requisitos:

#### D.1. MACROGRANULOMETRÍA

La macrogranulometría, que es una característica del material pétreo que se refiere a la distribución de tamaños de sus partículas que superan la malla con abertura de siete coma cinco (7,5) centímetros (3 in), cumplirá con lo siguiente:

- D.1.1. La granulometría de los fragmentos de roca por emplear será de tipo bien graduada y estará comprendida entre un tamaño mínimo de siete coma cinco (7,5) centímetros y un tamaño máximo de setenta y cinco (75) centímetros.
- D.1.2. El contenido en masa de partículas que pasan por la malla con abertura de siete coma cinco (7,5) centímetros (3 in) será como máximo del diez (10) por ciento.
- D.1.3. El contenido en masa de partículas que se retengan en las mallas con abertura de veinte (20) centímetros, para capas de transición, y en las mallas con abertura de setenta y cinco (75) centímetros, para capas del pedraplén, según sea el caso, no será mayor al diez (10) por ciento.

Además de cumplir las condiciones anteriores y según lo indique el proyecto o lo ordene la Secretaría, la granulometría se ajustará a lo siguiente:

- D.1.4. El cuerpo del pedraplén y la capa de preparación para el desplante, se construirán utilizando fragmentos de roca medianos o chicos, o la mezcla de ambos, de acuerdo con la clasificación de rocas que indica la Tabla 1 del Manual M-MMP-1-02, *Clasificación de Fragmentos de Roca y Suelos*, es decir:
  - Fragmentos medianos ( $F_m$ ), tamaños mayores de veinte (20) centímetros y menores de setenta y cinco (75) centímetros, con menos de diez (10) por ciento en masa de otros tamaños o de suelo.
  - Fragmentos chicos ( $F_c$ ), tamaños mayores de siete coma cinco (7,5) centímetros y menores de veinte (20) centímetros, con menos de diez (10) por ciento en masa de otros tamaños o de suelo.
- D.1.5. La curva macrogranulométrica se ajustará a lo indicado en la Tabla 1 de esta Norma y que se muestra en la Figura 1 de esta Norma, en la cual "D" es el tamaño máximo nominal del material.

**TABLA 1.- Requisitos macrogranulométricos del material para pedraplenes**

Tamaño de los fragmentos de roca <sup>[1]</sup>	Porcentaje que pasa
$D$	90-100
$D/2$	55-85
$D/4$	40-65
$D/10$	0-10

[1]  $D$  = Tamaño máximo diseñado

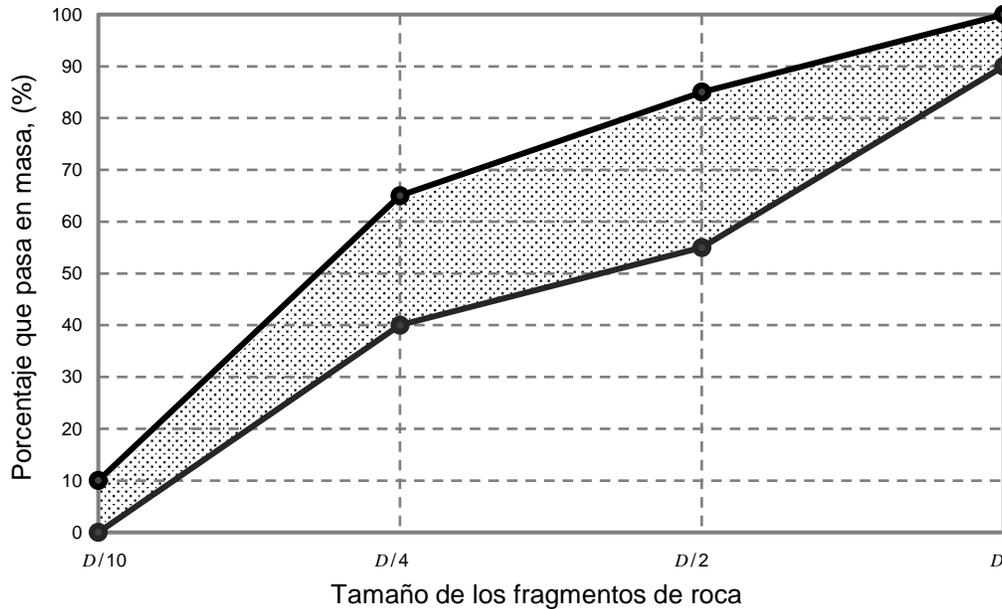


FIGURA 1.- Zona macrogranulométrica de los materiales para pedraplén

- D.1.6.** Para la capa de preparación para el desplante y el cuerpo del pedraplén, la mezcla de fragmentos de roca medianos y chicos cumplirá la proporción indicada en la Tabla 1 de esta Norma.
- D.1.7.** Según lo indique el proyecto u ordene la Secretaría, en la capa de transición, construida en el último metro del pedraplén, el espesor superior de las capas decrecerá desde la más baja hasta la parte superior, con objeto de establecer un paso gradual entre el cuerpo del pedraplén y el terraplén, o bien, entre el cuerpo del pedraplén y la capa de subyacente, teniendo como restricción que su construcción mínima sea en dos (2) capas. Además, entre los materiales pétreos empleados en las capas superiores de la transición, se comprobará que entre dos (2) capas se cumplan las siguientes condiciones:

$$\frac{I_{15}}{S_{85}} < 5 \quad , \quad \frac{I_{50}}{S_{50}} < 25$$

Donde:

- $I_x$  = Abertura de la malla por el cual pasa el  $x$  por ciento en masa del material de la capa inferior
- $S_x$  = Abertura de la malla por el cual pasa el  $x$  por ciento en masa del material de la capa superior

## D.2. RESISTENCIA A LA ABRASIÓN

El material por utilizar en la construcción del pedraplén, al ser sometido a la abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles, conforme a lo especificado en el Manual M-MMP-2-02-032, *Resistencia a la Degradación del Agregado Grueso mediante la Máquina de Los Ángeles*, no presentará más de cincuenta (50) por ciento de degradación por trituración.

## D.3. ANÁLISIS PETROGRÁFICO

- D.3.1.** Los materiales extraídos de banco o de cortes que sean empleados en la conformación de pedraplenes con alturas mayores de diez (10) metros, previo su explotación, serán analizados mediante lo especificado en el Manual, M-MMP-2-02-37, *Examen Petrográfico de los Agregados*.

- D.3.2.** No se utilizarán rocas con minerales solubles como el yeso o sales, como el cloruro sódico o sulfato de magnesio, ni cuando el contenido de impurezas orgánicas sea superior al dos (2) por ciento, obtenida de acuerdo con el procedimiento indicado en el Manual M-MMP-2-02-026, *Impurezas Orgánicas en Agregados Finos*.

#### D.4. PRUEBA DE SANIDAD

Al material pétreo se le realizará la prueba de sanidad por inmersión en sulfato de sodio o magnesio, de acuerdo con lo establecido en la Norma ASTM D5240, *Standard Test Method for Evaluation of the Durability of Rock for Erosion Control Using Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate*. El valor de esta prueba será inferior al veinte (20) por ciento.

- D.5.** Durante la etapa de producción, la Secretaría o la Supervisión, vigilarán las diferentes descargas del material del equipo de transporte y ordenarán el retiro de aquel que, a simple vista, contenga tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado.

#### E. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los criterios de aceptación por parte de la Secretaría se harán considerando lo siguiente:

- E.1.** El encargado de elaborar el estudio geotécnico o del banco, es el responsable de determinar, a nivel estudio, que el material cumpla con los requisitos de calidad indicados en esta Norma, según el tipo de material establecido en el proyecto, en muestras obtenidas como se establece en el Manual M-MMP-1-01, *Muestreo de Materiales para Terracerías*, mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma.
- E.2.** En caso de que el Contratista de Obra seleccione el material o el banco, él será el responsable de asegurar que el material cumpla con los requisitos de calidad señalados en esta Norma, considerando lo indicado en la Fracción anterior. 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 propio laboratorio o por un laboratorio externo aprobado por la Secretaría.
- E.3.** Durante el proceso de producción, con el objeto de controlar la calidad del material en la ejecución de la obra, el Contratista de Obra efectuará al material extraído del corte o del banco las pruebas que se indican en la Tabla 2 de esta Norma. El Contratista de Obra entregará a la Secretaría los resultados de dichas pruebas.

**TABLA 2.- Frecuencia de pruebas de la calidad de materiales para pedraplén**

Prueba	Norma o Manual de prueba	Frecuencia
Métodos de prueba para el análisis granulométrico de materiales de escollera naturales y artificiales	ASTM D5519	- Una (1) vez por jornada.
Resistencia a la degradación del agregado grueso mediante la máquina de Los Ángeles	M-MMP-2-02-032	- Cuando se cambie de banco de materiales. - Por cada mil (1 000) metros cúbicos de material de corte.
Método de prueba para la evaluación de la durabilidad de rocas para el control de la erosión, utilizando sulfato de sodio o sulfato de magnesio	ASTM D5240	- Cuando se cambie de banco de materiales. - Por cada mil (1 000) metros cúbicos de material de corte.

- E.4.** Además de lo señalado en la Fracción E.3. de esta Norma, el Contratista de Obra, por cada mil (1 000) metros cúbicos o fracción del material de un mismo tipo, extraído de un corte o un banco, realizará las pruebas necesarias que aseguren que cumple con todos los valores establecidos en esta Norma, entregando a la Secretaría los resultados de dichas pruebas. La muestra de material del banco a explotar será de al menos trescientos (300) kilogramos y será representativa de las calidades presentes desde la más competente a la más pobre. Si existen una variabilidad de la calidad de la roca, se recomienda al menos hacer tres (3) muestreos representativos de la calidad más pobre, regular y la más competente. Los fragmentos de roca que integren las muestras serán como mínimo fragmentos chicos de siete coma cinco (7,5) a veinte (20) centímetros. Las pruebas se realizarán en muestras obtenidas como se establece en el Manual M·MMP·1·01, *Muestreo de Materiales para Terracerías*, 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.
- E.5.** Una vez tendida y densificada la capa de transición del pedraplén, el Contratista de Obra realizará las pruebas necesarias que aseguren el cumplimiento de las densificaciones establecidas en la Norma N·CTR·CAR·1·01·019, *Pedraplenes*, con la periodicidad y procedimiento ahí indicados, entregando a la Secretaría los resultados de dichas pruebas.
- E.6.** En cualquier momento, la Secretaría puede 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.

# COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



# COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



**SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA**

Dirección General de Servicios Técnicos

Av. Coyoacán 1895

Col. Acacias, Benito Juárez, 03240

Ciudad de México

[www.gob.mx/sct](http://www.gob.mx/sct)