

LIBRO: MMP. MÉTODOS DE MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES

PARTE: 1. SUELOS Y MATERIALES PARA TERRACERÍAS

TÍTULO: 01. Muestreo de Materiales para Terracerías

A. CONTENIDO

Este Manual describe los procedimientos para la obtención de muestras de los suelos a que se refieren las Normas N-CMT-1-01, *Materiales para Terraplén*, N-CMT-1-02, *Materiales para Subyacente* y N-CMT-1-03, *Materiales para Subrasante*, a fin de determinar las características de esos materiales o verificar que cumplan con los requisitos de calidad descritos en dichas Normas o en las especificaciones particulares del proyecto.

B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

El muestreo consiste en obtener una porción representativa del material con el que se pretende construir una terracería o bien del material que ya forma parte de la misma. El muestreo incluye además las operaciones de envase, identificación y transporte de las muestras, las que se clasifican como sigue:

B.1. MUESTRAS CÚBICAS INALTERADAS

Son aquellas en las que se conserva la estructura y el contenido de agua natural del suelo en el lugar donde se toma la muestra, por lo que su obtención, envase y transporte, requieren cuidados especiales a fin de no alterarlas. Son generalmente cúbicas, de aproximadamente 40 cm por lado, que se recubren con una membrana impermeable hecha de manta de cielo, parafina y brea para protegerlas y evitar la pérdida de agua durante el transporte y almacenamiento.

B.2. MUESTRAS REPRESENTATIVAS

Son aquellas que están constituidas por el material disgregado o fragmentado, en las que se toman precauciones especiales para conservar el contenido de agua, envasándolas en bolsas de plástico u otros recipientes impermeables para impedir la pérdida de agua durante el transporte y almacenamiento.

B.3. MUESTRAS INTEGRALES

Son aquellas que están constituidas por el material disgregado o fragmentado de diversos estratos, en las que quedan representados cada uno de los diferentes materiales en la proporción en la que participan.

C. REFERENCIAS

Este Manual se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Exploración Directa del Subsuelo	N-PRY-CAR-1-02-003
Materiales para Terraplén	N-CMT-1-01
Materiales para Subyacente	N-CMT-1-02
Materiales para Subrasante	N-CMT-1-03
Criterios Estadísticos de Muestreo	M CAL 1 02

Clasificación de Fragmentos de Roca y Suelos	M-MMP-1-02
Secado, Disgregado y Cuarteo de Muestras	M MMP 1 03

D. EQUIPO Y MATERIALES

El equipo para la ejecución del muestreo estará en condiciones de operación, limpio y completo en todas sus partes. Todos los materiales por emplear serán de alta calidad.

D.1. PARA LA OBTENCIÓN DE MUESTRAS CÚBICAS INALTERADAS

El equipo y los materiales que se requieren para obtener muestras inalteradas, se ilustran en la Figura 1 de este Manual y constan de:



FIGURA 1.- Equipo y materiales para la obtención de muestras cúbicas inalteradas

- D.1.1.** Herramientas tales como picos, palas, barretas, cuchillos, espátulas, cucharas de albañil, machetes y arcos con segueta o con alambre de acero.
- D.1.2.** Parafina y brea.
- D.1.3.** Manta de cielo.
- D.1.4.** Estufa o lámpara de gas.
- D.1.5.** Recipiente metálico para calentar y mezclar la parafina con la brea (una parte de brea y cuatro de parafina).
- D.1.6.** Brochas.
- D.1.7.** Cajones de madera para empacar las muestras.
- D.1.8.** Aserrín, viruta o paja.
- D.1.9.** Cinta métrica de 20 m de longitud.
- D.1.10.** Flexómetro de 5 m de longitud.

D.2. PARA LA OBTENCIÓN DE MUESTRAS REPRESENTATIVAS E INTEGRALES

El equipo y los materiales que se requieren para obtener muestras alteradas, se ilustran en la Figura 2 de este Manual y consta de:



FIGURA 2.- Equipo y materiales para la obtención de muestras representativas e integrales

- D.2.1. Herramientas tales como picos, palas, barretas, cuchillos, espátulas, cucharas de albañil, machetes y arcos con segueta o con alambre de acero.
- D.2.2. Posteadoras.
- D.2.3. Barrenas helicoidales.
- D.2.4. Tubos para extensiones de las posteadoras y barrenas helicoidales.
- D.2.5. Llaves Stillson.
- D.2.6. Lona ahulada, más o menos cuadrada, de aproximadamente 3 m por lado.
- D.2.7. Bolsas de lona ahulada.
- D.2.8. Bolsas de plástico, frascos de vidrios u otros recipientes impermeables para muestras representativas.
- D.2.9. Cordel.
- D.2.10. Cinta adhesiva.
- D.2.11. Cinta métrica de 20 m de longitud.
- D.2.12. Flexómetro de 5 m de longitud.

E. PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS

El muestreo de suelos o de fragmentos de roca, cuando se trate de determinar la estratigrafía y propiedades del subsuelo a lo largo del trazo de una obra o seleccionar los préstamos y bancos para terracerías, se efectuará en los sitios y en las profundidades determinados según los criterios establecidos en la Norma N-PRY-CAR-1-02-003, *Exploración Directa del Subsuelo* y sistemáticamente durante la ejecución de las obras, en los sitios seleccionando de manera objetiva y aleatoria de acuerdo con el Manual M-CAL-1-02, *Criterios Estadísticos de Muestreo*, en cada frente de producción de los préstamos o bancos, en los almacenes y en el lugar donde se utilicen, apeándose al siguiente procedimiento:

E.1. TIPO, TAMAÑO Y NÚMERO DE MUESTRAS

Según su propósito, el tipo, tamaño y número de las muestras, serán los establecidos en la Tabla 1 de este Manual.

TABLA 1.- Número y tamaño de las muestras

Propósito del muestreo	Tipo y número	Tamaño de las muestras parciales ^[1] kg
Determinar la estratigrafía y propiedades del subsuelo a lo largo del trazo de una obra o seleccionar los préstamos y bancos para terracerías	Una muestra representativa de cada estrato en cada pozo a cielo abierto o frente abierto de material	4
	Una muestra integral por cada pozo a cielo abierto y por cada 150 m ³ de material aprovechable	50
	Dos muestras integrales de cada frente abierto de material	20
	Una muestra cúbica inalterada por cada estrato de suelo fino típico, para determinar sus propiedades mecánicas. El número será definido por el responsable del estudio	[3]
Estudio de almacenamientos	Una muestra integral por cada 1 000 m ³ de material homogéneo ^[2]	20
Control de calidad	Una muestra integral por cada 300 m ³ de material que se utilice para terraplén o subyacente y por cada 200 m ³ para subrasante	10
	Una muestra integral por cada 1 000 m ³ de material que se utilice para terraplén, por cada 800 m ³ para subyacente y por cada 500 m ³ para subrasante	50

[1] La cantidad indicada se obtendrá mediante cuarteos, conforme al procedimiento indicado en el Manual M-MMP-1-03, *Secado, Disgregado y Cuarteo de Muestras*.

[2] El material se considera homogéneo cuando visiblemente sus características de color y tamaño no presenten variaciones significativas.

[3] De acuerdo con lo indicado en la Fracción E.2. de este Manual.

E.2. OBTENCIÓN DE MUESTRAS CÚBICAS INALTERADAS

Las muestras cúbicas inalteradas se obtienen de suelos finos o arenosos que puedan labrarse sin que se disgreguen.

E.2.1. Trabajos previos

E.2.1.1. Se limpia la superficie donde se extraerá la muestra, eliminando toda la materia orgánica, polvo y basura o cualquier otra sustancia que pueda contaminarla.

E.2.1.2. Inmediatamente antes de efectuar el muestreo se prepara una mezcla de cuatro partes de parafina por una parte de brea, fluidificadas por medio de calor; dicha mezcla se conserva a temperatura tal que la mantenga en estado líquido hasta ser empleada.

E.2.2. Procedimiento de muestreo

La obtención de las muestras se efectúa en las paredes de una excavación, en la superficie del terreno natural o en la de una terracería construida; dependiendo de lo anterior, el procedimiento para la extracción de las muestras inalteradas es el siguiente:

E.2.2.1. Muestras cúbicas obtenidas de una superficie sensiblemente horizontal

- a) Se marca sobre el terreno un cuadrado de aproximadamente 40 cm por lado y con ayuda de las herramientas indicadas en la Fracción D.1. de este Manual, se excava alrededor de sus bordes para labrar un cubo. Esta excavación tendrá dimensiones tales que permitan las operaciones de labrado y extracción de la muestra sin dañar la estructura del material ya sea por presión o por impacto y se lleva hasta la profundidad necesaria para, posteriormente, efectuar un corte horizontal en la base del cubo y desprenderlo.
- b) Inmediatamente después de haber labrado el cubo y antes de desprenderlo, se cubren sus caras expuestas con manta de cielo recién embebida en la mezcla de parafina y brea, de tal manera que quede bien adherida a la muestra.
- c) Una vez protegidas las cinco caras descubiertas del cubo, se procede a efectuar el corte en su base y a separarlo cuidadosamente para no dañarlo, cubriendo inmediatamente su cara inferior con una capa de manta de cielo embebida en la mezcla de parafina y brea, tal como se muestra en la Figura 3 de este Manual.

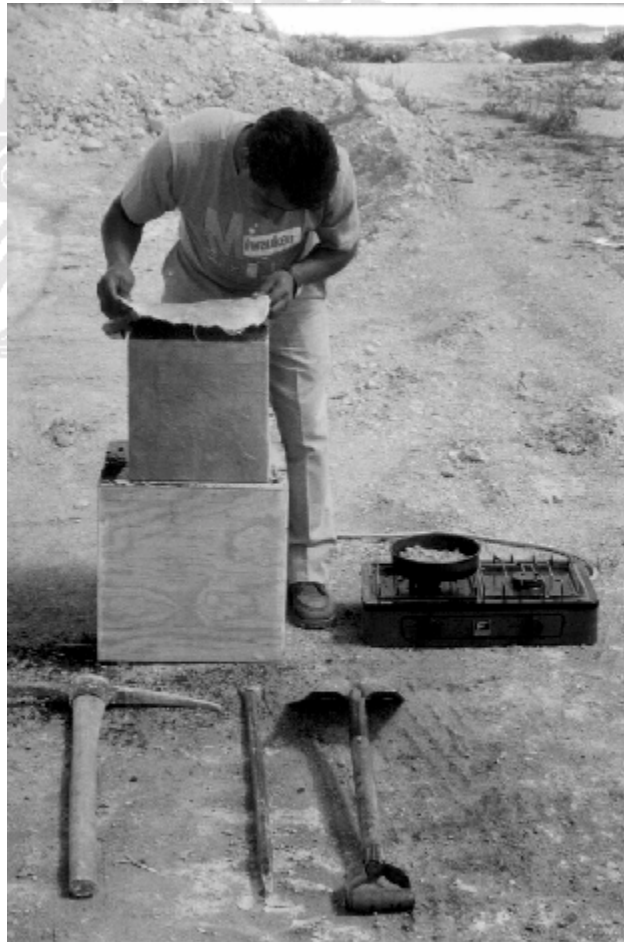


FIGURA 3.- Aplicación de la capa protectora en una muestra inalterada

- d) Posteriormente, mediante una brocha se aplica otra capa de parafina y brea en todas las caras de la muestra inalterada y antes de que dicha capa seque, se fija una tarjeta de identificación en la cara que originalmente estaba en la parte superior.

E.2.2.2. Muestras cúbicas obtenidas de una pared

Se excava una bóveda alrededor del sitio de donde se extraerá la muestra, con objeto de facilitar el labrado de las caras superior y laterales de un cubo de aproximadamente 40 cm por lado y poder efectuar posteriormente un corte horizontal en la parte inferior del mismo, como se muestra en la Figura 4 de este Manual. Inmediatamente después se cubre la muestra, se extrae e identifica como se indica en los Puntos b) a d) del Párrafo E.2.2.1. de este Manual.

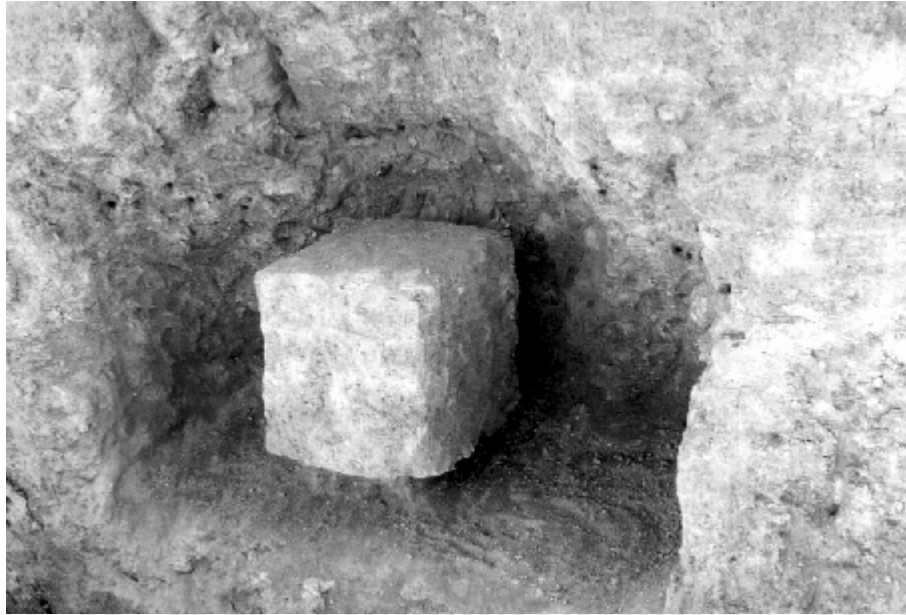


FIGURA 4.- Obtención de una muestra cúbica inalterada de una pared

E.3. OBTENCIÓN DE MUESTRAS REPRESENTATIVAS E INTEGRALES

Las muestras representativas e integrales se obtienen de las paredes de un corte, de un pozo a cielo abierto, de un frente natural, del frente abierto de un banco, de los taludes de un almacenamiento de materiales o de capas de terracería construidas. El muestreo, de acuerdo con su propósito, se hará como sigue:

E.3.1. Trabajos previos

Se limpia la superficie de la pared o talud donde se extraerá la muestra, eliminando toda la materia orgánica, polvo y basura o cualquier otra sustancia que pueda contaminarla.

E.3.2. Procedimiento de muestreo

E.3.2.1. Muestras representativas

Cuando se requiera determinar la estratigrafía y propiedades del subsuelo que pueda observarse directamente en la superficie de la pared, una vez limpiada como se indica en el Inciso anterior, las muestras representativas se toman de cada estrato de suelo que se identifique plenamente en la pared, con ayuda de las herramientas indicadas en la Fracción D.2. de este Manual. Cada muestra obtenida se envasa en una bolsa de plástico limpia y resistente o en cualquier otro recipiente hermético, se introduce una tarjeta de identificación y se cierra inmediatamente el envase para evitar cambios en el contenido de agua.

E.3.2.2. Muestras integrales

Cuando se trate de muestras integrales, una vez limpia la pared o el talud como se indica en el Inciso E.3.1., con ayuda de las herramientas indicadas en la Fracción D.2. de este Manual, se procede como sigue:

- a) Se hace un canal vertical de sección transversal uniforme en la pared o el talud, en toda altura del material que se considere aprovechable, como se muestra en la Figura 5, cuidando de no incluir la capa de tierra vegetal que, en su caso, exista en la parte superior de la pared.

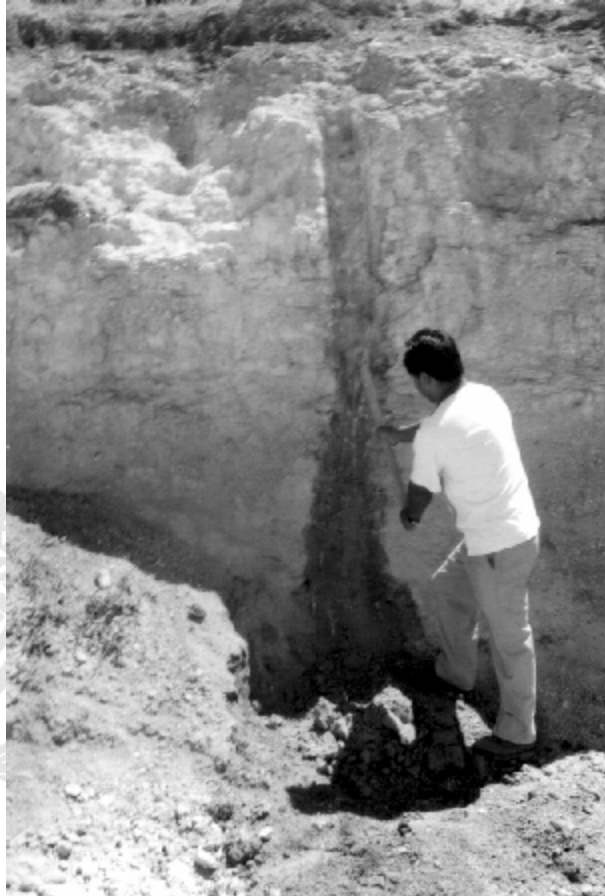


FIGURA 5.- Muestreo de un banco de materiales practicando un canal vertical en la pared

- b) El material extraído del canal se recoge en una lona ahulada y por cuarteo, de acuerdo con lo indicado en el Manual M MMP 1 03, *Secado, Disgregado y Cuarteo de Muestras*, se obtiene una muestra del tamaño indicado en la Tabla 1 de este Manual, que se envasa en una bolsa de lona ahulada.
- c) Si se requiere obtener una muestra integral con una posteadora, como la mostrada en la Figura 6 de este Manual, todo el material extraído se recoge y cuarteo en una lona ahulada como se indica en el Punto anterior.
- d) Para obtener muestras integrales de capas de terracería construidas, con ayuda de las herramientas indicadas en la Fracción D.2., se excava una caja en todo el espesor de la capa, con las dimensiones necesarias para excavar el sondeo y para obtener la muestra del tamaño indicado en la Tabla 1 de este Manual, se reduce por cuarteo.

- e) Cada muestra integral extraída de la pared, talud, capa de terracería, o con posteadora, se envasa en una bolsa de lona ahulada, en la que se introduce una tarjeta de identificación y se cierra con un cordel.



FIGURA 6.- Inicio de un muestreo utilizando posteadora

F. IDENTIFICACIÓN, ENVASE, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE LAS MUESTRAS

Las muestras obtenidas se identifican, envasan, transportan y almacenan, tomando en cuenta lo siguiente:

F.1. IDENTIFICACIÓN Y REGISTRO

F.1.1. Cada muestra se identifica mediante dos etiquetas, una en el interior del envase y otra sujeta al exterior. Dichas etiquetas serán resistentes al manejo de la muestra, con dimensiones mínimas de 8 x 12 cm, y en ellas se anotarán, con bolígrafo y letra de molde legible, los datos que se relacionan a continuación:

- Nombre de la obra.
- Nombre del banco, en su caso.
- Número y ubicación del pozo a cielo abierto o sondeo.
- Localización del sitio de muestreo.
- Número de la muestra.
- Tipo de material.
- Profundidad a la que se tomó la muestra.

- Espesor del estrato correspondiente.
- Clasificación de campo.
- Responsable del muestreo.
- Fecha y hora del muestreo.
- Uso a que se destina.
- Observaciones.

F.1.2. Cada muestra que se obtenga, se registra en una libreta de campo asentando:

- El nombre de la obra;
- El número y ubicación del pozo a cielo abierto o sondeo del que se obtuvo la muestra y, en su caso, la elevación media de su brocal, así como la profundidad total excavada o perforada y la profundidad del nivel freático cuando exista. Para la localización del sitio de muestreo, si es necesario, se elabora un croquis de localización;
- La profundidad o nivel al que se obtuvo la muestra, así como la unidad y espesor de suelo a la que pertenece;
- El número, tipo de la muestra y la fecha en que se tomó;
- La clasificación de campo según lo indicado en el Manual M-MMP-1-02, *Clasificación de Fragmentos de Roca y Suelos*, y su descripción, incluyendo compacidad, tamaño, distribución y forma de las partículas en suelos gruesos, así como el tipo de cementante si existe. La plasticidad, contenido de agua natural y color, tratándose de suelos finos.

F.2. ENVASE

F.2.1. Muestras cúbicas inalteradas

Una vez extraídas y protegidas las muestras cúbicas inalteradas como se indica en los Puntos b) a d) del Párrafo E.2.2.1., se empacan en los cajones de madera a que se refiere el Inciso D.1.7. de este Manual. Durante el empaque se tendrán las siguientes precauciones:

- Que los cajones estén limpios;
- Que las muestras no se contaminen con polvo o cualquier otra sustancia antes de ser protegidas.
- Que las muestras se apoyen dentro de los cajones con la cara opuesta a la que contiene la etiqueta, manteniendo la misma posición que tenía la muestra en el sitio de donde se obtuvo;
- Que el fondo de los cajones y los espacios libres entre sus paredes y las muestras se rellenen con aserrín, papel, paja o con otro material que amortigüe las vibraciones o golpes que pudieran ocurrir durante el transporte, a fin de evitar que las muestras sean dañadas, y
- Que los cajones queden perfectamente tapados y que la tapa quede identificada.

F.2.2. Muestras representativas

F.2.2.1. Las muestras representativas se envasan en recipientes de capacidad suficiente, que podrán ser bolsas de plástico resistentes u otros recipientes que puedan cerrarse herméticamente para evitar la evaporación del agua. Durante el envase se han de tener las siguientes precauciones:

- Que las bolsas o recipientes estén limpios y secos antes de colocar la muestra;
- Que las muestras no se contaminen con polvo o cualquier otra sustancia;
- Que las bolsas o recipientes queden cerrados herméticamente, con objeto de evitar pérdidas o alteración de su contenido.

F.2.2.2. Cuando se obtengan varias muestras representativas y se envasen en bolsas de plástico, éstas se empaican en una bolsa de lona ahulada limpia que se cierra para evitar pérdidas o alteración de su contenido.

F.2.2.3. En el caso de usar frascos de vidrio, para evitar que se rompan, se empaican en cajas de madera, rellenando el fondo y los espacios libres con aserrín, papel, paja o con otro material que amortigüe las vibraciones o golpes que pudieran ocurrir durante el transporte.

F.2.3. Muestras integrales

Las muestras se envasan como se indica en la Figura 7, en las bolsas de lona ahulada a que se refiere el Inciso D.2.7. de este Manual. Durante el envase se tendrán las siguientes precauciones:

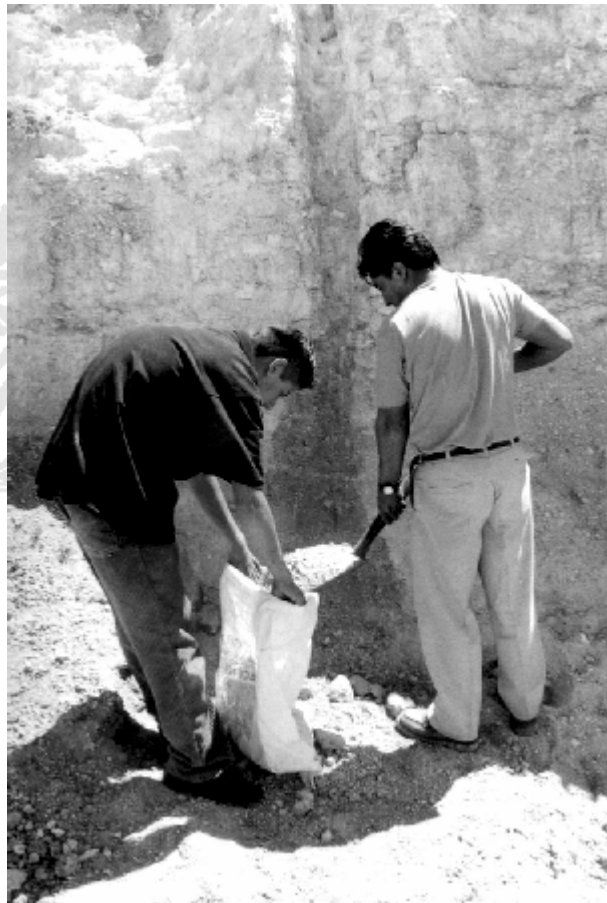


FIGURA 7.- Envase de muestras integrales

- Que las bolsas estén limpias y secas.
- Que las muestras no se contaminen con polvo u otras materias extrañas.
- Que las bolsas queden perfectamente cerradas, con objeto de evitar pérdidas o alteración de su contenido.

F.3. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE LAS MUESTRAS

- F.3.1.** Para transportar las muestras del sitio de su obtención al laboratorio, se acomodan en el vehículo los cajones con su tapa hacia arriba. Las bolsas o los recipientes se acomodan de tal modo que se evite su perforación o rotura, así como su desplazamiento dentro del vehículo. En el caso de muestras inalteradas también deberán evitarse golpes o vibraciones durante la carga, descarga y manejo.
- F.3.2.** Una vez que se reciban en el laboratorio, las muestras se registran asignándoles un número de identificación y se almacenan en una bodega techada, cerrada, limpia y seca o en un cuarto húmedo cuando se trate de muestras inalteradas, colocándolas sobre una tarima a 15 cm del suelo como mínimo, que permita el paso del aire y acomodándolas ordenadamente de forma tal que no se confundan y no puedan sufrir caídas o alteraciones. Las muestras cúbicas inalteradas se colocan con la etiqueta hacia arriba, manteniendo la misma posición que tenían en el sitio de donde se obtuvieron.

