



PROYECTO DE NORMA MEXICANA

PROY-NMX-AA-132-SCFI-2015

**MUESTREO DE SUELOS PARA LA IDENTIFICACION Y LA
CUANTIFICACIÓN DE METALES Y METALOIDES, Y
MANEJO DE LA MUESTRA (CANCELARÁ A LA NMX-AA-
132-SCFI-2006)**

**SOIL SAMPLING FOR METALS AND METALLOIDS
IDENTIFICATION AND QUANTIFICATION, AND SAMPLE
HANDLING**



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

PREFACIO

En la elaboración del presente proyecto de norma mexicana, participaron representantes de las siguientes instancias:

- ASOCIACIÓN NACIONAL DE LA INDUSTRIA QUÍMICA, A.C.
- CÁMARA MINERA DE MÉXICO, A.C.
- CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA.
- COLEGIO DE BIÓLOGOS DE MÉXICO, A.C.
- INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO.
Dirección General de Investigación sobre la Contaminación Urbana y Regional.
- PROCURADURÍA FEDERAL DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE.
Subprocuraduría de Inspección Industrial.
- SECRETARÍA DE ECONOMÍA.
Coordinación General de Minería.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.
Dirección General de Energía y Actividades Extractivas.
Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas.
- SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
Facultad de Química.
Instituto de Geología.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

ÍNDICE DE CONTENIDO

Número del capítulo	Página
0 INTRODUCCIÓN	1
1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN	1
2 DEFINICIONES.....	2
3 PLAN DE MUESTREO	3
4 TÉCNICAS DE MUESTREO	5
5 TIPOS DE MUESTREO.....	6
6 MANEJO Y CONTROL DE MUESTRAS	20
7 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS	24
8 VIGENCIA.....	27
9 BIBLIOGRAFÍA	27
10 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES	28
APÉNDICE INFORMATIVO A	29
APÉNDICE INFORMATIVO B	32
APÉNDICE INFORMATIVO C	34



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

PROYECTO DE NORMA MEXICANA

PROY-NMX-AA-132-SCFI-2015

MUESTREO DE SUELOS PARA LA IDENTIFICACION Y LA CUANTIFICACIÓN DE METALES Y METALOIDES, Y MANEJO DE LA MUESTRA (CANCELARÁ A LA NMX-AA- 132-SCFI-2006)

SOIL SAMPLING FOR METALS AND METALLOIDS IDENTIFICATION AND QUANTIFICATION, AND SAMPLE HANDLING

0 INTRODUCCIÓN

Este proyecto de norma mexicana establece especificaciones generales para el muestreo de suelos cuyo contenido de metales y metaloides requiere ser identificado y cuantificado en el sitio en estudio. Se reconoce que tanto los programas de muestreo como la remediación de un suelo responden a las características específicas del sitio, por lo que no hay un protocolo o conjunto de procedimientos que puedan cumplir con todas las condiciones. Con este proyecto de norma mexicana, se prevé establecer una guía general para la conducción de los muestreos de los suelos, para que con base en el plan de muestreo, y la aplicación de métodos analíticos, se pueda definir la naturaleza y extensión de la contaminación.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este proyecto de norma mexicana establece las especificaciones técnicas para la obtención y el manejo de muestras, que permitan la caracterización de suelos en el sitio de estudio, a través de la identificación y cuantificación de metales y metaloides, entendiendo por éstos el arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y vanadio.

La Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía aprobó el presente proyecto de norma mexicana, cuyo aviso de consulta pública fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el:



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

2/34

2 DEFINICIONES

Para los efectos de este proyecto de norma mexicana, se consideran las definiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Ley de Aguas Nacionales, y sus Reglamentos, así como las siguientes:

2.1 Cadena de custodia

Documento donde los responsables registran la obtención de muestras, su transporte y entrega de éstas al laboratorio para la realización de pruebas o de mediciones analíticas, según corresponda.

2.2 Envase

Recipiente destinado a contener y conservar la integridad física y química de las muestras de suelo colectadas.

2.3 Horizonte

Capa del suelo paralela a la superficie de la tierra que tiene características distintivas producto de los procesos físicos, químicos y biológicos, de formación del suelo.

2.4 Libreta de campo

Cuaderno en el cual se registran los datos y las actividades relacionadas con la toma de muestras.

2.5 Muestra simple

Material colectado en un solo punto de muestreo.

2.6 Perfil de suelo

Sección vertical del terreno que permite identificar los horizontes en el suelo a partir de la superficie, los cuales forman una serie de estratos con propiedades diferentes.

2.7 Plan de muestreo



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

3/34

Documento que contiene la información y programación relacionada con cada una de las etapas que conforman el muestreo y señala los criterios para la toma de muestras.

2.8 Pozo

Perforación o excavación del suelo para conocer el perfil del mismo.

2.9 Punto de muestreo

Lugar específico donde se toma una o varias muestras, ya sean superficiales o verticales.

2.10 Suelo expuesto

Suelo que no está cubierto por concreto, asfalto o materiales similares.

2.11 Textura del suelo

Sensación que da al tacto el suelo húmedo como resultado de la mezcla de las partículas minerales (arcillas, limos y arenas) presentes en el suelo. Dependiendo del tipo de partícula predominante, en términos generales, puede describirse el suelo como arcilloso, limoso o arenoso, o una mezcla de estos tipos de textura.

3 PLAN DE MUESTREO

El plan de muestreo contendrá, por lo menos, la siguiente información:

- a) El objetivo.
- b) El lugar y la fecha de elaboración.
- c) El nombre y la firma de los responsables de su elaboración.
- d) La descripción de actividades y los tiempos de ejecución.
- e) La definición de las responsabilidades del personal involucrado en cada actividad.
- f) Las características del sitio de muestreo.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

4/34

- g) La superficie del polígono del sitio.
- h) La superficie de la zona o zonas de muestreo.
- i) Los metales y metaloides a medir a través de las mediciones analíticas correspondientes.
- j) El o los métodos de muestreo.
- k) El o los tipos de muestreo a realizar (exploratorio, de detalle, de fondo, final comprobatorio).
- l) El número y distribución de los puntos de muestreo y el número de muestras y su volumen, incluyendo las muestras para el aseguramiento de la calidad y su volumen.
- m) La justificación para la ubicación de los puntos de muestreo y de la profundidad de las muestras, los criterios utilizados y selección de la técnica de muestreo (manual o mecánica).
- n) Los planos georreferenciados en coordenadas UTM, tamaño del plano mínimo 60 cm x 90 cm en los cuales se indique la superficie del polígono del sitio, la ubicación de puntos de muestreo, las vías de acceso al sitio así como edificaciones y estructuras en el sitio.
- o) El equipo de muestreo a utilizar.
- p) El procedimiento de lavado del equipo.
- q) Los tipos de recipientes, la identificación, la preservación y el transporte de las muestras.
- r) Las medidas y equipo de seguridad.
- s) Las medidas de aseguramiento de la calidad del muestreo, incluyendo la cadena de custodia.
- t) El procedimiento para el registro de incidencias y desviaciones al plan de muestreo.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

5/34

- u) La justificación de si las características del suelo en el sitio permiten realizar el tamizado (o cribado), homogeneizado y cuarteo de las muestras en campo y, en su caso, documentar el procedimiento bajo el cual se llevará a cabo.

4 TÉCNICAS DE MUESTREO

4.1 Material y equipo recomendando para la colecta de muestras

4.1.1 Especificaciones generales:

- a) Herramienta para la colecta de muestras de suelo en campo, fácil de limpiar, resistente al desgaste y que no contamine las muestras con impurezas.
- b) Envases con capacidad suficiente para la medición. Los envases podrán ser de vidrio, polietileno, polipropileno o politetrafluoretileno (PTFE).
- c) Bolígrafos, marcadores y etiquetas.
- d) Cinta métrica o flexómetro.
- e) Cámara fotográfica.
- f) Libreta de campo.
- g) Plano, mapa, dispositivo electrónico georeferenciador o fotografía aérea de la zona de muestreo, con la ubicación tentativa de los puntos de muestreo.
- h) Instrumento que permita la ubicación de los puntos de muestreo.
- i) Contenedor que asegure la integridad de las muestras durante su transporte.

4.2 Consideraciones para la toma de muestras

- 4.2.1** El muestreo se debe realizar con herramienta o equipo que no altere las características de la muestra (acero inoxidable o plástico).



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

6/34

4.2.2 Se debe evitar que el equipo de muestreo y los instrumentos de muestreo provoquen contaminación entre las diferentes muestras, para lo cual se deberán lavar con agua y detergentes libres de fosfatos entre muestra y muestra.

4.2.3 Se debe garantizar que la muestra obtenida sea suficiente para realizar su medición analítica.

4.2.3.1 Si la muestra es preparada en campo conforme al numeral 7, la muestra obtenida debe ser de, por lo menos, 250 g de muestra tamizada.

4.2.3.2 En caso de que no se cuenten con las condiciones para preparar las muestras en campo, la muestra debe ser de, por lo menos, 500 g.

4.2.4 Previo a la toma de una muestra, se deben retirar los restos de plantas, salvo que se consideren importantes para el caso en estudio.

4.2.5 Las piedras mayores a 2 cm de diámetro (aproximadamente) deben ser retiradas.

4.2.6 Se deben tomar fotografías del sitio y de los puntos de muestreo, los cuales deben estar claramente referenciados.

4.2.7 La toma de muestras se debe apegar al plan de muestreo elaborado, las desviaciones al mismo se deben justificar y documentar en la libreta de campo.

5 TIPOS DE MUESTREO

Los tipos de muestreo son:

- Muestreo Exploratorio.
- Muestreo de Detalle.
- Muestreo de Fondo.
- Muestreo Final Comprobatorio.

5.1 Métodos para la distribución de los puntos de muestreo



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

7/34

Una vez determinado el número de puntos de muestreo de acuerdo al tipo de muestreo que se vaya a realizar, dichos puntos se deben distribuir, eligiendo alguno de los siguientes métodos:

- Dirigido.
- Estratificado o Zonificado.
- Sistemático.
- Aleatorio simple.
- Métodos indirectos debidamente validados.

En el Apéndice Informativo A se encuentra una descripción somera de cada uno de los métodos de muestreo, señalando sus ventajas y desventajas, así como las condiciones para su uso apropiado.

5.2 Especificaciones para el Muestreo Exploratorio

5.2.1 Objetivo

Obtener las muestras de suelo representativas para establecer la presencia de contaminación y, en su caso, la distribución horizontal de la misma, y valorar su posible migración vertical.

5.2.2 Muestreo Exploratorio en áreas no urbanas

5.2.2.1 Procedimiento

El muestreo exploratorio se realiza en dos fases. En la primera, se toman muestras de suelo superficial y en la segunda, se toman muestras en perfiles de suelo (muestreo vertical).

a) Muestreo superficial

- Profundidad de muestreo: A un intervalo de (0 – 5) cm a partir de la superficie.
- Tipo de muestra: simple, en cada punto de muestreo.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

8/34

- Número mínimo de puntos de muestreo: el indicado en la Tabla 1 en función de la superficie del sitio que se asume puede estar contaminado.
- Distribución de los puntos de muestreo: se puede utilizar el muestreo dirigido o el muestreo sistemático (véase Apéndices Informativos A y C).

b) Muestreo vertical

El muestreo vertical se realiza a través de pozos que permitan obtener muestras para determinar el perfil del suelo a la profundidad proyectada.

Para valorar la migración vertical de contaminantes, se pueden utilizar excavaciones, que permitan el acceso de la persona que toma la muestra, o se pueden utilizar perforaciones para el hincado de un muestreador manual o mecánico que obtenga un núcleo que permita ver y muestrear el perfil del suelo.

Los requerimientos para el muestreo vertical son:

- Tipo de muestra: simple, para cada intervalo.
- Número mínimo de pozos: el indicado en la Tabla 1, en función del área supuestamente contaminada.
- Profundidad de los pozos: está determinada por la profundidad a la que se obtengan valores iguales o menores a las concentraciones de referencia establecidas en las normas oficiales mexicanas aplicables; el fondo del pozo está limitado por la existencia de roca firme o material consolidado, o la aparición de la zona de saturación de agua.
- Intervalos de muestreo: se deben identificar los diferentes horizontes que forman el suelo en función de su aspecto físico (color, textura, grado de compactación, entre otros).

Para horizontes con espesor menor a 30 cm, debe tomarse una muestra de canal vertical abarcando todo el espesor del mismo.

Para horizontes mayores a 30 cm deben tomarse muestras representativas de cada tramo de 30 cm hasta identificar el tramo en que no se rebasan las concentraciones de referencia.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

9/34

Para profundidades mayores a 2 m el intervalo de muestreo deberá ser definido con su justificación correspondiente.

- Distribución de los pozos: seguirá la misma metodología utilizada para la distribución de los puntos de muestreo, conforme a lo indicado en el inciso 5.2.2.1 a).

5.2.3 Muestreo Exploratorio en áreas urbanas

5.2.3.1 Procedimiento

Las muestras deberán tomarse en suelos expuestos, aplicando los siguientes criterios específicos:

a) Muestreo superficial

- Profundidad de muestreo: A un intervalo de (0 – 5) cm a partir de la superficie.
- Tipo de muestra: de acuerdo con la Tabla 2.
- Áreas de muestreo: con base en la información documental y de campo respecto a las posibles zonas afectadas. Ubicar las áreas de muestreo en un mapa del área urbana.
- Número mínimo de puntos de muestreo: es el indicado en la Tabla 1 en función de la superficie a muestrear en cada área.
- Distribución de los puntos de muestreo: en cada área se distribuirán los puntos de muestreo de manera reticular, radial o cualquier otra que sea específica para el sitio y que no conduzca a errores por sesgo, procurando que se incluyan parques y jardines públicos, jardines particulares, cajetes, jardineras y banquetas no cubiertas por concreto o materiales similares y calles no pavimentadas.

b) Muestreo vertical



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

10/34

En los casos en que se considere necesario se realizarán muestreos verticales conforme a lo indicado en el numeral 5.2.2.1 b). Se recomienda hacer los pozos en sitios públicos.

TABLA 1.- Muestreo exploratorio

Superficie del sitio que se supone contaminado (Hectáreas)		Número mínimo de puntos de muestreo superficial	Número mínimo de pozos verticales
De	Hasta superficies menores a		
0.1	0.2	6	1
0.2	0.3	7	1
0.3	0.4	8	2
0.4	0.5	9	2
0.5	0.7	10	2
0.7	1	11	2
1	2	12	2
2	3	14	3
3	4	16	3
4	5	18	4
5	6	19	4
6	7	20	4
7	8	21	4
8	9	22	4
9	11	23	5
11	12	24	5
12	14	25	5
14	16	26	5
16	18	27	5
18	20	28	6
20	22	29	6
22	25	30	6
25	28	31	6
28	30	32	6

Para áreas menores a 0.1 ha y mayores a 30 ha, el número mínimo de puntos de muestreo superficial se calcula aplicando la fórmula siguiente:

$$n = 11.71 A^{0.3} \dots\dots\dots \text{Ec. (1)}$$

Donde:



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

11/34

n es el número mínimo de puntos de muestreo.

A es la superficie del suelo de la zona de estudio expresada en hectáreas.

Para áreas menores a 0.1 ha se realizará 1 pozo vertical.

Para áreas mayores a 30 ha, el número mínimo de pozos verticales se calcula aplicando la fórmula siguiente:

$$n = 2.26 A^{0.31}$$

Donde:

n es el número mínimo de pozos verticales.

A es la superficie del suelo de la zona de estudio expresada en hectáreas.

TABLA 2.- Muestreo en áreas urbanas

Tipo de punto de muestreo	Equivalencia de muestras
Parques y jardines	El número de muestras corresponde al número de puntos de muestreo que se indican en las Tablas 1 ó 3 (en función de la superficie del terreno).
Jardines de menos de 0.1 ha	Tomar una muestra compuesta de acuerdo al numeral 5.3.2.1.
Jardineras, cajetes y banquetas no cubiertas y calles no pavimentadas.	La muestra equivale a una muestra compuesta que se formará de 6 muestras simples tomadas en 100 metros lineales.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

12/34

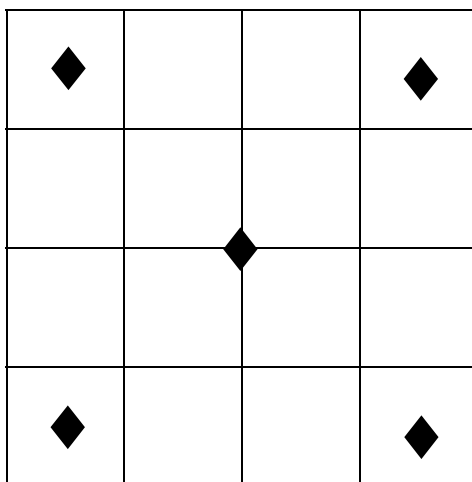


FIGURA 1- Esquema de distribución en tresbolillo de las muestras simples para la formación de una muestra compuesta.

5.3 Especificaciones para el Muestreo de Detalle

5.3.1 Objetivo

Determinar el volumen de suelo contaminado de acuerdo a las concentraciones objetivo establecidas en las normas oficiales mexicanas aplicables.

5.3.2 Muestreo de Detalle en áreas no urbanas

5.3.2.1 Procedimiento

- a) Muestreo superficial en extensiones mayores a 0.1 hectáreas y menores a 1 hectárea ($0.1 < X < 1$ ha)
- Profundidad de muestreo: (0 - 5) cm a partir de la superficie.
 - Tipo de muestra: simple, en cada punto de muestreo.
 - Número mínimo de puntos de muestreo: conforme se indica en la Tabla 3.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

13/34

- Distribución de los puntos de muestreo: se puede usar el muestreo estratificado o el sistemático (véase Apéndices Informativos A, B y C).
- b) Muestreo superficial en extensiones iguales o mayores a 1 hectárea ($X \geq 1$ ha)

Para determinar la superficie a muestrear:

- 1) Sumar las áreas que, conforme al muestreo exploratorio, registran valores superiores a las concentraciones de referencia establecidas en las normas oficiales mexicanas aplicables (superficie contaminada).
- 2) La superficie contaminada se divide por medio de figuras geométricas apropiadas de aproximadamente una hectárea.
- 3) Para cada hectárea se deben tomar muestras conforme a los siguientes lineamientos:
 - Profundidad de muestreo: Para uso de suelo residencial e industrial: A un intervalo de (0 – 5) cm a partir de la superficie. Para uso de suelo agrícola y forestal a un intervalo de (0 – 30) cm a partir de la superficie.
 - Tipo de muestra: compuesta. Cada muestra compuesta se constituye con cinco muestras simples tomadas en tresbolillo (véase Figura 1), distribuidas uniformemente.
 - Distribución y número de puntos de muestreo: cada hectárea se divide en partes iguales de acuerdo a la columna 3 de la Tabla 3. El número de puntos de muestreo señalados en la columna 4 de la Tabla 3 se distribuirán de manera sistemática en dichas partes.
 - Número de partes por hectárea: en función de la superficie total contaminada, como se indica en la Tabla 3. Para superficies mayores a 34 hectáreas, el número de partes por hectárea es constante y es de 2.
- c) Muestreo vertical

Cuando los resultados de las mediciones analíticas de las muestras tomadas en los perfiles de suelo del muestreo vertical durante el muestreo exploratorio, de



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

14/34

acuerdo con el numeral 5.2.2.1.b), indiquen que puede existir migración vertical de los contaminantes, se deben tomar muestras por medio de pozos en cortes verticales. Los puntos de muestreo superficial pueden ser usados para realizar el muestreo vertical.

- Profundidad de los pozos: hasta la profundidad que el muestreo exploratorio haya indicado valores iguales o menores a las concentraciones de referencia establecidas en las normas oficiales mexicanas aplicables. El fondo del pozo está limitado por la existencia de roca firme, material consolidado o la aparición de la zona de saturación de agua.

Se pueden utilizar excavaciones que permitan el acceso de la persona que toma la muestra, o se pueden utilizar perforaciones para el hincado de un muestreador manual o mecánico que obtenga un núcleo que permita ver y muestrear el perfil del suelo.

- Tipo de muestra: simple, para cada intervalo.
- Número de pozos: el número de pozos a realizar y muestrear se indica en la Tabla 3 y está determinado en función del área total contaminada. El número de pozos puede modificarse a través de un estudio estadístico de los resultados, pero no puede ser menor al indicado en la Tabla 3.
- Intervalos de muestreo: deben identificarse los diferentes horizontes que forman el suelo en función de su aspecto físico (color, textura, grado de compactación, entre otros).

Para horizontes con espesor menor a 30 cm, debe tomarse una muestra de canal vertical abarcando todo el espesor del mismo.

Para horizontes mayores a 30 cm deben tomarse muestras representativas de cada tramo de 30 cm hasta identificar el tramo en que no se rebasan las concentraciones de referencia establecidas en las normas oficiales mexicanas aplicables.

Para profundidades mayores a 2 m el intervalo de muestreo deberá ser definido con su justificación correspondiente.

- Distribución de los pozos: se determinará por muestreo dirigido de preferencia en las áreas identificadas como contaminadas.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

15/34

5.3.3 Muestreo de Detalle en áreas urbanas

5.3.3.1 Procedimiento

Las muestras deberán tomarse en suelos expuestos aplicando los siguientes criterios específicos:

- a) Muestreo superficial
 - Profundidad de muestreo: A un intervalo de (0 – 5) cm a partir de la superficie.
 - Tipo de muestra: de acuerdo a la Tabla 2.
 - Área de muestreo: definir el área a muestrear sumando las áreas para las que en el muestreo exploratorio se obtuvieron valores por encima de las concentraciones de referencia establecidas en las normas oficiales mexicanas aplicables.
 - Número mínimo de puntos de muestreo: lo indicado en la Tabla 2, en función de la superficie total del área a muestrear definida en el párrafo anterior.
 - Distribución de los puntos de muestreo: distribuir los puntos de muestreo en las áreas contaminadas (áreas para las que en el muestreo exploratorio se obtuvieron valores por encima de las concentraciones de referencia establecidas en las normas oficiales mexicanas aplicables). Debe procurarse que se incluyan parques y jardines públicos, jardines particulares, jardineras, cajetes y banquetas no cubiertas por concreto o materiales similares y calles no pavimentadas.
- b) Muestreo vertical

Se debe realizar cuando como resultado del muestreo exploratorio se determine que existe migración vertical de los contaminantes y se realizará conforme a lo establecido en el numeral 5.3.2.1. c).



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

16/34

TABLA 3.- Muestreo de detalle

Superficie del sitio contaminado (Hectáreas)		Número de partes por hectárea	Número mínimo de puntos de muestreo superficial * /	Número mínimo de pozos verticales
De	Hasta un número menor de			
0.1	0.2	6	6	3
0.2	0.3	7	7	4
0.3	0.4	8	8	4
0.4	0.5	9	9	5
0.5	0.7	10	10	5
0.7	1	11	11	6
1	2	12	12	6
2	3	6	17	8
3	4	6	21	10
4	5	5	24	12
5	6	5	27	13
6	7	5	29	15
7	8	4	32	16
8	9	4	34	17
9	10	4	36	18
10	11	4	38	19
11	12	4	40	20
12	13	4	42	21
13	14	4	43	22
14	15	3	45	22
15	16	3	46	23
16	17	3	48	24
17	18	3	49	25
18	19	3	51	25
19	20	3	52	26
20	21	3	54	27
21	22	3	55	27
22	23	3	56	28
23	24	3	58	29
24	25	3	59	29
25	26	3	60	30
26	27	3	61	31
27	28	3	62	31



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

17/34

28	29	3	63	32
29	30	3	65	32
30	31	3	66	33
31	32	3	67	34
32	33	3	68	34
33	34	3	69	35
34	35	2	70	35
35	∞	2	2 veces el número de ha	Número mínimo de muestras/2

*/ Para superficies menores a 1 hectárea, las muestras son simples y para superficies mayores a 1 hectárea, las muestras son compuestas.

5.4 Especificaciones para el Muestreo de Fondo

5.4.1 Objetivo

Obtener muestras representativas de los suelos contiguos al área que se presume contaminada, que permitan medir las concentraciones de metales y metaloides en suelos no modificados por el ser humano. Con ello se definirán los niveles de fondo locales que sirvan de referencia y representación del suelo natural no afectado.

5.4.2 Muestreo de Fondo en áreas no urbanas

5.4.2.1 Procedimiento

- La selección del área y puntos de muestreo está en función de:
 - a) La geología del sitio, para que los valores reflejen la composición de las rocas madres.
 - b) Los suelos que tengan una matriz mineralógica y valores de pH similares a la de los suelos de la zona de estudio.
 - c) La topografía del suelo, si es irregular se debe evitar muestrear en zonas bajas como canales, arroyos o trincheras.
 - d) La localización del sitio, en caso de ubicarse en algún arroyo, las muestras de fondo deben ser tomadas aguas arriba del mismo.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

18/34

- e) La historia del sitio, que indique que los suelos no han sido afectados. En caso de que alrededor del sitio evaluado existan otras posibles fuentes de contaminación antropogénica, los sitios correspondientes a esa contaminación deben ser evitados para el muestreo de fondo.
- Profundidad del muestreo: A un intervalo de (0 – 5) cm a partir de la superficie.
- Tipo de muestra: simple, para cada punto de muestreo.
- Número mínimo de puntos de muestreo: 12 muestras por cada tipo de suelo definidos según su matriz mineralógica.
- Distribución de los puntos de muestreo: se recomienda utilizar el muestreo simple aleatorio (véase Apéndice Informativo A).

5.4.3 Muestreo de Fondo en áreas urbanas

5.4.3.1 Procedimiento

Los criterios para la toma de la muestra son los siguientes:

- Profundidad del muestreo: A un intervalo de (0 – 5) cm a partir de la superficie.
- Tipo de muestra: de acuerdo con la Tabla 2.
- Número mínimo de puntos de muestreo: 12 muestras por cada tipo de suelo definido según su matriz mineralógica.
- Ubicación de los puntos de muestreo: las muestras se deben ubicar en sitios que, con base en la información documental y de campo específica para el caso en estudio, no estén afectados por la fuente de contaminación del sitio evaluado, cuidando de muestrear los puntos indicados en la Tabla 3.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

19/34

5.5 Especificaciones para el Muestreo Final Comprobatorio

5.5.1 Objetivo

Demostrar que un suelo que se determinó contaminado y que ha sido sometido a remediación ha alcanzado concentraciones menores o iguales a los valores establecidos como concentraciones objetivo.

5.5.2 Procedimiento de muestreo para suelos remediados en el sitio (suelos no excavados)

Este procedimiento de muestreo debe tener las mismas características que el Muestreo de Detalle descrito en el numeral 5.3.2, por lo que se refiere al número de puntos de muestreo y a su localización, sólo que en este caso las muestras serán simples; si se utilizó el método de distribución de retícula, las cuadrículas de muestreo correspondientes deben desplazarse por lo menos media retícula de la posición de las cuadrículas originales.

Para aquellos suelos que hayan sido sometidos a tecnologías de estabilización-solidificación para su remediación, el muestreo puede realizarse antes del fraguado del suelo tratado o del suelo fraguado.

La preparación de la muestra se hace conforme a los métodos que se señalan en este proyecto de norma (véase el numeral 7).

5.5.3 Procedimiento de muestreo para suelos excavados remediados a un lado del sitio

El procedimiento para el muestreo de suelo remediado por remoción en el lugar, debe realizarse previo a su reubicación. El número de muestras depende del volumen total de suelo remediado y se calcula de la siguiente manera:

$$n_c = 15 (V/1000)^{1/2}$$

Donde:

n_c es el número de muestras.

V es el volumen del lote en m^3 .

El valor de n_c se debe redondear al valor entero más cercano.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

20/34

La distribución de los puntos de muestreo y el tipo de muestreo se realiza según se encuentre dispuesto el material.

Los suelos excavados que se envíen a disposición final en confinamiento controlado y autorizado no requieren muestreo.

En caso de usar tecnologías de estabilización-solidificación, el muestreo puede realizarse antes del fraguado del suelo tratado o del suelo fraguado.

5.5.4 Procedimiento de muestreo del área excavada producto de la remoción del suelo contaminado

Se debe utilizar el tipo de Muestreo de Detalle descrito en el inciso 5.3.2, en el fondo y las paredes de la excavación.

6 MANEJO Y CONTROL DE MUESTRAS

6.1 Registro, envasado, etiquetado y sellado de las muestras

6.1.1 Al obtener las muestras de suelo, se debe registrar toda la información de muestreo en la libreta de campo.

6.1.2 Las muestras deben ser envasadas, etiquetadas y selladas conforme a las siguientes especificaciones:

- a) El envase debe ser cerrado de manera hermética garantizando su inviolabilidad hasta su llegada al laboratorio.
- b) El etiquetado y sellado de los recipientes debe realizarse inmediatamente después de recolectar cada una de las muestras.
- c) La etiqueta debe colocarse en un lugar visible y no sobrepasar las dimensiones del envase.
- d) La etiqueta que acompañe a la muestra, debe incluir por lo menos: fecha y hora en que se tomó la muestra, lugar del muestreo o proyecto, número o clave de identificación, así como las iniciales de la persona que tomó la muestra.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

21/34

- e) El sello debe colocarse sobre el cuerpo del envase y en la tapa o las tapas en caso de usar tubos de muestreo (linners) con el fin de asegurar la inviolabilidad del contenedor.
- f) En caso de usar bolsas de polietileno para contener la muestra, el sello se debe colocar de manera que garantice su inviolabilidad.
- g) En el sello de la muestra se debe escribir la clave, que será igual a la de la etiqueta.

6.1.3 Una vez envasadas, etiquetadas y selladas, las muestras deben ser llevadas al laboratorio en donde serán preparadas conforme a la naturaleza de las sustancias a medir, y sometidas a los métodos de medición correspondientes.

6.2 Traslado de las muestras y cadena de custodia

- a) Durante el traslado es necesario evitar el efecto de factores externos que puedan cambiar la naturaleza de las muestras (por ejemplo, la temperatura para el caso de mercurio y los rayos ultravioleta para el caso de plata o cromo hexavalente).
- b) La cadena de custodia en original debe acompañar a las muestras desde su toma, durante su traslado y hasta el ingreso al laboratorio. El laboratorio debe incluir el original de la cadena de custodia en los resultados de las mediciones.

6.3 La cadena de custodia debe contener, por lo menos, la siguiente información:

- a) El nombre de la empresa y responsable del muestreo.
- b) Los datos de identificación del sitio de muestreo.
- c) La fecha y hora en que se tomó la muestra y el nombre completo y las iniciales de la persona que la tomó.
- d) El número o clave única de cada muestra.
- e) El número de folio único.
- f) Nombre del laboratorio que recibe las muestras y condiciones en las que las recibe.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

22/34

- g) Las mediciones analíticas requeridas para cada muestra.
- h) El número de envases consignados.
- i) Observaciones.
- j) Tipo de muestra.
- k) La identificación de las personas que participan en las operaciones de entrega y recepción en cada una de las etapas de transporte, incluyendo fecha, hora y firma de los participantes.
- l) Registrar si la muestra fue cribada, homogeneizada y/o cuarteada en campo.

6.4 Libreta de campo

6.4.1 Toda la información concerniente al muestreo en campo deberá ser anotado con tinta indeleble, en una libreta de campo foliada.

Los datos que deben anotarse en la libreta de campo, al momento del muestreo son:

- a) El nombre de la persona que realizó el muestreo.
- b) Los datos de ubicación del sitio.
- c) La clave de identificación de cada una de las muestras tomadas y el punto de muestreo correspondiente.
- d) La ubicación de los puntos de muestreo.
- e) La fecha y hora de recolección de cada muestra.
- f) Registrar si la muestra fue cribada, homogeneizada y/o cuarteada en campo.
- g) Las observaciones de campo al momento del muestreo, tales como:
 - i. Características del sitio:
 - 1) Condiciones climáticas.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

23/34

- 2) Presencia de vegetación.
- 3) Uso actual del suelo.
- 4) Edificaciones e infraestructura.
- 5) Actividades ajenas al proceso propio de contaminación que pudieran influir en la calidad del muestreo.
- 6) Presencia de residuos o materiales de relleno.

ii. Características del suelo:

- 1) Textura.
- 2) Color.
- 3) Presencia de humedad.
- 4) Presencia de hojarasca.
- 5) Presencia de otros materiales eliminados durante el muestreo.

iii. Resultados de otras mediciones hechas en campo.

- h) Superficie estimada del sitio de muestreo.
- i) La información existente sobre fuentes y contaminantes derramados en el suelo.
- j) Método de muestreo (dirigido, estratificado, aleatorio simple, sistemático) y tipo de muestreo (exploratorio, de detalle, de fondo, final comprobatorio).
- k) Mediciones solicitadas.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

24/34

6.5 Condiciones de seguridad

6.5.1 Con el objeto de garantizar la seguridad y salud de los trabajadores, las muestras deberán ser tomadas considerando las regulaciones en materia de seguridad e higiene en el trabajo.

7 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Los procedimientos para la preparación de las muestras no deben contravenir los métodos de medición analítica a los que se someterán. La preparación de la muestra conforme a este apartado, no sustituye a la que corresponda de acuerdo con los métodos analíticos que se vayan a aplicar.

7.1 Consideraciones generales

La metodología para la preparación de las muestras es la siguiente:

7.1.1 La preparación de las muestras de suelo en campo incluye el cuarteo, el cribado (o tamizado) y el homogeneizado. El procedimiento para la preparación de las muestras está descrito en el numeral 7.3.

7.1.2 Deberá evitarse en todo momento la contaminación de las muestras. Se debe evitar el uso de material metálico en mal estado o deteriorado, así como el que contiene pintura como protección, dado que pueden ser fuente de contaminación con zinc, cadmio o plomo.

7.2 Material y equipo recomendado

- a) Mazo o rodillo de madera o de hule.
- b) Charolas de acero inoxidable, polipropileno, teflón, vidrio o aluminio.
- c) Tamiz de acero inoxidable de malla 10 (2 mm).
- d) Envases de vidrio, polietileno, polipropileno o teflón.
- e) Etiquetas.
- f) Brochas, espátulas de plástico y cucharas de acero inoxidable.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

25/34

7.3 Procedimiento para la preparación de las muestras

Se debe retirar la fracción gruesa como piedras, hierbas secas, basura, etc. (elementos que no se consideren suelo) en caso de no se haya realizado previamente.

7.3.1 Cuarteo.

- a) Colocar la porción de suelo recolectado sobre un recipiente de superficie plana, extender de forma homogénea y dividir en cuatro partes iguales.
- b) De las cuatro partes iguales, tomar dos porciones y transferir a un contenedor (bolsa de polietileno), mezclar moviendo de arriba hacia abajo y de forma rotatoria, colocar en un recipiente y proceder como se indica previamente.
- c) Repetir este procedimiento hasta contar con una matriz homogénea y la cantidad de suelo suficiente que conforme la muestra, de acuerdo con lo señalado en el numeral 4.2.3.

7.3.2 Cribado (o tamizado)

- a) La muestra (simple o compuesta) se hace pasar por un tamiz con abertura de 2 mm de diámetro (malla 10) de acero inoxidable. La porción fina que pasa por el tamiz se colecta en la charola.
- b) La porción de suelo retenida en el tamiz (partículas mayores a 2 mm), se disgrega cuidadosamente si es posible, y se tamiza nuevamente para recuperar toda la fracción menor a 2 mm.
- c) Se descarta el material grueso retenido en la malla, a menos que la cadena de custodia indique que deba ser preservado.
- d) En caso de muestras simples, la muestra resultante en la charola se coloca directamente en el envase seleccionado.
- e) En caso de muestras compuestas, la muestra resultante en la charola se debe homogeneizar de acuerdo con el numeral 7.3.3.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

26/34

7.3.3 Homogeneizado

Este paso es necesario para asegurar que la muestra que se analizará posteriormente en el laboratorio representa la composición y la cantidad total de los finos del suelo y para garantizar que las mediciones analíticas en el laboratorio se realizarán en muestras homogéneas y representativas de la muestra de suelo recolectada en el campo.

El homogeneizado se debe realizar cuando se trate de muestras compuestas.

- a) La muestra resultante en la charola una vez realizado el cribado (o tamizado) se puede homogeneizar de manera manual o mecánica con un equipo diseñado para tal efecto.
- b) El homogeneizado de manera manual puede lograrse utilizando una cuchara o una bolsa de plástico haciendo girar la muestra en todas direcciones.
- c) Una vez homogeneizada la muestra se coloca en el envase seleccionado.

7.3.4 La cantidad de suelo cribado, homogeneizado y cuarteado debe ser suficiente para realizar las mediciones analíticas en el laboratorio, de acuerdo con lo señalado en el numeral 4.2.3.

7.3.5 Al envasar cada muestra, ésta se debe identificar llenando todos los datos requeridos en la etiqueta.

7.4 Recepción y registro

- a) Al llegar las muestras al laboratorio deben registrarse con la clave de identificación de campo indicada en la etiqueta y la lista de las mediciones señaladas en la cadena de custodia.
- b) El laboratorio puede asignar un número de registro a cada muestra, que conviene se realice con números seriados, para facilidad del manejo interno. Este registro debe estar correlacionado con la clave de identificación de campo.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

27/34

8 VIGENCIA

El presente proyecto de norma mexicana, una vez que concluya su periodo de consulta pública, entrará en vigor 60 días naturales después de la publicación de su declaratoria de vigencia en el Diario Oficial de la Federación.

9 BIBLIOGRAFÍA

9.1 Innovative Technology Summary Reports (1999). Smart Sampling. Subsurface contaminant focus area. Prepared for U.S. Department of Energy. (Reportes Sumarios de Tecnologías Novedosas (1999). Muestreo InteligenteMR. Área de concentración de contaminantes en el subsuelo. Preparado para el Departamento de Energía de los Estados Unidos).

9.2 International Organization for Standardization (2002). ISO 10381-1:2002, Soil quality-Sampling, Part 1: Guidance on the design of sampling programmes. (Organización Internacional de Estandarización (2002). ISO 10381-1:2002. Calidad del Suelo-Muestreo Parte 1: Guía para el diseño de programas de muestreo).

9.3 Ontario Ministry of Environment and Energy (1996) Standards. Guidance on Sampling and Analytical Methods for Use at Contaminated Sites in Ontario. Development Branch. December, (Ministerio de Energía y Medio Ambiente. Estándares. Guía de Muestreo y Métodos Analíticos para su Uso en Sitios Contaminados en Ontario. Departamento de Desarrollo).

9.4 SESDPROC-300-R3, Soil Sampling, U.S. Environmental Protection Agency Science and Ecosystem Support Division, August 21, 2014 (SESDPROC-300-R3, Muestreo de suelos, División de Apoyo de Ciencia y Ecosistema de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América, Agosto 21, 2014).

9.5 U.S.EPA (United States Environmental Protection Agency) Guidance on Choosing a Sampling Design for Environmental Data Collection. Use in Developing a Quality Assurance Project Plan. EPA QA/G-5S Quality Staff Office of Environmental Information. Washington, DC 20460 December 2002. (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Guía para la Selección de un Diseño de Muestreo para la Captura de Datos Ambientales. Para utilizar en el Desarrollo del Plan de Aseguramiento de Calidad. EPA QA/G-5S. Oficina Asesora de Calidad para la Información Ambiental. Estados Unidos. Washington, DC 20460 Diciembre 2002).



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

28/34

9.6 U.S.EPA (United States Environmental Protection Agency) (1997) Sampling and Analysis Plan. (Field Sampling Plan and Quality Assurance Project Plan) with Guidance. Prepared by: Quality Assurance Program. Region IX. (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (1997) Plan para el Muestreo y Análisis. (Plan Proyecto para el Muestreo en Campo y Aseguramiento de Calidad) con Guía. Preparado por: Programa de Aseguramiento de Calidad. Región IX).

9.7 U.S.EPA (United States Environmental Protection Agency) (1996). Soil Screening Guidance: User's Guide. Appendix C. Pub 9355.4-23. Office of Solid Waste and Emergency Response. Washington D.C. (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (1996). Guía para el tamiz o cribado del suelo. Manual del usuario, Apéndice C. Pub. 9355.4-23. Oficina de residuos sólidos y respuesta a emergencias. Washington D.C.).
<http://www.epa.gov/superfund/resources/soil/attachc.pdf>.

9.8 U.S.EPA (United States Environmental Protection Agency) (1992). Ground Water Issue. Behavior of Metals in Soils. Joan E. Mclean and Bert E. Bledsoe. (EPA/540/S-92/018) Office of Solid Waste and Emergency Response. Washington D.C. (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (1992). Asuntos de Agua. Comportamiento de los Metales en Suelos. Joan E. Mclean and Bert E. Bledsoe. (EPA/540/S-92/018) Oficina de Residuos Sólidos y Respuesta a Emergencias. Washington D.C.).

9.9 Vocabulario Internacional de Metrología - Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM). 1ª Edición en español, 2008.

10 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

El presente proyecto de norma mexicana no coincide con ninguna norma internacional por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

29/34

APÉNDICE INFORMATIVO A

DESCRIPCIÓN SOMERA DE LOS MÉTODOS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Método	Descripción general	Condiciones para su uso apropiado	Ventajas	Desventajas
I. Muestreo dirigido	La selección de la localización del punto de muestreo se basa sólo en el conocimiento de la causa de la contaminación y su posible evolución, sin ninguna aleatoriedad.	Se requiere tener conocimientos físicos e históricos seguros del sitio, o generar por métodos indirectos este conocimiento.	- Para muestreos rápidos y de bajo presupuesto - Si se cumplen las condiciones indicadas resulta ser muy eficiente	- Depende del conocimiento y experiencia del experto - No se pueden determinar estimaciones confiables de variabilidad de los datos - La interpretación de datos depende sólo del experto - Se utiliza por lo general en áreas menores a 7 hectáreas
II. Muestreo estratificado o zonificado	En un método en el que se utiliza la información previa de la población de muestras para determinar grupos (denominados <i>estratos</i>) que son	Los estratos se deben definir con la ayuda de los datos confiables de otra variable (<i>variable auxiliar</i>) que sea altamente	Se optimizan los recursos para obtener una mayor precisión, reduciendo el número de muestras, o con las mismas muestras	Requiere: Conocimiento previo de la población de muestras para definir en forma apropiada y efectiva los estratos y la



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

30/34

(Véase Apéndice informativo B)	muestreados independientemente. Lo más común es la determinación de estratos geográficos.	correlacionable con la variable principal • Los resultados tendrán mayor precisión que si no se usan estratos • Los estratos deben de ser lo más homogéneos posibles	aumentando la precisión • Se pueden utilizar diferentes métodos de muestreo en cada estrato	localización de las muestras • Una variable auxiliar altamente correlacionable con la de interés • Estratos que tengan similitud física para la facilidad del muestreo
III. Muestreo sistemático (Véase Apéndice informativo C)	También llamado muestreo regular, se basa en un patrón geométrico específico donde las muestras son tomadas a intervalos regulares a lo largo de ese patrón. Útil para cubrir en forma fácil y uniforme un sitio, de forma que toda la población de muestras está representada en la muestra	• Se usa para estimar con precisión zonas críticas, características estadísticas del sitio, patrones espaciales en dos o tres dimensiones y tendencias • Se adapta fácilmente a estudios estadísticos • La primera muestra se escoge aleatoriamente, y el resto de acuerdo al patrón asignado • La retícula puede tener diferentes formas geométricas	• Asegura que la población está representada en forma total y uniforme • No requiere de conocimiento previo del sitio o población de muestras • Ideal para obtener volúmenes de material contaminado • Fácil de interpolar y configurar entre muestras	• Asume que hay correlación entre las muestras cercanas • Hay que asegurar que el patrón de retícula no coincida con el de la contaminación



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

31/34

IV. Muestreo aleatorio simple	Diseño de muestreo más simple y fundamental basado en probabilidad. Se usa una tabla de números aleatorios para localizar las muestras. El muestreo simple aleatorio de n muestras se define como muestras seleccionadas al azar de una población de muestras, de manera que otras n muestras de la misma población tienen la misma oportunidad de ser elegidas.	• Para poblaciones relativamente pequeñas y homogéneas • Útil para los tipos de muestreo de fondo y de comprobación • Debe utilizarse sólo en áreas menores a 4 hectáreas • El análisis estadístico de los datos es sencillo debido a la característica de aleatoriedad en la localización de las muestras	• Protege contra la selección sesgada de la localización de las muestras, garantizando la representatividad de las mismas • Fácil de implementar	• Debido a la localización aleatoria de las muestras, éstas por azar se pueden agrupar geográficamente; el aumento del número de muestras disminuye esta posibilidad • No toma en cuenta la información propia del sitio ni de la contaminación, ni tampoco el conocimiento del profesionalista
--------------------------------------	--	--	--	---

APÉNDICE INFORMATIVO B

MUESTREO ESTRATIFICADO O ZONIFICADO

Con objeto de determinar la distribución de los puntos de muestreo en el sitio, se zonifica el área de estudio en base a su importancia relativa, la cual se determinará en función de:

- La extensión del área de estudio;
- La distancia a la fuente de la contaminación;
- Los patrones de dispersión eólicos e hídricos.

Para determinar el valor de la importancia relativa, se divide el área del sitio en zonas, ponderando el grado de importancia en escala de 0 a 1 (véase ejemplo). Los ponderadores se fijarán de acuerdo a las características propias del sitio, dando una mayor ponderación al área que se presume más contaminada. En cualquier caso, es posible establecer procedimientos alternos de zonificación estadísticamente fundamentados. Para determinar el número de muestras (n_n) de cada una de las zonas se utiliza la siguiente ecuación:

$$n_{zn} = IR_{zn} * n_{min}$$

Donde:

n_{zn} : Número de puntos de muestreo de la zona n ($n = 1, 2, 3 \dots$).

IR_{zn} : Importancia relativa de la zona z_n .

n_{min} : Número mínimo de puntos de muestreo para el sitio según Tabla 3.

Para la ubicación de los puntos de muestreo, se asigna a cada zona un patrón de muestreo, de preferencia geométrico, que se adapte a su forma espacial. Las muestras se toman en el centro de cada una de la figuras del patrón.

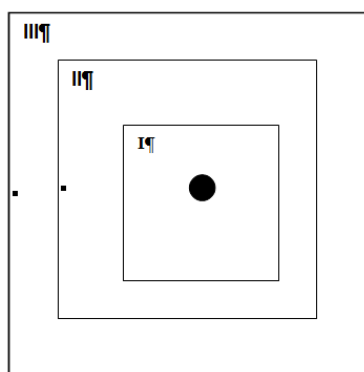
Ejemplo: Ponderación del área de estudio para la distribución de muestras.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

33/34



● **Zona de estudio**
Área de mayor contaminación

Con base en la información documental y de campo específica para el caso en estudio, se delimitan las diferentes zonas de importancia relativa (IR) en escala 0 a 1, tomando en cuenta:

- a) El área que se presume más contaminada y patrones de dispersión, y
- b) El área de las diferentes zonas.

Zona I	IR = 0,6
Zona II.....	IR = 0,3
Zona III.....	IR = 0,1
Total	Σ IR = 1

Distribución de cantidad de puntos de muestreo por zona: se asume que el número de puntos de muestreo a distribuir es 100, por lo que de acuerdo a la figura anterior:

Zona I: $0,6 \times 100 = 60$ puntos de muestreo
Zona II: $0,3 \times 100 = 30$ puntos de muestreo
Zona III: $0,1 \times 100 = 10$ puntos de muestreo
Total de puntos de muestreo: 100

Los puntos de muestreo se distribuirán uniformemente de acuerdo a la forma geométrica de las zonas. En este ejemplo se harían retículas cuadradas y los puntos de muestreo se distribuirían uniformemente en las retículas trazadas.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

PROY-NMX- AA-132-SCFI-2015

34/34

APÉNDICE INFORMATIVO C

MUESTREO SISTEMÁTICO

El muestreo se realizará por medio de una cuadrícula sobrepuesta a toda la superficie por estudiar y el tamaño de los cuadros es función del número de puntos de muestreo y de la superficie de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$l=(A/n_{min})^{1/2}.....$$

Donde:

l es la longitud de los lados de cada cuadro en m².

A es la superficie en m².

n_{min} es el número de puntos de muestreo de acuerdo con la Tabla 1 ó 3, según el caso.

La longitud de los cuadros se debe redondear hacia abajo, aun cuando el número de puntos de muestreo aumente; no hay que olvidar que el número de puntos de muestreo indicado en las tablas es mínimo y de acuerdo a las circunstancias locales se deben tomar muestras adicionales. Las muestras son tomadas en las intersecciones de la retícula de la cuadrícula.

México D.F., a

**El Director General de Normas
Lic. Alberto Ulises Esteban Marina**

ROA/LSM/APVG