Curso de Capacitación sobre Remediación de Sitios Contaminados (el primer día)

1 de agosto 2011, 12:15 - 15:15hs, horario de la costa este de los EE UU (16:15-19:15 GMT)

Los presentadores:

Víctor Manuel Sánchez Granados (gtecnica@geolyma.com.mx, + 52 (55) 57391145)

Susana Saval Bohorquez, (ssavalb@iingen.unam.mx, +52 (55) 56233676)

Omar Pineda (omar.pineda@erm.com)

Jerjes Pantoja (jeresp@cam-mx.com)

Maria Rocha Jiménez (ma_rochaj@yahoo.com.mx)

Rosa María Flores Serrano (rfs@pumas.iingen.unam.mx, +52 (55) 56233600)

Javier Llamas Viramontes (javier.llamas@insecami.com.mx)

Agenda

1 de Agosto 2011

- Levantamiento Técnico de Sitio: 11:15 – 12:15h

Ponente: Ing. Víctor Manuel Sánchez Granados
45 minutos de ponencia, 15 minutos para sesión de preguntas y respuestas.

- Plan de Muestreo: 12:15 – 13:15h

Ponente: Dra. Susana Saval Bohorquez
45 minutos de ponencia , 15 minutos para sesión de preguntas y respuestas.

- Muestreo de Suelos: 13:15 – 14:15h

Ponente: Ing. Omar Pineda
45 minutos de ponencia, 15 minutos para sesión de preguntas y respuestas.

Encuentro Latinoamericano sobre Remediación
de Sitios Contaminados.
4 y 5 de agosto de 2011

Curso sobre Remediación de sitios contaminados
1 al 3 de agosto de 2011

Levantamiento técnico de sitio

Ing. José Luis Hernández Michaca
Ing. Víctor Manuel Sánchez Granados
Biol. Juan Carlos Moreno Espíndola

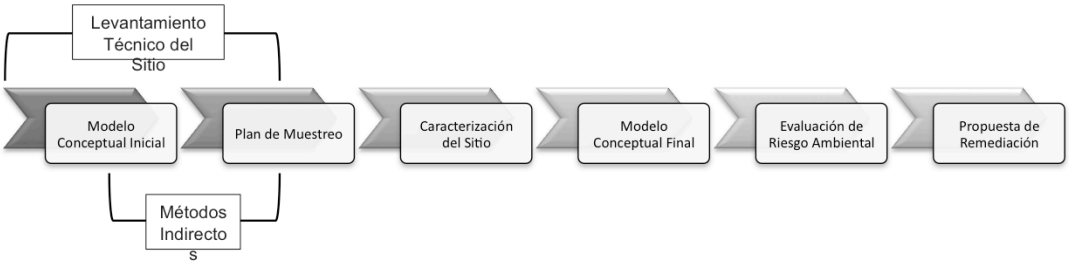
Geología y Medio Ambiente, S.A. de C.V.

Contenido

1. Introducción
2. Recopilación y revisión de información
3. Inspección al sitio
4. Selección de medios y analitos a muestrear
5. Cómo analizar la información
6. Cómo reportar la información

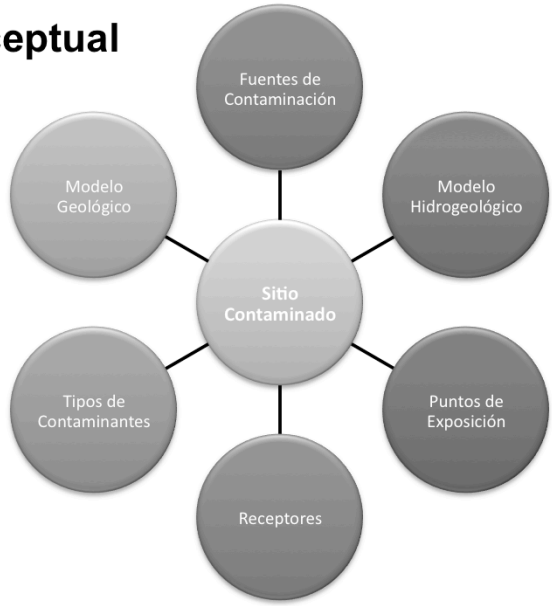
1. Introducción

En el levantamiento técnico de sitio se desarrollan las actividades preliminares a las etapas de caracterización; es decir, antes de realizar muestreos. Esta primera etapa es fundamental en la evaluación de sitios contaminados, ya que es donde se establece el **Modelo Conceptual Inicial** con el que se fundamenta el **Plan de Muestreo**.

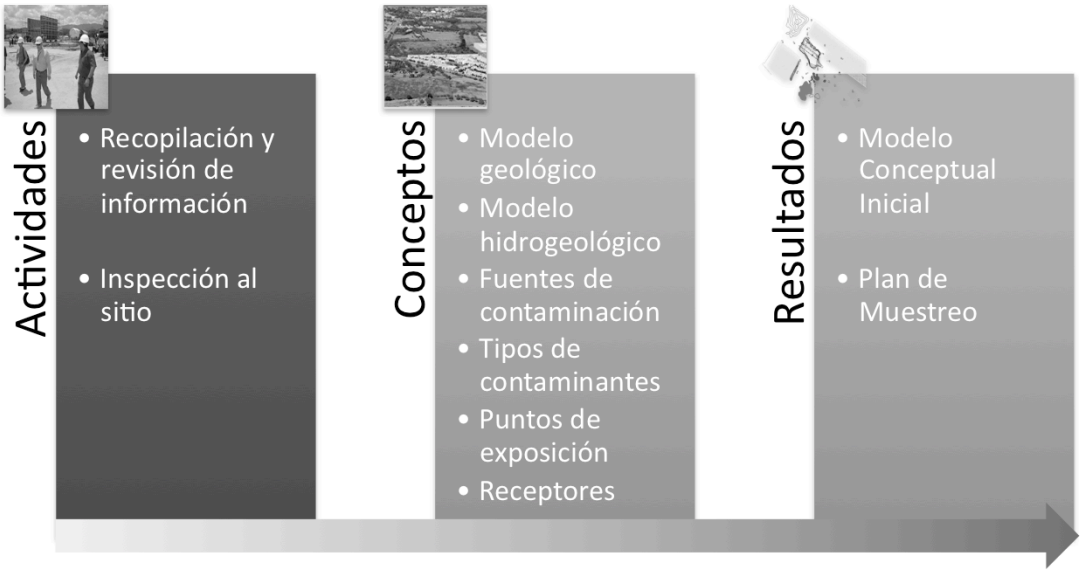


1. Introducción

Modelo Conceptual



1. Introducción



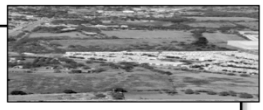
2. Recopilación y revisión de información

Información del sitio

Del medio
- Cartografía temática
- Estudios específicos de la región

Del predio
- Uso de suelo actual
- Mecánica de suelos
- Topografía
- Geofísica
- Caracterizaciones
- Remediaciones
- Procesos
- Materia prima, productos, subproductos, Residuos
- Sitios de disposición y descargas

Información histórica



- Usos de suelo históricos
- Procesos
- Materia prima, productos, subproductos, Residuos
- Sitios de disposición y descargas
- Informes a la autoridad
- Histogramas de fugas
- Edad y mantenimiento de instalaciones
- Procedimientos administrativos
- Notas periodísticas
- Entrevistas

Información legal

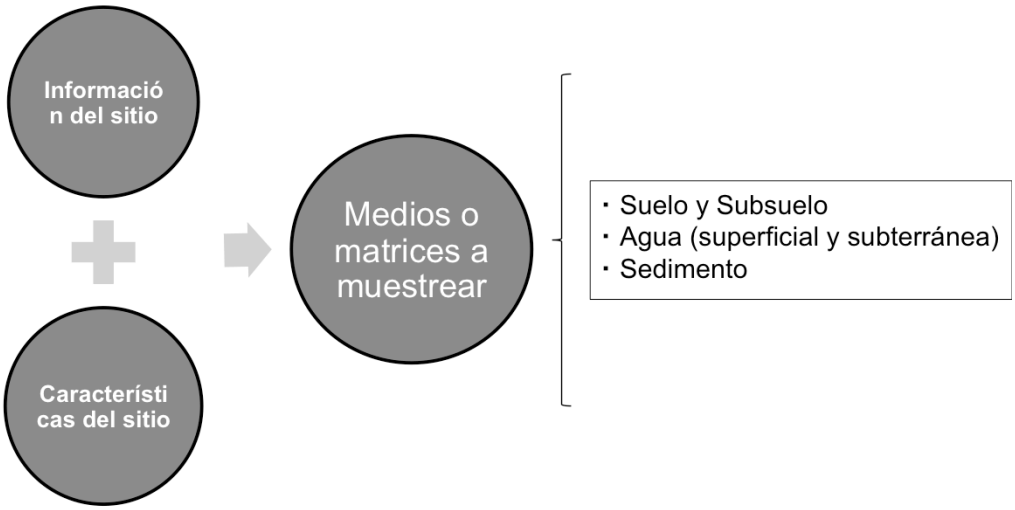
- Planes de Desarrollo
- Título de Propiedad
- Contratos de arrendamiento
- Concesiones
- Cambios de uso de suelo
- Procedimientos administrativos

3. Inspección al sitio

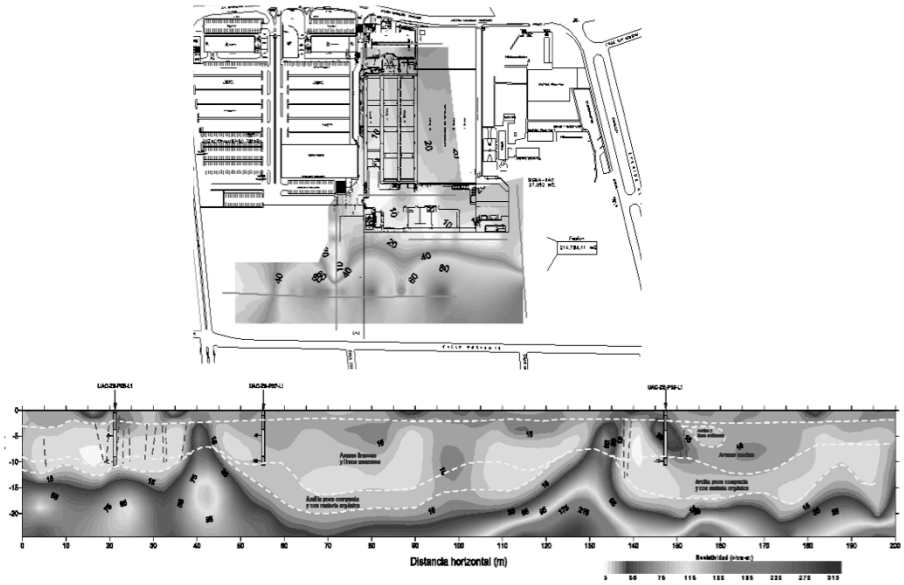
Características naturales del sitio	Fuentes potenciales de contaminación	Infraestructura dentro del predio	Infraestructura circundante al predio	Otros
•Geológicas (estratigrafía, ambiente sedimentario) •Hidrogeológicas (aprovechamientos de agua, nivel estático, dirección de flujo subterráneo) •Hidrológicas (cuerpos de agua superficial) •Topográficas (relieve) •Vegetación (especies protegidas)	•Fugas y derrames visibles •Zonas de tanques •Áreas de almacenamiento de sustancias y residuos •Drenajes •Zonas de carga y descarga •Áreas sin uso específico	•Edificios •Bodegas •Talleres •Instalaciones subterráneas •Pozos •Límite físico del predio	•Colindancias •Zonas habitacionales •Parques •Plazas •Canales •Pozos •Norias	•Olores fuertes o picantes •Testimonios (entrevistas)

Base de Datos y Mapa

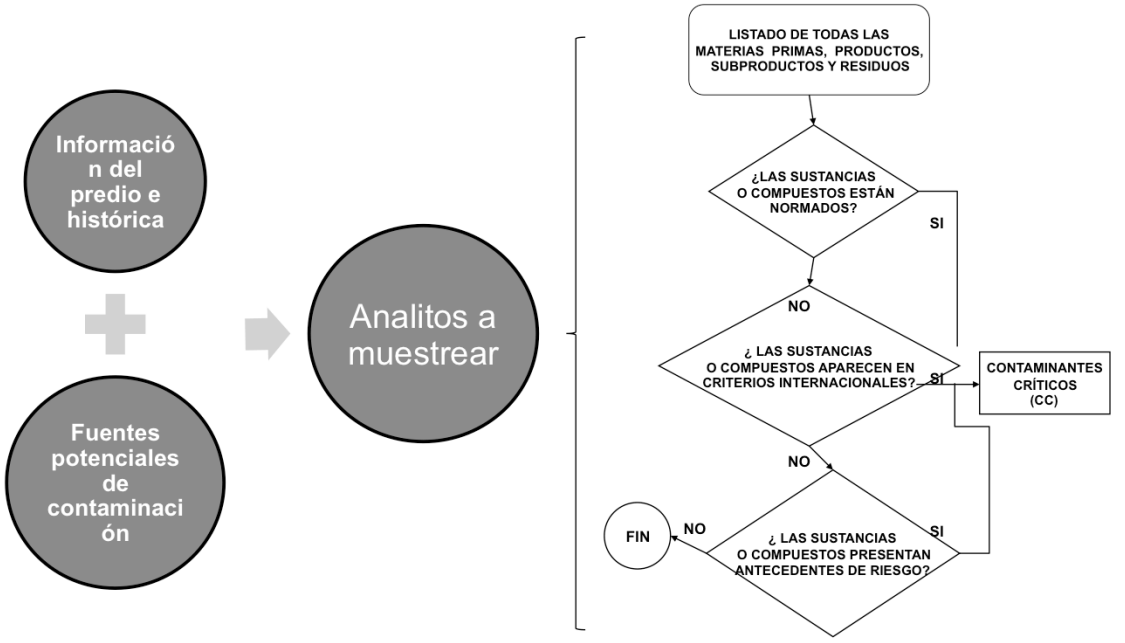
4. Selección de medios y analitos a muestrear



4. Selección de medios y analitos a muestrear



4. Selección de medios y analitos a muestrear



5. Cómo analizar la información

1. Recopilar y clasificar **toda** la información obtenida.
2. Analizar con un grupo de trabajo multidisciplinario.
3. Verificar los datos obtenidos a través de entrevistas con otras fuentes de información.
4. Establecer un sistema de discriminación de información, donde las fuentes oficiales (dependencias de gobierno, universidades, etc.) y las que se obtienen

Se recopila y sistematiza la información generada en la caracterización y el estudio histórico de un sitio contaminado, con el fin de entender las relaciones y causalidades entre la presencia de los contaminantes, las distintas rutas y vías de exposición y los efectos adversos observados en el medio ambiente o los efectos potenciales que pudieran presentarse. Fuente: Guía Técnica para Orientar la Elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgo Ambiental de Sitios Contaminados. SEMARNAT, 2006.

Como mínimo, el profesional ambiental debe participar en la planificación del reconocimiento del sitio y entrevistas. La revisión e interpretación de información sobre la cual el informe está basado, debe llevarse a cabo por el profesional ambiental. Fuente: Standard Practice for Environmental Site Assessments: Phase I Environmental Site Assessment Process. ASTM-E1527-05.

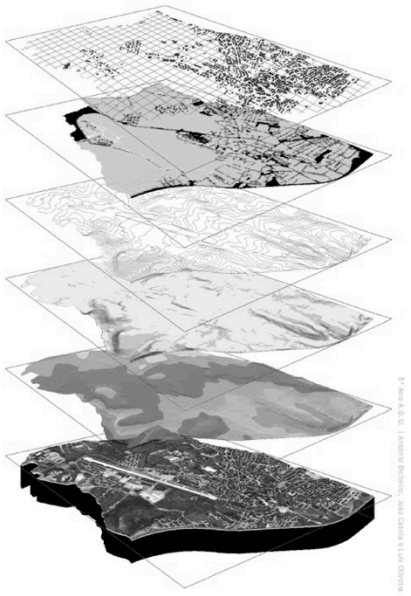
6. Cómo reportar la información

Modelo Conceptual

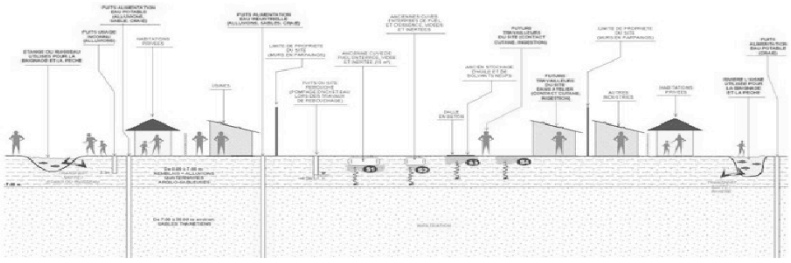
1. Resultado de un esfuerzo de equipo.
2. Basado en información y datos sólidos.
3. Muestra las relaciones entre

El modelo conceptual incluirá la descripción gráfica, esquemática y escrita de la relación entre la fuente de la contaminación y los receptores vulnerables potenciales.

Fuente: Guía Técnica para Orientar la Elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgo Ambiental de Sitios Contaminados. SEMARNAT, 2006.



6. Cómo reportar la información



6. Cómo reportar la información

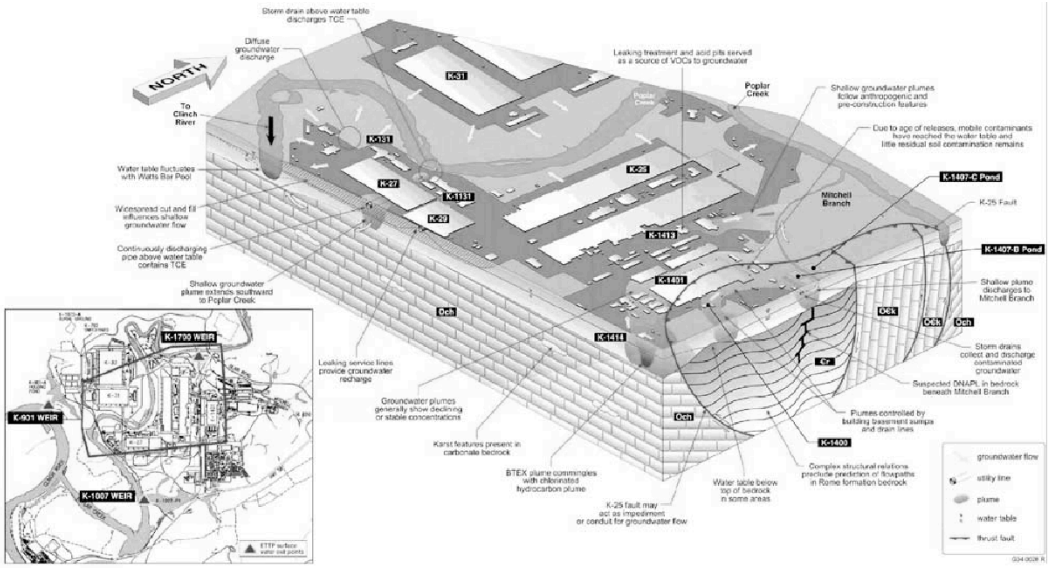


Figure 3: Conceptual Model of Groundwater Flow and Contaminant Transport at ETTP

Fuente: Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2010

6. Cómo reportar la información

Contenido

1. Introducción
1.1 Objetivo
1.2 Alcances
1.3 Ubicación

2. Información documental del predio (actual e histórica)
2.1 Planes de Desarrollo
2.2 Usos de suelo actual e histórico
2.3 Título de Propiedad, contratos de arrendamiento, concesiones.
2.4 Procesos
2.5 Materia prima, productos, subproductos, residuos
2.6 Sitios de disposición y descargas
2.7 Informes a la autoridad
2.8 Estudios específicos dentro del predio
2.9 Procedimientos administrativos

3. Características naturales del sitio
3.1 Geológicas
3.2 Hidrogeológicas
3.3 Hidrológicas
3.4 Topográficas
3.5 Vegetación

4. Levantamiento del sitio
4.1 Verificación de las características del sitio
4.1.1 Metodología empleada
4.1.2 Resultados

4.2 Fuentes potenciales de contaminación
4.2.1 Fugas y derrames visibles
4.2.2 Zonas de tanques
4.2.3 Áreas de almacenamiento de sustancias y residuos
4.2.4 Drenajes
4.2.5 Zonas de carga y descarga
4.2.6 Áreas sin uso específico

4.3 Infraestructura dentro y fuera del predio
4.3.1 Instalaciones en operación y remanentes
4.3.2 Usos actuales e históricos de las propiedades colindantes
4.3.3 Infraestructura urbana cercana

4.4 Entrevistas
4.4.1 Metodología utilizada
4.4.2 Entrevistas

5. Modelo Conceptual Inicial

6. Referencias

7. Responsables del informe

8. Anexos
8.1 Planos
8.2 Memoria fotográfica
8.3 Documentos de la investigación histórica
8.4 Entrevistas

Información de Contacto

ReLASC LA : www.relasc.org
Capítulo México: www.relascmex.org

GIZ (Cooperación Internacional Alemana)
Oficina de Representación en México
Av. Insurgentes Sur No. 826, 11° Piso
Col. Del Valle
03100, México, D.F.
Tel. +52-55-56-24-33-30
Internet: www.giz.de/mexico

Ing. José Luis Hernández Michaca
Ing. Víctor Manuel Sánchez Granados
Biol. Juan Carlos Moreno Espíndola

Dirección. Av. Alfredo Robles Domínguez 258. Col. Vallejo. C.P. 07870. México, D.F.
Tel. (52) 55 57 39 11 45
Email: **geolyma@prodigy.net.mx**
Internet: **www.geolyma.com.mx**

Encuentro Latinoamericano sobre Remediación
de Sitios Contaminados.
4 y 5 de agosto de 2011

Curso sobre Remediación de sitios contaminados
1 al 3 de agosto de 2011

Plan de Muestreo

Dra. Susana Saval Bohórquez
Instituto de Ingeniería, UNAM

Plan de muestreo

¿Qué es un plan de muestreo?

Es un documento formal que sirve para programar en forma lógica y racional todas las actividades que están implícitas en un muestreo, incluyendo las especificaciones relacionadas con la toma de muestras.

Objetivo de un plan de muestreo

Objetivo

Dar certidumbre a la actividad propia del muestreo para garantizar la representatividad de las muestras y que a su vez los resultados de analíticos sean confiables.

Plan de muestreo

En México

El **plan de muestreo** se ha convertido en un requisito indispensable para que la autoridad ambiental avale un estudio de caracterización, y para que expida la autorización de una remediación, esto, en virtud de que el marco regulatorio actual así lo establece.

Marco regulatorio actual en México

- Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)
- Reglamento de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos (RLGPGIR)
- Normas
  * NOM-138-SEMARNAT/SS-2003
  * NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004
  * NMX-AA-132-SCFI-2006

Normas que refieren un plan de muestreo

- NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para la caracterización y su remediación.

- NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2007 Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio.

- NMX-AA-132-SCFI-2006 Muestreo de suelos para la identificación y la cuantificación de metales y metaloides y manejo de la muestra.

Tipos de normas en México

Normas Oficiales Mexicanas (**NOM**)

Son de cumplimiento obligatorio en todo el territorio nacional.

Normas Mexicanas (**NMX**)

Son de cumplimiento voluntario, pero se convierten en obligatorias si están referidas en una NOM.

RLGPGIR

Sección III
Capítulo II Programas de Remediación

Artículo 138. El estudio de caracterización contendrá:

Fracción IV.- El **plan de muestreo** que prevean las normas oficiales mexicanas (NOM > NMX).

RLGPGIR

Sección III
Capítulo III Procedimiento de Remediación

Artículo 150. Para el control del proceso de remediación se observará lo siguiente:

Fracción II.- Para la comprobación de los avances de la remediación, a un lado o fuera del sitio, se realizarán los muestreos conforme a lo propuesto en el **plan de muestreo** contenido en la propuesta de remediación.

RLGPGIR

Sección III
Capítulo III Procedimiento de Remediación

Artículo 150. Para el control del proceso de remediación se observará lo siguiente:

Fracción III.- Se realizará un **muestreo final comprobatorio** (**MFC**) para confirmar que se han alcanzado las concentraciones, los niveles o los límites señalados en las normas oficiales mexicanas, o acordados con la autoridad a partir de una evaluación de riesgo ambiental. La **toma de muestras y su análisis** deberán ser realizados por laboratorios acreditados por la entidad de acreditación autorizada y aprobados por la Secretaría.

Sección II. **Responsable técnico**

Artículo 137.- Los programas de remediación, así como los estudios de caracterización y de riesgo ambiental se podrán llevar a cabo por el responsable de la contaminación o daño ambiental de manera directa o a través de los responsables técnicos que éste designe. Éstos podrán ser:

I. Instituciones de educación superior con experiencia en la materia

II. Prestadores de servicios de tratamiento de suelos autorizados

III. Otra persona, siempre que acredite la formación profesional y experiencia en remediación

Alcance de un muestreo

En estudios de caracterización

- Determinar la distribución horizontal y vertical de los contaminantes, es decir, delimitar la forma tridimensional de la(s) mancha(s) de contaminación.

En remediaciones

- Determinar si hay disminución en el volumen de las manchas de contaminación, entendiendo por contaminación todo aquel suelo que rebasa los límites máximos permisibles (tratamientos en el sitio).
- Determinar si hay disminución de la concentración de contaminantes en las celdas de tratamiento (tratamientos sobre el sitio).

NOM-138-SEMARNAT/SS-2003

7. Especificaciones
   * Descripción del sitio y de la afectación
   * Estrategia de muestreo
   * **Plan de muestreo**
   * Especificaciones técnicas para llevar a cabo el muestreo
   * Especificaciones sobre la integridad, identificación y manejo de las muestras
   * Contenido del informe de caracterización

Tabla 1.- Hidrocarburos que deberán analizarse en función del producto contaminante

PRODUCTO CONTAMINANTE	HIDROCARBUROS					
	FRACCION PESADA	HAPs	FRACCION MEDIA	HAPs	FRACCION LIGERA	BTEX
Mezclas	X	X	X	X	X	X
Petróleo crudo	X	X	X	X	X	X
Combustóleo	X	X				
Parafinas	X	X				
Petrolatos	X	X				
Aceites	X	X				
Gasóleo			X	X		
Diesel			X	X		
Turbosina			X	X		
Keroseno			X	X		
Creosota			X	X		
Gasavión					X	X
Gasolvente					X	X
Gasolinas					X	X
Gasnafta					X	X

Tabla 2.- Límites máximos permisibles para fracciones de hidrocarburos en suelo

FRACCION DE HIDROCARBUROS	Uso de suelo predominante[1] (mg/kg base seca)			Método analítico
	Agrícola[2]	Residencial[3]	Industrial	
Ligera	200	200	500	Anexo A.1
Media	1,200	1,200	5,000	Anexo A.2
Pesada	3,000	3,000	6,000	Anexo A.3

Tabla 3.- Límites máximos permisibles para hidrocarburos específicos en suelo

Hidrocarburos específicos	Uso de suelo predominante[1] (mg/kg base seca)			Método analítico
	Agrícola [2]	Residencial [3]	Industrial	
Benceno	6	6	15	Anexo A.4
Tolueno	40	40	100	Anexo A.4
Etilbenceno	10	10	25	Anexo A.4
Xilenos (suma de isómeros)	40	40	100	Anexo A.4
Benzo[a]pireno[4]	2	2	10	Anexo A.5
Dibenzo[a,h]antraceno[4]	2	2	10	Anexo A.5
Benzo[a]antraceno[4]	2	2	10	Anexo A.5
Benzo[b]fluoranteno[4]	2	2	10	Anexo A.5
Benzo[k]fluoranteno[4]	8	8	80	Anexo A.5
Indeno (1,2,3-cd)pireno[4]	2	2	10	Anexo A.5

Uso del suelo

- Agrícola
- Forestal
- Recreativo
- De conservación

} Mayores posibilidades de afectación de flora y fauna

- Residencial
- Comercial

} Mayores posibilidades de afectación de humanos

} **Límites permisibles más estrictos**

- Industrial **Límites permisibles más “holgados ”**

Métodos analíticos para determinación de hidrocarburos

Anexo	Parámetro	Método de referencia (EPA)	Norma mexicana actual
A.1	A.1 Hidrocarburos fracción ligera (HFL)	EPA 8015 B 1996	NMX-AA-105-SCFI-2008
A.2	A.2 Hidrocarburos fracción media (HFM)	EPA 8015 B 1996	NMX-AA-145-SCFI-2008
A.3	A.3 Hidrocarburos fracción pesada (HFP)	EPA 9071B / EPA 1664A	NMX-AA-134-SCFI-2006
A.4	A.4 Benceno, tolueno, etilbenceno, xilenos (BTEX)	EPA 8260 B 1996	NMX-AA-141-SCFI-2007
A.5	A.5 Hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs)	EPA 8310 1986 EPA 8270 1996	NMX-AA-146-SCFI-2008
A.6	A.6 Humedad	NOM-021-SEMARNAT-2000	-

Tabla 5.- Recipientes para las muestras, temperaturas de preservación y tiempo máximo de conservación por tipo de parámetro

Parámetro	Tipo de recipiente	Temperatura de preservación	Tiempo máximo de conservación
Hidrocarburos Fracción Ligera	Frasco de vidrio boca ancha, con tapa y sello de teflón (Cartucho con sello que asegure la representatividad de las muestras hasta su análisis)	4°C	14 días
BTEX		4°C	7 días
Hidrocarburos Fracción Media	Frasco de vidrio boca ancha, con tapa y sello de teflón (Cartucho con sello que asegure la representatividad de las muestras hasta su análisis)	4°C	14 días
Hidrocarburos Fracción Pesada		4°C	14 días
HAP		4°C	14 días

1 /El tiempo máximo de conservación se refiere al lapso que no deberá ser excedido desde que se toma la muestra hasta que se realiza la extracción del analito de interés.

9. Evaluación de la conformidad

9.2.1. La Secretaría (SEMARNAT) reconocerá las determinaciones analíticas que hayan sido **muestreadas** y analizadas por un laboratorio acreditado y conforme a los métodos establecidos en los anexos A.1 a A.6

5.4.1. El **responsable** debe efectuar un muestreo conforme lo establece la NMX-AA-132-SCFI-2006 y aplicar a las muestras de suelo los métodos analíticos descritos en el Apéndice normativo B.

NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004

TABLA 1 Concentraciones de referencia totales (CR_T) por tipo de uso de suelo.		
Contaminante	**Uso agrícola/residencial /comercial (mg/kg)**	**Uso industrial (mg/kg)**
Arsénico	22	260
Bario	5 400	67 000
Berilio	150	1900
Cadmio	37	450
Cromo Hexavalente	280	510
Mercurio	23	310
Níquel	1 600	20 000
Plata	390	5 100
Plomo	400	800
Selenio	390	5 100
Talio	5,2	67
Vanadio	78	1000

NOTA:

a. En caso de que se presenten diversos usos del suelo en un sitio, debe considerarse el uso que predomine.

b. Cuando en los programas de ordenamiento ecológico y de desarrollo urbano no estén establecidos los usos del suelo, se usará el valor residencial.

TABLA 2 Concentraciones de referencia de contaminantes solubles (CR_S)	
Contaminante	**Concentración (mg/L)**
Arsénico	0,500
Bario	10,000
Berilio	0,122
Cadmio	0,100
Mercurio	0,020
Níquel	1,100
Plata	0,500
Plomo	0,500
Selenio	0,100
Talio	0,020
Vanadio	0,160

Métodos analíticos para determinación de metales

NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004

Apéndice normativo B

B.1 Medición de pH

B.2 Procesos de extracción y digestión de las muestras

B.3 Métodos por espectrometría de absorción atómica

B.4 Método por espectrometría de emisión con plasma acoplado inductivamente

B.5 Determinación colorimétrica de Cromo VI

B.6 Determinación de humedad

Contenido de un plan de muestreo (1)

Localización del sitio

- Referir país, estado, municipio, poblado, dirección oficial, código postal, ..., incluir planos acotados y/o imágenes satelitales
- En la zona urbana, en alguna vía de comunicación, en una instalación industrial, bodega, taller, ……., incluir planos de detalle de la instalación
- Investigar el uso de suelo (oficial)

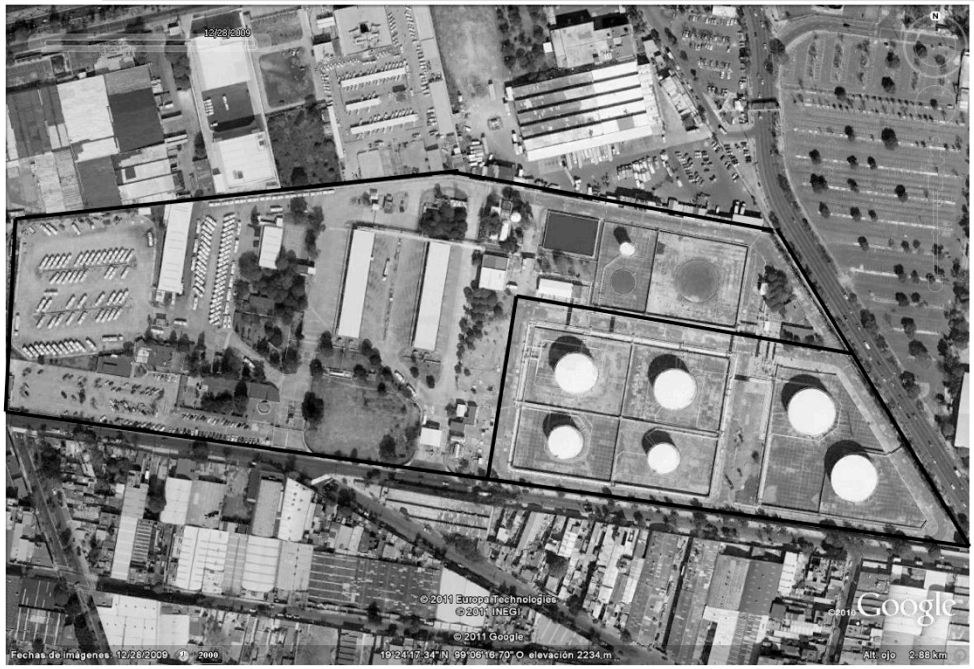
Vías de acceso al sitio

- Número y/o nombre de carreteras, calles, caminos, ……, es conveniente incluir plano de carreteras y/o caminos o calles para llegar al sitio

Localización geográfica del sitio

- Coordenadas UTM (X, Y, cuadrante, precisión), marca y modelo del aparato de medición. Verificar las coordenadas con planos oficiales y/o imágenes satelitales

Imágenes de referencia



Contenido de un plan de muestreo (2)

Delimitación de la zona de muestreo

- Coordenadas UTM (X, Y, cuadrante, precisión), marca y modelo del aparato de medición. Verificar las coordenadas con planos oficiales y/o acercamientos de imágenes satelitales
- Plano acotado de la zona de estudio generado mediante un levantamiento topográfico (incluir detalles de referencia según tipo de instalación)
- Pendiente(s) en la zona de muestreo
- Trazo del polígono a estudiar, referir coordenadas

Motivo del muestreo (ver diapositiva)

Tipo de muestreo (ver diapositiva)

Parámetros a estudiar (hidrocarburos, metales, …….., humedad)

Norma de referencia para el muestreo

Motivos del muestreo

En la <u>caracterización</u>

- **Investigación voluntaria (cumplimiento ambiental)**
- **Actualización de un estudio previo**
- **Observación de una auditoría ambiental**
- **Posterior a una emergencia ambiental**
- **Por compra de terreno**

En la <u>remediación</u>

- **En paredes y fondo de excavaciones (MFC)**
- **Al inicio de un tratamiento en el sitio o sobre el sitio**
- **Muestreos intermedios para conocer el avance de la remediación**
- **Muestreo final comprobatorio en una celda de tratamiento**

Tipo de muestreo

En casos de caracterización

- Muestreo exploratorio
- Muestreo de detalle
- Muestreo único
- Muestreo de fondo
- Muestreo de aseguramiento de la calidad (duplicados, blancos, …..)

En casos de remediación

- En paredes y fondo de excavaciones (considerado como MFC)
- En celdas de tratamiento (de avance o MFC)
- En la mancha de contaminación (avances de remediación en el sitio)
- Muestreo de control (pH; material de relleno)

Contenido de un plan de muestreo (3)

Matriz de las muestras

- Suelo , agua freática (manto cercano a la superficie), agua subterránea (que pertenece al acuífero de abastecimiento), sedimentos, cuerpos de agua superficiales
- En casos críticos de contaminación será necesario incluir flora y fauna que está siendo afectada

Distribución de puntos de muestreo

- Estrategia aplicada (ver diapositivas)
- Patrones de muestreo (ver diapositivas)
- Cualquiera que haya sido la estrategia aplicada, se deberá justificar la distribución de los puntos de muestreo

Distribución de puntos de muestreo

- **<u>Estrategia de muestreo dirigido</u>** (a juicio de experto)

  - Por observación directa cuando la afectación es visible en la superficie del terreno.

  - Cuando se conoce la distribución de instalaciones, anterior y actual, y se pueden identificar las zonas con las mayores posibilidades de afectación, por el mayor manejo de los productos que una vez que derraman se convierten en contaminantes.

  - Por resultados de estudios previos.

Estrategia de muestreo dirigido

Para aplicar una estrategia de muestreo dirigido:

- Se requiere información previa del sitio (antecedentes históricos)
- El responsable debe ser un especialista de amplia experiencia
- La interpretación debe hacerla el experto

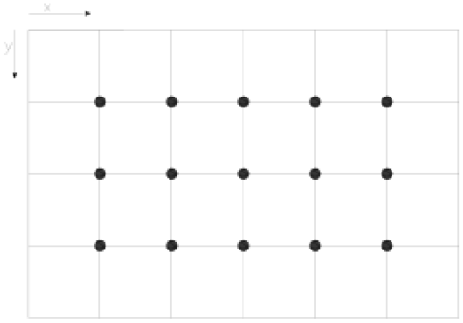
Patrones de muestreo sistemáticos

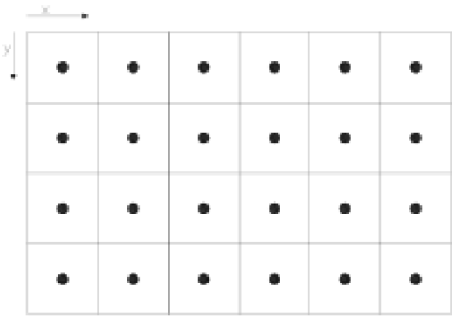
Los puntos de muestreo se distribuyen de manera uniforme en el plano horizontal, los intervalos entre los puntos son iguales entre sí:

- Rejillas regulares
- Rejillas triangulares
- Rejillas circulares
- Sobre una línea
- Diagonales múltiples

Patrones de muestreo sistemáticos

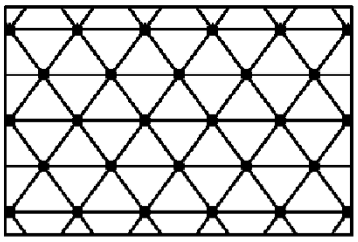
Rejillas regulares. Sobre un plano del sitio o de la mancha de contaminación se traza una cuadrícula con líneas equidistantes, el tamaño de las celdas depende del detalle requerido; entre más pequeñas sean las celdas se tendrá mayor detalle. Se marca un punto en las intersecciones de las líneas, o en el centro de cada celda; asegurándose de que siempre se aplica el mismo criterio.



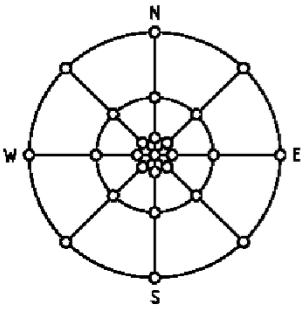


Patrones de muestreo sistemáticos

Rejillas triangulares: Sobre un plano del sitio o de la mancha de contaminación se trazan líneas para formar triángulos equiláteros de las mismas dimensiones. La rejilla es más cerrada cuando se requiere más detalle. Al igual que en el caso anterior, los puntos se pueden marcar en las intersecciones o en el centro. Si esto último sucede se puede calcular el radio y la superficie no-muestreados.

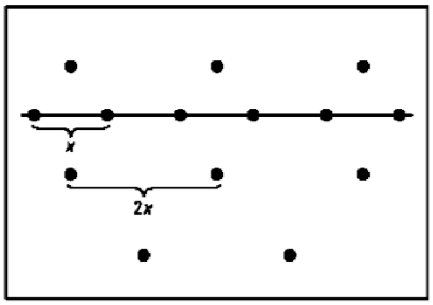


Rejillas circulares: Sobre un plano del sitio o de la mancha de contaminación se trazan círculos concéntricos a partir del centro. Se trazan tantos ejes como sean necesarios para cubrir la zona de estudio. Los puntos de muestreo se marcan en las intersecciones.

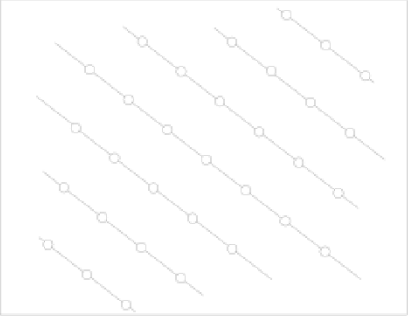


Patrones de muestreo sistemáticos

Sobre una línea. En el caso de que la contaminación siga una línea recta, primeramente se marca una línea recta y puntos separados una distancia “x” y en líneas auxiliares paralelas se incluyen puntos traspaleados, separados a una distancia “x”, o “2x”. Los puntos de las líneas auxiliares pueden estar salteados. La separación de las líneas auxiliares está en función del detalle que se pretenda para el estudio.



Diagonales paralelas. En el plano se traza una diagonal central y líneas paralelas, sobre las cuales se ubican los puntos de muestreo, manteniendo la misma distancia entre ellos. Es deseable que la separación de las líneas sea similar a la distancia entre los puntos en una misma línea; entre mayor detalle sea requerido, las distancias serán más cortas.



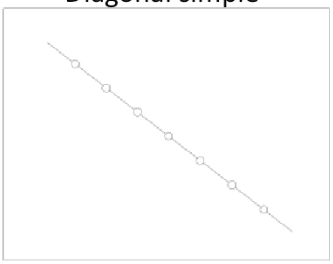
Patrones de muestreo con distribución irregular

- Irregulares
  - Diagonal simple
  - Zigzag
  - Zigzag transverso
  - En forma de N, X, S y W
  - Diagonales cruzadas rotantes

- Basados en métodos estadísticos
  - Aleatorio simple
  - Aleatorio sobre rejilla regular
  - Aleatorio desalineado

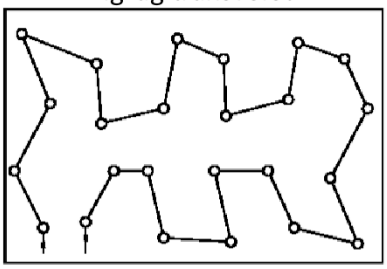
Patrones de muestreo irregulares

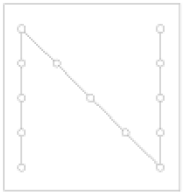
Diagonal simple

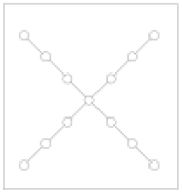


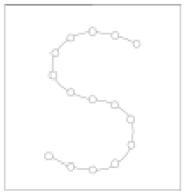
Zigzag

Zigzag transverso



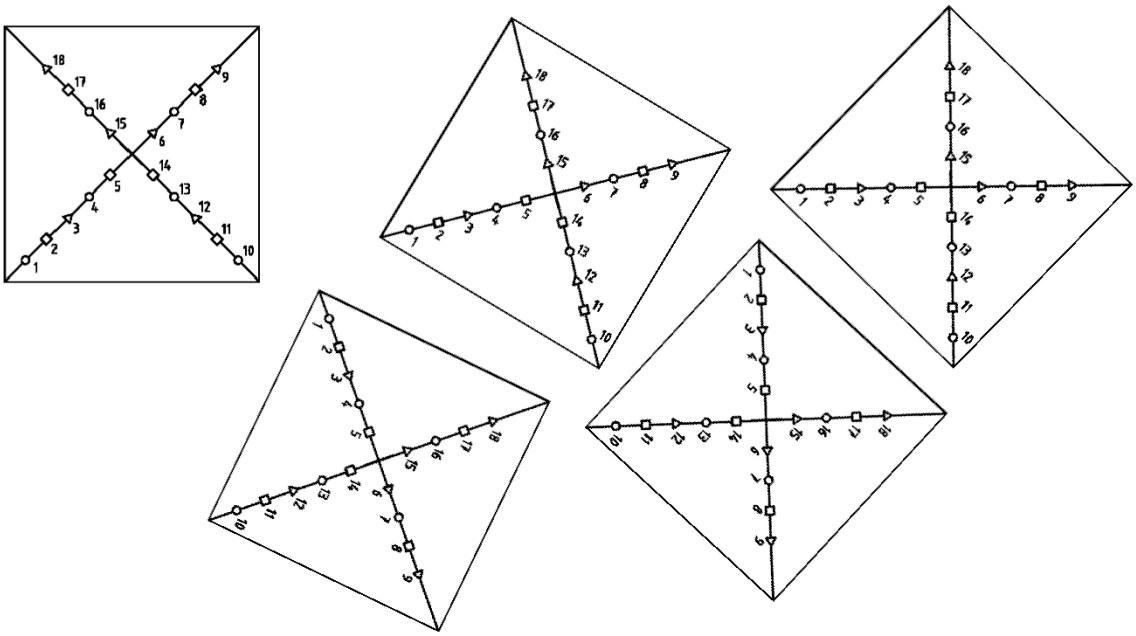






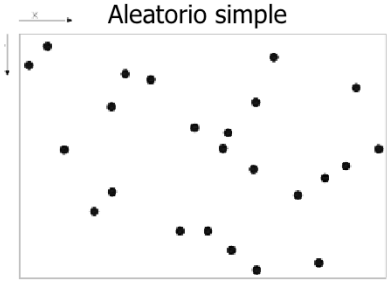
Patrones de muestreo irregulares

Diagonales cruzadas rotantes



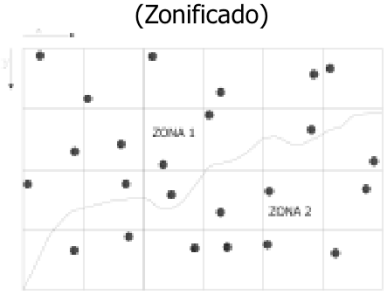
Patrones de muestreo basados en métodos estadísticos

Aleatorio simple



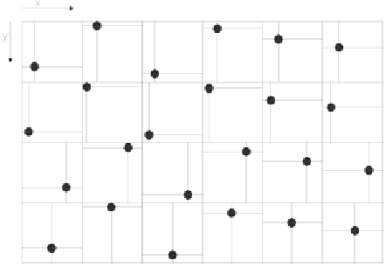
Los puntos de muestreo se eligen al azar, con ayuda de programas de cómputo o tablas estadísticas, no importa la distribución de instalaciones, ni los antecedentes del sitio. Pueden quedar manchas de contaminación en los espacios vacíos y pasar desapercibidas durante el muestreo.

Aleatorio sobre rejilla regular (Zonificado)



El plano se divide en zonas. Los puntos se distribuyen en forma aleatoria en cada celda, con ayuda de una tabla de números aleatorios o con programas de cómputo. Algunos puntos pueden quedar muy cercanos y otros muy alejados, pueden pasar desapercibidas manchas puntuales.

Aleatorio desalineado



Este patrón es similar al aleatorio sobre rejilla regular, la diferencia es que en algunas celdas la coordenada “x” se mueve al azar, y en el resto se mueve la “y”. Algunos puntos pueden quedar muy cercanos y otros muy alejados, pueden pasar desapercibidas manchas puntuales.

Comparación de patrones de muestreo

Patrón de muestreo	En caracterización	En remediación
con distribución uniforme		
Rejillas regulares	Recomendado ampliamente	Recomendado ampliamente
Rejillas triangulares	Recomendado ampliamente	Recomendado ampliamente
Rejillas circulares	Recomendado en sitios donde hayan ocurrido fugas o derrames puntuales	Recomendado en sitios donde se aplique una remediación *in-situ* en contaminaciones puntuales
Sobre una línea	Recomendado en sitios donde hayan ocurrido fugas a lo largo de ductos	Recomendado en sitios donde se aplique una remediación *in-situ* a lo largo de ductos
Diagonales múltiples	Recomendado sólo si se asegura equidistancia entre los puntos	Recomendado sólo si se asegura homogeneidad en el suelo y equidistancia entre los puntos

Comparación de patrones de muestreo

Patrón de muestreo	En caracterización	En remediación
con distribución heterogénea		
Diagonal simple	No-recomendado	No-recomendado
Diagonales cruzadas rotantes	No-recomendado	Recomendado sólo en aquellos sitios donde la contaminación es uniforme y se va a dar seguimiento a una atenuación natural
Irregular en forma de N, S, X o W	No-recomendado	No-recomendado
Zigzag	No-recomendado	No-recomendado
Zigzag transverso	No-recomendado	No-recomendado

Comparación de patrones de muestreo

Patrón de muestreo	En caracterización	En remediación
con distribución aleatoria		
Aleatorio	No-recomendado, podría subestimar la mancha de contaminación	No-recomendado
Aleatorio sobre rejilla regular	No-recomendado, podría subestimar la mancha de contaminación	No-recomendado
Aleatorio desalineado sobre rejilla regular	No-recomendado, podría subestimar la mancha de contaminación	No-recomendado

Contenido de un plan de muestreo (4)

Número de puntos de muestreo

Se refiere al número de puntos en el plano horizontal, de donde se tomarán muestras, se tienen dos opciones:

- Con base en las tablas incluidas en las normas según la superficie que ocupa la zona de estudio
  - * Tabla 4 NOM-138-SEMARNAT/SS-2003
  - * Tablas 1 y 2 NMX-AA-132-SCFI-2006
- Aplicando método estadístico

Localización de los puntos de muestreo

- Se deberá incluir un plano acotado donde estén marcados los puntos de muestreo, con la identificación que les será asignada, se sugiere que sea acorde con la identificación que se dará a las muestras.

Profundidad del muestreo

NOM-138-SEMARNAT/SS-2003
(Hidrocarburos en suelo)

Tabla 4.- Mínimos de puntos de muestreo de acuerdo con el área contaminada

AREA CONTAMINADA (ha)	PUNTOS DE MUESTREO
HASTA 0.1	4
0.2	8
0.3	12
0.4	14
0.5	15
0.6	16
0.7	17
0.8	18
0.9	19
1.0	20
2.0	25
3.0	27
4.0	30
5.0	33
10.0	38
15.0	40
20.0	45
30.0	50
40.0	53
50.0	55
100.0	60

NMX-AA-132-SCFI-2006
(Metales en suelo, muestreo exploratorio)

TABLA 1. MUESTREO EXPLORATORIO

Superficie del sitio que se supone contaminado (Hectáreas)		Número mínimo de puntos de muestreo	Numero mínimo de pozos verticales
De	A		
0,1	0,19	6	1
0,2	0,29	7	1
0,3	0,39	8	2
0,4	0,49	9	2
0,5	0,69	10	2
0,7	0,99	11	2
1	1,99	12	2
2	2,99	14	3
3	3,99	16	3
4	4,99	18	4
5	5,99	19	4
6	6,99	20	4
7	7,99	21	4
8	8,99	22	4
9	10,99	23	5
11	11,99	24	5
12	13,99	25	5
14	15,99	26	5
16	17,99	27	5
18	19,99	28	6
20	21,99	29	6
22	24,99	30	6
25	27,99	31	6
28	29,99	32	6

NMX-AA-132-SCFI-2006
(Metales en suelo, muestreo de detalle)

TABLA 2.- Muestreo de detalle

Superficie del sitio contaminado (hectáreas)		Número de partes por hectárea	Numero mínimo de puntos de muestreo superficial */	Número mínimo de pozos verticales
De	A			
0,1	0,19		6	3
0,2	0,29		7	4
0,3	0,39		8	4
0,4	0,49		9	5
0,5	0,69		10	5
0,7	0,99		11	6
1	1,99	12	12	6
2	2,99	8	17	8
3	3,99	7	21	10
4	4,99	6	24	12
5	5,99	5	27	13
6	6,99	5	29	15
7	7,99	5	32	16
8	8,99	4	34	17
9	9,99	4	36	18
10	10,99	4	38	19
11	11,99	4	40	20
12	12,99	4	42	21
13	13,99	3	43	22
14	14,99	3	45	22
15	15,99	3	46	23
16	16,99	3	48	24
17	17,99	3	49	25
18	18,99	3	51	25
19	19,99	3	52	26
20	20,99	3	54	27
21	21,99	3	55	27
22	22,99	3	56	28
23	23,99	3	58	29
24	24,99	2	59	29
25	25,99	2	60	30
26	26,99	2	61	31
27	27,99	2	62	31
28	28,99	2	63	32
29	29,99	2	65	32
30	30,99	2	66	33
31	31,99	2	67	34
32	32,99	2	68	34
33	33,99	2	69	35
34	34,99	2	70	35
35	∞	**2**	**2 veces el número de ha**	**Número mínimo de muestras /2**

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

Método estadístico para definir el número de puntos de muestreo

Es necesario contar con información de estudios previos. En caso de que no existan antecedentes, se deberá realizar un muestreo preliminar que permita generar la información requerida que es la siguiente:

- La concentración más alta “R” de los contaminantes de interés.
- La varianza “s” a partir de la “R” obtenida de estudios previos, $s^2=(R/4)^2$.
- El error estándar “D” que se va a permitir a la media de la población.
- El límite de confianza, que generalmente 95%.
- El número “t” que corresponden para la probabilidad del 95% de una distribución t, que arbitrariamente se define para 10 grados de libertad y se modifica por reiteración según el valor que se obtenga en un primer cálculo (los valores de “t” se buscan en las tablas de libros de estadística).

Métodos estadísticos para definir el número de puntos de muestreo

Cuando se tiene toda la información, se calcula el número de puntos de muestreo “n” mediante la siguiente ecuación:

$$n = \frac{t^2 \quad s^2}{D^2}$$

Se obtiene el valor de “n” en un primer cálculo y si éste es mucho más grande que los grados de libertad que se dieron inicialmente, por reiteración se busca en la misma tabla de probabilidad de una distribución *t*, el nuevo valor de “t” y con éste se repite el cálculo.

El número que se obtenga corresponde al número de puntos de muestreo que aplica para las condiciones previamente establecidas.

Profundidad de las muestras

En el caso de hidrocarburos, es muy importante conocer la profundidad al nivel del agua antes de proceder al muestreo, esto debido a que:

- El límite de migración vertical de los hidrocarburos (combustibles destilados) es el nivel del agua, al alcanzarlo se inicia la migración horizontal según la dirección de flujo subterráneo
- En otros casos la profundidad de muestreo se programa hasta donde se encuentra la roca
- Se debe evitar contaminar el manto freático o el acuífero (ver NOM-138-SEMARNAT/SS-2003)

En los casos donde no cabe la posibilidad de afectación del agua subterránea se deberá llegar a la profundidad donde la concentración de los contaminantes esté por debajo de los límites máximos permisibles, es probable que se requieran dos etapas de muestreo. Al mismo tiempo que se decide la profundidad del muestreo, también se deciden los intervalos de muestreo.

De lo anterior se deduce que para definir con claridad un plan de muestreo, es necesario conocer las características del sitio, ya sea mediante la revisión de estudios previos o información oficial, o incluso por haber realizado una visita al sitio.

Contenido de un plan de muestreo (5)

Tipo de muestras

Según lo indicado en las normas, o bien, a juicio de experto, sin embargo la opción que se decida deberá estar bien justificada

- Simples, para estudios de caracterización y remediaciones
- Compuestas, sólo para algunos casos de remediación, por ejemplo, celdas de tratamiento, donde el suelo se voltea constantemente

Parámetros de campo

- Enlistar los parámetros
- Contar con formatos para registro

Equipo de muestreo de suelo

Será necesario hacer referencia al equipo de perforación a utilizar, incluyendo marca y modelo, además de describir su funcionamiento (si es manual o automático); referir paso a paso la manera como se obtienen los “núcleos de suelo” a partir de los cuales serán recuperadas las muestras para análisis

Perforaciones para la obtención de muestras

Contenido de un plan de muestreo (6)

Equipo de protección personal de los involucrados en el muestreo

Guantes, casco, lentes, overol, bata, cubre-bocas, tapones auditivos, zapatos o botas con suela antiderrapante, respiradores autónomos, identificación, protector solar, entre otros.

Procedimiento para muestreo de suelo

Será necesario describir en forma detallada todos los pasos de la metodología que se sigue para recuperar las muestras representativas de suelo, los materiales o herramientas que se utilizan, cómo y en qué momento se utilizan, cómo se transfieren a los recipientes que se enviarán al laboratorio.

Tipo de recipientes y volumen de las muestras

Según lo especificado en la norma de referencia, o previa consulta al laboratorio que realizará los análisis. Idealmente los recipientes deberán ser nuevos y proporcionados por el laboratorio para asegurar un control de calidad.

Muestreo de suelo

Contenido de un plan de muestreo (7)

Muestras de aseguramiento de la calidad

Según lo especificado en las normas, o lo indicado por el laboratorio

- Duplicados (una muestra duplicada por cada 10 tomadas)
- Blancos
- De fondo
- Control de lavado de la herramienta de perforación

Clave única de identificación de las muestras

Se sugiere desarrollar un procedimiento propio para identificar en forma específica las muestras, de tal forma que no puedan confundirse con las que corresponden a otros sitios. La clave deberá estar asignada desde que se está elaborando el plan de muestreo.

Sellos y etiquetas

A todos los recipientes con muestra se les deberá colocar un sello que no pueda ser retirado sino hasta que las muestras se reciban en el laboratorio, deseablemente que quede protegido por la etiqueta. Los sellos deberán tener la identificación o clave única de cada muestra que coincida con la etiqueta y la cadena y las iniciales del responsable de la toma de muestras; las etiquetas deberán tener además la fecha y hora de muestreo.

Sellos, etiquetas y preservación de muestras

Muestreo del manto freático

Contenido de un plan de muestreo (8)

Número total de muestras

Se obtiene al multiplicar el número de muestras que se van a obtener de cada punto sobre la vertical, por el número de puntos de muestreo sobre el plano horizontal.

Laboratorio

- Se deberá referir el laboratorio que será responsable de tomar las muestras y practicar los análisis, así como el número de acreditación, el registro de aprobación y sus respectivas vigencias.
- De ser posible anotar el nombre del signatario autorizado responsable de la toma de muestras, mismo que deberá estar en las listas de la acreditación y de la aprobación.

Registros de perforación

Será necesario elaborar los registros de perforación, para tener los perfiles litológicos, esta información será de utilidad para la interpretación de los resultados.

Contenido de un plan de muestreo (9)

Preservación de las muestras

Se deberá hacer mención del procedimiento de preservación de las muestras, según los parámetros a determinar, los tiempos límite de conservación y la matriz de las muestras, esta actividad estará bajo la responsabilidad del laboratorio, sin embargo, el responsable técnico deberá conocer la información para incluirla en el plan de muestreo.

Coordenadas UTM

Será necesario contar con un registro de coordenadas UTM de cada uno de los puntos de muestreo, incluyendo el cuadrante y la precisión. Esta información podrá ser anotada en un registro exclusivo, o bien, formar parte de otros registros.

Lavado

Todo material o herramienta que haya estado en contacto con el suelo a muestrear deberá ser lavado para retirar suelo de otros puntos; se deberá utilizar un detergente libre de fosfatos. Será necesario asegurar un buen enjuague para retirar los restos de detergente.

Bitácora

Será necesario llevar una bitácora al día para registrar todos los detalles del muestreo.

Lavado del material

Contenido de un plan de muestreo (10)

Cadena de custodia

Es un documento que elabora el signatario de muestreo autorizado del laboratorio acreditado para registrar todas las muestras obtenidas en sitio que serán entregadas al laboratorio. El documento tiene un peso legal ante la autoridad ambiental. Se entrega en original al laboratorio y éste lo devuelve al cliente con los informes de pruebas. En el plan de muestreo se debe hacer mención de la información que se deberá incluir en la cadena de custodia:

- Nombre del laboratorio acreditado y aprobado
- Datos del cliente (responsable técnico)
- Identificación del sitio de estudio
- Identificación o clave única de cada muestra
- Fecha y hora de muestreo de cada muestra
- Matriz de cada muestra
- Cantidad recibida de cada muestra
- Nombre o iniciales y firma del responsable de la toma de muestras
- Parámetros por analizar en cada muestra (si existe, especificar norma de referencia)
- Número de recipientes que se entregan de cada muestra
- Temperatura y condiciones de preservación)
- Observaciones (en este recuadro se pueden incluir nombres y firmas de los presentes)
- Nombre, firma, fecha y hora de las personas involucradas en el traslado de muestras desde su origen hasta su destino)

LABORATORIO ACREDITADO Y APROBADO

F-IPPC3-1

ORDEN DE TRABAJO / CADENA DE CUSTODIA EXTERNA

PARAMETROS A ANALIZAR
IMPORTANTE ESPECIFICAR MÉTODO ANALÍTICO REQUERIDO
(OCUPAR UNA COLUMNA POR PARAMETRO O GRUPO O PAQUETE)

COMPARAR vs NOM:
COMPARAR vs NOM:

ORDEN DE TRABAJO

ORDEN DE MUESTREO

COTIZACIÓN

PRIORIDAD
A
B
C

DIRIGIR INFORME A:	FACTURAR A: *(solo si es diferente al del informe)*
Razón Social:	Razón Social:
Dirección:	Dirección:
C.P.:	C.P.:
Atención:	Atención:
Teléfono:	Teléfono:
Fax:	Fax:
e-mail:	RFC:

NOMBRE DEL PROYECTO:

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA MUESTREO	HORA MUESTREO	MATRIZ DE LA MUESTRA	PESO/CANT. RECIBIDA	No. DE LABORATORIO	NO. DE CONTENEDORES V	P	B	O

NOMBRE DEL MUESTREADOR: EMPRESA: FIRMA MUESTREADOR:

MUESTRAS PRESERVADAS CORRECTAMENTE: (SI) (NO) (NA)

TEMPERATURA DE LAS MUESTRAS EN LA RECEPCIÓN: _____ °C

*CONTENEDORES (registrar cantidad de):
V. Vidrio P. Plástico B. Bolsa
O. Otro (especificar en observaciones)

OBSERVACIONES:

REGISTRO DE LA CADENA DE CUSTODIA DE LAS MUESTRAS

ENTREGA 1	NOMBRE:	FECHA:	ENTREGA 2	NOMBRE:	FECHA:	ENTREGA 3	NOMBRE:	FECHA:
	FIRMA:	HORA:		FIRMA:	HORA:		FIRMA:	HORA:
RECIBE 1	NOMBRE:	FECHA:	RECIBE 2	NOMBRE:	FECHA:	RECIBE 3	NOMBRE:	FECHA:
	FIRMA:	HORA:		FIRMA:	HORA:		FIRMA:	HORA:

IMPORTANTE: Con su firma el cliente declara estar de acuerdo con el alcance de la Orden de Trabajo

Hoja: _____ de _____

Versión. 6.2

ORIGINAL: *INFORME DE PRUEBAS* ***AMARILLA:*** *LABORATORIO* ***ROSA:*** *CLIENTE*

Contenido de un plan de muestreo (11)

A manera de carátula o mediante oficio referir:

Lugar y fecha de elaboración

El plan de muestreo debe contar con fecha de elaboración y se deberá mencionar el lugar donde fue realizado.

Datos del responsable técnico

Se deberá hacer mención de la razón social que elaboró el muestreo, así como el nombre, firma, profesión y demás datos personales de la persona directamente responsable de los trabajos de campo.

Fecha de inicio del muestreo

En todo muestreo es posible asegurar una fecha de inicio y se puede estimar un tiempo de ejecución.

Contenido de un plan de muestreo (12)

Anexos al plan de muestreo

- Mapa de carreteras, caminos o calles para llegar al sitio
- Plano y/o imagen satelital del sitio
- Plano acotado de la zona de estudio con la localización e identificación de los puntos de muestreo
- Copia de una identificación oficial del responsable técnico
- Copia de la acreditación y de la aprobación del laboratorio vigentes, con el listado de signatarios autorizados
- Copia de una identificación oficial del signatario responsable de la toma de muestras

Contenido de un plan de muestreo (13)

Entrega formal del plan de muestreo

El responsable de la contaminación deberá hacer la entrega formal del plan de muestreo a la autoridad ambiental, el cual será entregado mediante oficio para conseguir el acuse de recibo como evidencia, en el mismo oficio se solicita la presencia de algún representante que avale el muestreo. Lo anterior asegurar el cumplimiento de esta disposición.

Evaluación de la conformidad

Según lo previsto en cada norma o las disposiciones de la autoridad ambiental, ésta realizará una visita al sitio durante el muestreo para verificar que todo se esté llevando a cabo conforme a lo previsto en el plan de muestreo que a su vez, está dando cumplimiento al marco regulatorio. En el sitio deberá estar presente el responsable de la contaminación.

En su momento, una unidad de verificación acreditada y aprobada será la que lleve a cabo las visitas al sitio y emitirá un dictamen que será reconocido por la autoridad.

Contenido de un plan de muestreo (14)

En casos de remediación

La Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR) es la encargada de analizar detalladamente y dictaminar un programa de remediación a partir de la información que se proporciona sobre el estudio de caracterización y la propuesta de remediación, que a su vez incluye el plan de muestreo (Art. 134, RLGPGIR, Capítulo II, Sección I).

El oficio de respuesta, donde acuerda procedente la ejecución de un programa de remediación, la DGGIMAR enlista una serie de condicionantes y acuerdos cuyo cumplimiento deberá ser verificado por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, entre estas condicionantes está todo lo relacionado con el **plan de muestreo**.

Encuentro Latinoamericano Sobre Remediación
De Sitios Contaminados.
4 y 5 de agosto de 2011

Curso Sobre Remediación De Sitios Contaminados
1 al 3 de agosto de 2011

Tema 4, parte 1: Muestreo De Suelos Para Análisis De Hidrocarburos, Metales, Metaloides Y Manejo De Muestras

Omar E. Pineda Rodríguez

Environmental Resources Management
de México S.A. de C.V.

Introducción

- Uno de los principales retos que enfrenta México es incluir al medio ambiente como uno de los elementos de la competitividad y el desarrollo económico y social.

- El desarrollo de actividades económicas de manera no sustentable, ha contribuido a la emisión de compuestos que bajo ciertas condiciones y concentraciones, pueden tener efectos nocivos a la salud de la población y el ambiente, generando la aparición de pasivos ambientales. El manejo adecuado de estos pasivos y las acciones correctivas a emprender forman parte de los objetivos que la LGPGIR y su reglamento actualmente contemplan.

- Los métodos de muestreo a suelo para análisis de éstos compuestos tienen como propósito brindar certidumbre en las acciones de caracterización, evaluación y posterior remediación.

Índice

1. Normas de Referencia Para el Muestreo de Suelos
2. Plan de Muestreo
3. Equipos de Perforación y Muestreo
4. Procedimiento de Identificación de Instalaciones Subterránea
5. Manejo y Control de Muestra
   - Colecta de Muestra
   - Descontaminación de Equipo de Muestreo
   - Traslado de Muestras y Cadena de Custodia
   - Libreta y Formatos de Campo
   - Líneas de Comunicación
6. Abandono de Sitio

1. Normas de Referencia al Muestreo de Metales e Hidrocarburos

- Norma Oficial Mexicana **NOM-138-SEMARNAT/SS-2003** – Establece los Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

- **NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004** - Establece criterios máximos permisibles para la remediación de suelos contaminados por los metales pesados, arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio.

- La **NMX- AA- 132- SCFI- 2006** - Establece la guía general para toma de muestras en suelos y determinación de la extensión de contaminación. Establece las especificaciones para la obtención y el manejo de muestras que permitan la caracterización de suelos en los sitios contaminados con metales y metaloides.

1. Normas de Referencia al Muestreo de Metales e Hidrocarburos

OBJETIVOS GENERALES DE LAS NORMAS NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 Y NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004

- Establecer criterios para la caracterización y determinación de concentraciones de remediación de suelos contaminados.
- Establecer los límites máximos permisibles en suelo.

2. Plan de Muestreo - Elemento Clave

- Durante la elaboración del plan de muestreo se deben considerar todos los factores aplicables para su elaboración ejemplo:

• Contar con las acreditaciones de signatarios a utilizar para la colecta de muestras;

• Apegarse a los procedimientos y metodologías establecidas para la toma de muestras apegados a la normatividad y los criterios internos del laboratorio.

• Definir: Criterios de comparación aplicables;
• Compuestos a analizar;
• Sitio donde se va a efectuar el muestreo;
• Tipo y numero de muestras que se va a colectar;
• Método de muestreo que será utilizado para la colecta de muestras;
• Fecha en que se realizará la colecta de muestras;
• Áreas y coordenadas de los puntos de muestreo;
• Procedimientos de descontaminación;
• Preservación de las muestras, cuidados para el almacenaje y traslado de los recipientes que contienen las muestras, programa de control de calidad, etc.

3. Equipos de Perforación y Muestreo

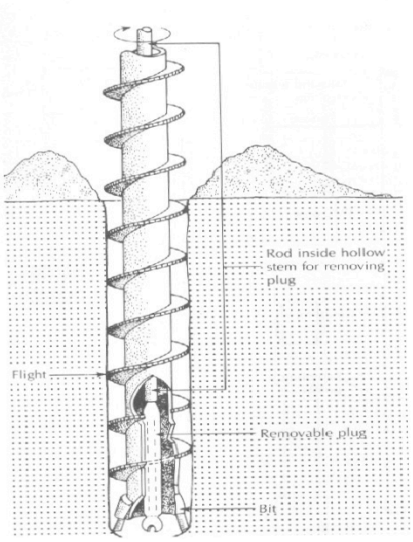
EQUIPO PARA MUESTREO	APLICACIÓN	OBSERVACIONES
Cuchara o cucharones	Se utiliza en el muestreo de suelos hasta 10 cm de profundidad	Este tipo de dispositivo de muestreo se aplica en muestreos someros en áreas abiertas (fondos o paredes de fosas).
Nucleador Manual *Hand Auger*	Se utiliza en el muestreo de suelos con un rango de profundidad máxima de 2 a 5 metros debajo del nivel de piso (m dnp).	Este dispositivo se puede aplicar en zonas donde el suelo lo permita.
Nucleadores por empuje directo	Uso general.	Los nucleadores pueden ser utilizados con tubos (liners) y tapas de teflón.
Barrenas (*Hollow Stem Auger*) de cualquier tipo	Éste equipo es utilizado cuando las condiciones particulares del sitio presentan condiciones litológicas restrictivas.	Se utiliza para muestreo de suelos preferentemente a profundidades mayores a 5 m dnp.
Nucleadores Mecánicos	Uso general.	Los nucleadores son utilizados con tubos (liners) y tapas de teflón, usados también en muestreo con presencia de roca.

3. Equipos de Muestreo; Hand Augers

3. Equipos de Muestreo; Hand Augers

3. Equipos de Muestreo; Nucleadores y Barrenas (HSA)

3. Equipos de Muestreo; Hollow Stem Auger (HSA)

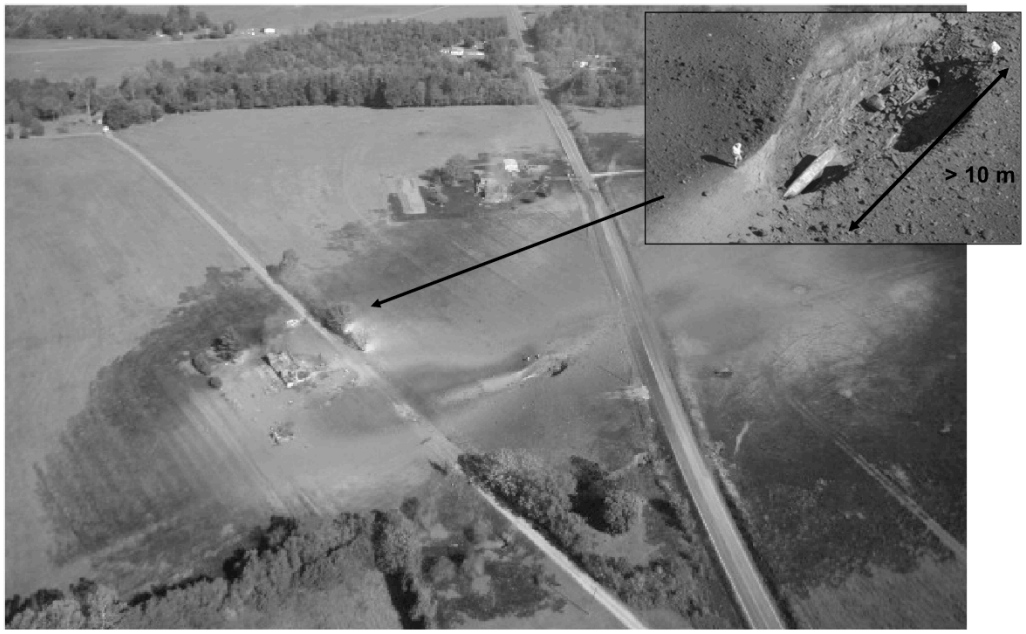


3. Equipos de Muestreo; Nucleadores de Empuje Directo (Geoprobe)

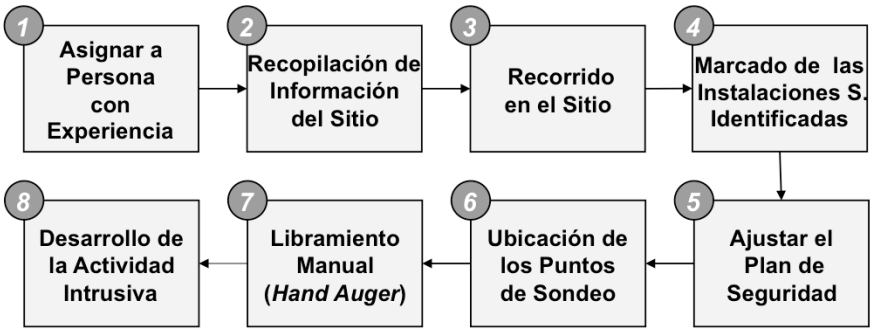
4. Procedimiento de Identificación de Instalaciones Subterráneas

- Previo a las actividades intrusivas o de excavación, se revisarán los planos del sitio, en particular aquellos donde se ejecute la extracción de suelo impactado, determinando cualquier estructura subterránea, tales como; cisternas, líneas de drenaje o agua.
- La identificación se soporta además con equipo de detección de cables, y con el libramiento manual (*Hand Auger*) previo a perforar con equipos mayores.

4. Procedimiento de Identificación de Instalaciones Subterráneas



4. Procedimiento de Identificación y Libramiento de Instalaciones Subterráneas



Documentación

ERM

PROCEDIMIENTO DE AUTORIZACIÓN PARA TRABAJOS EN SUBSUELO (SSC)
LISTA DE VERIFICACIÓN EN CAMPO

(Use esta hoja para documentar los elementos básicos de campo y archívese junto con la información del proyecto)

Nombre del Sitio/No. Proyecto: 2R PEMEX 1 - MMX / 0106416
Día de Inspección: 09-octubre/09
Por (Nombres ERM/Cliente):

CONFIDENTIAL

(ERM-ACTIVIDADES PARA AUTORIZACIÓN DE TRABAJOS EN SUBSUELO)	SI	NO	NA	Comentarios
Tareas de Preparación				
1. Se ha evaluado el potencial de armamento sin explotar (e.g. minas terrestres) y se ha llevado a cabo la inspección	☐	☐	☒	
2. Se llevó a cabo el recorrido en el sitio y se anotaron o localizaron los indicadores/evidencias en la superficie de instalaciones subterráneas.	☒	☐	☐	
• Líneas telefónicas	☐	☐	☒	
• Líneas de datos/canaletas	☐	☐	☒	
• Tuberías de gas/tanques de almacenamiento	☒	☐	☐	
• Tuberías de agua potable/tubería de agua contra incendio (rociadores) y líneas de hidrantes	☒	☐	☐	
• Líneas de drenaje (agua de lluvia/agua de proceso)	☒	☐	☐	
• Líneas de vapor (región) y líneas de calentamiento	☐	☐	☒	
• Líneas de combustibles/tanques de almacenamiento, incluidos puertos de llenado de tanques, pozos de observación, ventoos.	☒	☐	☐	
• Iluminación (calles y tránsito)	☐	☐	☒	
• Otras instalaciones subterráneas	☒	☐	☐	
• Hidrantes	☐	☐	☒	
• Suelo no nativo	☐	☐	☒	
• Cintas de advertencia	☒	☐	☐	
• Alcantarillas	☒	☐	☐	
3. Decisiones en "zona crítica"	☒	☐	☐	
• Se ha colocado una señal en el mapa para delimitar la superficie insegura dentro de 10 pies de:	☐	☐	☒	
○ Tanques, islas de despacho	☐	☐	☒	
○ Cabezales /"Manifolds" tuberías	☐	☐	☒	
○ Bombas/cuartos de bombas	☐	☐	☒	
○ Areas de llenado	☐	☐	☒	
○ Equipo de proceso	☐	☐	☒	
○ Transformadores de alto o bajo-grado	☐	☐	☒	
○ Compresores				
○ Líneas subterráneas para químicos y de alto voltaje	☐	☐	☒	

Forma completada por: Name: Carlos Gómez / Miguel González — Fecha: 21-oct-09

CONFIDENTIAL

Lista de Verificación en Campo - Traducción – 3/31/2006

ERM

Subsurface Clearance Field Process Checklist

Site Name: Contractor Lots.
Client: CONFIDENTIAL
ERM Project No.: 0106416
SSC Exp. Person: Miguel González / Carlos Gó

Project Basics	Yes	No	N/A	Comments
Contact Person requested and identified	X			
Subcontractors meet ERM's minimum safety criteria	X			
Subcontractors understand their role in the SSC Process	X			
SSC Experienced Person with current SSC training assigned	X			
Project staff with current SSC training assigned	X			
UXO / MEC risks assessed: UXO / MEC IS NOT present			X	

General Field Activity & Site Walk	Yes	No	N/A	Comments
HASP read, understood and signed by project team	X			
Site walk Visual Clues / site features (below) integrated into Site Services Model	X			

Identified Visual Clue	Yes	No	Identified Visual Clue	Yes	No
Lights		X	Pipeline markers	X	
Signage	X		Fire hydrants		X
Sewer drains / cleanouts		X	Sprinkler systems		X
Cable markers		X	Water meters		X
Utility poles with conduit leading to the ground	X		Natural gas meters		X
Utility boxes		X	UST fill ports and vent pipes		X
Manholes		X	Steam lines		X
Pavement scarring		X	Remote buildings with no visible utilities		X

Comments / Others: Se utilizaron planos de PEMEX para identificar los ductos que cruzan el sitio y localizar los puntos de sondeos y de instalacion de pozos.

Contact Person Approval of Ground Disturbance Locations (indicate that approval by signing "Yes" in the signature space)

Name (Print)	Company	Name (Sign)	Date / Time
Lic. Reguito	CONFIDENTIAL	Carlos Gómez - ERM	11/ene/11 14:30 hrs.
12 ENE 2011 11:30 hrs			

Pre-Clearance	Yes	No	N/A	Comments
Public Utility Markout completed			X	
Private Utility Markout completed	X			
Final Critical Zone determinations made by the SSC Experienced Person	X			

Critical Zones

Are there any ground disturbance locations known or suspected to be inside Critical Zones?	☒	**Yes.** PIC must approve work within the Critical Zone. The SSC Location Disturbance Permit or equivalent is required for those locations.
	☐	**No.** Physical Clearance will proceed to the deeper of: 0.6m / 2 feet below the frost line or 1.2m / 4 feet below ground level, whichever is deeper.

Clearance for Point Disturbances	Yes	No	N/A	Comments
Adequate overhead clearance at ground disturbance locations	X			
There are disturbance locations known or suspected to be inside Critical Zones		X		
Physical Clearance successfully completed at all locations	X			

Clearance for Excavations	Yes	No	N/A	Comments
Adequate overhead clearance at ground disturbance locations			X	
Communicate excavation plan and Excavation Buffer location(s) to subcontractor			X	
There are disturbance locations known or suspected to be inside Critical Zones			X	
De-energize below ground services prior to beginning excavation			X	

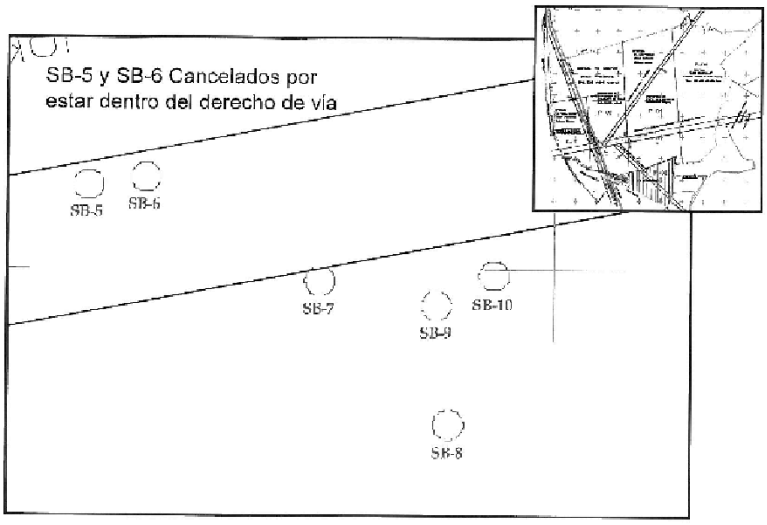
SSC Process Completed By (SSC Experienced Person)

Name (Print)	Name (Sign)	Date / Time
Carlos Gómez	Miguel González	11/ene/11

ERM Health & Safety — Page 1 of 1 — Last Rev: Sept. 2009 English Version

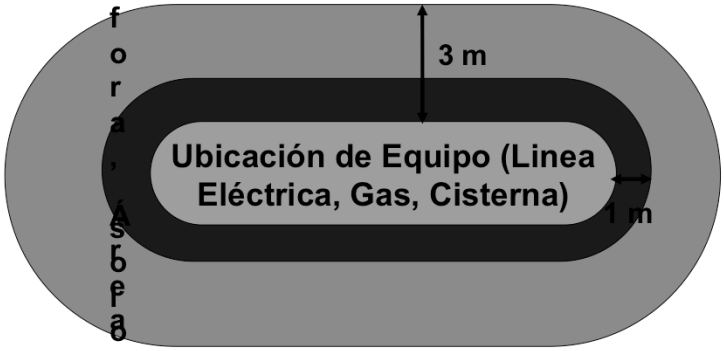
4. Procedimiento de Identificación de Instalación Subterránea

Documentación y Recorrido



De acuerdo
Excel

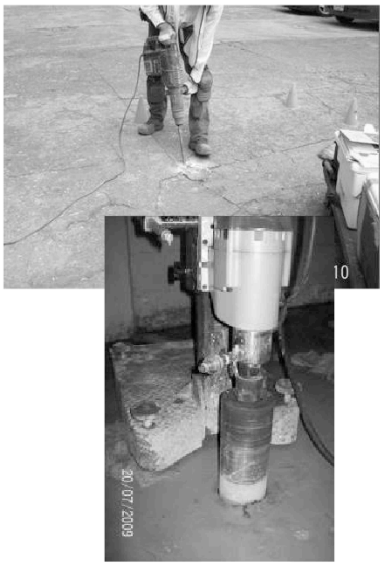
Recorrido, Ubicación de Zonas Críticas



Recorrido, Ubicación de Zonas Críticas - CAT

4. Procedimiento de Identificación de Instalación Subterránea

Libramiento Manual



5. Manejo y Control de Muestras; Colecta de Muestras

- Previo a la recolección de muestras se debe verificar el listado de materiales previamente solicitados al laboratorio, así como las condiciones apropiadas para garantizar su traslado.
- Los recipientes para colecta de muestra son proporcionados por el laboratorio libres de agentes de interferencia (ejemplo: compuestos volátiles), son generalmente frascos de 125 mL con tapa de plástico, boca ancha y sello de teflón.
- La temperatura de preservación indicada en Hidrocarburos es de 4º Celsius.
- El personal deberá de usar guantes de nitrilo limpios durante todo el muestreo, tanto para salvaguardar la integridad de la muestra como para protección dérmica
- Los puntos de sondeo y áreas de muestreo deberán de estar georeferenciadas.

5. Manejo y Control de Muestras; Colecta de Muestras

5. Manejo y Control de Muestras; Colecta de Muestras

- Muestras Duplicados y Blancos: Se debe considerar la toma de muestras duplicados que garanticen la reproducibilidad del método.
- Algunos controles de calidad adicionales:
  - Blanco de Equipo - Evalúa el posible arrastre de contaminación por equipos de muestreo.
  - Blanco de Viaje - Evalúa la posible contaminación durante el viaje de las muestras (BTEX y Fracción Ligera).
  - Blanco de Campo – Muestra de referencia que evalúa las condiciones naturales del sitio y entorno característico.

5. Manejo y Control de Muestras; Colecta de Muestras

- Las muestras deben ser envasadas y etiquetadas 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 de los recipientes debe realizarse inmediatamente después de recolectar cada una de las muestras.

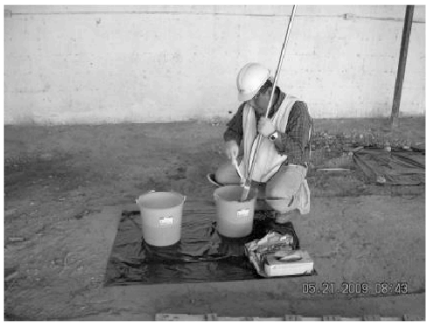
  c. La etiqueta debe colocarse en un lugar visible y no sobrepasar las dimensiones del recipiente.

  d. La etiqueta que acompañe a la muestra, debe incluir una clave de identificación única esta puede ser alfanumérica, debe incluir también identificación del sitio y la fecha y hora del muestreo, así como las iniciales de la persona que toma la muestra.

5. Manejo y Control de Muestras; Colecta de Muestras

5. Manejo y Control de Muestras; Descontaminación de Equipo

- Previo a cada nuevo punto de sondeo y colecta de muestra, el equipo de muestreo debe de ser descontaminado considerando:
  - Enjuague con agua purificada para eliminar tierra y polvo
  - Lavado con una solución de jabón libre de fosfato.
  - Enjuague con agua destilada o desionizada



5. Manejo y Control de Muestras; Traslado de las Muestras y Cadena de Custodia

- Durante el traslado es necesario evitar el efecto de factores externos que puedan cambiar la naturaleza de las muestras (por ejemplo, la temperatura y los rayos ultravioleta).

- La cadena de custodia en original y dos copias debe acompañar a las muestras desde su toma, durante su traslado y hasta el ingreso al laboratorio. El laboratorio debe incluir una copia de esta cadena con los resultados de los análisis.

- Todos los paquetes deberán estar acompañados por la hoja de requisición de análisis y el registro de la cadena de custodia, las cuales deben ser legibles en cada uno de los paquetes. Cuando se envía una muestra al laboratorio, ésta debe ser empacada adecuadamente para su envío seguro y evitar en lo posible rupturas o fugas.

5. Manejo y Control de Muestras; Traslado de las Muestras y Cadena de Custodia

- La cadena de custodia debe contar con al menos la siguiente información:

  a. El nombre de la empresa y responsable del muestreo.

  b. Los datos de identificación del sitio.

  c. La fecha del muestreo.

  d. Las claves de las muestras.

  e. Etiquetas con el nombre del laboratorio que recibe las muestras.

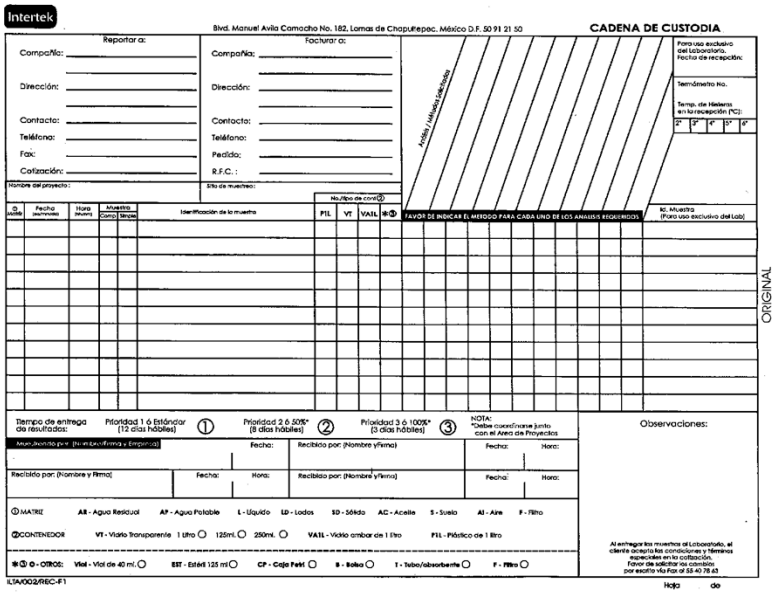
  f. Los análisis o la determinación requerida.

  g. El número de envases.

  h. Observaciones.

  i. Identificación de las personas que participan en las operaciones de entrega y recepción, incluyendo fecha, hora y firma de los participantes.

5. Manejo y Control de Muestras; Traslado de las Muestras y Cadena de Custodia



Intertek

Blvd. Manuel Avila Camacho No. 182, Lomas de Chapultepec. México D.F. 50 91 21 50

CADENA DE CUSTODIA

Reportar a:
Compañía:
Dirección:
Contacto:
Teléfono:
Fax:
Cotización:

Facturar a:
Compañía:
Dirección:
Contacto:
Teléfono:
Pedido:
R.F.C. :

Nombre del proyecto:
Sitio de muestreo:

Para uso exclusivo del Laboratorio.
Fecha de recepción:
Termómetro No.
Temp. de Muestra en la recepción (°C): 2° 3° 4° 5° 6°

Anótese el número solicitado

O (Agua)	Fecha (aa/mm/dd)	Hora (hh:mm)	Muestra Compo	Muestra Simple	Identificación de la muestra	No./tipo de cont. ② PTL	VT	VATL	❋③	FAVOR DE INDICAR EL MEDIO PARA CADA UNO DE LOS ANÁLISIS REQUERIDOS												Id. Muestra (Para uso exclusivo del Lab)

ORIGINAL

Tiempo de entrega de resultados: Prioridad 1 ó Estándar (12 días hábiles) ① Prioridad 2 ó 50%* (8 días hábiles) ② Prioridad 3 ó 100%* (3 días hábiles) ③

NOTA: *Debe coordinarse junto con el Area de Proyectos

Entregado por: (Nombre y Firma y Empresa) Fecha: Recibido por: (Nombre y Firma) Fecha: Hora:

Recibido por: (Nombre y Firma) Fecha: Hora: Recibido por: (Nombre y Firma) Fecha: Hora:

① MATRIZ: AR - Agua Residual AP - Agua Potable L - Líquido LD - Lodos SD - Sólido AC - Aceite S - Suelo AI - Aire F - Filtro

② CONTENEDOR: VT - Vidrio Transparente 1 litro ○ 125ml. ○ 250ml. ○ VATL - Vidrio ámbar de 1 litro PTL - Plástico de 1 litro

❋③ O - OTROS: Vial - Vial de 40 ml. ○ EST - Estéril 125 ml ○ CP - Caja Petri ○ B - Bolsa ○ T - Tubo/absorbente ○ F - Filtro ○

Observaciones:

Al entregar las muestras al Laboratorio, el cliente acepta las condiciones y términos especiales en la cotización. Favor de solicitar los cambios por escrito vía Fax al 55 40 78 63

ILTA/002/REC-F1

Hoja de

5. Manejo y Control de Muestras; Libreta y Formatos de Campo

- Toda la información referente al muestreo en campo deberá ser anotada con tinta indeleble, en una libreta de campo.
- Los datos que deben anotarse 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 (coordenadas).
e. La fecha y hora de recolección de cada muestra.

f. Las observaciones de campo al momento del muestreo, tales como:

Características del sitio:

Condiciones climáticas

Presencia de vegetación

Uso actual del suelo

Edificaciones e infraestructura

Actividades ajenas al proceso que pudieran influir en la calidad del muestreo

Presencia de residuos o materiales de relleno.

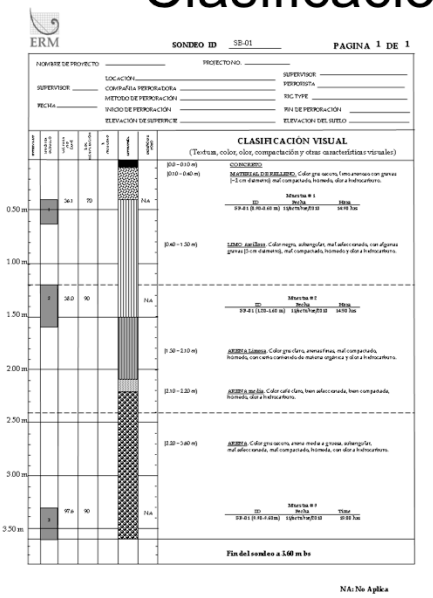
Características del suelo:

Textura Color Presencia de humedad

Presencia de hojarasca, materia vegetal, o concreto.

Resultados de otras mediciones hechas en campo (PID, Petroflag).

Clasificación y Observaciones


ERM

SONDEO ID SB-01 PAGINA 1 DE 1

NOMBRE DE PROYECTO: PROYECTO NO.:
LOCACIÓN: SUPERVISOR:
SUPERVISOR: COMPAÑÍA PERFORADORA: PERFORISTA:
FECHA: MÉTODO DE PERFORACIÓN: RIG TYPE:
VACIO DE PERFORACIÓN: PAN DE PERFORACIÓN:
ELEVACIÓN DE SUPERFICIE: ELEVACIÓN DEL SUELO:

CLASIFICACIÓN VISUAL
(Textura, color, olor, compactación y otras características visuales)

0.50 m
1.00 m
1.50 m
2.00 m
2.50 m
3.00 m
3.50 m

(0.0 – 0.10 m)
(0.10 – 0.40 m) CONCRETO
MATERIAL DE RELLENO. Color gris oscuro, limo arenoso con gravas (<1 cm diámetro), mal compactado, húmedo, olor a hidrocarburo.

Muestra # 1

ID	Fecha	Hora
SB-01 (0.30-0.40 m)	15/07/98	10:40 hrs

(0.40 – 1.30 m) LIMO: Arcilloso. Color negro, subangular, mal seleccionado, con algunas gravas (1 cm diámetro), mal compactado, húmedo y olor a hidrocarburo.

Muestra # 2

ID	Fecha	Hora
SB-01 (1.10-1.40 m)	15/07/98	10:50 hrs

(1.30 – 2.10 m) ARENA Limosa. Color gris claro, arena fina, mal compactado, húmedo, con carbón carnoso de materia orgánica y olor a hidrocarburo.

(2.10 – 2.20 m) ARENA media. Color café claro, bien seleccionada, bien compactada, húmedo, olor a hidrocarburo.

(2.20 – 3.40 m) ARENA. Color gris oscuro, arena media a gruesa, subangular, mal seleccionada, mal compactado, húmedo, con olor a hidrocarburo.

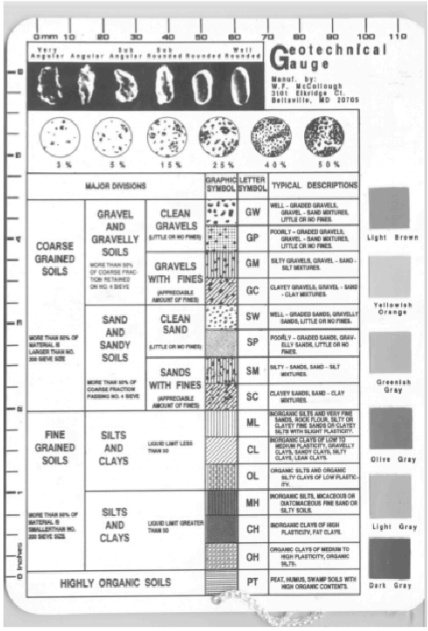
Muestra # 3

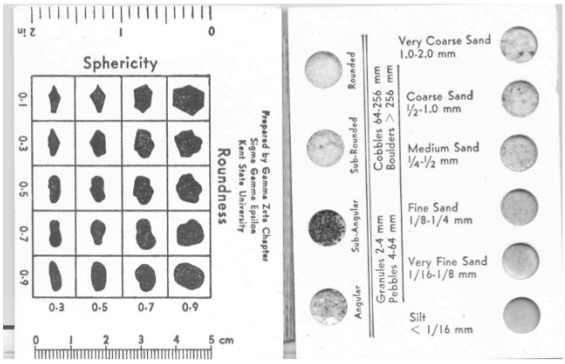
ID	Fecha	Hora
SB-01 (3.10-3.40 m)	15/07/98	10:55 hrs

Fin del sondeo a 3.60 m bs

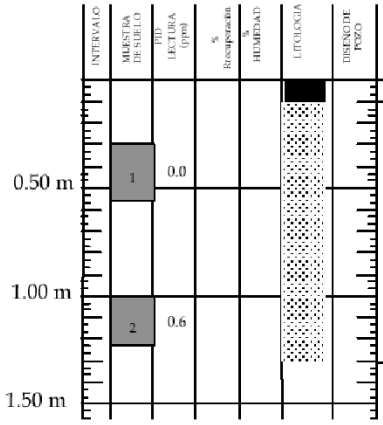
NA: No Aplica

5. Manejo y Control de Muestras; Libreta y Formatos de Campo





5. Manejo y Control de Muestras; Libreta y Formatos de Campo



CLASIFICACIÓN VISUAL

(Textura, Color, olor, Consistencia y otras características macroscópicas)

(0.0- 0.10) **Concreto**

(0.10- 1.30) **Arena media,** bien graduada, rango típico de arenas medias, rango extremo con algunas gravas, color café claro, bien compactado, seco, no olores, no machas.

Muestra # 1

ID	Fecha	Tiempo
SB-2 (0.30-0.60)	15 /03/ 2011	14:00

Muestra # 2

ID	Fecha	Tiempo
SB-2 (1.00-1.30)	15 /03/ 2011	15:20

Final del Sondeo 1.30 m.

Análisis en Campo de Soporte

5. Manejo y Control de Muestras; Líneas de Comunicación

- Con el fin de garantizar la logística de envío de las muestras se deberá establecer una línea de comunicación con el personal de laboratorio.

6. Abandono de Sitio

- Al término de los trabajos de campo se deberá dejar el sitio con la menor alteración posible.

Después de que el seminario este completo, por favor visite

- Enlaces a los recursos adicionales
- Formulario de comentarios del seminario

123