

# SECRETARIA DE ENERGIA

## **PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-026-SESH-2007, Lineamientos para los trabajos de prospección sísmológica petrolera y especificaciones de los niveles máximos de energía.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Energía.

PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-026-SESH-2007, LINEAMIENTOS PARA LOS TRABAJOS DE PROSPECCION SISMOLOGICA PETROLERA Y ESPECIFICACIONES DE LOS NIVELES MAXIMOS DE ENERGIA.

MARIO GABRIEL BUDEBO, Subsecretario de Hidrocarburos y con el carácter de Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización en Materia de Hidrocarburos, con fundamento en los artículos 26 y 33 fracciones I, VIII y IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracción II, 40 fracciones XIII y XVIII, 41, 44, 47 fracción I, 68, 70, 73 y 74 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11 y 16 de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo; 80 y 81 del Reglamento de la Ley Federal de Metrología y Normalización; 1, 10 y 21 fracciones I, III, XIV y XVI del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía; 1, 3, 5, 7, 16 y 46 del Reglamento de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo, y demás relativos y aplicables de estos ordenamientos jurídicos, y

### **Considerando**

**Primero.-** Que con fecha 3 de diciembre de 2004, la Comisión Nacional de Derechos Humanos, mediante recomendación número 81/2004, dirigida al Director General de Petróleos Mexicanos, estableció entre otras, la recomendación de que se realicen las gestiones y trámites pertinentes para que se emita una norma oficial que establezca los lineamientos para efectuar los trabajos de prospección sísmica.

**Segundo.-** Que con fecha primero de febrero de 2005, la Dirección General de Pemex Exploración y Producción solicitó a la Secretaría de Energía realizar los trámites necesarios para expedir una Norma Oficial Mexicana en materia de distancias de seguridad para la ubicación de los puntos de tiro en la ejecución de estudios de exploración sísmica respecto a construcciones civiles.

**Tercero.-** Que con fecha 1 de marzo de 2005, se constituyó el Comité Consultivo Nacional de Normalización en Materia de Hidrocarburos y la formación del Subcomité de Exploración y Explotación de Hidrocarburos.

**Cuarto.-** Con fecha 30 de agosto de 2005, el Comité Consultivo Nacional de Normalización en Materia de Hidrocarburos, aprobó el envío a la Comisión Nacional de Normalización para su inclusión en el Programa Nacional de Normalización 2006 del anteproyecto de NOM "Lineamientos para los Trabajos de Prospección Sísmológica Petrolera y Especificación de los niveles Máximos de Energía".

**Quinto.-** Que resulta necesario definir medidas adecuadas para establecer los requerimientos técnicos que se deben cumplir durante la planificación, diseño, ejecución y abandono del área de trabajo de un estudio de prospección sísmológica petrolera, en el que se utilicen como fuentes de energía cargas explosivas, vibraciones mecánicas y dispositivos neumáticos, para salvaguardar la seguridad de la infraestructura.

**Sexto.-** Que el presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-026-SESH -2007, Lineamientos para los trabajos de prospección sísmológica petrolera y especificaciones de los niveles máximos de energía, fue aprobado por el Comité Nacional de Normalización en Materia de Hidrocarburos en su xxx sesión ordinaria celebrada el xxx de xxxx de xxxx y se publica para consulta pública, de conformidad con el artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, a efecto de que los interesados, dentro de los 60 días naturales contados a partir de la fecha de su publicación en el Diario Oficial de la Federación, presenten sus comentarios ante el citado comité, sito en Insurgentes Sur 890, piso 15, colonia del Valle, Delegación Benito Juárez, México, D.F., código postal 03100, teléfono 5000-6000, fax 50006025 y correo electrónico mgabriel@energia.gob.mx.

Por lo expuesto y fundado he tenido a bien expedir para consulta pública el siguiente:

### **PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-026-SESH-2007, LINEAMIENTOS PARA LOS TRABAJOS DE PROSPECCION SISMOLOGICA PETROLERA Y ESPECIFICACIONES DE LOS NIVELES MAXIMOS DE ENERGIA**

#### **PREFACIO**

En la elaboración de esta Norma Oficial Mexicana participaron las siguientes instituciones:

Secretaría de Energía, Dirección General de Exploración y Explotación de Hidrocarburos.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Dirección General de Energía y Actividades Extractivas.

Secretaría de Marina, Dirección General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología.

Pemex Exploración y Producción, Subdirección de la Coordinación Técnica de Exploración y la Subdirección de Distribución y Comercialización.

Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ingeniería.

Instituto Mexicano del Petróleo, Dirección de Exploración y Producción.

Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, A.C.

Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración, A.C.

## INDICE

0. Introducción
1. Objetivo
2. Alcance
3. Referencias
4. Definiciones
5. Especificaciones
  - 5.1. Planeación y diseño del estudio
  - 5.2. Ejecución de los trabajos
  - 5.3. Abandono del área de estudio
6. Procedimiento de Evaluación de la Conformidad
7. Concordancia con Normas Mexicanas o Internacionales
8. Bibliografía
9. Vigilancia
10. Anexos
  - 10.1 Ficha Técnica de Inspección de Inmuebles.
  - 10.2 Procedimiento para determinar las distancias de seguridad por medio de registro de vibraciones superficiales.
  - 10.3 Procedimiento para efectuar el monitoreo de las vibraciones superficiales.

### 0. Introducción

Dentro del proceso de exploración y producción de hidrocarburos, la prospección sismológica es una actividad fundamental debido a que proporciona imágenes del subsuelo.

La sismología en la operación de campo requiere una gran cantidad de equipo, el cual es desplegado en amplias extensiones de terreno en donde se presenta interacción con las comunidades.

Por lo anterior es necesario normar esta actividad para que se realice de acuerdo a prácticas y procedimientos técnicos que aseguren un clima armónico durante su ejecución, para prevenir y controlar los posibles daños a la infraestructura existente en el área de estudio.

### 1. Objetivo

Establecer los requerimientos que se deben cumplir durante la planificación, el diseño, la ejecución y abandono del área de trabajo de un estudio de prospección sismológica petrolera y definir las amplitudes máximas permisibles de vibración que garanticen el cumplimiento de los objetivos petroleros del estudio sin dañar la infraestructura existente en el área.

### 2. Alcance

Esta norma es de aplicación y observancia obligatoria para Petróleos Mexicanos, organismo responsable de las actividades de prospección sismológica petrolera que se desarrollen en áreas terrestres, lacustres y transicionales, que utilicen carga explosiva, vibradores y pistones neumáticos como fuente de energía sísmica.

### 3. Referencias

3.1 NOM-008-SCFI-2002.- Sistema general de unidades de medida.

3.2 NOM-116-SEMARNAT-2005.- Especificaciones de protección ambiental para las prospecciones sismológicas terrestres que se realicen en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.

### 4. Definiciones

1. **Adquisición de datos sísmicos.-** Captura de información sísmica a través de uno o varios transductores y su almacenamiento en medios electrónicos.
2. **Brecha.-** Vías de comunicación terrestre, sin recubrimiento con un ancho máximo de seis metros, ubicada dentro del polígono de la prospección sísmológica, destinada al tendido del material telemétrico y al tránsito del equipo a utilizar.
3. **Caja telemétrica.-** Dispositivo electrónico que se coloca sobre los puntos receptores cerca de los geófonos, en su interior están alojados los circuitos electrónicos para amplificar, digitalizar, filtrar y transmitir las señales hacia la unidad central.
4. **Carga.-** Cantidad de material explosivo que se deposita en los pozos de tiro.
5. **Convenio de servidumbre de paso.-** Anuencia escrita de los propietarios, poseedores o usufructuarios de los predios para la realización de los trabajos de prospección sísmológica.
6. **Daño.-** Cualquier efecto permanente, estructural y no estructural apreciable mediante una inspección ocular, causado por vibración originada por la prospección sísmológica petrolera.
7. **Diseño de prospección sísmológica.-** Análisis de los objetivos geológicos petroleros a fin de calcular y definir los parámetros de operación que se emplearán en el estudio sísmológico.
8. **Distancia de seguridad.-** Espacio que existe entre el punto fuente de energía sísmica y la infraestructura a fin de asegurar su integridad y que es obtenida a través de un estudio de velocidad de partículas.
9. **Efectos de sitio.-** Son las condiciones que existen en cada lugar para la propagación de ondas acústicas y que dependiendo de la litología existente pueden incrementar o disminuir las amplitudes de las mismas.
10. **Fuentes de energía.-** Materiales y dispositivos utilizados para generar las ondas acústicas.
11. **Geófono.-** Es un dispositivo que transforma las oscilaciones sísmicas que provienen del subsuelo en señales eléctricas.
12. **Infraestructura.-** Cualquier construcción hecha por el hombre.
13. **Material explosivo.-** Compuesto químico que tiene la capacidad de ser utilizada como fuente de energía para la generación de ondas que se transmiten a través del subsuelo.
14. **Monitoreo de las vibraciones superficiales.-** Actividad que consiste en la adquisición y análisis de registros de vibraciones superficiales durante la prospección sísmológica.
15. **Pistón neumático.-** Es un dispositivo cuyo principio de funcionamiento consiste en generar una burbuja de aire comprimido que se inyecta al agua, para ello requiere de un compresor y un sistema de cámaras y válvulas.
16. **Pozo de tiro.-** Perforación que se hace en el terreno para colocar una carga de explosivo.
17. **Puntos fuente.-** Ubicación en el terreno donde se localizan los pozos de tiro con materiales explosivos y/o dispositivos de generación de señales sísmicas.
18. **Puntos de recepción.-** Ubicación en el terreno donde se localizan los grupos de geófonos que reciben las señales sísmicas.
- 18-a. **Organismo responsable.-** El organismo público establecido en los artículos 1 y 3 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, y en el artículo 4o. de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo, encargado de llevar a cabo la exploración y la Explotación del petróleo y demás actividades a que se refiere el artículo 3o. de este último ordenamiento, y que se consideran estratégicas en los términos del artículo 28 párrafo cuarto, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
19. **Velocidad de partícula.-** Valor máximo de la tasa de cambio del desplazamiento de la partícula en un registro de vibración superficial, en cualquiera de los componentes.
20. **Vibración.-** Movimiento oscilatorio de los cuerpos sólidos respecto de una posición de equilibrio.
21. **Vibrador.-** Equipo mecánico e hidráulico montado en un vehículo que utiliza una placa base que es presionada contra la tierra y vibra a intervalos regulares generando ondas sísmicas.

## 5. Especificaciones

Para la realización de los trabajos el responsable deberá contar con la autorización de la Secretaría de Energía de conformidad con el Reglamento de Trabajos Petroleros.

En los trabajos de prospección sísmológica petrolera, para la adquisición de datos sísmicos se consideran tres etapas: planificación y diseño del estudio, ejecución de los trabajos y abandono del área de estudio y debe cumplir con los siguientes requerimientos:

#### **5.1 Planificación y diseño del estudio.**

Los trabajos de prospección sísmológica petrolera que se realicen en la República Mexicana deben ser planificados de acuerdo a las necesidades de información geológica del subsuelo que requiera el organismo responsable.

Para tal efecto se deberá realizar el diseño de la prospección sísmológica, que incluirá un estudio de factibilidad técnica operativa que tome en cuenta las características fisiográficas del terreno, los tiempos de ejecución requeridos, los recursos disponibles y el análisis de los objetivos geológico petroleros.

Como resultado del diseño se definirá el tipo y características de la fuente de energía sísmica a utilizar, la orientación y espaciamiento entre los puntos de emisión y recepción de energía y la logística de operación. Los resultados anteriores deberán quedar consignados en una memoria de cálculo.

La observación de las disposiciones de esta Norma Oficial Mexicana no exime a los responsables del cumplimiento de las obligaciones que establezcan leyes, reglamentos, normas y demás ordenamientos legales en la materia.

#### **5.2. Ejecución de los trabajos.**

Durante la ejecución de los trabajos deberán considerarse las siguientes actividades:

##### **5.2.1. Ubicación de campamentos.**

Para el desarrollo de las actividades de campo de prospección sísmica se podrán establecer en forma temporal, uno o varios campamentos generales o intermedios, los cuales deberán cumplir con lo establecido en la NOM-116-SEMARNAT-2005.

La ubicación de los mismos será preferentemente dentro del área de trabajo y al finalizar las actividades los campamentos deberán ser desmantelados completamente.

##### **5.2.2. Notificación de inicio de los trabajos.**

Al inicio de los trabajos se notificará a las autoridades locales sobre los trabajos a realizar, sus objetivos, alcances y periodo de ejecución.

##### **5.2.3. Convenios de servidumbre de paso.**

Al inicio de los trabajos se obtendrán los convenios de servidumbre de paso firmados por los propietarios, poseedores o usufructuarios de los predios en donde se realizarán los trabajos.

Se elaborará una base de datos, que contenga la delimitación de los predios, uso de suelo y la inspección física de la infraestructura que se encuentre en el sitio en estudio, que se ubique próxima a los puntos fuente, llenándose el anexo 10.1 "Ficha técnica de inspección de inmuebles", incluyendo las evidencias fotográficas ya sean físicas o en archivo electrónico.

##### **5.2.4. Niveles de vibración permisibles.**

Se realizarán pruebas de parámetros de operación a efecto de determinar las características técnicas de la fuente de energía que satisfaga los objetivos del estudio sísmológico.

La ubicación de los puntos fuente con respecto a las construcciones más cercanas deberá cumplir con lo establecido en el Anexo 10.2 "Procedimiento para determinar las distancias de seguridad por medio de registro de vibraciones superficiales".

##### **5.2.5. Acondicionamiento de brechas y levantamiento topográfico.**

Se deberán adecuar las brechas y ubicar geográficamente los puntos fuente y de recepción de energía sísmica, de conformidad con lo establecido en el diseño de la prospección sísmológica y las distancias de seguridad.

##### **5.2.6. Perforación y cargado de pozos de tiro.**

En caso de emplearse material explosivo como fuente de energía, se perforarán y cargarán los pozos de tiro de conformidad con los parámetros seleccionados.

##### **5.2.7. Grabación de datos sísmológicos.**

De acuerdo con el diseño del estudio se distribuirá sobre el terreno el dispositivo de recepción compuesto por cables, cajas telemétricas y geófonos.

Se activarán los puntos fuentes consistentes en pozos de tiro, vibradores, pistones neumáticos o cualquier otra fuente de energía que genere ondas sísmicas y se grabarán los datos provenientes del subsuelo.

Durante la grabación de datos sismológicos no deben rebasarse los niveles de vibración establecidos en el Anexo 10.2, de acuerdo al Anexo 10.3, "Procedimiento para efectuar el monitoreo de las vibraciones superficiales".

### **5.3. Abandono del área de estudio.**

Previo al abandono del área de estudio, se deberán revisar y evaluar las condiciones en las que se encuentra la infraestructura inspeccionada en la etapa de obtención de convenios de servidumbre de paso, para confirmar si su condición es igual a la establecida en la Ficha Técnica de Inspección de Inmuebles, levantada al inicio de las actividades.

Se deben limpiar las brechas de trabajo, recolectando cualquier material o desecho utilizado durante la operación.

Se debe notificar la terminación de los trabajos del estudio a las entidades correspondientes.

## **6. Procedimiento de evaluación de la conformidad**

Este procedimiento es aplicable a la evaluación de la conformidad de la presente Norma Oficial Mexicana.

El procedimiento de verificación se llevará a cabo por la Secretaría de Energía y por las unidades de verificación debidamente acreditadas por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) y aprobadas por la Secretaría de Energía, para determinar el grado de cumplimiento de la presente Norma.

Las convocatorias para la aprobación de las UV's serán publicadas por la Secretaría de Energía en el Diario Oficial de la Federación.

La verificación se realizará a petición de parte y los gastos que se originen quedarán a cargo de quien lo solicite.

Durante la visita de verificación, la Secretaría de Energía o la Unidad de Verificación comprobarán que se cumple con las disposiciones de la presente Norma mediante el procedimiento siguiente:

- 1.- Al inicio de las actividades deberán constatar que el responsable cuente con la autorización de la SENER para los trabajos de la prospección sismológica.
- 2.- Sobre la planificación y diseño del estudio:
  - Verificar que se efectuó el estudio de factibilidad técnica para realizar la prospección sismológica y que el resultado haya sido favorable.
  - Verificar que el diseño de la prospección sismológica consideró los parámetros de operación que se especifican en la memoria de cálculo.
- 3.- Sobre la ubicación de los campamentos:
  - Constatar ocularmente que los campamentos se ubiquen de acuerdo a lo establecido en esta Norma.
- 4.- Sobre la notificación de inicio de los trabajos:
  - Verificar que el responsable de la operación sismológica notificó a las autoridades locales sobre los trabajos a realizar.
- 5.- Sobre los convenios de servidumbre de paso:
  - Verificar la existencia de los convenios de servidumbre de paso.
  - Verificar en sitio que la base de datos contenga la información que establece esta Norma.
  - Verificar que el responsable cuente con las fichas técnicas (anexo 10.1) de los inmuebles.
  - Constatar la evidencia fotográfica de la infraestructura en el área, antes del inicio de las actividades.
- 6.- Sobre los niveles de vibración permisibles:

Verificar en sitio que las características de las fuentes de energía a utilizar, fueron determinadas con base en las pruebas de operación.

Verificar que los puntos fuente se ubiquen a las distancias de seguridad determinadas conforme al procedimiento establecido en el anexo 10.2 de esta Norma con relación a las construcciones civiles.

**7.- Sobre el acondicionamiento de brechas y levantamiento topográfico:**

Verificar la adecuación de las brechas y que los puntos fuentes y de recepción de energía concuerden con el diseño y las distancias de seguridad.

**8.- Sobre la perforación y cargados de pozos de tiro:**

En caso de que se usen explosivos, la profundidad y la carga deberán cumplir con los parámetros seleccionados.

**9.- Sobre la grabación de datos sísmológicos:**

Verificar que el dispositivo de recepción se distribuyó conforme al diseño del estudio.

Verificar en sitio que los registros del monitoreo de vibraciones superficiales, que se efectuaron durante las operaciones de campo, respetaron los límites permisibles establecidos en el anexo 10.2 y fueron realizados conforme al anexo 10.3 de esta Norma.

Verificar que los equipos de registro de monitoreo de vibraciones estén debidamente calibrados.

**10.- Sobre el abandono del área de estudio:**

En la etapa de abandono se debe verificar que el responsable inspeccionó la infraestructura conforme a la ficha técnica de inspección de inmuebles y evaluó los resultados.

Verificar que las brechas de trabajo hayan sido limpiadas.

Verificar que el responsable notificó a las autoridades correspondientes la terminación del estudio.

**7. Concordancia con normas mexicanas o internacionales**

Esta Norma Oficial Mexicana no concuerda con ninguna norma mexicana ni internacional ya que no existe precedente al momento de su elaboración.

**8. Bibliografía**

1. Bachmann, H *et al.* (1995). *Vibration Problems in Structures. Practical Guidelines*, Birkhauser, Berlín.
2. DIN 4150-1, *Structural vibration, Part.1: Predicting vibration parameters*, 2001.
3. DIN 4150-2, *Structural vibration, Part. 2: Human exposure to vibration in buildings*, 1999.
4. DIN 4150-3, *Structural vibration, Part. 3: Effects of vibration on structures*, 1999.
5. Dowding H Ch (1985). *Blast Vibration Monitoring and Control*, Prentice Hall, Inglewood Cliffs.
6. Dowding H Ch (1986). *Construction Vibration*, Prentice Hall.
7. Estudio para determinar el posible impacto por los trabajos de exploración sísmica en los acuíferos dentro de la Región Norte de Pemex Exploración y Producción, Facultad de Ingeniería, UNAM, 2005.
8. Murià Vila, D, Escobar S., Aspectos Estructurales: Ovando, E; Aspectos Geotécnicos: Lermo, J. Aspectos Geofísicos (2002), "Obtención de curvas de límites de vibración superficial en el área correspondiente a la cuenca Macuspana perteneciente al activo de exploración Macuspana de la Región Sur. Segunda etapa", Instituto de Ingeniería, UNAM, realizado para: Pemex Exploración y Producción, Convenio PEP-UNAM. No. 416901826 PIDIREGAS, proy. 1557, 1566 y 1561.
9. Murià Vila, D, Escobar, JA; Ovando, E; Lermo, J (2003), "Obtención de curvas de límites de vibración superficial en la Región Sur, Segunda Etapa", Instituto de Ingeniería, UNAM, realizado para: Pemex Exploración y Producción, Activo de Exploración Reforma-Comalcalco, Región Sur,

Convenio

PEP-UNAM. número 01/2003, proyecto 2545, 3551,3556.

10. NMX-Z\_013/1-1977.- Guía para la redacción, estructuración y presentación de las normas mexicanas, Secretaría de Comercio.
11. Siskind, E.D. (1980), "Structure response and damage produced by ground vibration from surface mine blasting", Bureau of Mines Report of Investigations, RI 8507.
12. Siskind, E.D., Sauls McRoy, Ziegler R David, Gutiérrez Roberto (2000), "Vibraciones de detonaciones de exploración sísmica y sus efectos en estructuras, en el Estado de Tabasco, México". Informe técnico de la empresa SAULS Engineers, Inc. a PEP.
13. Stachura, J. Virgil (1981), "Airblast instrumentation and measurement techniques for surface mine blasting", Bureau of Mines of Investigations, RI 8508.
14. Stagg, S. Mark (1984), "Effects of repeated blasting on a wood-frame house", Bureau of Mines of Investigations, RI 8896.
15. Stagg, S. Mark (1980), "Measurement of blast-induced ground vibrations and seismograph calibration", Bureau of Mines Report of Investigations, RI 8506.
16. Uso de Explosivos en Obras de Ingeniería Civil (1987), Fundación ICA y SMMR.

## 9. Vigilancia

La SENER conforme a sus atribuciones está a cargo de vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana a través de las Unidades de Verificación autorizadas.

## 10 Anexos

### 10.1 Ficha Técnica de Inspección de Inmuebles

La ficha técnica deberá considerar como mínimo la siguiente información:

#### 10.1.1 Datos generales

Nombre de la prospección sísmológica.

Area responsable de la prospección.

Inspección (inicial y final, o por reclamación).

Nombre y firma del supervisor.

Nombre y firma del propietario.

Fecha de inspección.

Tipo de construcción.

Ubicación (dirección, coordenadas geográficas, municipio y comunidad).

Año de construcción. \*

Año de adiciones o modificaciones. \*

Uso de la construcción (actual y original). \*

Existencia de documentación técnica de la construcción y suelo. \*

Datos del punto fuente más cercano (coordenadas, distancia y carga).

#### 10.1.2 Descripción de las características de la construcción.

Tipos de materiales.

Elementos estructurales y no estructurales. \*

Tipo de cimentación. \*

Croquis en planta y elevación, y dimensiones principales.

Instalaciones (tanques, cisternas, tinacos, etc.).

Tipo de suelo en el que se apoya la construcción. \*

#### 10.1.3 Estado de la construcción, antes y después de la prospección.

Daños aparentes en elementos estructurales y no estructurales. \*

Grietas visibles (número, ubicación en piso, muros, techo y observaciones).

- Desprendimientos de materiales. \*
- Hundimientos y/o inclinaciones visibles. \*
- Reparaciones. \*
- Construcciones vecinas (tipo y distancia). \*
- Fugas de agua. \*
- Otros aspectos relevantes.

\* Se refiere a datos opcionales

**10.2** Procedimiento para determinar las distancias de seguridad por medio de registro de vibraciones superficiales.

**10.2.1.** Seleccionar una localidad característica que sea representativa de la litología del área de estudio.

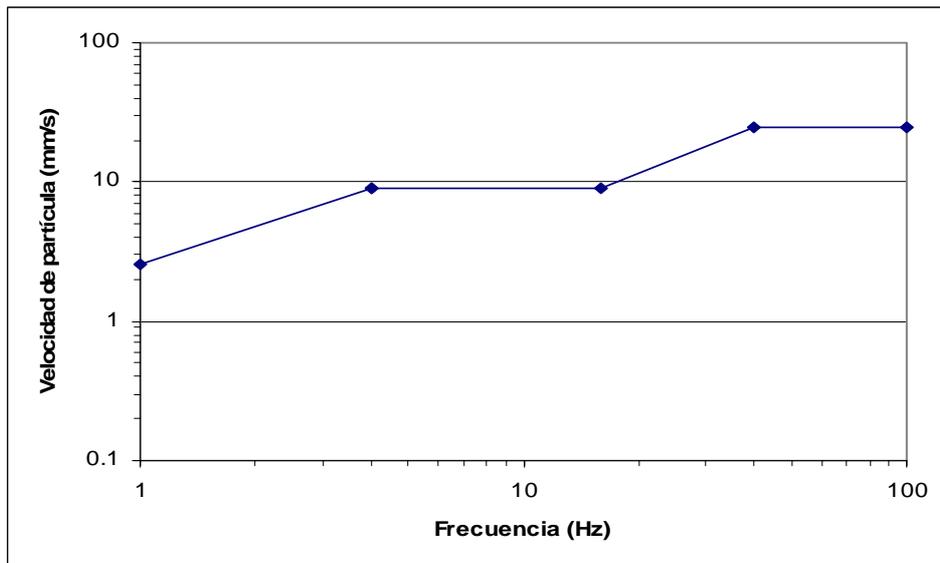
**10.2.2.** Determinar las distancias de seguridad a probar.

**10.2.3.** Obtener registros de las vibraciones superficiales de los puntos fuentes a diferentes distancias.

**10.2.4.** Identificar los valores máximos de vibración de cada registro y representarlos en un gráfico de velocidad de partícula contra frecuencia.

**10.2.5.** Seleccionar los eventos de vibración que no excedan los valores de la curva límite de referencia (Fig. 1).

**10.2.6.** La distancia de seguridad será aquella que con los parámetros de la fuente establecidos proporcione valores (Ver Tabla 1) de velocidad de partícula que estén por debajo de la curva límite de referencia.

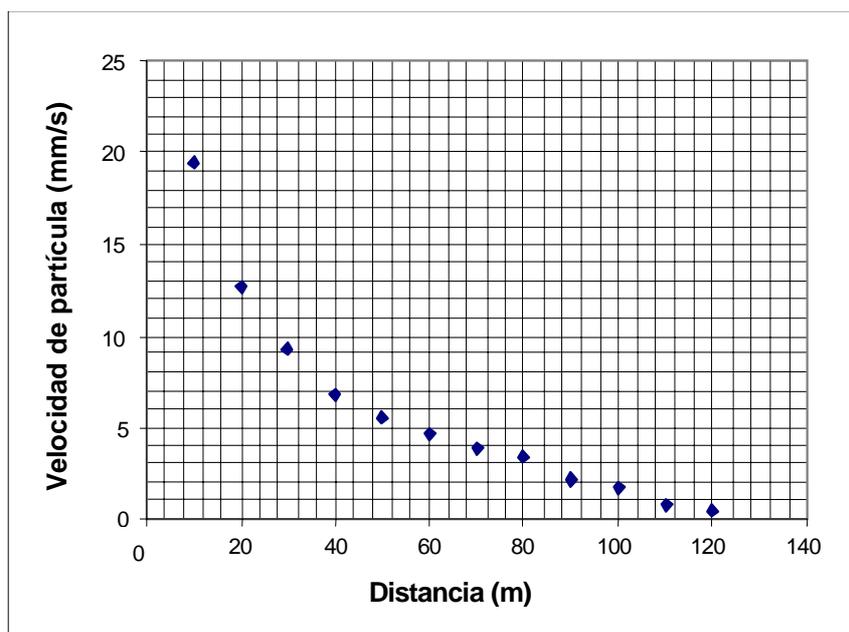


**Figura 1, Curva límite de referencia**

Frecuencia (Hz)	Velocidad de partícula (mm/s)	Desplazamiento (mm)
1-4	---	0.76
4-16	9	---
16-40	---	0.20
40-100	25	---

**TABLA 1 Especificaciones de Velocidad de partícula**

**10.2.7.** Se deberá generar un gráfico de distancia contra velocidad máxima de partícula que caracterice la respuesta del terreno a las vibraciones superficiales, ver ejemplo en figura 2.



**Figura 2, Velocidad máxima de partícula vs. Distancia**

**10.2.8.** Todas las mediciones y cálculos deberán usar el sistema general de unidades de medida, señalado en la NOM-008-SCFI-2002.

**10.3.** Procedimiento para efectuar el monitoreo de las vibraciones superficiales.

**10.3.1.** Deberán tomarse registros de mediciones en el terreno a diversas distancias de la fuente de vibración superficial, con la finalidad de efectuar un control de calidad de los datos registrados y detectar “efectos de sitio”.

**10.3.2.** La secuencia de trabajo del monitoreo de vibraciones superficiales consiste en:

1. Seleccionar los inmuebles, sitios cercanos y puntos fuente donde se determine realizar el monitoreo.
2. Ubicar geográficamente el lugar donde se llevará a cabo el registro de monitoreo de vibraciones para asegurar la correspondencia de los registros con los puntos fuente y calcular la distancia asociada.
3. La actividad de medición debe cumplir con lo siguiente:
  - a. Los equipos de monitoreo de vibraciones deben estar debidamente calibrados.
  - b. Emplear geófonos de tres componentes debidamente acoplados a la superficie de medición.
  - c. Los instrumentos de grabación de datos sismológicos y de monitoreo de vibraciones deberán estar sincronizados en fecha y hora.
4. Los sismógrafos de monitoreo de vibraciones tendrán 3 canales para registrar los tres componentes sísmicos ortogonales. Los componentes se orientarán de la siguiente manera:
  - a. El radial en el plano horizontal y en rumbo hacia la ubicación del punto fuente.
  - b. El transversal en el horizontal y a 90 grados del rumbo de la componente radial.
  - c. El vertical en el plano ortogonal al plano horizontal. Especificar las características básicas de los geófonos como por ejemplo la banda de frecuencia, esto para garantizar la buena calidad de los registros.
5. Analizar los datos registrados y verificar que no excedan los valores permisibles de la curva límite de referencia.

Esta Norma entrará en vigor a los 60 días de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

México, D.F., a 23 de enero de 2007.- El Subsecretario de Hidrocarburos y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización en Materia de Hidrocarburos, **Mario Gabriel Budebo**.- Rúbrica.