

**GUÍA METODOLÓGICA PARA
LA PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN
DE INSPECCIONES AMBIENTALES
RESOLUCIÓN S.E. N° 785/2005**

ÍNDICE

ÍNDICE	2
0. CONSIDERACIONES GENERALES	4
0.1. ALCANCE DE ESTA GUÍA.....	4
0.2. PROPÓSITO Y OBJETIVO DE ESTA GUÍA	4
0.3. ESTRUCTURA DE ESTA GUÍA	4
0.4. NORMAS DE REFERENCIA.....	5
0.5. PROCESO DE LA INSPECCIÓN AMBIENTAL.....	6
1. ETAPA IA : CARACTERIZACIÓN CONCEPTUAL DEL SITIO	11
1.1. COMPONENTE A : ANÁLISIS, VERIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA DEL SITIO Y DE LA OPERACIÓN	11
1.2. COMPONENTE B : AFINAMIENTO DEL MODELO CONCEPTUAL DEL SITIO.....	12
1.3. COMPONENTE C : EVALUACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL DE LA OPERACIÓN.....	13
2. ETAPA IB : CARACTERIZACIÓN PRIMARIA DEL SITIO	14
2.1. COMPONENTE D : PLAN DE MUESTREOS Y ANÁLISIS	14
2.1.1. SUBCOMPONENTE D.1. DETERMINACION DE CARACTERISTICAS GEOLOGICAS E HIDROGEOLOGICAS PARTICULARES DEL SITIO	14
2.1.2. SUBCOMPONENTE D.2. PLAN DE MUESTREOS Y ANÁLISIS DEL SITIO	15
2.2. COMPONENTE E : EJECUCIÓN DEL PLAN DE MUESTREO Y ANÁLISIS	15
2.2.1. SUBCOMPONENTE E.1. SCREENING	15
2.2.2. SUBCOMPONENTE E.2. ANÁLISIS DE LABORATORIO.....	16
3. ETAPA II	18
3.1 COMPONENTE F : DELIMITACION DE LA EXTENSION DE LA PLUMA DE CONTAMINACION.....	18
3.2 COMPONENTE G : EVALUACIÓN PRELIMINAR DE RIESGOS AMBIENTALES (TIER 1).....	18
3.2.1. SUBCOMPONENTE G.1. DESARROLLO DEL MODELO DE EXPOSICIÓN	19
3.2.2. SUBCOMPONENTE G.2. EVALUACIÓN TIER 1.....	19
MODELO CONCEPTUAL DEL SITIO EN RELACION AL RIESGO	21
POTENCIALES AREAS FUENTES.....	21
MEDIOS DE TRANSPORTE DE INTERES.....	22
RECEPTORES Y USOS BENEFICOS	22
4. ETAPA III	25
EVALUACIÓN PARTICULARIZADA DE RIESGOS (RBCA TIER 2)	25
ANEXOS	26
ANEXO 1: PUNTOS A CONSIDERAR EN LA VISITA EXPEDITIVA A LA SEDE DE EMPLAZAMIENTO	27
ANEXO 2: TÓPICOS INFORMATIVOS BÁSICOS QUE DEBERÁN SATISFACERSE	31
1. DESARROLLO DE LOS TÓPICOS MÁS RELEVANTES	32
1.1.1 CRONOLOGÍA DE LOS EVENTOS DEL SITIO	32
ANEXO 3: GUÍA PARA EL MUESTREO DE SUELOS	36
1. INTRODUCCION.....	37
2. CRITERIOS DE MUESTREO.....	37
ANEXO 4: GUÍA PARA EL MUESTREO DE AGUAS	52
1. INTRODUCCION.....	53
2. CRITERIOS DE MUESTREO.....	53
2.2 FASES DE INVESTIGACIÓN	55

ANEXO 5: CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MÉTODOS DE SCREENING Y ANÁLISIS DE LABORATORIO	59
1. SCREENING	60
2. CONSIDERACIONES SOBRE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD / CONTROL DE CALIDAD (QA/QC).....	61
ANEXO 6: FORMULARIO A3A E INFORMES	67
1. FORMULARIO A3A	68
2. DOCUMENTACIÓN RESPALDATORIA.....	68
3. REQUISITOS DE ELABORACIÓN DE LOS MAPAS A ADJUNTAR.....	69

0. CONSIDERACIONES GENERALES

0.1. ALCANCE DE ESTA GUÍA

Este documento define los requerimientos mínimos y establece los criterios metodológicos a seguir para la programación y ejecución de Inspecciones Ambientales de Tanques Aéreos de Almacenamiento de Hidrocarburos y sus Derivados (TAAH), conforme lo dispuesto por la Resolución S.E. N° 785/2005 que establece el “PROGRAMA NACIONAL DE CONTROL DE PERDIDAS DE TANQUES AEREOS DE ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS Y SUS DERIVADOS”.

0.2. PROPÓSITO Y OBJETIVO DE ESTA GUÍA

El propósito de este documento es fijar los criterios de adecuación de los requerimientos técnicos establecidos por la Resolución S.E. N° 785/2005 en materia de Inspecciones Ambientales a la realidad geográfica, normativa y operativa de la República Argentina.

El objetivo de este documento es satisfacer dichos requerimientos técnicos, generando a la vez un ámbito de convergencia en su ejecución, equivalente para todos los Operadores de Tipo E4, y permitiendo la revisión de las Inspecciones Ambientales en términos de homogeneidad de criterios técnicos.

0.3. ESTRUCTURA DE ESTA GUÍA

Esta guía se compone de las siguientes Partes:

Indice

Cuerpo Principal

El Cuerpo Principal de esta guía condensa los requerimientos mínimos y establece los criterios metodológicos generales tendientes a lograr el propósito establecido.

Anexos

Los Anexos se estructuran en dos grupos.

El primero de ellos contiene los Anexos que efectúan la descripción específica y particularizada y, en su caso, ejemplificativa, de los requerimientos técnicos y criterios metodológicos a aplicar.

El segundo contiene un listado y definición de los principales vocablos utilizados en esta Guía.

0.4. NORMAS DE REFERENCIA

Se han definido como criterios de referencia para la conducción de los estudios ambientales, los que surgen de las siguientes normas nacionales e internacionales.

ASTM D 4448 01	<i>Standard Guide for Sampling Groundwater Monitoring Wells.</i>
ASTM E 1527 00	<i>Standard Practice for Site Assessments: Phase I Environmental Site Assessment Process.</i>
ASTM E 1689 95	<i>Standard Guide for Developing Site Models for Contaminated Sites</i>
ASTM D 5730 04	<i>Standard Guide for Site Characterization for Environmental Purposes With Emphasis on Soil, Rock, The Vadose Zone and Ground Water.</i>
ASTM D 6235 04	<i>Standard Practice for Expedited Site Characterization of Vadose Zone and Ground Water Contamination of Hazardous Waste Contaminated Sites.</i>
ASTM D4547 03	<i>Standard Guide for Sampling Waste and Soils for Volatile Organics Compounds.</i>
ASTM D4687 95	<i>Standard Guide for General Planning of Waste Sampling</i>
ASTM E 1903 97	<i>Standard Practice for Environmental Site Assessment: PHASE II Environmental Site Assessment Process.</i>

ASTM E 1912 04	<i>Standard Guide for Accelerated Site Characterization for Confirmed or Suspected Petroleum Release.</i>
ASTM E 1739 95	<i>Standard Guide for Risk-Based Corrective action Applied at Petroleum Release Sites.</i>
IRAM 29550 03	<i>Calidad Ambiental - Calidad de Suelos – Estudio de Hidrocarburos de origen mineral en Suelos</i>
IRAM 29481-1 99	<i>Calidad Ambiental - Calidad de Suelos – Muestreo – Parte I: Directivas para el diseño de Programas de Muestreo</i>
Minnesota Pollution Control Agency - Petroleum Remediation Program (ejemplificatoria)	<i>Guidance Document 4-17</i>
GDN 1 WYOMING 22-11-2005 (ejemplificatoria)	<i>Guidance Document Number 1, Minimum Site Assessments. Storage Tank Program, Water Quality Division, Wyoming Department of Environmental Quality.</i>
CITY OF SANTA FE SPRINGS (ejemplificatoria)	<i>Soil Assessment And Remediation Guidelines For Commercial/Industrial Sites</i>

0.5. PROCESO DE LA INSPECCIÓN AMBIENTAL

La Inspección Ambiental definida en la Resolución S.E. N° 785/05 se entiende como un proceso iterativo de aproximaciones sucesivas, constreñido a los parámetros básicos fijados por la misma a través de la referencia a las normas ASTM o equivalentes, de amplia aceptación y uso generalizado en el ámbito de la industria.

En este contexto, la Inspección Ambiental se puede describir, basado en los siguientes procedimientos:

- Formulación Estudios ASTM E 1527-00 Standard Practice for Site Assessments: Phase I Environmental Site Assessment Process, complementada por ASTM E 1912-04 Accelerated Site Characterization for Confirmed or Suspected Petroleum Releases (Steps 2 -3) y ASTM E 1689-95 Standard Guide for Developing Conceptual Models for Contaminated Sites.

- Evaluación del Plan de Gestión Ambiental y sus componentes particulares, según requerimientos mínimos establecidos por la Resolución S.E. N° 785/05.
- Formulación de Estudios ASTM 1903-97 Standard Practice for Environmental Site Assessment: PHASE II Environmental Site Assessment Process complementada por ASTM E 1912-04 Accelerated Site Characterization for Confirmed or Suspected Petroleum Releases (Steps 4 -6).
Dichos estudios se articulan en dos partes: una primera parte de screening con el propósito de detectar la presencia de contaminantes de tipo VOCs ; y una segunda parte de análisis de laboratorio extendido para aquellos elementos muestreados que arrojaron las mayores concentraciones en campo.
- Formulación de Evaluación ASTM E 1739-95 Risk Based Corrective Action Applied at Petroleum Releases Sites TIER 1, en caso de confirmación de compromiso de componentes del medio.
Adicionalmente, en caso de inexistencia de niveles guías locales, provinciales y/o nacionales aplicables a alguno de los componentes del medio, deberá, en concurso con el Auditado y la Autoridad de Aplicación, y en defecto de selección de niveles guías de origen distinto de los mencionados, formularse una Evaluación ASTM E 1739-95 Risk Based Corrective Action Applied at Petroleum Releases Sites TIER 2.
- Elaboración del Formulario A3a de Inspección Ambiental previsto en la Resolución S.E. N° 785/05, al que se le adjuntará la totalidad de la documentación respaldatoria que corresponda, a efectos de resultar aquéllos, razonablemente analizables por la Autoridad de Aplicación.

En consecuencia, se considera adecuado aplicar un esquema de investigación en etapas, en el que la información recabada en la etapa previa constituye la base del diseño de la siguiente, de forma que representen una profundización gradual en el proceso de caracterización. De esta forma y según las citadas normas, la investigación puede dividirse básicamente en las siguientes etapas:

1. **ETAPA I ó de Investigación Exploratoria (IE).** El objetivo fundamental de esta etapa de investigación es descartar o confirmar la existencia de niveles de contaminación que supongan o puedan suponer un riesgo inaceptable para la salud humana y los ecosistemas. Se incluye además dentro de los objetivos de la investigación exploratoria la confirmación de la hipótesis de distribución espacial de la contaminación y la obtención de datos relevantes que permitan el diseño óptimo de la siguiente fase de investigación. En consecuencia pretende:

- Descartar o determinar la presencia de concentraciones de contaminantes que impliquen una contaminación del suelo.
- Establecer la lista de los contaminantes presentes más relevantes, facilitando para cada uno de ellos valores aproximados de concentración y de heterogeneidad de reparto espacial
- Distinguir subáreas o estratos diferenciables dentro de la zona de estudio.

Dentro de esta etapa de Investigación Exploratoria (**IE**) pueden diferenciarse dos tipos de actividades:

ETAPA IA: Actividades dirigidas a recopilar información referente tanto a las actividades desarrolladas en la Sede de Emplazamiento (con objeto de confirmar los indicios existentes de contaminación), como al medio físico (con el fin de definir el modelo conceptual inicial).

ETAPA IB: Comprenderá las actividades que implican la toma y el análisis de muestras recogidas en la Sede de Emplazamiento.

En algunos casos, los resultados de la evaluación de la información previa recopilada pueden conducir a la clasificación de la Sede de Emplazamiento como no sospechosa de estar contaminada, cuando no se hayan detectado indicios fundados de una posible afección al suelo y/o el agua subterránea. No obstante, será necesario recurrir a la toma de algunas muestras*** y a su análisis para poder obtener resultados concluyentes acerca de la existencia o no de contaminantes buscados en suelo y/o agua subterránea.

Así, si la concentración de ninguna de las sustancias o grupos de sustancias investigados como posibles contaminantes supera el nivel de referencia que se haya adoptado, el proceso de investigación se da por finalizado. En caso de que los resultados de esta fase confirmasen la posibilidad de la existencia de un riesgo inaceptable para la salud humana o el medio ambiente (concentraciones superiores al valor de referencia adoptado), o bien no pudiera delimitarse con suficiente aproximación la extensión de la pluma de contaminación, se procedería a la ejecución de la fase de investigación siguiente.

En caso de que los resultados obtenidos a partir de los trabajos correspondientes a la Etapa I, no permitan caracterizar suficientemente el área contaminada, ya sea como consecuencia de los resultados de la Evaluación Ambiental del Sitio de Fase I, o de los resultados obtenidos a partir de los trabajos de campo y gabinete previstos en esa Etapa, se procederá a definir las actividades de campo adicionales (de

corresponder) que permitan obtener la información requerida.

Este plan de trabajos será presentado como parte del informe de Inspección Ambiental de la Etapa I. En este informe, se comparará la concentración de los analitos investigados con los niveles permisibles en la legislación vigente aplicables al sitio (municipal, provincial ó nacional). En caso que no existan niveles permisibles, el Auditor realizará una comparación con legislación internacional reconocida.

Las tareas que deberán ser desarrolladas en la Etapa I serán:

Etapa IA:

- A. Análisis, verificación y evaluación de información secundaria del sitio y de la operación.
- B. Afinamiento del Modelo Conceptual del sitio
- C. Evaluación del Plan de Gestión Ambiental de la Operación

Etapa IB:

- D. Plan de muestreos y análisis
 - D1. Características geológicas e hidrogeológicas particulares del sitio.*
 - D2. Plan de muestreos y análisis*
- E. Ejecución del plan de muestreos y análisis.
 - E1. Screening*
 - E2. Análisis de laboratorio*

- 2. ETAPA II ó de Investigación Detallada (ID).** El objeto de esta fase de investigación es el de recabar la información necesaria en cuanto a la caracterización espacial (horizontal y vertical) de la contaminación, enfatizando en aquella requerida para el análisis de los riesgos presentes y futuros derivados de la contaminación detectada.

Asimismo, se podrá proceder a realizar una evaluación preliminar de riesgos ambientales (RBCA Tier 1).

Por lo tanto, las tareas que eventualmente podrán ser desarrolladas en esta Etapa II serán:

- F. Delimitación de la extensión de la pluma de contaminación
- G. Evaluación preliminar de Riesgos Ambientales (RBCA Tier 1)
 - G1. Desarrollo del Modelo de Exposición*
 - G2. Evaluación Tier 1*

3. ETAPA III. En caso de no obtenerse resultados ambientalmente satisfactorios a partir de la ejecución de la evaluación RBCA Tier 1, podrá ser necesario avanzar en una Etapa siguiente del estudio hacia una evaluación particularizada de riesgos (RBCA Tier 2)

1. ETAPA IA : CARACTERIZACION CONCEPTUAL DEL SITIO

Una Inspección Ambiental de TAAH requiere cubrir en esta etapa los siguientes tópicos:

- Fijar la ubicación de los TAAH y sus instalaciones asociadas
- Desarrollar una memoria histórica general de las construcciones en la Sede, considerando las principales mejoras, demoliciones y reformas realizadas de acuerdo a información suministrada por el Operador.
- Desarrollar una comprensión adecuada de las condiciones de la superficie del terreno
- Identificar el uso del agua subterránea y superficial dentro del sitio.
- Entender a nivel general las características de la hidrogeología regional y características de los acuíferos en el área de influencia de los tanques..
- Desarrollar una memoria histórica particular de las operaciones con los TAAH en el sitio.
- Desarrollar una memoria específica de las operaciones actuales de los TAAH en el sitio.
- Requerir del Operador un Lay Out detallado de las instalaciones y operaciones sobre la base de un mapa del sitio.

1.1. COMPONENTE A : ANÁLISIS, VERIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA DEL SITIO Y DE LA OPERACIÓN

Esta actividad consiste en recuperar toda la información histórica y reciente que sea posible acerca del sitio bajo estudio.

La información del sitio deberá ser recolectada previamente a la inspección detallada del sitio y luego de efectuar una visita expeditiva al lugar de las instalaciones. La visita expeditiva tenderá a fijar criterios básicos para las actividades posteriores. Sobre el particular, el ANEXO 1 del presente, describe una serie de puntos esenciales que deberán tenerse en cuenta en dicha visita.

La información a recolectar deberá incluir los ítems informativos más relevantes a efectos de la Inspección Ambiental, dentro de las limitaciones de oportunidad y economicidad lógicas.

Es de notar que la información relevante puede ser obtenida de diversas maneras como ser: revisión de la información regional, revisión de archivos relacionados al sitio o lugares adyacentes, etc. Sobre el particular, el ANEXO 2 del presente, enuncia los tópicos informativos esenciales que deberían satisfacerse dentro de los límites antedichos.

Toda la información obtenida será procesada y analizada, conformando un documento integrador que incorporará las características más relevantes del sitio de TAAH y sus adyacencias.

Como resultado se elaborará una memoria descriptiva de los resultados obtenidos así como un Modelo Conceptual inicial del Sitio, que contendrá la información pertinente de mayor importancia de acuerdo a los tópicos detallados en los ANEXOS 1 y 2.

1.2. COMPONENTE B : AFINAMIENTO DEL MODELO CONCEPTUAL DEL SITIO

El afinamiento y particularización del Modelo Conceptual inicial desarrollado en el marco del Componente A, deberá partir de una visita exhaustiva al sitio, con el objeto de obtener información que permita identificar certeramente las condiciones ambientales existentes en relación con el área de estudio.

Se deberá visualizar y observar físicamente la propiedad, el parque de TAAH y toda estructura asociada con su funcionamiento. Además se identificarán todas aquellas estructuras adyacentes, dentro del límite de la propiedad.

En particular, se deberá proceder en forma sistemática según las pautas detalladas en los ANEXOS 1 y 2, asentando documentalmente toda observación relevante así como el método utilizado para el relevamiento del sitio.

Para una descripción más detallada de los alcances del desarrollo de un modelo conceptual de sitio, resulta de aplicación las normas ASTM enunciadas en el apartado "Normas de Referencia".

1.3. COMPONENTE C : EVALUACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL DE LA OPERACIÓN

La Resolución S.E. N° 785/05 establece que uno de los componentes de la Inspección Ambiental, es la revisión y análisis del Plan de Gestión Ambiental de la operación de TAAH.

La revisión y análisis a cargo de la AA tenderá a verificar que el mencionado Plan contenga al menos, los siguientes tópicos:

- Planes de Monitoreo y Control de Emisiones, adecuados a la operación de los TAAH objeto de la Inspección Ambiental Inicial, los cuales atenderán, al menos, a:
 - Al tratamiento adecuado de aguas hidrocarburadas, conforme las prescripciones reglamentarias vigentes.
 - Al tratamiento de los residuos generados como consecuencia de la implantación y/u operación de los TAAH, conforme la normativa municipal, provincial y/o nacional más exigente al respecto.
 - Al control de emisiones a la atmósfera, cuidando que las mismas no superen los valores guía en los puntos de emisión, conforme la normativa municipal, provincial y/o nacional más exigente al respecto.
- Planes de Mitigación de impactos ambientales negativos, adecuados a las consecuencias negativas que la implantación y/u operación de los TAAH objeto de la Inspección Ambiental Inicial ejercen sobre el medio.
- Planes de Contingencia adecuados a los riesgos ambientales derivados de la implantación y/u operación de los TAAH objeto de la Inspección Ambiental, incluyendo los programas específicos de capacitación, entrenamiento y concientización continua para lograr su adecuada ejecución.

El análisis del Plan de Gestión Ambiental y la consecuente opinión sobre su adecuación a la operación de los TAAH objeto de la Inspección Ambiental, deberá ser adjuntado como informe al Formulario A3a previsto en la Resolución.

2. ETAPA IB : CARACTERIZACIÓN PRIMARIA DEL SITIO

2.1. COMPONENTE D : PLAN DE MUESTREOS Y ANÁLISIS

El Plan de Muestreos y Análisis de Laboratorio deberá ser diseñado de conformidad con los hallazgos obtenidos en la Etapa IA.

Los ANEXOS 3 y 4 establecen los criterios a seguir a efectos de desarrollar un adecuado Plan de Muestreos en suelos y aguas para una Inspección Ambiental en el marco de los Resolución S.E. N° 785/05 (ver ***).

2.1.1. SUBCOMPONENTE D.1. DETERMINACION DE CARACTERISTICAS GEOLOGICAS E HIDROGEOLOGICAS PARTICULARES DEL SITIO

Se buscará determinar las características geológicas del subsuelo hasta la base del 1º acuífero o del 1º ó 2º subyacente que sea explotado en la zona, e investigar la presencia de contaminación en el 1º acuífero, o bien en su sección superior cuando el espesor total del mismo es mayor de 5 - 6 metros.

Las tareas más relevantes a desarrollar en esta etapa podrán incluir:

- Perforación de exploración geológica con toma y descripción de muestras litológicas metro a metro y perfilaje geofísico y cementado completo de la misma.
- Limpieza de pozos de monitoreo ya existentes, extracción de muestras de agua representativas y medición de las fluctuaciones del nivel estático en los mismos durante 24 horas.
- Replanteo del plan de muestreo del agua subterránea.
- Construcción de pozos de monitoreo en el 1º acuífero, con extracción y descripción de muestras litológicas, extracción de 1 muestra de agua representativa incluyendo un eventual sobrenadante, y medición del nivel estático.
- Levantamiento topográfico de los pozos construídos y eventualmente de los existentes, y medición de las fluctuaciones del nivel estático durante 24 horas en un conjunto seleccionado de los mismos.

La necesidad, cantidad y dimensiones de las tareas y muestreos se deberán particularizar mediante la ejecución de las tareas que se indican en el Anexo IV.

2.1.2. SUBCOMPONENTE D.2. PLAN DE MUESTREOS Y ANÁLISIS DEL SITIO

De acuerdo a los resultados obtenidos en el Subcomponente previo, se adecuará el Plan de Muestreos y Análisis tomando en consideración los siguientes conocimientos desarrollados:

- El modelo conceptual refinado del sitio
- Los métodos de recolección de muestras y análisis de datos disponibles de acuerdo a las particularidades específicas del sitio y la operación
- Los criterios de muestreo y análisis (profundidad, intervalos, protocolo de muestreo, compuestos químicos de interés, niveles de calidad base, métodos analíticos, información de validación) que mejor se adecuen al sitio y la operación
- Las contingencias basadas en desviaciones de las condiciones esperadas en el sitio, tales como profundidad del agua subterránea, disposición de desechos, cambios en los requerimientos de equipos, consideración de químicos no previstos

Para una descripción más detallada de los alcances del presente componente, ver con carácter de guía los contenidos de los ANEXOS 3 y 4.

2.2. COMPONENTE E : EJECUCIÓN DEL PLAN DE MUESTREO Y ANÁLISIS

2.2.1. SUBCOMPONENTE E.1. SCREENING

La investigación de campo de espacio de aire o headspace proporciona una indicación cualitativa del impacto por hidrocarburos en el campo, y se utilizará para delinear el impacto y la selección de muestras de suelo para análisis en laboratorio.

La investigación de espacio de aire de campo o “screening” se realizará de acuerdo a normas internacionalmente reconocidas de la siguiente manera:

- Utilizando un instrumento conveniente para la investigación de campo de los Químicos de Interés, tal como un detector de foto-ionización (PID) o detector de ionización de llama (FID) o Cromatógrafo de Gases portátil (GC-Portátil)
- Registrando las lecturas de espacio de aire en campo para cada intervalo del suelo evaluado en el registro de perforaciones;
- Identificando y anotando en el registro cualquier condición del sitio que pueda afectar los resultados de la investigación (por ejemplo: la alta humedad del suelo que puede indicar un resultado anómalamente elevado; lecturas de benceno equivalente en PIDs, otras);
- Calibrando el equipo de investigación de espacio de aire en campo de acuerdo con las especificaciones del instrumento y los componentes volátiles investigados, y manteniendo los registros escritos de la calibración en los archivos.

Se utilizará esta herramienta a fin de detectar, en correspondencia con cada perforación para sondeo de suelos que se realice, la muestra que arroje las mayores concentraciones de los analitos a investigar. Dicha muestra será remitida posteriormente al laboratorio a los efectos de analizar allí dichos analitos.

Para una descripción más detallada de los alcances del presente componente, ver con carácter de guía los contenidos del ANEXO 5.

2.2.2. SUBCOMPONENTE E.2. ANÁLISIS DE LABORATORIO

Los analitos a investigar dependerán del tipo de compuesto a analizar.

A modo de referencia se propone la siguiente tabla, la cual ha sido adaptada a partir de la norma de la Minnesota Pollution Agency, la que indica los análisis requeridos para diferentes productos del petróleo:

Producto del Petróleo	Parámetros
Nafta normal (Regular Gasoline), Nafta de aviación (Aviation Gasoline)	A, C, E
Nafta sin plomo (Unleaded Gasoline)	A, C
Productos del Petróleo no usados: Fuel Oil, Aceite de Motor (Motor Oil), Diesel Fuel, Kerosene, Fuels	A, D , H

de Jet (Jet Fuels), Aceite Mineral/Soluciones Alcohólicas (Mineral Oil/Spirits), Crude Oil (Petróleo Crudo), Solventes Stoddard (Stoddard Solvents)	
Aceite Usado (por ej. Aceite de Motor, otros productos del petróleo usados). <i>Ver notas 1 y 2 al pie.</i>	A, D, F, G, H
Mezclas desconocidas de petróleo ó hidrocarburos	A, C, D, F, G, H
Otros productos del petróleo	Específicos para cada sitio
Fluidos Hidráulicos	A, D, G*, H

Referencias:

A: Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC)

C: Gasoline Range Organics (GRO)

D: Diesel Range Organics (DRO)

E: Plomo

F: Arsénico, Bario, Cadmio, Plomo, Mercurio, Selenio y Plata

*G: Bifenilos Policlorados (PCB). *Los análisis para PCB deberían completarse para fluidos hidráulicos usados en elevadores y otros fluidos hidráulicos sujetos a altas temperaturas antes de 1980.*

H: Hidrocarburos Poliaromáticos (PAHs)

Nota 1: No se debe confundir aceite usado con aceite de descarte. El aceite usado comprende cualquier aceite que, como resultado de su uso, ha sido contaminado por impurezas físicas ó químicas. Ejemplos de aceites usados incluyen aceite de motor, fluidos hidráulicos, etc. Aceite de descarte es aquél aceite que es desechado antes de su uso.

Nota 2: Al investigar sitios con presumible contaminación por aceite usado, deben recogerse muestras para ser analizadas para VOCs, DRO, metales y PCBs. Sin embargo, puede analizarse inicialmente sólo VOCs y DRO. Si cualquiera de estos compuestos es detectado, entonces deberá procederse a analizar muestras para metales y PCB.

Por otra parte, se propone aplicar los siguientes métodos de análisis, para los siguientes analitos:

ANALITO	METODOLOGIA
Hidrocarburos totales*	EPA 418.1
Hidrocarburos aromáticos polinucleares	EPA 8310
BTEX	EPA 8021
Gasoline range organics (GRO)	EPA 8015
Diesel range organics (DRO)	EPA 8015
Motor oil range organics (MRO)	EPA 8015

VOC's	EPA 8260
semiVOC's	EPA 8270
Metales	Abs. Atómica
Tetraetilplomo	GC-MS
MTBE	GC-MS
Apertura por cadenas carbonadas	TX 1005/6

* En caso de estar disponible el análisis.

En caso de aplicar otra metodología de análisis, ésta deberá ser adecuadamente justificada por el Auditor.

Asimismo, y a fin de mejorar la calidad y consistencia de los datos recogidos, deberá preverse adecuados procedimientos de Aseguramiento de Calidad / Control de Calidad (QA/QC, en inglés).

Para una descripción más detallada de los alcances del presente componente, ver con carácter de guía los contenidos del Anexo 5.

3. ETAPA II

3.1 COMPONENTE F : DELIMITACION DE LA EXTENSION DE LA PLUMA DE CONTAMINACION

En el caso de que no se haya podido delimitar la extensión de la pluma de contaminación a partir de los trabajos realizados durante la Etapa I, se procederá a implementar el plan de muestreo complementario, de acuerdo a los criterios detallados en los ANEXOS 3, 4 y 5, a fin de alcanzar este objetivo.

3.2 COMPONENTE G : EVALUACIÓN PRELIMINAR DE RIESGOS AMBIENTALES (TIER 1)

De ser solicitado por la SE y/o el Operador, y una vez acordado con este último, el Auditor realizará una Evaluación de Riesgos Ambientales tipo RBCA como parte de esta Etapa II, de acuerdo a las tareas que a continuación se describen.

3.2.1. SUBCOMPONENTE G.1. DESARROLLO DEL MODELO DE EXPOSICIÓN

El objetivo de un modelo de exposición (ME) es definir las vías de exposición que se encuentran completas o puede esperarse que lleguen a completarse bajo las condiciones actuales o bajo condiciones que podemos anticipar razonablemente en un futuro. Un ME identifica el medio de interés, los receptores de interés, los caminos de exposición desde el medio impactado hasta el receptor y las rutas o vías de exposición. El ME presenta una hipótesis de la manera por la cual los químicos que interesan (CQI) migraron desde la fuente a los puntos de exposición (PE) donde los CQI tomaron contacto con los receptores y ocurrió la exposición. Para cada combinación completa de fuente-camino-ruta de exposición identificada en el ME, se deben desarrollar valores basados en el riesgo para cada CQI.

Un ME es una evaluación cualitativa basada en la información tomada durante las investigaciones del sitio. Los modelos de exposición serán desarrollados en tres períodos de tiempo para cada sitio: uso de la tierra actual, uso del suelo en un futuro cercano y, finalmente, uso del suelo a un futuro lejano.

El uso del suelo puede categorizarse como residencial y no-residencial. El uso residencial o uso del suelo irrestricto, incluye donde las personas residen mas de 8 horas al día, 7 días a la semana, tales como casas, departamentos, hospitales, escuelas, centros asistenciales, etc. El uso no-residencial incluye tierras donde las personas se encuentran menos de 10 horas al día y en ausencia los fines de semana y días festivos, como oficinas, talleres, hoteles, moteles, industrias, etc.

Las evaluaciones deben considerar el impacto de los CQI en los receptores fuera del sitio y dentro de él. Una pluma moviéndose fuera del sitio puede impactar múltiples tierras y múltiples receptores.

3.2.2. SUBCOMPONENTE G.2. EVALUACIÓN TIER 1

Uno de los objetivos claves del proceso RBCA es manejar los sitios tal que sean protegidas la salud humana y el medio ambiente. Aunque en un concepto más amplio podemos incluir a todos los organismos no humanos y su hábitat, como los receptores ecológicos, los cuales deben ser evaluados y por igual adecuadamente protegidos.

Debe ser ejecutada una evaluación ecológica TIER 1, donde las investigaciones iniciales indican que las concentraciones de los CQI se encuentran por encima de los valores máximos permisibles (DTL) y el sitio no posee obviamente amenazas a los receptores ecológicos.

Chequeo de preguntas generales para una evaluación de condición de riesgo ecológico Tier 1.

- ¿Hay fuentes de recursos de agua superficial como ríos, lagos, lagunas, etc. a menos de 200 m del sitio?
- ¿Hay pantanos, ciénagas, etc. sobre o en las adyacencias del lugar?
- ¿Hay características cársticas dentro o sobre un radio de 1000m del lugar?
- ¿Se encuentran especies raras, amenazadas o en peligro dentro o sobre un radio de 200 m del lugar?
- ¿Hay una o varias áreas sensibles ambientales dentro o sobre un radio de 200 m del lugar?
- ¿Son las especies de fauna y flora, importantes desde el punto de vista recreativo o comercial dentro de un radio de 1.000m del lugar?

Si la respuesta es sí a cualquiera de las preguntas superiores entonces se debe completar el TIER 1 y realizar un chequeo de preguntas para las fases subsiguientes.

- ¿Pueden los contaminantes asociados al sitio filtrar, disolver o migrar de otra manera al agua subterránea y descargar ésta en un hábitat ecológico?
- ¿Hay fase líquida no acuosa presente en el sitio, migra, puede descargar en hábitat ecológico?
- ¿Hay contaminantes presentes en los suelos de superficie, se pueden filtrar y transportarse hasta receptores ecológicos?
- ¿Pueden los contaminantes alcanzar receptores ecológicos vía contacto directo?
- ¿Pueden los contaminantes alcanzar receptores ecológicos vía inhalación de la volatilización o adheridos al polvo en aire ambiental o por vías subsuperficiales?
- ¿Pueden los contaminantes alcanzar receptores ecológicos vía ingestión ya sea de suelo, de plantas, animales o directamente?
- ¿Pueden los contaminantes alcanzar receptores ecológicos transportándose vía el sistema cárstico?

MODELO CONCEPTUAL DEL SITIO EN RELACION AL RIESGO

El Modelo Conceptual del Sitio (**MCS**), en relación al riesgo, permite identificar la combinación de factores que pudieran resultar en una vía de exposición completa y por lo tanto, la potencial exposición humana a compuestos químicos de interés procedentes de la(s) fuente(s) identificada(s).

Estos factores incluyen:

- Una fuente y mecanismo de liberación de los compuestos químicos de interés. Éstos incluyen la volatilización, lixiviado a agua subterránea, y escorrentía superficial hacia cuerpos receptores superficiales.
- El medio a través del cual los contaminantes migran para alcanzar el punto potencial de contacto humano. Estos incluyen suelo, agua subterránea, agua superficial y aire.
- Una ruta de exposición o de “toma” del compuesto en el punto de exposición. Estas rutas de exposición incluyen, mas no se limitan a, ingesta de agua, contacto dérmico con suelo y/o agua, ingesta de suelo, e inhalación de aire.

Las principales vías de exposición de interés para la salud humana, incluyen:

- i) ingesta de agua subterránea,
- ii) liberación de suelo-a-agua subterránea,
- iii) ingesta de suelo, inhalación de vapores y contacto dérmico.

Para que exista riesgo, por su parte, son necesarios tres factores para cada vía de exposición:

- ❖ un medio fuente afectado,
- ❖ un mecanismo para el transporte de compuestos de interés,
- ❖ un receptor.

Dicho de otro modo, las vías de exposición pueden por lo tanto ser evaluadas en base a la presencia y movilidad de los compuestos de interés identificados, y a la proximidad de los receptores al Área Fuente.

POTENCIALES AREAS FUENTES

Identificación de Potenciales Áreas Fuente

Fuentes Primarias

Son aquellas que originan el aporte de Químicos de Interés (COCs).

En el sitio de estudio, se presumen como fuentes primarias, las instalaciones y/u operaciones históricas de manejo de hidrocarburos en el sitio, incluyendo su almacenamiento, trasvase, despacho y distribución.

Fuentes Secundarias

Son aquellos medios que reciben el aporte directo de una fuente primaria, y a su vez pueden proveer un aporte hacia otros medios.

Se considera como fuente secundaria al suelo, por su capacidad de lixiviación de COCs , así como al agua subterránea debido a su potencial aporte de fase disuelta al medio subterráneo, así como por la volatilización de vapores de solubilizados.

MEDIOS DE TRANSPORTE DE INTERES

Los medios de transporte de interés se describen a continuación:

- Suelo
- Aire
- Agua Subterránea
- Agua Superficial

RECEPTORES Y USOS BENEFICOS

Debe destacarse que la denominación de receptor “actual” aplica a aquellos receptores de existencia comprobada, que potencialmente pudieran aplicar al escenario de estudio, en tanto que los denominados “receptores potenciales” son aquellos receptores de existencia sospechada, o de potencial existencia a futuro. El análisis de exposición determinará cuál de los receptores actuales y/o potenciales es pasible de consideración en la evaluación de riesgo.

De acuerdo a todo lo antes descrito nos encontraríamos con las siguientes connotaciones, en cuanto a vías de exposición:

- **Suelos** afectados que
 - por infiltración afectan al agua subterránea y alcanzan un receptor (pozo) situado en el sitio.
 - por infiltración afectan al agua subterránea y alcanzan un receptor (pozo) situado fuera del sitio.
- **Pluma de Fase Libre móvil** que :
 - migra sobre el agua freática alcanzando un receptor (pozo) situado en el sitio.
 - migra sobre el agua freática alcanzando un receptor (pozo) situado fuera del sitio.

- por advección / dispersión aporta solubilizado afectando el agua freática y alcanzando un receptor (pozo) situado dentro del sitio.
 - por advección / dispersión aporta solubilizado afectando el agua freática y alcanzando un receptor (pozo) situado fuera del sitio.
 - descarga a un cuerpo o curso de agua superficial presente en el sitio utilizado para uso benéfico (recreación, consumo ictícola, protección de vida acuática) tras escorrentía o migración subterránea.
 - descarga a un cuerpo o curso de agua superficial localizado fuera del sitio utilizado para uso benéfico (recreación, consumo ictícola, protección de vida acuática) tras escorrentía o migración subterránea.
- **Pluma de Fase Disuelta** que :
 - por advección / difusión afecta un receptor (pozo) situado dentro del sitio.
 - por advección / difusión afecta un receptor (pozo) situado fuera del sitio.
 - descarga a un cuerpo o curso de agua superficial presente en el sitio utilizado para uso benéfico (recreación, consumo ictícola, protección de vida acuática) tras escorrentía o migración subterránea.
 - descarga a un cuerpo o curso de agua superficial localizado fuera del sitio utilizado para uso benéfico (recreación, consumo ictícola, protección de vida acuática) tras escorrentía o migración subterránea.
- **Suelos Superficiales afectados**, que :
 - aportan COCs al agua de escorrentía, la cual descarga a un cuerpo o curso de agua superficial presente en el sitio utilizado para uso benéfico (recreación, consumo ictícola, protección de vida acuática) tras escorrentía o migración subterránea.
 - aportan COCs al agua de escorrentía, la cual descarga a un cuerpo o curso de agua superficial localizado fuera del sitio utilizado para uso benéfico (recreación, consumo ictícola, protección de vida acuática) tras escorrentía o migración subterránea.

- por volatilización de vapores o desprendimiento de partículas / polvillo, transportados por aire, puedan ser inhalados o ingeridos en ambientes exteriores por residentes o trabajadores en el sitio.
- **Suelos subsuperficiales afectados**, que por volatilización de vapores o, transportados por aire, puedan ser inhalados en ambientes exteriores por residentes o trabajadores en el sitio.
- **Pluma de Fase Libre Móvil (FLNA)**, que por volatilización de vapores, transportados por aire, puedan ser inhalados en ambientes interiores por residentes o trabajadores en el sitio.
- **Pluma de Fase Disuelta**, que por volatilización de vapores, transportados por aire, puedan ser inhalados en ambientes interiores por residentes o trabajadores fuera del sitio.

4. ETAPA III

EVALUACIÓN PARTICULARIZADA DE RIESGOS (RBCA TIER 2)

En defecto de satisfacción de los resultados ambientales obtenidos en el marco de la Evaluación de Riesgos a Nivel TIER 1 se procederá a una Evaluación de Riesgos a Nivel 2, para establecer los valores límites a alcanzar en la remediación, la cual también se deberá adjuntar como informe al Formulario A3a.

Dicha Evaluación será debidamente programada y propuesta al Operador, para ser presentada a la Autoridad de Aplicación para su aprobación y consecuente ejecución.

Para la programación y evaluación TIER 2 se seguirá lo establecido por la norma ASTM específica.

ANEXOS

ANEXO 1:

**PUNTOS A CONSIDERAR EN LA VISITA
EXPEDITIVA A LA SEDE DE EMPLAZAMIENTO**

ETAPA I

Información correspondiente al sitio:

- Cantidad de TAAH que posee el establecimiento. Características generales de los tanques para el almacenaje. Lay Out de la Planta, incluyendo TAAH, sus recintos de contención, islas de carga/descarga, conducciones relevantes identificadas, límites de la propiedad, etc.. Formularios A1 de la Res. 785/2005 en estado "Presentado".
- Lista de productos almacenados en el TAAH. Historia de almacenaje.
- Existen datos o registros de los anteriores Operadores ?
- Hojas de Identificación del producto almacenado. Clase de hidrocarburos, composición química y presencia de metales pesados u otros de significancia ambiental.
- Contenedores de sustancias que contengan Hidrocarburos o sus derivados (no necesariamente en conexión con usos identificados)
- Pueden identificarse las vinculaciones existentes en el área de tanques ?. Existen registros de otras estructuras existentes en el pasado, que hayan servido para el almacenaje y transporte de Hidrocarburos y sus derivados en el predio?
- Existen drenajes y/o cañerías aéreas o enterradas que crucen el recinto del TAAH?
- Suelos o pavimento manchado. Vegetación dañada
- Descripción general de estructuras:
 - Caminos
 - Suministro de agua potable. Sistema de disposición de efluentes
- Existen registros de derrames o liberaciones de los productos almacenados actualmente o en el pasado?
- Pueden determinarse los usos pasados del suelo en el sitio? (Agrícola, industrial, comercial, residencial, etc.).
- Tiene el Operador Inspecciones Técnicas, Ambientales o Evaluaciones de Impacto Ambiental previas externas o internas?
- Pueden identificarse los sitios de almacenamiento de residuos que contengan Hidrocarburos o sus derivados, tanto actuales como pasados?
- Existen pozos de agua de monitoreo y/o para abastecimiento? Cantidad, croquis de ubicación y esquema de perfil constructivo o esquema de entubado con los datos del nivel de agua, caudal específico, ensayos de bombeo y análisis químico del agua.

- Actividades de mitigación de impactos ambientales negativos en el sitio.
- Han sido efectuadas Remediaciones o se encuentran previstas? Existen registros al respecto? En tal caso, se solicitará:
 - Delimitación de la zona de remediación (indicada por ej. en un lay-out de las instalaciones)
 - Causa que originó la necesidad de remediación. Antigüedad del incidente.
 - Contaminantes encontrados
 - Cuantificación (superficie, profundidad) de la zona a remediar ó remediada
- Existen concentraciones máximas de contaminantes (HTP, BTEX, DRO, GRO, MRO, VOCs, Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares, Plomo, Tetraetilplomo, MTBE, etc.) acordados con la autoridad ambiental municipal/provincial/nacional? En caso afirmativo, con quién y cuáles son los valores acordados?
- Existe un Plan de Gestión Ambiental? Resultados del Plan de Monitoreo.
- Existe un Estudio de Impacto Ambiental?
- Existe algún estudio geotécnico del predio donde se describan los parámetros característicos del suelo?
- Determinar impactos en el pasado y quejas que hayan sido previamente reportadas a las autoridades pertinentes.

Información correspondiente al sitio y predios lindantes:

- Existen piletas naturales? Ubicación. Permeabilidad.
- Existen piletas artificiales? Ubicación. Permeabilidad.
- Existen lagunas transitorias o permanentes? Cuerpos lénticos
- Existen cuerpos de agua tales como ríos, arroyos, etc? Cuerpos lóticos.
- Hoyos, estanques y lagunas.
- Cuál es el uso de las propiedades adyacentes al tanque o parque de tanques (Industria química, criadero de aves, granja, maderera, curtiembre, etc.).

Información general:

- Existen fotos aéreas de la zona de estudio? Organismos consultados. Antigüedad de las imágenes. Años de toma de las aerofotografías. Estereopares. Escala.

- Condiciones geológicas, hidrológicas, topográficas. Mapas Hidrogeológicos local y regional, profundidad del agua subterránea, propiedades de los acuíferos. Estudios relativos al agua subterránea. Dirección del escurrimiento del agua subterránea

ETAPA II

- Identificar y describir características principales del medio para cada uno de los componentes naturales.
- Potenciales fuentes emisoras, receptores y vías de migración de contaminantes.
- Potencial distribución espacial de los contaminantes.
- Usos anteriores de las propiedades lindantes con evidencia actual.
- Usos anteriores del área circundante con evidencia actual.

**ANEXO 2: TÓPICOS INFORMATIVOS BÁSICOS QUE
DEBERÁN SATISFACERSE**

1. DESARROLLO DE LOS TÓPICOS MÁS RELEVANTES

A continuación, se detallan algunos aspectos sobre los tópicos que resultan de mayor importancia a los efectos de una Inspección Ambiental.

1.1 ETAPA I

1.1.1 CRONOLOGÍA DE LOS EVENTOS DEL SITIO

Como parte de la Inspección Ambiental, se deberán revisar cuidadosamente todos los datos existentes e identificar cualquier faltante de información con el objeto de desarrollar una cronología de los eventos relacionados a la operación de los TAAH lo más completa posible con el objeto de crear una imagen de las actividades a realizar posteriormente e identificar los faltantes necesarios. Esta cronología incluirá información de eventos tales como:

- Las fechas de cuándo los tanques fueron instalados, removidos y/o modernizados.
- Cualquier contaminación que se encontraba en el sitio al momento de la ubicación.
- Fechas de cuándo los pozos de monitoreo fueron perforados y muestreados, y sus resultados.
- Fechas de cuándo los suelos fueron muestreados y sus resultados.
- Fechas de cuándo se efectuaron actividades de remediación, su ubicación, extensión y sus resultados.

1.1.2 PRODUCTOS DERRAMADOS Y QUÍMICOS INVOLUCRADOS DE INTERÉS

Dentro de los derrames relacionados a los TAAH podemos incluir el petróleo crudo o cualquier producto derivado de este o incluido por la Res SE 785/05, el cual se encuentra en estado líquido en condiciones standard de presión y temperatura.

1.1.3 UBICACIÓN DE INSTALACIONES EN EL SITIO

Debido a la potencial preferencia del flujo a seguir por las instalaciones subterráneas, debe prestarse especial atención a las líneas y conductos dentro del área de TAAH por donde los químicos que nos interesan pueden migrar e impactar con más facilidad. Estas instalaciones incluyen las líneas telefónicas y eléctricas, los acueductos, ductos de cloacas, alcantarillas, bocas de tormenta y gasoductos, etc.

Una combinación de observaciones en el sitio, conocimiento de las instalaciones enterradas y conversaciones con los informantes claves de los auditados, echará más luz para ubicar con mayor precisión esta infraestructura.

1.1.4 CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

La literatura publicada, especialmente los mapas geológicos, levantamientos de suelos y los diversos reportes de cualquier investigación llevados a cabo en o en las adyacencias del sitio deberán ser revisados para determinar la hidrogeología regional, los tipos de suelo y las características de los acuíferos.

Esta evaluación será usada para determinar el tipo y la profundidad de los acuíferos en el área y si ellos son confinados, sin confinar o semiconfinados.

1.1.5 USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL SITIO

El operador actual del sitio debe ser entrevistado para determinar si se encuentran o hubo pozos de agua en el lugar. Si la perforación es identificada, se deben obtener todos los detalles de la construcción como sea posible (la profundidad total del sondeo, los intervalos de los filtros, si los tuviera, y cuál es el uso del agua).

Si el pozo es identificado y no se encuentra en uso y no será usado probablemente en el futuro, éste debería ser abandonado apropiadamente según la legislación, a menos que sea usado en el futuro para la toma de muestras como parte del plan de manejo de riesgo del lugar.

1.2 ETAPA II

1.2.1 UBICACIÓN DETALLADA DE LAS INSTALACIONES EN LA SEDE

Se profundizará el estudio iniciado en la Etapa I a fin de:

- Localizar en la medida de lo posible todas las líneas de conducción enterradas dentro del área que puedan canalizar la migración en el futuro o lo hayan hecho ya.
- Determinar la dirección del flujo en las instalaciones como acueductos, alcantarillado, ductos cloacales y bocas de tormenta.
- Identificar las líneas de las instalaciones y conductos sobre un mapa base que también muestre la extensión y espesor del producto libre, si lo hubiera, y la contaminación del suelo y las aguas.
- Determinar la profundidad de las líneas y ductos de las instalaciones relativa a la profundidad del agua subterránea. Se deben evaluar cuidadosamente las fluctuaciones estacionales de los niveles del agua subterránea con respecto a la profundidad de las instalaciones. Un diagrama en perfil de estos niveles ayuda mucho a entender las condiciones del sitio. Como mínimo debemos tener un perfil del lugar donde las aguas subterráneas son usadas como agua de consumo humano y donde las instalaciones pueden servir como caminos de acceso a la migración de los contaminantes.
- Determinar el tipo de materiales usados en la líneas y conductos como PVC, terracota, concreto, acero, etc. y los tipos de relleno utilizados alrededor de las instalaciones.

1.2.2 USO DEL SUELO

La identificación del uso del suelo en el sitio y en las áreas cercanas será utilizada para definir los potenciales receptores que pueden ser expuestos a los químicos que nos interesan. El reconocimiento del sitio efectuado dentro del radio de los 200 m del predio identificará claramente: escuelas, hospitales, residencias, edificios con sótanos, centros de salud, iglesias y todo tipo de negocios. El mapa base también deberá identificar cuerpos de agua, parques, áreas recreacionales, santuarios de vida salvaje, pantanos y áreas agrícolas.

Mientras que el uso actual del suelo y sus receptores es algo sencillo de determinar es incierto su uso en el futuro. A menos que la utilización futura de la tierra sea conocida y pueda ser documentada como: planes desarrollados de autopistas, permisos de edificios, etc. las predicciones deberán basarse en las leyes locales y en el uso del suelo de los alrededores.

Según sea posible toda la información que ayude a predecir el uso futuro se podrá obtener de mapas y atlas, planes maestros de la comunidad, oficinas de planeamiento local, cambio en los patrones del uso de la tierra, oficinas de censo y entrevistas con los dueños actuales de las propiedades.

También deben ser consideradas en las predicciones futuras sobre el uso de la tierra las proximidades de pantanos, hábitats críticos y otras áreas ambientales sensitivas.

1.2.3 CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

Las características generales de los acuíferos tales como el rendimiento y los sólidos totales disueltos ayudaran a determinar si el consumo del agua subterránea es un tema preocupante. Toda esta información regional ayudara a quienes conducen el trabajo a entender mejor las condiciones específicas del suelo y de las aguas del sitio.

La revisión de datos discutida anteriormente también será necesaria en cuerpos de agua superficiales como lagos, ríos, arroyos, lagunas y manantiales dentro de los 300 m. a partir del sitio a menos que las condiciones del derrame requieran una distancia diferente de investigación.

Si el cuerpo de agua es identificado y se determina que puede ser impactado por los químicos involucrados en el derrame específico del sitio, se debe recolectar toda la información a este respecto como si es perenne o intermitente, la dirección del flujo, la velocidad del flujo, el ancho, la profundidad y el uso que se le da a este depósito superficial.

1.2.4 LEVANTAMIENTO DE LOS POZOS DE AGUA

Se intentará recabar en la medida de lo posible información de los pozos de agua de los suministros de agua pública dentro de un radio de 1.000 m. del sitio y de los pozos de agua privados dentro de un radio de 300 m.

ANEXO 3: GUÍA PARA EL MUESTREO DE SUELOS

1. INTRODUCCION

El éxito de la investigación sobre una Sede contaminada radica en la calidad de una caracterización ajustada del grado de contaminación. En este sentido es generalizada la idea de que el diseño de la estrategia de muestreo de los diferentes medios y del programa analítico constituye una pieza clave en la calidad de la investigación de un suelo contaminado.

El objetivo último de la investigación de un suelo potencialmente contaminado es la caracterización y evaluación de los riesgos que la presencia del mismo supone para la salud humana o el medio ambiente. Dicha evaluación delimitará la calificación del suelo en función del uso o usos analizados y determinará, en su caso, las medidas a adoptar para la eliminación o minimización de los riesgos.

Esta investigación está enfocada a la correcta caracterización de los distintos elementos y variables implicados: interesa conocer la naturaleza y extensión de la contaminación e identificar tanto los receptores del riesgo como los factores locales específicos que afectan a la exposición de éstos a la contaminación del suelo. El proceso de análisis de riesgos relaciona ambos elementos, calculando aquellos a partir de la información referente a la caracterización química de la contaminación en el emplazamiento y en base a modelos específicos de exposición para cada uno de los receptores del mismo u objetos de protección.

2. CRITERIOS DE MUESTREO

2.1 ETAPAS DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO

Son tres los factores principales que condicionan la estrategia de muestreo:

- Los objetivos de la investigación a realizar.
- La información previa que se dispone sobre el sistema a estudiar.
- El tiempo, dinero y esfuerzos que pueden dedicarse a la investigación.

La importancia del segundo factor en el conjunto, junto con la generalmente baja disponibilidad de recursos, ha determinado que se acepte como más adecuado un esquema de investigación en etapas, en

el que la información recabada en la etapa previa constituye la base del diseño de la siguiente, de forma que representen una profundización gradual en el proceso de caracterización. De esta forma, la investigación puede dividirse básicamente en las siguientes etapas:

1. Investigación exploratoria (IE) ó Etapa I. El objetivo fundamental de esta fase de investigación es descartar ó confirmar la existencia de niveles de contaminación con Hidrocarburos ó sus derivados. Se incluye además dentro de los objetivos de la investigación exploratoria la confirmación de la hipótesis de distribución espacial de la contaminación y la obtención de datos relevantes que permitan el diseño óptimo de la siguiente fase de investigación. En consecuencia pretende:

- Determinar la presencia de concentraciones de contaminantes que impliquen una contaminación del suelo.
- Establecer la lista de los contaminantes presentes más relevantes, facilitando para cada uno de ellos valores aproximados de concentración y de heterogeneidad de reparto espacial
- Distinguir subáreas o estratos diferenciables dentro de la zona de estudio.

Dentro de esta etapa de investigación pueden diferenciarse dos tipos de actividades. En primer lugar, aquellas dirigidas a recopilar información referente tanto a las actividades desarrolladas en el emplazamiento (con objeto de confirmar los indicios existentes de contaminación), como al medio físico (con el fin de definir el modelo conceptual inicial). **En segundo lugar, las actividades que implican la toma y el análisis de muestras recogidas en el emplazamiento.

En algunos casos, los resultados de la evaluación de la información previa recopilada pueden conducir a la clasificación del emplazamiento como no sospechoso de estar contaminado cuando no se hayan detectado indicios fundados de una posible afección al suelo (las actividades de investigación de contaminación de agua subterránea se tratan en el Anexo 4 de esta Guía). No obstante, será necesario recurrir a la toma de muestras y a su análisis para poder obtener resultados concluyentes acerca de la calidad del suelo.

Así, si la concentración de ninguna de las sustancias o grupos de sustancias investigados como posibles contaminantes supera el nivel de referencia que se haya adoptado, el proceso de investigación se da por finalizado. En caso de que los resultados de esta etapa confirmasen la posibilidad de la existencia de un riesgo inaceptable para la salud humana o el medio ambiente (concentraciones superiores al valor de referencia adoptado), o bien no pudiera delimitarse con suficiente aproximación la extensión de la pluma de contaminación, se procedería a la ejecución de la etapa de investigación siguiente.

2. Investigación detallada (ID) ó Etapa II. El objeto de esta fase de investigación es el de recabar la información necesaria en cuanto a la caracterización espacial (horizontal y vertical) de la contaminación, enfatizando en aquella requerida para el análisis de los riesgos presentes y futuros derivados de la contaminación detectada.

2.2 OBJETIVOS Y ELEMENTOS DEL DISEÑO DEL MUESTREO

El objetivo del diseño de muestreo es el de asegurar la obtención de información relevante de acuerdo a los objetivos de cada etapa de investigación con una fiabilidad conocida.

1. En la fase de **investigación exploratoria** el objetivo del diseño consiste en seleccionar los puntos de muestreo con mayor probabilidad de contaminación. Para ello se cuenta con la evaluación de los resultados de la recopilación previa de información, recopilación basada en tres actividades diferenciadas: el estudio histórico, la visita de campo y el análisis del medio físico.

2. En la fase de **investigación detallada** el objetivo del nuevo diseño de muestreo se centra en realizar un análisis pormenorizado de las zonas señaladas como contaminadas, para lo cual se parte de la evaluación de los resultados obtenidos en la etapa exploratoria. Los datos que se tendrán en cuenta a la hora de realizar el diseño, serán:

- distribución de las zonas o subáreas contaminadas
- naturaleza de la contaminación: resultados analíticos de las muestras tomadas en la etapa anterior
- rutas de dispersión de la contaminación
- identificación preliminar de los receptores del riesgo

Son tres los elementos que el diseño de muestreo debe considerar: la localización de los puntos de muestreo, el número de puntos (densidad) de muestreo y el número de muestras y profundidad en cada punto de muestreo.

2.2.1 LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

La localización de los puntos de muestreo (PDM) se apoya fundamentalmente en la información previa existente sobre el sistema o fenómeno a caracterizar.

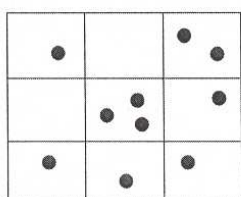
Es necesario evaluar si existen razones naturales, históricas o de otro tipo, en base a la información existente, que aconsejen la delimitación en el área de estudio de subáreas bien diferenciadas. En caso afirmativo el tipo de muestreo sería estratificado, mientras que en caso contrario se trataría de un muestreo simple.

En segundo lugar debe considerarse la localización de los puntos de muestreo en cada una de las subáreas o estratos identificados, o bien, en el área total dependiendo de cada caso. Los modelos más frecuentes e importantes de distribución espacial de los PDM sitúan sus coordenadas bien de forma aleatoria, muestreo al azar, bien de forma regular, muestreo sistemático.

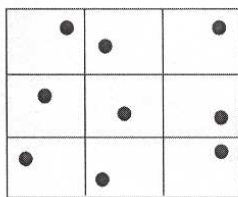
La elección del muestreo al azar implica que la localización de cada PDM dentro del área de estudio no aporta información adicional sobre el sistema o fenómeno a investigar. El muestreo sistemático, sin embargo, supone la existencia de una interrelación entre la localización espacial y la concentración de alguna de las sustancias estudiadas en cada punto de muestreo. Dentro del muestreo sistemático se distinguen a su vez varios tipos (ver Figura 1):

- al azar
- regular
- al tresbolillo o alternado
- en gradiente

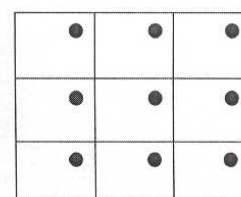
DISTRIBUCIÓN DENTRO DE LAS DIFERENTES ÁREAS O SUBÁREAS



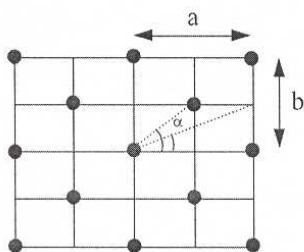
A. Al azar



B. Sistemático al azar



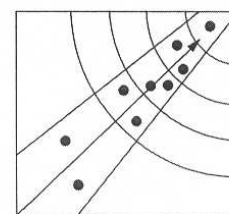
C. Regular o sistemático



D. Sistemático al tresbolillo o alternado

La red se modifica según a:b y α .
Por ejemplo:

<u>a:b</u>	<u>α</u>	<u>Tipo de red</u>
a=b	45°	cuadrada
a=b	30°	hexagonal
a≠b	45°	rectangular



D. Sistemático en gradiente

Figura 1: Modelos de distribución espacial de puntos de muestreo

Los tres primeros situarían los PDM en toda la extensión del área de estudio, mientras el último los situaría a lo largo del gradiente o fuente de variación espacial más importante.

Como ya se ha indicado la distribución de los puntos en el espacio debe considerar tanto el plano horizontal como el vertical, por lo que las consideraciones realizadas deben igualmente aplicarse a la localización en profundidad de los PDM.

2.2.2 DENSIDAD DE MUESTREO

El número de puntos de muestreo está determinado básicamente por el objetivo o alcance de la investigación en cada una de las etapas. La profundización o exactitud necesaria en la caracterización de la contaminación, medida como la fiabilidad en la estimación de las concentraciones de los contaminantes presentes, es el factor más influyente en la delimitación del número de puntos de muestreo.

A lo anterior se superpone igualmente la información disponible sobre el tipo de distribución de la contaminación en el área de estudio (homogénea o heterogénea), es decir, la representatividad de cada PDM con respecto al área total, que es función del grado de heterogeneidad espacial del objeto de estudio.

La aproximación más lógica es por lo tanto, una aproximación probabilística, por lo menos para la etapa de investigación detallada.

A) INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA IE (ETAPA I)

En la etapa de Investigación Exploratoria (IE) no se dispone de datos previos relativos a la concentración de los contaminantes en el emplazamiento por lo que no existe un método teórico de cálculo del número de puntos de muestreo fundamentado en la estadística.

Por ello, se propone adoptar las siguientes densidades de muestreo (ver Figura 2) basadas en normas y reglamentos americanos, y en la experiencia:

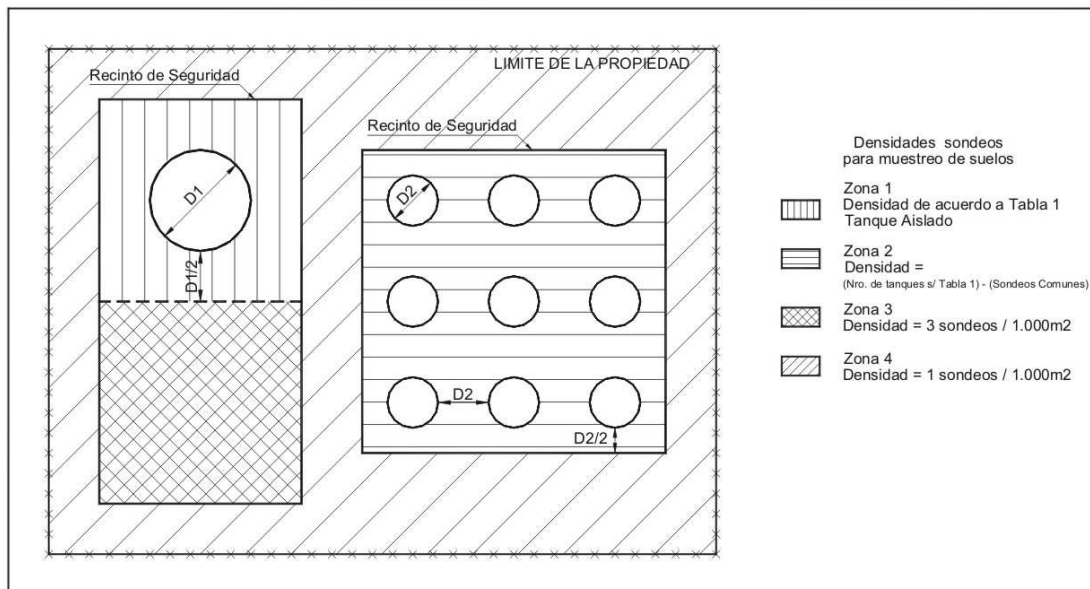


Figura 2: Densidades de muestreo zonales

A.1 ZONA DE TANQUES

a) Tanques individuales verticales

Se propone aplicar el criterio de la Minnesota Pollution Control Agency (MPCA) según la Tabla 1, con la salvedad que el número mínimo de sondeos para tanques de diámetro igual o menor a 3,65 m (12') se considera igual a 3 (tres), en lugar de 1 (uno).

Para diámetros mayores a 3,65 m, se dividirá el diámetro del tanque por 3,65 m y se adoptará el entero superior como cantidad de sondeos a realizar.

Diámetro (m)	Nro. Pozos
<=3,65	3
4	3
5	3
6	3
7	3
8	3
9	3
10	3
11	4
12	4
13	4
14	4
15	5
16	5
17	5
18	5
19	6
20	6
21	6
22	7
23	7
24	7
25	7
26	8
27	8
28	8
29	8
30	9
31	9
32	9
33	10
34	10
35	10
36	10
37	11
38	11
39	11
40	11

Tabla 1

Para los diámetros mayores, que requieren mayor número de sondeos, puede ser recomendable disponerlos en dos o más anillos concéntricos como ilustra la siguiente Figura 3.

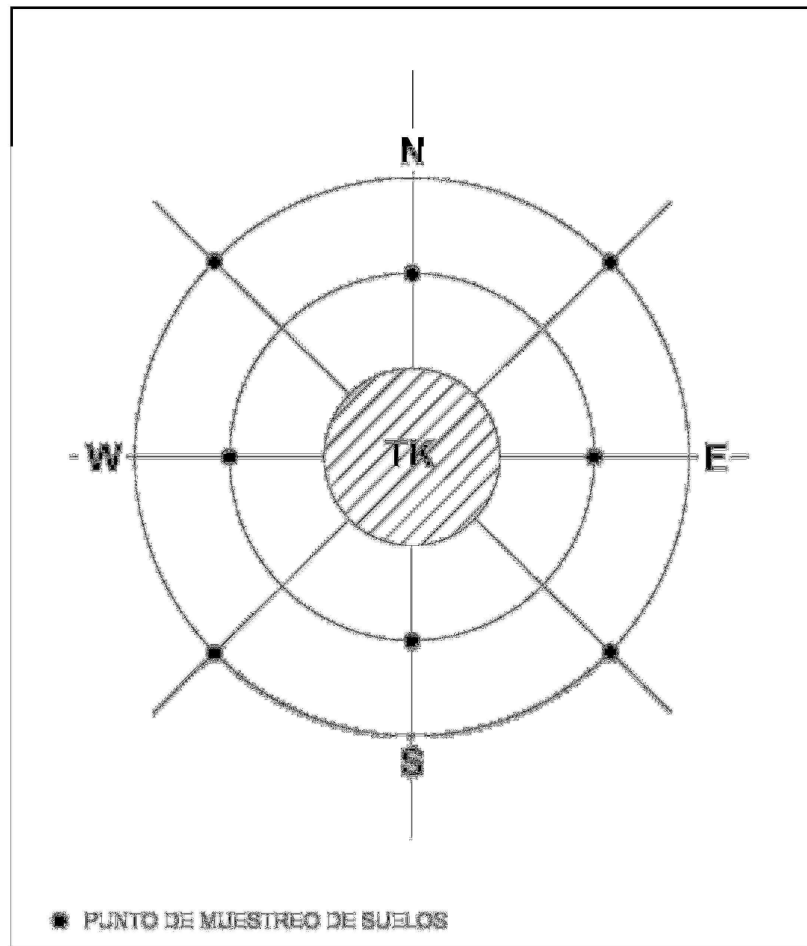


Figura 3: Disposición de sondeos en anillos circulares

En tanques verticales elevados, puede aplicarse una distribución de sondeos como la siguiente:

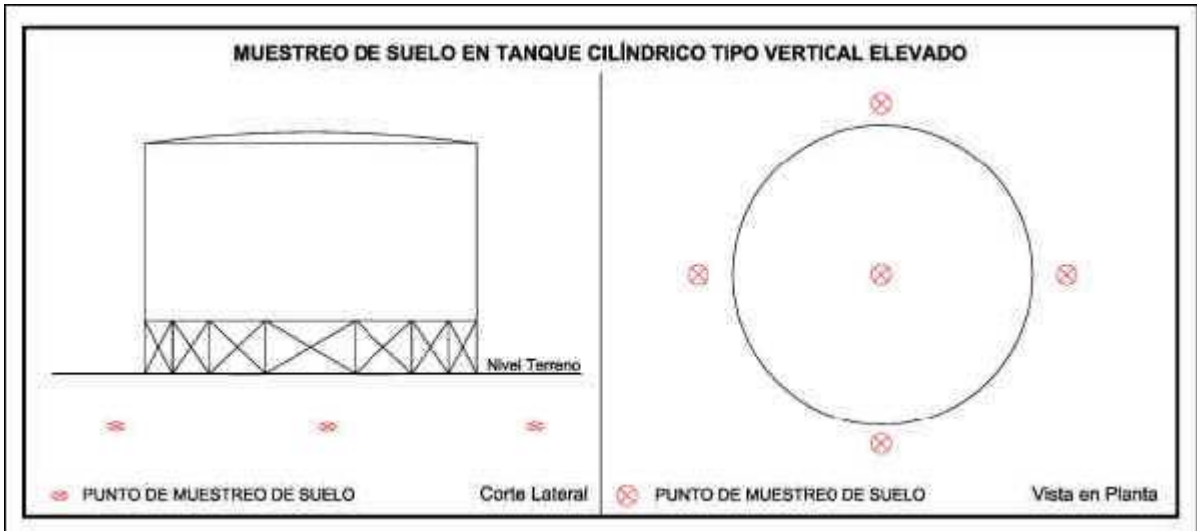


Figura 4: Muestreo de suelos en tanques verticales elevados

b) Conjunto de Tanques verticales

Se sugiere aplicar el criterio de MPCA según la Tabla 1, descontando aquellos pozos que puedan considerarse comunes entre tanques.

Por ejemplo, para un agrupamiento de tanques de 12 m de diámetro, corresponden 4 sondeos por tanque. En la Figura 5 se aprecia una distribución que permite un mejor aprovechamiento de los sondeos

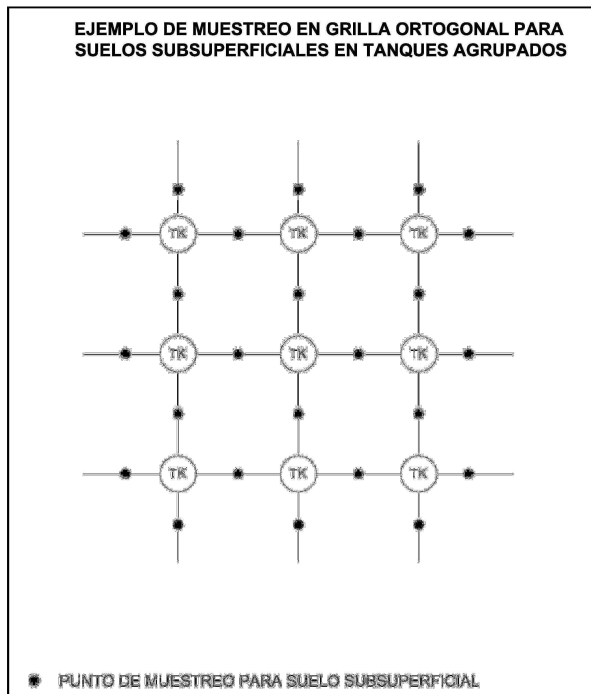


Figura 5: Muestreo en tanques agrupados

c) Tanques horizontales

Se sugiere aplicar la Guía del Departamento de Calidad Ambiental de Wyoming para el muestreo de suelo para Tanques Horizontales. De acuerdo a ello, se presentan los siguientes casos:

A) Uno o dos tanques $\leq 4,16 \text{ m}^3$ (1100 galones) de capacidad total de almacenamiento en el mismo recinto (Figura 6)

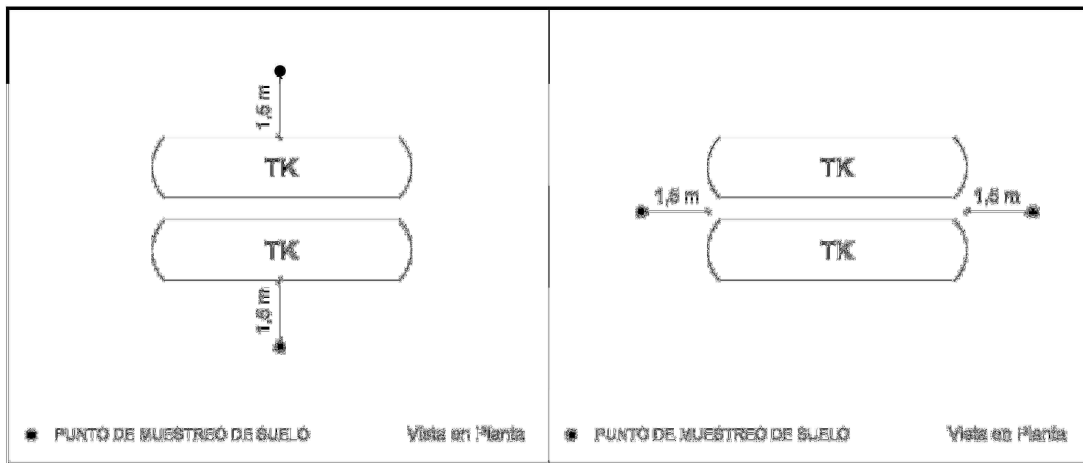


Figura 6

B) Uno o dos tanques $>4,16 \text{ m}^3$ (1100 galones) pero $\leq 18,90 \text{ m}^3$ (5000 galones) de capacidad total de almacenamiento en el mismo recinto (Figura 7)

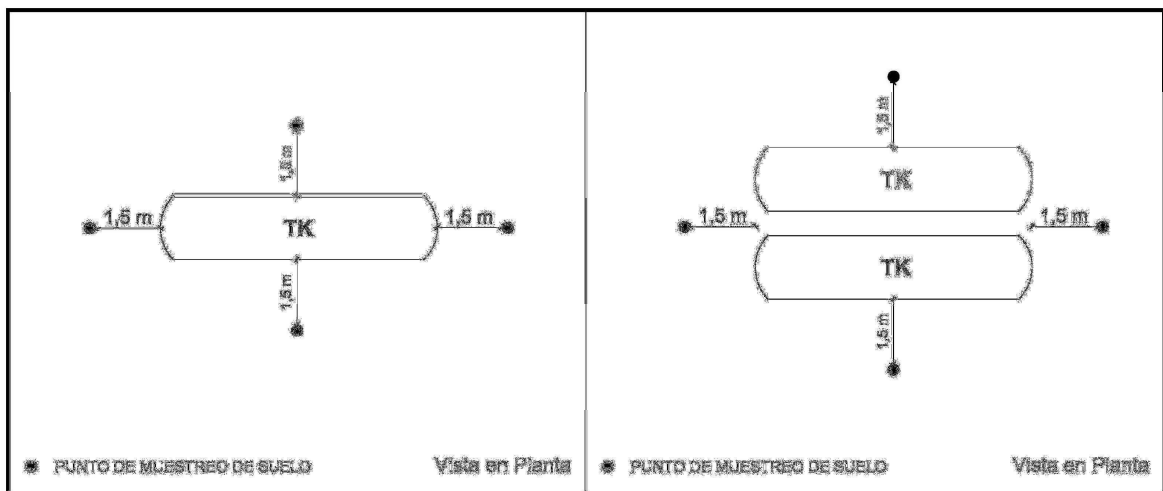


Figura 7

C) Uno o dos tanques >18,90 m³ (5000 galones) de capacidad total de almacenamiento en el mismo recinto (Figura 8)

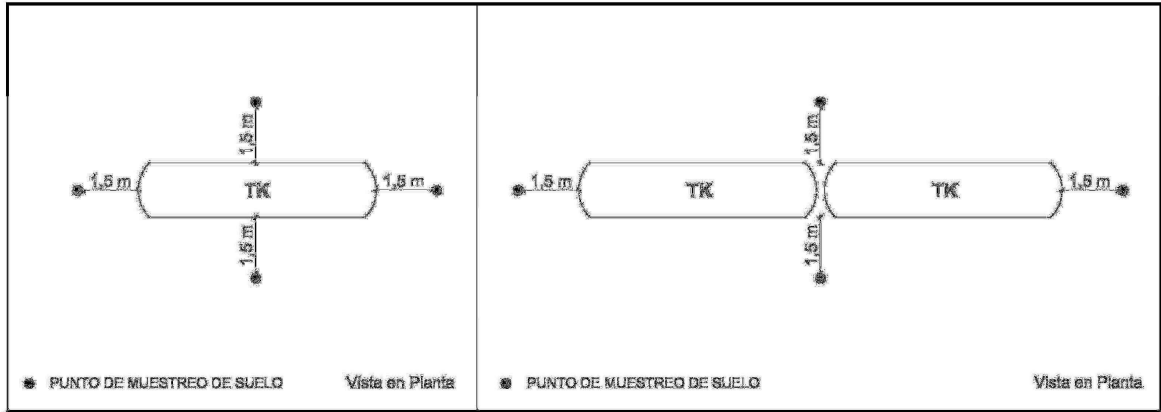


Figura 8

D) Tres o más tanques >18,90 m³ (5000 galones) de capacidad total de almacenamiento en el mismo recinto (Figura 9)

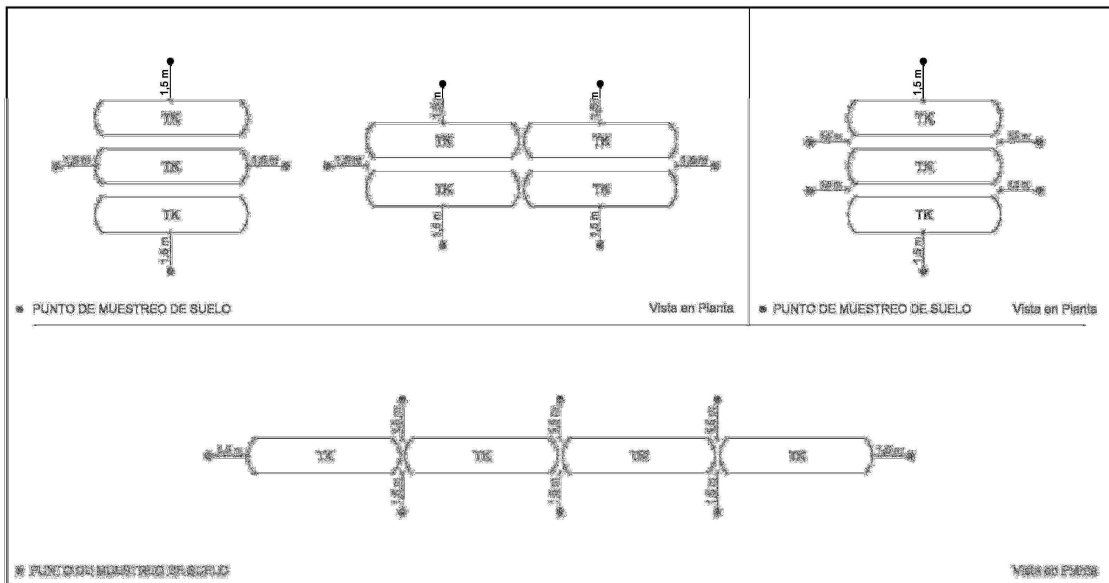


Figura 9

A.2 ZONA DENTRO DEL RECINTO DE TANQUES (SIN TANQUES)

Se propone adoptar una densidad de sondeos en el área dentro del recinto de seguridad, fuera de la zona muestreada en el punto anterior, de 3 sondeos / 1000 m². (ver Figura 2)

Para determinar el área a analizar, se considera que la zona de tanques se extiende hasta medio diámetro más allá del perímetro del tanque.

A.3 ZONA FUERA DEL RECINTO DE TANQUES (SIN TANQUES)

Se propone aplicar el criterio de City of Santa Fe Springs (COSFS) y adoptar una densidad de sondeos en el área fuera del recinto de seguridad de 1 sondeo / 1000 m² (ver Figura 2).

Para determinar el área a analizar, se considera la zona que se extiende desde el recinto de contención hasta los límites de la propiedad. Este criterio se aplicará sólo en la Etapa II y en el caso de sitios donde se determine previamente, la existencia de problemas de contaminación que se extiendan más allá del área de tanques. En otros casos, no se requerirá realizar sondeos fuera del área de tanques y sus instalaciones asociadas.

A.4 ZONAS CON CONTAMINACIÓN SUPERFICIAL VISIBLE

Cuando exista sospecha de contaminación superficial (reconocida por ej. por manchas superficiales en el suelo), se recomienda recoger al menos 1 muestra de suelo en correspondencia con cada zona afectada.

B. INVESTIGACIÓN DETALLADA (ID) : ETAPA II

Si de los resultados de la Investigación Exploratoria (**IE**) se concluye que las concentraciones de contaminantes superan los valores de referencia, o bien no pudiera delimitarse con suficiente aproximación la extensión de la pluma de contaminación, debe procederse a una investigación detallada cuyos objetivos se centren en la caracterización exhaustiva de las áreas contaminadas con el fin de proporcionar los datos necesarios para el posterior análisis de riesgos, de corresponder.

Esta etapa de investigación se diferencia de la investigación exploratoria, en lo que a muestreo se refiere, en cuatro aspectos:

- La intensidad del muestreo es mayor y depende de los riesgos asumibles en cada caso.
- Puesto que uno de los objetivos de esta fase de investigación es la delimitación exacta de la extensión de la contaminación dentro del predio, se muestrearán estratos tanto sospechosos como no sospechosos.
- Las exigencias del análisis de riesgos, función de los usos presentes y futuros del emplazamiento, delimitarán asimismo la profundidad del muestreo.
- No se permite en ningún caso la preparación de muestras mixtas o compuestas.

En una gran parte de los casos de contaminación del suelo, la distribución espacial de los compuestos contaminantes se ajusta al tipo de distribución heterogénea para la cual se conoce, en base a los resultados de la investigación exploratoria, la localización exacta de los focos de contaminación. El objetivo de la estrategia de muestreo en la fase de investigación detallada será en estos casos, la caracterización exhaustiva de la Sede de Emplazamiento en lo que se refiere a naturaleza, concentración y extensión de la contaminación, tanto en el plano vertical como en el horizontal. Para ello, será necesaria la obtención de un número de muestras que permita la delimitación del contorno de aquellas zonas en las que la concentración de los contaminantes investigados supere los valores de referencia.

Para conseguir este objetivo, se propone una estrategia de muestreo que partiendo de aquellos puntos en los que ha sido detectada la contaminación en la etapa de investigación exploratoria, se desarrolla en círculo desde estos puntos hacia fuera, de forma concéntrica y en etapas sucesivas. En base a la experiencia práctica, se ha considerado como diseño óptimo de muestreo la utilización de una malla de 5 m x 5 m, lo que implica la realización de un único sondeo por cada 25 m². En aquellos casos en los que la extensión de la contaminación es considerable, se permite que la amplitud de la malla de muestreo sea mayor en las zonas en la que la contaminación es más grave. En el plano vertical se propone tomar una muestra por cada metro¹ de la columna de sondeo, o incluso menos, en el caso de que existiera una clara estratificación.

En el caso que se expone, no se proporciona ninguna expresión matemática que permita el cálculo teórico del número de puntos de muestreo sino que, dada la gran diversidad que presentan las

¹ Para una distribución espacial heterogénea de la contaminación se recomienda la toma de una muestra por cada metro, en lugar de cada 0,5 m, ya que generalmente, la contaminación heterogéneamente distribuida se dispersa a más profundidad que la contaminación homogénea.

situaciones que se engloban dentro de este epígrafe, se ha considerado más adecuada la utilización del denominado criterio STOP. De acuerdo a este criterio la investigación puede darse por finalizada cuando, en todas las direcciones de la red de muestreo, la concentración de contaminantes en dos muestras sucesivas no supera el valor indicativo de evaluación. En el plano vertical, cuando en las dos muestras más profundas no se detecte contaminación por encima de este nivel, se habrá alcanzado la profundidad máxima de perforación.

El cuadro siguiente resume las reglas de muestreo según este criterio.

Criterio Stop	<p><i>En el plano horizontal:</i> finaliza el muestreo cuando desde el centro de la contaminación hacia fuera, se encuentran dos filas de muestras con concentraciones inferiores al nivel de referencia.</p> <p><i>En el plano vertical:</i> finaliza el muestreo cuando se encuentran dos muestras separadas a 1 m de profundidad cada una con concentraciones inferiores al nivel de referencia.</p>
<p>Reglas de muestreo Plano horizontal</p> <p>Plano vertical</p>	<p><i>En círculo:</i> alrededor de los puntos de muestreo en los que se detectó contaminación en la etapa de investigación exploratoria.</p> <p><i>En línea dentro de la malla:</i> si la concentración en un punto supera el nivel de referencia se muestrearán, en la dirección de la malla, los dos puntos de intersección siguientes. Si no se supera el nivel de referencia se muestreará un único punto.</p> <p><i>En las diagonales:</i> cuando la concentración en una muestra supere el nivel de referencia se muestrearán las intersecciones de la malla más próximas en diagonal.</p> <p>Cada perforación debe extenderse hasta que dos muestras consecutivas, separadas a 1 m de profundidad, presenten concentraciones inferiores al nivel de referencia.</p>

No obstante, el Auditor podrá escoger un método de muestreo alternativo si las particularidades del sitio así lo ameritan y se encuentre debidamente justificado.

2.2.3 NÚMERO DE MUESTRAS Y PROFUNDIDAD DE LOS SONDEOS

Para la etapa de Investigación Exploratoria, se propone seguir el criterio de COSFS, tomándose 3 muestras de suelo a las siguientes profundidades:

- 0,6 m
- 1,5 m
- 3,0 m

El número de muestras podrá ser menor en caso de que el primer acuífero se encuentre a una profundidad inferior a los 3,00 m.

Asimismo, el Auditor podrá seleccionar profundidades diferentes en función de la posibilidad de difusión del contaminante estudiado en el medio.

Para la etapa de Investigación Detallada, la profundidad y número de muestras se determinará en función de los resultados de la etapa anterior.

ANEXO 4: GUÍA PARA EL MUESTREO DE AGUAS

1. INTRODUCCION

El éxito de la investigación sobre una Sede contaminada radica en la calidad de una caracterización ajustada del grado de contaminación. En este sentido es generalizada la idea de que el diseño de la estrategia de muestreo de los diferentes medios y del programa analítico constituye una pieza clave en la calidad de la investigación de un suelo contaminado.

El objetivo último de la investigación de aguas potencialmente contaminadas es la caracterización y evaluación de los riesgos que la presencia de las mismas supone para la salud humana o el medio ambiente. Dicha evaluación delimitará la calificación del agua en función del uso o usos analizados y determinará, en su caso, las medidas a adoptar para la eliminación o minimización de los riesgos.

Esta investigación está enfocada a la correcta caracterización de los distintos elementos y variables implicados: interesa conocer la naturaleza y extensión de la contaminación e identificar tanto los receptores del riesgo como los factores locales específicos que afectan a la exposición de éstos a la contaminación del suelo. El proceso de análisis de riesgos relaciona ambos elementos, calculando aquellos a partir de la información referente a la caracterización química de la contaminación en el emplazamiento y en base a modelos específicos de exposición para cada uno de los receptores del mismo u objetos de protección.

2. CRITERIOS DE MUESTREO

2.1 ETAPAS DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

Son tres los factores principales que condicionan la estrategia de muestreo:

- Los objetivos de la investigación a realizar.
- La información previa que se dispone sobre el sistema a estudiar.
- El tiempo, dinero y esfuerzos que pueden dedicarse a la investigación.

La importancia del segundo factor en el conjunto, junto con la generalmente baja disponibilidad de recursos, ha determinado que se acepte como más adecuado un esquema de investigación en etapas, en

el que la información recabada en la etapa previa constituye la base del diseño de la siguiente, de forma que representen una profundización gradual en el proceso de caracterización. De esta forma, la investigación puede dividirse básicamente en las siguientes etapas:

1. **Tareas Previas (TP).** El objetivo fundamental de esta fase de investigación es satisfacer los niveles de conocimiento sobre el medio acuífero para la correcta programación y dimensionado de los trabajos de investigación propiamente dichos.
2. **Investigación Exploratoria (IE).** El objetivo fundamental de esta fase de investigación es confirmar la existencia de niveles de contaminación con Hidrocarburos y sus derivados. Se incluye además dentro de los objetivos de la investigación exploratoria la confirmación de la hipótesis de distribución espacial de la contaminación y la obtención de datos relevantes que permitan el diseño óptimo de la siguiente fase de investigación. En consecuencia pretende:
 - Determinar la presencia de concentraciones de contaminantes que impliquen una contaminación del medio acuífero.
 - Establecer la lista de los contaminantes presentes más relevantes, facilitando para cada uno de ellos valores aproximados de concentración y de heterogeneidad de reparto espacial
 - Distinguir subáreas o estratos diferenciables dentro de la zona de estudio.

En particular, se buscará determinar las características geológicas del subsuelo hasta la base del 1º acuífero o del 1º ó 2º subyacente que sea explotado en la zona, e investigar la presencia de contaminación en el 1º acuífero, o bien en su sección superior cuando el espesor total del mismo es mayor de 5 - 6 metros.

3. **Investigación Detallada (ID).** El objeto de esta fase de investigación es el de recabar la información necesaria en cuanto a la caracterización espacial (horizontal y vertical) de la contaminación en el predio, determinación de su eventual extensión al(os) acuífero(s) subyacente(s) y de las características hidrogeológicas e hidráulicas del(os) acuífero(s) afectados, enfatizando en aquella información requerida para el análisis de los riesgos presentes y futuros derivados de la contaminación detectada.

2.2 FASES DE INVESTIGACIÓN

2.2.1 TAREAS PREVIAS (ETAPA IA)

- Recopilación de antecedentes existentes en el Comitente, organismos públicos, publicaciones, etc., incluyendo la situación de abastecimiento de agua potable de los alrededores del sitio.
- Procesamiento e interpretación de la información y elaboración del modelo hidrogeológico conceptual del sitio.

2.2.2 INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA (ETAPA IB)

Las actividades a desarrollar en esta etapa de la investigación serán como mínimo:

- En caso de no existir, se ejecutará una perforación de exploración geológica con toma y descripción de muestras litológicas representativas metro a metro y perfilaje geofísico (gamma natural, resistividad normal corta y larga o focalizada y potencial espontáneo) por lo menos hasta la base del 1º acuífero o del 1º ó 2º subyacente que sea explotado en la zona, y cementado completo de la misma.
- Limpieza, extracción de muestra representativa y medición del nivel estático en un conjunto seleccionado de eventuales pozos de monitoreo ya existentes.

Las muestras de los pozos de monitoreo de agua subterránea se obtendrán después de un período suficiente de espera después de su desarrollo y de menos de 24 horas después del purgado de los pozos.

- Antes del muestreo se debe remover de cada pozo un mínimo de 3 a 5 volúmenes de pozo de agua subterránea, con el volumen removido dependiente de las tasas de recuperación de agua subterránea.
- El purgado será prolongado hasta que se estabilicen los parámetros de calidad de agua subterránea de campo
- Todo el equipo de purgado y muestreo debe ser descontaminado apropiadamente y construido con materiales no reactivos (p.e. Teflón, acero inoxidable). Se utilizarán idealmente muestreadores nuevos, individuales para cada pozo, del tipo descartables
- Las muestras para los parámetros por analizar volátiles se recolectarán primero;
- Se evitará que se aireen las muestras durante su recolección, embotellado y transporte.

Después del purgado y antes de la recolección de muestras se determinarán los siguientes parámetros de calidad de agua subterránea en el campo:

- (a) Oxígeno disuelto (DO) (mg/L) utilizando un método de turbulencia bajo;
- (b) Potencial Redox (Eh) (mV);
- (c) Conductividad Eléctrica (EC) (mS o $\mu\text{S}/\text{cm}$) y sólidos disueltos totales estimados (TDS) (mg/L);
- (d) pH; y
- (e) Temperatura ($^{\circ}\text{C}$).

Estos parámetros se medirán in situ por lo menos 30 cm debajo del nivel estático o, donde las medidas in situ no sean prácticas, dentro de las muestras recolectadas de esta profundidad.

El potencial o las influencias externas notables en los parámetros de calidad del agua subterránea durante el tiempo de medición se deben informar y donde sea posible, estimar.

En función de los resultados obtenidos, se realizará un replanteo del plan de muestreo del agua subterránea. En base a ello, se procederá a realizar las siguientes actividades:

- Construcción de pozos de monitoreo en el 1^o acuífero (ver 1.) entubados en 2 - 4" de diámetro con filtros y engravado en todo el espesor correspondiente del acuífero, desarrollo adecuado del mismo, extracción de 1 muestra de agua representativa incluyendo un eventual sobrenadante, y medición del nivel estático. En caso de existir contaminación en la zona no saturada, el método constructivo será el adecuado para evitar un arrastre de la misma al acuífero.
- La cantidad y ubicación de pozos, incluyendo los ya existentes utilizados, será la siguiente:
 - a) *Junto a los tanques:* 2 – 3 rodeando cada tanque o bien situados en relación a la dirección de flujo del agua subterránea, pudiendo cada pozo corresponder a más de 1 tanque cuando la corta distancia entre estos últimos lo justifique. En caso de que el nivel de agua subterránea se encuentre a muy poca profundidad y/o con flujo de dirección radial, variable o desconocida, el número de

pozos será de 4 o más según el diámetro del tanque, de acuerdo con el esquema fijado para las muestras de suelo (ver anexo correspondiente).

- b) *Espacios libres fuera y/o dentro de los recintos*: Se determinará de acuerdo con los siguientes criterios:
- En el área presumiblemente afectada por una contaminación de acuerdo con el escurrimiento subterráneo, se construirá un reticulado con una distancia entre pozos adecuada a las dimensiones del predio e incluyendo el(os) límite(s) perimetral(es) del mismo que correspondan, y a la necesidad de definir la dirección de escurrimiento subterráneo y acotar la extensión de la pluma contaminante en toda la superficie del predio vinculada a la presencia de tanques.
 - La cantidad de pozos testigo necesaria para definir la calidad del agua subterránea no contaminada por los tanques bajo estudio.
 - En caso de flujo radial o indefinido, el reticulado cubrirá toda la superficie del predio, vinculada a la presencia de tanques, incluyendo de esa manera los pozos testigo. Si esta superficie es mucho mayor que el área correspondiente al(os) tanque(s), se construirá alrededor de éstos un reticulado con un mínimo de 8 pozos distanciados no más 50– 100 m entre sí.
- Levantamiento topográfico de los pozos construídos y existentes utilizados y, eventualmente, según las condiciones hidrogeológicas, medición de las fluctuaciones del nivel estático en un conjunto seleccionado de los mismos.
 - Análisis químicos de las muestras en campaña y/o laboratorio (ver Anexo 5)
 - Interpretación de datos e informe de la Etapa 1, comprendiendo descripción de las tareas realizadas, de los resultados alcanzados en relación al objetivo del estudio y programa de trabajo de la Etapa 2, si resultase necesaria.

2.2.3 INVESTIGACIÓN DETALLADA (ETAPAS II / III)

En relación a su objetivo indicado en el apartado 2.1, la necesidad, cantidad y dimensiones de las tareas de esta etapa se definirán en base a los resultados de la anterior y del estudio de suelos realizado; tentativamente comprendería los siguientes trabajos:

- Extracción de muestras representativas adicionales en los pozos de monitoreo ya disponibles.
- Construcción de pozos de monitoreo adicionales, sea en el 1º acuífero y/o en el(los) subyacente(s), extracción de muestras de agua representativas y medición del nivel estático.
- Análisis químicos de las muestras en campaña y/o laboratorio (ver Anexo 5)
- Levantamiento topográfico de los pozos construídos y, eventualmente, según las condiciones hidrogeológicas, medición de las fluctuaciones del nivel estático en un conjunto seleccionado de los mismos.
- Construcción de pozo(s) de bombeo y de observación
- Realización de ensayos(s) de acuífero.
- Interpretación de datos e informe; complementario al de la Etapa I y con los resultados, conclusiones y recomendaciones finales.

ANEXO 5: CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MÉTODOS DE SCREENING Y ANÁLISIS DE LABORATORIO

1. SCREENING

El screening es la caracterización cualitativa o semicuantitativa de los contaminantes de una muestra, realizados al momento de extraer dicha muestra. Los equipos utilizados para el screening varían de acuerdo al tipo de componente buscado y a la confiabilidad del dato.

Muy comúnmente utilizado es el método headspace para la determinación cualitativa indirecta de presencia – ausencia de compuestos orgánicos volátiles. Este análisis involucra la parte separada de los compuestos volátiles entre la fase acuosa y la fase gaseosa encerrada en un frasco hermético.

A continuación se transcribe el instrumental analítico de acuerdo al componente buscado (norma IRAM 29550:2003):

Instrumento analítico	Constituyente de la nafta detectados	
	Rango o grupo de compuestos	Constituyentes específicos
Detectores TOV: PID/FID	Vapores Orgánicos Volátiles	
Inmunoensayo	BTEX total, TPH	Benceno ¹
IR/Turbidímetro	TPH	
CG con PID y/o FID	TPH, compuestos orgánicos rango naftas	BTEX, MTBE

¹Se sugiere consultar a los fabricantes de “kits” para inmunoensayo acerca de otros ensayos constituyente-específicos.

Instrumento analítico	Constituyente del gasoil y fuel oil detectados	
	Rango o grupo de compuestos	Constituyentes específicos
Detectores TOV: PID/FID	Vapores Orgánicos Volátiles ¹	
Inmunoensayo	TPH, PAHs	Benceno ¹
IR/Turbidímetro	TPH	
CG con PID y/o FID	TPH, compuestos orgánicos rango gasoil y fuel oil	BTEX, PAH

¹Es importante señalar incluso que el gasoil y fuel oil “nuevo”, está compuesto principalmente por compuestos orgánicos semi-volátiles, y sólo una pequeña proporción de compuestos volátiles (VOCs). La presencia de gasoil y fuel oil viejo o meteorizado, puede no ser detectada con un detector de vapores orgánicos volátiles (TOV).

Instrumento analítico	Constituyente del querosén y JP-1 detectados	
	Rango o grupo de compuestos	Constituyentes específicos
Detectores TOV: PID/FID	Vapores Orgánicos Volátiles ¹	
Inmunoensayo	BTEX total, TPH, PAH	Benceno ²
IR/Turbidímetro	TPH	
CG con PID y/o FID	TPH, compuestos orgánicos rango intermedio	BTEX, PAH

¹Es importante señalar que el querosén y el JP-1 contienen más compuestos semi-volátiles que volátiles. La presencia de un querosén viejo o memorizado puede no ser detectada empleando un detector TOV.

²Se sugiere consultar a los fabricantes de “KITS” para inmunoensayo acerca de otros ensayos constituyente-específicos.

2. Consideraciones sobre Aseguramiento de la Calidad / Control de Calidad (QA/QC)

A fin de mejorar la calidad y consistencia generales de los datos recogidos, se requiere implementar acciones precisas de QA/QC. Un programa de QA/QC asegura que la calidad de los datos generados sea suficientemente confiable para los objetivos perseguidos y que los resultados son representativos, precisos y comparables.

En particular, el sistema a implementar deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

Blancos de viaje: deben acompañar a los recipientes que se utilizarán en el muestreo durante el viaje de ida y vuelta al campo. Estas muestras se emplean para detectar cualquier contaminación o cross-contaminación durante el manipuleo y transporte. Resulta recomendable obtener como mínimo un (1) blanco de viaje por conservadora.

Blancos de campo: se deben recoger con una determinada frecuencia que variará de acuerdo a la probabilidad de que ocurra alguna contaminación. Generalmente los blancos de campo son alícuotas de agua libre de metales y/o materia orgánica que se ponen en contacto con el equipo de muestreo antes de muestrear y se analizan posteriormente para detectar alguna contaminación previa a la recolección de las muestras. Resulta recomendable obtener como mínimo un (1) blanco de campo por batch de muestras de un mismo sector muestreado.

Duplicados de campo: Se recogen duplicados de campo y se emplean para documentar la precisión del proceso general, que es una función de:

- la composición de la muestra
- la técnica de muestreo
- la técnica analítica

Resulta recomendable obtener como mínimo un (1) duplicado de campo por sector muestreado o un (1) duplicado de campo cada 20 muestras, según lugar y condiciones de muestreo.

Junto a los controles de calidad anteriores debe sumarse un programa completo de aseguramiento de la calidad con procedimientos que tengan en cuenta:

1. Diseño de programas de muestreo.
2. Preparación de equipo y envases de muestreo de acuerdo a los correspondientes métodos de análisis.
3. Mantenimiento, calibración y limpieza de los equipos de campo.
4. Preservación, transporte y envasado de las muestras de acuerdo a los métodos de análisis correspondientes.
5. Elementos de seguridad e higiene.
6. Cadenas de custodia

2.1. Documentación de la Cadena de Custodia

La cadena de la custodia (COC) es un documento legal que registra quién tiene la posesión de las muestras y cuándo y a quién se las han pasado. El documento de la cadena de custodia completa se incluirá en el informe de la Auditora.

La documentación de la Cadena de Custodia incluirá la siguiente información:

- Nombre del Proyecto
- Número de la muestra,
- Fecha y hora de la recolección de la muestra,
- Nombre y firma de la persona que recogió las muestras y detalles pertinentes de contacto,
- Nombre y firma de las personas involucradas en el transporte de la muestra
- Si corresponde, número de guía otorgada por la compañía que efectuó el transporte
- Método de conservación,
- Tipo de envase de la muestra,
- Análisis requeridos,

A continuación se propone un modelo posible de registración de la Cadena de Custodia:

		Cadena de Custodia										CC N° C 0000000							
Presupuesto:		Empresa:		C.P.:		C.U.I.T.:													
Coordinador:		Dirección:		Muestreador:		Teléfono:		Contacto:											
Firma:				Fecha:		Hora:			Proyecto:										
Muestreo												Ingreso							
R	Identificación	Precinto	Tipo	Hora	Recipientes											VT	Pres.	Parámetros	Prot.Nº
					V	P	T	M	E	F	H	B							
Estado inicial de las muestras												Tiempo de espera máximo							
Recipientes totales:		Estado de recipientes:		Condición de sellos:			8 h	24 h	48 h	7 días	15 días	28 días							
Trayecto de las Muestras																			
Entregado por/empresa:				Firma		Aceptado por/empresa						Firma		Fecha	Hora				
Recepción en Laboratorio																			
Entregó		Firma		Recepcionó			Firma		Fecha	Hora	Observaciones								
Recipientes totales:		Estado de recipientes:		Condición de sellos:			Preservación:												
Observaciones Generales:																			

2.2. Preservación de Muestras

Se asegurará que las muestras de suelo y agua son recolectadas y preservadas de acuerdo con los estándares reconocidos nacional e internacionalmente como apropiados.

Se debe notar lo siguiente:

- Todos los envases de muestra tendrán un sello de Teflón en la tapa,
- Las muestras de agua a ser analizadas para Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) C10-C36 e Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (PAHs) estarán en botellas marrón nueva de vidrio de 500 ml (como mínimo), sin ningún espacio en el tope ni burbujas, para el caso de PAHs conservadas con Tiosulfato de Sodio.
- Las muestras de agua a ser analizadas para BTEX y TPH C6-C9 serán tomadas en duplicado y estarán en frascos nuevos de 40 ml convenientes para el análisis de componentes orgánicos volátiles y con una tapa de tornillo ,con sello de Teflón y será preservado para pH <2 sin ningún espacio en el tope ni burbujas,
- Las muestras de agua a ser analizadas por metales serán filtradas en campo en envases plásticos de 250 ml (2 x 250 ml si son requeridos mercurio, selenio y arsénico),
- Las muestras serán preservadas almacenándolas en un contenedor aislado que contiene hielo desde el momento del muestreo hasta su recepción en el laboratorio,
- Toda agua destilada o des-ionizada utilizada para blancos de viaje y descontaminación debe ser preexaminada para asegurar que no contenga ningún parámetro por analizar de interés, por ejemplo, zinc, plomo, BTEX, etc.
- Las muestras para el análisis de volátiles no se deben almacenar con muestras de fase libre de hidrocarburos (PSH) debido a la posible contaminación cruzada.
- Un volumen suficiente de muestra debe ser recolectado por el contratista para asegurar que todos los análisis rutinarios y de aseguramiento de calidad y de control de calidad pueden ser preparados por el laboratorio.

3. ANÁLISIS DE LABORATORIO

3.1. Control de Calidad del Laboratorio

El laboratorio deberá llevar a cabo sus operaciones de manera tal de proveer información confiable. A fin de alcanzar este objetivo, deben implementarse políticas y procedimientos específicos.

En ese sentido, resulta fundamental que el laboratorio haya acreditado la norma ISO 17.025. El laboratorio deberá mantener una certificación con una entidad certificadora técnica reconocida nacional/internacionalmente.

3.2 Requisitos del Informe de Laboratorio

Los informes de laboratorio contendrán exactamente y sin ambigüedades toda la información requerida. El informe final contendrá lo siguiente:

- Número de informe de laboratorio,
 - Identificación de la muestra,
 - Número único de la muestra de laboratorio,
 - Lista de parámetros por analizar,
 - Resultados analíticos,
 - Nombre y firma del laboratorista representativo,
 - PQL para cada parámetro por analizar,
 - Resultados QC para el blanco de método, la muestra de control de laboratorio, el duplicado de muestra, la matriz pico y el duplicado de la matriz pico por cada 20 muestras o parte de la misma en la serie,
 - El método de prueba utilizado, incluyendo la referencia a un método publicado,
 - Los datos que han fallado los requisitos de QC se deben señalar, y
 - La inclusión de cualquier comentario por parte del personal de laboratorio autorizado que pueda afectar el valor práctico e interpretación de los datos, por ejemplo, la presencia de componentes perturbadores y cambios en el método PQL (Límite Práctico de Cuantificación Aceptable).
-
- Si la muestra fue compuesta y si éste es el caso, el número de las muestras discretas que contribuyeron a la muestra compuesta,
 - Instrucciones en cuanto a si la muestra deberá ser almacenada, extraída o analizada,
 - Firma del Contratista, fecha, tiempo de liberación por parte del Contratista,
 - Firma del laboratorio, fecha y tiempo de aceptación por el laboratorio, y
 - La confirmación del laboratorio de que todas las muestras se han recibido en la condición apropiada, convenientes para el análisis.

ANEXO 6: FORMULARIO A3a E INFORMES

1. FORMULARIO A3a

Los Informes y documentación complementaria producto de las investigaciones desarrolladas por la Inspección Ambiental, deberán ser adjuntados al Formulario A3a y el conjunto presentado ante la SSC por la vía que esta determine como más adecuada.

El A3a deberá incluir un informe de caracterización de la situación ambiental del área que involucra los TAAH auditados, así como también del primer acuífero. Asimismo, se adjuntará un informe de evaluación del Plan de Gestión Ambiental vigente bajo la responsabilidad del Operador de la Sede, incluyendo el Plan de Monitoreo, Plan de Contingencias, Plan de Mitigación de Impactos, etc.

***En esta Guía Metodológica se han descripto las etapas sucesivas posibles de ejecutar desde el inicio de una evaluación ambiental siguiendo los procedimientos establecidos Normas de Referencia.

En particular para las Inspecciones Ambientales establecidas en la Res S.E. 785/05 y a efectos de una más adecuada implementación, se establece que el Primer Nivel a ejecutar por la Auditora actuante, deberá incluir de la **Etapas I** : la **Etapas IA completa y la Etapas IB parcial**. Las tareas enunciadas en **IB** como: “D. Plan de Muestreo y Análisis”, así como “E. Ejecución del Plana de Muestreos y Análisis” se ejecutarán con un alcance específicamente limitado a establecer con certeza la inexistencia de contaminación en la Sede y dar por finalizada la Inspección Ambiental, o en el caso de detectarse afectación ambiental, la necesidad de avanzar con el resto de alcances establecidos en **IB y siguientes Etapas II / III** y recursos detallados en esta Guía.

El A3a deberá incluir en sus contenidos, todas las Etapas y alcances que en cada caso resulten, de la ejecución completa de la Inspección Ambiental sobre una Sede de Emplazamiento.

2. DOCUMENTACIÓN RESPALDATORIA

La estructura de toda documentación respaldatoria al Formulario A3a de Inspección Ambiental previsto en la Resolución S.E. N° 785/05, responderá sustancialmente a la prevista en el Punto 11 de la Norma ASTM E 1903 (2002), integrándose al mismo la totalidad de la documentación, registros de campo, muestreo de aguas y localización de freáticos de control, parámetros fisicoquímicos e hidráulicos; análisis de laboratorio; modelos generados y cuantificación de la extensión de las plumas contaminantes evidenciadas. El informe se completará con un capítulo específico emergente del modelo conceptual de la contaminación en el sitio.

3. REQUISITOS DE ELABORACIÓN DE LOS MAPAS A ADJUNTAR

Etapa I

Se preparará un mapa detallado de las instalaciones del sitio con sus límites mostrando la infraestructura de los TAAH, tuberías, islas y estaciones de distribución, depósitos, cisternas, áreas pavimentadas y sin pavimentar, etc. Este mapa mostrará al menos, la ubicación de los pozos de monitoreo del sitio (incluyendo aquellos que hayan sido abandonados, perdidos o destruidos), pozos de agua (públicos y privados), y áreas de derrames.

Se presentará asimismo un plano detallando la ubicación de las perforaciones para muestreo de suelos y los pozos de monitoreo de agua instalados y operativos.

Se considera conveniente también representar gráficamente las concentraciones medidas de los principales analitos en un plano como el anterior.

Los mapas deberán ser a escala adecuada (que asegure una buena interpretación de detalle) e incluirán los siguientes elementos.

- Dirección Norte.
- Escala Gráfica.
- Una leyenda que incluya el nombre del sitio, posición del tanque, título del mapa, fecha de confección del mapa y la explicación de todo símbolo utilizado.

Etapa II y/o III

Se elaborará un Mapa General del Área, mostrando la ubicación de la instalación hasta la zona de la comunidad más cercana o el área en la que ésta se encuentra. Además de los requerimientos indicados anteriormente, este mapa debe contener la ubicación de todos los pozos de abastecimiento de agua que se encuentren a una distancia inferior a 500 m del área de tanques, todos los cuerpos de agua superficiales existentes a menos de 200 m de distancia y los centros poblacionales sensibles establecidos a menos de 150 m de distancia del sitio en cuestión.

Asimismo, se elaborará un Mapa Particular del Sitio, proporcionando detalles del área de la instalación y alrededores en un radio de 100 m. Junto con los requerimientos generales indicados anteriormente, este mapa debe mostrar la ubicación de todas las estructuras y servicios

públicos, pozos de agua de abastecimiento, cuerpos de agua superficiales, viviendas y centros poblacionales sensibles, todos los puntos de muestreo y la dirección de flujo del agua subterránea en el área.

Deberán realizarse también una serie de mapas que describan una variedad de relaciones entre la liberación de una sustancia, el medio afectado y potenciales receptores.