



G O B I E R N O D E L A C I U D A D D E B U E N O S A I R E S

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA ENCUADRAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRANEAS EN SITIOS POTENCIALMENTE CONTAMINADOS Y/O SUJETOS A CAMBIO DE USO

### 1. INVESTIGACION DEL SITIO

#### 1.1. OBJETIVOS

Los estudios a realizarse deben cumplir con los siguientes objetivos:

Identificar y determinar la potencial afectación del suelo y agua subterránea proveniente del primer acuífero o acuífero somero producto de sustancias peligrosas a la salud humana y el medio ambiente, asociadas a las actividades presentes y pasadas realizadas en el área bajo estudio.

Este reconocimiento se realizará a través de:

- Estudios de tipo Fase I – Revisión técnico-legal sobre documentación existente, recorrida y entrevistas para la determinación de áreas de potencial afectación. Relevamiento de antecedentes y actividades históricas.
- Estudios de tipo Fase II –Caracterización del sitio para determinar la afectación de las áreas de potencial afectación. Determinación de la extensión horizontal y vertical de la pluma de compuestos de interés (CDI) en suelos y agua subterránea.
- Análisis de Riesgo a la Salud Humana y el Medio Ambiente (RBCA): Los sitios en los que se identifica la existencia de contaminación varían en término de complejidad, características físicas y químicas y en el riesgo que presentan a la salud humana y el medio ambiente. El RBCA incorpora al modelo conceptual del sitio esta diversidad de escenarios para determinar la necesidad de implementación de medidas de remediación.

El diseño y realización de los estudios deberá estar dirigido por un profesional con antecedentes y experiencia en el tipo de estudios a realizar en el sitio. En el caso que se determine la necesidad de ajustar el alcance de los trabajos, el mismo deberá ser validado y consensuado con la autoridad de aplicación.

#### 1.2. ALCANCES

El muestreo de suelos y agua subterránea deberá acotarse al sector indicado para el estudio.

Las tareas generales de acuerdo al alcance de los estudios solicitados son las que se enumeran a continuación:

Estudio de tipo Fase I:

- Recopilación de antecedentes y relevamiento del sitio.

- Recopilación de información geológica e hidrogeológica del área bajo estudio.
- Revisión técnico-legal sobre documentación existente, recorrida y entrevistas.
- Relevamiento y evaluación de posibles fuentes de contaminación históricas y actuales.
- Relevamiento de los CDI a determinar en base a las posibles fuentes identificadas.

Estudio de tipo Fase II:

- Acotamiento y nivelación de los puntos de muestreo.
- Perforación en seco y muestreo de suelos.
- Extracción de muestras de suelos y análisis en laboratorio.
- Instalación de pozos de monitoreo al primer acuífero.
- Muestreo de agua subterránea al primer acuífero para análisis en laboratorio químicos.
- Elaboración de esquemas completos sobre los perfiles de cada uno de los pozos, incluyendo información estratigráfica e hidrogeológica y diagramas de entubamiento de cada uno de los pozos de monitoreo.
- Determinación de dirección y velocidad del flujo subterráneo.
- Confección de mapa equipotencial.
- Diseño de las plumas de contaminantes. Confección de mapas de iso concentración de los CDI, en caso de corresponder.
- Control de calidad de las operaciones para evitar introducir contaminación de la superficie al subsuelo.
- Control de la higiene de las herramientas y dispositivos de perforación y muestreo.

Análisis de Riesgo a la Salud Humana y el Medio Ambiente:

- Evaluación de las fuentes de contaminación, vías de migración-exposición y potenciales receptores en el predio bajo estudio en función del uso futuro.
- Desarrollo del Modelo Conceptual del Sitio definitivo.
- Análisis de riesgo cuantitativo a través de la aplicación del RBCA Toolkit – Corrida de Tier 1 y 2.
- Determinación de acciones correctivas o recomendaciones a implementar.

## **2. PROCEDIMIENTO TÉCNICO OPERATIVO**

### **2.1. EJECUCIÓN DEL ESTUDIO DE FASE I**

La ejecución del estudio de Fase I deberá adecuarse a la normativa ASTM E1527 y ser suficientemente exhaustivo para permitir definir las áreas de potencial afectación a investigar en forma intrusiva durante el estudio de Fase II e identificar los CDI más probables de encontrar así como potenciales receptores. Asimismo deberá considerarse la normativa ASTM E 1689 con el objetivo de poder construir el Modelo Conceptual Preliminar para el diseño del estudio de Fase II, tomando en consideración el potencial uso del predio bajo estudio.

Durante el estudio de Fase I deberán llevarse a cabo:

- Entrevistas con personal del sitio para obtener información disponible respecto de las actividades llevadas a cabo en el predio actualmente y en el pasado, identificación de áreas de generación y almacenamiento de residuos y sustancias químicas así como su manejo actual y pasado, existencia de tanques de almacenamiento de combustibles o sustancias químicas y puntos de generación y manejo de efluentes, entre otros;

- Recorrida del predio llevando a cabo el correspondiente registro fotográfico de los hallazgos identificados;
- Recorrida del entorno del predio bajo estudio en un radio de 100 metros para la identificación de potenciales receptores de CDI que pudieran afectar la salud humana y/o medio ambiente y pozos de captación de agua subterránea;
- Revisión de documentación disponible respecto a permisos, monitoreos efectuados, resultados de muestras de suelo, agua y/o efluentes, inspecciones realizadas por autoridades de control y/o auditorías internas, entre otros.
- Revisión de información que permita ubicar el área de estudio dentro del contexto geológico e hidrogeológico, recopilando la información existente/disponible.

## **2.2. EJECUCION DEL ESTUDIO DE FASE II**

### **2.2.1. MUESTREO DE SUELO**

A partir de la información obtenida durante el Estudio de Fase I, se deberán proponer y ubicar los sondeos de suelo, cuya ubicación y cantidad deberá ser validada con la autoridad de aplicación. Los parámetros a analizar en las muestras obtenidas serán los incluidos en el presente pliego. En caso de evaluar la necesidad de incluir parámetros adicionales o excluir alguno de ellos, los mismos deberán ser consensuados con la autoridad de aplicación.

Las sondeos deberán realizarse en seco, con barrenos manuales de empuje directo. Se deberá efectuar el acotamiento de los puntos de muestreo mediante instrumental topográfico (GPS, estación total, nivel óptico cinta métrica etc.) y se volcará dicha información en planos con coordenadas relativas, utilizando la escala y equidistancias adecuadas en cada caso.

Se extraerán 2 (dos) muestras de suelo por sondeo; una superficial si existe suelo desnudo o por debajo del piso de hormigón (de corresponder) y la otra un metro por debajo de la muestra superficial.

Por razones de control de calidad, se deberán tomar 1 (un) blanco de equipo mínimo y 1 (un) duplicado por cada 20 (veinte) muestras de suelo obtenidas para su análisis en el laboratorio. Las muestras serán contenidas en frascos o recipientes adecuados a cada analito a determinar. Las mismas serán identificadas y acondicionadas para el envío al laboratorio con su correspondiente cadena custodia.

### **2.2.2. MUESTREO DE AGUA SUBTERRANEA**

Se deberán instalar un mínimo de 3 (tres) pozos de monitoreo por hectárea al primer acuífero que deberán realizarse continuando con las perforaciones de 5 de los sondeos previamente solicitados, cuya ubicación deberá ser validada con la autoridad de aplicación. Cabe destacar que la ubicación de estos freáticos, además de facilitar una correcta identificación del sentido de escurrimiento subterráneo de las aguas, debe permitir la detección de fase libre no acuosa (de corresponder), y la construcción de planos de isoconcentración (de corresponder).

Se obtendrá 1 (una) muestra de agua subterránea de cada pozo de monitoreo así como 1 (un) blanco de viaje y 1 (un) duplicado por razones de control de calidad para su análisis en el laboratorio.

#### **2.2.2.1. EJECUCIÓN E INSTALACIÓN DE POZOS DE MONITOREO**

Previo a la realización de cualquier perforación se deberá evaluar la presencia de cualquier interferencia aérea o subterránea en el área de ubicación de los pozos,

(tendido de electricidad, gas, agua y desagües, etc.), efectuando un pre-drilling manual, antes del inicio de las perforaciones.

Los pozos de monitoreo deberán realizarse en seco, con barrenos manuales de empuje directo o sistema mecánico de tipo helicoidal o Hollow Auger. Deberán extraerse muestras de suelo metro a metro para su caracterización y descripción del perfil litológica hasta alcanzar el nivel freático.

La instalación de los freatímetros deberá alcanzar una profundidad mínima de 3 metros por debajo del nivel freático. Una vez alcanzada dicha profundidad se procederá a encamisar el pozo utilizando caños de PVC. La sección filtrante de los freatímetros estará debidamente aislada de la superficie de modo tal que asegure la calidad química del agua, así como evitar la contaminación accidental o cruzada a través del espacio anular.

El total de las perforaciones deberán ejecutarse de acuerdo a las siguientes especificaciones.

- Descontaminación de las herramientas de perforación para cada pozo.
- Perforación en seco, con mecha helicoidal o Hollow Auger en 100 mm / 150mm de diámetro.
- Registro de datos obtenidos durante el avance de la perforación.
- El entubado de los freatímetros deberá ser de un diámetro mínimo de 63 mm y tener un mínimo de caño ranurado de 3 m por arriba del nivel freático detectado y un mínimo de 3 m por debajo del nivel freático. Deberá tener tapa de fondo y la unión de los caños no deberá realizarse con pegamentos para evitar alterar la calidad de las muestras de agua obtenidas. El espacio anular se completará con grava acorde a la litología atravesada alcanzando 2 m por arriba del caño cribado. Luego del engravado se deberá colocar un sello mínimo de 0,5 m de bentonita y por encima un sello cementicio.
- En superficie, la terminación de los freatímetros deberá tener una caja vereda con tapa de superficie amurada con cemento (no deberá sobresalir del piso en más de 2 cm y deberá ser terminada con declive circular, no con dado de cemento).
- Se deberá colocar una tapa expansora o similar con candado en cada boca de pozo, quedando todo dentro de la caja vereda.
- Previo a la finalización de la instalación de los freatímetros se procederá al desarrollo de los pozos.
- Una vez finalizada la instalación del pozo se deberá proceder al purgado y muestreo de los mismos.
- Los barros y / o suelos generados durante las perforaciones se acopiarán en el predio donde se realiza la tarea. Para ello se preverá su colocación en tambores con tapa, para su posterior traslado y su disposición final (de corresponder).

#### **2.2.2.2. NIVELACION DE LOS POZOS MONITORES**

Una vez completada la terminación de los pozos, se deberá acotar por nivelación mediante nivel óptico y/o estación total cada uno de los pozos en relación al tope de la camisa y al nivel del suelo. Cada punto de control en los freatímetros será posicionado en el terreno mediante cinta métrica y GPS, siendo los datos relevados graficados en un plano a escala conveniente.

#### **2.2.2.3. MEDICION DE PROFUNDIDAD**

La medición de la profundidad del fondo de cada pozo y la profundidad del agua en el interior de los pozos se efectuará con sonda freatimétrica electrónica de interfases. con sensibilidad 0,001 mm. Las mediciones de los niveles que se incluirán en el informe se deberán realizar en un mismo día.

Todos los elementos a utilizar serán adecuadamente descontaminados para evitar el efecto de contaminación cruzada. La información será volcada en los protocolos correspondientes.

#### **2.2.2.4. MUESTREO DE AGUAS DE LOS POZOS MONITORES**

Se deberá realizar la purga de todos los freáticos construidos previo a la toma de las muestras de agua subterránea. Para ello se procederá de acuerdo con dos métodos dependiendo de las condiciones en las que se encuentren los mismos.

a - En el caso que los pozos de monitoreo no presenten una importante cantidad de sedimentos acumulados se realizará la limpieza y purgado mediante la utilización de bailer o cuchara metálica. Se extraerán entre 3 y 5 volúmenes de líquidos de la capacidad de almacenaje de cada pozo. Para asegurar que la muestra a obtener es representativa, se deberán tomar mediciones en campo de pH y conductividad hasta que 3 muestras sucesivas tengan lecturas constantes de pH y conductividad.

b - En el caso que los pozos de monitoreo presenten una importante cantidad de sedimentos acumulados será necesario implementar un sistema de limpieza mediante un sistema de vacío capaz de retirar los sedimentos y líquidos involucrados. Una vez purgado los pozos se dejarán recuperar y estabilizar los mismos. En el caso de permeabilidades muy bajas y por ende poca recuperación de los pozos podrá requerirse de un tiempo de estabilización más largo.

El muestreo de cada pozo se efectuará dentro de las 24 hs. posteriores al purgado, pero en todos los caso se tomarán precauciones para evitar la excesiva aireación del agua del pozo y la pérdida de los compuestos volátiles que estén presentes.

Primero se realizará la medición con sonda de interfase y luego la toma de muestra de agua o FLNA (Fase Libre No Acuosa) si existiere, mediante la utilización de bailer nuevo descartable en cada pozo de monitoreo.

Las muestras serán contenidas en botellas, viales o recipientes adecuados y preservados conforme lo requiera cada analito a determinar. Los recipientes serán totalmente completados con la muestra, pero sin dejar burbujas de aire. Inmediatamente de completados, los envases serán colocados en hielo dentro de la heladera para mantener las muestras dentro de una temperatura igual a los 4° C. Para el envío de las muestras al laboratorio se deberán completar formularios de cadena custodia.

### **2.3. NORMAS GENERALES Y ESPECÍFICAS A APLICAR**

La recolección, envasado, preservación, manejo y almacenamiento de las muestras de agua subterránea se realizarán, en un todo de acuerdo con los procedimientos que se detallan a continuación:

#### **MUESTREO DE SUELOS**

##### **DESCRIPCIÓN**

##### **MÉTODO**

Muestreo de suelos	ASTM D-4700-91
Envasado y Preservación de muestras	ASTM D-4687 Sec. 8
Cadena de custodia	ASTM D-4840

#### **MUESTREO DE AGUAS**

## DESCRIPCIÓN

## MÉTODO

Muestreo de Aguas en Freatímetro	ASTM D-4448 01
Envasado y Preservación de muestras	ASTM D-4687 Sec. 8
Cadena de custodia	ASTM D-4840

Para la ejecución de las tareas comprendidas en los objetivos y alcances de los estudios requeridos, se tendrán en cuenta además las recomendaciones que surgen de las siguientes Normas:

- EPA 530-R493-001 Guía técnica para pozos de monitoreo de agua subterránea.
- EPA 600/4-89/034 Manual para diseño e instalación de pozos de monitoreo de agua subterránea.
- ASTM D-4220/89 Transporte y preservación de muestras.
- ASTM D-5092/90 Diseño e instalación de pozos de monitoreo de acuíferos
- ASTM D-5238/92 Aseguramiento de la calidad.
- ASTM D-5088/90 Descontaminación de equipamiento de campo.
- ASTM D-5434/93 Registros de exploración de campo.

### 3. ANÁLISIS QUÍMICOS

#### 3.1. DETERMINACIONES ANALITICAS REQUERIDAS

Teniendo en consideración la afectación que pudiera llegar a provocar la actividad principal del sitio bajo estudio (principalmente de origen orgánico) y en base a las conclusiones extraídas del estudio de Fase I se deberán analizar como mínimo los siguientes parámetros:

#### Analitos en Suelo

#### Analitos recomendados Metodología Analítica

Arsénico: EPA 7061 A masa seca  
Bario: EPA 77080 A masa seca  
Cadmio: EPA 7131 A /7130 masa seca  
Zinc: EPA 7950 masa seca  
Cobre: EPA 7210 masa seca  
Cromo Total: EPA 7190 masa seca  
Mercurio: EPA 7471 B masa seca  
Níquel: EPA 7520 / 7521 masa seca  
Plata: EPA 7760 / 7761 masa  
Plomo: EPA 7420 masa seca  
Selenio: EPA 7741 A masa seca  
Aldrin + Dieldrin EPA 3535A/ 8081 B  
Atrazina EPA 3535A/ 8070 D  
Clordano EPA 3535A/ 8081 B  
2,4-D EPA 3535A/ 8321 B  
Endosulfan EPA 3535A/ 8081 B  
Heptacloro EPA 3535A/ 8081 B  
Lindano EPA 3535A/ 8081 B  
MPCA EPA 3535A/ 8321 B  
Metoxicloro EPA 3535A/ 8081 B  
Paraquat EPA 549.2  
Trifluoralina EPA 3535A/ 8070 D  
Bifenil Policlorados EPA 3510 C/ 8082 A  
Compuestos Fenolicos SMK 5530 B/C

PAHs (apertura) EPA 3535A/ 8310  
BTEX (apertura) EPA 8260  
HTP TNRCC 1005 y 1006  
PH SM 4500-HB

**Analitos en Agua**  
**Analitos recomendados Metodología Analítica**

Arsénico EPA 6020 A  
Bario EPA 6020 A  
Cadmio EPA 6020 A  
Zinc EPA 6020 A  
Cobre EPA 6020 A  
Cromo Total EPA 6020 A  
Mercurio EPA 6020 A  
Níquel EPA 6020 A  
Plata EPA 6020 A  
Plomo EPA 6020 A  
Selenio EPA 6020 A  
Aldrin + Dieldrin EPA 3535A/ 8081 B  
Atrazina EPA 3535A/ 8070 D  
Clordano EPA 3535A/ 8081 B  
2,4-D EPA 3535A/ 8321 B  
Endosulfan EPA 3535A/ 8081 B  
Heptacloro EPA 3535A/ 8081 B  
Lindano EPA 3535A/ 8081 B  
MPCA EPA 3535A/ 8321 B  
Metoxicloro EPA 3535A/ 8081 B  
Paraquat EPA 549.2  
Trifluoralina EPA 3535A/ 8070 D  
Bifenil Policlorados EPA 3510 C/ 8082 A  
Compuestos Fenolicos SMK 5530 B/C  
PAHs (apertura) EPA 3535A/ 8310  
BTEX (apertura) EPA 8260  
HTP TNRCC 1005 y 1006  
  
PH SM 4500-HB  
Bacterias Coliformes SM 9221  
Nitratos SM 4110  
Nitritos SM 4110  
Nitrogeno amoniacal SM 4500 NH3+F  
Fosforo total SM 4500 PC

En base a los resultados del estudio de Fase I se podrán incluir parámetros al listado previamente mencionado considerando que deberán ser validados y consensuados con la autoridad de aplicación:

En caso de corresponder se deberá realizar la identificación de hidrocarburos en fase libre o en extracto de suelos realizar por cromatografía gaseosa por átomo de carbono.

## RESULTADOS ANALITICOS

Los resultados que se obtienen de aplicar estas metodologías analíticas deberán ser expresados en ug/g de suelo seco para suelo, y ug/L para las muestras acuosas. Los límites de detección de los distintos analitos deberán ser igual o inferiores, a los niveles guías planteados en el punto B del Anexo IV, de la Resolución 326-2013 APRA y de las tablas 1 y 9, Anexo II, del Decreto Reglamentario 831/93 de la Ley 24051.

Para los parámetros que no se encuentran regulados en la legislación local, se deberá considerar los niveles guías planteados en el punto C del Anexo IV, de la Resolución 326-2013 APRA.

La autoridad de aplicación tiene la potestad de solicitar los cromatogramas, resultados de salidas de los equipos y toda aquella información que considere pertinente referente a los análisis realizados.

## CONDICIONANTE ANALÍTICO

Las determinaciones analíticas deberán llevarse a cabo mediante un laboratorio de la nómina de Laboratorios de Determinaciones Ambientales, Anexo I IF-2018-31155340-APRA, conforme Resolución N° RESOL-2018-455-APRA”, con capacidad técnica demostrada en concordancia con la normativa vigente que regule la materia y estar rubricadas por un profesional con incumbencia en la materia.

## CONSTRUCCIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS

Con los datos de profundidad y nivel equipotencial se deberá elaborar el mapa equipotencial del sitio. De esta forma es posible construir la red de flujo subterráneo, determinar el sentido de escurrimiento del agua y determinar el gradiente hidráulico.

Con los datos fisicoquímicos obtenidos a diferentes profundidades de los sondeos de suelo se deberán construir, de ser posible, los Mapas Temáticos, mediante la interpolación de datos entre puntos censados, para obtener curvas de igual concentración y relaciones. Todos estos planos deben ser construidos a escala adecuada y que sean legibles.

En caso de no obtener resultados que permitan la construcción de isóneas, deberá presentarse planos con concentraciones puntuales.

### 4. INFORME DE FASE I

El informe de Fase I deberá incluir el Modelo Conceptual Preliminar del sitio y la propuesta de las ubicaciones de los sondeos y pozos de monitoreo a perforar. El mismo quedará sujeto a la aprobación de la autoridad de aplicación, quien podrá sugerir cambios o modificaciones, antes de iniciar con el proceso de Fase II.

### 5. EL INFORME FINAL FASE II

El informe final tiene por propósito exponer toda la información que surja del Estudio de Fase II, que entre otros aspectos deberá contener (de acuerdo a los alcances del mismo, sea un estudio de detalle o preliminar):

- Recopilación bibliográfica y de antecedentes.
- Descripción de las instalaciones.
- Descripción del entorno, interferencias y pozos de captación en un radio de 100 m a partir del límite del predio.
- Descripción de la metodología aplicada.



- Presentación de químicos.
- Descripción de las actividades de campo.
- Mapas, ubicación de los sondeos en planta y mapas temáticos.
- Registros de monitoreo y diagrama constructivo de los pozos.
- Evaluación de los resultados analíticos, potenciales fuentes de contaminación, dirección y velocidad de flujo del agua subterránea.
- Presencia de fase disuelta y de FLNA.
- Otra información pertinente que se considere relevante.
- Conclusiones y Recomendaciones.
- Propuesta de plan de adecuación de considerarlo necesario.
- Anexos conteniendo datos de campo, notas, datos recopilados en el sitio, protocolos analíticos de los laboratorios, cadenas de custodias y registro fotográfico.

La información presentada deberá cumplir con los requerimientos de los puntos A1, A2 y A3; del Anexo IV, de la Resolución 326/2013-APRA, para los casos que correspondan.

#### 6. INFORME DE ANALISIS DE RIESGO A LA SALUD HUMANA Y EL MEDIO AMBIENTE

Con la información recabada en los estudios Fase I y II y considerándose el uso futuro del predio, se deberá realizar (en caso de corresponder) un análisis de riesgo a la salud humana, según la norma IRAM 29590-2012.

La ejecución del análisis de riesgo quedara sujeta a la necesidad de realizarse el mismo, condicionado a la excedencia de los analitos, respecto a los niveles guías de la normativa vigente. En caso de corresponder será solicitado por la autoridad de aplicación.

El informe final del RBCA deberá incluir el Modelo Conceptual del Sitio definitivo partir de la implementación del RCBA Toolkit en español y todas aquellas recomendaciones y acciones correctivas que surjan del análisis realizado. La implementación de acciones correctivas no se encuentra incluida en el presente pliego y serán evaluadas por la autoridad de aplicación para su posterior implementación.