



**Municipalidad Distrital de San Antonio**  
"Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"

## **RESOLUCIÓN GERENCIAL DE SERVICIOS MUNICIPALES Y GESTIÓN AMBIENTAL N° 141-2025-GSMGA/GM/MDSA**

**SAN ANTONIO, 26 DE AGOSTO DEL 2025**

**EL GERENTE DE SERVICIOS MUNICIPALES Y GESTIÓN AMBIENTAL DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN ANTONIO**

**VISTOS:**

El Expediente, sobre solicitud de Aprobación del "PROGRAMA DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE SUELO EN EL DISTRITO DE SAN ANTONIO; Acta N° 01 – Primera Sesión Extraordinaria de la Comisión Ambiental Municipal del Distrito de San Antonio; Informe N° 150-2025-MDSA/GM/GSM/PCSGA/EGARD-EFQC; Informe N° 010-2025-MDSA/GM/GSM/PCSGA/EL-SRCC; y;

**CONSIDERANDO:**

Que, el artículo 194º de la Constitución Política del Perú, modificada por la Ley N°27680, Ley de Reforma Constitucional del Capítulo XIV del Título IV sobre Descentralización, Ley N°30305, Ley de Reforma de los artículos 191º, 194º y 203º de la Constitución Política del Perú; en concordancia con el artículo II del Título Preliminar de la Ley Orgánica N°27972, Ley Orgánica de Municipalidades, establece que la autonomía para las municipalidades radica en la facultad de ejercer actos de gobierno, administrativos y de administración con sujeción al ordenamiento jurídico;

Que, la Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente, establece en su artículo 91º Del Recurso Suelo: "El Estado es responsable de promover y regular el uso sostenible del recurso SUELO, buscando prevenir o reducir su perdida y deterioro por erosión o contaminación (...)", a su vez señala en su artículo 113º De la calidad ambiental, numeral 113.2, literal a. "Preservar, conservar, mejorar y restaurar, según corresponda, la calidad del aire, el agua y los suelos (...);"

Que, con el Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM, de fecha 02 de diciembre de 2017, se aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, el cual establece en la Segunda Disposición Complementaria Final: "La Aplicación de los ECA para Suelo en los instrumentos de gestión ambiental aprobados, que sean de carácter preventivo, se realiza en la actualización o modificación de los mismos, en el marco de normativa vigente del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA);

Que, mediante Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM, de fecha 31 de marzo del 2024, aprueban: LA GUÍA PARA EL MUESTREO DE SUELOS, que establece diferentes técnicas de muestreo: muestreo de identificación, muestreo de detalle, muestreo de nivel fondo y muestreo de comprobación de la remediación; criterios para la determinación del número de muestras, así como medidas de calidad para la toma y el manejo de muestras de suelos; y a su vez establece especificaciones para: i) determinar la existencia de contaminación en el suelo, ii) determinar la dimensión (extensión horizontal y vertical) de la contaminación, iii) determinar las concentraciones de nivel de fondo, y, iv) determinar si las acciones de remediación lograron reducir la concentración de los contaminantes en el suelo, (...). Y LA GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE DESCONTAMINACIÓN DE SUELOS, tiene como objetivo orientar a los titulares y/o responsables de la descontaminación de sitios contaminados, empresas consultoras y





**Municipalidad Distrital de San Antonio**  
"Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"

## **RESOLUCIÓN GERENCIAL DE SERVICIOS MUNICIPALES Y GESTIÓN AMBIENTAL N° 141-2025-GSMGA/GM/MDSA**

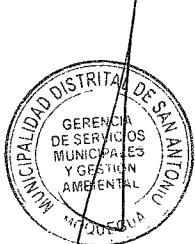
público en general, sobre el desarrollo de las diversas etapas que comprende la elaboración e implementación del Plan de Descontaminación de Suelos – PDS;

Que, mediante Ordenanza Municipal N° 009-2023-MDSA, se aprueba la Comisión Ambiental Municipal del Distrito de San Antonio (CAM – DSA), establece en su artículo 8º las funciones de la CAM, y en su artículo 9º señala que la CAM, cumplirá sus funciones con el apoyo de Grupos Técnicos a propuestas de los miembros y aprobado por la CAM;

Que, mediante Resolución de Alcaldía N° 397-2024-A/MDSA, se Conforma los Grupos Técnicos de la Comisión Ambiental Municipal del Distrito de San Antonio, integrado por cuatro (04) Grupos Técnicos: (...), 4. Grupo Técnico de Gestión de la Calidad Ambiental; a su vez en su artículo 2º se aprobó el Reglamento de los Grupos Técnicos de la CAM DSA, que consta de 01 Capítulo y 07 Artículos;

Que, mediante Ordenanza Municipal N° 007-2024-2023-MDSA, se crea el SISTEMA LOCAL DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL DISTRITO DE SAN ANTONIO, ordenanza que establece en el numeral 6.2 "La MDSA en el marco de sus funciones y competencias ambientales, como autoridad ambiental local, formula, aprueba, ejecuta y hace seguimiento a los planes, programas y proyectos locales en materia ambiental, incluidos los instrumentos de gestión ambiental, (...)"

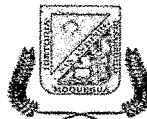
Que, mediante Resolución de Alcaldía N° 027-2024-A/MDSA, de fecha 15 de enero de 2024, se resuelve mediante su artículo primero "**DESCONCENTRAR Y DELEGAR**, con expresa e inequívoca mención y bajo estricta responsabilidad, las atribuciones, facultades administrativas y resolutivas de Alcaldía en la **GERENCIA DE SERVICIOS MUNICIPALES Y GESTIÓN AMBIENTAL**, señaladas a Continuación: 1. Aprobar los planes de trabajo y sus modificatorias.



Que, mediante Resolución de Alcaldía N° 428-2024-A/MDSA, se ratifica en el cargo de confianza al Ing. Carlos Alberto Santos Checalla como Gerente de Servicios Municipales y Gestión Ambiental de la Municipalidad Distrital de San Antonio;

Que, mediante ACTA N° 01 - Primera Sesión Extraordinaria de la Comisión Ambiental Municipal del Distrito de San Antonio (CAM – DSA), realizada el día viernes 06 de junio de 2025, en dicha sesión se contó con la asistencia de la presidencia, secretaría técnica y siete (07) miembros de la CAM - DSA, donde se acordó por mayoría de votos aprobar el "**Programa de Vigilancia de la Calidad de Suelo en el Distrito de San Antonio**";

Que, con Informe N° 150-2025-MDSA/GM/GSM/PCSGA/EGARD-EFQC, de fecha 12 de agosto del 2025, el Ing. Edward Franck Quispe Cuayla - Especialista en Gestión Ambiental, Riesgo de Desastres del Proyecto "**CREACIÓN DE SERVICIOS DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN ANTONIO - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGIÓN MOQUEGUA**", otorga opinión favorable al "**Programa de Vigilancia de la Calidad de Suelo en el Distrito de San Antonio**", el cual ha sido elaborado en el año 2023, mediante O/S N° 6196; este Programa fue socializado en el Grupo Técnico de Gestión de la Calidad Ambiental de la CAM - DSA y aprobado por la CAM - DSA; por lo que se canalizó a la Residencia del Proyecto solicitando la aprobación del mismo;



Municipalidad Distrital de San Antonio  
"Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"

## RESOLUCIÓN GERENCIAL DE SERVICIOS MUNICIPALES Y GESTIÓN AMBIENTAL N° 141-2025-GSMGA/GM/MDSA

Que, mediante Proveído S/N de fecha 12 de agosto del 2025, la Ing. Ofelia Nélida Paría Zeballos - Residente del Proyecto, traslada dicho expediente a la Abg. Solange Rocío Coronado Cáceres - Especialista Legal, a fin de proyectar respuesta;

Que, mediante Informe N° 010-2025-MDSA/GM/GSM/PCSGA/EL-SRCC, de fecha 21 de agosto del 2025, la Abg. Solange Rocío Coronado Cáceres - Especialista Legal del Proyecto emite **OPINION LEGAL FAVORABLE** para la aprobación del "**Programa de Vigilancia de la Calidad de Suelo en el Distrito de San Antonio**"; en conformidad con la normativa invocada, el análisis realizado, y vistos buenos validados por las áreas técnicas competentes;

Que, en atención a la normativa precitada, se tiene el "PROGRAMA DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE SUELO EN EL DISTRITO DE SAN ANTONIO", aprobado el día 06 de junio de 2025, por los miembros de la CAM del distrito de San Antonio mediante Acta N° 01 - Primera Sesión Extraordinaria de la CAM - DSA; asimismo cuenta con los vistos buenos por parte del Ing. Edward Franck Quispe Cuayla - Especialista en Gestión Ambiental, Riesgo de Desastres del proyecto, Ing. Ofelia Nélida Paría Zeballos - Residente del Proyecto e Ing. Yin Yohan Cuayla Gómez - Inspector del Proyecto. Del mismo modo, resaltar que el Programa en mención forma parte del **PLAN DE TRABAJO SERVICIO DE ASESORÍA EN TEMAS AMBIENTALES**, para el **COMPONENTE III: Herramientas de Gestión Ambiental** del citado Proyecto, habiendo sido validado con **Opiniones Técnicas Favorables**, mediante: Informe N° 072-2025-MDSA/GM/GSM/EA/EFQC, del Especialista en Gestión Ambiental, Riesgo de Desastres del Proyecto, Informe N° 431-2025-MDSA/GM/GSM/PCSGA, de la Residencia del Proyecto, Informe N° 072-2025-MDSA/GM/GESLP/SSL/IP/YYCG, del Inspector del Proyecto, Informe N° 2829-2025-MDSA/GM/GESLP-SSL e Informe N° 2256-2025-MDSA/GM/GESLP;

Que, de conformidad con la Constitución Política del Perú, Ley Orgánica N° 27972 – Ley Orgánica de Municipalidades y sus modificatorias, Decreto Supremo N° 004-2019-JUS – Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444 Ley de Procedimiento Administrativo General, Ordenanza Municipal N° 015-2024-MDSA – Reglamento de Organización y Funciones de la Municipalidad Distrital de San Antonio y Resolución de Alcaldía N° 027-2024-A/MDSA;



### SE RESUELVE:

**ARTÍCULO PRIMERO.** - **APROBAR** el "**PROGRAMA DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE SUELO EN EL DISTRITO DE SAN ANTONIO**", en merito a los considerandos expuestos precedentemente, el mismo que forma parte de la presente Resolución.

**ARTÍCULO SEGUNDO.** - **ENCARGAR** la ejecución del "**PROGRAMA DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE SUELO EN EL DISTRITO DE SAN ANTONIO**", a la Gerencia de Servicios Municipales y Gestión Ambiental, quien será responsable de velar por su ejecución física y financiera, bajo responsabilidad.

**ARTÍCULO TERCERO.** - **NOTIFICAR**, el presente Acto Resolutivo a Gerencia Municipal, Oficina General de Planeamiento y Presupuesto, Subgerencia de Servicios Municipales, Subgerencia de Riesgos de Desastres y Ambiental, y



**Municipalidad Distrital de San Antonio**  
"Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"

## RESOLUCIÓN GERENCIAL DE SERVICIOS MUNICIPALES Y GESTIÓN AMBIENTAL N° 141-2025-GSMGA/GM/MDSA

a la Oficina de Informática para la publicación de la presente resolución en la página web de la Municipalidad Distrital de San Antonio.

**REGÍSTRESE, COMUNIQUESE Y CÚMPLASE**

~~ING. CARLOS ALBERTO SANTOS CHECALLA  
GERENTE  
GERENCIA DE SERVICIOS MUNICIPALES Y GESTIÓN AMBIENTAL  
M.D.S.A.~~

**DISTRIBUCIÓN:**

- DISTRIBUCIÓN:  
- GM  
-OGPP  
-SGSM  
SGRDA  
OTI  
-Residencia del Proyecto  
C.c.Archivo

# **PROGRAMA DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE SUELO EN EL DISTRITO DE SAN ANTONIO**



**SAN ANTONIO 2025**



## CONTENIDO

CAPITULO I.....	2
ASPECTOS GENERALES.....	2
1.1. DEFINICIONES .....	2
1.2. NORMATIVA APLICABLE .....	5
CAPITULO II.....	5
IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN.....	5
2.1. ZONAS PRODUCCIÓN AGRICOLA.....	6
2.2. PRODUCCIÓN MINERÍA METÁLICA Y NO METÁLICA.....	7
2.3. INFRAESTRUCTURA DE RESIDUOS SOLIDOS .....	7
2.4. PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	8
2.5. CARRETERAS .....	8
CAPITULO III.....	8
ANALISIS APLICABLE.....	8
3.1. ANALISIS APLICABLE A LA REALIDAD LOCAL.....	8
3.1.1. Fase de registro.....	8
3.1.2. Fase de identificación.....	9
3.2. FASE DE CARACTERIZACIÓN Y REMEDIACIÓN.....	10
CAPITULO IV .....	11
PROCEDIMIENTO DE MONITOREO.....	11
4.1. METODÓLOGA DE MUESTREO .....	11
4.2. TÉCNICAS DE MUESTREO .....	13
4.3. PARA MUESTRAS SUPERFICIALES .....	13
4.4. PARA MUESTRAS EN PROFUNDIDAD .....	14
4.5. PARA MUESTRAS EN LA FASE GASEOSA DEL SUELO .....	16
4.6. MUESTREO DE COMPROBACIÓN DE LA REMEDIACIÓN (MC) .....	18
4.7. PATRONES DE MUESTREO PARA DEFINIR LA LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO EN SUELOS CONTAMINADOS.....	20
4.8. PROCEDIMIENTO DE MONITOREO.....	23
4.8.1. Equipos y herramientas de campo .....	23
4.8.2. Los instrumentos para la colecta de muestras en campo .....	24
4.9. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS .....	25
4.10. ETIQUETADO Y ROTULADO.....	25
4.11. FICHA DE MUESTREO .....	26
4.12. CADENA DE CUSTODIA.....	26
4.13. CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LAS MUESTRAS.....	26
CAPITULO V .....	27
CAPACIDADES OPERATIVAS.....	27
4.14. INFRAESTRUCTURA .....	27
4.15. LISTA DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS .....	28
4.16. RECURSOS HUMANOS.....	28



## CAPITULO I

### ASPECTOS GENERALES

#### 1.1. DEFINICIONES

Para los efectos del presente Programa de Vigilancia de Suelo que se disponga algo distinto, se entenderá por:

##### Áreas de potencial interés

Extensión de terreno sobre el que se realizarán efectivamente las labores de muestreo. Se trata de áreas identificadas durante la Fase de Identificación en las cuales existe alguna evidencia de potencial contaminación del suelo.

##### Cadena de custodia

Procedimiento documentado de la obtención de muestras, su transporte, conservación y entrega de estas al laboratorio para la realización de pruebas de análisis fisicoquímico, realizado por el personal responsable.

##### Calidad de suelo

La calidad del suelo quiere decir la capacidad de un tipo específico de suelo de funcionar para sostener la productividad de las plantas y de los animales, mantener o mejorar la calidad del agua y del aire y también de mantener la sanidad y la vivienda de los humanos.

##### Derrame

Cualquier descarga, liberación rebose o vertido indebido a una práctica inadecuada o hecho accidental de hidrocarburos o líquidos peligrosos en el suelo.

##### Estándar de calidad ambiental (ECA)

Establecidos por el MINAM, fijan los valores máximos permitidos de contaminantes en el ambiente. El propósito es garantizar la conservación de la calidad ambiental mediante el uso de instrumentos de gestión ambiental sofisticados y de evaluación detallada. Para controlar las emisiones de agentes contaminantes

##### Envase

Recipientes de diferente material, forma y tamaño destinado a contener muestras de suelos para su conducción desde el lugar de muestreo hacia el laboratorio, y que se reúne características para conservar las propiedades de las muestras a ser analizadas.

##### GPS

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un servicio propiedad de los EE. UU. que proporciona a los usuarios información sobre posicionamiento, navegación y cronometría. Este sistema está constituido por tres segmentos: el segmento espacial, el segmento de control y el segmento del usuario.

##### Modelo conceptual



Relato escrito y/o representación gráfica del sistema ambiental y de los procesos físicos, químicos y biológicos que determina el transporte de contaminantes desde la fuente, a través de los medios que componen el sistema, hasta los componentes receptores que forman parte de él.

### **Muestreo de identificación**

Es aquel orientado a identificar si el suelo está contaminado. Entiéndase que toda referencia hecha al muestreo exploratorio en el D.S. N° 002-2013-MINAM, se entenderá como referida al muestreo de identificación.

### **Muestreo de detalle**

Es aquel orientado a identificar el área y el volumen del suelo impactado, y de ser el caso, de otros medios afectados por las sustancias señaladas en el D.S. N°002-2013-MINAM.

### **Muestreo de comprobación**

Es aquel orientado a verificar si se alcanzaron los niveles establecidos en el ECA para suelo, los niveles de fondo, los niveles de remediación determinados en el ERSA u otros objetivos de remediación establecidos para suelos.

### **Muestreo de Nivel de Fondo**

Es aquel orientado a identificar el nivel de fondo en el suelo.

### **Muestra en profundidad**

Muestra obtenida de los horizontes o capas del suelo en donde se ubican y lixivian los contaminantes que se desean evaluar.

### **Nivel de fondo**

Concentración en el suelo de los químicos que no fueron generados por la actividad objeto de análisis y que se encuentran en el suelo de manera natural o fueron generados por alguna fuente antropogénica ajena a la actividad bajo análisis.

### **Nivel de Remediación**

Concentración de un químico de interés determinado de manera específica para las condiciones del sitio, a través del estudio de evaluación de riesgos a la salud y el ambiente.

### **Patrón de muestreo**

Es la distribución espacial de los puntos de muestreo en el plano horizontal, para cada sitio en particular en base a las características y el objetivo del muestreo. Los patrones pueden ser i) de distribución uniforme (rejillas regulares, rejillas triangulares, rejillas circulares, sobre una línea, diagonales múltiples), ii) de distribución aleatoria (aleatorios, aleatorios en una rejilla regular, aleatorios desalineados en una rejilla regular), iii) de muestreo con distribución heterogénea (diagonal simple, diagonales cruzadas rotantes), señala los criterios para la toma de muestras, superficiales o profundidad.

### **Nivel de Remediación**



Concentración de un químico de interés determinado de manera específica para las condiciones del sitio, a través del estudio de evaluación de riesgos a la salud y el ambiente.

### **Patrón de muestreo**

Es la distribución espacial de los puntos de muestreo en el plano horizontal, para cada sitio en particular en base a las características y el objetivo del muestreo.

### **Sitio contaminado.**

Aquel suelo cuyas características químicas han sido alteradas negativamente por la presencia de sustancias químicas contaminantes depositadas por la actividad humana, en concentraciones tal que en función del uso actual o previsto del sitio y sus alrededores representa un riesgo a la salud humana o el ambiente

### **Riesgo**

Probabilidad o posibilidad de que un contaminante pueda ocasionar efectos adversos a la salud humana, en los organismos que constituyen los ecosistemas o en la calidad de los suelos y del agua, en función de las características y de la cantidad que entra en contacto con los receptores potenciales, incluyendo la consideración de la magnitud o intensidad de los efectos asociados y el número de individuos, ecosistemas o bienes que, como consecuencia de la presencia del contaminante, podrían ser afectados tanto en el presente como en el futuro.

### **Plan de muestreo**

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

### **Sedimento**

Materiales de depósito o acumulados por arrastre mecánico de las aguas superficiales o el viento depositados en los fondos marinos, fluviales, lacustres y depresiones continentales.

### **Sistema de Coordenadas Cartográficas UTM**

Sistema de Coordenadas Transversal Universal de Mercator (en inglés Universal Transverse Mercator, UTM), identifica un punto de la superficie "terrestre", y tiene como unidad de medida el metro.

### **Suelo**

Material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad.

### **Suelo contaminado**

Suelo cuyas características químicas, han sido alteradas negativamente por la presencia de sustancias contaminantes depositadas por la actividad humana, según lo establecido en el D.S. N° 002-2013-MINAM.

### **Textura de suelo**



Es la propiedad física derivada de la composición granulométrica, constituida por arena, limo y arcilla, cuyos diámetros están contempladas en la escala de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo.

## 1.2. NORMATIVA APLICABLE

**Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM; Aprobar la Guía para el Muestreo de Suelos y la Guía para la Elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos.**

La Guía para Muestreo de Suelos tiene como objetivo de brindar las especificaciones para el muestreo de sitios contaminado, identidad y cantidad de contaminantes presentes, así como la extensión y volumen de sitios contaminados en todo proyecto y/o actividad, cuyo desarrollo dentro del territorio nacional.

**Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.**

El presente Decreto Supremo aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, que constituyen un referente obligatorio para el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, y son aplicables para aquellos parámetros asociados a las actividades productivas, extractivas y de servicios.

**Resolución Ministerial N° 0205-2020-MINAGRI Reglamento de Sitios Contaminados para el Sector Agricultura y Riego**

La presente norma tiene por objeto orientar la aplicación de los criterios para la gestión de sitios contaminados, los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo y parámetros contemplados en la presente, vigentes al momento de aplicación de esta norma, que se presenten en el desarrollo de las actividades de competencia del Sector Agricultura y Riego, a fin de proteger la salud de las personas y el ambiente.

**Decreto Supremo N° 012-2017-MINAM; Aprueban Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados.**

La presente norma tiene por objeto establecer los criterios para la gestión de sitios contaminados generados por actividades antrópicas, los cuales comprenden aspectos de evaluación y remediación, a ser regulados por las autoridades sectoriales competentes, con la finalidad de proteger la salud de las personas y el ambiente.

**Las leyes ambientales son importantes y fundamentales para prevenir, mitigar, corregir y regular en ciertas maneras las acciones del hombre que alteran, transforman y modifican la calidad del ambiente para la satisfacción de sus necesidades.**

## CAPITULO II

### IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN

La identificación de contaminantes de suelo es el proceso de determinar qué sustancias químicas están presentes en el suelo y de dónde provienen. Esto es



fundamental para controlar la contaminación del suelo y proteger la salud humana y el medio ambiente.

Toda actividad que se desarrolle en el ámbito distrital de San Antonio que genere o que pueda generar riesgos de contaminación de recurso suelo, en su emplazamiento o áreas de influencia, se considera como fuentes contaminantes.

Entre los principales contaminantes del suelo se encuentran: Metales pesados, Microorganismos patógenos, Hidrocarburos, Plaguicidas, Basura, Ácidos y aguas de relave.

La contaminación del suelo puede ser puntual o difusa. La contaminación puntual proviene de fuentes determinadas, como actividades industriales, vertederos y explotaciones mineras.

### **Infraestructura de RR.SS. y efluentes**

Un deficiente gestión o disposición sin tratamiento de residuos sólidos y líquidos, generan a largo plazo la alteración de la calidad de suelo, incrementa su salinidad, la sobresaturación del recurso natural, desintegración de su estructura y una reducción generalizada de su capacidad productiva.

### **Infraestructuras viales**

Las vías vehiculares de alto transito tienden ser usadas para el trasporte de sustancias peligrosas, como también residuos peligrosos, que estos tienden a ser de riesgo alto que ocurra algún accidente que conlleva a derrames, afectando directamente el suelo.

### **Zonas de producción agrícola**

La contaminación de los suelos por zonas de producción agrícola se debe a prácticas insostenibles, como el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas, y el uso de aguas residuales.

### **Zonas de producción**

Las actividades mineras provocan generalmente fuertes impactos ambientales, con la destrucción de los suelos naturales y creación de los nuevos suelos (aerosoles) que presentan fuertes limitaciones físicas, químicas y biológicas que dificultan la reinstalación de vegetación.

## **2.1. ZONAS PRODUCCIÓN AGRICOLA**

- Áreas de cultivo que utilicen para el control de sus plagas fungicidas, plaguicidas y herbicidas que contengan ingrediente activo Clorpirifos.
- Zonas producción agrícola que utilicen para su control de plagas, la siguiente lista de plaguicidas agrícolas con nombre común del ingrediente activo cuyo registro se encuentra restringido o prohibido en el Perú.
- Áreas degradadas mediante escorrentías por arrastre de agentes contaminantes.

### **Plaguicidas prohibidas**

- Paraquat (agregado sustancia emética, color, olor).
- Metamidofos (uso de disolventes etilengloncol y/o dietilenglicol, envases de



- COEX o polietileno de alta densidad e inclusión de un folleto de uso y manejo seguro).
- Endrin
  - Dieldrin
  - BHC/HCH  
Canfecloro/Toxafeno 2,4,5-T
  - DDT
  - Parathion etílico
  - Parathion metílico
  - Monocrotofos Binapacril
  - Dinoseb Fluoroacetamida  
Heptacloro
  - Dicloruro de etileno  
Endosulfan
  - Captafol
  - Clorobencílato
  - Hexaclorobenceno  
Pentaclorofenol
  - Clordano
  - Dibromuro de etileno
  - Clordimeform
  - Compuestos de mercurio  
Fosfamidon
  - Lindano
  - Mirex

## 2.2. PRODUCCIÓN MINERÍA METÁLICA Y NO METÁLICA

- Concesiones de minería metálica y no metálica ubicadas en la zona rural del Distrito de San Antonio.
- Concesiones mineras que se encuentren en actividad y estén ubicadas a una distancia mínima de 50 metros de extensiones agrícolas, fuentes naturales de agua subterránea o superficiales y así como centros poblados rurales.

Las actividades mineras provocan generalmente fuertes impactos ambientales, con destrucción de suelos naturales y creación de nuevos suelos (Aerosoles) que presentan fuertes limitaciones físicas, químicas y biológicas que dificultan la reinstalación de vegetación.

## 2.3. INFRAESTRUCTURA DE RESIDUOS SOLIDOS

- Infraestructura de ingeniería y construcción que proporciona servicios de tratamiento y disposición de residuos sólidos dentro del ámbito municipal del distrito de San Antonio.
- Áreas destinadas al acopio de Residuos Sólidos de tipo RAEE privadas o municipales.
- Áreas donde se practica actividades de segregación de materia formal e informal

**Cuadro N° 01.** Infraestructura de residuos sólidos

Infraestructuras de tratamiento	Infraestructura de disposición final
Plantas de compostaje Plantas de valorización de residuos sólidos	Relleno sanitario Relleno sanitario con celdas de seguridad Relleno de seguridad

Los lixiviados contienen propiedades contaminantes, por esta razón, su contacto directo con el suelo causa a degradación de este, es decir, que los suelos contaminados por lixiviados pierden la capacidad de sostener sus ecosistemas, ocasionando una gran pérdida de la biodiversidad.



## 2.4. PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

- Infraestructura dedicada al tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales dentro del ámbito municipal del distrito de San Antonio.
- Las lagunas de oxidación ubicadas a una distancia mínima de 50 metros de extensiones agrícolas.

Sí, las aguas residuales mal tratadas contaminan el suelo, afectando su estructura, productividad y la calidad de los alimentos.

## 2.5. CARRETERAS

- Infraestructuras viales de alto tránsito que dentro de su trayecto colindan con extensiones agrícolas
- Áreas destinadas a estacionamientos, resguardo y parques de maquinaria pesada o vehículos.

# CAPITULO III

## ANALISIS APPLICABLE

### 3.1. ANALISIS APPLICABLE A LA REALIDAD LOCAL

Se aplica un análisis descriptivo el cual consiste en realizar un registro de evaluación de las actividades que, dentro de su rubro y operatividad, son propensas a generar o alterar la calidad del suelo. Así como también las zonas o áreas propuestas vulnerables a agentes contaminantes que puede repercutir a la calidad del mismo

Las actividades que cumplen con los criterios en el Capítulo 2 forman parte del proceso de integración al Programa de Vigilancia de Calidad de Suelos para su posterior fiscalización.

El programa de vigilancia de la calidad de suelos contará con tres fases:

- **Fase de Registro.** Recogimiento, evaluación incorporación de las áreas al programa de vigilancia de suelo.
- **Fase de Identificación.** Monitoreo y muestreo de las áreas seleccionadas para el proceso de fiscalización.
- **Fase de Caracterización y Remediación.** Seguimiento y control de suelo contaminados hasta su remediación.

Este proceso será actualizado de forma anual, integrando zonas o actividades propensas o generar cambios en la calidad del suelo.

#### 3.1.1. Fase de registro

En esta fase se realizará un diagnóstico para identificar los sitios de estudio, si cumplen con los criterios para ser considerados en el Programa de Vigilancia de Calidad de Suelos, mediante esta fase se asentarán las bases para el continuismo del programa.

Es muy importante contar con la información real de las diferentes actividades que se desarrollan en el ámbito jurisdiccional del distrito y así como las zonas



vulnerables a ser afectadas por agentes contaminantes y que repercutan en la calidad del recurso natural.

**Reconocimiento.** Se identificará todas las áreas y actividades a nivel distrital propensas a generar o alterar la calidad del suelo.

**Evaluación.** Se evaluará las áreas seleccionadas si es que cumplen con ciertas características para ser incluidos en el PVS.

**Incorporación.** Se realizará el registro de las áreas y actividades para ser incorporadas en el programa de Vigilancia de Suelos.

### 3.1.2. Fase de identificación

Las áreas identificadas que cumplan con las características en la fase anterior serán sistematizados, estructurados e incluidas en el Programa de Vigilancia de Calidad de Suelos, para luego proceder con realizar los muestreos en las zonas o áreas selectas y así determinar si superan o no los ECA de Suelo o niveles de fondo.

Los parámetros a analizar en esta fase, son las sustancias químicas de interés toxicológico o generados por la actividad presente o pasado, en el sitio de estudio.

**Cuadro N° 02.** principales contaminantes

Actividad	Tipo	Proceso específico	Principales contaminantes
Minería metal	Extractivo	Minería y procesamiento de minerales metálicos	COV, D&F, Fenoles, Ftalatos, MAH, MP, Hidrocarburos
	Saneamiento	Sistemas de tratamiento de fuentes domésticos que integran efluentes	COV, D&F, Fenoles, formaldehidos, Ftalatos, MAH, MP
	Tratamiento y reciclaje de residuos	Instalaciones o actividades informales para el tratamiento o clasificación de residuos de cartón	COV, D&F, Fenoles, Formaldehidos, Ftalatos, MAH, MP,
	Relleno sanitario	Incluye el relleno de grandes depresiones naturales y/o artificiales con residuos domésticos	Varios
Agricultura	Fertilizantes	Uso mejorar la calidad de producto	MP
	Plaguicidas	Control de plagas	COV, Fenoles, Formaldehidos, HC, MP, PAH, Plaguicidas.
Transporte	Depósito de combustible	Sistema de almacenamiento de combustible para su distribución	COV, HC, Fenoles, MAH, MP, PAH, Hidrocarburos, BTEX, Solventes, Aceites y Grasas.



Así mismo la fase de identificación comprende el desarrollo de lo siguiente:

- Levantamiento técnico del sitio.
- Identificación y ubicación de puntos de muestreo
- Muestreo de identificación
- Informe de identificación de Sitios Contaminados

**Las muestras de suelo, serán comparados conforme a lo establecido en el D.S. N° 11-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo.**

**a. Levantamiento de información**

Se recopila información sobre el área de emplazamiento de la zona selecta para la definición y ubicación de puntos de muestreo.

**b. Identificación y ubicación de puntos de muestreo**

Se determina los patrones de muestreo, ubicación y parámetros; se recomienda la aplicabilidad de los patrones de muestreo descritos en la **tabla N°**

**c. Muestreo de identificación**

En esta subfase se realiza el monitoreo de suelos mediante el método de muestreo de identificación.

**d. Informe de identificación de sitio contaminado**

Tras los resultados emitidos en los informes de monitoreo, se realiza el informe de identificación de sitios contaminados, el cual será emitido y difundido a las aéreas competentes.

El análisis del suelo, consistirá en recoger muestras de suelo de las distintas zonas o áreas que están incluidas en el Programa de Vigilancia de Calidad de Suelos para que luego ser enviadas a un laboratorio acreditado por la INACAL para su análisis.

Los análisis del suelo, nos proporcionará información sobre los cambios o concentración de compuestos contaminantes en un suelo, lo que nos permite tomar decisiones basadas en datos sobre las prácticas de gestión del suelo que vienen siendo sometidas en tales sectores.

### **3.2. FASE DE CARACTERIZACIÓN Y REMEDIACIÓN**

Esta etapa procede cuando los resultados de la fase anterior han determinado que se superan los ECA para suelos y tiene como objeto determinar la extensión, magnitud del daño ambiental y así como los responsables de la contaminación del sitio.

La Municipalidad Distrital de San Antonio como autoridad competente, podrá exigir la elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos a los responsables de tal afectación al recurso natural.

Para lo cual, las personas responsables elaboraran el Plan de Descontaminación de Suelos (PDS) que comprende:

- Estudio de caracterización
- Muestreo de detalle



- Evaluación de Riesgo a la salud y al medio ambiente
- Propuesta de acciones de remediación

Se determinará el plazo no mayor a 6 meses para la Presentación del Plan Descontaminación de Suelos por los responsables.

Una vez aprobada el PDS, deberá ser ejecutado en un plazo no mayor a 3 años, salvo excepciones en casos técnicamente justificadas.

La municipalidad distrital de San Antonio, determinará la conformidad sobre la afectiva implementación del Plan de Descontaminación de Suelo, para lo que podrá realizar las acciones de supervisión y vigilancia que correspondan, en el marco de sus funciones y competencias.

## CAPITULO IV

### PROCEDIMIENTO DE MONITOREO

#### 4.1. METODÓLOGA DE MUESTREO

El procedimiento que se aplicará para realizar los monitoreo de suelo será básicamente mediante método de “Muestreo de Identificación2 el cual tiene como objetivo determinar la existencia de contaminación del suelo a traes de la obtención de muestras representativas con el fin de establecer si este recurso supera o no los Estándares de Calidad Ambiental y/o los valores de fondo de acuerdo a lo establecido en el D.S. N° 002.2013-MINAM.

El número mínimo de puntos de muestreo se determina en función de cada área de potencial interés dentro del predio de estudio, según los establecido en el **cuadro N° 03**, que abarca el número total de los puntos de muestreo, tanto superficial (área de toma de muestras compuestas) como de profundidad.

**Cuadro N° 03.** Número mínimo de puntos de muestreo de identificación

Área de potencial interés (HA)	Puntos de muestreo en total
0,1	4
0,5	6
1	9
2	15
3	19
4	21
5	23
10	30
15	33
20	36
25	38
30	40
40	42
50	44
100	50

**Fuente:** Guía de Muestreo de suelos – MINAN

**NOTA:** para áreas superiores a las 100 hectáreas se deberá determinar el número mínimo de puntos de muestreo con la siguiente ecuación:



$$N=0.1X+40$$

**Donde:**

N=Número mínimo de puntos de muestreo

X=Superficie de hectáreas

El número total de muestreo está distribuido entre puntos de muestreo superficiales y de profundidad. Dicha distribución estará en función a las características del sitio, de la distribución supuesta de los contaminantes y de las rutas de exposición en estudio.

**Fuente:** Guía de Muestreo de suelos – MINAN

Las actividades que se cumplen con los criterios descritos en el Capítulo 2, formarán parte del Programa de Vigilancia de Suelos, estas áreas preseleccionadas estarán sometidas al proceso de integración al presente programa.

Una vez integradas, se determinarán mediante muestreo de identificativo, si cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para suelos.

Los contaminantes (parámetros) que se analicen serán aquellas sustancias químicas de interés toxicológico o tecnológico generados por las actividades y procesos principales, secundarios y auxiliares, que han sido identificados y que se desarrollan o se desarrollaron en el sitio de estudio.

Los resultados obtenidos en la segunda fase del Programa de Vigilancia de Suelos, serán comparados inicialmente con los Estándares de Calidad Ambiental, si los valores superan los valores del ECA y/o los valores de fondo y se determina que el suelo está contaminado, se procede a la tercera fase de caracterización y remediación.

Se recomienda para toma de muestras, se debe elaborar un Plan de Muestreo de Suelos, considerando la siguiente información.

**1. DATOS GENERALES**

1.1. Objetivo del muestreo: Definir de manera precisa las metas que se desean cumplir. 1.2. Vías de acceso al sitio: Explicitar el acceso geo-referenciado al sitio de interés.

1.3. Resumen de estudios previos: Identificar información relevante de acciones previas realizadas en el sitio de estudio.

1.4. Localización geográfica del sitio (UTM WGS 84): Para su respectivo mapeo.

1.5. Delimitación de las áreas de interés de muestreo: En base a la información disponible sobre las actividades anteladas o los procesos en curso.

**2. PLANEACIÓN Y PROCEDIMIENTO DEL MUESTREO**

2.1. Tipo de muestreo.

2.2. Localización, distribución y número de puntos de muestreo.

2.3. Profundidad de muestreo.

2.4. Tipos de muestras (muestras simples o compuestas, de profundidad o superficiales). 2.5. Estimación del Número total de muestras.

2.6. Parámetros de campo.

2.7. Equipo de muestreo de suelo.



- 2.8. Medidas para asegurar la calidad del muestreo.
- 2.9. Preservación de las muestras.
- 2.10. Tipo de recipientes y volumen de las muestras.
- 2.11. Plan de salud y seguridad del operario.
- 2.12. Plan de cadena de custodia.

### 3. ANEXOS

- 3.1. Planos de ubicación1.
- 3.2. Plano vial de carreteras, caminos o calles para llegar al sitio y edificaciones.
- 3.3. Imagen aérea o satelital del sitio de alta resolución (de 15 cm a 60 cm) orto-rectificadas.
- 3.4. Plano de la zona de estudio e identificación de los puntos de muestreo geo-referenciado en coordenadas UTM.
- 3.5. Copia de la acreditación y de la aprobación del laboratorio vigente, con el listado de signatarios autorizados.

## 4.2. TÉCNICAS DE MUESTREO

El muestreo es la actividad por la que se toman muestras representativas que permiten caracterizar el suelo en estudio, en tanto que la muestra puede ser definida como una parte representativa que presenta las mismas características o propiedades del material que se está estudiando y las muestras que serán enviadas al laboratorio4, constituyen las muestras elegidas para ser analizadas de acuerdo a los objetivos establecidos.

La técnica del muestreo a aplicar depende, entre otros, del objetivo del estudio, de las condiciones edáficas, meteorológicas, geológicas e hidrogeológicas en el sitio, la profundidad y accesibilidad de la contaminación en estudio y de los requerimientos analíticos acerca de la cantidad y calidad de las muestras.

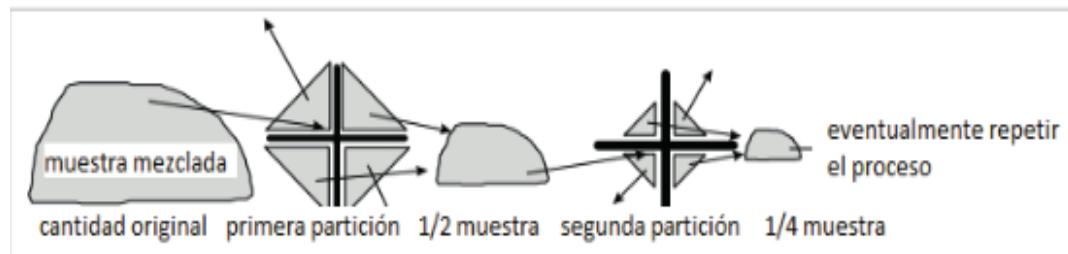
## 4.3. PARA MUESTRAS SUPERFICIALES

Para la toma de muestras superficiales (hasta una profundidad de aproximadamente un metro) se pueden aplicar sondeos manuales. Este sistema es relativamente fácil, rápido de usar y de bajo costo, siendo poca la cantidad de suelo que se puede extraer con esta técnica, será necesario obtener muestras compuestas de varios sondeos. Otras técnicas alternativas para la toma de muestras superficiales pueden ser hoyos o zanjas.

En este tipo de muestras es permisible tomar muestras compuestas. La toma de muestras superficiales no es aplicable para la determinación de sustancias orgánica volátiles.

Grandes volúmenes de muestras (p.e. extraído de zanjas) requieren someterlas a partición, para reducirlas y obtener una muestra compuesta representativa. Para esto se recomienda cuartear la muestra mezclada y repetir el proceso hasta que llegue a la cantidad de material necesario (**vea también la ilustración 1**).

**Ilustración n° 01. Método de partición demuestras**



**Fuente:** LfUMerkblatt 3.8/4; 2010, Alemania, adaptado.

Se recomienda en particular la toma de muestras superficiales compuestas para la evaluación de riesgos a la salud humana (p.e. cuando se tiene un contacto directo) o para la flora y fauna. En estos casos se recomienda un muestreo bidimensional, es decir, la toma de sub-muestras (10 – 25 unidades) en un área y una capa determinada y unir las sub-muestras individuales en una muestra compuesta.

El espesor de las capas con respecto al uso del suelo se indica en la Tabla N° 2. El número mínimo de muestras (compuestas) se desprende del área a estudiar de conformidad con el ítem 5.2.

**Tabla N° 04. Profundidad del muestreo según el uso del suelo**

Usos del suelo	Profundidad del muestreo (capas)
Suelo Agrícola	0 – 30 cm (1) 30 – 60 cm
Suelo Residencial/Parques	0 – 10 cm (2) 10 – 30 cm (3)
Suelo Comercial/Industrial/Extractivo	0 – 10 cm (2)

**Fuente.** Guía de muestras de suelo - MINAM

En casos que se tenga un enlazado, se deberá tomar muestras del suelo que se encuentra por debajo del enlazado.

De acuerdo a los parámetros a analizar se seleccionará el material del instrumento muestreador, recomendándose el uso de acero inoxidable o plástico, evitando el empleo de elementos cromados, pintados o con otro tratamiento de superficie.

Limpie cuidadosamente el área a muestrear de cualquier desecho o escombro superficial (ramas, piedras, residuos, etc.). Cuando éste es abundante se aconseja quitar los primeros cm en un área de 15 cm de radio.

#### 4.4. PARA MUESTRAS EN PROFUNDIDAD

En un sitio potencialmente contaminado puede existir también una distribución espacial en profundidad de las sustancias contaminantes. Esta puede resultar de la interacción entre las características y propiedades del suelo a lo largo del perfil con las características y propiedades de las propias sustancias contaminantes. Por ello, es esencial que el muestreo refleje también la posible variabilidad espacial en profundidad de las sustancias contaminantes. De otra forma, las decisiones tomadas pueden no resultar adecuadas.



- La profundidad del muestreo dependerá del tipo de suelo y contaminante a estudiar, y debe ser debidamente justificado, siendo necesario el muestreo a lo largo de la perforación, incluyendo su documentación geológica.
- En casos de perforaciones a diferentes profundidades, las muestras deben ser tomadas por cada metro de profundidad que se perfore, considerando la estratigrafía local. La longitud del núcleo de perforación a muestrear no debe ser mayor a un metro.
- Las muestras del suelo contaminado, siempre serán simples (material colectado en un solo punto de muestreo), a menos que se señale otra especificación dependiendo del contaminante.
- Evitar el uso de fluidos de perforación y la utilización de equipos y recipientes para las muestras, que ocasionen la pérdida de hidrocarburos volátiles y la contaminación cruzada.
- En el proceso de perforación para la obtención de muestras de suelo no se debe inducir a la contaminación de acuíferos o cuerpos de agua subterráneas.
- Cuando se pueda recuperar una muestra del producto contaminante en fase libre (en el caso de compuestos orgánicos como por ejemplo hidrocarburos), debe entregarse dicha muestra al laboratorio junto con las muestras de suelo para la identificación del tipo de compuesto presente.
- Se elegirá el método y equipo para el muestreo de acuerdo a las condiciones geomorfológicas del sitio, el tipo de contaminante, el nivel de la napa freática; así como el tipo y profundidad de muestras a tomarse.
- En el caso exista peligro de que la perforación induzca una contaminación de acuíferos o cuerpos de aguas subterráneas u ocasione un corte hidráulico es requerido sellar el agujero de la perforación con materiales adecuados (p.e. pellets de arcilla, suspensión de bentonita, etc.).
- Una lista de los sistemas comúnmente utilizados para la toma de muestras sólidas, indicando su aplicación y las ventajas e inconvenientes se muestra en la **Tabla N° 05**.

**Tabla N° 05:** Lista de sistemas para la toma de muestras sólidas

Sistema	Aplicación al diseño de muestreo	Ventajas	Desventajas
CALICATAS	Suelo de superficie suave, con profundidad de 0-100 cm.	Barato, fácil para usar	capacidad de profundidad limitada.
SONDEOS MANUALES	Suelo duro, con profundidad de 0-100 cm.	Relativamente fácil de usar Costos bajos	Capacidad de profundidad limitada;
ZANJAS	Todo tipo de suelo, hasta 4m.	fácil para usar	Capacidad de profundidad limitada. Requiere del uso de retroexcavadora.

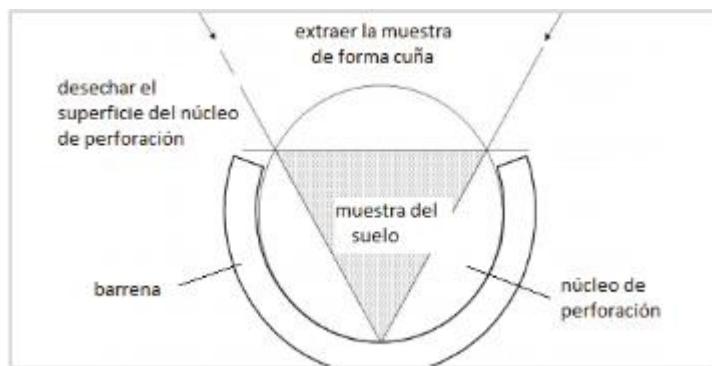


SONDEOS LINER	Suelo arenoso, hasta 20m.	Buen rango de profundidad. Calificado para el muestreo de suelos con contaminantes volátiles	Costo elevado
SONDEOS SEMIMECÁNICOS	Suelo rocoso o arenoso, hasta 10m.	Buen rango de profundidad	Puede requerir de dos a más operadores. Costos medios
SONDEOS MECÁNICOS	Todo tipo de suelo, grandes profundidades.	Buen rango de profundidad, generalmente empleado para ganar acceso a horizontes de suelo más profundos	Requiere de mano de obra experimentada. Costo más elevado.

**Fuente.** Guía de muestras de suelo - MINAM

En caso de perforaciones, la muestra se debe tomar solo del interior del núcleo de perforación, ya que no se puede descartar que en los bordes se encuentren contaminantes. Por lo tanto, se recomienda extraer un segmento en forma de cuña del núcleo de perforación como se muestra en la **Ilustración 5**

**Ilustración 2:** Croquis de la toma de muestra de un núcleo de perforación



**Fuente.** LfU-Merkblatt 3.8/4: 2010, Alemania, adaptado).

#### 4.5. PARA MUESTRAS EN LA FASE GASEOSA DEL SUELO

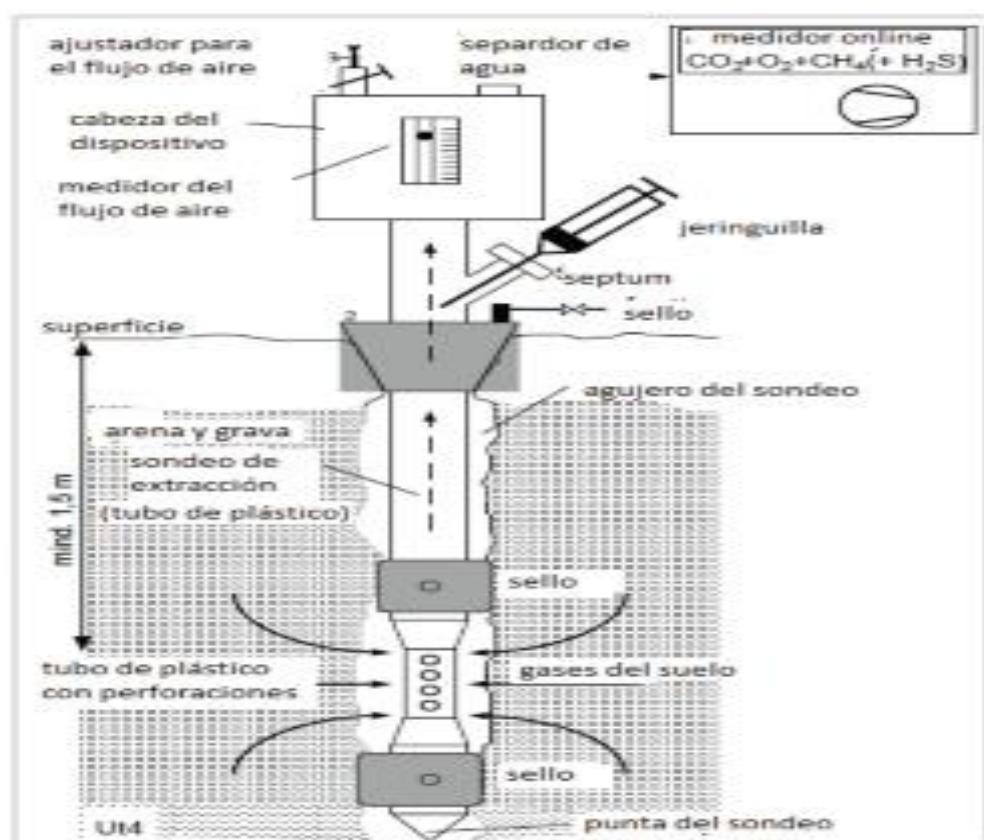
Para la muestra de agentes contaminantes volátiles en su fase gaseosa (BTEX, hidrocarburos clorados y/o fluorados, n-alcanos) se procede a realizar la extracción temporal de diámetro entre 35 a 80 mm, en pulgadas apto para uso único o pozos de extracción estacionarios de diámetros > 80 mm, apto para múltiples muestreos.

La temperatura atmosférica durante el muestreo no debe estar por debajo de los 5°C, para evitar resultados atenuados por condensación de contaminantes

volátiles en el equipo. Además, se recomienda evitar la toma de muestras en momentos de lluvias.

Para la toma de muestra se aceptan métodos directos (por ejemplo, envasar la muestra en recipientes como viales de vidrio, botellas de aluminio con depresión “minican”, bolsas de plástico), métodos de acumulación (por ejemplo, tubillos con carbón activado) o sistemas de medición pasiva.

**Ilustración 3:** Ejemplo de la toma de una muestra gaseosa del subsuelo



**Fuente:** LfU-Merkblatt 3.8/4: 2010, Alemania, adaptado)

El equipo básico que se requiere para la extracción de muestras gaseosas abarca:

- Sondeo de extracción.
- Dispositivos de extracción (por ejemplo, bombas), que permiten regular el flujo de aire.
- Medidor del flujo de aire.
- Recipientes para colectar las muestras gaseosas (dependiendo del método de muestreo)
- Dispositivos para medir el contenido de metano, dióxido de carbono, oxígeno y eventualmente ácido sulfídrico o monóxido de carbono en el flujo de aire.
- Eventualmente dispositivos para medir la concentración de agentes contaminantes directamente en el campo.



#### 4.6. MUESTREO DE COMPROBACIÓN DE LA REMEDIACIÓN (MC).

Tiene como objetivo demostrar que las acciones de remediación implementadas en un suelo contaminado, alcanzaron de forma estadísticamente demostrable, concentraciones menores o iguales a los valores establecidos en el ECA Suelo o los niveles de remediación específicos establecidos en base al Estudio de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA), según su guía correspondiente.

Los resultados serán incorporados en el Informe de culminación de acciones de remediación que será presentado a la entidad de fiscalización ambiental correspondiente.

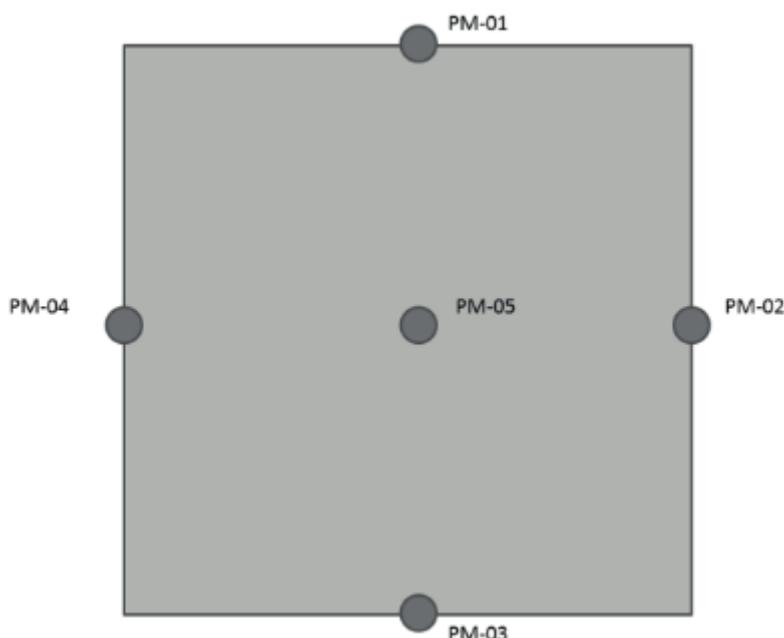
Es recomendable que antes de la realización de un Muestreo de comprobación de la Remediación (MC) se realice un muestreo preliminar (muestreo que al no ser obligatorio se realiza bajo criterios de la empresa), con la finalidad de tener un buen margen de seguridad que los resultados del MC sean exitosos (el MC se realiza con laboratorio acreditado y en lo posible con la presencia de la autoridad fiscalizadora). Las experiencias recopiladas de otros países muestran que cuando no se realiza un muestreo preliminar entonces es muy probable que ocurran MC subsecuentes.

Para la remediación consistente en la remoción de suelos contaminados se muestra seguidamente el procedimiento para la determinación de los puntos de muestreo en el área de excavación.

##### a. Para áreas de contaminación de forma regular menores a 1 000 m<sup>2</sup>

- Cuando el área de contaminación tenga forma regular de un cuadrado, el Número de muestras y distribución, será de una muestra en cada pared (4) y una en el fondo (1), total 5 muestras.

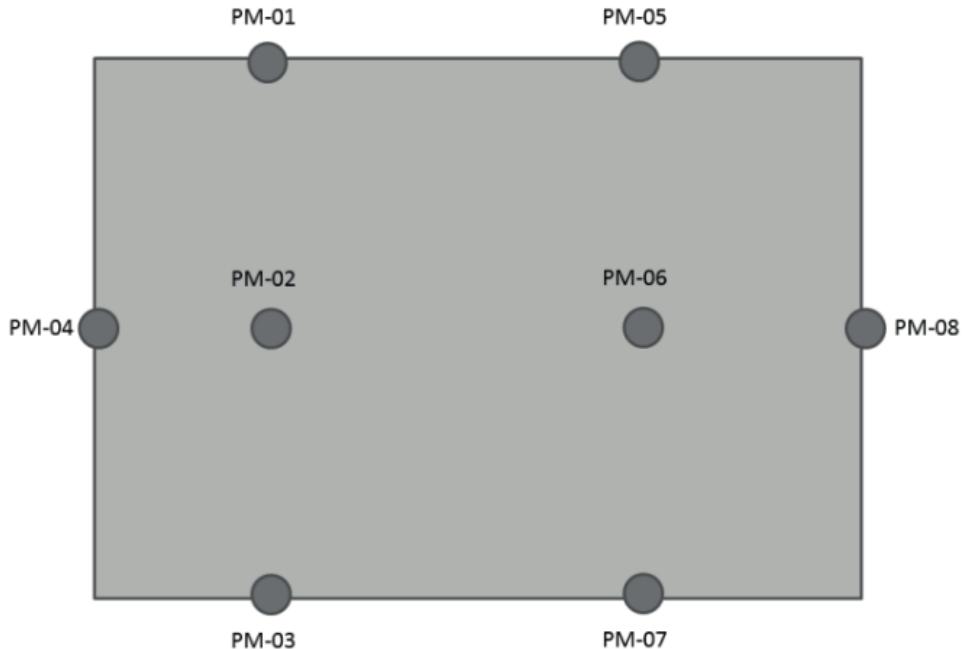
**Ilustración 04:** Localización de puntos de muestreo en el área de excavación regular: forma de cuadrado.





- Cuando el área de contaminación tenga forma regular de un rectángulo, el Número de muestras y distribución, será de una muestra en cada pared corta (2), dos en cada pared larga (4) y dos en el fondo (2), total 8 muestras.

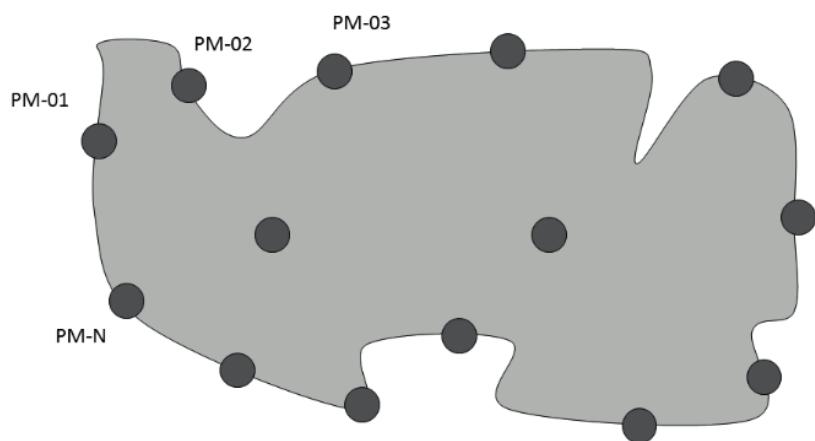
**Ilustración 05:** Localización de puntos de muestreo en el área de excavación regular: forma de rectángulo.



**b. Para áreas de contaminación de forma irregular menores a 1 000 m<sup>2</sup> y hasta 5 000 m<sup>2</sup>**

- El Número de muestras y distribución, será de una muestra por cada 15 – 20 metros lineales en las paredes del perímetro del área excavada y 2 en el fondo según la superficie (áreas menores a 1 000 m<sup>2</sup>) y 3 o 4 para áreas hasta 5 000 m<sup>2</sup>, según sea el caso.

**Ilustración 6:** Localización de puntos de muestreo en el área de excavación irregular.





**c. Para áreas de contaminación de forma regular de 1 000m<sup>2</sup> hasta 9 999 m<sup>2</sup>.**

El número de muestras y distribución será:

- ❖ Una muestra (1) por cada 75 a 100 m lineales en cada pared corta o larga (distancia/75-100 = NPM).
- ❖ Dos muestras (2) en el fondo por cada 1 000 m<sup>2</sup>

**d. Para áreas de contaminación de forma regular de 10 000 m<sup>2</sup> a 150 000m<sup>2</sup>**  
El número de muestras y distribución será:

- ❖ Una muestra (1) por cada 75 a 100 m lineales en cada pared corta o larga (distancia/75-100 = NPM).
- ❖ El número de puntos de muestreo (NPM) en el fondo se calculará según la siguiente ecuación.

$$\boxed{\text{NPM} = 18 + 2.34 * A}$$

**Donde:**

NPM = Número de puntos de muestreo;

A = Superficie en hectáreas.

#### **4.7. PATRONES DE MUESTREO PARA DEFINIR LA LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO EN SUELOS CONTAMINADOS**

Establece los pasos necesarios para el desarrollo de acciones que conduzcan a la determinación de los suelos contaminados en una secuencia que oriente hacia el logro de los objetivos trazados.

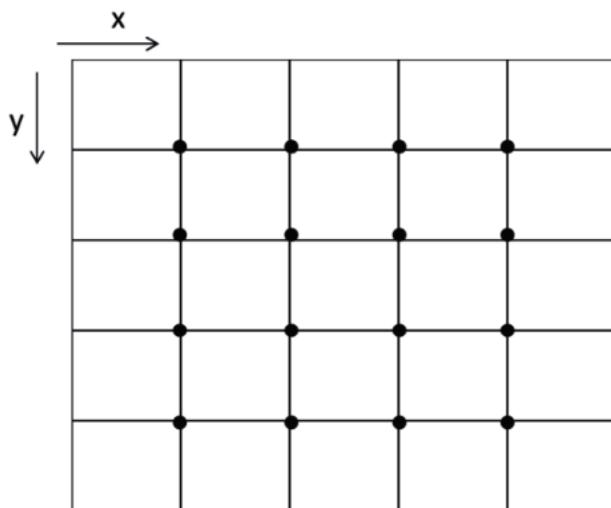
A continuación, se describen todos los patrones hasta ahora reportados, con la finalidad de que el lector pueda contar con elementos para decidir o rechazar su aplicación, según los objetivos del muestreo.

**a. Rejillas regulares.**

En el plano se trazan rejillas con líneas paralelas y perpendiculares equidistantes, permitiendo que todas las celdas tengan las mismas dimensiones. El tamaño de las celdas depende del detalle requerido, entre más detalle se requiera las celdas son más pequeñas. Se marca un punto en cada celda, ya sea al centro o en las intersecciones, pero en todas las celdas los puntos deben quedar en el mismo lugar



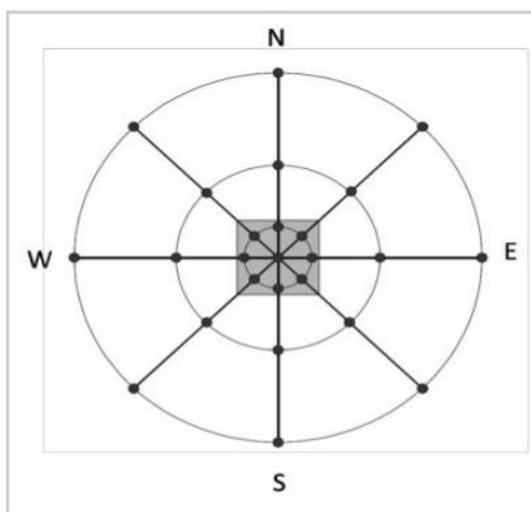
**Ilustración 07:** Esquema de Rejillas regulares



**b. Rejilla circular.**

Es de utilidad para delimitar la zona contaminada en instalaciones donde existen tanques de almacenamiento o se conoce la fuente que corresponde a un solo punto. Para determinar la influencia se trazan círculos concéntricos, cuya separación es función del detalle que se requiera. Se trazan líneas rectas considerando los 8 puntos cardinales principales y se ubican los puntos de muestreo en las intersecciones. Se espera que con esta rejilla las mayores concentraciones de contaminantes se ubiquen en el centro.

**Ilustración 08:** Esquema de Rejillas circular.



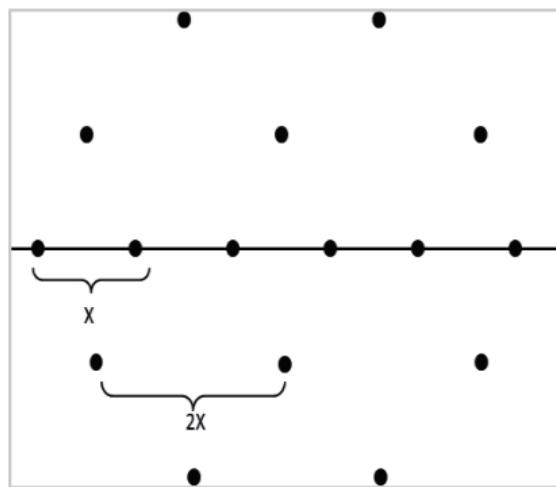
**c. Sobre una línea.**

En el caso de que la contaminación siga una línea recta, como en aquellos referidos a fugas de ductos, los puntos de muestreo pueden ser marcados para cubrir la zona impactada y las zonas aledañas. Para ello se marca una línea recta sobre la tubería y puntos separados una distancia "x" y en líneas auxiliares paralelas se incluyen puntos traslapados, separados a una distancia "x", o "2x".



Los puntos de las líneas auxiliares pueden estar salteados. La separación de las líneas auxiliares está en función del detalle que se pretenda para el estudio.

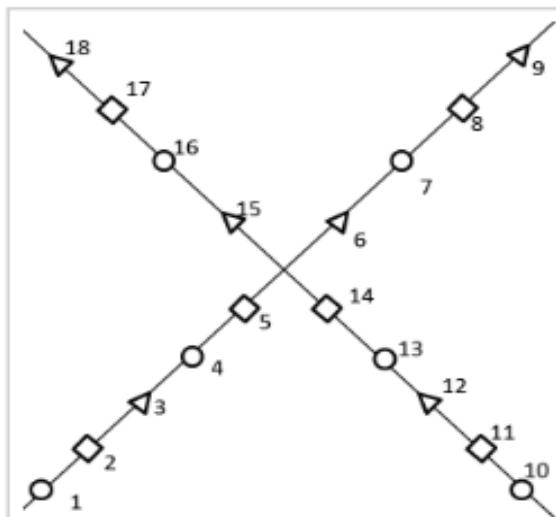
**Ilustración 09:** Esquema sobre una linea.



**d. Diagonales cruzadas rotantes.**

Este patrón de muestreo es de utilidad en sitios que se deben estar monitoreando en forma permanente para obtener información de los cambios a lo largo del tiempo, por ejemplo, aquellos donde se está dando seguimiento a una atenuación natural. Este arreglo se recomienda para superficies en forma cuadrada, sobre el plano se marcan dos líneas diagonales perpendiculares a partir de los vértices. Sobre cada línea se marcan los puntos de muestreo como se muestra en la siguiente figura, en los muestreos subsecuentes se hace una rotación de las diagonales de 45°, en el sentido de las manecillas del reloj, manteniendo fijo el punto central. De esta forma se pueden hacer 8 muestreos consecutivos para cubrir toda el área. Cuando las dimensiones y forma del área de estudio permiten acomodar varios cuadrados, será necesario tomar muestras de las intersecciones de los cuadrados, donde los puntos 9 y 10 del primer cuadrado están cercanos a los puntos 1 y 18 del cuadrado siguiente, respectivamente.

**Ilustración 10:** Esquema cruzada rotantes.





## 4.8. PROCEDIMIENTO DE MONITOREO

### 4.8.1. Equipos y herramientas de campo

Los equipos, las herramientas y los instrumentos a usarse en el muestreo varían dependiendo de las características del entorno y la técnica de muestreo.

Para realizar los muestreos tanto superficiales y profundidad será necesario la manipulación de equipos especiales, tales como:

**Cuadro 06.** Herramientas de campo

Item	Descripción de herramientas
01	<b>Barreno tipo Riverside</b> , esta herramienta es útil para intervenir o realizar los muestreos en sitio de suelos duros, y compactos, mezclados con grava fina por encima y por debajo del nivel del agua subterránea.
02	<b>Muestreador de pistón</b> Es recomendable usar el muestreador de pistón en zonas o suelo menos cohesivas (arena) debajo del nivel freático. La muestra de pistón también es adecuada para el muestreo de sedimentos con contenido de arena.
03	<b>Cucharon de Aluminio 1Kg</b> Esta herramienta se utilizará para uniformizar las muestras y para la disposición del material a los recipientes o bolsas de ser el caso.
04	<b>Pala Recta</b> Servirá como soporte para uniformidad de la muestras cuando sean cantidades mayores donde se requieren someterlas a partición, para reducirlas y obtener una muestra compuesta representativa

Adicional a estas herramientas se necesita también cinta métrica, cubetas, libreta de apuntes y un marcador o lápiz.

Los contenedores para la recepción de las muestras dependerán del tipo de contaminante (volátil, semivolátil, no volátil) que se presume en el sitio.

Se dispondrá de un vehículo para el transporte y la fácil accesibilidad al punto de muestreo.



#### 4.8.2. Los instrumentos para la colecta de muestras en campo.

Deben ser fáciles de limpiar, resistentes al desgaste y no deberán contener sustancias químicas que puedan contaminar o alterar las muestras.

En el caso de contaminantes orgánicos, los instrumentos de muestreo y los envases o contenedores para la conservación de la muestra no deberán contener sustancias químicas que puedan producir interferencias al momento de realizar las pruebas analíticas.

Cuando se trata de suelos contaminados con metales, se recomienda utensilios de plástico, teflón o acero inoxidable para el muestreo. Los más comunes son: palas rectas y curvas, picos, barrenas y barretas, nucleadores, espátulas, navajas y martillo de geólogo, considerar lápices, marcadores y etiquetas, así como, cinta métrica o flexómetro, planos o fotografías aéreas de la zona con la ubicación tentativa de los puntos de muestreo.

Durante las actividades de muestreo, es importante incluir como material de apoyo, cartas topográficas, edafológicas, climáticas y geológicas, un plano cartográfico del sitio y mapas de carreteras, con toponomía actualizada. Además, es recomendable incluir una libreta para registrar las acciones de campo, una cámara fotográfica y la cadena de custodia para las muestras.





#### 4.9. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS

Una vez extraídas las muestras se deben almacenarlas en recipientes que cuenten con características compatibles con el material del suelo y los agentes contaminantes en estudio a muestrear (ver Cuadro N°7), deben ser resistentes a la ruptura y evitar reacciones químicas con la muestra y/o pérdidas por evaporación.

Se debe evitar en lo posible el uso de agentes químicos para conservar muestras de suelo, salvo que las metodologías lo estipulen. Para su conservación es conveniente mantenerlas en lugares frescos (4 a 6 °C), aplicables en contaminantes orgánicos.

**Tabla N°7:** Recipientes, temperatura de preservación y tiempo de conservación de muestras ambientales para los análisis correspondientes.

PARÁMETRO	TIPO DE RECIPIENTE	TEMPERATURA DE PRESERVACIÓN	TIEMPO MÁXIMO DE CONSERVACIÓN
Compuestos Orgánicos Volátiles COV's.			
BTEX.			
Hidrocarburos Fracción Ligera			
Hidrocarburos Fracción Media			
Hidrocarburos Fracción Pesada			
Compuestos Orgánicos Semivolátiles COSV's y Plaguicidas.			
Metales Pesados y Metaloides.	Bolsas de polietileno densa.	Sin restricciones.	Sin restricciones.
Mercurio (Hg).	Frasco de vidrio con tapa de teflón que asegure la integridad de las muestras hasta su análisis.	4° C.	14 días.
PCB.	Viales de vidrio con cierre de Teflón.	4° C.	14 días.
PAH.	Viales de vidrio con cierre de Teflón.	4° C.	14 días.

**Fuente.** Guía de muestras de suelo - MINAM

#### 4.10. ETIQUETADO Y ROTULADO

La etiqueta debe ser colocada en un lugar visible y no sobrepasar el tamaño del recipiente y adherida adecuadamente para evitar su pérdida.

- La etiqueta que acompaña a la muestra, debe contar con la siguiente información como mínimo: número o clave única de identificación, lugar del muestreo, nombre del proyecto, y la fecha y hora del muestreo, nombre de la empresa, así como las iniciales de la persona que toma la muestra.
- La impresión de los datos en la etiqueta, debe realizarse con tinta indeleble.



- Inmediatamente de la toma de muestra se debe proceder al etiquetado y registro de la muestra.

#### 4.11. FICHA DE MUESTREO

Documento que recoge información levantada en campo, que incluye la técnica de muestreo, las condiciones del punto de muestreo y una descripción de las muestras tomadas.

#### 4.12. CADENA DE CUSTODIA

La documentación de la cadena de custodia debe contener al menos:

- El número de la hoja de custodia proporcionada por el laboratorio acreditado.
- El nombre de la empresa y del responsable del muestreo.
- Los datos de identificación del sitio (coordenadas UTM).
- La fecha y hora del muestreo.
- Las claves de las muestras.
- Nombre del laboratorio que recibe las muestras.
- Los análisis o la determinación requerida.
- El número de envases.
- Observaciones.
- Identificación de las personas que entregan y reciben en cada una de las etapas de transporte, incluyendo fecha y hora.

La cadena de custodia en original y dos copias debe acompañar a las muestras desde su obtención, durante su traslado y hasta el ingreso al laboratorio. El laboratorio debe incluir una copia de esta cadena con los resultados del análisis, la copia debe estar firmada por todos los participantes en el proceso de muestreo y por la persona del laboratorio que recibe las muestras para su análisis.

#### 4.13. CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LAS MUESTRAS

- Considerar los pre-tratamientos in situ de las muestras, según determinadas operaciones requeridas como por ejemplo el filtrado, adición de reactivos, de preservantes, etc.
- El traslado de la muestra deberá ser realizado con los cuidados requeridos para evitar su deterioro, para ello deben ser embaladas asegurando la completa inmovilidad de los recipientes que las contienen durante el transporte.
- Las muestras que requieran temperatura y condiciones de almacenamiento especial deben ser transportadas en contenedores adecuados.
- El traslado de las muestras al laboratorio se debe hacer dentro de los plazos recomendados.
- Para la seguridad y limpieza en la manipulación de la muestra, se debe incluir guantes de látex-k, agua deionizada, lentes de seguridad, toallas de papel, mascarilla para polvos y franelas. Usar etiquetas adheribles, marcador indeleble, cinta adhesiva y bolígrafos.
- No se deben analizar muestras cuyos sellos hayan sido violados.



## CAPITULO V

### CAPACIDADES OPERATIVAS

La implementación del Programa de Vigilancia de Calidad de Suelo, se realizó en respuesta a la cada vez mayor observación de la realidad de mejorar la calidad ambiental dentro del distrito de San Antonino y así mismo para adecuar capacidades operativas de la Municipalidad para intervenir en la preservación del medio ambiente en el marco de la protección de este recurso natural.

De otro lado, se busca mejorar la gestión ambiental municipal de manera integral sobre asuntos de problemática ambiental y que capacidades se requieren en el accionar operativo para contrarrestarlos, a fin de conceptualizar con rigor científico tales conocimientos y sea considerado para gestiones municipales futuras.

Las capacidades operativas para la puesta en marcha del Programa de Vigilancia de Suelos comprenden la implementación de equipos e infraestructura, servicios especializados y la incorporación de un grupo técnico, con el fin de lograr el cumplimiento del presente programa.

#### 4.14. INFRAESTRUCTURA

Considerando que para implementar un laboratorio de suelos, es necesario contar con ciertas certificaciones que son obligatorias para validar los muestreos, por el momento es conveniente que se cuente con solo espacios necesarios para la recepción de las muestras, oficinas administrativas y así como un almacén de equipos y herramientas, las mismas que tiene que estar en áreas bien distribuidas, para que cada vez que se realice los muestreos y el almacenamiento temporal se mantengan seguros, de tal manera que no se afecte la calidad de los resultados obtenidos tras el envío a los laboratorios.

**Recepción y validación de la muestra:** este espacio es fundamental para la entrada y salida de las muestras, además de hacer los registros de ingreso requeridos.

**Zona de Almacenamiento:** Es el área donde se lleva a cabo el almacenamiento temporal de las muestras en cada uno de los ensayos realizados por el personal técnico.

**Oficina Administrativa:** Esta área es destinada directamente al personal técnico, la cual facilita el trabajo y orden de las instalaciones. En esta área se cuenta con un escritorio, un computador de mesa y un archivador para almacenar los resultados de los ensayos y demás documentos necesarios para la administración del Programa.

**Área de almacenamiento equipos y materiales:** Se debe contar con espacios y gabinetes o armarios, suficientes para el almacenamiento de los equipos, herramientas, materiales y reactivos, de tal manera que se conserve la calidad de los mismos, de modo que se pueda garantizar la calidad de los ensayos a la hora de hacer uso de ellos.



## 4.15. LISTA DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Los elementos y materiales necesarios para la operatividad de los muestreos de suelos en cumplimiento del PVCS, se describen a continuación:

### **Barreno tipo Riverside**

Este equipo es útil para intervenir o realizar los muestreos en sitio de suelos duros, y compactos, mezclados con grava fina por encima y por debajo del nivel del agua subterránea.

### **Muestreador de pistón**

Es recomendable usar el muestreador de pistón en zonas o suelo menos cohesivas (arena) debajo del nivel freático. La muestra de pistón también es adecuada para el muestreo de sedimentos con contenido de arena.

### **Cucharon de Aluminio 1Kg**

Esta herramienta se utilizará para uniformizar las muestras y para la disposición del material a los recipientes o bolsas de ser el caso.

### **Pala Recta**

Servirá como soporte para uniformidad de las muestras cuando sean cantidades mayores donde se requieren someterlas a partición, para reducir- las y obtener una muestra compuesta representativa.

### **Recipientes**

Se emplearán recipientes o contenedores para la recepción de las muestras el tipo o el tamaño del recipiente dependerá del contaminante o muestreo que se presuma en el sitio.

### **Herramientas manuales**

Así mismo se requerirá de herramientas, como cinta métrica, lápices, plumones, pizarras entre otras cosas más que conforme se vea la necesidad se vayan adquiriendo.

## 4.16. RECURSOS HUMANOS

Para alcanzar los objetivos del Programa de Vigilancia de Suelos, se debe considerar un equipo de profesionales que actúen sobre la base de la responsabilidad individual y mutua con el fin de cumplir los lineamientos establecidos en el presente Programa.

Por lo que se tendrá que establecer un grupo de profesionales que se encuentren capacitados en materia básicamente de muestreo de suelos.

El equipo técnico se conformará de la siguiente manera:

### **Coordinador ambiental**

El encargado de la gestión e implementación del Programa de Vigilancia de Calidad de Suelo.



### Monitor Ambiental

Personal que se encargara de realizar los muestreos en campo y coordinaciones con los laboratorios

### Administrativo

Personal que realizara la gestión de logística y emisión de informes.