



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

*“DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS
MUNICIPALES Y LA CALIDAD DEL SUELO DEL
BOTADERO SAN IDELFONSO - LAREDO”*

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor:

Bach. Luis Alberto Ferradas Herrera
Bach. Yamali Janin Guerra González

Asesor:

Dr. Fernando Ugaz Odar

Trujillo - Perú

2019

CÓDIGO DE DOCUMENTO	COR-F-REC-VAC-05.15	NÚMERO VERSIÓN	02	PÁGINA	Página 1 de 69
FECHA DE VIGENCIA	08/02/2019				

DEDICATORIA

A nuestros queridos padres:

Quienes siempre nos han apoyado para poder llegar a esta instancia de nuestros estudios, gracias por inculcarnos valores, enseñanzas, palabras de aliento para no desvanecernos en el camino y por su excelente manera de instruirnos para afrontar la vida. Para ustedes este logro con mucho amor.

A Dios:

Por darnos la vida y salud para lograr nuestros objetivos, brindándonos sabiduría, entendimiento y conocimiento día tras día; además de su infinita bondad y amor por estar con nosotros iluminando nuestros caminos. Gracias a él tenemos el privilegio de presentar este proyecto tan importante de nuestras vidas.

A nuestros hermanos y demás familiares:

Gracias por su apoyo, porque de alguna manera u otra han influenciado en nuestras vidas con el tiempo, experiencias, confianza y cariño que nos tienen. Este logro también va para ustedes.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a la Universidad Privada del Norte por habernos aceptado ser parte de ella y por abrirnos las puertas de su seno científico para estudiar nuestra carrera. Así también a los diferentes docentes en general que brindaron sus conocimientos y su apoyo.

Agradecemos también a nuestro asesor de tesis, Dr. Fernando Ugaz Odar, por habernos dado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento, así como brindarnos toda la paciencia para guiarnos durante el desarrollo de la tesis.

Nuestro agradecimiento también va dedicado a nuestros compañeros y amigos por habernos otorgado su apoyo y amistad durante toda nuestra etapa universitaria. Estamos agradecidos con todos ustedes.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE ECUACIONES	7
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	27
CAPÍTULO III: RESULTADOS	37
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	44
REFERENCIAS	48
ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Rangos de valores de materia orgánica	35
Tabla 2 Coordenadas WGS 84 UTM del Botadero San Idelfonso.....	37
Tabla 3 Coordenadas de los puntos de muestreo de suelo	38
Tabla 4 Profundidad del muestreo según el uso del suelo	38
Tabla 5 Parámetros de Calidad de Suelo	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Presencia de Metales Pesados en muestras de suelo del botadero San Idelfonso	41
Figura N°2: Lectura de pH en muestras de suelo del botadero San Idelfonso	42
Figura N°3: Presencia de Conductividad Eléctrica (dS/m) en muestras de suelo del botadero San Idelfonso	42
Figura N°4: Presencia de Materia Orgánica en muestra representativa de suelo del botadero San Idelfonso y muestra control	43
Figura N°5: Prueba de igualdad de varianzas y t-Student en Arsénico	44
Figura N°6: Prueba de igualdad de varianzas y t-Student en Cadmio	44
Figura N°7: Prueba de igualdad de varianzas y t-Student en Cromo VI	45
Figura N°8: Prueba de igualdad de varianzas y t-Student en Bario	45
Figura N°9: Prueba de igualdad de varianzas y t-Student en Plomo	46
Figura N°10: Prueba de igualdad de varianzas y t-Student en Mercurio	46
Figura N°11: Prueba de igualdad de varianzas y t-Student en pH	47
Figura N°12: Prueba de igualdad de varianzas y t-Student en la Conductividad Eléctrica	47

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación N°1: Fórmula para la determinación de Materia Orgánica	30
---	----

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo establecer la relación del efecto de la disposición final de residuos sólidos municipales en la calidad del suelo del botadero "San Idelfonso" ubicado en el distrito de Laredo, al declararse este último en estado de emergencia debido a la inadecuada gestión y manejo de residuos que posee actualmente según la Resolución Ministerial N° 221-2019-MINAN. Se ejecutó un muestreo de identificación, en el que se realizaron 4 calicatas en un área de 9 m², a un horizonte de 60 cm, para determinar la presencia de Metales Pesados (As, Ba, Cd, Cr VI, Pb y Hg), disponibilidad de pH y conductividad eléctrica, y nivel de materia orgánica como indicador de la calidad del suelo. Así mismo se realizó otro punto de muestreo en una zona agrícola ubicada a 500 metros del botadero, tomándolo como punto control, para comparar mediante un análisis estadístico de t-Student para grupos independientes ambos estados de los suelos.

Los resultados obtenidos del muestreo se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental para suelo según el Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM para el caso de Metales Pesados, y el Anexo IV del Decreto Supremo N° 016-2009-AG para pH y conductividad eléctrica. También se utilizó el método de Walkley&Black para determinar el porcentaje de materia orgánica en el suelo. Se concluye que existe un efecto negativo por la inadecuada disposición final de los residuos sólidos municipales en la calidad del suelo del botadero "San Idelfonso", al encontrarse niveles de Cromo VI que superan los niveles permisibles decretados por el Ministerio del Ambiente, además de detectar niveles altos de pH y salinidad, y un bajo porcentaje de materia orgánica.

Palabras clave: Suelo, botadero, Metales Pesados, Estándar de Calidad Ambiental (ECA)

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El suelo es considerado uno de los recursos naturales más importantes al realizar diversas funciones, entre las que destaca su producción de alimentos y, en general, su papel como sostén de la vida a nivel mundial. Una vez que el suelo alcanza su estado de madurez y equilibrio puede permanecer de forma dinámica en dicho estado mucho tiempo. Sin embargo, este equilibrio puede afectarse por acción natural o antrópica (agricultura, industria, minería, ganadería, etc.). Este tipo de modificación del suelo es lo que se conoce como "degradación", el cual viene a ser un proceso que disminuye la capacidad actual y potencial del suelo para producir bienes y servicios (R. Jiménez 2017, p.3).

La problemática de la contaminación del suelo es capaz de afectar de forma negativa a las comunidades bióticas que se desarrollan sobre ellos y pueden pasar a lo largo de la cadena trófica, produciendo un riesgo para la salud de la población. Este inconveniente se puede originar de 2 fuentes: naturales y antropogénicas (J. Mijangos 2014, p.3). La contaminación natural se debe a que algunas rocas presentan metales pesados como: níquel, cromo y el plomo, los cuales se incorporan al suelo en el proceso de meteorización; estos elementos, en pequeñas proporciones, son aprovechados, pero, en cantidades elevadas, son nocivos para la salud. Mientras que la contaminación antropogénica se debe a diversos factores causados por la mano del hombre, como la tecnología agrícola nociva, en la cual se da el uso de aguas residuales, uso indiscriminado de pesticidas, plaguicidas y fertilizantes peligrosos en la agricultura; La industria con sistemas antirreglamentarios de eliminación de desechos; La actividad minera tanto subterránea como superficial; Y el uso inadecuado de sistemas de eliminación de basura urbana, siendo este un problema muy común en varios países en la actualidad.

En la actualidad, ciudades africanas se enfrentan al problema de la gestión de residuos, siendo una de estas el distrito de Saint Louis, ubicada en la república de Senegal, la cual al encontrarse sin planta de tratamiento y con un sistema deficiente de recolección de desechos debido a la elevada producción de residuos sólidos municipales, estimado en 190 kilos al año por habitante, provoca una considerable contaminación en el suelo, en su mayoría por abandono o quema de estos. Es por eso que en 2015 se aprobó una ley para la prohibición y uso de bolsas plásticas para su debida gestión racional; convirtiéndose esta en una normativa de negligente cumplimiento (Lucas, 2019).

Por otro lado, según un informe lanzado en Buenos Aires por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) Medio Ambiente, cada día 145.000 toneladas de residuos urbanos generados en América Latina y el Caribe son dispuestos inadecuadamente, una cantidad que equivale a los desechos generados por 27% de la población de la región o 170 millones de personas. Estos residuos terminan en basurales a cielo abierto o en el medio ambiente, una práctica que contamina los suelos de la región, y afecta a la salud de sus habitantes. El estudio

pronostica un aumento en la generación de desechos de al menos un 25% para el 2050, lo que por ende significa un aumento en la degradación del recurso del suelo (Lasso, 2018).

En el Perú actualmente se generan más de 23,000 ton/día de residuos sólidos municipales, y se lleva a cabo una producción anual aproximada de 8, 372,000 t/año (RPP, 2018); Éstos residuos generados al año son dispuestos en más de 1,400 botaderos de basura con altos niveles de polución a nivel nacional, lo cual atrae distintos problemas de contaminación ambiental y salud a los pobladores aledaños. Los residentes de la costa son los mayores productores de basura a nivel local, siendo el departamento de La Libertad el que ocupa el segundo lugar en generar residuos sólidos al año, produciendo más de 330,000 t/año, y Trujillo, la primera ciudad del departamento con mayor producción de estos desechos, que llega a elaborar más de 550 ton/día de éstos (MINAM, 2018).

Actualmente, la Resolución Ministerial N° 221-2019-MINAN emitida en julio del presente año, ha declarado en estado de emergencia el manejo y gestión inadecuado de residuos sólidos en los distritos de Huanchaco, El Porvenir, Salaverry, La Esperanza, Víctor Larco, Moche, Laredo, Florencia de Mora y Trujillo, pertenecientes a la provincia de Trujillo, departamento de la Libertad, al no contar con una infraestructura de relleno sanitario donde disponer los residuos sólidos urbanos, por lo cual se utilizan botaderos de basura para arrojar los desechos a diario. (El Peruano, 2019)

El distrito de Laredo, al no contar con un relleno sanitario controlado, dispone sus residuos sólidos en el botadero "San Idelfonso", localizado en la parte trasera del cementerio Laredo, colindante a asentamientos humanos y hectáreas agrícolas. Éste territorio cuenta con aproximadamente 15 años de uso como botadero, y cuenta con un área de más de 3 hectáreas. En él se disponen más de 20 toneladas de Residuos sólidos urbanos a diario, entre los cuales destacan: Materia Orgánica (restos de limpieza o preparación de alimentos, comida de sobra y retos de las podas de plantas y/o árboles), papel, cartón, plásticos, vidrios, etc. (S. Gálvez, 2018).

Debido a que no se realiza ningún tratamiento ni reciclaje alguno, esta acumulación de residuos se degrada por acción del calor, el viento, la humedad y mezcla con nitratos y fosfatos pulverizados presentes en el suelo, lo que genera los llamados Lixiviados. Estos líquidos contienen concentraciones elevadas de contaminantes orgánicos e inorgánicos, incluyendo ácidos húmicos, sustancias orgánicas, nutrientes y metales pesados, así como, sales inorgánicas que elevan la conductividad eléctrica y agentes infecciosos (Wiszniewski, 2006).

Es por eso que el presente proyecto de investigación tiene como finalidad evaluar las condiciones en las que se encuentra actualmente la calidad del suelo del botadero San Idelfonso, a causa de la afectación generada por el ineficiente manejo y gestión de residuos sólidos que atraviesa actualmente el distrito de Laredo; Y evaluar así el efecto que llega a causar la disposición final de los desechos arrojados a diario sin ningún criterio técnico ni tratamiento previo, lo que llega a perjudicar de manera indirecta a las familias y zonas agrícolas aledañas al botadero, debido a la quema de estos desperdicios.

Asimismo, se pretende que este proyecto sirva de base para otras investigaciones a futuro.

Antecedentes

Sruti, P.; Anju, P.; Sumil, B.M.; Shrihari, S. (2014) en el artículo científico "Contaminación del suelo cerca de un sitio de disposición de desechos sólidos municipales en India", cuyo objetivo de investigación fue estudiar el efecto de la filtración de los lixiviados provocados por residuos sólidos en la calidad del suelo de un botadero en la India. Se tomaron muestras de suelo cercanas a un botadero a una profundidad de 30 cm y 1m., extrayendo de ahí 30 kg de muestra, las cuales fueron enviadas al laboratorio y posteriormente contaminadas a diferentes concentraciones de lixiviados. Se llegó a la conclusión de que la muestra de lixiviado excedía los estándares establecidos. Así mismo, se determinó que las diferentes tendencias al aumentar las concentraciones de estos lixiviados pueden ocasionar la contaminación de las fuentes de agua subterránea.

Almeida, N. y Rebelo, F. (2017) en su artículo científico "Diagnóstico de áreas contaminadas por la disposición final de residuos sólidos en el municipio de Paço do Lumiar (MA)", cuyo objetivo de investigación fue examinar el impacto que puede llegar a generar el botadero en la afectación del suelo, los recursos hídricos y, en las actividades de los habitantes locales. Se establecieron seis puntos de muestreo, en el área con mayor potencial de contaminación, así como a los suelos agrícolas aledaños al botadero, para posteriormente ser llevadas a laboratorio; Concluyendo que la disposición final de residuos en el municipio de Paço do Lumiar ha llevado a la contaminación de los suelos de la región. Por lo tanto, los puntos con influencia directa del botadero fueron clasificados como áreas contaminadas en virtud de la presencia de metales pesados como el Mercurio por encima del valor máximo permitido.

M. Syeda, P. Aroma, A. Beenish y H. Naima (2013) en su artículo científico "Botadero abierto de residuos sólidos municipales y sus impactos peligrosos en la diversidad de suelos y vegetación en los botaderos de basura de la ciudad de Islamabad", con la finalidad de evaluar las consecuencias de los desechos del botadero abierto en la polución del suelo y áreas verdes de Islamabad, Pakistán. Se recogieron 12 muestras en distintos puntos de suelo superficial del botadero de basura, en las cuales se observaron modificaciones significativas en las propiedades del suelo de los sitios de vertido. De esta manera se concluyó que los suelos en los sitios de disposición mostraron un alto régimen de pH, STD (Sólidos Totales Disueltos), CE (Conductividad Eléctrica) y metales pesados (Plomo, Cobre, Níquel, Cromo y Zinc), a excepción del Cadmio, que tenía un mayor valor en el sitio de control.

H. Olayiwola, L. Abudulawal, G. Adewuyi, M. Azeez (2017) en su artículo científico "Contenidos de metales pesados en suelos y plantas en Botaderos: un caso Estudio de Ibotan y botadero de Awotan y Ajakanga, estado de Oyo, Nigeria", cuyo objetivo de investigación fue examinar las concentraciones de metales pesados en el suelo y las plantas en los botaderos

de Awotan y Ajakanga, así como en un sitio de control en Idi-Ose. Las muestras de suelo fueron recolectadas en cada parcela a una profundidad de 0-30 cm, con lo que se llega a determinar que la concentración de los metales pesados analizados se ubica en orden de Cu> As> Fe> Co> Pb> Cd> Zn> Ni, (Awotan); Cd> Cu> Fe> Co> As> Pb> Ni> Zn (Ajakanga); y por ultimo Cu> Co> Cd> Zn> Fe> As> Ni> Pb (Suelo contro Idi-Ose). De esta manera de concluyó que el cobre tiene el nivel de concentración más alto, a diferencia del níquel, con el nivel de concentración más bajo en suelos y plantas alrededor de los botaderos. Cabe señalar que estaban por debajo de los niveles permisibles por la Organización Mundial de la Salud.

H. Degefa (2018) en su artículo "Contaminación por metales pesados en los suelos alrededor de los botaderos de desechos sólidos y su impacto en la comunidad adyacente: el caso de Shashemane botadero abierto, Etiopía", cuyo objetivo de investigación fue determinar los niveles de la contaminación por metales pesados del suelo alrededor de botaderos abiertos de Shashemane así como su impacto potencial en el medio ambiente. Se trabajó con 40 muestras de suelo y 1 muestra de lixiviado del área de estudio a profundidades de 0-15; 15-30; 30-45; y 45-60 cm; Teniendo en cuenta que el área estaba fuertemente contaminada por cadmio y cromo, y menos contaminada por níquel, se llega a concluir que el grado de contaminación que muestra el suelo de botadero abierto se encuentra afectado y deteriorado considerablemente en cuanto a su calidad, es decir, este debe ser cerrado.

Falcon, N. (2016), en su tesis titulada "Afectación del suelo como consecuencia de la disposición de residuos sólidos municipales en el botadero Roma- Casa Grande", cuyo objetivo de investigación fue evaluar la afectación del suelo en el botadero debido a la disposición de residuos sólidos municipales, el cual se trabajó con la guía para muestreo de suelos (2014). Se llegó a tomar una muestra de 500 gr para cada parámetro. Para este fin, se determinaron cuatro puntos de muestreo, se realizó un monitoreo en los meses de agosto, septiembre y octubre tiempo en que se desarrolló la investigación. Se concluyó que la disposición final de los residuos sólidos municipales viene a ser proporcional a la contaminación del suelo, en otras palabras, se demuestra que habrá mayor impacto en la calidad del suelo en consecuencia al aumento de residuos sólidos en botaderos a cielo abierto.

Díaz, B. (2018), en su tesis de investigación "Evaluación de la contaminación del suelo por lixiviados del botadero municipal del distrito de San Pablo - 2018", cuyo objetivo fue evaluar la contaminación del suelo afectado por lixiviados del botadero. Se realizaron dos monitoreos en los meses de setiembre y octubre, en los cuales se llega a considerar tres puntos de muestreo, de los cuales dos se encuentran dentro del botadero (P1 - P2) y uno en la zona donde no hay afectación directa de los residuos sólidos (P3), teniendo en cuenta metales pesados como cadmio, cromo y plomo para los análisis; Concluyendo que los niveles de

concentración de los 3 metales mencionados no superan los estándares de calidad ambiental para un suelo agrícola.

Adamcová D., Vaverková D., Barto S., Havlíček Z., Břroušková E. (2016), en su artículo "Contaminación del suelo en los botaderos: estudio de un relleno sanitario en la República Checa", cuyo objetivo principal fue caracterizar las muestras de suelo adquiridas de un botadero para determinar los niveles de metales pesados. Se extrajeron 8 muestra de suelo mediante el uso de calicatas para comparar con los parámetros de metales pesados establecidos en el Decreto del Ministerio de Medio Ambiente de la República Checa, con ayuda de la Sinapis alba L. como un bioindicador de metales para evaluar la ecotoxicidad del suelo de botadero. Debido a esto se concluyó que se cumplieron con los límites para los metales pesados Co, Cd, Pb y Zn especificados en la legislación.

Fonge, B. A., Nkoleka, E. N., Asong, F. Z., Ajonina, S. A. y Che, V. B. (2017), en su artículo "Contaminación por metales pesados en suelos de un botadero municipal, rodeado de plantaciones de banano en el flanco este del monte Camerún", cuyo objetivo principal fue evaluar los niveles de concentración de plomo, cobre, zinc, cadmio y mercurio en los suelos aledaños al botadero de Mussaka. Se tomaron 5 muestras de 900 g de suelo cada una en distintas zonas del botadero a un horizonte de 30 cm, así mismo se tomaron 3 repeticiones de cada una, de las cuales la mayoría de concentraciones de los metales pesados en el suelo estaban por debajo de los límites permisibles internacionales, concluyendo de esta manera que los niveles elevados de Cu y Cd en los suelos en diversos puntos de control sugieren la necesidad de disminuir los índices de contaminación a futuro.

Barbara Gworek, Wojciech Dmuchowski, Eugeniusz Koda, Marta Marecka, Aneta H. Baczewska, Paulina Brągoszewska, Anna Sieczka y Piotr Osinski. (2016), en su artículo "Impacto del botadero municipal de residuos sólidos Libna sobre la contaminación ambiental por metales pesados", tiene como objetivo principal evaluar el efecto de la contaminación por metales pesados (Cd, Pb, Zn, Ni, Cu y Cr) en el suelo del botadero Libna. Tomaron 6 puntos de muestreo, de los cuales se extrajeron muestras en profundidades a 25 y 50 cm cada una, en lo que se llegó a determinar que el contenido de metales alrededor del suelo se encuentra en un nivel bajo, es decir, pueden servir como tierras de cultivo; Por tanto, se concluye que en ninguno de los puntos de medición excedió los valores admisibles de las concentraciones de metal en el suelo determinados en Ordenanza del Ministerio del Medio Ambiente de 9 de septiembre de 2002.

Ante estas consideraciones se ha tomado en cuenta el marco conceptual:

Residuos sólidos

Los residuos sólidos se generan en todas aquellas actividades en las que los materiales son considerados sin ningún valor adicional por su propietario o poseedor, y pueden ser abandonados o recogidos para su tratamiento y/o disposición final. (J. Jaramillo 2012, p.2)

a) Según su origen

Residuo domiciliario

Residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los generados en servicios e industrias. (R. García 2019, p.6)

Residuo comercial

Residuos generados por la actividad propia del comercio, al por mayor y al por menor, de servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados, así como el resto del sector de servicios. (R. García 2019, p.6)

Residuo de limpieza de espacios públicos

Residuos que arrojan los peatones, tierra, hojas, excremento, etc. (J. Jaramillo 2012, p.2)

Residuo de establecimiento de atención de salud

Son generados por servicios médicos o veterinarios o de investigación asociados. (R. Jiménez 20017, p.32)

Residuo industrial

Residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación de utilización, de consumo de limpieza o de mantenimiento generados por actividad industrial. (R. García 2019, p.6)

Residuo de las actividades de construcción

Son generados por escombros y residuos de la construcción, en general, cuando no son reutilizables en el mismo tipo de obra. (R. Jiménez, 20017, p.32)

Residuo biológico

Los que proceden de actividades biológicas en todo tipo de residuos y que son susceptibles de su empleo para generar biomasa. (R. Jiménez, 20017, p.32)

Residuo radiactivo

Son aquellos que han estado en contacto o contienen elementos químicos. (R. Jiménez, 20017, p.32)

b) Según su gestión

Residuos de gestión municipal

Los residuos municipales son todos aquellos que están formados por: residuos generados en los domicilios particulares, los comercios, las oficinas y los servicios, así como los que no tienen consideraciones especiales y que por su naturaleza o

composición puedan asimilarse a los que producen en dichos lugares o actividades.
(R. García 2019, p.6)

Residuos de gestión no municipal

Son aquellos que, debido a sus características o al manejo al que deben ser sometidos, representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente. (R. García 2019, p.6)

c) Según su peligrosidad

Residuos sólidos peligrosos

Cuando ellos mismos o sus envases o contenedores supongan riesgos para el medio ambiente y su entorno. (R. Jiménez, 20017, p.31)

Residuos sólidos no peligrosos

Son aquellos producidos por las personas en cualquier lugar y desarrollo de su actividad, que no presentan riesgo para la salud y el ambiente. (R. Jiménez, 20017, p.31)

Residuos Inertes

Son aquellos que no sufren cambios significativos de naturaleza física, química y/o biológica. (R. Jiménez, 20017, p.31)

Residuos específicos

Son residuos que contemplan una normativa propia, tales como urbanos, aparatos eléctricos y electrónicos, sanitarios etc. (R. Jiménez, 20017, p.31)

Manejo de los Residuos Sólidos Municipales

Separación, almacenamiento y presentación

El mejor lugar para separar los materiales residuales, para el reúso y el reciclaje es el punto de generación. El almacenamiento in situ es de importancia primordial, debido a la preocupación por la salud pública y consideraciones estéticas e inclusive por la disminución de costos de la recolección. (J. Jaramillo 2002, p.5)

Recolección y transporte

Esta actividad incluye la recogida de los residuos sólidos y de materiales reciclables y el transporte al lugar donde se descargarán los residuos. Este lugar puede ser una instalación de procesamiento de materiales, de tratamiento, una estación de transferencia o un relleno sanitario. (J. Jaramillo 2002, p.5)

Transferencia

Es el traslado de los residuos sólidos desde un vehículo de recolección pequeño a uno de mayor capacidad. (J. Jaramillo 2002, p.5)

Procesamiento

La recuperación de materiales separados y el procesamiento de los subproductos de los residuos sólidos se realizan generalmente en instalaciones de recuperación de materiales, estaciones de transferencia e instalaciones de incineración. (J. Jaramillo 2002, p.6)

Tratamiento

Los procesos de tratamiento se emplean para reducir el volumen y el peso de los residuos que se van a disponer, y para la recuperación de subproductos. La fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos puede ser transformada mediante procesos químicos y biológicos. (J. Jaramillo 2002, p.6)

Disposición final

Es la última etapa operacional en el sistema de gestión de residuos sólidos. La disposición final de los residuos sólidos, es el último destino de todos los residuos, bien sean residuos urbanos recogidos y transportados directamente al lugar de descarga, o materiales residuales de instalaciones de recuperación, o rechazos de la combustión de residuos sólidos o compost u otras sustancias de diferentes instalaciones de procesamiento de residuos sólidos. (J. Jaramillo 2002, p.6)

Botadero

El abandono de los residuos en el suelo sin ningún control, son prácticas irresponsables, pues atenta a la salud, y seguridad pública, al medio ambiente y a los recursos naturales (J. Jaramillo 2002, p.7)

Suelo

Los suelos constituyen una cubierta delgada en la superficie terrestre, de unos pocos centímetros a varios metros. Como cuerpo natural, el suelo constituye una interface que permite intercambios entre la litosfera, la biosfera y la atmósfera. (J. Porta 2014, p.22)

Perfil del suelo

El perfil del suelo es un corte vertical del terreno que permite estudiar todos los horizontes del suelo, desde la superficie hasta el material orgánico: un suelo completo. (J. Porta 2014, p.29)

Horizonte del suelo

- H. Acumulaciones de materia orgánica sin descomponer (>20-30%), saturados en agua por largos períodos. Es el horizonte de las turbas (A. López 2006, p. 11)
- O. Capa de hojarasca sobre la superficie del suelo (sin saturar agua; >35%), frecuente en los bosques. (A. López 2006, p. 11)
- A. Formado en la superficie, con mayor porcentaje de materia orgánica (transformada) que los horizontes situados debajo. Típicamente de color gris oscuro. (A. López 2006, p. 11)
- E. Horizonte de fuerte lavado. Típicamente situado entre un A y un B. Estructura de muy bajo grado de desarrollo (la laminar es típica de este horizonte). (A. López 2006, p. 11)

- B. Horizonte de enriquecimiento en: arcilla (iluvial o in situ), óxidos de Fe y Al (iluviales o in situ) o de materia orgánica. De colores pardos y rojos, de cromas (cantidad de color). (A. López 2006, p. 11)
- C. Material original. Sin desarrollo de estructura edáfica, ni rasgos edáficos. (A. López 2006, p. 11)
- R. Material original. Roca dura, coherente. No se puede cavar. (A. López 2006, p. 11)

Usos de suelo

Suelo Agrícola

El suelo es apto para soportar actividades agrícolas, forestales y ganaderas. (R. Jiménez, 20017, p.12)

Suelo comercial

Suelo en el cual, la actividad principal que se desarrolla está relacionada con operaciones comerciales y de servicios (R. Jiménez, 20017, p.12)

Suelo industrial

Su principal función de uso la de servir de soporte de las actividades industriales, excluidas las ganaderas y agrarias. (R. Jiménez, 20017, p.12)

Suelo urbano

Su principal función de uso es la de servir de soporte a viviendas, oficinas equipamientos y dotaciones de servicio, actividad recreativa y deportiva. (R. Jiménez, 20017, p.12)

Calidad del suelo

Es el estado de las propiedades dinámicas del suelo como contenido de materia orgánica, diversidad de organismos, o productos microbianos en un tiempo particular, que constituyen la salud del suelo. (A. Bautista, J. Etchevers, R. del Castillo y C. Gutiérrez, 2004, p.90).

Indicadores de la calidad de suelo

- *Indicadores Físicos*

Las propiedades físicas que pueden ser utilizadas como indicadores de la calidad del suelo son aquellas que reflejan la manera en que este recurso acepta, retiene y transmite agua a las plantas, así como las limitaciones que se pueden encontrar en el crecimiento de las raíces, la emergencia de las plántulas, la infiltración o el movimiento del agua dentro del perfil y que además estén relacionadas con el arreglo de las partículas y los poros. La estructura, densidad aparente, estabilidad de agregados, infiltración, profundidad del suelo superficial, capacidad de almacenamiento del agua y conductividad hidráulica saturada son las características físicas del suelo que se han propuesto como indicadores de su calidad (A. Bautista, J. Etchevers, R. del Castillo y C. Gutiérrez, 2004, p.93).

Propiedades:

Textura.

Profundidad del suelo, suelo superficial y raíces.

Infiltración y densidad aparente.

Capacidad de retención de agua.

- *Indicadores Químicos*

Se refieren a condiciones de este tipo que afectan las relaciones suelo-planta, la calidad del agua, la capacidad amortiguadora del suelo, la disponibilidad de agua y nutrimentos para las plantas y microorganismos. Algunos indicadores son la disponibilidad de nutrimentos, carbono orgánico total, carbono orgánico lábil, pH, conductividad eléctrica, capacidad de adsorción de fosfatos, capacidad de intercambio de cationes, cambios en la materia orgánica, nitrógeno total y nitrógeno mineralizable (A. Bautista, J. Etchevers, R. del Castillo y C. Gutiérrez, 2004, p.94).

Propiedades:

Materia Orgánica (N y C total)

La materia orgánica se pone de manifiesto desde las etapas iniciales de la formación del suelo. La formación del suelo comienza cuando la vida vegetal y animal se instala en los primeros restos de descomposición del material original. Los restos de los seres vivos se incorporan al suelo tras su muerte. El relevante papel que ejercen sobre la fertilidad del suelo no se corresponde con la baja proporción en la que estos compuestos se encuentran en los suelos. (J. López, 2006, p.25)

pH

El valor de pH del suelo proporciona información acerca de los efectos perjudiciales de la acidez, aunque no permite diagnosticar las causas. La superficie de los coloides del suelo puede estar cargada negativamente debido a los átomos de oxígeno y los grupos hidroxilos no compartidos, así como a las sustituciones isomórficas en los grupos tetraédricos u octaédricos de los cristales de arcilla. (J. López, 2006, p.119)

Conductividad eléctrica

La medida de la composición del suelo en sales solubles es complicada, de modo que se suele realizar una prueba previa de salinidad. Esta es una medida cualitativa, que consiste en medir la conductividad eléctrica de una mezcla suelo/agua en proporción 1:5 o en pasta saturada (CEPS). Se mide mediante un conductímetro, cuyo fundamento es un puente de Wheatstone, la concentración de sales en la solución, y se halla influida por la temperatura. (J. López, 2006, p.142)

Metales Pesados

La forma habitual de presentación de los metales pesados en el suelo es de forma catiónica, tendiéndose a hidrolizarse rápidamente en las soluciones del

suelo. La acumulación de metales se centra en la interfase entre una fase sólida y una fase acuosa al adsorberse estos sobre la superficie sólida. (E. Ruda de Schenquer, A. Mongiello, A. Acosta, 2004, p.43)

- *Indicadores Biológicos*

Los indicadores biológicos propuestos integran gran cantidad de factores que afectan la calidad del suelo como la abundancia y subproductos de micro y macroorganismos, incluidos bacterias, hongos, nemátodos, lombrices, anélidos y artrópodos. Incluyen funciones como la tasa de respiración, ergosterol y otros subproductos de los hongos, tasas de descomposición de los residuos vegetales, N y C de la biomasa microbiana (A. Bautista, J. Etchevers, R. del Castillo y C. Gutiérrez, 2004, p.95).

Impactos de los residuos sólidos sobre el medio ambiente

Cuando un suelo se contamina pueden derivarse efectos nocivos potenciales para el hombre, pero también para la fauna, la vegetación y, en general, el medio ambiente. Naturalmente, los efectos tóxicos van a depender de las características toxicológicas del contaminante, así como de su concentración y biodisponibilidad. (R. Jiménez 20017, p.15)

Contaminación Atmosférica

Afecta a los ciclos biogeoquímicos, modificándolos. (R. Jiménez 20017, p.15)

Amenazas a La Flora y Fauna

Afecta a la flora del suelo, lo que provoca un desequilibrio en su estatus. (R. Jiménez 20017, p.15)

Contaminación del paisaje

Afecta al paisaje, lo que provoca su degradación. (R. Jiménez 20017, p.15)

Contaminación del Suelo

Afecta a la fertilidad de los suelos, teniendo disminución; así mismo pasa en la calidad de los cultivos, lo que degrada a los ecosistemas, y provoca cierto desequilibrio ecológico. (R. Jiménez 20017, p.15)

Descomposición de los residuos sólidos en el botadero

A continuación, se presenta una descripción de los principales factores que afectan la descomposición de los residuos.

- Las condiciones climáticas y meteorológicas comprenden todos los factores ambientales que influyen en los procesos de transformación, como la precipitación pluvial, temperatura y vientos, principalmente. (G. Kiss y G. Encarnación 2006, p.41).
- La edad del relleno también es un factor importante, ya que la composición del lixiviado y biogás depende no sólo de las características de los residuos dispuestos y de las condiciones ambientales y tecnológicas, sino también de la capacidad de reacción de

los materiales depositados, la cual a largo plazo va disminuyendo. (G. Kiss y G. Encarnación 2006, p.41).

- La tecnología aplicada en el sitio de disposición final afecta al desarrollo de los procesos de descomposición, influyendo en las condiciones ambientales prevalecientes, a través de la altura de las celdas, o bien, el perfil total del relleno, la tecnología de compactación y el tipo de cubierta. (G. Kiss y G. Encarnación 2006, p.41).
- Los procesos de descomposición de los residuos, su carácter aerobio o anaerobio es determinado por la existencia o falta de oxígeno dentro del relleno. En caso de suficiente oxígeno disponible, los microorganismos presentes en los residuos contribuyen a la descomposición aerobia de la materia orgánica. (G. Kiss y G. Encarnación 2006, p.41).

Lixiviado

Es el resultado del contacto de los residuos dispuestos con las aguas pluviales infiltradas, que, por su alto contenido de elementos contaminantes, puede ser un peligroso potencial de contaminación al suelo y a las aguas freáticas si no le da un manejo adecuado. (G. Kiss y G. Encarnación 2006, p.40)

Metales Pesados

Plomo

Número atómico 82, peso atómico 207, color azulado, Forma muchas sales, óxidos y compuestos organometálicos. El plomo se encuentra en metales de uranio y de torio, ya que proviene de la división radiactiva. Se usa como aditivo antidetonante en la gasolina, baterías, en monitores de computadores y pantallas de televisión, joyería, latas de conserva, tintes para el pelo. (L. Londoño, P. Tatiana y F. Muñoz, 2016, p.148)

Arsénico

Número atómico es 33, se distribuye ampliamente en la naturaleza, peso atómico 74. En la naturaleza se encuentra como mineral de cobalto, aunque regularmente está en la superficie de las rocas combinado con azufre. El principal mineral del arsénico es el Fe As S (arsenopirita) y se usa en tratamiento de maderas, productos agrícolas (pesticidas, herbicidas) anticorrosivos, vidrio, cerámica (L. Londoño, P. Tatiana y F. Muñoz, 2016, p.148)

Cadmio

Es relativamente raro en la naturaleza se asocia al zinc. Es de color blanco ligeramente azulado. Peso atómico 112 y densidad relativa 8. El cadmio se usa en pinturas, plásticos, pilas, baterías, abonos, soldaduras, asbestos, pigmentos, barras. (L. Londoño, P. Tatiana y F. Muñoz, 2016, p.148)

Bario

Elemento químico, Ba, con número atómico 56 y peso atómico de 137.34. El bario ocupa el decimoctavo lugar en abundancia en la corteza terrestre, en donde se

encuentra en un 0.04%, El metal es lo bastante activo químicamente para reaccionar con la mayor parte de los no metales. El metal es dúctil y maleable. Se usa en para hacer alambres de bujía, metal de Frary, lubricantes, pigmento en pinturas blancas e industria de la cerámica. (L. Londoño, P. Tatiana y F. Muñoz, 2016, p.148)

Cromo VI (Cr VI)

El Cr(III) forma normalmente encontrada en la naturaleza, es uno de los elementos que más retiene el suelo, aunque en el Cr(VI) se mueve muy bien en suelos aereados y con un pH de moderado a alto. Se usa principalmente en la plomería y en las industrias eléctricas y electrónica. (J. Ramos, 2009, p.43)

Mercurio

Número atómico 80 y peso atómico 200. Es un líquido blanco plateado a temperatura ambiente. Se usa en empastes dentales, fabricación de pilas, lámparas fluorescentes, aparatos eléctricos, pinturas, catálisis, agricultura (fungicidas, pesticidas), productos farmacéuticos, pulpa, papel, cosméticos, cremas y jabones. (L. Londoño, P. Tatiana y F. Muñoz, 2016, p.148)

Movilización de metales pesado en el suelo

La naturaleza diversa de los compuestos que se originan en la actividad industrial, ganadera y provenientes de residuos urbanos, son ecológicamente imprevisible. Los compuestos son solubles y se incorporan a las plantas y animales que la ingieren. Por otro lado, si los compuestos no son solubles, permanecen en el suelo retenidos sin poder ser procesados eficazmente por las redes tróficas, salvo en ciertas condiciones de acidez de terreno. Cuando la contaminación es efectiva y los mecanismos naturales de depuración quedan saturados, se produce una paulatina desaparición de las especies, vegetales y animales, y en casos extremos a la transformación de un suelo totalmente estéril.

En general, en los suelos con elevada capacidad de intercambio catiónico (ricos en materia orgánica y con alto contenido de arcilla), se asegura una cierta inmovilización de los metales pesados por quedar estos retenidos por adsorción a complejo coloidal del suelo. (E. Ruda, A. Mongiello y A. Acosta, 2004, p.42)

Efectos que producen los metales pesados en la salud y el ambiente:

Efectos en la salud

Los metales pesados ocupan el que hacer del hombre en diversas ramas, por lo que no es de extrañar la prevalencia de enfermedades asociadas a estos elementos químicos y a sus compuestos. Las vías fundamentales de entrada de estos químicos al organismo, son las vías dérmicas, por ingestión y por inhalación. La exposición a algunos metales pesados ha sido asociada a una gran variedad de efectos adversos sobre la salud, incluyendo el cáncer. Aunque algunos elementos son esenciales para los humanos, pueden ser peligrosos a altos niveles de exposición. Otros metales pesados resultan muy nocivos al no ser degradados fácilmente de forma biológica, ya

que no poseen funciones metabólicas específicas para los seres vivos. (D. Rodríguez, 2017, p.23)

Efectos en el ambiente

Los metales pesados son tóxicos ambientales muy peligrosos. Sus características más comunes son: persistencia, bioacumulación, biotransformación y elevada toxicidad, todo lo cual hace que se encuentren en los ecosistemas por largos periodos, ya que su degradación natural es difícil; Aunque la mayoría de los metales pesados se encuentran generalmente como componentes naturales de la corteza terrestre. La incineración de residuos genera gran cantidad de metales tóxicos que causan graves problemas ambientales en el aire, el suelo y el agua. (D. Rodríguez, 2017, p.21)

Normativas

Ley N^o 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental

Publicado el 28 de junio de 2008

La creación del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA), como un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio del proyecto de inversión.

Ley Orgánica de Municipalidades LEY N^o 27972

Publicada el 27 de mayo de 2003

ARTÍCULO I- Los gobiernos locales son entidades, básicas de la organización territorial del Estado y canales inmediatos de participación vecinal en los asuntos públicos.

ARTÍCULO 80.- SANEAMIENTO, SALUBRIDAD Y SALUD

1. Funciones específicas exclusivas de las municipalidades provinciales:
 - 1.1. Regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial.
2. Funciones específicas compartidas de las municipalidades provinciales:
 - 2.2. Administrar y reglamentar directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando por economías de escala resulte eficiente centralizar provincialmente el servicio.
4. Funciones específicas compartidas de las municipalidades distritales:
 - 4.1.1. Administrar y reglamentar, directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos.

Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos - PIGARS provincia de
Trujillo 2016 – 2020

Publicado en Julio del 2016

Objetivos

- Promover la educación y ciudadanía ambiental y fortalecer la fiscalización en todas las etapas de la gestión de residuos sólidos de la Provincia, promoviendo la prevención de riesgos al ambiente y la salud de las personas.
- Fortalecer la organización municipal para la adecuada gestión de los residuos, asegurando estrategias financieras que garanticen la sostenibilidad de los servicios de limpieza pública.
- Mejorar los niveles de cobertura y calidad en todas las etapas de manejo de residuos sólidos, promoviendo la inclusión social, asociaciones público privadas, el uso de tecnologías e infraestructuras óptimas a fin de asegurar un eficiente y adecuado manejo de los residuos sólidos.
- Incentivar y fortalecer la minimización, el reciclaje y el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, propiciando modelos de consumo sostenibles, la inclusión de los recicladores y la promoción del crecimiento productivo de la cadena del reciclaje en la Provincia.
- Generar un marco normativo adecuado para la gestión de los residuos sólidos y fortalecer los mecanismos de concertación interinstitucional y convergencia de esfuerzos que permitan el seguimiento al cumplimiento del PIGARS, articulando sus contenidos en los planes provinciales y distritales.

Metas del 2018- 2019

Línea de acción 1

Promoción de la educación y ciudadanía ambiental y fortalecimiento de la fiscalización en todas las etapas de la gestión de los residuos sólidos.

Línea de acción 2

Fortalecimiento de la capacidad organizacional y financiera municipal para una adecuada gestión de los residuos sólidos.

Línea de acción 3

Implementación de sistemas sostenibles y promoción de la participación del sector privado en el manejo de residuos sólidos para la mejora de la calidad y cobertura del servicio de limpieza pública.

Línea de acción 4

Promoción y fortalecimiento del enfoque de gestión integral de los residuos sólidos basado en las 3Rs (reducción, reúso y reciclaje) y promoción del crecimiento productivo de la cadena del reciclaje.

Línea de acción 5

Fortalecimiento del marco normativo e institucional para la gestión de residuos y la articulación del PIGARS con otros planes provinciales.

Meta de la línea de la acción 1

El 70% de las municipalidades de la Provincia implementan campañas regulares de sensibilización para el manejo de residuos sólidos y de información sobre sus programas y acciones asociados a la segregación en la fuente y recolección selectiva.

Meta de la línea de la acción 2

El 100% de municipalidades de la Provincia adecúan sus modelos organizacionales a la gestión por competencias para el manejo de los residuos sólidos y reportan los indicadores de gestión.

Meta de la línea de la acción 3

En la Provincia de Trujillo se tiene una cobertura superior al 70% en la prestación de servicios de limpieza pública (barrido, recolección, transporte y disposición final).

Meta de la línea de la acción 4

80 % de las viviendas de Trujillo participan en programas de segregación en la fuente y recolección de residuos sólidos inorgánicos reciclables.

Meta de la línea de la acción 5

Avances en las metas del PIGARS e indicadores de la gestión de los residuos sólidos reportados anualmente.

Ley N° 28611 Ley General Del Ambiente

Publicada el 15 de octubre de 2005

Artículo 1.- Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida.

Artículo 31°.- Del Estándar de Calidad Ambiental.

31.1 El Estándar de Calidad Ambiental - ECA es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos.

Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM

Publicado el 2 de diciembre del 2017

El Artículo 2.- Los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo como referente obligatorio Los ECA para Suelo 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.

Artículo 3.- De la superación de los ECA para Suelo De superarse los ECA para Suelo, en aquellos parámetros asociados a las actividades productivas, extractivas y de servicios, las personas naturales y jurídicas a cargo de estas deben realizar acciones de evaluación y, de ser el caso, ejecutar acciones de remediación de sitios contaminados, con la finalidad de proteger la salud de las personas y el ambiente. (Ver Anexo N°13)

Decreto supremo N° 016-2009-AG

Publicado el 2 de septiembre de 2009, Lima

Artículo 2º.- Emisión de normas complementarias facúltese a la dirección a la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre del Ministerio Agricultura, para que emita las normas complementarias que se requerían a fin de garantizar el cumplimiento y ejecución del Régimen aprobado mediante el presente Decreto Supremo.

Decreto Legislativo N° 1278

Publicado el 3 de febrero del 2017

Artículo 1.- Objeto El presente Decreto Legislativo establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, con la finalidad de propender hacia la maximización constante de la eficiencia en el uso de los materiales y asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos económica, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a las obligaciones, principios y lineamientos de este Decreto Legislativo.

Resolución Ministerial N° 221-2019-MINAN

Publicado el 19 de julio de 2019, Lima

Artículo 1.- Declaran en emergencia la gestión y manejo de los residuos sólidos en los distritos de Huanchaco, El Porvenir, Salaverry, La Esperanza, Víctor Larco, Moche, Laredo, Florencia de Mora y Trujillo, de la provincia de Trujillo, departamento de La Libertad; en lo que respecta a la disposición final de residuos sólidos, por un plazo de sesenta (60) días calendario, por las razones expuestas en la parte considerativa de la presente Resolución Ministerial.

1.2. Formulación del problema

¿Existe una relación entre la disposición final de residuos sólidos y la calidad del suelo del botadero San Idelfonso, Laredo?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Establecer la relación del efecto de la disposición final de los residuos sólidos municipales en la calidad del suelo en el botadero "San Idelfonso" del distrito de Laredo, en el año 2019.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar un muestreo de suelos para determinar la presencia de metales pesados en el suelo del botadero San Idelfonso y compararlos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) en cumplimiento del Decreto supremo N° 011-2017-MINAM.
- Determinar la disponibilidad de pH y conductividad eléctrica en la calidad del suelo del botadero San Idelfonso.
- Evaluar el porcentaje de materia orgánica como indicador de la calidad del suelo del botadero San Idelfonso.
- Determinar la relación de la disposición final de residuos sólidos en la dimensión de las Propiedades Químicas de la calidad del suelo del botadero "San Idelfonso".

1.4. Hipótesis

H0: No existe una relación entre La calidad del suelo y la disposición final de los residuos sólidos municipales en el botadero "San Idelfonso", Laredo.

H1: Si existe una relación entre La calidad del suelo y la disposición final de los residuos sólidos municipales en el botadero "San Idelfonso", Laredo.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El presente proyecto de investigación es de tipo No Experimental.

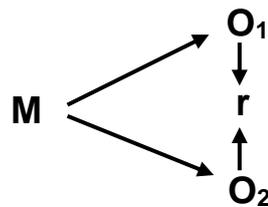
2.1.1. Tipo de diseño

El diseño de investigación del presente proyecto es de carácter Correlacional, puesto que se va a determinar el aumento o disminución de la calidad del suelo expuesto a la disposición final de los residuos sólidos en el botadero "San Idelfonso".

2.1.2. Diseño No Experimental

El tipo de diseño de investigación es correlacional, según (R. Hernández 2014, p93) "Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos variables en una muestra o contexto en particular".

Diseño:



Donde:

M = Muestra

O₁ = Observación de la Variable 1

O₂ = Observación de la Variable 2

r = Correlación entre dichas variables

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1. Población

En el presente proyecto de investigación, toma como población a toda la jurisdicción del distrito de "Laredo", como probables afectados por la "Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales en la Calidad del Suelo del Botadero San Idelfonso - Laredo".

2.2.2. Muestra

Se tomó como muestra 4 kg de suelo de botadero, obtenidos de 4 calicatas (1kg/calicata) de 60x60 cm, en un área de 9 m² (3m x 3m), a una profundidad de 60 cm para la evaluación de los parámetros químicos.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP)

Una fuente de ICP consiste en una corriente de argón ionizado mediante un campo de radio frecuencia aplicada, típicamente oscila a 27,1 MHz. Este campo es inductivamente acoplado al gas ionizado por una bobina refrigerada por agua que rodea a una "antorcha" de cuarzo que apoya y limita el plasma. La muestra en forma de aerosol se genera en un nebulizador apropiado, el spray pasa por una cámara de nebulización y llega al plasma a través de un tubo inyector situado dentro de la antorcha. La muestra en forma de aerosoles inyecta directamente en el ICP, sometiendo los átomos que lo componen a temperaturas de aproximadamente 6000 a 8000° C. Esto se traduce en la disociación casi completa de las moléculas, lo que logra la eliminación de las interferencias químicas. La alta temperatura del plasma excita emisión atómica eficaz. La ionización de un alto porcentaje de átomos produce los espectros de emisión iónica. La excitación eficiente proporciona bajos límites de detección para muchos elementos.

- El monocromador utiliza una rendija de salida simple / fotomultiplicador y pueden utilizar un mecanismo de escaneo por computadora controlada para examinar las longitudes de onda de emisión secuencialmente.
- El policromador utiliza múltiples hendiduras de salida fijas y tubos fotomultiplicadores correspondientes, de modo que monitorea simultáneamente todas las longitudes de onda configurados mediante una lectura controlada por ordenador.

A. Interferencias espectrales-Emisión de luz de espectro

Fuentes distintas al elemento de interés pueden dar una intensidad aparente de señal de red. Las fuentes de interferencia espectral incluyen solapamientos directos de líneas espectrales, las alas ensanchadas de intensas líneas espectrales, emisión de recombinación continua Ion-Átomo, emisión de banda Molecular, y a luz de las emisiones de elementos en concentraciones altas. Se debe:

- Evitar solapamientos de líneas al seleccionar longitudes de onda analíticas alternas.
- Evitar o reducir al mínimo otra interferencia espectral por elección juiciosa de fondo posiciones de corrección. Una exploración de región de longitud de onda de la línea de los elementos útiles para detectar posibles interferencias espectrales y para seleccionar las posiciones para la corrección de fondo.

B. Interferencias no espectrales

- Interferencias físicas son efectos asociados con la nebulización y los procesos de transporte. Los cambios en las propiedades físicas de las muestras, tales como viscosidad y tensión superficial, pueden causar un error significativo.

Altos contenidos en sólidos disueltos también pueden contribuir al depósito de sal en la punta del nebulizador.

- Las interferencias químicas son causadas por la formación de compuesto molecular, efectos de ionización y efectos termoquímicos asociados con la vaporización de la muestra y la atomización en el plasma. Las interferencias químicas son altamente dependientes de matriz de la muestra y el elemento de interés.

2.3.2. Método de Walkley&Black (Análisis de la Materia Orgánica del suelo)

Este método se basa en la oxidación del carbono orgánico del suelo por medio de una disolución de dicromato de potasio y el calor de reacción que se genera al mezclarla con ácido sulfúrico concentrado. Después de un cierto tiempo de espera la mezcla se diluye, se adiciona ácido fosfórico para evitar interferencias de Fe^{3+} y el dicromato de potasio residual es valorado con sulfato ferroso. Con este procedimiento se detecta entre un 70 y 84% del carbón orgánico total por lo que es necesario introducir un factor de corrección, el cual puede variar entre suelo y suelo.

Reactivos

Los reactivos que a continuación se mencionan deben ser grado analítico a menos que se indique otra cosa.

- Dicromato de potasio 1N.- Disolver 49.05g de $K_2Cr_2O_7$ en agua destilada aforar a 1000 ml en un matraz volumétrico.
- Ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4).
- Indicador de difenilamina. Disolver 0.5 g de difenilamina en 20 ml de agua y añadir 100 ml de ácido sulfúrico concentrado.
- Sulfato ferroso 1,0 M (aproximadamente).

Procedimiento

- Pesar 1g de suelo seco y pasado por un tamiz de 2.0 mm y colocarlo en un matraz Erlenmeyer de 500 ml. Procesar un blanco con reactivos por triplicado.
- Adicionar exactamente 10 ml de dicromato de potasio 1 N, y girar el matraz cuidadosamente para que entre en contacto con todo el suelo.
- Agregar 10ml de H_2SO_4 concentrado a la suspensión, girar nuevamente el matraz y agitar de esa forma durante un minuto.
- Dejar reposar durante 10 a 20 minutos dentro de la cámara extractora de gases.
- Añadir 250ml de agua destilada.
- Adicionar de 3 a 5 gotas del indicador de Difenilamina, que se torne un azul oscuro.

- Titular con la disolución de sulfato ferroso gota a gota hasta un punto final verde claro.

Cálculos:

Ecuación 1

Fórmula para la determinación de Materia Orgánica

$$\text{M.O (\%)} = \left[\text{ml}(k2Cr2O7) - \frac{\text{ml}(Fe(NH4)2.6H2O)}{2} \right] \times \text{Factor} (*)$$

(*) Factores

0,67 = Para 1g de muestra de suelo

1,34 = Para ½ de muestra de suelo

2,64 = Para ¼ de muestra de suelo

Tabla 1

Rangos de valores de materia orgánica (%)

Rango de valores	Catalogación
< 2%	Bajo
2 - 4%	Medio
> 4	Alto

Nota: Adaptado de "Soil Taxonomy – USDA" (1999)

2.3.3. Guía de muestreo de suelos de MINAM

La Guía para Muestreo de Suelos establece especificaciones para: Determinar la existencia de contaminación en el suelo, determinar la dimensión (extensión horizontal y vertical) de la contaminación, determinar las concentraciones de nivel de fondo, y/o determinar si las acciones de remediación lograron reducir la concentración de los contaminantes en el suelo, de acuerdo a las metas planteadas.

En función al objetivo del muestreo de suelos, la Guía establece los siguientes tipos: muestreo de identificación, muestreo de detalle, muestreo de nivel fondo, y muestreo de comprobación de la remediación. En la Guía se especifica, además, diferentes técnicas de muestreo, criterios para la determinación del número de muestras, así como medidas de calidad para la toma y el manejo de muestras de suelos. La Guía no incluye el muestreo de aguas subterráneas y sedimentos en ríos, lagos y mares.

Esta Guía es aplicable para el muestreo de suelos en proyectos nuevos, actividades en curso, y para sitios contaminados en los que la autoridad competente o la entidad de fiscalización ambiental determine que no se cumplieron con los objetivos de remediación previstos en el instrumento de gestión ambiental.

2.3.4. Prueba t-Student

En el presente proyecto de investigación, para determinar las diferencias entre suelos contaminados y sin contaminar, se aplica la prueba de t-Student para grupos independientes (con referencia a botadero y muestra control). Todos los análisis se realizaron a un nivel de confianza del 95%, para procesar los datos se utilizó el paquete estadístico IBM-SPSS 25.0 (Statistical Package for Social Sciences).

Se tuvo como hipótesis estadística:

H_0 : $p \geq 0.05$ No existe diferencia.

H_a : $p < 0.05$ Existe diferencia significativa.

2.3.5. Materiales

2.3.5.1. Herramientas de campo

- Pico de acero
- Pala recta
- Barrena
- Martillo
- Espátula de acero inoxidable

2.3.5.2. Materiales de campo

- Frasco de vidrio boca ancha, con tapa y sello de teflón.
- Bolsas de tela.
- GPS
- Guincha de 3m.
- Marcadores
- Etiquetas
- Cinta de embalaje
- Mascarillas para polvo
- Guantes de trabajo de látex
- Coolers con Ice packs
- Cadena de custodia

2.3.5.3. Instrumentos de laboratorio

- Medidor multiparametro Marca HACH Modelo HQ40D.
- Balanza digital gramera Marca OHAUS Modelo SJX622/E
- Espectrofotómetro de Absorción atómica 200 series AA Marca AGUILLEN TECHNO LOGIES Modelo 240FS AA
- Estufa o horno esterilizador Marca MEMMERT Modelo UN – 30

2.3.5.4. Material de laboratorio

- Vasos de precipitación Pirex 50 ml
- Matraz Vidrio 500ml
- Mortero de porcelana
- Tamiz 2,0 mm
- Bureta 20 ml
- Probeta de vidrio 20 ml

2.3.5.5. Reactivos y Disoluciones

- Dicromato de Potasio 1N ($K_2Cr_2O_7$)
- Ácido Sulfúrico concentrado (H_2SO_4)
- Difenilamina ($C_{12}H_{11}N$)
- Sulfato Ferroso Amoniacal ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$)

2.4. Procedimiento

2.4.1. Ubicación y recolección de la Muestra

2.4.1.1. Localización geográfica WGS84 del botadero

El botadero San Idelfonso se encuentra en el Distrito de Laredo, Ciudad de Trujillo, Departamento La Libertad. A continuación, se presentan las coordenadas:

Tabla 2

Coordenadas WGS 84 UTM del Botadero San Idelfonso

BOTADERO	Coordenadas WGS 84 UTM		ALTITUD (msnm)
	Este	Sur	
San Idelfonso	726492.96 m E	9107487.92 m S	161 m.s.n.m.

Nota: WGS 84 = Sistema Geodoméstico Mundial 1984

2.4.1.2. Delimitación de las áreas de interés de muestreo

De la evaluación in situ y del análisis de las condiciones en que se encuentra el botadero San Idelfonso, se identificaron los focos con potencia de contaminación y las áreas de interés, donde se tomaron las muestras de comprobación preliminares para compararlos con los valores de los parámetros inorgánicos de los ECA suelos.

2.4.2. Planeación y procedimiento del muestreo en las áreas de potencial interés

El procedimiento de muestreo de suelo en el botadero San Idelfonso se realizó siguiendo la metodología de la Guía para el Muestreo de Suelos Contaminados (MINAM, 2017).

2.4.2.1. Tipo de muestreo

El tipo de muestreo que se utilizó fue "Muestreo de Identificación", puesto que se realizó con la finalidad de investigar la existencia de contaminación del suelo a través de la obtención de muestras representativas con el fin de establecer si el suelo supera o no los Estándares de Calidad Ambiental y/o valores de fondo de acuerdo a lo establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM. Como técnica de muestreo se usó para "Muestras Superficiales".

2.4.2.2. Localización, distribución y número de puntos de muestreo

A continuación, se muestran los puntos de muestreo con focos de posible contaminación del recurso suelo del botadero San Idelfonso.

Tabla 3.

Coordenadas de los puntos de muestreo de suelo del Botadero San Idelfonso - Laredo

PUNTOS DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO	Coordenadas WGS 84 UTM		
		Este	Sur	m.s.n.m.
MBS01	30/05/2019	726523.00 m E	9107430.00 m S	161 m.s.n.m
MBS02	30/05/2019	726522.00 m E	9107427.00 m S	161 m.s.n.m
MBS03	30/05/2019	726520.00 m E	9107428.00 m S	161 m.s.n.m
MBS04	30/05/2019	726521.00 m E	9107431.00 m S	161 m.s.n.m

Nota: MBS01 = Muestra de Suelo Botadero San Idelfonso extraída de la calicata N° 01; MBS02 = Muestra de Suelo Botadero San Idelfonso extraída de la calicata N° 02; MBS03 = Muestra de Suelo Botadero San Idelfonso extraída de la calicata N° 03; MBS04 = Muestra de Suelo Botadero San Idelfonso extraída de la calicata N°04.

2.4.2.3. Profundidad de muestreo

A continuación, se detalla las profundidades de toma de muestras acorde a la guía de muestreo de suelos de MINAM:

Tabla 4.
Profundidad del muestreo según el uso del suelo

Uso	Profundidad de 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⁾

Nota: Adaptado de "Guía para el Muestreo de Suelo" por MINAM, 2017, p.19.

⁽¹⁾ Profundidad de aradura; ⁽²⁾ Capa de contacto oral o dermal de contaminantes; ⁽³⁾ Profundidad máxima alcanzable por niños.

El botadero San Idelfonso cuenta con un suelo de uso agrícola (catalogado así por la Municipalidad Distrital de Laredo), es por eso que se trabajó con una profundidad de 60 cm para la evaluación de los parámetros químicos.

2.4.2.4. Estimación del número total de muestras

En el presente trabajo de investigación se trabajó a criterio con 4 puntos de muestreo en la zona "Botadero, de los cuales obtuvimos 4 muestras de 1 kg cada una, en un área de 9m². Por otro lado, se trabajó con 1 zona control, de la cual se extrajeron muestras de suelo usado para agricultura, ubicado a 500 metros del área afectada., usando el mismo procedimiento.

2.4.2.5. Parámetros de muestreo

Para evaluar la calidad ambiental de los suelos en aquellas muestras que implican análisis de los parámetros definidos en el ECA de suelos, los análisis se realizaron en laboratorio de la UPN y laboratorio de Metalurgia de la Universidad Nacional de Trujillo. Comprende principalmente el análisis de los parámetros inorgánicos (metales pesados), de acuerdo al anexo I de la normativa de los Estándares de Calidad Ambiental para suelos, así como el estudio respectivo de pH, Conductividad Eléctrica y Materia Orgánica, de acuerdo al anexo IV del Decreto Supremo N°016-2009-AG.

2.4.2.6. Procedimiento de toma de muestras

- Descontaminación de herramientas utilizadas para el muestreo de suelos entre puntos de muestreo para evitar la contaminación cruzada.
- Excavación de calicatas en cada uno de los 4 puntos de muestreo, con dimensiones de 60 x 60 cm de ancho, y con profundidad de 60 cm.
- Recolección de muestras mediante la ayuda de un rastrillo, procediéndose a retirar muestras de suelo al rasgar las paredes de la calicata, de arriba hacia abajo, hasta obtener 1 Kg de muestra.

- Inmediatamente después de la toma de muestra se procedió al etiquetado y registro de la muestra. La etiqueta contenía la siguiente información: código del punto de muestreo, lugar del muestreo, fecha y hora del muestreo.
- Llenado de la ficha de suelos.

2.4.2.7. Preservación de las muestras

Las muestras de suelo se almacenaron en bolsas de tela y se preservaron en un Cooler.

2.4.2.8. Caracterización y análisis de la muestra representativa

Una vez que llegaron las muestras al laboratorio, se procedió a realizar los análisis correspondientes para el estudio de la calidad del suelo del botadero "San Idelfonso".

Tabla 5.
Parámetros de Calidad de Suelo

Parámetros	Unidad
pH	-
Conductividad Eléctrica	dS/m
Materia Orgánica	%
Arsénico ⁽¹⁾	mg/kg
Bario ⁽¹⁾	mg/kg
Cadmio ⁽¹⁾	mg/kg
Cromo VI ⁽¹⁾	mg/kg
Mercurio ⁽¹⁾	mg/kg
Plomo ⁽¹⁾	mg/kg

Nota: Adaptado de "El Peruano - Anexo IV Guía de clasificación de los parámetros edáficos - D.S N°016-2009-MINAGRI" por Ministerio de Agricultura y Riego, 2009, p.20 y 21. Adaptado de "El Peruano – Norma legales - Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Suelo" por Ministerio del Ambiente, 2017, p.14.

(1) Concentración de metales totales.

2.4.2.9. Cadena de Custodia

Se contó el número de muestras y verificó que los análisis a realizar en las etiquetas de las bolsas de tela coincidan con los análisis de la cadena de custodia.

Se contuvo los siguientes datos:

- Nombre del sitio(s) de estudio
- Razón social del sitio(s) de estudio
- Uso principal de suelo
- Departamento, provincia y distrito
- Nombre(s) del punto de muestreo
- Coordenadas de los puntos de muestreo
- Técnica del muestreo

- Profundidad de muestreo
- Nombre del Laboratorio
- Descripción de la superficie
- Instrumentos usados
- Napa freática
- Clave de muestra
- Fecha y Hora
- Área de muestreo (m²)
- Número de sub-muestras
- Características químicas

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Determinación de la presencia de metales pesados en el suelo del botadero San Idelfonso

Se realizó la extracción de muestras de suelo en los 4 puntos seleccionados de la Tabla 3, según el procedimiento del protocolo de muestreo de suelos del MINAM, para posteriormente ser llevados al Laboratorio de Metalurgia en la Universidad Nacional de Trujillo, en donde mediante el método de ensayo ICP, se determinó la cantidad de presencia de metales pesados (arsénico, cadmio, cromo, bario, plomo y mercurio) que posee el suelo del botadero San Idelfonso. A continuación, se muestran los resultados.

Presencia de Metales Pesados en muestras del Botadero y comparación con los ECA (Suelo)

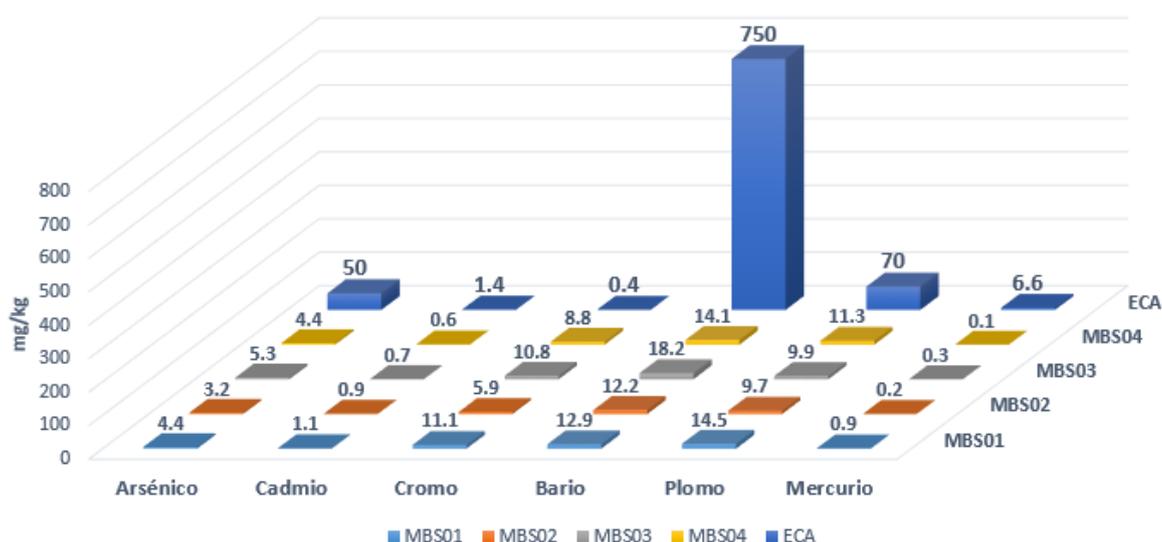


Figura 1. Se muestran los valores obtenidos del muestreo de metales pesados (As, Cd, Cr, Ba, Pb, Hg) realizado en cuatro puntos (MBS01, MBS02, MBS03, MBS04) del suelo del botadero San Idelfonso. De los resultados comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). Se evidencia que tanto el arsénico, cadmio, bario, plomo y mercurio no superan sus parámetros máximos admisibles según los ECA para suelo. En el caso Cromo VI, si sobrepasa su parámetro en absolutamente todas las muestras.

3.2. Determinación del pH y conductividad eléctrica en el suelo del botadero San Idelfonso

Se realizó el análisis de caracterización de las muestras para determinar los parámetros de pH y conductividad eléctrica de las muestras extraídas, en donde mediante el uso del equipo multiparámetros HACH, se determinaron los valores que posee el suelo del botadero San Idelfonso. Se tomó una muestra representativa del suelo del botadero, la cual se obtuvo de la mezcla de los 4 puntos de muestreo (MBS01, MBS02, MBS03, MBS04), para posteriormente

escoger 100 g. de la muestra y homogenizar con 200 ml de agua destilada, para luego dejar reposar por 5 minutos, y proceder con la lectura de datos. A continuación, se muestran los resultados de los parámetros analizados.

pH en muestra compuesta de suelo de botadero

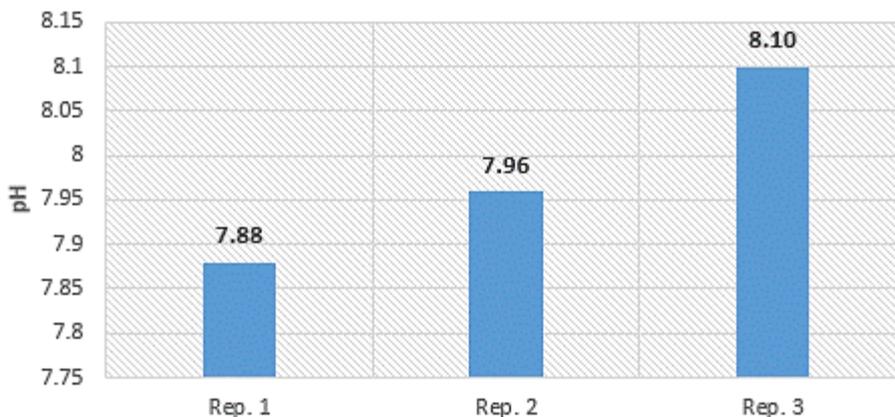


Figura 2. Lectura de pH en muestras de suelo del botadero San Idelfonso. Se muestran los valores obtenidos de pH del suelo del botadero San Idelfonso. Los puntos de muestreo contaminados presentan valores entre 7,88 y 8,10.

CE en muestra compuesta de suelo de botadero

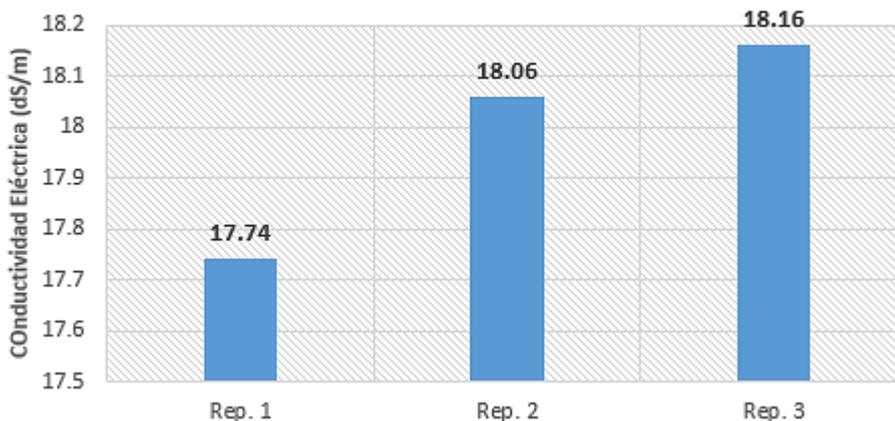


Figura 3. Presencia de Conductividad Eléctrica (dS/m) en muestras de suelo del botadero San Idelfonso. Se muestran los valores obtenidos de Conductividad Eléctrica del suelo del botadero San Idelfonso. Los puntos de muestreo contaminados presentan una estimación alta entre los 17,74 y 18,16 dS/m, lo que llega a mostrar un grado de salinidad alto.

3.3. Evaluación del porcentaje de materia orgánica en el suelo del botadero San Idelfonso

Se realizó el análisis de Materia Orgánica a través de la utilización del método de Walkley&Black (Ver pág. 33). En esta ocasión se tomó una muestra representativa del suelo del botadero San Idelfonso, la cual se obtuvo de la mezcla de los 4 puntos de muestreo (MBS01, MBS02, MBS03, MBS04), y por otra parte se trabajó con otra muestra representativa del "suelo limpio", al mezclar otros 4 puntos de muestreo (MSL01, MSL02, MSL03, MSL04) de una zona de control, obtenidos en un área de 9m², a una profundidad de 60 cm.



Figura 4. Presencia de Materia Orgánica en muestra representativa de suelo del botadero San Idelfonso y muestra control. Se muestran los valores obtenidos de Materia Orgánica tanto de la muestra compuesta (Obtenido de la mezcla de las muestras MBS01, MBS02, MBS03, MBS04) del botadero como de la muestra control (Suelo agrícola limpio). Se observa que la muestra control presenta porcentaje de rango "Alto" de Materia orgánica (5,29 %) (Ver anexo N° 25), volviéndolo un suelo extremadamente rico para agricultura. En tanto el suelo del botadero presenta un pobre porcentaje de rango "Bajo" de Materia Orgánica (1,20 %), volviéndolo un suelo extremadamente pobre para una posible cosecha agrícola.

3.4. Determinación de la relación de la disposición final de residuos sólidos en la dimensión de las Propiedades Químicas de la calidad del suelo del botadero "San Idelfonso"

Arsénico

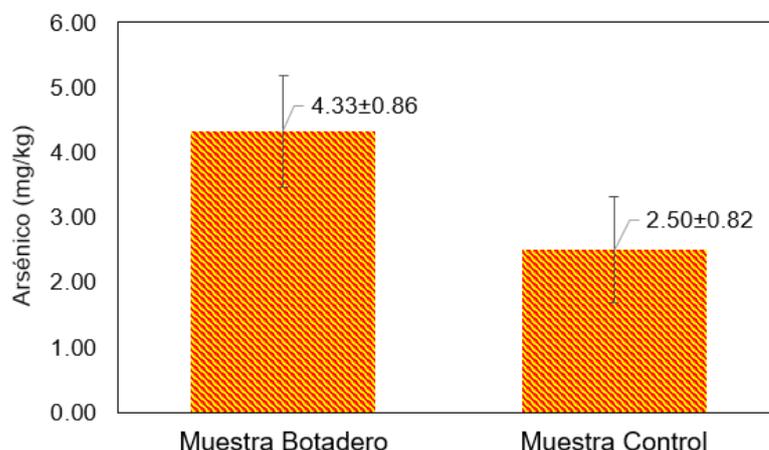


Figura 5. Prueba de igualdad de varianzas y t-Student en Arsénico. Se observa que la muestra control presentó 2,50 mg/kg a comparación del botadero con 4,33 mg/kg; según la prueba de t-Student para grupos independientes, asumiendo varianzas iguales (según la prueba de Levene, existe igualdad de varianzas ($p \geq 0,05$) $p=0,920$) (Ver anexo N°11) existe diferencia significativa ($p < 0,05$) $p=0,022$; siendo la diferencia entre ambos de 1,825 mg/kg.

Cadmio

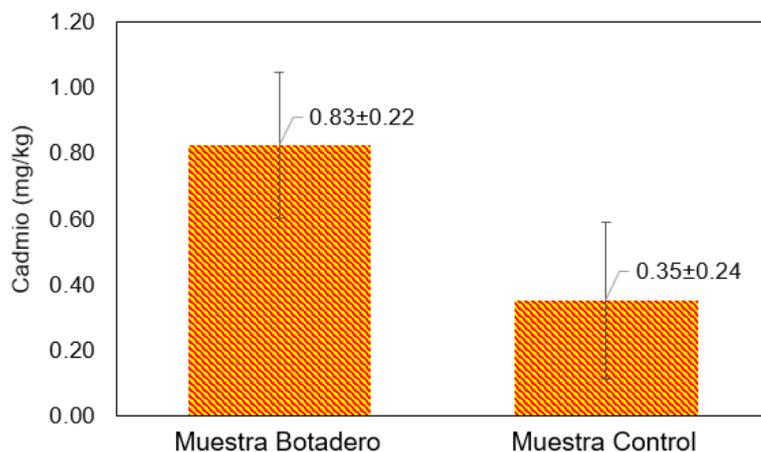


Figura 6. Prueba de igualdad de varianzas y t-Student en Cadmio. Se observa que la muestra control presentó 0,35 mg/kg a comparación del botadero con 4,83 mg/kg; según la prueba de t-Student para grupos independientes, asumiendo varianzas iguales (según la prueba de Levene existe igualdad de varianzas ($p \geq 0,05$) $p=0,660$) (Ver anexo N°12) existe diferencia significativa ($p < 0,05$) $p=0,027$; siendo la diferencia entre ambos de 0,475 mg/kg.

Cromo VI

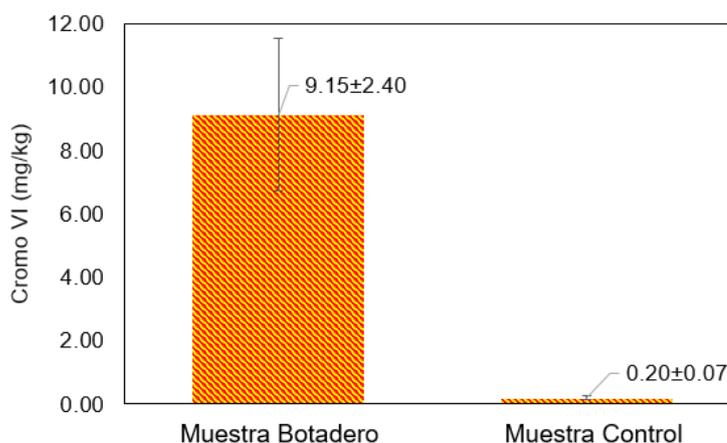


Figura 7. Prueba de igualdad de varianzas y t-Student en Cromo VI. Se observa que la muestra control presentó 0,20 mg/kg a comparación del botadero con 9,15 mg/kg; según la prueba de t-Student para grupos independientes, sin asumir varianzas iguales (según la prueba de Levene no existe igualdad de varianzas ($p < 0,05$) $p = 0,026$) (Ver anexo N°13) existe diferencia significativa ($p < 0,05$) $p = 0,005$; siendo la diferencia entre ambos de 8,948 mg/kg.

Bario

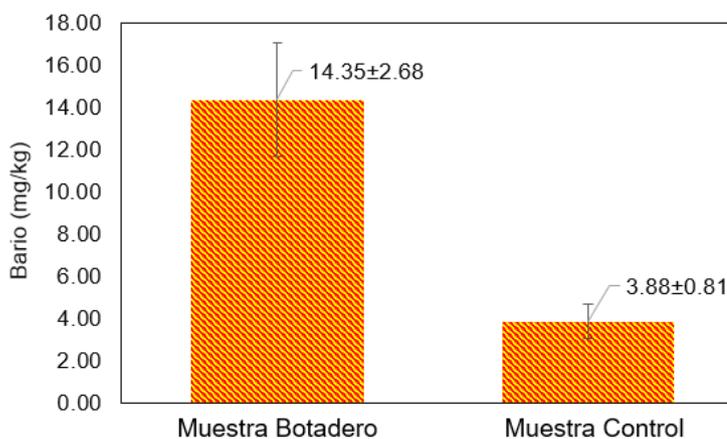


Figura 8. Prueba de igualdad de varianzas y t-Student en Bario. Se observa que la muestra control presentó 3,88 mg/kg a comparación del botadero con 14,35 mg/kg; según la prueba de t-Student para grupos independientes, asumiendo varianzas iguales (según la prueba de Levene existe igualdad de varianzas ($p \geq 0,05$) $p = 0,137$) (Ver anexo N°14) existe diferencia significativa ($p < 0,05$) $p = 0,000$; siendo la diferencia entre ambos de 10,475 mg/kg.

Plomo

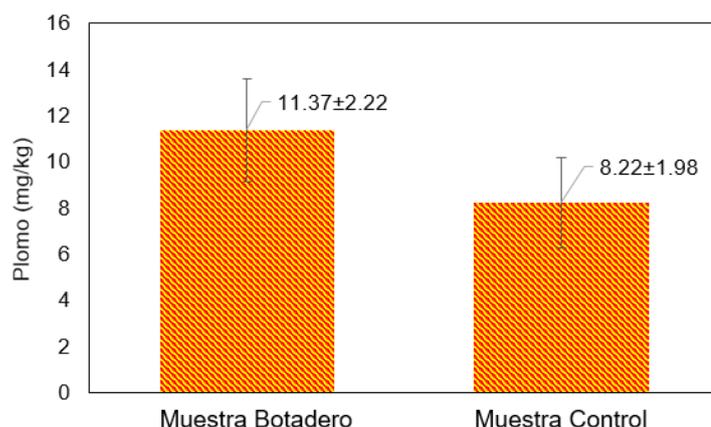


Figura 9. Prueba de igualdad de varianzas y t-Student en Plomo. Se observa que la muestra control presentó 8,22 mg/kg a comparación del botadero con 11,37 mg/kg; según la prueba de t-Student para grupos independientes, asumiendo varianzas iguales (según la prueba de Levene existe igualdad de varianzas ($p \geq 0,05$) $p=0,992$) (Ver anexo N° 15) no existe diferencia ($p \geq 0,05$) $p=0,079$.

Mercurio

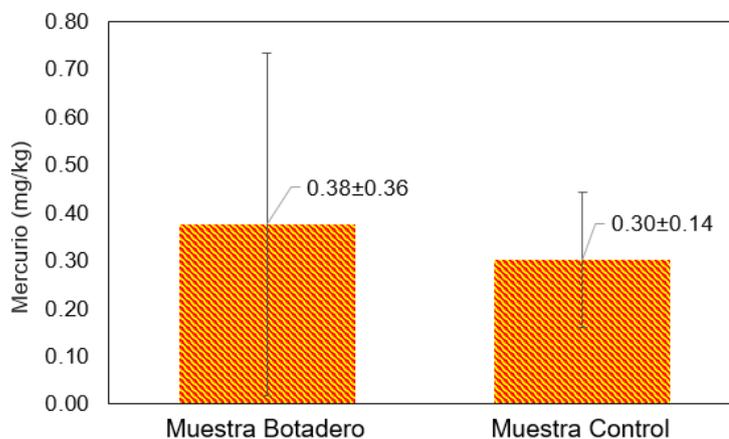


Figura 10. Prueba de igualdad de varianzas y t-Student en Mercurio. Se observa que la muestra control presentó 0,30 mg/kg a comparación del botadero con 0,38 mg/kg; según la prueba de t-Student para grupos independientes, asumiendo varianzas iguales (según la prueba de Levene existe igualdad de varianzas ($p \geq 0,05$) $p=0,172$) (Ver anexo N° 16) no existe diferencia ($p \geq 0,05$) $p=0,075$.

pH

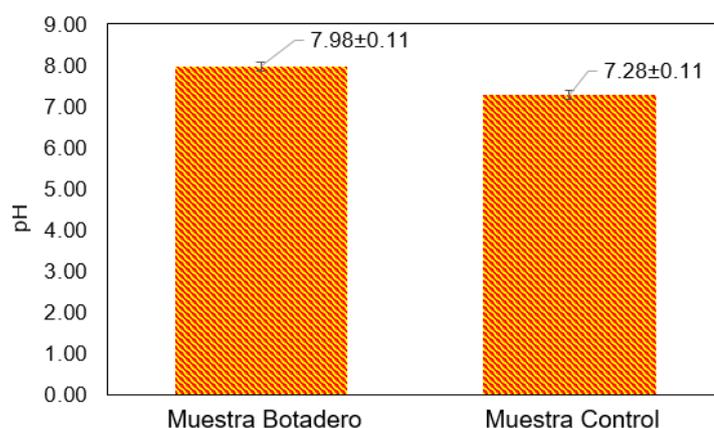


Figura 11. Prueba de igualdad de varianzas y t-Student en pH. Se observa que la muestra control presentó 7,28 a comparación del botadero con 7,98; según la prueba de t-Student para grupos independientes, asumiendo varianzas iguales (según la prueba de Levene existe igualdad de varianzas ($p \geq 0,05$) $p = 0,956$) (Ver anexo N°17) existe diferencia significativa ($p < 0,05$) $p = 0,001$; siendo la diferencia entre ambos de 0,703.

Conductividad Eléctrica

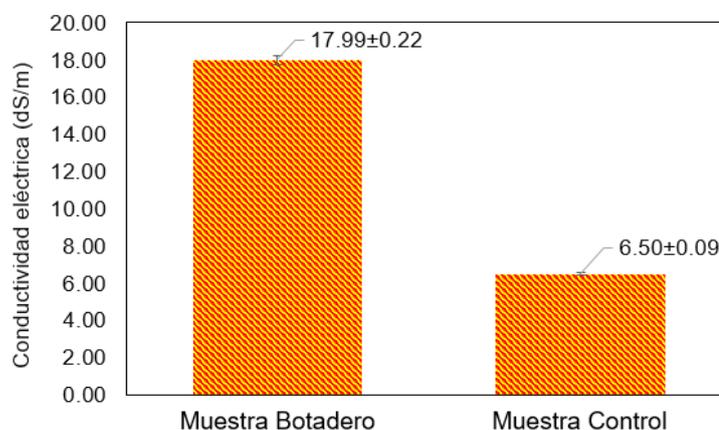


Figura 12. Prueba de igualdad de varianzas y t-Student en la Conductividad Eléctrica. Se observa que la muestra control presentó 6,50 dS/m a comparación del botadero con 17,99 dS/m; según la prueba de t-Student para grupos independientes, asumiendo varianzas iguales (según la prueba de Levene existe igualdad de varianzas ($p \geq 0,05$) $p = 0,135$) (Ver anexo N°18) existe diferencia significativa ($p < 0,05$) $p = 0,000$; siendo la diferencia entre ambos de 11,483 dS/m.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

En la figura 1, se realizó la determinación de la presencia de metales pesados en el suelo del botadero San Idelfonso, con la finalidad de determinar los parámetros inorgánicos (arsénico bario, cadmio, cromo, mercurio y plomo) que superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo agrícola, por ello se establece lo siguiente:

En los puntos de muestreo analizados del botadero (MBS01, MBS02, MBS03, y MSBS04), el parámetro que llega a superar el ECA según el Decreto Supremo N°011-2017-MINAM (Ver Anexo N°6) viene a ser el Cromo VI (0,4 mg/kg), en absolutamente todas las muestras, obteniendo valores de hasta 11,1 mg/kg. De acuerdo a Falcón M. (2016), obtuvo resultados que excedían el rango aceptable de ECA para Cromo VI en el botadero Roma, en Casa Grande, teniendo sus valores más altos de contaminación, siendo éste 1,81 mg/kg, con lo cual presume que se debe a la existencia de residuos de baterías, pinturas, pilas, cañería PVC, barnices, cemento, plásticos y residuos de curtiembre de cuero.

Los metales pesados restantes no exceden los valores de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) en el suelo del botadero San Idelfonso, por lo que se considera para arsénico su valor máximo aceptable es de 50 mg/kg, Bario 750 mg/kg, Mercurio 6,6 mg/kg, Cadmio 1,4 mg/kg, y plomo 70 mg/kg, según lo establece el Decreto Supremo N°011-2017-MINAM.

Por otro lado, en la figura 2 se realiza la determinación de pH en la muestra representativa de suelo del botadero, al realizar 3 tomas de muestras, las cuales nos arrojan como resultados 7,88; 7,96 y 8,10; para luego compararlas con el Anexo IV del Decreto Supremo 016-2009-AG (Ver anexo N°08), lo que nos indica que el suelo se encuentra en un rango de "Moderadamente Alcalino"; Se llegó a la misma conclusión que M. Syeda et al. (2013), que los valores de pH en el botadero abierto en Islamabad mostraba resultados elevados, mayores a 8,1, esto debido a la alta mineralización en el área de estudio.

Así mismo, en la figura 3 se efectúa la determinación de la Conductividad Eléctrica (CE), al conseguir 3 resultados de la toma de muestra, siendo estos de 17,74, 18,06, 18,16 dS/m, los cuales según el Anexo IV del Decreto Supremo 016-2009-AG (Ver anexo N°09), nos indican que el suelo se encuentra con niveles de salinidad "fuertemente afectados por sales y sodio". Esto se asimila al trabajo realizado por Sruti, P. et al. (2014), en donde se muestra que la CE aumenta proporcionalmente debido al incremento de residuos sólidos municipales, al obtener un valor de 300 dS/cm hasta 597 dS/cm.

En la figura 4 se muestra el porcentaje de Materia Orgánica (MO), en la cual se establece un valor bajo de 1,20% para la muestra de suelo del botadero, en tanto, obtenemos un valor alto de 5,29% en el caso de la muestra control. De acuerdo a los autores Almeida, N. y Rebelo, F. (2017), obtuvieron resultados altos en MO, debido a que el botadero del municipio de Paço do Lumiar en Brasil, cuenta con lugares donde hay presencia de residuos sólidos de composiciones variadas, en gran cantidad y en diversas etapas de degradación, las cuales no son incineradas. Una de los efectos que perjudica la Materia Orgánica viene a ser

la incineración de los residuos sólidos, la cual se da de manera antropogénica, al quemar los propios dueños los desechos para reducir espacio, y de manera natural, al reaccionar el metano de los residuos con la temperatura alta de los rayos del sol, lo que origina una combustión. Por este motivo, se propone una alternativa de solución resumida sobre la deficiencia de materia orgánica. (Ver Anexo N°24)

Finalmente, para determinar el efecto que causa de la disposición final de los residuos sólidos en las propiedades químicas de la calidad del suelo del botadero, se establece una comparación con una muestra control, ubicada a 500 metros de la zona afectada.

En la figura 5, 6 y 8 se señala que hay una diferencia significativa mayor de 1,825; 0,475; 10,475 mg/kg de arsénico (As) cadmio (Cd) y bario (Ba) respectivamente en el botadero, que, si bien no llega a sobrepasar los ECA, cuentan con valores más altos que en el sitio de control. Según los resultados obtenidos por H. Olayiwola et al. (2017) consiguieron en sus resultados niveles permisibles de Arsénico y Cadmio en los botaderos de Awotan y Aakanga, concluyendo que, debido a las restricciones regulatorias para el arsénico y cadmio de los últimos años, han contribuido a reducir su uso, así como los riesgos de exposición asociados a ellos, debiéndose así a sus bajos niveles.

En el botadero San Idelfonso se reciben únicamente residuos sólidos municipales, al encontrar en su mayoría desechos de vidrios, cerámicos y anticorrosivos, los cuales contienen arsénico; también se encuentran cantidades considerables de pilas, plásticos, baterías y desechos de pintura, conteniendo estos, cantidades de cadmio; Y por último restos de lubricantes, que se encuentran compuestos por Bario. Es por ello que se recomienda una capacitación a la población del distrito de Laredo sobre una correcta separación y almacenamiento de estos residuos previo a la recolección y transporte, para que haya un adecuado reciclaje de estos desechos.

En la figura 9 y 10 indica que no existe una diferencia significativa de plomo (Pb) y Mercurio (Hg) entre la muestra botadero y la muestra control, quienes muestran valores similares de estos metales, los cuales cuentan valores por debajo de los ECA. Según el estudio realizado por Adamcová D. et al. (2016), indican que, si bien se encontraron cantidades de metales pesados, ninguna de las ocho muestras de suelo examinadas excedió sus límites del Plomo y Mercurio especificados en el decreto.

Es por ello que concluyeron que, ciertas plantas sirven como indicador para evaluar la fitotoxicidad del suelo contaminado por metales pesados, por lo que se recomienda a la mostaza blanca como bioindicador de metales pesados.

En este caso, los residuos sólidos municipales de Laredo que poseen Plomo vienen a ser las baterías, joyería, latas de conserva, tintes para pelo y pólvora. Y para el caso del Mercurio, lámparas fluorescentes, empastes dentales y productos farmacéuticos. Es por ello que se recomienda un adecuado procesamiento en la disposición final de estos desechos, para recuperar estos materiales, separándolos para otorgarles un posible rehúso o tratamiento debido.

En la figura 7 muestra que hay una diferencia significativa mayor de 8,948 mg/kg de cromo VI (Cr VI) en el botadero, con lo que supera su parámetro ECA (0,4 mg/kg), que es un valor más alto que en el sitio de control. De los residuos arrojados a diario en el botadero, los cromados en colorantes y pigmentos, restos de plomería, sobrantes de inhibidores de corrosión y desechos de toners de copadoras son aquellos despojos que causan la abundancia de Cr VI en el suelo del botadero San Idelfonso. Es por ello que se plantea una alternativa de solución resumida ante el problema de contaminación por cromo (Ver anexo N° 24).

En la figura 11 muestra una diferencia significativa de 0,703 de valor en pH en el botadero, el cual da a entender que posee un pH moderadamente alcalino, en comparación al pH neutro del sitio de control. Así mismo, la figura 12 enseña otra diferencia significativa de 11,483 dS/m de valor en Conductividad Eléctrica (CE) en el botadero, lo cual da a mostrar que posee una salinidad fuertemente afectada por sales y sodio, en comparación a la salinidad ligera del sitio de control. El resultado del pH moderadamente alcalino junto al resultado de la salinidad fuertemente afectada, son proporcionales, puesto que sus altos niveles de sales se deberían a las cantidades de desechos orgánicos arrojados a diario, tales como cáscaras de huevo, espinas de pescado, hortalizas, preparación de alimentos, etc. Se propone esta alternativa de solución resumida sobre el alto nivel de salinidad en el suelo del botadero. (Ver anexo N° 24).

Ante lo mencionado, se propone la "Guía para la formulación de planes de recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos municipales" (Ver anexo N°23), como base para la restauración del suelo.

4.2 Conclusiones

- Se determinó que existe una relación significativa entre la disposición final de los residuos sólidos municipales y la calidad del suelo del botadero San Idelfonso.
- Se estableció que existe presencia de metales pesados en el suelo del botadero San Idelfonso, los cuales al ser comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), la mayoría de los metales pesados analizados (Arsénico, Bario, Cadmio, Plomo, Mercurio) no exceden su parámetro, caso contrario ocurre con el Cromo VI, el cual excede en relación al ECA (0.4 mg/kg) de acuerdo a la normativa, con valores entre 5.9 y 11.1 mg/kg, debido al inadecuado manejo de los residuos que contienen al metal mencionado por la falta de educación ambiental por parte de las autoridades del distrito Laredo hacia la población.
- Se determinó que el pH del suelo del botadero posee un rango "moderadamente alcalino" al obtener valores entre 7.88 y 8.10; Así mismo, la conductividad eléctrica posee un rango "fuertemente alto en sales", al obtener picos altos de 18.16 dS/m, según lo establecido por el Anexo IV del D.S. N°016-2009-AG; Ambos debido a las grandes cantidades de sales de algunos productos que son dispuestos a diario por la población.

- Se evaluó el porcentaje de materia orgánica en el suelo del botadero San Idelfonso, obteniendo como resultado un valor bajo de 1.20 % como indicador de la calidad del suelo, siendo considerado un suelo pobre, a causa de la constante quema y la falta de capacitación y educación por parte de los encargados del botadero.
- Se determinó la relación de la disposición final de residuos sólidos municipales en la dimensión de las propiedades químicas de la calidad del suelo del botadero San Idelfonso, al comparar mediante grupos independientes con un punto de control ubicado a 500 metros del botadero, estableciendo que sí hay diferencias significativas en las propiedades químicas de ambos suelos, a resultar más afectado el suelo expuesto a residuos sólidos. En consecuencia, el suelo se encuentra actualmente inservible para usos agrícolas.

REFERENCIAS

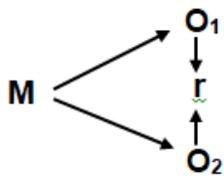
- Ambiental, S. P. (2009). *Manual de residuos sólidos*. Lima: Soliedad Peruana de Derecho Ambiental.
- Contreras, E. (2016). *APRENDE A PREVENIR LOS EFECTOS DEL MERCURIO - Salud y Ambiente*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- D. Adamcová, M. D. (2016). *Soil contamination in landfills: a case study of a landfill in Czech Republic*. República Checa: Solid Earth.
- Debelie, H. D. (2018). *Heavy Metal Pollution of Soil around Solid Waste Dumping Sites and Its Impact on adjacent Community: the case of Shashemane Open Landfill, Ethiopia*. Ethiopia: Journal of Environment and Earth Science.
- Díaz, B. (2019). *Evaluación de la contaminación del suelo por lixiviados del botadero municipal del distrito de San Pablo-2018*. Tarapoto: Universidad César Vallejo.
- Estudio de la movilización de metales pesados*. (2016). Obtenido de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/11036/Tasm11de16.pdf?sequence=11>
- Falcón, M. (2016). *Afectación del suelo como consecuencia de la disposición de residuos sólidos municipales en el botadero Roma- Casa Grande*. Trujillo: Universidad César Vallejo.
- García, C. (2015). *Plan de cierre para el botadero a cielo abierto de residuos sólidos del municipio de Inirida - Guainia*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Hammed. A Olayiwola, L. A. (2017). *Heavy Metal Contents in Soil and Plants at Dumpsites: A Case Study of Awotan and Ajakanga Dumpsite Ibadan, Oyo State, Nigeria*. Oyo State: IISTE.
- Jaramillo, J. (1999). *Gestión INtegral de Residuos Sólidos Municipales*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Jaramillo, J. (2002). Guía paa el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. En J. Jaramillo, *Guía paa el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales* (pág. 41). Medellín: Universidad de Antioquia.
- Jimenez, R. (2017). *Introducción a la contaminación del suelo*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Kiss Köfalusi, G., & Encarnación Aguilar, G. (2006). Los productos y los impactos de la descomposición de residuos sólidos urbanos en los sitios de disposicion final. *Gaceta Ecológica*, 39-51.
- Lasso, M. A. (9 de Octubre de 2018). *ONU Medio Ambiente*. Obtenido de ONU Medio Ambiente- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente: <https://www.unenvironment.org/es/news-and-stories/comunicado-de-prensa/un-tercio-de-los-residuos-de-america-latina-y-el-caribe>
- Ley Orgánica de Municipalidades Ley N° 27972*. (s.f.). Obtenido de Ministerio de Economía y Finanzas:

- https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publico/capacita/programacion_formulacion_presu_puestal2012/Anexos/ley27972.pdf
- Lucas, A. (23 de Abril de 2019). *El País*. Obtenido de Ediciones El País S.L.: https://elpais.com/elpais/2019/03/26/planeta_futuro/1553621161_912260.html
- Mendoza, R. (2017). *Guía Técnica para muestreo de Suelos*. Managua: Universidad Nacional Agraria y Catholic Relief Services (CRS).
- Mijangos, J. (2014). *Estudio de la Rehabilitación del parque Fundidora área de suelo contaminado con metales totales y lixiviales*. México DF: Universidad Nacional Autónoma de México.
- MINAM. (2001). *Ley del sistema nacional de evaluación de impacto ambiental y su reglamento*. Lima: Depósito Legal en la Biblioteca Nacional.
- MINAM. (2010). *Reciclaje y disposición final segura de residuos sólidos*. Lima: MINAM.
- MINAM. (2013). Obtenido de Glosario de términos - Sitios contaminados: <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/02/2016-05-30-Conceptos-propuesta-Glosario.pdf>
- MINAM. (2014). *GUÍA PARA MUESTREO DE SUELOS*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- MINAM. (2015). *Guía para la elaboración de estudios de evaluación de riesgos a la salud y el ambiente (ERSA) en sitios contaminados*. Lima: MINAM.
- MINAM. (2017). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. *El Peruano*, 13-15.
- MINAM. (2018). *Guía para la Formulación del Plan de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- MINAM. (2018). *Problemática de los residuos sólidos en el Perú*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- MINAM. (2019). R.M. N° 221-2019-MINAM - Declaran en emergencia la gestión y manejo de residuos sólidos en los distritos de Huanchaco, El Porvenir, Salaverry, La Esperanza, Victor Larco, Moche, Laredo, Florencia de Mora y Trujillo, de la provincia de Trujillo. *El Peruano*, 3-4.
- MINJUS. (2017). R.M.N° 024-2017-VIVIENDA (Disponen publicar proyecto de Reglamento para el Reaprovechamiento de los Biosólidos Generados en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, en el portal institucional del Ministerio. *Sistema Peruano de Información Jurídica*, 1-35.
- Nathalia Cunha Almeida Pinheiro, F. R. (2018). *Diagnóstico de áreas contaminadas pela disposição final de resíduos sólidos no município de Paço do Lumiar (MA)*. Paço do Lumiar: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.
- OEFA. (2004). *Instrumentos básicos para la fiscalización ambiental*. Lima: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
- OEFA. (2013). *Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos de gestión municipal provincial*. Lima: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

- RPP. (05 de Septiembre de 2018). Perú produce 23 mil toneladas diarias de basura: la alarmante gestión de residuos sólidos. *Perú produce 23 mil toneladas diarias de basura: la alarmante gestión de residuos sólidos*, pág. 1.
- Sruti Pillai, A. E. (2014). *Soil Pollution near a Municipal Solid Waste Disposal Site in India*. Dubai: International Conference on Biological.
- Syeda Maria Ali, A. P. (2013). *Open dumping of municipal solid waste and its hazardous impacts on soil and vegetation diversity at waste dumping sites of Islamabad city*. Islamabad: Journal of King Saud University.
- USDA, D. d. (1999). *Soil Taxonomy*. Obtenido de https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051232.pdf
- Wiszniewski, J. R.-G. (2006). Landfill Leachate Treatment Methods: A review. *Environmental Chemistry Letters*, 7.

ANEXOS

Anexo N° 1. Matriz de Consistencia

DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES Y LA CALIDAD DEL SUELO DEL BOTADERO SAN IDELFONSO - LAREDO				
PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVO GENERAL	VARIABLE 1	METODOLOGIA
<p>¿Existe una relación entre la disposición final de residuos sólidos y la calidad del suelo del botadero "San Idelfonso", Laredo?</p>	<p>H0: No existe una relación entre la calidad del suelo y la disposición final de los residuos sólidos municipales en el botadero "San Idelfonso", Laredo.</p>	<p>Establecer la relación del efecto de la disposición final de los residuos sólidos municipales en la calidad del suelo del botadero "San Idelfonso" del distrito de Laredo, en el año 2019.</p>	<p>DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES</p>	<p>DISEÑO</p>
				 <p>Dónde: M = 4 kg. De Suelo V1 = DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES V2= CALIDAD DEL SUELO. r = relación de variables.</p>
				<p>POBLACIÓN</p> <p>En el presente proyecto de investigación, toma como población a toda la jurisdicción del distrito de "Laredo", como probables afectados por "LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES EN LA CALIDAD DEL SUELO DEL BOTADERO SAN IDELFONSO – LAREDO</p>

		OBJETIVOS ESPECIFICOS	VARIABLE 2	MUESTRA
	H1: Si existe una relación entre la calidad del suelo y la disposición final de los residuos sólidos municipales en el botadero “San Idelfonso”, Laredo.	<p>Realizar un muestreo de suelos para determinar la presencia de metales pesados del suelo del botadero San Idelfonso y comparar con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) en cumplimiento del Decreto supremo N° 02-2013-MINAM.</p> <p>Determinar la disponibilidad de pH y Conductividad eléctrica en la calidad del suelo del botadero San Idelfonso.</p> <p>Evaluar el porcentaje de materia orgánica como indicador de la calidad del suelo del botadero San Idelfonso.</p> <p>Determinar la relación de la disposición final de residuos sólidos en la dimensión propiedades químicas de la calidad del suelo del Botadero San Idelfonso.</p>	CALIDAD DEL SUELO	Se tomó como muestra 4 kg de suelo de botadero, obtenidos de 4 calicatas (1kg/calicata) de 60x60 cm, en un área de 9 m ² (3m x 3m), a una profundidad de 60 cm para la evaluación de los parámetros químicos.

Nota: Fuente: Elaboración Propia.

Anexo N° 2. Operacionalización de Variable Independiente

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICES
VARIABLE INDEPENDIENTE	DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES	Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos. (SEMARNAT, 2010)	La disposición final de residuos sólidos municipales en botaderos clandestinos a cielo abierto se da a través del almacenamiento de estos en una determinada área, para luego realizar una recolección de aquellos residuos que aún pueden servir; Luego se realizará una recuperación y reciclaje para la posterior venta de éstos a recicladores. Como última etapa de su manejo, para aquellos residuos que ya son inutilizables, se realizará su respectiva quema. (MINAM, 2016)	Botadero	Almacenamiento	Ton/año
					Recolección	kg/día
					Recuperación y Reciclaje	kg/día

Nota: Fuente: Elaboración Propia.

Anexo N° 3. Operacionalización de Variable Dependiente

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICES
VARIABLE DEPENDIENTE	CALIDAD DEL SUELO	Debe interpretarse como la utilidad del suelo para un propósito específico en una escala amplia de tiempo. El estado de las propiedades del suelo como contenido de materia orgánica, diversidad de organismos, o productos microbianos en un tiempo particular constituye la salud del suelo. (Bautista, 2004).	Es la capacidad de un suelo específico para funcionar, dentro de los límites de los ecosistemas naturales o manejados, para sostener productividad de plantas y animales y mantener o mejorar la calidad del agua y aire, y apoyar la salud humana y hábitat. (Karlen, 1997)	Propiedades Químicas	Materia orgánica	%
					pH	-
					Conductividad eléctrica	dS/m
					Arsénico	mg/kg MS
					Bario	mg/kg MS
					Cadmio	mg/kg MS
					Cromo	mg/kg MS
					Mercurio	mg/kg MS
					Plomo	mg/kg MS

Nota: Fuente: Elaboración Propia.

Anexo N° 4. Resultados de Metales Pesados en Muestras de suelo del Botadero

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES**



CERTIFICADO DE ANÁLISIS QUÍMICO

Solicitado por **LUIS ALBERTO FERRADAS HERRERA**
 Código de muestra **EN DESCRIPCIÓN**
 Muestras recibidas **4**
 Asunto **Análisis Químico**
 Características y condiciones **BOLSA SIN LACRAR**
 Fecha de recepción **30/05/2019**

Método	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES
Unidades	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Elemento	As	Cd	Cr	Ba	Pb	Hg
MBS01	4.4	1.1	11.1	12.9	14.5	0.9
MBS02	3.2	0.9	5.9	12.2	9.7	0.2
MBS03	5.3	0.7	10.8	18.2	9.9	0.3
MBS04	4.4	0.6	8.8	14.1	11.37	0.1

Método de ensayo:

ICP-OES

Fecha de emisión de reporte: **martes, 05 de junio de 2019**

Ing. Juan Vega González
 Jefe de Laboratorio
 CIP 79515

Ciudad Universitaria Av. Juan Pablo II S/N Urb. San Andrés Telf. 208295

Nota: Fuente: Universidad Nacional de Trujillo – Laboratorio de Metalurgia.

Anexo N° 5. Resultados de Metales Pesados en muestra de suelo control

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES



CERTIFICADO DE ANÁLISIS QUÍMICO

Solicitado por	LUIS ALBERTO FERRADAS HERRERA
Código de muestra	EN DESCRIPCIÓN
Muestras recibidas	4
Asunto	Análisis Químico
Características y condiciones	BOLSA SIN LACRAR
Fecha de recepción	25/07/2019

Método	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES
Unidades	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Elemento	As	Cd	Cr	Ba	Pb	Hg
MST01	2.9	0.1	0.18	3.8	9.2	0.4
MST02	3.1	0.5	0.2	4.2	5.9	0.12
MST03	2.7	0.6	0.13	4.7	7.4	0.19
MST04	1.3	0.2	0.3	2.8	10.4	0.3

Método de ensayo:
ICP-OES

Fecha de emisión de reporte: martes, 30 de julio de 2019



Ing. Juan Vega González
Jefe de Laboratorio
CIP 79515

Ciudad Universitaria Av. Juan Pablo II S/N Urb. San Andrés Telf. 208295

Nota: Fuente: Universidad Nacional de Trujillo – Laboratorio de Metalurgia.

Anexo N° 6. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Suelo – MINAM
**ANEXO
ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA SUELO**

Parámetros en mg/kg PS ⁽¹⁾	Usos del Suelo ⁽¹⁾			Métodos de ensayo ^{(7), (8)}
	Suelo Agrícola ⁽²⁾	Suelo Residencial/ Parques ⁽⁴⁾	Suelo Comercial ⁽³⁾ / Industrial/ Extractivo ⁽⁶⁾	
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos aromáticos volátiles				
Benceno	0,03	0,03	0,03	EPA 8260 ⁽⁹⁾ EPA 8021
Tolueno	0,37	0,37	0,37	EPA 8260 EPA 8021
Etilbenceno	0,082	0,082	0,082	EPA 8260 EPA 8021
Xilenos ⁽¹⁰⁾	11	11	11	EPA 8260 EPA 8021
Hidrocarburos poliaromáticos				
Naftaleno	0,1	0,6	22	EPA 8260 EPA 8021 EPA 8270
Benzo(a) pireno	0,1	0,7	0,7	EPA 8270
Hidrocarburos de Petróleo				
Fracción de hidrocarburos F1 ⁽¹¹⁾ (C6-C10)	200	200	500	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F2 ⁽¹²⁾ (>C10-C28)	1200	1200	5000	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F3 ⁽¹³⁾ (>C28-C40)	3000	3000	6000	EPA 8015
Compuestos Organoclorados				
Bifenilos policlorados - PCB ⁽¹⁴⁾	0,5	1,3	33	EPA 8082 EPA 8270
Tetracloroetileno	0,1	0,2	0,5	EPA 8260
Tricloroetileno	0,01	0,01	0,01	EPA 8260
INORGÁNICOS				
Arsénico	50	50	140	EPA 3050 EPA 3051
Bario total ⁽¹⁵⁾	750	500	2 000	EPA 3050 EPA 3051
Cadmio	1,4	10	22	EPA 3050 EPA 3051
Cromo total	**	400	1 000	EPA 3050 EPA 3051
Cromo VI	0,4	0,4	1,4	EPA 3060/ EPA 7199 ó DIN EN 15192 ⁽¹⁶⁾
Mercurio	6,6	6,6	24	EPA 7471 EPA 6020 ó 200.8
Plomo	70	140	800	EPA 3050 EPA 3051
Cianuro Libre	0,9	0,9	8	EPA 9013 SEMWW-AWWA-WEF 4500 CN F o ASTM D7237 y/o ISO 17690:2015

Fuente: Adoptado de "El Peruano – Norma legales - Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Suelo" por Ministerio del Ambiente, 2017, p.14.

Anexo N° 7: Resolución Ministerial N° 221-2019-MINAM

PODER EJECUTIVO	
AMBIENTE	
Declaran en emergencia la gestión y manejo de los residuos sólidos en los distritos de Huanchaco, El Porvenir, Salaverry, La Esperanza, Víctor Larco, Moche, Laredo, Florencia de Mora y Trujillo, de la provincia de Trujillo, departamento de La Libertad	
RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 221-2019-MINAM	
Lima, 19 de julio de 2019	
VISTOS; el Informe N° 00322-2019-MINAM/VMGA/DGRS, de la Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos; el Memorando N° 00696-2019-MINAM/VMGA, del Viceministerio de Gestión Ambiental; el Informe N° 00362-2019-MINAM/SG/OGAJ, de la Oficina General de Asesoría Jurídica; y,	014-2017-MINAM, en adelante el Reglamento, establece que, en caso sea declarado en emergencia el manejo de los residuos sólidos en la etapa de disposición final, la Municipalidad Provincial, en coordinación con la Municipalidad Distrital, según corresponda, autoriza la implementación de celdas transitorias; y precisa que, para la implementación de la celda transitoria será aplicable todo lo relacionado con la materia;
CONSIDERANDO:	Que, el literal a) del artículo 125 del Reglamento señala como una causal para la declaratoria de emergencia como resultado de la inadecuada gestión y manejo de los residuos sólidos, el potencial riesgo para la salud de las personas;
Que, mediante Decreto Legislativo N° 1013 se crea el Ministerio del Ambiente como organismo del Poder Ejecutivo, con personería jurídica de derecho público, cuya función general es diseñar, establecer, ejecutar y supervisar la política nacional y sectorial ambiental, asumiendo la rectoría con respecto a ella;	Que, de acuerdo al artículo 125 del Reglamento, en caso resulte procedente la declaratoria de emergencia, el Ministerio del Ambiente emite la resolución respectiva, en la cual se establece el ámbito territorial, el tiempo de duración, el cual no deberá exceder de sesenta (60) días, prorrogables por cuarenta y cinco (45) días; y las medidas inmediatas a ser implementadas por las entidades correspondientes, dentro de las cuales dispondrá la elaboración de un Plan de Acción para la atención de la emergencia;
Que, mediante Decreto Legislativo N° 1278, se aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, la cual tiene por objeto establecer derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, con la finalidad de propender la maximización constante de la eficiencia en el uso de los materiales y asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos económica, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a las obligaciones, principios y lineamientos señalados en esta Ley;	Que, el artículo 127 del Reglamento indica que las municipalidades y otras entidades públicas, según corresponda, adoptan acciones complementarias para garantizar la continuidad en el manejo de los residuos sólidos, y que el MINAM realiza el seguimiento del cumplimiento de las referidas acciones complementarias; asimismo, de conformidad con el artículo 128 de la misma norma, los Gobiernos Regionales, en el marco de sus competencias, coadyuvan a las municipalidades provinciales en la realización de las acciones que resulten necesarias para dar continuidad al manejo de los residuos sólidos declarados en emergencia;
Que, el literal a) del numeral 24.1 del artículo 24 del Decreto Legislativo N° 1278 establece que las Municipalidades Distritales, en materia de manejo de residuos sólidos, son competentes para asegurar una adecuada prestación del servicio de limpieza, recolección y transporte de residuos en su jurisdicción, debiendo garantizar la adecuada disposición final de los mismos;	Que, el literal d) del artículo 74 del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2017-MINAM, establece que la Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos tiene la función de evaluar la declaratoria de emergencia de la gestión y manejo de residuos sólidos y coordinar con las entidades competentes, según sea el caso;
Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades, la jurisdicción de las municipalidades provinciales comprende el territorio de la respectiva provincia y el distrito del cercado;	Que, con Oficio N° 354-2019-MPT/A, la Municipalidad Provincial de Trujillo solicita al Ministerio del Ambiente, gestionar la emisión de la declaratoria en emergencia de la disposición final de residuos sólidos en la jurisdicción del distrito y provincia de Trujillo, debido a la situación del "Botadero El Milagro"; y sustenta su pedido en el Oficio N° 0513-2019-SEGAT/GG, elaborado por la Gerencia General del Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo (SEGAT), que acompaña el Informe N° 232-2019-SEGAT-SGTDF; y en el Oficio N° 3210-2019-GR-LL-GGTR/GS-SGPPT-UTFSAYO-ASAB, mediante el cual la Gerencia Regional de Salud de la Región La Libertad (GERESA La Libertad) remite el Informe N° 88-2019-GR-LL-GGR/GS-SGPPT-UTFSAYO-ASAB;
Que, de conformidad con lo establecido en el literal p) del artículo 15 del Decreto Legislativo N° 1278, el Ministerio del Ambiente, en su calidad de ente rector a nivel nacional para la gestión y manejo de los residuos, es competente para declarar en emergencia la gestión y manejo de los residuos sólidos, cuyo alcance, criterios y procedimientos son definidos en su Reglamento; y, coordinar con las autoridades sectoriales nacionales, entidades de fiscalización ambiental y/o los gobiernos regionales, según sea el caso;	Que, el Informe N° 232-2019-SEGAT-SGTDF, expedido por la Subgerencia de Tratamiento y Disposición Final del SEGAT, el cual da cuenta del "Estado situacional del Botadero El Milagro y su potencial riesgo de contaminación y afectación a la salud de la población circundante", y concluye, entre otros aspectos, que debido a la gran cantidad de descarga que realizan las municipalidades distritales en el botadero en mención, la maquinaria empleada resulta insuficiente para poder manejar y hacer una correcta disposición final de los residuos sólidos municipales "(...) los cuales generan una exposición inminente a la población para contraer enfermedades infecto contagiosas"; en tanto el Informe N° 88-2019-GR-LL-GGR/GS-SGPPT-UTFSAYO-ASAB, emitido por la Unidad Funcional de Salud Ambiental y Ocupacional de la Sub Gerencia de Promoción y Gestión de Territorio de la GERESA La Libertad, da cuenta de la "Inspección Sanitaria del Botadero El Milagro, ubicado

Fuente: Adoptado de "El Peruano – Norma legales – Resolución Ministerial N° 221-2019-MINAM" por Ministerio del Ambiente, 2019, p.3.

Anexo N° 8. Parámetro Edáfico – pH

7. Reacción del suelo (pH)

Es el grado de alcalinidad o acidez de los horizontes del suelo y se mide en unidades de pH. La reacción del suelo estará dada por el pH que prevalece dentro de los primeros 50 cm. de profundidad.

Rangos	Clases
Menos de 3,5	Ultra ácido
3,6 - 4,4	Extremadamente ácido
4,5 - 5,0	Muy fuertemente ácido
5,1 - 5,5	Fuertemente ácido
5,6 - 6,0	Moderadamente ácido
6,1 - 6,5	Ligeramente ácido
6,6 - 7,3	Neutro
7,4 - 7,8	Ligeramente alcalino
7,9 - 8,4	Moderadamente alcalino
8,5 - 9,0	Fuertemente alcalino
más de 9,0	Muy fuertemente alcalino

Fuente: Adoptado de "El Peruano – Agricultura - Decreto Supremo N° 016-2009-AG Aprueban Régimen Excepcional para promover la competitividad del sector forestal frente a la crisis externa para el periodo 2009-2011, 2009, p.20.

Anexo N° 9. Parámetro Edáfico – Conductividad Eléctrica

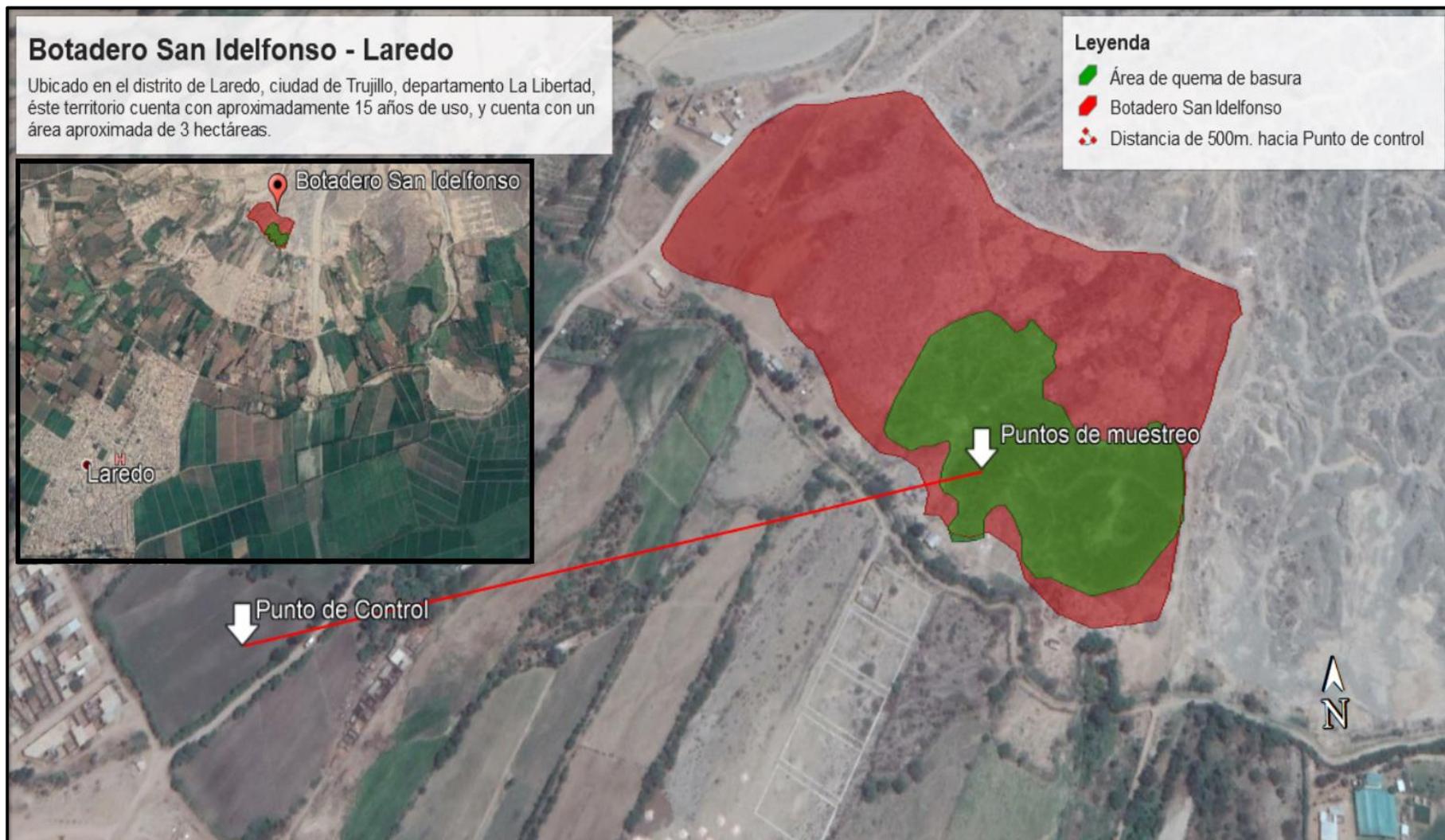
9. Salinidad y/o Sodicidad

Los suelos según su salinidad y sodicidad pueden ser:

Símbolo	Descripción
0	Libres a muy ligeramente afectados de excesos de sales y sodio: Prácticamente ningún cultivo se encuentra inhibido en su crecimiento o muestra daños provocados por exceso de sales o sodio. Los suelos muestran conductividad eléctrica inferior a 4 dS/m. El porcentaje de sodio es menor del 4%.
1	Ligeramente afectados por sales y sodio: El crecimiento de las especies sensibles está inhibido, pero las plantas tolerantes pueden subsistir. La conductividad eléctrica varía de 4 a 8 dS/m. El porcentaje de sodio es de 4 a 8%.
2	Moderadamente afectados por sales y sodio: El crecimiento de los cultivos está inhibido y muy pocas plantas pueden desarrollar adecuadamente. La conductividad eléctrica varía de 8 a 16 dS/m. El porcentaje de sodio está entre 8 y 15%.
3	Fuertemente afectados por sales y sodio: No se puede cultivar económicamente. La conductividad eléctrica es de mayor de 16 dS/m. El porcentaje de sodio sobrepasa el 15%.

Fuente: Adoptado de "El Peruano – Agricultura - Decreto Supremo N° 016-2009-AG Aprueban Régimen Excepcional para promover la competitividad del sector forestal frente a la crisis externa para el periodo 2009-2011, 2009, p.20-21

Anexo N° 10. Mapa de ubicación del Botadero San Idelfonso



Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 11. Prueba de igualdad de varianzas y prueba t para igualdad de medidas – Arsénico

Arsénico	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias					
	F	p	t	Grados de libertad	p	Diferencia de medias	95% de IC	
							Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0.011	0.920	3.075	6	0.022	1.825	0.373	3.277
No se asumen varianzas iguales			3.075	5.983	0.022	1.825	0.372	3.278

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 12. Prueba de igualdad de varianzas y prueba t para igualdad de medidas – Cadmio

Cadmio	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias					
	F	p	t	Grados de libertad	p	Diferencia de medias	95% de IC	
							Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0.214	0.660	2.920	6	0.027	0.475	0.077	0.873
No se asumen varianzas iguales			2.920	5.970	0.027	0.475	0.076	0.874

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 13. Prueba de igualdad de varianzas y prueba t para igualdad de medidas – Cromo VI

Cromo VI	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias					
	F	p	t	Grados de libertad	p	Diferencia de medias	95% de IC	
							Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	8.648	0.026	7.468	6	0.000	8.948	6.016	11.879
No se asumen varianzas iguales			7.468	3.005	0.005	8.948	5.138	12.757

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 14. Prueba de igualdad de varianzas y prueba t para igualdad de medidas – Bario

Bario	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias					
	F	p	t	Grados de libertad	p	Diferencia de medias	95% de IC	
							Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	2.950	0.137	7.476	6	0.000	10.475	7.047	13.903
No se asumen varianzas iguales			7.476	3.536	0.003	10.475	6.375	14.575

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 15. Prueba de igualdad de varianzas y prueba t para igualdad de medidas – Plomo

Plomo	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias					
	F	p	t	Grados de libertad	p	Diferencia de medias	95% de IC	
							Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0.000	0.992	2.114	6	0.079	3.142	-0.496	6.779
No se asumen varianzas iguales			2.114	5.925	0.080	3.142	-0.507	6.790

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 16. Prueba de igualdad de varianzas y prueba t para igualdad de medidas – Mercurio

Mercurio	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias					
	F	p	t	Grados de libertad	p	Diferencia de medias	95% de IC	
							Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	2.403	0.172	0.388	6	0.711	0.075	-0.398	0.548
No se asumen varianzas iguales			0.388	3.907	0.718	0.075	-0.466	0.616

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 17. Prueba de igualdad de varianzas y prueba t para igualdad de medidas – pH

pH	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias					
	F	p	t	Grados de libertad	p	Diferencia de medias	95% de IC	
							Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0.003	0.956	7.858	4	0.001	0.703	0.455	0.952
No se asumen varianzas iguales			7.858	3.996	0.001	0.703	0.455	0.952

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 18. Prueba de igualdad de varianzas y prueba t para igualdad de medidas – CE

Conductividad eléctrica	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias					
	F	p	t	Grados de libertad	p	Diferencia de medias	95% de IC	
							Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	3.484	0.135	84.529	4	0.000	11.483	11.106	11.861
No se asumen varianzas iguales			84.529	2.588	0.000	11.483	11.009	11.957

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 19. Evidencias fotográficas de muestreo del suelo del botadero San Idelfonso- Laredo



Imagen N°01: Vista fotográficas del botadero San Idelfonso



Imagen N°03: Ejecución de las calicatas



Imagen N°04: Toma de muestras de suelo



Imagen N°05: Puntos de muestreo de Botadero (izquierda) y punto de control (derecha)

Anexo N° 20. Evidencias fotográficas de los análisis realizados en Laboratorio.



Imagen N°06: Análisis de Materia Orgánica



Imagen N°08: Análisis de pH y conductividad eléctrica

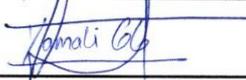
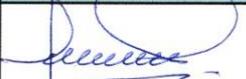
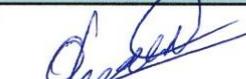
Anexo N° 21. Etiquetas de muestreo

CÓDIGO DE MUESTRA:	MBS01
FECHA Y HORA:	30/05/2019 – 11:39
HORIZONTE:	60 cm
CÓDIGO DE MUESTRA:	MBS02
FECHA Y HORA:	30/05/2019 – 11:55
HORIZONTE:	60 cm
CÓDIGO DE MUESTRA:	MBS03
FECHA Y HORA:	30/05/2019 – 12:12
HORIZONTE:	60 cm
CÓDIGO DE MUESTRA:	MBS04
FECHA Y HORA:	30/05/2019 – 12:40
HORIZONTE:	60 cm

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 22. Cadena de custodia

DATOS GENERALES						
Nombre del sitio(s) en estudio:	(1) Botadero San Idelfonso (2) Chacra de Yuca	Departamento:	La Libertad			
Razón Social:	(1) Laredo, San Carlos (2) Laredo, San Carlos	Provincia:	Trujillo			
Uso Principal:	(1) Botadero de basura (2) Agricultura	Distrito:	Laredo			
DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO						
Nombre(s) del punto de muestreo:	(1) MBS (2) MSL	Laboratorio:	Laboratorio Procesamiento de minerales - UNT			
Coordenadas:	(1) 726492.96 E / 9107487.92 S (2)	Descripción de la superficie:	(1) Con desechos de RSS (2) Plantaciones de Yuca			
Técnica de muestreo:	Muestreo de identificación	Instrumentos usados:	Pico de acero, pala recta, barrena, espátula de acero inoxidable			
Profundidad:	60 cm	Napa freática:	17 m.			
DATOS DE LAS MUESTRAS						
Clave de muestra:	MBS		MSL			
Fecha:	30/05/19		26/07/19			
Hora:	17:30		11:20			
Profundidad desde:	0 cm.		0 cm			
Profundidad hasta:	60 cm.		60 cm			
Área de muestreo (m2):	9 m ²		9 m ²			
Número de sub-muestras:	4		4			
Características químicas	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 1	Toma 2	Toma 3
pH	7.88	7.96	8.10	7.23	7.20	7.40
Conductividad (dS/m)	17.74	18.06	18.16	6.42	6.50	6.59
Materia Orgánica (%)	1.20%		5.29%			

FIRMA RESPONSABLES DEL ANÁLISIS	FIRMA DEL ASESOR DE TESIS	FIRMA Y SELLO DE RESPONSABLE DEL LABORATORIO
 	 DR. FERNANDO UGAZ O.	 Julio Curretero

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 23. Términos de referencia para la formulación de planes de recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos municipales.

ÍTEM	DETALLE		
1. RESUMEN EJECUTIVO	El resumen ejecutivo es una síntesis de los aspectos más relevantes del Plan de Recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos municipales, el cual debe ser redactado en un lenguaje claro y de ser necesario en el lenguaje predominante en el área de influencia del proyecto de inversión. Asimismo, debe adjuntar ilustraciones, tablas y/o mapas en coordenadas UTM-Datum WGS84 y en la escala recomendada ¹ .		4.4.1 Justificación 4.4.2 Memoria descriptiva
2. DATOS GENERALES DEL TITULAR DEL PROYECTO DE INVERSIÓN Y DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE RECUPERACIÓN	Consignar los datos generales del titular del proyecto de inversión y del responsable de la elaboración del Plan de Recuperación, el cual debe ser una persona jurídica. Dicho Plan debe estar suscrito por el (la) titular o el/los (as) especialistas encargados (as) de su elaboración.	5. ASPECTOS DEL MEDIO FÍSICO, BIOLÓGICO Y SOCIAL	4.5 IMPLEMENTACIÓN DE ACTIVIDADES DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA Este capítulo se desarrollará solo si se ha considerado implementar actividades de valorización energética, mediante el uso de biomasa para la generación de energía o la recuperación de metano, a través de la captura y quema centralizada o convencional de gases, generados en el área recuperada. Describir los componentes ambientales identificados en el área de influencia del proyecto de inversión, considerando los elementos del entorno que puedan verse afectados por el desarrollo de las actividades. 5.1 MEDIO FÍSICO 5.1.1 Clima y meteorología 5.1.2 Hidrología e hidrogeología 5.1.3 Caracterización del suelo 5.1.4 Geomorfología 5.1.5 Identificación de aspectos de vulnerabilidad y peligros naturales 5.1.6 Calidad ambiental 5.2 MEDIO BIOLÓGICO 5.2.1 Flora y fauna 5.2.2 Ecosistemas frágiles 5.2.3 Áreas Naturales Protegidas 5.2.4 Ecorregión 5.2.5 Zonas de vida 5.2.6 Ecosistemas 5.3 MEDIO SOCIAL 5.3.1 Identificación de la población 5.3.2 Demografía 5.3.3 Principales actividades económicas 5.3.4 Educación 5.3.5 Salud 5.3.6 Institucionalidad local y actores vinculados 5.3.7 Patrimonio cultural 5.3.8 Afectaciones
3. MARCO LEGAL	Describir el marco legal vigente que rige para la recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos, así como otras normas en el ámbito nacional, regional y local que se encuentren vinculadas a la particularidad de cada Plan de Recuperación.	6. PARTICIPACIÓN CIUDADANA	Describir los mecanismos de participación ciudadana aplicados durante el proceso de elaboración del Plan de Recuperación, conforme a lo establecido en el Reglamento sobre transparencia, acceso a la información pública ambiental y participación y consulta ciudadana en asuntos ambientales, aprobado mediante Decreto Supremo N°002-2009-MINAM, considerando para su desarrollo lo siguiente: 6.1 INTRODUCCIÓN 6.2 OBJETIVOS 6.3 PRINCIPALES PROBLEMAS SOCIALES 6.4 IDENTIFICACIÓN DE LOS ACTORES POR SU RELACIÓN CON EL LUGAR DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN 6.5 ANÁLISIS DE LOS ACTORES INVOLUCRADOS 6.6 PROCESO DE LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA 6.6.1 Planificación 6.6.2 Ejecución 6.6.3 Resultados 6.6.4 Mecanismo Complementario – Ejecución de encuestas
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN	Para la descripción del proyecto tener como referencia los contenidos de la Ficha Técnica de Proyectos de Inversión Estándar y/o Simplificados - Recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos (Resolución Ministerial N° 37-2018-MINAM) o del Anexo N°07: Contenido Mínimo del Estudio de Pre inversión a nivel de perfil de la Resolución Directoral N° 001-2019-EF-63.01, que aprueba la Directiva General del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, según corresponda. Asimismo, considerar las características del área degradada y las actividades del proyecto de inversión en sus diferentes etapas, entre otros aspectos relacionados, según se señala a continuación: 4.1 DATOS GENERALES Describir la información básica para la formulación del proyecto de inversión para la recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos, como se detalla a continuación: 4.1.1 Nombre 4.1.2 Localización geográfica 4.1.3 Vías de acceso 4.1.4 Monto estimado 4.1.5 Plazo de ejecución 4.1.6 Modalidad de ejecución y fuente de financiamiento 4.1.7 Situación físico legal del terreno 4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ACTUALES DEL ÁREA DEGRADADA La descripción de las características actuales del área degradada por residuos sólidos, tendrá como base la información obtenida en trabajos de campo u otros. Para ello se considerará la siguiente información: 4.2.1 Ubicación, extensión y accesibilidad 4.2.2 Descripción del área degradada 4.2.3 Impactos ambientales reales asociados al área degradada. 4.2.4 Estudios básicos del área degradada 4.2.5 Indicadores de la situación actual 4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PARA LA RECUPERACIÓN DEL ÁREA DEGRADADA POR ETAPAS DEL PROYECTO DE INVERSIÓN La descripción de las actividades para la recuperación del área degradada por residuos sólidos considerará lo siguiente: 4.3.1 En la etapa preliminar 4.3.2 En la etapa de ejecución 4.3.2.1 Características técnicas de las actividades para la recuperación del área degradada 4.3.2.2 Materiales e insumos 4.3.2.3 Equipos y maquinarias 4.3.2.4 Instalaciones auxiliares 4.3.2.5 Servicios 4.3.2.6 Generación de residuos sólidos y efluentes 4.3.2.7 Generación de ruido y vibraciones 4.3.2.8 Personal 4.3.3 En la etapa de operación y mantenimiento 4.3.4 En la etapa de cierre de la ejecución 4.4 IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS TRANSITORIAS PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Este capítulo se desarrollará solo si se ha considerado implementar una celda transitoria para la disposición final de residuos sólidos dentro de los límites del área a recuperar en el proyecto de inversión, hasta por un plazo máximo de tres (3) años en el que, paralelamente, se deberá garantizar la puesta en operación de la infraestructura de disposición final de residuos sólidos.	7. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES	Describir y evaluar los posibles impactos ambientales, generados en las diferentes etapas del proyecto de inversión, realizando un análisis integral. Para ello es necesaria la identificación y evaluación de los elementos del medio físico, biológico y social, así como las acciones, actividades y procedimientos que se realizarán durante la implementación del proyecto de inversión. 7.1 PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Identificar y analizar la interacción entre las actividades del proyecto de inversión y los componentes ambientales del área de influencia, que pueden ser afectados durante la implementación del proyecto de inversión, debiendo realizar los siguientes pasos: 7.1.1 Definición de actividades del proyecto de inversión 7.1.2 Identificación de factores ambientales a ser afectados 7.1.3 Identificación de impactos ambientales 7.2 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Para la evaluación de impactos ambientales utilizar las metodologías conocidas que permitan interpretar de forma clara la incidencia del proyecto de inversión sobre su entorno, como por ejemplo el método CONESA, métodos basados en la matriz de Leopold u otras metodologías como listas de chequeo, diagramas o mapas temáticos. 7.2.1 Metodología para la evaluación de impactos 7.3 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Describir los impactos ambientales tanto positivos como negativos en función a las características del ámbito del proyecto de inversión a fin de establecer medidas de manejo, modificaciones y alternativas al diseño que contrarresten dichos impactos. 7.3.1 Impactos negativos

	<p>7.3.2 Impactos positivos</p> <p>Delimitar y describir el área de influencia directa (AID) e indirecta (AII) teniendo en cuenta los impactos ambientales reales, así como los potenciales que puedan causar las diferentes etapas del proyecto de inversión.</p> <p>8.1 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA – AID 8.2 ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA – AII</p>	<p>14. PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTACIÓN</p> <p>Considerar los costos requeridos para la implementación de los programas propuestos en el Plan de Manejo Ambiental y acorde con el cronograma de ejecución.</p>
<p>8. ÁREA DE INFLUENCIA</p>		<p>15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</p> <p>Las conclusiones y recomendaciones serán de acuerdo a los objetivos y problemática planteados, así como a las particularidades de cada zona donde se ejecute el proyecto de inversión.</p>
<p>9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</p>	<p>Identificar y caracterizar todas las medidas que se realizarán para prevenir, minimizar, rehabilitar y eventualmente compensar los impactos ambientales negativos identificados.</p> <p>Considerar como mínimo el desarrollo de medidas de acuerdo a la estructura que se presenta a continuación:</p> <p>9.1 OBJETIVOS 9.2 RESPONSABILIDADES 9.3 PROGRAMA DE MEDIDAS CORRECTIVAS, PREVENTIVAS, DE MINIMIZACIÓN, REHABILITACIÓN Y EVENTUAL COMPENSACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES</p> <p>Identificar y caracterizar las medidas que permitan corregir, prevenir, minimizar, rehabilitar y según corresponda, compensar los impactos ambientales negativos previstos para cada etapa del proyecto de inversión.</p> <p>9.3.1 En la etapa preliminar y ejecución (inversión) 9.3.2 En la etapa de operación y mantenimiento (post inversión)</p> <p>9.4 PROGRAMA DE MONITOREO Y VIGILANCIA</p> <p>Este programa debe contener las acciones que permitan verificar la eficacia de las medidas de manejo ambiental.</p> <p>Considerar como mínimo para su desarrollo la siguiente estructura:</p> <p>9.4.1 Objetivos 9.4.2 Acciones de monitoreo de calidad ambiental 9.4.3 Acciones de seguimiento y vigilancia</p> <p>9.5 PROGRAMA DE ASUNTOS SOCIALES</p> <p>Este programa deberá desarrollar (en caso hubiera) las medidas para las afectaciones prediales.</p> <p>La pertinencia del uso de estas medidas, deberá ser evaluada por el titular del proyecto de inversión, de acuerdo a sus características.</p> <p>Asimismo, pueden ser complementados con otros mecanismos que incidan en la participación ciudadana y que el titular del proyecto de inversión considere adecuados, en el marco de lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM.</p> <p>9.5.1 Medidas de relaciones comunitarias 9.5.2 Medidas para la contratación de mano de obra local no calificada 9.5.3 Medidas para el monitoreo de deudas locales 9.5.4 Medidas para el seguimiento de los resultados de la participación ciudadana</p>	<p>16. ANEXOS</p> <p>En los anexos incorporar toda documentación complementaria del Plan de Recuperación, tales como saneamiento físico legal planos, fotografías, informes de monitoreo, evidencias de la participación ciudadana, cotizaciones, permisos, autorizaciones entre otros que corresponda para fundamentar la información presentada contenida en el Plan de Recuperación.</p> <p>En caso, se considere la implementación de una celda transitoria, deberá adjuntar como anexos el plano de ubicación, plano de distribución, plano de la celda transitoria (trincheras y/o plataforma), plano de sistema de lixiviados y gases.</p>
<p>10. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN</p>	<p>Deberá contener los objetivos, las acciones y/o medidas que se desarrollarán para fortalecer las capacidades del personal durante la ejecución del proyecto de inversión.</p> <p>10.1 OBJETIVO 10.2 ACCIONES Y/O MEDIDAS A DESARROLLAR</p>	
<p>11. PROGRAMA DE CONTINGENCIAS</p>	<p>Identificar las posibles situaciones de emergencias que puedan desarrollarse durante la ejecución del proyecto de inversión. El programa desarrollará los procedimientos preventivos y de acción antes, durante y después de la ocurrencia de alguna emergencia. Considerar como mínimo para su desarrollo la siguiente estructura:</p> <p>11.1 OBJETIVOS 11.2 IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS Y EMERGENCIAS 11.3 DESARROLLO DE MEDIDAS DE CONTINGENCIA PARA RIESGOS Y EMERGENCIAS IDENTIFICADAS 11.4 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO PARA LA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE LAS EMERGENCIAS Y ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</p> <p>11.4.1 RESPONSABILIDAD 11.4.2 FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES 11.4.3 EQUIPAMIENTO 11.4.4 COMUNICACIÓN ANTE SITUACIONES DE EMERGENCIA</p>	
<p>12. PLAN DE CIERRE</p>	<p>Describir las actividades necesarias para atenuar, disminuir o eliminar el impacto ambiental que pudiera ocasionar el cierre de las instalaciones auxiliares temporales, así como el cierre definitivo de la celda transitoria (en caso corresponda).</p> <p>12.1 MEDIDAS DE CIERRE DEL COMPONENTE AMBIENTAL 12.2 MEDIDAS DE CIERRE DEL COMPONENTE SOCIAL 12.3 MEDIDAS DE CIERRE DEFINITIVO DE LA CELDA TRANSITORIA</p>	
<p>13. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN</p>	<p>Incluir la secuencia de la ejecución de los programas propuestos en el Plan de Manejo Ambiental, así como su periodo de ejecución.</p>	

Fuente: Adaptado de MINAM

Anexo Nº 24. Recomendación para mejorar el uso de suelo afectado en el botadero San Idelfonso

Según los estudios realizados en los suelos del Botadero San Idelfonso, nos dan como resultados que los niveles de pH y salinidad se encuentran muy elevados, así mismo, el porcentaje de materia orgánica se encuentra en un nivel bajo; Características que vienen a ser perjudiciales para el suelo si es que se le quiere dar un uso agrícola a futuro. Es por ello que se plantea una serie de recomendaciones, las cuales se pueden tomar en cuenta para evitar que los suelos se perjudiquen a futuro.

- a) Actualmente las técnicas de enmienda y encalado con cal agrícola son usadas con más frecuencia para reducir los niveles de sales, debido a lo económico que resultan ser. Los beneficios del uso de la cal agrícola son mejorar las propiedades físicas químicas y biológicas del suelo, proveer una mejor fijación de nitrógeno por el uso de en leguminosas, aumentar la disponibilidad de nutrientes para las plantas, reducir las toxicidades en el suelo, mejorar la efectividad de algunos herbicidas, suministro de calcio magnesio y otros nutrientes para los cultivos.

- b) Para mejorar la Materia Orgánica en el suelo, es posible emplear abonos orgánicos, los cuales se pueden conseguir de manera económica del estiércol de los animales (cerdo, cabra, oveja, vaca y caballo), siendo considerado como elemento importante en el mantenimiento de la fertilidad del suelo. Gran parte del nitrógeno contenido en el estiércol se halla en estado orgánico y se mineraliza con mucha lentitud, asimismo el efecto del estiércol tiende a extenderse por un período más prolongado que el de los fertilizantes químicos. Se estima que el estiércol como fuente de humus, proporciona al suelo 100 kilogramos de humus por cada 1000 kilogramos de estiércol, es decir, tiene una capacidad de rendimiento en humus del 10%. Están caracterizados porque, además de los principios fertilizantes nitrógeno, fósforo y potasio aportan al terreno la materia orgánica a ellos inherente y gran cantidad de microorganismos.

- c) Así mismo, la siembra de árboles como el algarrobo, la tara, y el aliso italiano, serían una buena alternativa como fijadores de nitrógeno, puesto que además de aportar en el ciclo del suelo, pueden asociarse con cultivos agrícolas, con pasturas para pastoreo, ser mantenidos al alternar entre cultivos agrícolas y pasturas, y también como bancos forrajeros y como cercas vivas. Esto es debido a su gran variedad de productos y usos como: leña, carbón, madera, frutos, productos medicinales e industriales, tutores de cultivos, sombra, división de lotes y demarcación de linderos en fincas, barreras rompeviento, control de erosión, refugio de avifauna silvestre, reciclaje de nutrimentos, etc. Además, el follaje de algunos de ellos puede ser cosechado, bajo corte o pastoreo directo, para la suplementación animal.

Así mismo, los niveles elevados de Cromo VI en el suelo del botadero "San Idelfonso" se encuentran muy elevados, siendo perjudicial para el suelo. Las elevadas concentraciones de este metal

superan su límite máximo ECA, por lo que en caso de una posible siembra hortalizas como alternativa económica vendría a ser riesgoso para el consumo de estas, lo que llega a causar graves efectos en la salud de los consumidores, como malestares de estómago, debilitamiento del sistema inmune, daño al hígado y riñones, cáncer al pulmón, y en peores casos la muerte. Por lo mencionado anteriormente, se mencionarán algunas series de recomendaciones las cuales se pueden tomar en cuenta para evitar que los suelos se dañen a futuro.

- d) Emplear técnicas fitorremediadoras con plantas ornamentales, de preferencia hiperacumuladoras, para absorber, acumular, metabolizar, volatilizar o estabilizar contaminantes presentes en el suelo afectado; Ofreciendo mejores ventajas en relación a métodos fisicoquímicos de alto costo que se usen en la actualidad. Existen una gran gama de estas plantas, de las cuales la Colza, Pico de loro y Caña brava vendrían a ser las más representativas para acumular Cromo VI, puesto que son adaptables a cualquier tipo de suelo, así como al clima de la zona en la que se ubiquen.
- e) Se recomienda también realizar estudios a mayores profundidades, para saber hasta que horizonte de suelo existen la presencia de metales pesados, debido a que el distrito de Laredo cuenta con pozos de aguas confinadas, que utiliza la población como fuente de agua para consumo.

Anexo N° 25. Rangos de valores de materia orgánica (%)

Rango de valores	Catalogación
< 2%	Bajo
2 - 4%	Medio
> 4	Alto

Fuente: Adaptado de "Soil Taxonomy – USDA" (1999)