



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“Contaminación del suelo por lixiviados generados en el botadero de
Cuñumbuque, San Martín, 2019”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
Bachiller en Ingeniería Ambiental**

AUTORA:

Kiara Alexandra Saavedra La Torre (ORCID: 0000-0001-8267-5746)

ASESOR:

Karina Milagros Ordoñez Ruíz (ORCID: 0000-0002-5957-2447)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos

Naturales

TARAPOTO – PERÚ

2020

Dedicatoria

Con todo mi amor y cariño para mi padres Pepe Saavedra Arce y Gladys La Torre Sánchez, que hacen hasta lo imposible para que pueda cumplir con todas mis metas y objetivos propuestos, por motivarme y guiarme por el camino correcto siempre.

Agradecimiento

A Dios, por guiarme siempre en cada decisión que tomé para poder llegar a este momento, por fortalecer el corazón y mente. A Nuestra asesora Doctora Ana Noemi Sandoval Vergara por su instrucción y guía constante a lo largo de la investigación.

Índice

| | |
|----------------|-----|
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice | iv |
| Resumen | vi |
| Abstract | vii |

I.INTRODUCCIÓN

II. MÉTODO

- 2.1. Tipo y Diseño de investigación
- 2.2. Población, muestra y muestreo
- 2.3. Técnica e instrumentos de recolección de datos
- 2.4. Procedimiento
- 2.5. Métodos de análisis de datos
- 2.6. Aspectos éticos

III. RESULTADOS

IV. DISCUSIÓN

V. CONCLUSIONES

VI. RECOMENDACIONES

VII. REFERENCIAS

ANEXOS

- ECA Suelo
- Puntos de referencia
- Panel Fotográfico
- Resultados de Laboratorio

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Caracterización de suelo del botadero de Cuñumbuque..... | 21 |
| Tabla 2. Parámetro microbiológico de suelo | 21 |
| Tabla 3. Parámetros físicos de suelo..... | 22 |
| Tabla 4. Parámetros Químicos de suelo del botadero..... | 22 |
| Tabla 5. Comparativa de Metales pesados con ECA suelo, en relación con M1 y M2 de suelo del botadero..... | 23 |

Resumen

La investigación tuvo como objetivo general determinar la afectación del suelo contaminado por lixiviados en el botadero de Cuñumbuque, San Martín, mediante un tipo de investigación básica, también se aplicó un diseño de investigación no experimental, transversal, ya que se realizó procedimientos en campo de acuerdo con las variables, sin manipularlas. Teniendo como población al suelo del botadero de Cuñumbuque, San Martín y como muestra se tomó dos muestras de suelo 1 kg por cada área determinada. La presente investigación se desarrolló mediante una Guía de productos observables, fichas de recolección de datos, tomas de muestra, las cuales fueron extraídas del suelo del botadero y llevadas al laboratorio. Los resultados obtenidos de la investigación fueron como parámetros físicos un mayor porcentaje de arcilla en ambas muestras. Como porcentajes de metales pesados, en la (M2) con mayor concentración de (Cd) con un 1.2 y (Pb) con un 18.23 y a la (M1) con 0.78 de (Cd) y 14.23 de (Pb) y Teniendo que en la muestra 1 (M1) el porcentaje es de 4.35 y en la muestra 2 (M2) un porcentaje mayor con 5.12 %. Con una cantidad normal de materia orgánica en suelos del botadero. Concluyendo que la afectación del suelo contaminado por lixiviados que es generado en el botadero de Cuñumbuque no es tan alta.

Palabras claves: Contaminación del Suelo, lixiviados, Botadero.

Abstract

The general objective of the investigation was to determine the affectation of the soil contaminated by leachate in the dump of Cuñumbuque, San Martín, through a type of basic research, a non-experimental, transversal research design was also applied, since realized were carried out in the field of according to the variables, without manipulating them. Having as population to the ground of the dump of Cuñumbuque, San Martín and as sample it took two samples of soil 1 kg for each determined area. The present investigation was developed through a Guide of observable products, data collection sheets, sample takings, which were extracted from the dump floor and taken to the laboratory. The results obtained from the investigation were as physical parameters a higher percentage of clay in both samples. As percentages of heavy metals, in the (M2) with the highest concentration of (Cd) with 1.2 and (Pb) with 18.23 and to (M1) with 0.78 of (Cd) and 14.23 of (Pb) and having that in the Sample 1 (M1) the percentage is 4.35 and in Sample 2 (M2) a higher percentage with 5.12%. With a normal amount of organic matter in dump soils. Concluding that the affectation of the soil contaminated by leachate that is generated in the Cuñumbuque dump is not so high.

Keywords: Soil Pollution, leachate, Dump.

I.- INTRODUCCIÓN

Comenzamos con el desarrollo del trabajo de investigación con la **INTRODUCCIÓN** en la cual se encuentra incluida la **Realidad Problemática** donde se hace mención que El consumismo es una de las problemáticas más grandes que se viene suscitado a lo largo de la historia en el mundo, además, es el principal problema de la contaminación por residuos sólidos. Al pasar el tiempo esta problemática ha ido evolucionando de manera deplorable para el medio ambiente, por la necesidad que tiene la sociedad en satisfacerse mucho más de lo que debería. Al ser una sociedad que cree en modas, que desecha todo lo que no le gusta, mas no, lo que ya no se puede utilizar. En la actualidad además de seguir con el mismo comportamiento, se ve sumada la falta de conciencia y educación ambiental, teniendo en consideración que el crecimiento de la población va de manera acelerada. De manera que la falta de cultura ambiental en el Perú, es evidenciada en cualquier actividad que se realice, un mínimo, casi nulo compromiso que se puede tener con el ambiente. Muchas veces originada desde los gobernadores, ya que la poca importancia sobre temas como la buena gestión de residuos y la difusión de estrategias para la disminución de las mismas, está contribuyendo que el País se vea afectado por este problema. Claro ejemplo tenemos a la ciudad de Máncora, que al año alberga a muchos turistas de todo el mundo, y de la misma manera al aumentar el número de turistas, tiene como consecuencia directa la contaminación por residuos sólidos, ya que las personas oriundas de la zona tampoco hacen nada con esta problemática, por el mismo desinterés que se ve reflejado en muchas partes del país. Por ello también los residuos sólidos siempre han causado gran problemática en las comunidades, en este caso al distrito de Cuñumbuque, debido a la mala gestión con respecto a la disposición final de sus residuos sólidos, como también, al no contar con un su adecuado tratamiento, ni mucho menos capacitaciones a la población sobre la importancia de la segregación de sus residuos sólidos desde sus hogares, para evitar la contaminación excesiva. Teniendo como principal consecuencia la pérdida evidente de los nutrientes en el suelo, por lixiviados que son emanados por residuos sólidos de la población, además, esta sustancia altamente tóxica, es esparcida por las escorrentías, dañando también

con el tiempo a la capa freática del suelo, a los cuerpos de agua y por ende a la población. Como **Antecedentes de nivel internacional:** CHÁVEZ, Wendy.

Tratamiento de lixiviados generados en el relleno sanitario de la Cd. de Chihuahua, Méx. (Tesis de maestría). Centro de investigación en materia avanzada. México. 2011.

El autor concluyó que: La recolección de lixiviados en 4 periodos reflejó que al agregar la recirculación de los lixiviados al culminar la celda 1 se comenzó la homogenización de los mismos, de la misma manera de presentarse con las reacciones biológicas y procesos físicos dentro del relleno sanitario aportando en la estabilización del lixiviado. La recirculación de los lixiviados puede presentar problemas que son esquivos a la recirculación, como la saturación de lixiviados en los residuos sólidos y a la vez pueden detener la migración de los gases de vertedero lo que lleva a un aumento en la presión interna del vertedero dando contexto de operación pocas seguras. Por lo tanto, los lixiviados deben ser llevados a un método, por el cual las instalaciones para realizar el |tratamiento siguen siendo muy necesarias. También a TORRES, Patricia y et al. *Influencia negativa de la edad de lixiviados sobre su composición fisicoquímica y su potencial de toxicidad.* (Artículo científico). Revista U.D.C.A. 2014: 17(1) Se concluyó que: En los lixiviados, el porcentaje de sustancias contaminantes, como BTEX y HAP's salieron por debajo de los límites de ubicación de las técnicas analíticas, debido a que los residuos encontrados en los diversos rellenos sanitarios son urbanos, los cuales, contribuyen niveles muy bajos de estos contaminantes comparados con los residuos industriales. Otras causas que influyen en la forma no cuantificable de HAPs y BTEX son los procesos fisicoquímicos y componentes bioquímicos, que ayudan con la adsorción, a la precipitación, dilución, volatilización, disgregación y otros que incitan de cierta manera en la calidad del lixiviado y que se llevan a cabo en los rellenos de forma natural. En concepto, los avances encontrados de los parámetros tanto físico como químicos para las tres muestras de lixiviados analizados muestran relaciones necesarias entre la edad de la celda de donde son los lixiviados y los cambios de sus características, hallándose así, una relación inversamente proporcional entre la edad de los lixiviados y el potencial de toxicidad, que se ve reflejado en la disminución de los grados de biodegradabilidad, en relación

de la mayor edad de los lixiviados. Así mismo RIVERA, Emily y et al. *Determinación de la toxicidad de lixiviados provenientes de residuos sólidos urbanos mediante indicadores biológicos*. (Artículo científico). Revista AFINIDAD LXX. 2013. 3(1). El autor concluye que: Las conclusiones de ciertos parámetros tanto físicos como químicos muestreados para las tres clases de lixiviados estudiados, reflejaron importantes conexiones entre el tiempo que tiene del lixiviado y las diferenciaciones de sus características, mostrando de manera general una minoría en su importancia al acrecentar la edad de estos. Las muestras de toxicidad con *Daphnia pulex* se presentó cómo el tiempo del lixiviado y la afectación por toxicidad, se relacionan inversamente igual al otro, hallándose valores de LC50, y el valor de UT de 1.21 y 1.08-4.17% V/V y 82,6 consecuentemente, para el lixiviado joven (LJ); 2.12, 2.192.62 %V/V y 47.2 definitivamente para el líquido nocivo intermedio (LI) y 3.61, 3.17-4.44 % V/V, 27.7 para el (LM), lo que especifica el valor de diferenciar detenidamente cada tipo y clase de lixiviado por causa de la diferencia en sus características y hacer pruebas ecotoxicológicas para saber su efecto nocivo. Seguidamente a HERNÁNDEZ, María y et al. *Evaluación de metales pesados en residuos sólidos y lixiviados en biorreactores a diferentes tasas de recirculación*. (Artículo científico) Revista Int. Contam. Ambie. 2011. 77-82 (1). Concluyó que: Los líquidos nocivos producidos a las recirculaciones de 80 y 70 % Hbh alcanzó la fase metanogénica, como la neutralidad en menor cantidad tiempo y se mostraron menor cantidad de lixiviación de MP, de tal manera que fueron mejores para la normalización del lixiviado. El porcentaje del ciclo de 70 % Hbh fue mejor, en diferencia de las humedades, porque se mostró menor porcentaje de MP en lixiviados y biosólidos. La cantidad resultante de residuo sólido del tratamiento de los RSU en los biorreactores anaerobios a las tasas de recirculación de lixiviados, Se puede aprovechar como remediador del suelo por su gran parte contenida de materia orgánica y bajos niveles de concentración de MP, sin causar daños al ambiente. Por otra parte, a **Nivel Nacional** tenemos a ROJAS, Marisol. *Determinación de la calidad físico y química del suelo con lixiviados del botadero de residuos sólidos y su afectación en la calidad de vida de la población de la zona periférica del botadero de Cancharani - Puno*. (Tesis

de maestría). Universidad Nacional del Altipano. Puno – Perú. 2016. El autor concluye diciendo que: Las diferentes muestras de los cuerpos de agua que fueron encontrados alrededor del botadero de Cancharani, son afectadas por lixiviados generados por los residuos sólidos, ya que estos no coinciden con los porcentajes dados de calidad de agua para su preservación del ambiente acuático. (D. S. 015- 2015-MINAM, categoría 4), de manera que la cantidad de los sólidos esparcidos en total, valores de nitrógeno amoniacal, la DQO y la DBO5, dieron como resultado con valores que superan de gran manera los LMP. La población total que coexiste en la parte cercana al botadero de Cancharani, tienen una perspectiva no tan positiva de su estadía en dicho lugar, de manera que los pobladores encuestados padecen molestias, que se darían por la notoriedad de existencia de los residuos sólidos. Posteriormente a COBOS, Marianela. *Lixiviado de residuos sólidos del relleno sanitario manual de Nauta y su genotoxicidad en Eisenia foetida "lombriz roja".* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos- Perú. 2011. Concluyó con: El nivel de daño genotóxico en celomocitos de Eisenia foetida depende del tiempo de exposición y la concentración del lixiviado. Se estandarizó el protocolo del ensayo cometa en celomocitos de E. foetida para monitorear suelos contaminados. El efecto genotóxico reportado en el presente estudio se debe a la acción compleja de los iones metálicos presentes del lixiviado del relleno sanitario manual de Nauta. La aplicación de un método de tratamiento del lixiviado representaría una oportunidad para evaluar el uso potencial de coagulantes orgánicos o mezclas de bajo costo como una buena opción para los sistemas de un adecuado tratamiento de los lixiviados generados en el relleno sanitario manual de Nauta. Por consiguiente, en **Nivel regional** tenemos a CÁCERES, Gerardo. *Determinación de los niveles de generación de residuos sólidos domésticos de la ciudad de moyobamba.* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de San Martín. Moyobamba- San Martín. 2017. Concluyó que: Las cantidades de residuos sólidos urbanos del Estrato A en el nivel alto es 40.7 Kg, en el nivel medio es de 17.43 Kg, y en el nivel bajo es de 9.80 Kg, con un promedio de los tres niveles de 22.64 Kg, concluyendo que el estrato A es el que más residuos genera en sus tres niveles. Los niveles de aparición de residuos sólidos domésticos del Estrato B en el nivel alto es

27.6 Kg, en el nivel medio es de 15.92 Kg, y en el nivel bajo es de 5.72 Kg, con un promedio de los tres niveles de 16.40 Kg. Los niveles de aparición de residuos sólidos domésticos del Estrato C en el nivel alto es 31.01 Kg, en el nivel medio es de 12.62 Kg, y en el nivel bajo es de 3.48 Kg, con un promedio de los tres niveles de 15.70 Kg, concluyendo que el estrato C es el que menos residuos genera en sus tres niveles.

Finalmente, a DÍAZ, Benny. *Determinación de la contaminación del suelo por lixiviados del botadero municipal del distrito de san pablo – 2018*. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo. San Pablo- San Martín. 2019. Llegó a la conclusión: Se logró determinar algunos niveles de acumulación de los metales pesados (Plomo, Cadmio y Cromo VI) en suelos contaminados por lixiviados del botadero del Distrito de San Pablo, hallándose en el primer muestreo realizado en campo de Cadmio (Cd) a un nivel de 18,752 mg/kg, continuado del Plomo (Pb) con 16,25 mg/kg, del punto 1, en el punto 2 se determinó 15,126 mg/kg de Cadmio (Cd); luego del Plomo (Pb) con 12,037 mg/kg. Al finalizar, en el punto 3 se concluyó que el Plomo (Pb) en el suelo tuvo una concentración de 11,123 mg/kg. Finalmente se dijo que en menor cantidad el metal pesado Cadmio (Cd) con un valor de 6,321 mg/kg. Como **Problema general** ¿Cuál es la afectación del suelo contaminado por lixiviados generados en el botadero de Cuñumbuque durante los últimos 5 años? De manera la **justificación teórica**: El siguiente trabajo de investigación, basado en generación de lixiviados y su afectación en suelos, se justificó en la normativa establecida por el Congreso de la República del Perú, el decreto legislativo N° 1278 Ley de gestión integral de residuos sólidos, en la que indica el debido tratamiento que se debe seguir para un buen manejo y gestión de los residuos sólidos. Como también la normativa establecida por el MINAM en los ECA para suelo, aprobado mediante el Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM, en el cual hace mención detalladamente los parámetros permitidos en cuanto a una buena calidad de suelo, estableciéndose de acuerdo con sus características y parámetros del suelo. Seguidamente la **justificación práctica**: Se conoció el porcentaje de lixiviados que se genera a partir de los residuos sólidos provenientes de los pobladores, como también la afectación que esta tiene al suelo del botadero, esto ante la necesidad de una buena gestión de los residuos sólidos, como también, brindar una

estrategia para el adecuado su adecuado tratamiento y que posteriormente el suelo no se vea tan afectado. De esta manera también la **justificación Metodológica:** Se acudirá al lugar de estudio establecido, para analizar la realidad problemática de los residuos sólidos, como también consultar a las autoridades a cerca de la gestión de los residuos, posterior a eso, sacar las muestras de suelo con lixiviados de tres puntos establecidos, para analizarlos en el laboratorio y proceder al trabajo de gabinete en el cual mediante fórmulas matemáticas establecidas poder obtener resultados y contribuir así a soluciones de la investigación. Consecutivamente la **justificación social:** Se benefició a la municipalidad del distrito de Cuñumbuque, ya que se les proporcionó información detallada de la realidad en porcentajes con lo que respecta a la generación de sus residuos sólidos y la afectación al suelo del botadero que esto conlleva, brindado alternativas de solución para su tratamiento y buena gestión. También se verán beneficiados los pobladores, ya que con este trabajo de investigación se dará mejoras con respecto a la calidad de vida. Por último la **justificación por conveniencia:** Se enfocó en la necesidad de dar una alternativa de solución para la buena gestión de los residuos sólidos, como también al adecuado tratamiento de sus residuos y posterior a eso al suelo que se verá afectado por los lixiviados generados por los desechos, teniendo como lugar de estudio al distrito de Cuñumbuque, donde se evidencia un déficit en lo que respecta a gestión de residuos sólidos y disposición final , como también a la facilidad de trabajo en dicho lugar. De manera que será el **objetivo general:** Determinar la afectación del suelo contaminado por lixiviados en el botadero de Cuñumbuque, San Martín, 2019. Así mismo los **objetivos específicos:** Determinar los años de existencia del botadero de Cuñumbuque, San Martín, 2019, caracterizar el suelo contaminado por lixiviados en el botadero de Cuñumbuque, San Martín, 2019, determinar los parámetros microbiológicos del suelo contaminado por lixiviados en el botadero de Cuñumbuque, San Martín, 2019, evaluar los parámetros físico-químicos del suelo contaminado por lixiviados generados en el botadero de Cuñumbuque, San Martín, 2019, determinar el porcentaje de metales pesados en suelos contaminados por lixiviados en el botadero de Cuñumbuque, San Martín, 2019, comparar los resultados de laboratorio con la ECA

para suelo. Del mismo modo **la hipótesis:** La contaminación del suelo determinará la afectación a la calidad de suelo del botadero de Cuñumbuque, San Martín, 2019. Como **marco teórico** tenemos los siguientes capítulos. **1. Definición de contaminación de suelo:** según SAAVEDRA, (2018). “El suelo es encontrado en estabilidad con muchas sustancias inorgánicas y orgánicas, cuando estos compuestos llegan a niveles que arriesgan la salud humana y al ambiente, se habla de contaminación o afectación del suelo”. (p.07). Por ello “La contaminación aparece por adquirir grandes cantidades de residuos sólidos que contienen sustancias químicas tóxicas no compatibles con el equilibrio ecológico y ambiental”. BUSTAMANTE, (2007. p.10). Siguiendo con **2. Fuentes de contaminación de suelo** según MAQUERHUA, (2012). La cantidad acumulada de sustancias nocivas que superan la barrera de protección natural del suelo y es afectado directamente perdiendo sus nutrientes y propiedades. Como también los vertidos incontrolados de residuos sólidos de la misma manera que causan impacto visual, esto por parte de los lixiviados que inciden de gran manera con la contaminación del suelo, aguas superficiales y aguas subterráneas, por su contenido altamente tóxico. RIESCO, (2012). SÁNCHEZ, (2010). Menciona que los metales pesados que contaminan los suelos y cuerpos de agua, entre otros componentes del ambiente, se esparcen a las plantas y animales y como consecuencia ingresan y se aglomeran en la línea alimenticia. De tal modo que los lixiviados son considerados como principal amenaza de contaminación del suelo, por su elevado porcentaje de metales pesados entre otros componentes que degradan el suelo. Por otra parte, afirma, MENDEZ. (2009). Los metales pesados son nocivos y peligroso, porque tienden a la bioacumulación en diversos espacios. La bioacumulación significa un crecimiento en la cantidad concentrada de una producción química en un organismo vivo en un tiempo corto, diferenciada a la concentración de dicho producto químico en el ecosistema. De tal manera que, A pesar de la aparición de los residuos sólidos propios a la presencia humana ha sido muy antigua tanto como, nuestros antepasados, la disposición final y el tratamiento posterior de los mismos, solo han sido guardados con distintos grados

de exactitud desde el año 1940. Para aquel momento no se diferenciaban claramente las diversas fuentes de basura o desechos y fue hasta el año 1970 que el término “residuo sólido” empezó a ser aplicado en todo el mundo. REYES. (2016). Consecuentemente tenemos a la **Composición de suelo** según VARILLAS, (2018). La composición del recurso suelo está dado por material de carácter orgánico, minerales, microorganismos animales y vegetales, los cuales se van formando lentamente y de manera prolongada al pasar el tiempo por la descomposición o desunión de rocas, por el clima, el agua y vientos. De esta manera nos permite interpretar el comportamiento de este y su calidad. Como también La conducta química, física y biológica de los suelos se encuentra íntimamente unido a la clase de las arcillas presentes en el suelo. Características físicas y químicas tales como la estructura, permeabilidad, alcance de retención de agua, erodabilidad, capacidad de compensación catiónico, adherencia y disponibilidad iónica, entre otros, dependen en gran medida de los minerales que constituyen la parte arcillosa del territorio. QUISPE, (2014). En conclusión, En el recurso suelo se aglomeran miles de formas de vida, la mayor cantidad de ellas invisibles para nuestros ojos. Una significativa cantidad de terreno en condiciones fértiles puede albergar más de 300 millones de pequeños invertebrados: arañas, lombrices y otros animales de escalas muy pequeñas. El suelo que alcanza en una pequeña parte puede encerrar un millón de bacterias, además de muchas de células, de levaduras y hongos. Todas estas sustancias que conforman el suelo son indispensables por sí mismas, pero lo ideal es el equilibrio entre los distintos correspondientes. Los microorganismos y el compost o materia orgánica ayudan a enriquecer el suelo con los nutrientes de este y unen las partículas minerales encontradas entre sí. FAO. (2009). Consecutivamente los **Residuos sólidos y afectación en suelos** afirma FUENTES (2008). Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (LGIRS), D.L N° 1278, hace mención en su documento que los conocidos residuos sólidos urbanos son aquellas sustancias, productos en estado sólido o semisólido que fueron previamente transformados y este se dispone, o está obligado a disponer, en carácter de lo establecido en la normatividad nacional o de las consecuencias que conllevan a la salud y al ambiente. Como se aprecia. Los residuos

sólidos urbanos, forman parte no desarrollable, desechable, inservible, de algún material que anteriormente fue procesado. De otro modo también es un producto de cualquier estado físico, generado por la acción del hombre de la mano con la tecnología, en procesos de extracción, transformación y que al finalizar está visualizado para su desecho, por la falta de valor de su propietario. (VÉRTICE, 2008). De este modo afirma, DAROCA. (2014). Los desechos, poseen de la misma manera un porcentaje de afectación relacionada al medio ambiente y la dependencia de la magnitud será de acuerdo con la fuente que la genera y las actividades que se realicen, como también el tipo de gestión que se le propicie. De esta manera se reducirán los riesgos para la salud de las personas y el ambiente. Se dice que. La acumulación de basura es una de las problemáticas más determinantes, para tema de los residuos sólidos con referencia a su gestión, no sólo al causar su mal aspecto y daño al paisaje, también, por fomentación de gases nocivos para el ambiente, daño al suelo, por la degradación de los mismos, llegando a dañar a cuerpo de agua con el pasar del tiempo y las condiciones climáticas. RAMON. (2003). También tenemos la **Contaminación por Lixiviados**, Hace mención, FERNANDEZ, (2006). El compuesto orgánico encontrado en los residuos sólidos, se descomponen formando un líquido contaminante, de tonalidad oscura, con olor fétido y penetrable, llamado Lixiviado. Se han descubierto hasta 200 compuestos diferentes, muy nocivos, tanto para la naturaleza y salud humana. Un factor que influye bastante en la reacción de este líquido es la condición climática, como también la humedad, acelerando el proceso de formación. Del mismo modo se afirma que, los lixiviados son generados en su mayoría por la depuración del exceso de aguas provenientes de los desechos sólidos y por su percolación pluvial, a través de los estratos que se encuentran en degradación. Este líquido altamente nocivo es definido como la principal amenaza para los suelos generados en su mayoría de los botaderos o rellenos. CORENA (2008). Según TCHOBANOGLIOUS. (1998). La gran cantidad de vertederos, el lixiviado se encuentra definido por el líquido que ingresa al mismo por fuentes externas, ya sean por drenaje, lluvias, aguas subterráneas, aguas superficiales, entre otros. Y este líquido en su mayoría está compuesto por la degradación de suelo de manera apresurada.

Seguidamente tenemos a **ECA para suelo**, se dice que, La Aplicación de Instrumentos de gestión ambiental, tales como ECA aprobados, ya sean preventivo, estos son modificados o actualizados, en la normativa vigente en el sistema nacional de evaluación de impacto ambiental (SEIA). De esta manera la aplicación de estos estándares será conformes para realizar en el lugar correspondiente en el Suelo. MINAM. (2017). De igual forma se afirma que, la entidad competente determina como acción primordial determinar los LMP, para actividades que no lo precisan, de tal modo que este brinde un seguro para el cumplimiento de los objetivos ambientales. En el congreso de la república, fueron reveladas las leyes que aprueban y elaboran los ECAs y los límites máximos permisibles. A través del decreto del consejo directivo N° 0292006-CONAM/CD. MINAM. (2009). Por último la **Dimensión de la contaminación del suelo** encontramos los **Parámetros físicos de suelo** afirma que, Es un indicador para determinar el suelo, la dimensión, la medida de muchos de los usos a los que el individuo contiene. Como también afirma que el estado físico de un determinado espacio de suelo es determinante en su rigidez, la fuerza de firmeza, la facilidad para el ingreso de las raíces, el almacenamiento de agua y la preservación de diversos nutrientes. Es considerado también como necesario para aquellas personas que están involucradas con el accionar del suelo, por sus diversas actividades, de manera en que es útil para reconocer sus propiedades físicas, la medida y de qué forma estas influyen en el crecimiento de las plantas y la manera en la que la actividad humana puede llegar a afectarla, como comprender la importancia de mantener las mejores condiciones físicas del suelo. RUCKS. (2004. p.05). Como también tenemos los **Parámetros químicos de suelo**, según afirma VARGAS. (2010. p.03). Son indicadores, para determinar la cantidad de contaminantes que se encuentran en el suelo, ya sean estos en su mayoría metales pesados, como cadmio, plomo, bromo, entre otros. Que afectarán a la composición del suelo, como también los nutrientes y la dificultad de autodepuración, por saturación de estos y otros contaminantes. De tal manera que estos indicadores, facilitan también de acuerdo con los porcentajes encontrados, a la mitigación y recuperación de suelos.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de investigación

Tipo de investigación

TAM, (2008) El tipo de investigación básica es la cual buscó aumentar la base de la variable que se estudió, de esta manera serán generados muchos nuevos conocimientos a partir de aquello, partiendo de diversas estrategias como la recolección de datos, como también no es aplicable o se emplea de manera directa al uso tecnológico. Tampoco se intervienen las aplicaciones prácticas que son apreciadas en la teoría.

La investigación presentada fue de tipo básica, ya que se realizó a partir de las variables, una recolección de datos, pero, no se intervino ni modificó alguna acción, ya que este tipo de investigación sirvió para la generación de una nueva base de datos o antecedentes para una investigación más compleja o aplicada.

Diseño de investigación

SOUSA, (2010) Fue aquella investigación que no necesariamente manipuló la variable de estudio, no tuvo una determinación de forma aleatoria, ni grupos de comparación. Esto quiere decir que se ejecutó de manera que no afectó la variable principal o independiente de manera que pudimos apreciar su consecuencia en las demás variables en su aplicación. Es pocas palabras, se basó en la observación de sucesos que no fueron alterados, viéndose en su forma natural después de su debido análisis. En el presente trabajo de investigación, se aplicó un diseño de investigación no experimental de tipo transversal, ya que se realizó una medición de acuerdo las variables, aplicando la recolección de datos, extraídos de campo y diversos procedimientos, la cual aportó a la investigación, y no manipuló la variable.

Variable

Contaminación del suelo

Operacionalización de la variable

| Variable | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de medición |
|-------------------------|---|--|-------------------------------|--|--------------------|
| Contaminación del suelo | LEÓN, (2015) La contaminación de suelo, hace referencia a la alteración, variación o afectación del recurso suelo, cambiado su estructura y composición por diversos factores, ya sean antrópicos o naturales y de esta manera crea la necesidad de ser monitoreada y calcular el grado de contaminación comparada con los parámetros establecidos. | Los Límites máximos permisibles y los Estándares de Calidad de suelo, determinan los niveles de contaminación que no deben ser excedidos por ningún factor, para que este no sea considerado como contaminado. | Parámetros físicos del suelo | <ul style="list-style-type: none"> - Textura - Color - Densidad | Nominal |
| | | | Parámetros químicos del suelo | <ul style="list-style-type: none"> - pH - Conductividad eléctrica - Metales pesados | Intervalo |
| | | | Parámetros biológicos | <ul style="list-style-type: none"> - Materia orgánica | |

2.2. Población, muestra y muestreo

Población

FERNÁNDEZ, (2010) Determinación total de objetos o individuos, que tienen consigo características en común de maneras observables para la investigación.

En el presente trabajo de investigación se tomó como población al suelo del botadero de Cuñumbuque, San Martín.

Muestra

DÍAZ, (2011) Es un subconjunto que engloba a la totalidad de la población, existen varios tipos y estos dependerán de tipo de estudio al realizar.

Se tomaron dos muestras pertenecientes al suelo del botadero 1kg de suelo por cada área determinada.

Muestreo

El presente trabajo de investigación fue no probabilístico, tipo por conveniencia elegido de manera deliberada por el investigador por conocimiento del lugar a desarrollar la investigación.

Criterio de Selección

Se optó los dos puntos de muestreo, en la parte baja del botadero, central y alta, por medio de elaboración de calicatas, de las cuales se procedió a la extracción de 1 kg de muestra de suelo para el procedimiento de la investigación.

2.3. Técnica e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

- Lista de cotejo
- Toma de muestra
- Trabajo de gabinete

Instrumentos de recolección de datos

- Ficha de recolección de datos

Fuentes

- ECA para suelo
- Tabla Munsell

2.4. Procedimiento

En primera instancia para la ejecución del trabajo de investigación se determinó el área donde se trabajó, en este caso el botadero de Cuñumbuque, como consiguiente se dieron las coordinaciones y permisos previos con la Municipalidad del distrito de Cuñumbuque, una vez aprobado, se seleccionaron las áreas específicas en donde se hicieron las calicatas, la primera calicata en la parte baja del botadero, la segunda en la parte del centro, para la diferenciación de horizontes y posterior a eso se extrajo de la muestra de suelo, de 1kg por cada calicata que fue trasladado al laboratorio de suelos, en el que se determinaron los componentes físico-químicos y biológicos, para luego ser comparados con la normativas establecidas para la investigación. Como último punto se recopilaron los datos obtenidos con el desarrollo de tablas y porcentajes, teniendo resultados específicos.

2.5. Métodos de análisis de datos

Los datos obtenidos por laboratorio fueron expresados en tablas y porcentajes, especificando las cantidades y comparaciones con los parámetros físicos-químicos y biológicos.

2.6. Aspectos éticos

Para el desarrollo y/o elaboración del presente trabajo de investigación, se tomaron en cuenta la guía de productos observables, en la cual se aplicaron las normas ISO, como también las normativas vigentes del MINAM, sean estas ECA de suelo. Respetando los antecedentes de los autores con similitud de la variable de estudio.

III. RESULTADOS

Tabla 1

Caracterización de suelo *del botadero de Cuñumbuque, San Martín, 2019. Muestra 1 y Muestra 2 a 24 m de distancia.*

| N° Muestra | %Arena | %Arcilla | %Limo |
|-----------------------|---------------|-----------------|--------------|
| M1 | 21 | 56 | 23 |
| M2 | 25.5 | 57.5 | 17 |

Fuente: Muestra de suelo obtenido del botadero de Cuñumbuque, San Martín.

Interpretación: En la tabla se mostraron los porcentajes de arena, arcilla y limo de suelo del botadero. En los cuales, en la Muestra 1 (M1), el porcentaje de arcilla fue mayor con un 56%, como consiguiente el porcentaje de Limo con un 23% y por último el porcentaje de arena que es el menor con un 21%. En la muestra 2 (M2), el porcentaje de arcilla es mayor con un 57.5%, seguido de la arena con un 25.5% y por último al Limo con un 17%.

Tabla 2

Parámetro microbiológico *de suelo del botadero de Cuñumbuque, San Martín, 2019.*

| N° Muestra | M.O. |
|-----------------------|-------------|
| M1 | 4.35 |
| M2 | 5.12 |

Fuente: Muestra de suelo obtenido del botadero de Cuñumbuque, San Martín.

Interpretación: Se observó en la tabla el porcentaje de materia orgánica encontrada en las muestras de suelo del botadero. Teniendo que en la muestra 1 (M1) el porcentaje es de 4.35 y en la muestra 2 (M2) un porcentaje mayor con 5.12 %.

Tabla 3

Parámetros físicos de suelo del botadero de Cuñumbuque, San Martín, 2019.

| N° Muestra | Clase Textural | Densidad Aparente | Color |
|------------|----------------|-----------------------|-------|
| M1 | Arcilla | 1.22 t/m ³ | 3/1 |
| M2 | Arcilla | 1.22 t/m ³ | 2.5/1 |

Fuente: Muestra de suelo obtenido del botadero de Cuñumbuque, San Martín. *Técnica con tabla Munsell.*

Interpretación: Según los resultados que se muestran en la tabla, la clase textural es la misma la muestra 1 (M1) y muestra 2 (M2), siendo esta arcilla. En la densidad aparente es la misma para ambas muestras con un 1.22 t/m³. El color en la muestra 1 (M1) es 3/1 y en la muestra 2 (M2), 2.5/1.

Tabla 4

Parámetros Químicos de suelo del botadero de Cuñumbuque, San Martín, 2019. Comparativas entre M1 y M2.

| Parámetros | M1 | M2 | Descripción M1 | Descripción M2 |
|------------------|---------|--------|------------------------|------------------------|
| pH | 7.54 | 5.96 | Moderadamente alcalino | Moderadamente ácido |
| C.E. µS/cm | 216.36 | 185.23 | Sin problemas de sales | Sin problemas de sales |
| %N | 0.19575 | 0.2304 | Normal | Alto |
| P ppm | 12.12 | 8.32 | Medio | Medio |
| K ppm | 265.32 | 203.63 | Alto | Medio |
| Ca ⁺² | 18.23 | 9.63 | Muy alto | Bajo |
| Mg ⁺² | 1.94 | 0.98 | Bajo | Muy bajo |
| Na ⁺ | 0.85 | 1.12 | Normal | Alto |
| Cd | 0.78 | 1.02 | Bajo | Bajo |
| Pb | 14.23 | 18.23 | Bajo | Bajo |

Fuente: Muestra de suelo obtenido del botadero de Cuñumbuque, San Martín.

Interpretación: En la tabla se mostraron los porcentajes de valores químicos encontrados en el suelo. El (pH) con un 7.54 para la primera muestra (M1) y 5.96 para la segunda (M2). Como nivel de Nitrógeno en la muestra 1 (M1), con 0.195 y en la muestra 2 (M2), con 0.230. Habiendo mayor presencia de (K ppm), en la muestra 1 (M1), con 265.32 y en la muestra 2 (M2), con 203.63. Por consiguiente la Conductividad Eléctrica (C.E. $\mu\text{S/cm}$), en la (M1) con 216.36 y en la (M2) con 185.23.

Tabla 5

Comparativa de Metales pesados con ECA suelo, *en relación con M1 y M2 de suelo del botadero, San Martín, 2019.*

| Parámetros | ECA | M1 | M2 |
|-------------------|------------|-----------|-----------|
| pH | 7 | 7.54 | 5.96 |
| Cd | 1.4 | 0.78 | 1.02 |
| Pb | 70 | 14.23 | 18.23 |

Fuente: Muestra de suelo obtenido del botadero de Cuñumbuque, San Martín.

Interpretación: Según la tabla presentada y comparada con los ECA suelo, ninguno de los valores es sobrepasado. Encontrándose en la (M1) con un (pH) de 7.54 y en la (M2) con 5.96. En metales pesados a la (M2) con mayor concentración de (Cd) con un 1.2 y (Pb) con un 18.23 y a la (M1) con 0.78 de (Cd) y 14.23 de (Pb)

IV. DISCUSIÓN

Las alteraciones de la composición del suelo, tanto físico- químicos y microbiológicos, traen consigo grandes consecuencias para las formas de vida y nutrientes de este, siendo los lixiviados uno de los más nocivos por su alto contenido de metales pesados, dañando no sólo al suelo, sino trayendo consigo contaminación de otros ecosistemas como el agua y aire. Es así, que el aumento de residuos sólidos sin previo tratamiento hace que se acreciente el porcentaje de lixiviados del suelo en los botaderos, llegando también a afectar la capa freática del suelo.

En la tabla 1, se mostró los porcentajes de la caracterización de suelo del botadero, la cual dio como resultado un mayor % de Arcilla en ambas muestras, la muestra 1 (M1), con 56% y la muestra 2 (M2), con 57.5%. En cambio, una investigación realizada en Huancavelica (QUISPE, 2014), la cual se compararon los diferentes porcentajes de Arena, Arcilla y Limo, se dio como resultado una baja presencia de Arcilla con un 25 %, aunque ambos resultados son muy diferentes, ambos suelos son aptos para diferentes actividades.

En la tabla 2, se apreció la cantidad de materia orgánica encontrada en las muestras, como muestra 1 (M1) 4.35% y muestra 2 (M2) 5.12 %. En el trabajo de investigación realizada en la ciudad de Sevilla, muestra como resultado una baja concentración de materia orgánica en su suelo, de un 0.5 % (RUBIO, 2010). El porcentaje de materia orgánica y microorganismos encontrados en el suelo, son importantes ya que puedes concluir la afectación del suelo.

En la tabla 3, se determinó los parámetros físicos de suelo del botadero de Cuñumbuque, dando como resultados la densidad aparente 1.22 t/m^3 para ambas muestras, arcilla como clase textural. Una investigación realizada en la ciudad de Iquitos, dio como resultados de las muestras de suelo que la densidad aparente fue

de 1.4 t/m^3 . (VARILLAS, 2018). Comparando la investigación se puede decir que la densidad aparente dentro de esos rangos apta para el crecimiento de las raíces y con facilidad de drenaje en ambos casos.

En la tabla 4, se mostraron los valores químicos encontrados en el suelo, de manera que se visualizó mayor concentración de K ppm, en la muestra 1 (M1), 265.32 y en la muestra 2 (M2), 203.63, con ello también, la conductividad eléctrica (C.E. $\mu\text{S/cm}$), en la muestra 1 (M1), 216.36 y en la muestra 2 (M2), 185.23, en presencia de pH, en la (M1) 7.5 y en la (M2), 5.9. En una investigación realizada en las localidades de Cacatachi y Chazuta, se determinaron los valores químicos en suelo, teniendo como 173.20 de K ppm en suelos de Cacatachi y en suelos de Chazuta con 156.20, en conductividad eléctrica (C.E. $\mu\text{S/cm}$), 253.2 en suelos de localidad de Cacatachi y 150.30 en Chazuta, en presencia de pH se tiene que en su primera muestra en la localidad de Ccacatachi un valor de 6.1 y en la localidad de Chazuta con 7.4. (SAAVEDRA, 2018).

En la Tabla 5, Se determinaron los niveles de concentraciones de metales pesados (Cadmio y plomo) con la ECA de suelo, los cuales fueron de 0.78 en (Cd) para la muestra 1 (M1) y 1.2 para la (M2); En (Pb) para la (M1) 14.23 y 18.23 para la (M2). (CHAMPI, 2014), Estos resultados se asemejan a los valores determinados en la investigación realizada en la ciudad de Cuzco, el cual para todos sus puntos muestreados en los botaderos de Coya, Pisac, Calca y Lamay, en las concentraciones de plomo (Pb) y cadmio (Cd), se encontraron por debajo de los estándares de calidad ambiental que son establecidos por la Ley peruana (70 mg/Kg) para (Pb) y (1.4) en cadmio (Cd), sin embargo se encontró en el botadero de Lamay, en suelo de lixiviado con valor de 0.01 mg/Kg y en el botadero de Calca se encontró también en el suelo de lixiviado, con el mismo valor de 0.01 mg/Kg de (Pb).

V. CONCLUSIONES

- 5.1 Se determinó que el botadero de Cuñumbuque tiene 15 años de existencia.
- 5.2 Se caracterizó el suelo contaminado por lixiviados del botadero de Cuñumbuque, mostrando los porcentajes de arena, arcilla y limo.
- 5.3 Se determinó el parámetro microbiológico de suelo del botadero de Cuñumbuque, encontrándose porcentajes significativos de materia orgánica, para ambas muestras.
- 5.4 Se evaluó los niveles de concentración de pH, Conductividad eléctrica, Cadmio, Plomo, Potasio, % de Nitrógeno, Calcio, como parámetros químicos de las muestras de suelo afectados por lixiviados del botadero de Cuñumbuque, San Martín, 2019.
- 5.5 Se determinó la clase textural, densidad aparente y color, en referencia a los parámetros físicos de las muestras de suelo contaminado por lixiviados del botadero de Cuñumbuque, San Martín, 2019.
- 5.6. Se comparó los resultados de las muestras de suelo contaminado por lixiviados del botadero, en relación a los metales pesados (Plomo, Cadmio) y pH, con la ECA suelo.

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1 A la municipalidad, de acuerdo con estos porcentajes de metales pesados encontrados en el suelo, dar una debida gestión a sus residuos sólidos, mediante una caracterización y de esta manera reducir su generación a través del tiempo.
- 6.2 A la municipalidad, tener en cuenta la afectación que los lixiviados causan al suelo y de esta manera incentivar la educación ambiental, mediante talleres constantes en escuelas.
- 6.3 A los investigadores, de acuerdo con la información obtenida mediante esta investigación, profundizar el tema, analizando la estructura geomorfológica del suelo, para tener una idea del daño que puede causar a mediano o largo plazo la generación de lixiviados por el mal manejo de residuos sólidos
- 6.4 A los laboratorios, tener los equipos calibrados y en óptimas condiciones para que los resultados arrojen menor índice de error, como también aplicar las metodologías adecuadas para análisis de muestras.
- 6.5 A los investigadores, acrecentar el número de muestreos del botadero, para contar con más información sobre su cambio a través del tiempo y crear un plan de contingencia para la disminución de metales pesados.

VII. REFERENCIAS

BUSTAMANTE, JOSÉ. *Remediación de suelos y aguas subterráneas por contaminación de hidrocarburos en los terminales de Mollendo y Salaverry de la costa peruana*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima. 2007.

https://www.academia.edu/13756220/TESIS_JOSE_LUIS_BUSTAMANTE

CÁCERES, GERARDO. *Determinación de los niveles de generación de residuos sólidos domésticos de la ciudad de Moyobamba*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de San Martín. Moyobamba- San Martín. 2017.

<http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2670/MAESTRIA%20GESTION%20AMBIENTAL%20-%20Gerardo%20Caceres%20Bardalez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

COBOS, MARIANELA. *Lixiviado de residuos sólidos del relleno sanitario manual de Nauta y su genotoxicidad en Eisenia foetida "lombriz roja"*.

(Tesis de maestría). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos- Perú. 2011.

http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1901/Marianela_Tesis_Maestrada_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CHAMPI, VILMA. *Evaluación de la contaminación por disposición final de Residuos sólidos en los centros poblados de pisac, coya, Lama y y calca-región cusco*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cuzco, Perú. 2014.

<http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/963/253T20140009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CHÁVEZ, LUCIANA. *Fitorremediación con especies nativas en suelos contaminados por plomo. (Tesis de pregrado).* Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. 2014.
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2435/T01C517-T.pdf?sequence=1>

CHÁVEZ, WENDY. *Tratamiento de lixiviados generados en el relleno sanitario de la Cd. de Chihuahua, Méx. (Tesis de maestría).* Centro de investigación en materia avanzada. México. 2011.
<https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/858/1/Wendy%20Margarita%20Ch%C3%A1vez%20Montes%20MCTA.pdf>

CHUNG, ALFONSO. *Análisis económico de la ampliación de la cobertura del manejo de residuos sólidos por medio de la segregación en la fuente en Lima Cercado. (Tesis de maestría).* Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. 2009.
http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/chung_pa/T_completo.pdf

DELGADO, RAFAEL. *Calidad de suelos en ambientes calizos mediterráneos: Parque natural de Sierra María-Los Vélez. (Tesis doctoral).* Universidad de Granada. Granada. 2006.
<https://hera.ugr.es/tesisugr/1644677x.pdf>

DÍAZ, BENNY. *Determinación de la contaminación del suelo por lixiviados del botadero municipal del distrito de San Pablo – 2018. (Tesis de pregrado).* Universidad César Vallejo. San Pablo- San Martín. 2019.
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/31560/D%C3%ADa_z_FBW.pdf?sequence=1&isAllowed=y

FERNÁNDEZ, PITA. Estadística descriptiva de los datos. Jarpyo Editores, S.A. 1997; 115-161.

HERNÁNDEZ, MARÍA Y ET AL. Evaluación de metales pesados en residuos sólidos y lixiviados en biorreactores a diferentes tasas de recirculación. (Artículo científico) Revista Int. Contam. Ambie. 2011. 77-82 (1).

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018849992012000500011

HUAMANÍ, CLAUDIA. Determinación del efecto de las aguas servidas sobre el suelo y cultivos en la desembocadura del canal de regadío de las salinas Bajo- Chancay- Lima. (Tesis pregrado). Universidad Católica Sedes Sapientiae. Huacho. 2018.

<http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/UCSS/572>

LEÓN, HÉCTOR. Impacto del Lixiviado generado en el relleno sanitario municipal de Linares (Nuevo León) sobre la calidad del agua superficial y subterránea. (Artículo científico). Revista Mexicana de ciencias geológicas. 2015. 32 (3).

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S102687742015000300514&lng=es&nrm=iso

MAQUERHUA, YULIANA. Evaluación del nivel de contaminación de los suelos en el distrito "El Mantro" Provincia de Juaja. (Tesis de pregrado).

Universidad Nacional Del Centro Del Perú. Huancayo. 2012.

[http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3703/Marqueru a%20Ponce-Valverde%20Apfata.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3703/Marqueru%20a%20Ponce-Valverde%20Apfata.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

MINAM. Sexto informe nacional de residuos sólidos de la gestión del ámbito municipal y no municipal 2013. Lima. 2014. 39pp.

<https://redrrss.minam.gob.pe/material/20160328155703.pdf>

MOSQUERA, FRANCISCO. Variabilidad espacial de propiedades físicas y químicas en un suelo agrícola en el valle del Mantaro. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. 2017.

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2923/P33M6-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

QUISPE, EFRAIN. Caracterización Física, química y biológico de suelos del distrito de Callamarca- Angaraes- Huancavelica. (Tesis de pregrado).

Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica. 2014.

<http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/160/TP%20%20U NH%20AGRON.%200042.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RIESCO, RAQUEL. Proyecto de recuperación de suelos contaminados por hidrocarburos. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma de Barcelona. Cerdanyola. 2012.

https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2012/hdl_2072_206396/PFC_RaquelAlonsoRiesco.pdf

RIVERA, EMILY Y ET AL. Determinación de la toxicidad de lixiviados provenientes de residuos sólidos urbanos mediante indicadores biológicos. (Artículo científico). Revista AFINIDAD LXX. 2013. 3(1).

<https://core.ac.uk/download/pdf/39152355.pdf>

ROJAS, MARISOL. Determinación de la calidad físico y química del suelo con lixiviados del botadero de residuos sólidos y su afectación en la calidad de vida de la población de la zona periférica del botadero de Cancharani - Puno. (Tesis de maestría). Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú. 2016.

<http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6342/EPG90800908-01.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RUBIO, ANA. La densidad aparente en suelos forestales del parque natural los alcornocales. (Tesis de pregrado). Universidad de Sevilla. Sevilla. 2010. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/57951/1/La%20densidad%20aparente%20en%20suelos%20forestales%20.pdf>

RUCKS, LUIS. Propiedades Físicas del suelo. Edt. Facultad de Agronomía. 2004. 45-68.

<http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>

SAAVEDRA, CLAUDIA. Caracterización de suelos y análisis Físicoquímico para sembríos de Cacao en las localidades de San Antonio, Cacatachi y Chazuta- San Martín, 2018. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo. Cacatachi. 2018.

SÁNCHEZ, MARÍA. Contaminación por metales pesados en el botadero de basuras de Moravia en Medellín: Transferencia a flora y fauna y evaluación del potencial fitorremediador de especies nativas e introducidas. (Tesis doctoral). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. 2010.

<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/837>

SOUSA, VALMI. Revisión de diseños de investigación resaltantes para enfermería. Parte 1: Diseños de investigación cuantitativa. (Artículo científico). Revista Latino-am Enfermagem. 2007. 15(3). https://pdfs.semanticscholar.org/d6b7/be8aad6419ef5fae3163dbb529e32e1e655.pdf?_ga=2.14481972.2056396352.15759092252065068877.1575909225.

TAM, JORGE. Tipos, métodos y estrategias de investigación científica. 2008; 5:145-154.

http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/oceanografia/adj_modela_pa-5-145-tam-2008-investig.pdf

TCHOBANOGLIOUS, GENARO. Gestión Integral de residuos sólidos.

MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE ESPAÑA S.A. 1998. 1120 pp.

TORRES, PATRICIA Y ET AL. Influencia negativa de la edad de lixiviados sobre su composición físico-química y su potencial de toxicidad. (Artículo científico). Revista U.D.C.A. 2014: 17(1).

<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v17n1/v17n1a27.pdf>

VARGAS, ROGELIO. Indicadores biológicos para la evaluación de la calidad de los suelos. (Artículo científico). Rev. EEZ-CSIC. 2010. 1(2).

<http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/2.-RogelioNogales.-Indicadores-biologicos.pdf>

VARILLAS, ELIEL. Cambios de las propiedades fisicoquímicas del suelo en las laderas del cerro Concacucho post forestación en la Universidad Peruana Unión, Ñaña, Lima. (Tesis de pregrado). Universidad Peruana Unión. Lima. 2018.

https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/1176/Eliel_Tesis_Bachiller_2018.pdf?sequence=5&isAllowed=y

ANEXOS

ANEXO I: ECA Suelo

| Parámetros en mg/kg PS ⁽²⁾ | Usos del Suelo ⁽¹⁾ | | | Métodos de ensayo ^{(7) y (8)} |
|---|-------------------------------|---|--|---|
| | Suelo Agrícola ⁽³⁾ | Suelo Residencial/ Parques ⁽⁴⁾ | Suelo Comercial ⁽⁵⁾ / 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 yó ISO 17690:2015 |

ANEXO II: Puntos de referencia

Puntos con GPS

Puntos de muestreo de suelo del botadero de Cuñumbuque, San Martín, 2019.

| Puntos de Muestreo | Este | Norte |
|--------------------------|---------|---------|
| M1 | 0336427 | 9281776 |
| M2 | 0336316 | 9281568 |

Fuente: Puntos de muestreo de suelo del botadero del Cuñumbuque obtenido del GPS.

ANEXO III: Panel Fotográfico

Registro Fotográfico

Foto N° 01: Panorama del Botadero de Cuñumbuque



Foto N° 02: Toma de coordenadas



Foto N° 03: Elaboración de Calicatas



Foto N° 04: Calicata 0



Foto N° 05: Calicata 02



Foto 06°: Transporte de las muestras de Suelo



ANEXO IV: Resultados de Laboratorio

Resultados de la primera y segunda muestra



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES



SOLICITANTE : KIARA ALEXANDRA SAAVEDRA LA TORRE
 PROVINCIA: LAMAS
 DISTRITO: CUÑUMBUQUE

FECHA DE MUESTREO: 9/11/2019
 FECHA DE REPORTE: 18/11/2019
 MUESTRA: BOTADERO
 MUESTRA: ENTRADA BOTADERO

| N° | Análisis mecánico | | | Clase Textural | pH | C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$ | M.O. % | N % | P ppm | K ppm | CIC | Cationes Cambiables (meq/100g) | | | | | | Cd mg/kg | Pb mg/kg |
|----|-------------------|-----------|--------|----------------|------|------------------------------|--------|-----|-------|--------|-----|--------------------------------|------------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------------------------|----------|----------|
| | % Arena | % Arcilla | % Limo | | | | | | | | | Ca ⁺² | Mg ⁺² | K ⁺ | Na ⁺ | Al ⁺³ | Al ⁺³ +H ⁺¹ | | |
| 1 | 21 | 56 | 23 | Arcilla | 7.54 | 216.4 | 4.35 | 0.2 | 12.12 | 265.32 | 22 | 18.23 | 1.94 | 0.7 | 0.9 | 0 | 0 | 0.78 | 14.23 |

| pH | C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$ | % M.O. | % N | P ppm | K ppm | Ca ⁺² | Mg ⁺² | Na ⁺ | Cd | Pb |
|------------------------|------------------------------|--------|---------|-------|--------|------------------|------------------|-----------------|------|-------|
| 7.54 | 216.36 | 4.35 | 0.19575 | 12.12 | 265.32 | 18.23 | 1.94 | 0.85 | 0.78 | 14.23 |
| Moderadamente alcalino | No hay problemas de sales | Alto | Normal | Medio | Alto | Muy alto | Bajo | Normal | Bajo | Bajo |

d.a → 1.22 t/m³

SOLICITANTE : KIARA ALEXANDRA SAAVEDRA LA TORRE
 PROVINCIA: LAMAS
 DISTRITO: CUÑUMBUQUE

FECHA DE MUESTREO: 9/11/2019
 FECHA DE REPORTE: 18/11/2019
 MUESTRA: BOTADERO
 MUESTRA: EN EL MEDIO DEL BOTADERO

| N° | Análisis mecánico | | | Clase Textural | pH | C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$ | M.O. % | N % | P ppm | K ppm | CIC | Cationes Cambiables (meq/100g) | | | | | | Cd mg/kg | Pb mg/kg |
|----|-------------------|-----------|--------|----------------|------|------------------------------|--------|-----|-------|--------|-----|--------------------------------|------------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------------------------|----------|----------|
| | % Arena | % Arcilla | % Limo | | | | | | | | | Ca ⁺² | Mg ⁺² | K ⁺ | Na ⁺ | Al ⁺³ | Al ⁺³ +H ⁺¹ | | |
| 2 | 25.5 | 57.5 | 17 | Arcilla | 5.96 | 185.2 | 5.12 | 0.2 | 8.32 | 203.63 | 12 | 9.63 | 0.98 | 0.5 | 1.1 | 0 | 0 | 1.02 | 18.23 |

| pH | C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$ | % M.O. | % N | P ppm | K ppm | Ca ⁺² | Mg ⁺² | Na ⁺ | Cd | Pb |
|---------------------|------------------------------|--------|--------|-------|--------|------------------|------------------|-----------------|------|-------|
| 5.96 | 185.23 | 5.12 | 0.2304 | 8.32 | 203.63 | 9.63 | 0.98 | 1.12 | 1.02 | 18.23 |
| Moderadamente ácido | No hay problemas de sales | Alto | Alto | Medio | Medio | Bajo | Muy bajo | Alto | Bajo | Bajo |

d.a → 1.22 t/m³

Ing. Carlos Verde Girbau
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas
 UNSM - TARAPOTO
 Facultad de Ciencias Agrarias