

POSGRADOS

Maestría en
**RECURSOS NATURALES
RENOVABLES CON MENCIÓN EN
REMEDIACIÓN Y RESTAURACIÓN**

RPC-SO-17-NO.363-2020

Opción de Titulación:

Proyecto de titulación con componentes de investigación aplicada y/o de desarrollo

Tema:

Evaluación del impacto socioambiental por la contaminación del botadero a cielo abierto de Curgua, cantón Guaranda.

Autor

Lorena Cecilia Carrillo Chiluiza

Director:

Ronnie Xavier Lizano Acevedo

QUITO – Ecuador

2024

Autor(es):



Lorena Cecilia Carrillo Chiliza
Licenciada en Ciencias Biológicas
Candidata a Magíster en Recursos Naturales Renovables con
Mención en Remediación y Restauración por la Universidad
Politécnica Salesiana – Sede Quito.
carrillolorech@gmail.com

Dirigido por:



Ronnie Xavier Lizano Acevedo
Ingeniero Agrónomo
Master en Planificación de Desarrollo Rural y Gestión
Sostenible
rlizano@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos e investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2024 © Universidad Politécnica Salesiana.

QUITO– ECUADOR – SUDAMÉRICA

Lorena Cecilia Carrillo Chiliza

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOCIOAMBIENTAL POR LA CONTAMINACIÓN DEL
BOTADERO A CIELO ABIERTO DE CURGUA, CANTÓN GUARANDA.**

DEDICATORIA

A mis hijas, Cathleen Ariana y Elani Andrea, quienes fueron testigos de todo el proceso de aprendizaje, hijas de mi vida, quiero que sepan que con esfuerzo, dedicación y paciencia podemos lograr nuestros objetivos.

AGRADECIMIENTO

A Dios y a mis padres, por todo el apoyo incondicional, además han sido el mejor ejemplo de responsabilidad, perseverancia y superación, les estaré eternamente agradecida, y aprovecho estas líneas para grabar su nombres:

Gonzalo Carrillo, Zoila Chiluiza

Tabla de Contenido

Resumen	10
abstract	12
1. Introducción.....	14
2. Determinación del Problema.....	16
3. Marco teórico referencial	17
3.1. Problemas generados por los residuos sólidos	17
3.2. Incidencia de los residuos sólidos en los ecosistemas	18
3.3. Impacto Ambiental de los botaderos de residuos sólidos a los componentes suelo y agua	20
3.4. Botaderos de residuos sólidos.....	22
3.5. Información General del Botadero a Cielo Abierto de Curgua	23
3.5.1 Área de Estudio y situación actual	24
3.5.2 Medio biofísico	25
3.5.3. ecología.....	27
4. Materiales.....	29
4.1. Materiales de gabinete	29
4.2. Materiales de Campo.....	29
5. Metodología	30
5.1. Identificación de los escenarios de contaminación, ocasionados por los lixiviados del botadero de Curgua	30
5.2. Caracterización física y cartográfica del área de influencia del botadero de Curgua.....	31
5.3. Determinación del área de influencia de los vertidos depositados del Botadero a cielo abierto de curgua aguas abajo con respecto al río chimbo	32
5.4. Determinación de la situación socioeconómica actual de la población aledaña al botadero	32
5.5. Segregación y caracterización de los residuos del botadero de Curgua	33
6. Resultados y discusión.....	34
6.1. Resultados	34
6.1.1. Identificación de los escenarios de contaminación, ocasionados por los lixiviados del botadero de residuos de curgua	34
6.1.2. Caracterización física y cartográfica del área de influencia del botadero de Curgua.....	41
6.1.3. Determinación de la situación socioeconómica actual de la población aledaña al botadero.....	43

6.1.4. Segregación y caracterización de los residuos del botadero de Curgua.....	49
6.2. Discusión de Resultados.....	51
7. Conclusiones.....	56
Referencias.....	58

Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación del botadero a cielo abierto de Curgua	34
Figura 2 Análisis multitemporal del botadero	36
Figura 3 Alcance de los vertidos aguas abajo (Bolívar y Chimborazo)	38
Figura 4 Tendencia Resultados de Laboratorio – Lixiviados.....	40
Figura 5 Proyección de las coordenadas del Botadero	41
Figura 6 Área de Influencia aguas abajo con respecto al río Chimbo	43
Figura 7 Pregunta 1.....	45
Figura 8 Pregunta 2.....	46
Figura 9 Pregunta 3.....	46
Figura 10 Pregunta 4.....	47
Figura 11 Pregunta 5.....	48
Figura 12 Porcentaje de residuos sólidos muestreados.....	50
Figura 13 Segregación de Residuos Sólidos.....	50

Índice de tablas

Tabla 1. Análisis de Laboratorio de los Lixiviados del botadero	39
Tabla 2. Coordenadas del perímetro de botadero.....	41
Tabla 3. Segregación de materiales inorgánicos.....	¡Error! Marcador no definido.

Evaluación del impacto socioambiental por la contaminación del botadero a cielo abierto de Curgua, cantón Guaranda.

Autor:

Lorena Cecilia Carrillo Chiluiza

Resumen

Este trabajo tiene por objetivo evaluar el impacto socioambiental resultado de la contaminación del botadero de Curgua, a través de identificar los escenarios de contaminación, caracterizar física y cartográficamente el área de influencia, además, precisar la situación socioeconómica de la población aledaña, caracterizar los residuos presentes en el botadero y estimar la tendencia de los datos producto del análisis de laboratorio de los lixiviados.

Los escenarios de contaminación se determinaron, accediendo al conjunto de imágenes históricas disponibles en el software Google Earth Pro, el software ArcGIS 10.4.1, información geográfica, imágenes de sensores remotos e información secundaria, informes y normativa vigente, de la misma manera la caracterización física y cartográfica del área. La estimación de la tendencia de la cantidad de residuos, se realizó con los datos de la información secundaria a través de cálculos de Excel.

Los datos socioeconómicos se obtuvieron a través del método descriptivo con la aplicación de encuestas y la recopilación y revisión de información secundaria. Para la segregación y caracterización de los residuos se realizó a través del muestreo en toda el área.

Se identificaron varios escenarios de contaminación como la contaminación visual al paisaje, contaminación a varios recursos naturales principalmente al suelo y agua, otro escenario son los lixiviados y mal manejo, cuyos resultados de laboratorio indican que varios componentes se encuentran fuera de los límites permisibles como el hierro(Fe), aluminio (Al), mercurio (Hg), arsénico (As), conductividad eléctrica y potencial hidrógeno (pH).

La estimación de la tendencia de los lixiviados es lineal con un valor de 13,34m; se identificó que las aguas del Río Chimbo, recorren áreas con uso agrícola, pecuario, agropecuario mixto, antrópico, conservación y producción.

Se determinó que los habitantes del lugar tienen afectaciones a su salud, principalmente respiratorias; afectaciones a sus cultivos, afectación a los recursos naturales, una de las viviendas existe desde hace 50 años aproximadamente y las otras cuatro se han construido de acuerdo a la necesidad, todos los habitantes son miembros de una misma familia.

De una muestra de 100 Kg de residuos recolectados en el botadero, se obtuvo que, el 23% (18), corresponde a material orgánico y un 77% (62) de material inorgánico, dentro de los materiales inorgánicos más abundantes fueron el plástico 19 kg, vidrio 15 kg y cartón 12 kg.

Palabras clave:

Impacto, contaminación, ambiente, residuos sólidos, segregación, botadero.

Abstract

The objective of this work is to evaluate the socio-environmental impact resulting from the contamination of the Curgua landfill by identifying the contamination scenarios, physically and cartographically characterizing the area of influence, as well as determining the socioeconomic situation of the surrounding population, characterizing the waste present in the landfill and estimating the trend of the data resulting from the laboratory analysis of the leachate.

The contamination scenarios were determined by accessing the set of historical images available in Google Earth Pro software, ArcGIS 10.4.1 software, geographic information, remote sensor images and secondary information, reports and current regulations, as well as the physical and cartographic characterization of the area. The estimation of the trend of the amount of waste was carried out with data from secondary information through Excel calculations.

The socioeconomic data were obtained through the descriptive method with the application of interviews and the synthetic method, the collection and review of secondary information. The segregation and characterization of the waste was carried out through sampling throughout the area.

Several contamination scenarios were identified, such as visual contamination of the landscape, contamination of several natural resources, mainly soil and water, and leachates and poor management, whose laboratory results indicate that several components are outside the permissible limits, such as iron (Fe), aluminum (Al), mercury (Hg), arsenic (As), electrical conductivity and hydrogen potential (pH).

The estimated leachate trend is linear with a value of 13.34m; it was identified that the waters of the Chimbo River flow through areas with agricultural, livestock, mixed agricultural and livestock, anthropic, conservation and production uses.

It was determined that the inhabitants of the area have health problems, mainly respiratory; their crops are affected, natural resources are affected, one of the houses has existed for approximately 50 years and the other four have been built according to need; all the inhabitants are members of the same family.

From a sample of 100 kg of waste collected at the landfill, 23% (18) corresponds to organic material and 77% (62) to inorganic material. The most abundant inorganic materials were plastic (19 kg), glass (15 kg) and cardboard (12 kg).

Keywords:

Impact, contamination, environment, segregation, solid wastes, dump.

1. Introducción

En los últimos años la contaminación que se produce en nuestro planeta, es un problema para el ser humano debido a que, la mayoría de alimentos que ingerimos, están contaminados por diversos compuestos químicos o biológicos que fueron vertidos directa o indirectamente hacia el ambiente, dentro de las principales actividades que generan contaminantes están las industrias, actividades agrícolas, mineras, domésticas, (Eduardo Raffo Lecca & Edgar Ruiz Lizama, 2014) entre otras, lo cual ocasiona que los ecosistemas se contaminen, y esto a su vez provoca afectaciones al ser humano principalmente a su salud.

Los residuos sólidos que se producen en las zonas urbanas, crecen más rápidamente que el crecimiento poblacional y se puede decir que, constituyen un problema ambiental principal, afectando económica y socialmente a toda la población (Ramírez et al., 2017). La omisión del tratamiento de los residuos, en sus diferentes fases, (recolección, transporte, destino final y tratamiento) está afectando gravemente a los ecosistemas ya que están contaminando tanto a los recursos naturales como a las poblaciones más cercanas a los botaderos, los residuos depositados en estos lugares concentran altas cantidades de contaminantes, que no pueden ser degradados o transformados de manera natural.

Según lo señala la Organización Panamericana de la Salud (OPS), los procedimientos en la disposición final, considerados óptimos, son los que no implican ninguna afectación ni riesgo en la salud del ser humano; para lograr que estos sitios sean funcionales en el tiempo, una vez instalados deben tener seguimiento, control y mantenimiento (Echeverría & Barzola, 2014), lo cual no ocurre en la mayoría de botaderos del Ecuador y el resto de países.

Las investigaciones realizadas en los botaderos, su caracterización, cantidad de residuos sólidos depositados en los mismos, las proyecciones de largo plazo; constituyen insumos fundamentales en la planificación de estrategias y diseño de planes integrales para un tratamiento eficiente y sostenible de los residuos depositados en estos lugares.

En este contexto, este trabajo tiene como objetivo general: evaluar el impacto socioambiental resultado de la contaminación del botadero de Curgua, y cuyos objetivos específicos son: identificar los posibles escenarios de contaminación por la presencia del botadero; caracterizar física y cartográfica el área de influencia del botadero; precisar la situación socioeconómica de la población aledaña; segregar y caracterizar los residuos sólidos y finalmente estimar la tendencia de los datos resultado del análisis de laboratorio de los lixiviados del botadero a cielo abierto de Curgua.

2. Determinación del Problema

En los botaderos se generan varios subproductos contaminantes, dentro de ellos se encuentran los lixiviados formados por componentes inorgánicos como los metales pesados y orgánicos como el metano (María Elena Cotrina Valles, 2016); sin embargo, los que más persisten en la naturaleza son los compuestos inorgánicos; por su lenta degradación se acumulan en los nichos ecológicos, afectando a las cadenas tróficas.

En este contexto, el Ecuador ha elaborado su normativa para priorizar la gestión ambiental siendo uno de sus ejes la trazabilidad los residuos sólidos; y a pesar de existir una norma que regula esta actividad, en la mayoría de ciudades mantienen los botaderos, cuyos lixiviados son conducidos a piscinas y luego vertidos directamente a cuerpos de agua, sin recibir el tratamiento idóneo, que le permita llegar a los límites permisibles para ser vertidos a los diferentes componentes de los ecosistemas.

La ineficiencia en el control por las autoridades competentes y el desconocimiento de las afectaciones a los recursos naturales, por causa de los botaderos, se ha convertido en un problema socioambiental ya que, a más de afectar a los nichos ecológicos, también está afectando a la salud de la población humana.

3. Marco teórico referencial

3.1. Problemas generados por los residuos sólidos

Cada día se están generando grandes cantidades en todo el mundo, las cuales son medidas en millones de toneladas, que son originados tanto por hogares como por empresas e industrias, alcanzando una concentración media de 200 kg/m³. Aproximadamente el 20 o 30 % de residuos, no ocasionan problemas importantes al ambiente o al ser humano probablemente por que son producidos en áreas rurales y debido a su composición y cantidad tienen la capacidad de degradarse o aplicar el sistema de “esconder y olvidar”. En cambio el 70 a 80 % de las 4 millones de toneladas que se generan a diario, se ha constituido en un grave problema, ya que la inversión que se necesita para la recolección, transformación y/o eliminación es muy costosa y cada vez es mayor (Echeverría & Barzola, 2014).

Además, según el reporte de la OPS la tasa media para América Latina y el Caribe indica que, para el año 2005 se reportó datos por habitante los cuales indican que se generan 0.91 Kg/habitante-día (Sáez & Urdaneta, 2014).

Para el año 2006, se reportó que la cantidad anual de residuos municipales del mundo llegó a los 2020 millones de toneladas, esto representó un incremento anual de 7% desde el año 2003 lo cual es un dato preocupante que refleja la magnitud del problema, y de no realizarse las gestiones necesarias estos datos seguirán en aumento. Otros estudios similares realizados por la Secretaría del Convenio de Basilea, esta vez para los desechos peligrosos, reportaron aproximadamente 318 y 338 millones de toneladas, para los años 2000 y 2001 respectivamente (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Informe anual, 2010).

Los botaderos son el resultados de la inadecuada gestión de los residuos generados en la poblaciones urbanas y rurales, ya que la mayoría son a cielo abierto y no cuentan con ningún tipo de control y seguimiento, esto conlleva serios impactos en la salud del ser humano y su entorno, estos botaderos sin control pueden ser focos

de contaminación, pues los residuos mal manejados y no procesados correctamente pueden generar gases tóxicos, contaminantes y sustancias químicas que tienen efectos negativos sobre la calidad de los recursos naturales. Además, estos botaderos improductivos también pueden ser la fuente de graves enfermedades entéricas, como el tifus, la cólera y la hepatitis, la ubicación de los botaderos, también puede llegar a ser un factor de riesgo para una serie de enfermedades como la rabia, que son transmitidas a través de vectores que fácilmente se desarrollan en estos lugares (Toro et al., 2016).

De esta manera, la problemática en torno al tratamiento de los desechos se ha extendido a nivel global, volviéndose un tema de preocupación en todos los países, debido, principalmente al consumo por parte del ser humano, ya sea como necesidad básica o simple vanidad, a esto le sumamos que, el manejo de residuos, es aún ineficiente e incipiente, es decir que no permite reducir los impactos ocasionados por los botaderos en todas las ciudades del país.

3.2. Incidencia de los residuos sólidos en los ecosistemas

Para tener un panorama más amplio, debemos entender de una manera clara los conceptos de residuos sólidos y ecosistemas, coincidiendo con lo que indica el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente se entiende como cualquier elemento que cumpla con la definición establecida por las leyes, o referido por las listas o tablas establecidas por las normativas aplicables, en términos generales, se puede considerar como residuo cualquier material que ya no tenga utilidad para su fin original, o que excede la cantidad necesaria para satisfacer una demanda específica para ciertas actividades y que se destinan al abandono.

De la misma manera se debe entender el concepto de ecosistema, es así que, un concepto emitido el año 1935 por Tansley lo define como el *“complejo de organismos junto con los factores físicos de su medio ambiente”*, y considerado como la unidad fundamental de la naturaleza, además se considera como

ecosistema a un grupo organismos vivos y su entorno tanto físico, como social, interactuando entre sí en un determinado lugar, y es a través de estos conceptos que ha permitido entender su función en la naturaleza.

Los ecosistemas, sus servicios ambientales y otros bienes naturales, estarían abarcando del 47 al 89% del producto interno bruto de las personas de escaso recurso económicos y quienes precisamente por esta razón son los más afectados por el mal manejo y tratamiento de los residuos , esto se afirma en varios estudios como detalla (Echeverría & Barzola, 2014), los resultados obtenidos a través de encuestas, concluyendo que, los niveles elevados de contaminación de los ecosistemas del Cantón Marcelino Maridueña se deben al aumento de los residuos, en su mayoría producto del creciente consumismo y la falta de conciencia en la reducción y el reciclaje.

De acuerdo a lo registrado en (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Informe anual, 2010) , el 80% de la afectación de las aguas costeras y marinas es causada por actividades antrópicas realizadas en tierra firme ya sean industriales o domésticas. Entre los principales contaminantes que amenazan al recurso agua y su calidad se encuentran los metales pesados, los compuestos orgánicos persistentes (COP), los desechos radiactivos, los hidrocarburos y los compuestos químicos, los daños que causan a los recursos son la acidificación del suelo, contaminación de fuentes de aguas y la inestabilidad trófica de los recursos marino costeros, sus servicios y medios de subsistencia.

Por lo que, cada vez es más urgente un manejo efectivo de los recursos de la naturaleza para perpetuar su disponibilidad y calidad para las siguientes generaciones; a través del conocimiento y las nuevas tecnologías que permita para el uso racional de los recursos, compatibles con el ritmo de vida, proyecciones y modelos de civilización de nuestra diversidad cultural, étnica y económica (Instituto Nacional de Recursos Naturales, 2008) .

Para las instituciones tanto gubernamentales y no gubernamentales y sus directivos, los ecosistemas tendrían importancia para la planificación, manejo y en

sus decisiones, cuando estos sean identificados como un servicio y que en el territorio que se encuentren tengan una interrelación con los demás elementos sociales, culturales y económico de las zonas donde se desee plantear un proyecto (Armenteras et al., 2016).

3.3. Impacto Ambiental de los botaderos de residuos sólidos a los componentes suelo y agua

La normativa ambiental vigente del país, ha implementado concepto sobre los impactos ambientales, los cuales están detallados en el COA y se puede mencionar que son alteraciones, positivas y/o negativas, producto de actividades, obras, proyectos públicos o privados, los cuales generen cambio sobre el ambiente. (Código Orgánico Del Ambiente, 2017).

El término impacto no significa necesariamente negatividad, ya que dependiendo del tipo de obra, actividad o proyecto, las respuestas del ecosistema pueden tener efectos positivos o negativos, es decir, el impacto ambiental es toda consecuencia de las acciones del ser humano o de la naturaleza hacia el ambiente.

Los ecosistemas son un recurso primordial para el desarrollo y progreso de todos los países a nivel mundial, en todos los estratos, ya que sus poblaciones necesitan de estos recursos, por lo que su aprovechamiento debe ser de manera sustentable para que la interacción hombre-naturaleza se mantenga en el tiempo, ya que esta interacción puede romperse cuando no se toman las medidas ambientales adecuadas, ocasionando afectaciones a varios de sus componentes.

El suelo es un sistema con procesos abiertos y complejos, con una estructura funcional, donde coexisten diferentes organismos, además este componente constituye un recurso primordial por sus importantes funciones como sostén y fuente de nutrientes para la vegetación, producción de alimentos que son la base fundamental para la vida, constituyéndose un componente fundamental en el medio ambiente (Jiménez Ballesta Raimundo, 2017).

Los suelos están constituidos por varios compuestos de manera natural que incluyen materia inorgánica, metales, organismos animales y vegetales, sales; esta amplia composición se deriva a través de una serie de procesos producto de la acción microbiana lo que ocasiona la descomposición de estos organismos en suelo. La contaminación de los suelos es un proceso de degradación cuyo equilibrio puede desestabilizarse con facilidad por las actividades antrópicas como los depósitos de residuos sólidos, residuos de la agricultura, la ganadería, minería, entre otros. Estos cambios negativos en el suelo se conoce como degradación, lo que hace que disminuya su capacidad y su potencial para producir bienes y servicios con calidad y cantidad que afecta a numerosos territorios, esto es un tema que tiene profunda influencia y conexiones con la vida moderna (Jiménez Ballesta Raimundo, 2017).

El recurso agua recibe como afluente los líquidos provenientes de los de los botaderos, este proceso se da por la percolación del agua a través de los desechos; es decir, que estos líquidos pueden salir a la superficie o infiltrarse en el suelo donde se ubica el botadero. Los lixiviados pueden conducirse a través de movimientos verticales, penetrando al subsuelo, que incluso pueden alcanzar los niveles freáticos cercanos incluso acuíferos, cuyo contacto ocasiona afectación al agua subterránea, y que en la mayoría de casos constituye el principal suministro de agua para varias ciudades (Carrizales & Panca, 2020).

Las condiciones sociales y económicas generalmente tienen un alto grado de incidencia en la afectación de los recursos naturales ya sea por aprovechamiento o contaminación, en este sentido, las poblaciones donde sus habitantes tienen ingresos económicos muy bajos, no cuentan con servicios básicos, como electricidad, educación, salud pública, agua potable, y todos los servicios que les permita sobrellevar una mejor calidad de vida, generalmente las malas condiciones de vida se encuentran asociadas al deterioro del entorno, principalmente por la presión a los recursos naturales, tanto, que es muy difícil cubrir la necesidades básicas para garantizar las condiciones mínimas de supervivencia de sus poblaciones (Flórez, 2009).

3.4. Botaderos de residuos sólidos

Los botaderos son una práctica común pero deficiente que aún se practica, en los países subdesarrollados, el objetivo de estos lugares es la disposición final de los residuos provenientes de la ciudades; los botaderos son prácticas precarias que el ser humano ha usado para tratar de eliminar los residuos producto de sus diversas actividades, sin embargo estos lugares no han tenido el manejo adecuado ni control para mitigar las cantidades excesivas que en estos se acumulan, ya que en la mayor parte no existe separación ni tratamiento alguno, su funcionamiento es antitécnico y por lo general se ubican junto a cuerpos de agua, un drenaje natural, quebradas, terrenos baldíos, entre otros, esta práctica ha ocasionado la contaminación de varios componentes del ambiente; aire, agua y suelo que son alterados ya que aquí se forman gases como metano y líquidos como los lixiviados, además de quemas, polvo y olores nauseabundos (Pumachapi & Canazas, 2012) .

En los botaderos es común observar animales domésticos como perros, vacas, cerdos que van en busca de comida y otros animales como pequeños mamíferos como los roedores, además de la presencia de una variedad de insectos vectores de varias enfermedades, haciendo que los botaderos sean foco de insalubridad e inseguridad, y más aún para las personas que laboran como segregadores sin la medidas de protección y que sobreviven en condiciones infrahumanas buscando en la basura o en sus alrededores objetos que puedan reusarse e incluso alimento (Pumachapi & Canazas, 2012).

Lo más preocupante del manejo de los residuos en la mayoría de países, es que, no existe una clasificación de desechos en la fuente, la recolección y disposición final tanto de residuos peligrosos como hospitalarios se realizan en conjunto con los residuos comunes provenientes de los domicilios y comercios; en ciertos países, entre ellos Ecuador, se reportan lugares destinados para el depósito de los residuos peligrosos (Sáez & Urdaneta, 2014). Además, otra de las afectaciones por la presencia de los botaderos es la visual ya que se altera el entorno y el paisaje.

Con base a los estudios que se realicen con relación a los residuos que se depositan en los botaderos en ciertas regiones, permitirá conocer su cantidad y composición, física y química, facilitando la planificación y diseño de métodos de recolección adecuados que permitan un manejo acorde y aplicable a la realidad de cada zona, a través de la separación y clasificación de sus componentes(Sáez & Urdaneta, 2014).

La disposición final técnicamente aceptada para el almacenamiento de residuos sólidos son los rellenos sanitarios, estos, son instalaciones con infraestructura que utilizan técnicas y métodos para el tratamiento del suelo donde se lo vaya a instalar, y permite el manejo en todas sus etapas, además del manejo de los subproductos resultantes la descomposición de los residuos, tanto de la materia orgánica como inorgánica, lo que permitirá mitigar las afectaciones ocasionadas al ser humano y su entorno.

La gestión ambiental se ha incrementado por la necesidad de precautelar los recurso naturales, es así que varias políticas públicas se han implementado por los diferentes gobiernos, lo que ha permitido iniciar con una gestión ambiental basada en normas y procesos administrativos, vinculadas al control y seguimiento; las normas deben ser aplicadas por las diferentes carteras de estado con competencia y principalmente con el apoyo de toda la sociedad. (Código Orgánico Del Ambiente, 2017).

El sistema de tratamiento de los residuos debe ejecutarse, con el objetivo de que sus resultados sean los esperados, basados en los procesos normados en la legislación ambiental de cada región, la gestión ambiental y específicamente de los residuos, es competencia del estado cuyo objetivo es aportar al desarrollo de sus habitantes, mediante la correcta aplicación de políticas públicas.

3.5. Información General del Botadero a Cielo Abierto de Curgua

3.5.1 Área de Estudio y situación actual

Este estudio hace referencia al botadero a cielo abierto de Curgua que se ubica en la provincia Bolívar, cantón Guaranda, parroquia Santa Fé, comunidad de las Palmas, a 15 minutos hacia la vía panamericana sur, junto al Río Chimbo, cuenta con un espacio de 2 hectáreas para el depósito de los residuos o desechos, los trabajos de depósitos de residuos en este lugar iniciaron hace 28 años aproximadamente, su acceso es por la vía panamericana sur con dirección al cantón Chimbo.

Según la normativa ambiental nacional y de acuerdo con lo que indica el COA en su Art. 27, numerales 6 y 7, los GAD tanto Metropolitanos como Municipales les compete sistematizar el proceso de tratamiento en la eliminación, traslado, manejo y disposición definitiva de los residuos, además de elaborar procedimientos y normativas para garantizar la reducción, generación, aprovechamiento o eliminación adecuada, según corresponda; en este sentido el botadero de Curgua se encuentra bajo la administración del GAD Municipal del Cantón Guaranda.

A su vez del seguimiento y control a los GAD en sus tres niveles le compete a la Autoridad Ambiental Nacional (MAATE), es así que con fecha 15 de enero del 2015 el exMinisterio del Ambiente otorga al proyecto: “Cierre técnico del botadero a cielo abierto de Curgua ubicado en el Cantón Guaranda”; la Ficha Ambiental Categoría II registrada con el No. 00039-02-2015- FA-DPAB-MAE el 26 de enero del 2015 por lo que dicho proyecto está facultado para la ejecución de sus actividades, direccionado principalmente al cierre técnico.

La propuesta técnica planteada para el cierre del botadero, presenta una estructura conformada por ocho chimeneas las cuales tienen como finalidad la expulsión del gases, existe infraestructura para un sistema de drenaje para los lixiviados, conectados por tubería PVC de 50 m y 30 m que conectan a la primera caja de recolección, esta caja está enlazada con la segunda caja de recolección por medio de una tubería de 3 pulgadas, la cual se encuentra ubicada a 12m de distancia; la

segunda caja de recolección, por su parte, se une a un tanque de recolección situado a 45m de distancia. Una vez recolectados, los lixiviados recorren tres celdas que continen filtros con capacidad de 10 mil L cada una, estas celdas, gracias a la presencia de carbón activado, contribuyen a la eliminación de impurezas y la purificación de estos líquidos. Actualmente por falta de mantenimiento toda la infraestructura se encuentra deteriorada y en desuso, como las chimeneas que varias de ellas fueron tapadas con los mismos residuos, ocasionando incluso incendios por la falta de desfogue del gas metano, las cunetas de recolección de agua lluvia ya no existen y las tuberías que conducen los lixiviados están rotos lo que ocasiona derrames directos al suelo, incluso antes de llegar a la caja de recolección y después de esta ocurre lo mismo.

3.5.2 Medio biofísico

3.5.2.1. Hidrología

Por el cantón Guaranda, recorren dos cuencas hídricas; una es la del Río Guayas y la segunda es la cuenca de los Ríos, de estas cuencas emergen varias subcuencas, siendo la principal la subcuenca del Río Yaguachi, esta subcuenca del Río Yaguachi abarca una zona de 441,20 km², a lo largo de la provincia Bolívar donde se encuentra el cantón Guaranda lo que se traduce en el 28,06% de su territorio, los ríos que recorren el cantón son, el río Guaranda y el Salinas, para formar el río Chimbo ambos ríos van en dirección de norte a sur, estos ríos se nutren de varias microcuencas, las cuales se forman gracias a la presencia de varios subsistemas hidrográficos en la región, ya que los mismos son aprovechados a través concesiones para distintos usos, tales como el consumo humano, abrevadero de animales, riego para la agricultura, usos industriales, generación de energía eléctrica, entre otros (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020-2025, 2020).

El caudal hídrico del cantón se origina en gran medida en los deshielos del Chimborazo, los páramos y la ceja de montaña y los ecosistemas altoandinos de la

región. El flujo de agua en su mayoría desemboca en el río Chimbo, a través de dos afluentes principales, el río Salinas y el río Guaranda, el río Chimbo se une al río Chanchán, para finalmente formar el río Yaguachi, y este a su vez desemboca en el río Guayas. Estos recursos hídricos son fundamentales para el desarrollo económico, social, así como para su conservación y preservación.

3.5.2.2. Suelos

El cantón Guaranda presenta una topografía predominantemente montañosa y accidentada, se encuentra en la hoya de Chimbo, localizada hacia las estribaciones de la cordillera occidental. Sus suelos son de origen volcánico, con características porosas y fácilmente deleznales (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020-2025, 2020).

3.5.2.3. Formaciones Vegetales

El botadero de Curgua se encuentra en el cantón Guaranda, el cual corresponde a la formación vegetal característica de Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes, la cual actualmente se encuentra en forma de parches o grupos aislados de bosque natural, los encontramos en las quebradas o en suelos con pendientes pronunciadas, donde se hace difícil las actividades de agricultura y ganadería, las especies representativas son: (miconias) *Miconia andina*, (Puma maqui) *Oreopanax ecuadorensis*, (Guandera) *Clusia flaviflora* Olivo de cera *Morella pubescens*, entre otras (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013). Sin embargo por diferentes incidentes como desastres naturales, asentamientos humanos, actividades agrícolas ganaderas, la flora se ha reemplazado por especies introducidas como el *Pinus radiata* (pino) y *Eucaliptus globosus* (eucalipto) y cultivos propios de la zona como maíz, frejol, papa.

3.5.2.4. Fauna Representativa

La fauna representativa es la que encontramos en los ecosistemas alto andinos y de páramos, representada por mamíferos pequeños como, roedores, zariguellas, comadreja, y mamíferos más grandes como los ciervos enanos, zorros de páramos,

conejos, venado, tigrillo, puma, zorrillo, chucuri; entre las aves se encuentran, gavilán, tórtola, curiquingue, además de reptiles y anfibios.

Sin embargo en las áreas urbanas o donde se ha implementado proyectos o algún tipo de infraestructura, la fauna ha emigrado a los pequeños remanentes de vegetación, ubicados en las afueras de los centros poblados.

3.5.3. Ecología

Con un clima templado húmedo, el cantón Guaranda se ubica entre los 600 m.s.n.m en la parroquia San Luis de Pambil hasta los 4.000 m.s.n.m en el Arenal como se conoce a los ecosistemas altoandinos del cantón y corresponde a la parroquia Guanujo, la cabecera cantonal está situada a una altitud de 2.668 m.s.n.m.

Las montañas que rodean a Guaranda forman parte de los andes, esta cadena montañosa, forma un microclima único, por otro lado, cabe mencionar que esta región tiene influencia de las corrientes del nevado Chimborazo y por esta razón el clima es frío, mientras que otros cantones como Caluma, Echeandía y Las Naves gozan de un clima subtropical(Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020-2025, 2020).

3.5.3.1. Temperatura

El cantón presenta una disposición geográfica que se va desplazando desde la cordillera hasta el subtrópico, lo que produce una amplia variedad de climas y temperaturas en la zona. En la zona alta, las temperaturas son frescas y la media anual es de 7°C, ocasionando una sensación térmica baja y se sienta un clima frío durante la mayor parte del año, mientras que en la zona baja predominan temperaturas más cálidas, con una media anual de 22°C, lo que hace que el clima sea mucho más caliente. La temperatura baja en la zona se encuentra entre los meses de noviembre a abril, y ligeramente aumentan en los meses de mayo a octubre, lo que produce cambios significativos en el clima y en la vegetación de la zona (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020-2025, 2020).

3.5.3.2. Precipitación

Las lluvias en el cantón difieren mucho de un lugar a otro de igual manera su distribución. Según los datos recopilados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) en Ecuador, la precipitación media anual en la parte alta del territorio se encuentra los valores van entre los 600 a 2000 mm, en el subtrópico los valores anuales de precipitación van desde los 2000 a 2700 mm, es importante resaltar que estos valores al ser promedios, pueden variar de un año a otro. En el clima ecuatorial característico de la sierra, se presenta otro período lluvioso a partir de noviembre a abril, por otro lado, en las zonas subtropicales, la época seca se mantiene hasta noviembre.

En el año 2009, las precipitaciones estuvieron presentes con mayor frecuencia y cantidad en los meses entre enero a marzo, alcanzando valores de los 100 mm hasta los 170 mm por cada mes; pero luego desciende de a poco desde mediados del año hasta su final, con un pequeño incremento en el mes de Octubre (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020-2025, 2020).

4. Materiales

4.1. Materiales de gabinete

- Escritorio
- Computador
- Resaltador
- Bibliografía
- Software ArcGis 10.4.

4.2. Materiales de Campo

- GPS - Sistema de Posicionamiento Global, marca Spectra MobileMapper 60
- Balanza Mecánica
- Costales de polipropileno
- Libreta de campo
- Esfero y lápiz
- Marcador indeleble

5. Metodología

5.1. Identificación de los escenarios de contaminación, ocasionados por los lixiviados del botadero de Curgua

Análisis Multitemporal de la Evolución del Botadero a Cielo Abierto de Curgua

Para este apartado se consideró un análisis visual cualitativo de la evolución del Botadero de Curgua mediante el uso del histórico de imágenes proporcionado por el software Google Earth Pro.

Para la proyección del área de estudio se accedió al conjunto de imágenes históricas disponibles en el software Google Earth Pro correspondientes al área del Botadero a cielo abierto de Curgua. Se seleccionaron imágenes representativas de diferentes fechas disponibles, abarcando un período de tiempo significativo que va del 2009 al 2023.

Determinación del alcance de los vertidos (lixiviados) aguas abajo del río Chimbo con respecto a las provincias de Bolívar y Chimborazo.

Para conocer cuáles son los contaminantes presentes en los lixiviados, se utilizó información secundaria, para lo cual se realizó una solicitud al Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, Oficina Técnica Guaranda, solicitando los resultados en copias certificadas de los análisis de los lixiviados, del período entre 2016 y 2022, basados en la normativa vigente.

En este sentido el alcance de los lixiviados, aguas abajo del Río Chimbo, se empleó el software ArcGIS 10.4.1 para obtener el geoprocesamiento con información geográfica e imágenes de sensores remotos disponibles en plataformas digitales oficiales (MAG-MAATE), para determinar el alcance de los lixiviados (vertidos) del Botadero a Cielo Abierto de Curgua; tomando como referencia los límites de la provincia Bolívar en el cantón Chillanes. Los insumos geográficos utilizados fueron:

1. Mapas de cobertura, uso de la tierra; sistemas productivos agropecuarios a escala 1:25.000, (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2020).

2. Demarcaciones hidrográficas, visor mapa interactivo ambiental, 2023 (Ministerio del Ambiente, 2023).
3. División político administrativa parroquial, cantonal y provincial del Ecuador, (Secretaría Técnica del Comité Nacional de Límites internos, 2022).
4. Instituto geográfico Militar, IGM, ríos dobles del Ecuador, escala 1:50000, 2016.

Estimación de la tendencia de los análisis de laboratorio de los lixiviados

La estimación de la tendencia se lo realizará con los componentes que tengan datos registrados para todo período de años incluidos en este trabajo y que registren datos fuera de los límites permisibles, esto, con la intención de que el resultado sea lo más real y con credibilidad para emitir criterios para gestión del botadero de Curgua, se lo realizará a través de Excel que si bien no es un paquete estadístico permite obtener datos confiables para estimaciones.

5.2. Caracterización física y cartográfica del área de influencia del botadero de Curgua

Para caracterizar tanto física y cartográficamente el área de influencia, se realizó mediante Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) con tecnología por satélites, garantizando una exactitud de coordenadas dentro de los márgenes establecidos por el sistema de referencia.

El levantamiento geográfico se realizó en las siguientes etapas:

Levantamiento en Campo

Se procedió a realizar el levantamiento directamente en el sitio del Botadero a Cielo Abierto de Curgua, utilizando el GPS, se tomaron las coordenadas geográficas (latitud y longitud) de ciertos puntos a lo largo del perímetro.

Proyección de Coordenadas

Las coordenadas geográficas recopiladas se proyectaron en el sistema de referencia WGS 1984, Zona 17 Sur utilizando el software ArcGIS 10.4.1 de ESRI, garantizando una representación precisa y coherente de la ubicación del área de estudio.

5.3. Determinación del área de influencia de los vertidos depositados del Botadero a cielo abierto de curgua aguas abajo con respecto al río chimbo

Para la determinación de área influencia a nivel de territorio, se empleó en un SIG la capa ríos dobles del IGM, ubicando el afluente principal (Río Chimbo) con respecto a la división parroquial del CONALI; seguido, se procedió a utilizar una selección por localización (*Select by location*), para la ubicación de las parroquias que intersecan con el afluente de interés.

5.4. Determinación de la situación socioeconómica actual de la población aledaña al botadero

Aspectos Socioeconómicos

Para la obtención de los datos socioeconómicos se utilizó el método descriptivo con la aplicación de una encuesta a cada representante de las cinco viviendas cercanas al botadero, además de la investigación documental con el método de recopilación y revisión de información secundaria, oficialmente publicada por las diferentes instituciones con competencia. Siendo estas, la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SEMPLADES), Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Guaranda-PDOT, Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC) y artículos o publicaciones de los últimos 5 años.

5.5. Segregación y caracterización de los residuos del botadero de Curgua

Para la obtención de estos datos, se tomaron cuatro (4) muestras al azar de 25 kg, con un total 100 Kg, las cuales fueron determinadas en gabinete y distribuidas de tal manera que cubran el área total del botadero, los residuos fueron colocados en costales de polipropileno y luego se procedió hacer la segregación de materiales tales como: plástico, cartón, metal, tela espuma flex, vidrio, orgánico y hospitalarios, una vez realizada la segregación se procedió con la caracterización de los mismos.

6. Resultados y discusión

6.1. Resultados

6.1.1. Identificación de los escenarios de contaminación, ocasionados por los lixiviados del botadero de residuos de curgua

El área de estudio se encuentra en la siguiente localización;

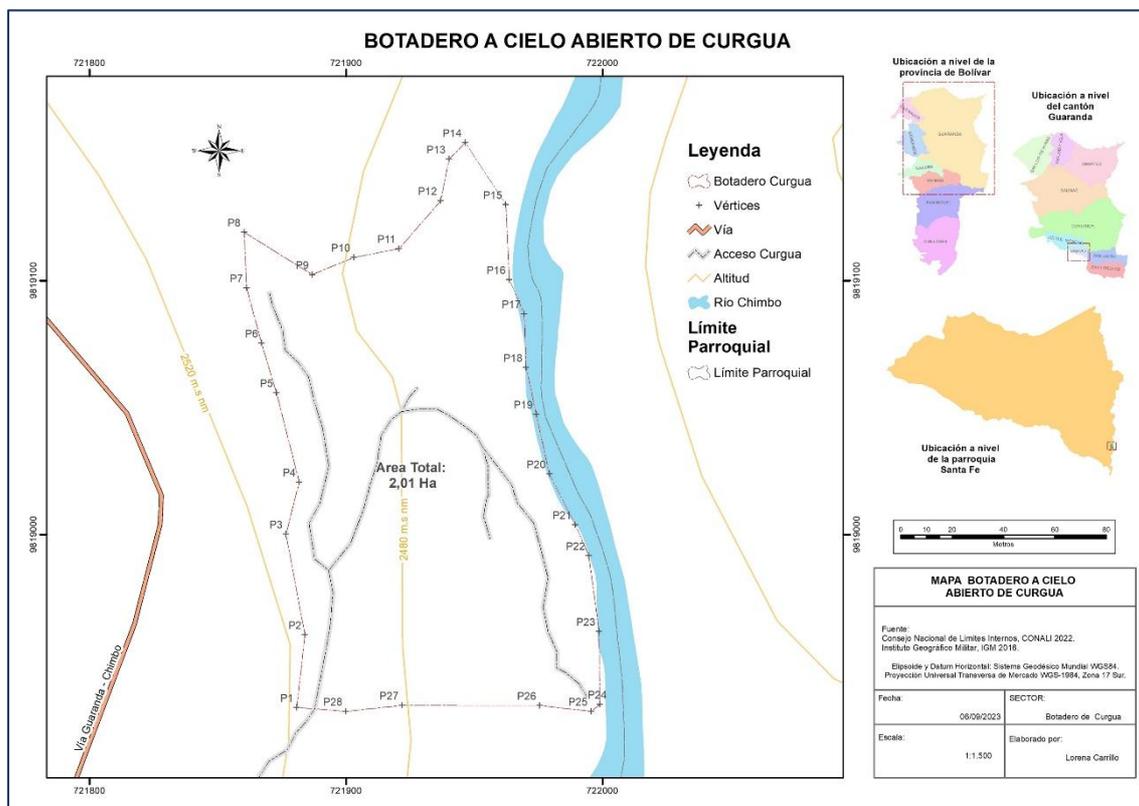
Provincia: Bolívar

Cantón: Guaranda

Parroquia: Santa Fe

Sector: Vía Guaranda – Chimbo, 15 Km, Sector Curgua.

Figura 1 Ubicación del botadero a cielo abierto de Curgua



Elaborado por: Lorena carrillo, 2024

Fuente: Software ArcGIS 10.4.1

Análisis Multitemporal de la Evolución Botadero a Cielo Abierto de Curgua.

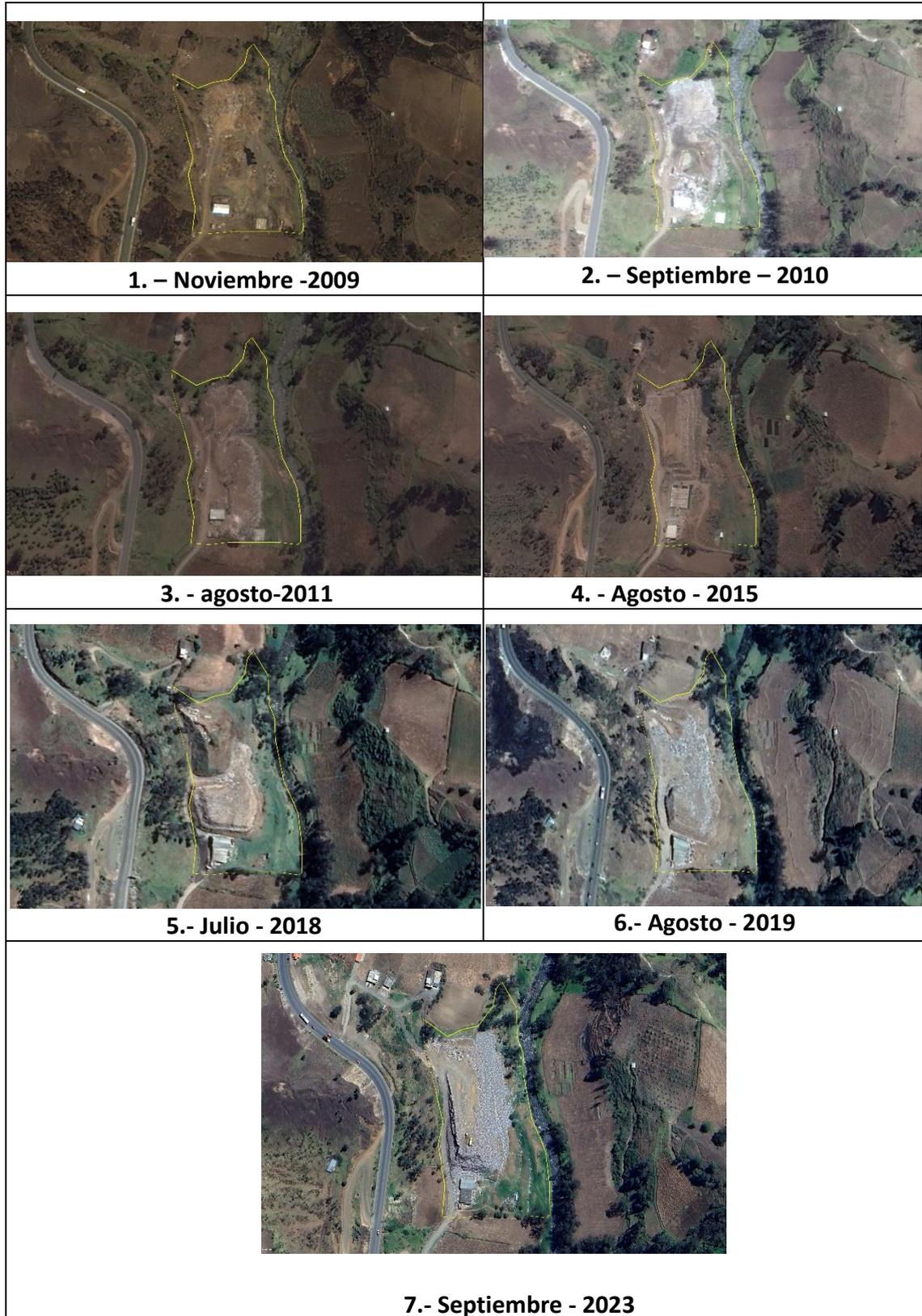
De acuerdo con la literatura el botadero de Curgua, inició hace 28 años a partir del año 1995, aproximadamente, de una manera antitécnica, simplemente se necesitaba un área un tanto alejada del centro urbano y que de una u otra forma estos residuos sean llevados por la corriente del río o dispersados por el viento. Con la revisión y análisis del software se identificaron imágenes disponibles y con actividades dentro del área del botadero, a partir del año 2009, estas imágenes permiten visualizar la variación tanto de las actividades de disposición, como de la infraestructura en el área destinada para el botadero desde sus inicios, hasta la fecha actual.

Durante los años 2009 al 2011, se aprecia que los depósitos de residuos sólidos se encontraban dispersos por toda el área y con espacios o parches donde no se depositaban los residuos, además se aprecia infraestructura dentro del área.

En el año 2015 se observa, que se realizó un ordenamiento del área, identificando una celda con terrazas donde se disponen los residuos e infraestructura a un costado de las terrazas, esto coincide con el año que inició con la regularización del botadero, ya que en este año el ex Ministerio del Ambiente, emitió la Licencia Ambiental Categoría II el No. 00039-02-2015- FA-DPAB-MAE para que inicien el proceso de cierre técnico.

A partir del año 2018 hasta la actualidad, se puede apreciar que los residuos empiezan a dispersarse nuevamente, ya no se observan las terrazas, y la celda se extiende hacia donde se encontraba parte de la infraestructura, lo cual sugiere falta de seguimiento y control a la gestión adecuada del botadero de Curgua.

Figura 2 Análisis multitemporal del botadero



Elaborado por: Lorena Carrillo, 2024.

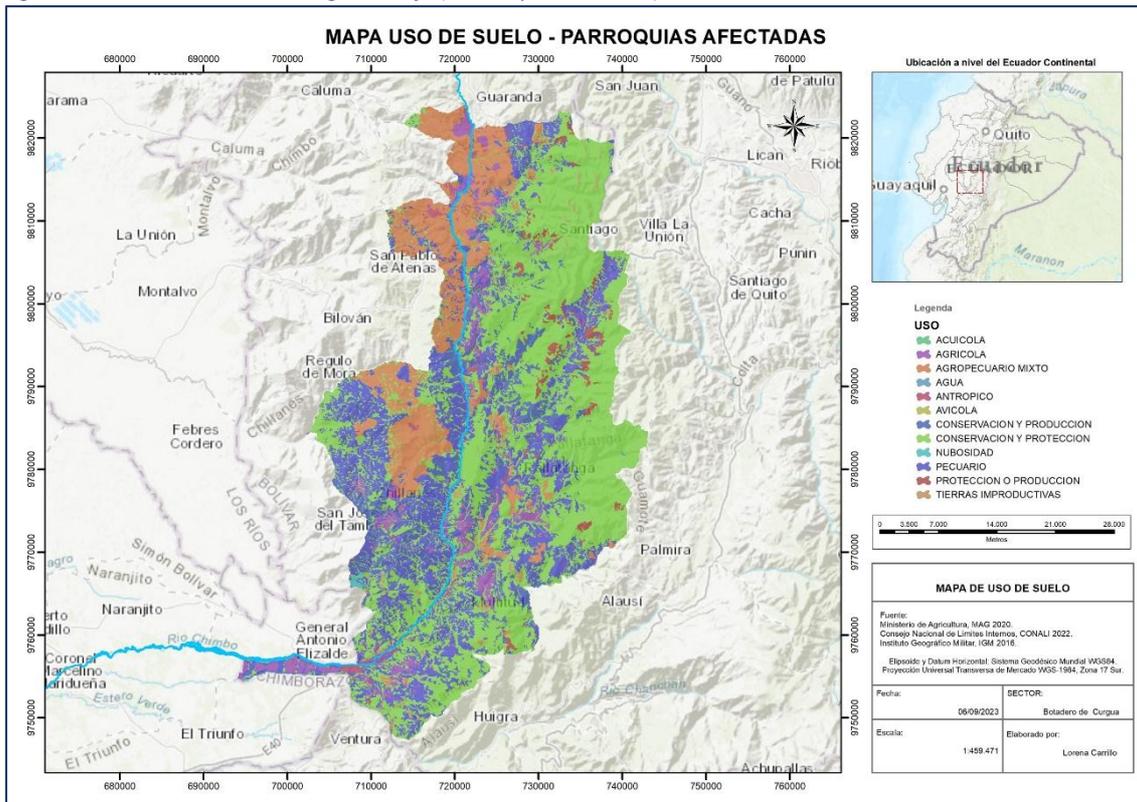
Fuente: Software Google Earth Pro

Determinación del alcance de los vertidos (lixiviados) aguas abajo del río Chimbo de con respecto a las provincias de Bolívar y Chimborazo

Una vez realizado el análisis correspondiente, se identificó que, a lo largo del río Chimbo, estas aguas recorren áreas con uso agrícola, pecuario, agropecuario mixto, conservación y producción, es decir que todos los contaminantes vertidos al río Chimbo a través de los lixiviados del botadero recorren áreas que se encuentran directamente relacionadas con el ser humano y su desarrollo social y económico (Figura 3).

Debemos entender que los lixiviados son resultado del paso de la lluvia a través de los desechos sólidos y su reacción con los productos de descomposición orgánica, química, y otros compuestos presentes en el acopio de residuos, estos líquidos se producen también por la hidrolización de la materia orgánica, pero dependerá de la capacidad de infiltración ya que está directamente relacionado con el balance hídrico entre la precipitación y la evapotranspiración que pueda existir en cada zona.

Figura 3 Alcance de los vertidos aguas abajo (Bolívar y Chimborazo)



Elaborado por: Lorena Carrillo, 2024
Fuente: Software ArcGIS 10.4.1.

Según los datos producto de los análisis de los lixiviados del botadero entre el año 2016 al 2022, elaborados bajo la Norma ambiental (Texto Unificado de Legislación Secundaria, 2015), se puede observar que los niveles se ubican dentro de los límites permisibles, excepto ciertos valores registrados para el año 2018 que se encuentra fuera de los límites los cuales son hierro (Fe) y aluminio (Al), en el año 2019 corresponden a mercurio (Hg), arsénico (As) y conductividad eléctrica, para los años 2020 y 2021 se encuentra el mercurio (Hg); además los valores de potencial hidrógeno (pH) arrojan resultados sobre los valores permisibles en todos los años registrados, según lo determina la normativa ambiental vigente (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados de los Análisis de Laboratorio de los Lixiviados del botadero

ANÁLISIS DE LABORATORIO DE LOS LIXIVIDOS- BOTADERO CURGUA									
Parámetros	Método / Norma	Unidad	Valor Limite Permissible	Resultados					
				2016	2017	2018	2019	2021	2022
Arsénico	ICP	mg/L	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<50	<0,01	<0,01
Plomo	ICP	mg/L	0,2	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01
Manganeso	ICP	mg/L	2	<0,05	<0,05	0,17	-	<0,05	<0,05
Cobre	ICP	mg/L	1	<0,05	<0,05	<0,05	-	<0,05	<0,05
Cobalto	ICP	mg/L	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	-	<0,1	<0,1
Hierro	ICP	mg/L	10	<0,5	<0,5	14,91	-	<0,5	<0,5
Aluminio	ICP	mg/L	5	0,6	<0,5	6,46	-	<0,5	<0,5
Zinc	ICP	mg/L	5	<0,25	<0,25	<0,25	-	<0,25	<0,25
Mercurio	EPA245.7/EPA 3015	mg/L	0,005	<0,0001	-	-	<0,05	<0,05	<0,05
Demanda Química de Oxígeno	Standard Methods No. 5220 D	mg/L	200	8	18	<30	-	18	27
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 Días)	Standard Methods No. 5210 D	mg/L	100	3	2	<2	-	41	4
Nitrógeno Total Kjeldahi	Standard Methods, Ed. 22. 2012 450-Norg C	mg/L	50	3,07	<4	-	-	10,3	4,1
Coliformes Fecales	Standard Methods, No. 9121 E / 9221 C	UFC/100 Ml	2000 (NMP/100mL)	<1	<1	<1,8	-	<1,8	<1,8
Potencial Hidrogeno	Standard Methods, No. 4500-H B	Unidades de Ph	6-sep	7,46	-	-	7,44	7,9	7,35
Solidos Totales	Standard Methods, No. 2540 B	mg/L	1600	76	88	200	-	112	112
Cianuro Total	Standard Methods, Ed. 22. 2012 4500-CN C y E	mg/L	0,1	0	0,001	-	-	<0,01	-
Nitritos	Standard Methods, Ed. 2012 4500-NO2 B	mg/L	-	0,01	-	-	-	-	-
Nitratos	Standard Methods, No. 4500 NO3	mg/L	-	1,16	-	-	-	-	-
Fosfatos	Standard Methods, No. 4500-P B5/4500-PC	mg/L	-	1,63	<1,7	-	-	-	-
Fluoruros	Standard Methods, No. 4500 F-D	mg/L	5	0,31	<0,3	-	-	-	-
Sulfatos	Standard Methods, No. 4500-SO4 E	mg/L	1000	-	-	35	-	<10,20	<10,20
Conductividad Eléctrica	PE-AL-32 EPA 9045D,2004	Us/cm	200	-	-	-	298	37,6	64,9
Cianuro Libre	Espectrofotométrico	mg/kg	0,9	-	-	-	<0,01	-	<0,1

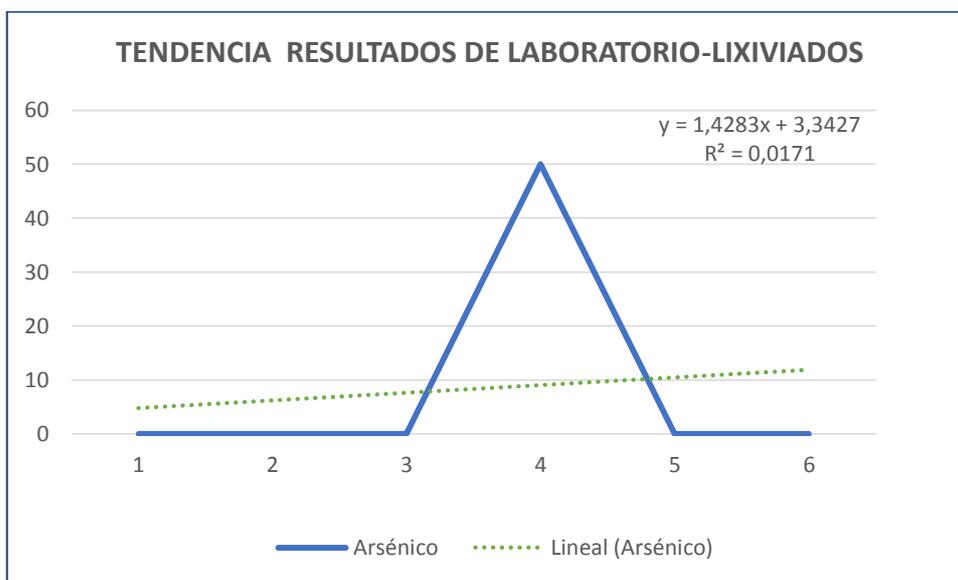
Elaborado por: Lorena Carrillo, 2024

Fuente: Análisis de laboratorio Botadero de Curgua, GAD Guaranda-MAATE, 2023

Estimación de la tendencia de los análisis de laboratorio de los lixiviados

El período de años en la cual se registran los datos de los análisis de laboratorio de los vertidos líquidos del botadero de Curgua comprende desde el 2016 al 2022, estos resultados se analizaron y se tomó como referencia al componente que tenga datos registrados para todo el período en estudio, cuyos resultados se encuentren fuera de los límites permisibles, en este sentido se tomó al arsénico (Hg) para realizar una estimación, la cual fue establecida bajo una tendencia lineal, indicando que la tendencia para el siguiente año, será ascendente con 13,34m/L, lo cual indica que si no se mejora la gestión de los residuos estos valores sugieren incremento de concentración de este componente (Ilustración 4).

Figura 4 Tendencia Resultados de Laboratorio – Lixiviados



Elaborado por: Lorena Carrillo, 2024

Fuente: Análisis de laboratorio Botadero de Curgua, GAD Guaranda-MAATE, 2023

6.1.2. Caracterización física y cartográfica del área de influencia del botadero de Curgua

Los puntos de coordenadas geográficas se recolectaron mediante el uso de un GPS equipado con tecnología de posicionamiento por satélite, esto permitió el registro de las coordenadas geográficas (latitud y longitud) por todo el perímetro del botadero.

A continuación se detallan los puntos registrados:

Tabla 2. Coordenadas del perímetro de botadero

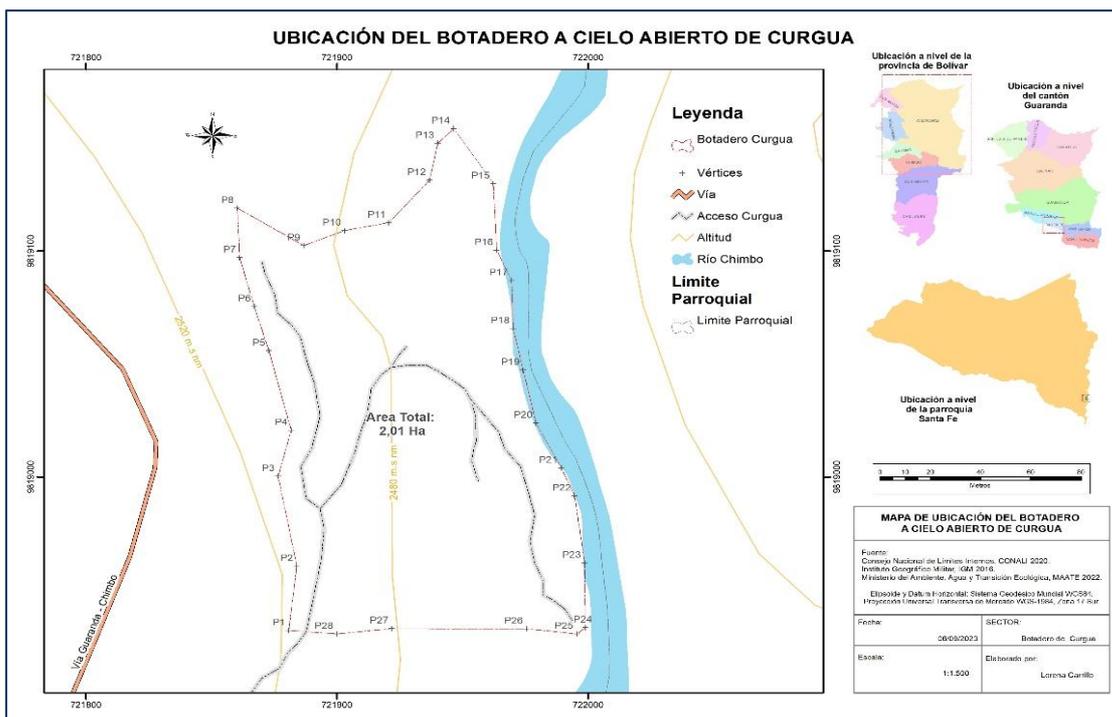
PUNTO	X	Y	PUNTO	X	Y
P1	721880,82	9818932,04	P15	721962,31	9819129,95
P2	721883,99	9818960,62	P16	721963,63	9819100,44
P3	721876,58	9819000,3	P17	721969,52	9819087
P4	721881,78	9819020,72	P18	721970,2	9819065,77
P5	721872,88	9819055,87	P19	721974,19	9819047,42
P6	721867,06	9819075,44	P20	721979,28	9819023,95
P7	721861,24	9819097,14	P21	721989,36	9819003,99
P8	721860,29	9819119,03	P22	721994,65	9818991,75
P9	721886,79	9819102,43	P23	721998,62	9818961,98
P10	721903,09	9819109,14	P24	721998,94	9818933,31
P11	721920,68	9819112,59	P25	721995,58	9818930,51
P12	721936,89	9819131,43	P26	721975,53	9818932,81
P13	721940,17	9819147,81	P27	721921,89	9818932,88
P14	721946,48	9819154,33	P28	721899,99	9818930,53

Elaborado por: Lorena Carrillo, 2024

Fuente: Sistema de Referencia, Unidad Transversa de Mercator, WGS-1984, Zona 17.

Con los datos recopilados se realizó la proyección de las coordenadas geográficas UTM, con lo cual se precisó la ubicación del botadero de Curgua, garantizando un análisis más preciso del área del estudio.

Figura 5 Proyección de las coordenadas del Botadero



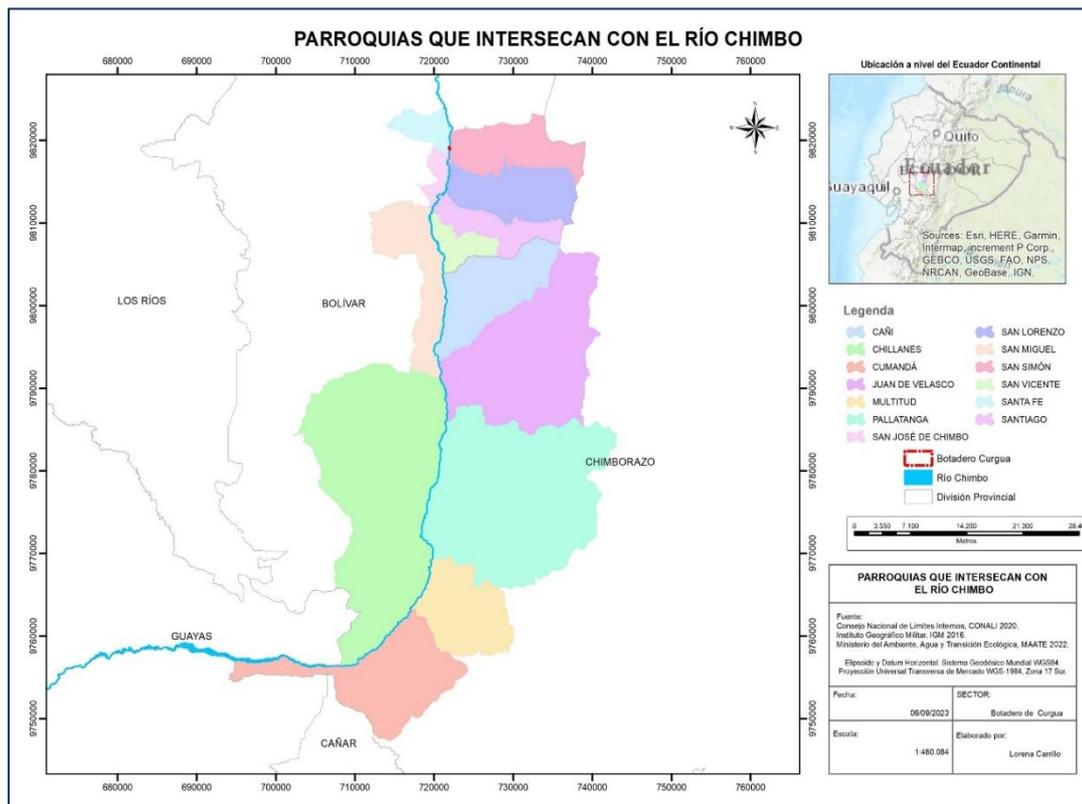
Elaborado por: Lorena Carrillo, 2024
Fuente: Software ArcGIS 10.4.1 de ESRI

Determinación del área de influencia de los vertidos depositados del Botadero a Cielo Abierto de Curgua aguas abajo con respecto al río Chimbo

El área de influencia del botadero se determinó a nivel de territorio, tomando en cuenta el trayecto del afluente principal que es el río Chimbo y los límites territoriales de la provincia Bolívar es así que las parroquias afectadas en el cantón Guaranda son: Santa Fé, San Simón, San Lorenzo, en el cantón San José de Chimbo atraviesa por la parroquia central, con respecto al cantón San Miguel de Bolívar, las parroquias afectadas son, San Vicente y Santiago, el trayecto avanza hasta el cantón Chillanes que es el límite sur de la provincia Bolívar.

En este sentido es necesario mencionar que por la provincia de Chimborazo también atraviesa el Río Chimbo, por los cantones de Colta, Pallatanga y Cumandá, que son los cantones colindantes con la provincia Bolívar (Figura 6).

Figura 6 Área de Influencia aguas abajo con respecto al río Chimbo



Elaborado por: Lorena Carrillo, 2024

Fuente: SIG-Capa ríos dobles del IGM, SIG-división parroquial del CONALI

6.1.3. Determinación de la situación socioeconómica actual de la población aledaña al botadero

Los datos para este ítem se obtuvieron a través de revisión y recopilación de información secundaria, de acuerdo a lo descrito en la metodología, y está enfocado al cantón Guaranda, parroquia Santa Fé, donde se localiza el área motivo de estudio. De acuerdo con el censo del año 2001, los habitantes del Cantón Guaranda representan el 48,2% del total de la población de la Provincia de Bolívar. Además, se ha observado que ha crecido a una tasa promedio anual del 0,9% durante el último período intercensal, es decir, entre 1990 y 2001. Debemos resaltar que la mayor población reside en áreas rurales con un 74,6%. Esta población se caracteriza por ser joven, ya que el 48,3% de ella corresponde a menores de 20 años (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2023).

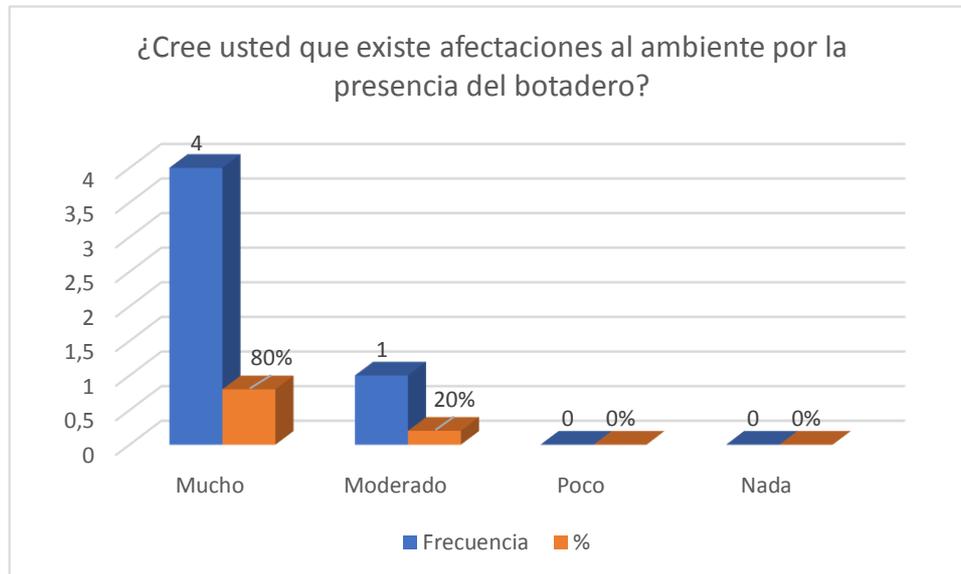
Con respecto a la parroquia Santa Fe, se establece que su población llega a los 1.752, de estos se calcula que 822 corresponden al género masculino y 930 corresponde al género femenino. Con respecto a los grupos por edad, se recopiló que el 32,31% corresponde a la población menor de 14 años, mientras que el 52% está compuesto por personas entre 15 y 64 años, que se consideran en edad productiva. Por su parte, la población que corresponde a adultos mayores, va de los 65 años o más, representa el 15,70% del total de la población de la parroquia, cuenta con una superficie de 26.40 Km². (2.640 ha). (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2023)

Con base a las fuentes disponibles, se conoce que la parroquia Santa Fe está compuesta por diez comunidades, entre las que se encuentra la comunidad de Las Palmas, donde se ubica el botadero, esta comunidad tiene una población total de 270 personas dentro de su jurisdicción, con una población de 20 a 49 años económicamente activa, y de etnia mestiza en su mayoría, el río que atraviesa la parroquia es el río Chimbo, el cual se alimenta de sus efluentes menores provenientes de las quebradas más cercanas como la de Molino Huayco y de Verde Tingo; también tiene influencia en menor cantidad de la quebrada Verde Pamba y de Pianda. El clima que se encuentra en esta zona es el templado húmedo y su temperatura oscila entre 12 a 18°C, con una altura de 2.694 metros sobre el nivel del mar (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquia Rural Santa Fé, 2015). La producción agrícola principal en esta zona es de caña de azúcar, trigo, maíz, cebada, cascarilla, café, cacao, entre otras (Joseph Orozco Coello, 2010).

La combinación de actividades humanas y naturales puede generar vulnerabilidades ambientales importantes, especialmente cuando se trata de cuencas hidrográficas; en este sentido, debemos mencionar que al igual que crece la población, también crece las necesidades de los habitantes y se han desarrollado diversas acciones tendientes a aumentar la productividad en la región, lo que ha generado diversos problemas, ocasionadas por mal uso los recursos. (Carlos Taco-Taco et al., 2017).

Para obtener una información directa y real de los habitantes del lugar se realizó una encuesta a cada representante de las 5 viviendas que se encuentran en el lugar, obteniendo los siguientes resultados:

Figura 7 Pregunta 1

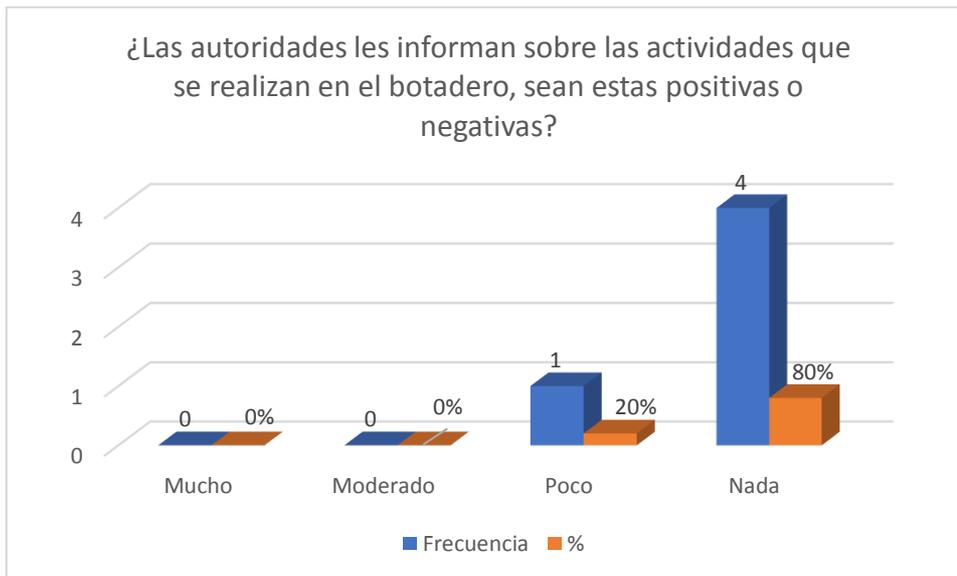


Elaborado por: Lorena Carrillo, 2024

Fuente: Habitantes del botadero

El 80% de los habitantes creen que existe mucha afectación al ambiente, el 20% que hay una afectación moderada y el 0% cree que poco o nada de afectación, por la presencia del botadero, según lo manifestado, creen que la mayoría de recursos naturales son afectados principalmente el agua y el aire.

Figura 8 Pregunta 2

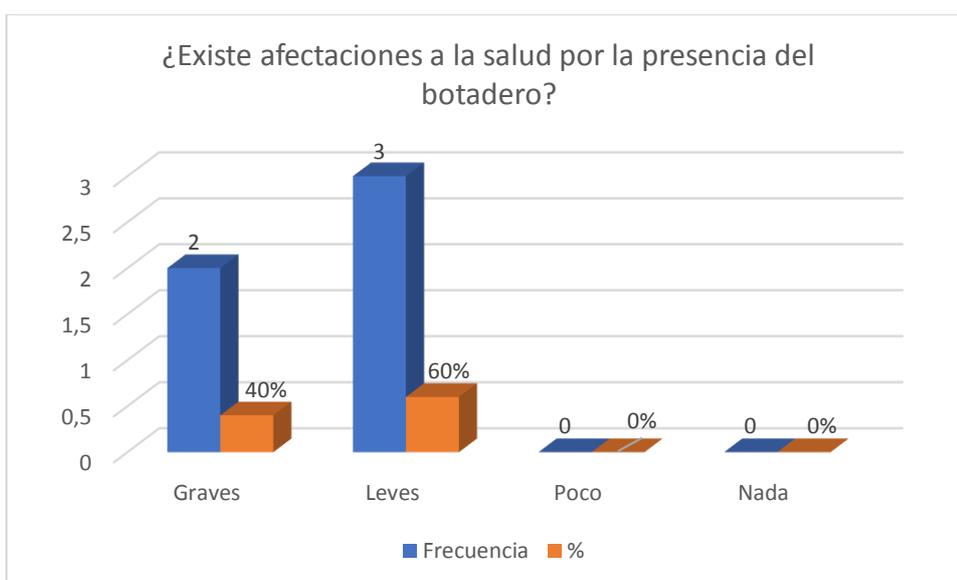


Elaborado por: Lorena Carrillo, 2024

Fuente: Habitantes del botadero

Las personas encuestadas manifiestan que, todas las actividades que hacen en el botadero, no son comunicadas para poder estar prevenidos en caso de ocurrir alguna eventualidad, es así que el 80% indica que no tiene nada de información de las actividades que se realizan en el botadero, el 20% ha escuchado algo, y el 0% ha recibido información moderada o mucha información, además manifiestan que las autoridades no se preocupan por lo que pueda pasar con ellos.

Figura 9 Pregunta 3

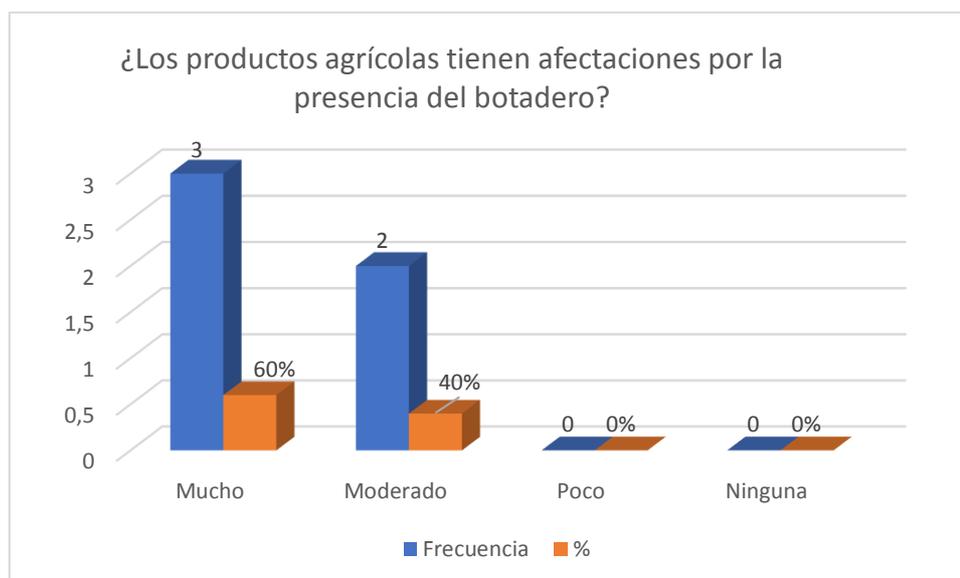


Elaborado por: Lorena Carrillo, 2024

Fuente: Habitantes del botadero

Los habitantes del lugar indican que la principal afectación hacia ellos es su salud, obteniendo que el 60% indica de las afectaciones son leves y el 40% que las afectaciones son graves, el 0% indica que tiene poco o nada de afectación por la presencia del botadero.

Figura 10 Pregunta 4

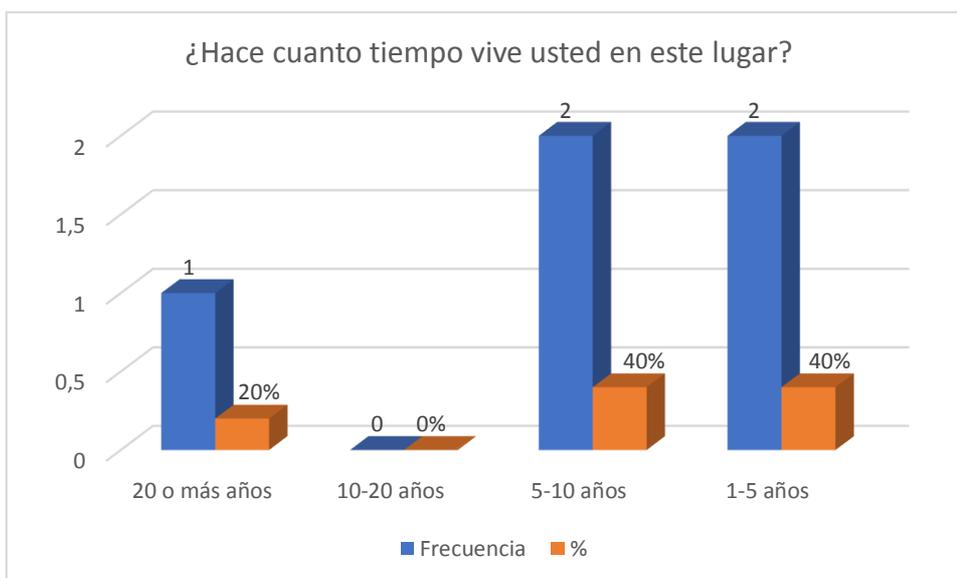


Elaborado por: Lorena Carrillo, 2024

Fuente: Habitantes del botadero

Las afectaciones que se dan a la agricultura en este lugar, indican que son constantes, obteniendo que el 60% de sus habitantes dicen que hay mucha afectación, el 40% una afectación moderada y el 0% indican que hay poco o ninguna afectación en la agricultura, al tener esta afectación, sus cultivos no tiene la producción esperada ya los insectos o roedores se comen las hojas o los frutos de sus cultivos.

Figura 11 Pregunta 5



Elaborado por: Lorena Carrillo, 2024

Fuente: Habitantes del botadero

Las personas que viven junto al botadero manifiestan que esos terrenos los heredaron y por eso construyeron sus viviendas, es así que el 40% (2 viviendas) se encuentran en rango de 1 a 5 años, el otro 40% (2 viviendas) en el rango 5 a 10 años, y el 20% (1 vivienda) en el rango de 20 años o más; es decir que una de las viviendas ya se encontraba antes de la ubicación del botadero en este lugar, ya que el botadero se encuentra hace 20 o 25 años.

Según la observación directa del área de estudio, se evidencia que, en el área circundante al botadero, hay cultivos de maíz y frejol, a los cuales llegan directamente los residuos llevados por el viento, la lluvia y probablemente los lixiviados percolación ya que la infraestructura está deteriorada como es el caso de la tubería que conduce estos líquidos, se observó además que, existe una vivienda a unos 200 m aproximadamente, cuyos habitantes están siempre expuestos a la polución del lugar.

Además los residuos no solo se disponen en la celda destinada para este propósito sino que, por falta de control de la entidad competente (GADM Guaranda) y falta de personal técnico, se encuentran en la vía que es usada para el ingreso a la celda, esta vía se encuentra en una cota mayor a los predios, lo cual permite que los

lixiviados de este lugar lleguen fácilmente a estos predios ya sea por percolación o hidrolización.

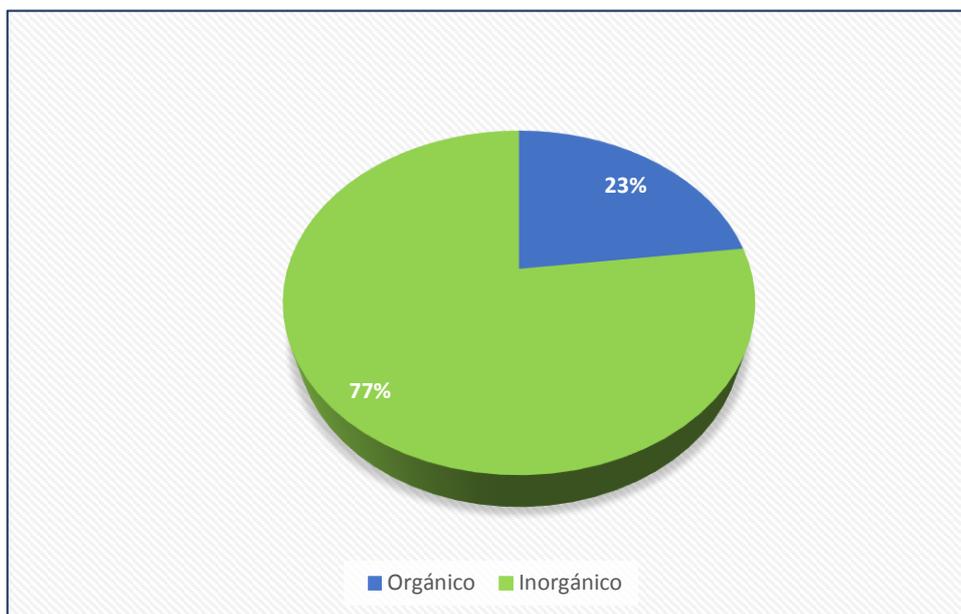
6.1.4. Segregación y caracterización de los residuos del botadero de Curgua.

Para la obtención de estos datos, se realizó de la siguiente manera, se tomaron cuatro (4) muestras al azar de 25 kg, con un total 100 Kg, las cuales fueron determinadas en gabinete y distribuidas de tal manera que cubran el área total del botadero, los residuos fueron colocados en costales de polipropileno y luego se procedió hacer la segregación y caracterización de los residuos muestreados, donde se obtuvo los siguientes resultados:

Material Orgánico. - Este material constituye el 23% (18 kg), en el cual se observó resto de guineo, cáscara de naranja, hojas de maíz, entre otros, esto debido a que los residuos que terminan en el botadero son principalmente de la ciudad y todo se considera desecho. (Figura 7),

Material Inorgánico. - Con un 77% (62 Kg), los cuales están compuestos por los siguientes materiales: plástico, cartón, metal, tela, espuma flex, vidrio, hospitalarios. (Figura 12; tabla 3).

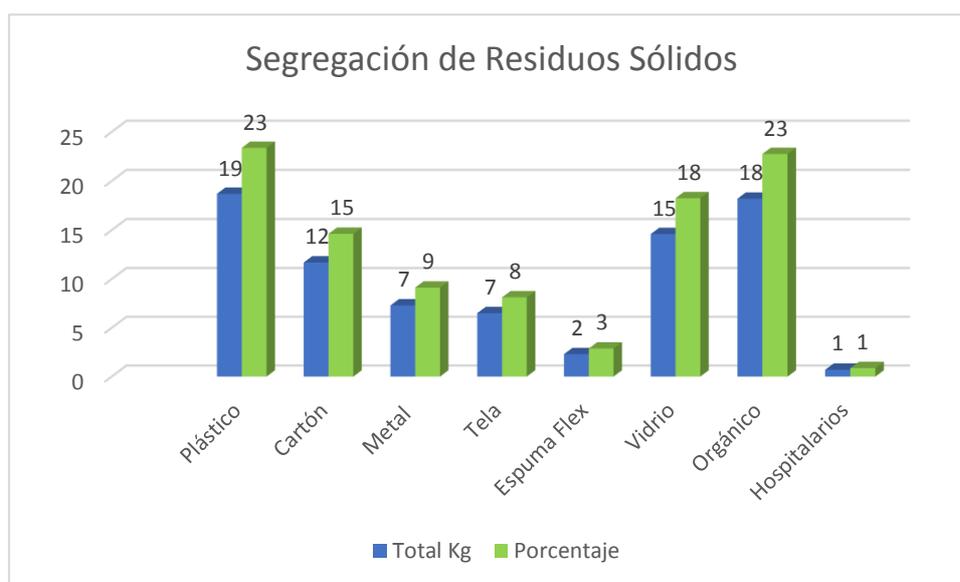
Figura 12 Porcentaje de residuos sólidos muestreados



Elaborado por: Lorena Carrillo, 2024.
Fuente: Datos de campo Botadero de Curgua, 2023

Dentro de los materiales encontrados en las muestras se reporta de manera descendente los pesos en kilogramos de los siguientes: plástico 19 , orgánico 18, vidrio 15, cartón 12, metal 7, tela 7, espumaflex 2, hospitalarios 1. (Figura 13)

Figura 13 Segregación de Residuos Sólidos



Elaborado por: Lorena Carrillo, 2024.
Fuente: Datos de campo Botadero de Curgua, 2023.

6.2. Discusión de Resultados

En el desarrollo de este trabajo, se identificaron varios escenarios de contaminación en el área del botadero a cielo abierto de Curgua, de acuerdo con el análisis multitemporal se pudo obtener datos desde el año 2009, identificando que el botadero se instaló en el lugar de manera antitécnica, y es partir del año 2015, que se observan actividades en el área de disposición final, es decir en el botadero destinado para este fin, sin embargo a partir del año 2018 hasta el 2022 se observa nuevamente desorden dentro del área, lo cual indica que la gestión se redujo, tanto de las autoridades de control como de ejecución.

Otro de los escenarios son los vertidos de los lixiviados aguas abajo del Río Chimbo, lo cual determinó que este río recorre parroquias de las provincias de Bolívar (Carlos Taco-Taco et al., 2017) y Chimborazo cuyas aguas atraviesan zonas de uso agrícola, pecuario, agropecuario mixto, antrópico, conservación y producción, es decir que todos los contaminantes vertidos al río Chimbo a través de los lixiviados del botadero o por percolación hacia las aguas subterráneas del mismo, se encuentran directamente relacionadas con la alimentación del ser humano, su desarrollo tanto social, económico e incluso cultural; como lo señala (Carrizales & Panca, 2020), los lixiviados pueden tener un movimiento vertical, penetrando el subsuelo, que muchas veces alcanza los mantos freáticos y acuíferos, contaminando el agua subterránea; las cuales son el suministro para el consumo de la población de los pueblos aledaños.

Muchas veces los escenarios de contaminación ocasionados por proyectos, obras o actividades, son ubicados en lugares estratégicos, en donde la población circundante no protesta por el daño a sus tierras, a sus cultivos o a su salud no porque no quieren, sino más bien por desconocimiento de su realidad, esta actividad la podemos relacionar con lo mencionado por (Martínez, 2001) en el denominado “racismo ambiental” lo cual implica que los problemas ambientales y la exposición a sustancias tóxicas pueden afectar desproporcionalmente a ciertos

grupos de población, especialmente aquellos que se encuentran vulnerables social o económicamente, en algunos casos, se instalan vertederos o centros de tratamiento de residuos peligrosos u otras actividades contaminantes, zonas habitadas por poblaciones en situación de pobreza y excluidos por los gobiernos. Esta misma realidad se replica en los habitantes de los predios junto al botadero, quienes manifiestan sus necesidades constantemente a las autoridades, sin recibir ninguna respuesta.

Según lo determinado por la normativa ambiental vigente, es el GADM del cantón Guaranda, quién cumpliendo con lo determinado en la norma para el cierre técnico, realizó los análisis de laboratorio de los lixiviados y ha presentado anualmente a la Autoridad Ambiental Nacional (MAATE), una vez revisados estos análisis y comparados con las tablas referenciales del anexo 2 del TULAS (Texto Unificado de Legislación Secundaria, 2015), existen varios parámetros que están fuera de los límites establecidos como aceptables de acuerdo a la norma vigente, y en muchos casos es recurrente para todos los años, así encontramos el potencial hidrógeno (pH) cuyos valores exceden los límites permisibles, con lo cual se demuestra que la gestión municipal no es adecuada, lo cual se refleja en los valores de los componentes que se encuentran fuera de los límites permisibles. Conociendo los valores arrojados en los resultados de laboratorio de los lixiviados del botadero se realizó una estimación de la tendencia, tomando como referencia al arsénico, cuyos resultados indican que esta la tendencia es ascendente, es decir que, si la gestión continúa con el mismo accionar, los valores continuarán por encima de los límites aceptables según la normativa ambiental vigente.

Los resultados mencionados coinciden con diversos estudios que han mostrado la existencia de graves problemas de contaminación ambiental. En particular, tomando como ejemplo la contaminación de acuíferos en el estado de Carabobo, en Venezuela, ocasionado por los lixiviados del botadero de "La Guasita"; de acuerdo con los resultados del estudio, se ha concluido que es probable que los componentes de los líquidos vertidos por el botadero de La Guasita alcancen los

cuerpos de agua subterráneas de las áreas contiguas al botadero (Mirna Polo & Edilberto Guevara, 2000).

Con respecto a la caracterización del área de implementación del botadero se realizó una estimación del área de influencia a nivel de territorio, tomando en cuenta el trayecto del afluente principal que es el río Chimbo y como límites territoriales de la provincia Bolívar es así que las parroquias afectadas en el cantón Guaranda son: Santa Fé, San Simón, San Lorenzo, en el cantón San José de Chimbo atraviesa por la parroquia central, con respecto al cantón San Miguel de Bolívar, las parroquias afectadas son, San Vicente y Santiago, el trayecto avanza hasta el cantón Chillanes que limita al sur de la provincia Bolívar.

El botadero de Curgua se ubica en la provincia Bolívar parroquia, cantón Guaranda, parroquia Santa Fé, en esta provincia la mayor parte de su población se dedica actividades agrícolas por lo que en el área circundante al botadero, existen cultivos de maíz y frejol, a los cuales llegan directamente ciertos los residuos que son llevados por acción del viento, además existe cinco viviendas a unos 200m aproximadamente, y cada familia esta conformada entre 3 a 6 miembros, es decir que la afectación es directa tanto a los predios y su cultivos, como a los habitantes de las viviendas que se encuentra junto al botadero, soportando los problemas de polución, presencia de vectores como insectos y roedores, de la misma manera lo asegura (Guerrero & Villacis Cristhian, 2023) quienes indican que el 14,0% de los encuestados son conscientes de la presencia de roedores en la zona del botadero, ocasionando preocupación por proliferación de plagas y enfermedades.

Del análisis de la encuesta se determina que los habitantes del lugar tiene afectaciones a su salud, principalmente respiratorias; afectaciones a la agricultura ya que los animales como insectos y roedores se comen sus cultivos afectando a su economía ya que constituye un ingreso económico que no alcanza el rendimiento esperado; también existe afectación a los recursos naturales, de acuerdo con lo manifestado indican principalmente el agua y el aire, por lo que el agua que usan para riego y consumo humano lo tienen que traer de otros lugares y eso genera más

gastos, y el aire siempre tiene polvo y otros contaminantes lo que ocasiona las afectaciones a las vías respiratorias aunque no son graves, son contantes; los habitantes del botadero indican que viven ahí ya que son terrenos heredados por sus padres y que han ido construyendo su viviendas según conforman una nueva familia, llegando a existir 5 viviendas en la actualidad, la primera vivienda existió antes de la presencia del botadero, aproximadamente desde hace unos 50 años y el botadero tiene unos 28 años en el lugar.

Los problemas de contaminación en proyectos donde el tratamiento de los contaminantes es casi nula, conllevan a problemas ambientales pero también implicaciones económicas, y por lo tanto sociales como se ha determinado en esta investigación. En este sentido cabe mencionar a (Martínez, 2001) quién hace un análisis sobre la problemática del lugar donde se ubican proyectos que ocasionan contaminación, indica que los perjudicados no sólo son otras especies de animales y plantas o quizá las próximas generaciones de humanos, quienes al momento del suceso no pueden protestar por sus derechos , sino que a menudo los afectados son personas con menos recursos económicos; y a pesar de estar presentes, estas personas muchas veces conviven con el problema ya que sus ingresos no les alcanza para más.

Al realizar la segregación y caracterización de los residuos del botadero de Curgua, arrojan como resultados de la composición física que, el mayor componente es materia inorgánica con un 77 % y luego material orgánico en un 23%, sobresaliendo entre estos el plástico, vidrio y cartón, es decir que el material inorgánico es lo que más se produce en esta ciudad, probablemente porque muy cerca de la parte urbana se encuentra el área rural y los desechos se pueden depositar en los terrenos como abono.

Es necesario buscar otras alternativas de economía, y poder socializar con las personas que son afectadas por estos tipos de proyectos, una de ellas es la economía ecológica (Martínez & Es, n.d.) que busca integrar la economía con la ecología, lo que implica entender que las actividades económicas tienen un impacto

ambiental, y que se deben tomar en cuenta los costos y beneficios de estas actividades en términos de su impacto en la salud del ser humano y los ecosistemas.

7. Conclusiones

Se evaluó el impacto sociambiental a través de la identificación de escenarios de contaminación, como la contaminación visual al paisaje, otro escenario constituye los lixiviados cuyos análisis (período 2016 – 2022) reportan que ciertos componentes se encuentran fuera de los límites permisibles, estos son: hierro (Fe), aluminio (Al), mercurio (Hg), arsénico (As), conductividad eléctrica y potencial hidrógeno (pH); se identificó que, el río Chimbo, recorre áreas con uso agrícola, pecuario, agropecuario mixto, antrópico, conservación y producción, lo cual implica que todos los contaminantes vertidos al río Chimbo a través de los lixiviados recorren áreas que se encuentran directamente relacionadas con el ser humano, su entorno ambiental social y económico.

Se determinó que los habitantes del lugar tiene afectaciones a su salud, principalmente respiratorias; afectaciones a la agricultura afectando a su economía, afectación a los recursos naturales, principalmente el agua y el aire, el agua que usan para riego y consumo humano lo obtienen de otros lugares, el aire siempre tiene polvo y otros contaminantes lo que ocasiona las afectaciones a las vías respiratorias aunque no son graves, son contantes; una de las viviendas existe des hace 50 años aproximadamente las otras cuatro se han construido de acuerdo a la necesidad, recalando que todos los habitantes son miembros de una misma familia.

De la 100 Kg de residuos del botadero, se obtuvo que, el 23% (18 kg), corresponde a material orgánico y un 77% (62 Kg) de material inorgánico, dentro de los materiales inorgánico se destacan el plástico 19, vidrio 15 y cartón 12 kilogramos, concluyendo que de alguna manera los residuos orgánicos son utilizados para otros fines, por la realidad de la ciudad ya que muy cerca del centro poblado se encuentra el área rural, y estos pueden ser usado como alimento para engorde cerdos o como abonos.

En este sentido los gobiernos locales y principalmente los que tienen la competencia, deben implementar modelos de manejo y tratamiento de residuos, a partir de la identificación de escenarios ambientales, para que la gestión sea integral todas sus fases, lo cual conlleva a la reducción de residuos; para esto, los GADs Municipales deben destinar recursos para la ejecución de los diferentes procesos de los botaderos o rellenos sanitarios, de esta manera mitigar los problemas socimambientales y alcanzar una sostenibilidad ambiental, económica y social.

Referencias

- Armenteras, D., González, T. M., Vergara, L. K., Luque, F. J., Rodríguez, N., & Bonilla, M. A. (2016). Revisión del concepto de ecosistema como “unidad de la naturaleza” 80 años después de su formulación. *Ecosistemas*, 25(1), 83–89. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2016.25-1.12>
- Carlos Taco-Taco, Guillermo Vistín-Chacán, Valeria Rosero-Orozco, Oswaldo Lopez-Bravo, & Wilson Fonseca-Torres. (2017). Las actividades productivas y su relación con la contaminación del agua de la Microcuenca Negroyacu, en Guaranda, Ecuador. In *Ciencia* (UNEMI, Vols. 10, número 22). <https://www.redalyc.org/journal/5826/582661263014/html/>
- Carrizales, L. T., & Panca, C. M. A. (2020). Evaluación del impacto de la contaminación de los residuos sólidos sobre suelo y agua del botadero sanitario de Cancharani – Puno. *Ñawparisun - Revista de Investigación Científica*, 2(4). <https://unaj.edu.pe/revista/index.php/vpin/article/view/104>
- Código Orgánico Del Ambiente, Registro Oficial N° 983 (2017). <https://www.ambiente.gob.ec/biblioteca/>
- Echeverría, H. G., & Barzola, M. M. (2014). *Estudio de la afectación del ecosistema del cantón Marcelino Maridueña por el incremento de desechos orgánicos e inorgánicos*. <http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/1218>
- Eduardo Raffo Lecca, & Edgar Ruiz Lizama. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Revista de La Facultad de Ingeniería Industrial*.
- Flórez, E. C. (2009). Impacto ambiental y social del vertimiento de residuos sólidos y escombros sobre la calidad del río Medellín y algunos de sus afluentes. *El Ágora USB*, 9(1), 225–265. <https://doi.org/10.21500/16578031.1410>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquia Rural Santa Fé. (2015). *ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA SANTA FE*.
- Guerrero, C., & Villacis Cristhian. (2023). *Percepción Social de los Riesgos Antrópicos Ante el Cierre Técnico del Botadero de Basura, en el Sector Curgua, Parroquia Santa Fe del Cantón Guaranda*. Universidad Estatal de Bolívar.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2023). *Población cantón Guaranda*. Cantón Guaranda. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos_Censales/Fasc_Cantoniales/Bolivar/Fasciculo_Guaranda.pdf
- Instituto Nacional de Recursos Naturales. (2008). Escenarios y estrategias para el manejo sostenible de los recursos naturales del Perú al 2030. *IRENA*. www.inrena.gob.pe
- Jiménez Ballesta Raimundo. (2017). Introducción a la contaminación de suelos. In Hernández Isabel (Ed.), *Introducción a la contaminación de los Suelos* (Mundi-Prensa). https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=iZg6DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=contaminaci%C3%B3n+de+suelos&ots=i5NxUo0v_v&sig=ID0yai6grYHxeRVv-lovJ4F6Lw#v=onepage&q=contaminaci%C3%B3n%20de%20suelos&f=false

- Joseph Orozco Coello, D. (2010). *Proyecto Hidrológico Río Chimbo* [Tesis de Grado]. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- María Elena Cotrina Valles. (2016). *DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN LIXIVIADOS GENERADOS EN EL BOTADERO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE JUANJUI, PROVINCIA DE MARISCAL CÁCERES, REGIÓN SAN MARTÍN-2016*. Universidad Alas Peruanas.
- Martínez, J. (2001). Justicia ambiental, sustentabilidad y valoración. *Ecología Política*, ISSN 1130-6378, N° 21, 2001, Págs. 103-134, 21, 103–134.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=153462>
- Martínez, J., & Es, A. (n.d.). *Conflictos ecológicos y justicia ambiental*.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2020). *Cobertura y uso de la tierra y Sistemas productivos agropecuarios del Ecuador continental*. Catálogo de Datos.
- Ministerio del Ambiente, A. y T. E. (2023). *Demarcaciones Hidrográficas del Ecuador*. Mapa Interactivo.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). *Sistema de clasificación de ecosistemas del Ecuador continental*. <https://www.ambiente.gob.ec/biblioteca/>
- Mirna Polo, & Edilberto Guevara. (2000). Contaminación de acuíferos por efecto de los lixiviados en el área adyacente al vertedero de desechos sólidos la Guasima, Municipio Libertador, estado de Carabobo. *Ingeniería UC*, 8.
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020-2025 (2020).
<https://www.guaranda.gob.ec/newsiteCMT/download/PDOT-Canton-Guaranda-preliminar.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Informe anual. (2010). *Informe Annual 2010 Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*. www.unep.org/annualreport
- Pumachapi, A., & Canazas, E. (2012). Escenarios de contaminación causados por botaderos de residuos sólidos en la cuenca de Pomacanchi, Acomayo - Cusco [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. In *Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*.
<https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/1103>
- Ramírez, A. Q., González, Y. V., & Valencia, L. A. L. (2017). Effect of solid wastes leachates on a tropical soil. *DYNA (Colombia)*, 84(203), 283–290.
<https://doi.org/10.15446/DYNA.V84N203.63875>
- Sáez, A., & Urdaneta, J. A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnía Año*, 20(3), 1315–8856.
- Secretaría Técnica del Comité Nacional de Límites internos. (2022). *División político administrativa parroquial, cantonal y provincial del Ecuador*. Trámites y Servicios Institucionales.
- Texto Unificado de Legislación Secundaria, Anexo 2 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados (2015).
- Toro, E. R., Szantó, M., Juan, N., Pacheco, F., Contreras, E., & Gálvez, A. (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. *Naciones Unidas*.
<https://hdl.handle.net/11362/40407>