



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA GESTIÓN AMBIENTAL

Proyecto de Investigación previo a
la obtención del título de Ingeniería
en Gestión Ambiental.

TÍTULO:

Caracterización de los Residuos Sólidos Urbanos del botadero municipal de Quinsaloma y el efecto que genera el lixiviado en el estero “Cerrito”.

AUTORA:

Karla Dayana Manobanda Lara

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Ing. Met. Jorge Alfonso Neira Mosquera

Quevedo - Los Ríos - Ecuador

2016

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y GESTIÓN DE DERECHO

Yo, **Karla Dayana Manobanda Lara**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, puede ser uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la Normatividad Institucional vigente.

Atentamente:

AUTOR:

Manobanda Lara Karla Dayana

CERTIFICACIÓN

Ing. Met. Jorge Neira Mosquera, Docente de la Facultad de Ciencias Ambientales de la UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, Certifico: Que el egresado(a): **Manobanda Lara Karla Dayana**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado: **Caracterización de los Residuos Sólidos Urbanos del botadero municipal de Quinsaloma y el efecto que genera el lixiviado en el estero “Cerrito”**, previo a la obtención del título de Ingeniería en Gestión Ambiental, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente:

Ing. Met. Jorge Neira Mosquera
DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

PROYECTO DE INVESTIGACION

Título:

Caracterización de los Residuos Sólidos Urbanos del botadero municipal de Quinsaloma y el efecto que genera el lixiviado en el estero “Cerrito”.

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniería en Gestión Ambiental.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ING. MARIELA DÍAZ P.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ING. ÁNGEL YÉPEZ R.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ING. PEDRO SUATUNCE C.

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2016

AGRADECIMIENTO

A Dios por la vida, fuerza y sabiduría que me brindó para culminar mi carrera profesional, a mis Padres y Hermanas por su apoyo incondicional.

A mi esposo e hija por toda la paciencia, comprensión y apoyo durante este largo trayecto.

A las siguientes personas de manera muy especial mis sinceros agradecimientos por su ayuda incondicional en todo momento, mi suegra Sra. Rosario Cordovez, mis cuñadas Gabriela García, Ing. Katherine Ledezma y a mi gran amiga Ing. Geomayra Ledezma mil gracias.

A la Facultad de Ciencias Ambientales de la Gloriosa Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

A los Ingenieros, Norma Guerrero, Edwin Jiménez, Mariela Díaz, Ángel Yépez, Oscar Prieto, Julio Pazmiño, Carolina Tay-Hing, Blgo Juan Pablo Urdánigo y demás docentes que, durante estos 5 años de preparación impartieron sus sabios conocimientos para formarme como profesional, a mis compañeros de aula, en especial a mis grandes amigos, Mayra Zapata, Paola Franco, Karen Alcívar, Andreina Chávez, Xavier Lara y Fred Taranto, con quienes compartí los mejores momentos de esta etapa.

A las Ingenieras Geomayra Ledesma y Katherine Ledesma por su ayuda incondicional y preocupación en todo momento, mil gracias.

Un fraterno y sincero agradecimiento al Ing. Met Jorge Neira Mosquera, por toda su enseñanza, apoyo, tiempo y dedicación para la culminación del presente proyecto de investigación.

A todos ustedes muchas gracias, sin su apoyo y sustento no hubiese sido posible la culminación de esta meta tan anhelada.

DEDICATORIA

Sin duda alguna este proyecto de investigación es dedicado a la Sra. Silvia Lara Barragán, mi MADRE, por ser mi ejemplo y mi guía, por ser quien me impulso y acompaño en cada momento ya sea este bueno o malo, alto o bajo.

A mi Esposo Daniel García por su comprensión, consejos y ayuda para alcanzar la meta propuesta, a mi Adora Hija Danielita por ser mi pilar fundamental y mi fuente de energía para seguir adelante en este proceso de superación.

A mis familiares cercanos que de una u otra manera me han acompañado en cada paso de mi vida.

A mi ángel eterno, por ser mi motivo y ejemplo de lucha, por su legado de amor y superación, mi consejero, mi amigo fiel quien hoy desde el cielo me apoya y jamás me ha abandonado, a ti mi hermano inolvidable Daniel Manobanda Lara.

RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES

La investigación se realizó en el cantón Quinsaloma, Provincia Los Ríos y fue ejecutada en el recinto Los Cerritos, en el estero Cerrito. Se tomaron como muestras 25 viviendas en el sector céntrico y 20 viviendas en la periferia siendo seleccionadas al azar, para la caracterización de los RSU, en los resultados del pesaje de cada muestra se compararon con los valores típicos de humedad propuesta por Tchobanoglous (2005); seguidamente se clasificó en tres grupos de degradación: lenta, rápida y otros valores; finalmente la cantidad de lixiviados presentes en el basurero y su efecto en el afluente del estero “Cerrito”. En los resultados se caracterizaron los RSU en dos sitios de muestreos (centro y periférico) generando de 9.35 y 9.78 k/semana en su orden respectivo; la degradación se establece en el centro, lenta 7.18 K/semana, rápida 16.72 K/semana y otros residuos 4.13 K/semana; para la periferia los residuos de lenta 6.93 K/semana, rápida 15.45 K/semana y otros residuos 6.96 K/semana. Generación per cápita 0,83 centro y 0,80 kg/día periferia, obteniendo en promedio 0,816 kg/día en ambos sitios muestreados. El contenido real (dm^3) de agua de los RSU per cápita en total de 0.16 dm^3 al día entre todos los RSU. La cantidad de lixiviado generado posee un techo de producción en marzo con 4168,7 mm; las características físicas-químicas de los lixiviados en el afluente arrojaron 3,9 OD mg/l pudiendo ocasionar hipoxia con desaparición de organismos y especies sensibles. Los parámetros DBO5, Coliformes Fecales, Coliformes totales, Zinc, Cobre e Hierro exceden la Normativa del TULSMA Acuerdo Ministerial 097 A.

Palabras claves: Residuos sólidos, lixiviado, relleno sanitario, contaminación.

ABSTRACT AND KEYWORDS

The investigation was carried out in the Quinsaloma canton, Los Ríos Province and was executed in the Cerritos enclosure, in the Cerrito estuary. Samples were taken in the central sector 25 and in the periphery 20 for the characterization of the RSU, in the results of the weighing of each sample were compared with the typical values of humidity proposed by Tchobanoglous (2005); It was then classified into three degradation groups: slow, rapid and other values; Finally, the amount of leachate present in the dump and its effect on the affluent of the "Cerrito" estuary. In the results, the MSW were characterized in two sampling sites (center and periphery) generating 9.35 and 9.78 k / week in their respective order; Degradation is set at the center, slow 7.18 K / week, rapid 16.72 K / week and other waste 4.13 K / week; For the periphery the waste is slow 6.93 K / week, fast 15.45 K / week and other waste 6.96 K / week. Generation per capita 0.83 center and 0.80 kg / day periphery, obtaining on average 0.816 kg / day in both sites sampled. The actual water content (dm³) of MSW per capita in total of 0.16 dm³ per day among all MSW. The amount of leachate generated has a production ceiling in March with 4168.7 mm; The physical and chemical characteristics of the leachate in the tributary were 3.9 OD / l and could cause hypoxia with the disappearance of sensitive organisms and species. The parameters DBO₅, Fecal Coliforms, Total Coliforms, Zinc, Copper and Iron exceed the TULSMA Regulations Ministerial Agreement 097 A.

Key words: Solid waste, leachate, landfill, pollution.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido	Página
PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y GESTIÓN DE DERECHO	ii
CERTIFICACIÓN	iii
PRESENTACIÓN DE MIEMBROS DE TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES	vii
ABSTRACT AND KEYWORDS	viii
TABLA DE CONTENIDO	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
CÓDIGO DUBLIN	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPÍTULO I	1
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. Problema de investigación.	2
1.1.1. Planteamiento del problema.	2
1.1.1.1. Diagnóstico.	3
1.1.1.2. Pronóstico.	3
1.1.2. Formulación del problema.	4
1.1.3. Sistematización del problema.	4
1.2. Objetivos.	5
1.2.1. Objetivo General.	5
1.2.2. Objetivos Específicos.	5

1.3.	Justificación.	6
CAPÍTULO II.....		8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE INVESTIGACIÓN.....		8
2.1.	Marco Teórico.....	9
2.1.1.	Relleno sanitario.	9
2.1.2.	Botadero a cielo abierto.	9
2.1.3.	Residuos sólidos.....	9
2.1.3.1.	Clasificación de los residuos sólidos.....	10
2.1.3.1.1.	Según su origen.....	10
2.1.3.1.2.	Según su naturaleza química y su contenido de humedad.....	10
2.1.3.1.3.	Residuos Peligrosos.	11
2.1.3.1.3.1.	Características de los Residuos Peligrosos.	11
2.1.3.2.	Residuos no Peligrosos.....	12
2.1.3.3.	Residuos Biodegradables.	12
2.1.3.4.	Residuos No Biodegradables.	12
2.1.4.	Características de los residuos sólidos.....	12
2.1.4.1.	Físicas.....	12
2.1.4.2.	Químicas.....	13
2.1.4.3.	Biológicas.....	13
2.1.5.	Caracterización de los residuos sólidos.	13
2.1.6.	Contenido de humedad de los residuos sólidos.	13
2.1.7.	Gestión Integral de los residuos sólidos urbanos.	15
2.1.7.1.	Desarrollo Sostenible.	15
2.1.8.	Lixiviados.	16
2.1.8.1.	Características de los lixiviados.	16
2.1.8.2.	Composición de los lixiviados.	16
2.1.8.3.	Agua.	17

2.1.8.3.1.	Calidad del agua.	17
2.1.8.4.	Análisis Multivariante.	17
2.1.8.4.1.	Componentes principales.	18
2.1.8.4.2.	Análisis factorial.	18
2.1.8.4.3.	Análisis de Clúster.	18
2.2.	Marco Referencial.	19
CAPÍTULO III		21
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		21
3.1.	Localización.	22
3.1.1.	Ubicación del área de estudio.	23
3.2.	Tipo de investigación.	23
3.2.1.	Investigación Diagnóstica.	23
3.2.2.	Investigación Descriptiva.	23
3.3.	Métodos de investigación.	23
3.3.1.	Método deductivo.	23
3.3.2.	Método inductivo.	23
3.4.	Fuentes de recopilación.	24
3.5.	Diseño de la investigación.	24
3.6.	Instrumentos de investigación.	24
3.6.1.	Para caracterizar los residuos sólidos urbanos y su contenido de humedad dispuestos en el botadero municipal de Quinsaloma, se procedió de la siguiente manera:	24
3.6.2.	Estimación de la cantidad de lixiviados producidos en el botadero municipal. 27	
3.6.2.1.	Procedimiento:	27
3.6.3.	Análisis de las características físico químicas del lixiviado en el botadero y en el punto de agua más cercano al estero.	29
3.7.	Tratamiento de los datos.	29

3.8.	Recursos humanos y materiales.	32
3.8.1.	Recursos Humanos.....	32
3.8.2.	Recursos Materiales.	33
CAPÍTULO IV		34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		34
4.1.	Resultados	35
4.1.1.	Caracterización de los residuos sólidos urbanos y su contenido de humedad dispuesto en el botadero municipal de Quinsaloma, se procedió de la siguiente manera:	35
4.1.2.	Estimación de la cantidad de lixiviados producidos en el botadero municipal. ...	40
4.1.3.	Análisis de las características físicas químicas de los lixiviados en el efluente del botadero y del afluente al estero Cerrito.	42
4.1.3.1.	Ubicación del área de estudio.....	42
4.1.3.1.	Parámetros físicos - químicos.....	43
4.1.3.2.	Tratamientos de los datos	44
4.2.	Discusión	50
CAPÍTULO V		53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		53
5.1.	Conclusiones.....	54
5.2.	Recomendaciones	55
CAPÍTULO VI		56
BIBLIOGRAFÍA		56
6.1.	Literatura citada.....	57
CAPÍTULO VII.....		62
ANEXOS.....		62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
Tabla 1. Datos típicos del contenido de humedad de los residuos comerciales, domésticos, industriales y agrícolas.	14
Tabla 2. Composición del lixiviado.....	16
Tabla 3. Separación <i>In situ</i> de los RSU.....	26
Tabla 4. Contenido de humedad de los RSU según Tchobanoglous.....	27
Tabla 5. Residuos Sólidos Urbanos según el tipo de degradación.	27
Tabla 6. Parámetros físico – químicos.	29
Tabla 7. Límites permisibles de parámetros físico químicos y biológicos.....	32
Tabla 8. Materiales utilizados.....	33
Tabla 9. Caracterización de los residuos sólidos urbanos de la avenida progreso del cantón Quinsaloma.	36
Tabla 10. Caracterización de los residuos sólidos urbanos de la avenida Raúl Pericles Mestanza del cantón Quinsaloma.	37
Tabla 11. Generación de residuos sólidos urbanos per cápita en Kg/día.	38
Tabla 12. Contenido real de agua de los RSU caracterizados en Quinsaloma.	38
Tabla 13. Cálculo del lixiviado (mm), generado en el botadero municipal.	40
Tabla 14. Ubicación del área de estudio.....	42
Tabla 15. Parámetros físicos – químicos del estero Cerrito, punto 1.	43
Tabla 16. Parámetros físicos – químicos del estero Cerrito, punto 2.	43
Tabla 17. Parámetros físicos – químicos del estero Cerrito, punto 3.	44
Tabla 18. Matriz de correlación.....	44
Tabla 19. Agrupación por factores Rotación Varimax.....	45
Tabla 20. Variables de conglomerados estero Cerrito.....	46
Tabla 21. Límites permisibles de parámetros físico químicos y biológicos del punto 2 del estero Cerrito.	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Mapa base del Cantón Quinsaloma.....	22
Figura 2. Estimación de la cantidad de lixiviado del botadero municipal de Quinsaloma.	41
Figura 3. Ubicación del área de estudio.	42
Figura 4. Sedimentación estero Cerrito	45
Figura 5. Distancia de Malahanobis del estero Cerrito.	46
Figura 6. Dendograma del estero Cerrito.	47
Figura 7. Análisis de regresión del estero Cerrito	48

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
Anexo 1. Normativa Nacional, Acuerdo ministerial 097 ^a	63
Anexo 2. Normativa Nacional, Acuerdo ministerial 097 ^a	64
Anexo 3. Informe de ensayos de los parámetros físico-químicos del estero Cerrito, punto 2.	65
Anexo 4. Identificación de viviendas y recolección <i>IN SITU</i> de los RSU.	68
Anexo 5. Recolección y clasificación de los RSU.	68
Anexo 6. Pesaje de los RSU.	68
Anexo 7. Botadero municipal del cantón Quinsaloma.	69
Anexo 8. Toma de muestras en el punto 1.	69
Anexo 9. Toma de muestra en el punto 2.	69
Anexo 10. Toma de muestra en el punto 3.	70
Anexo 11. Análisis Físicoquímico básico de las muestras en el Laboratorio de la UTEQ.	70

CÓDIGO DUBLIN

Título:	Caracterización de los Residuos Sólidos Urbanos del botadero municipal de Quinsaloma y el efecto que genera el lixiviado en el estero “Cerrito”.
Autor:	Manobanda Lara Karla Dayana
Palabras claves:	Residuos sólidos, lixiviado, relleno sanitario, contaminación.
Fecha de publicación:	Abril, 2017.
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2017.
Resumen:	Resumen: La investigación se realizó en el cantón Quinsaloma, Provincia Los Ríos y fue ejecutada en el recinto Los Cerritos, en el estero Cerrito. Se tomó muestras en el sector céntrico (25) y en la periferia (20) para la caracterización de los RSU, los resultados del pesaje de cada muestra se compararon con los valores típicos de humedad propuesta por Tchobanoglous (2005); seguidamente se clasificó en tres grupos de degradación: lenta, rápida y otros valores; finalmente la cantidad de lixiviados presentes en el basurero y su efecto en el afluente del estero “Cerrito”. En los resultados se caracterizaron los RSU en dos sitios de muestreos (centro y periférico) generando de 9.35 y 9.78 k/semana en su orden respectivo; la degradación se establece en el centro, lenta 7.18 K/semana, rápida 16.72 K/semana y otros residuos 4.13 K/semana; para la periferia los residuos de lenta 6.93 K/semana, rápida 15.45 K/semana y otros residuos 6.96 K/semana. Generación per cápita 0,83 centro y 0,80 kg/día periferia, obteniendo en promedio 0,816 kg/día en ambos sitios muestreados. El contenido real (dm³) de agua de los RSU per cápita en total de 0.16 dm³ al día entre todos los RSU. La cantidad de lixiviado generado posee un techo de producción en marzo con 4168,7 mm; las características físicas-químicas de los lixiviados en el afluente arrojaron 3,9 OD mg/l pudiendo ocasionar hipoxia con desaparición de organismos y especies sensibles. Los parámetros DBO₅, Coliformes Fecales, Coliformes totales, Zinc, Cobre e Hierro exceden la Normativa del TULSMA Acuerdo Ministerial 097 A. Abstract: The investigation was carried out in the Quinsaloma canton, Los Ríos Province and was executed in the Cerritos enclosure, in the Cerrito estuary. Samples were taken in the central sector (25) and in the periphery (20) for the characterization of the RSU, the results of the weighing of each sample were compared with the typical values of humidity proposed by Tchobanoglous (2005); It was then classified into three degradation groups: slow, rapid and other values; Finally, the amount of leachate present in the dump and its effect on the affluent of the "Cerrito" estuary. In the results, the MSW were characterized in two sampling sites (center and periphery) generating 9.35 and 9.78 k / week in their respective order; Degradation is set at the center, slow 7.18 K / week, rapid 16.72 K / week and other waste 4.13 K / week; For the periphery the waste is slow 6.93 K / week, fast 15.45 K / week and other waste 6.96 K / week. Generation per capita 0.83 center and 0.80 kg / day periphery, obtaining on average 0.816 kg / day in both sites sampled. The actual water content (dm³) of MSW per capita in total of 0.16 dm³ per day among all MSW. The amount of leachate generated has a production ceiling in March with 4168.7 mm; The physical and chemical characteristics of the leachate in the tributary were 3.9 OD / l and could cause hypoxia with the disappearance of sensitive organisms and species. The parameters DBO₅, Fecal Coliforms, Total Coliforms, Zinc, Copper and Iron exceed the TULSMA Regulations Ministerial Agreement 097 A.
Descripción:	87 páginas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162
URI:	(en blanco hasta cuando se dispongan los repositorios)

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, los residuos han sido producidos por los seres humanos desde siempre como parte de la vida, todo radica desde que empezaron a convivir en comunidades y aún más en la revolución industrial en la cual existió, la generación incontrolada de residuos. En 1970, se consideró a los residuos como una carga ambiental que estaba provocando severos problemas en el mismo, motivo por el cual en grandes encuentros internacionales como en la Conferencia de Estocolmo en 1972 y luego en ECO 92 en Río de Janeiro esta temática fue considerada como punto emergente a solucionar. (Wilson, 2007; Worrell & Vesilind, 2011, como se citó en Mattos, Gomes y Ribeiro, 2015) (1)

El Ecuador afronta serios problemas ambientales a causa de la contaminación presente por diferentes tipos de contaminantes; los cuales, son generados sin conciencia alguna por el hombre. (Kucharz, 2013 como se citó en Espinosa, 2013) (2). En el censo del año 2010, Ecuador contaba con una población de 14.483.499 millones de habitantes, de los cuales un 77% de hogares eliminaban su basura mediante los carros recolectores y el 23% la eliminaba de otras formas, el servicio de recolección a nivel nacional abarca un promedio de 84.2% en el área urbana y 54.1% en el área rural. El 28% de los residuos son colocados en rellenos sanitarios, mientras que el 72% son dispuestos en botaderos a cielo abierto provocando impactos ambientales de diferentes índoles. Actualmente, en el país la generación de residuos es de 4.06 millones de toneladas métricas al año y una generación per cápita de 0,74 kg. (3)

El cantón Quinsaloma cuenta con un botadero municipal, en el cual, son depositadas 8 toneladas de residuos diarias, la recolección de los residuos en el área urbana es cubierta al 98%, mientras que, en el área rural solo se cubre un 80% de recolección, sin embargo; dicho botadero no cuenta con las debidas condiciones que exige la ley debido a la escasa preocupación por parte de las autoridades en cuanto a esta temática. Cabe recalcar que a 150 m del botadero, se encuentra un afluente de agua el mismo que se ve afectado por los lixiviados que se generan en el botadero municipal; motivo por el cual la importancia de la investigación radicó en conocer el grado de afectación que están causando los lixiviados del botadero al estero Cerrito, de esta manera afectando a los moradores del sector que utilizan el estero aguas abajo para actividades de recreación y como para riego en fincas aledañas al botadero municipal. (4)

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

El cantón Quinsaloma posee una extensión de 312 km², cuenta con 49 recintos y 11 barrios. Tiene un botadero municipal ubicado a 50 km del casco cantonal, de 1,5 Ha que son consideradas como área para el funcionamiento del botadero municipal 1 Ha está siendo utilizada, además es visible que las características del botadero corresponden a un botadero a cielo abierto, convirtiéndose así en un foco de contaminación ambiental altamente perceptible, provocando la proliferación de vectores dañinos como ratas, moscas, aves de rapiña y más.

La recolección de los residuos sólidos se realiza diariamente mediante un cronograma dentro del cual, la recolección es realizada por sectores específicamente proyectados, en el área urbana la recolección es cumplida en un 98% mientras que en el área rural se logra tan solo abarcar con el 80%, dejando un déficit del 22%, el problema es localizado dentro de las instalaciones del botadero municipal desde las malas prácticas de clasificación hasta la disposición final ya que son depositados directamente a las fosas existentes en el lugar. Es necesario recalcar que las fosas no cumplen con ningún tipo de características o mantenimiento dispuesto por las normativas ambientales.

Los tipos de residuos que llegan son de origen doméstico, industrial, hospitalario, agrícola entre otros. No se aplica una clasificación adecuada, esto se da por la escasa preocupación existente en las autoridades ante esta problemática ya que es considerada como la principal causante de los impactos ambientales generados en el lugar.

A 150 metros de distancia del botadero municipal se encuentra un afluente de agua llamada Cerrito, el mismo que se ve afectado por los lixiviados generados por la descomposición de la materia orgánica existente en los residuos sólidos, dichos lixiviados son arrastrados por las aguas lluvias a través de la escorrentía alterando los parámetros físicos, químicos y biológicos del estero cerrito.

1.1.1.1. Diagnóstico.

Quinsaloma cuenta con un 90% de recolección de los residuos sólidos en el área urbana y rural, además tiene como botadero municipal una gran extensión de terreno. Es oportuna para la demanda de desechos generados por los pobladores; sin embargo, existe una mala infraestructura en el botadero, debido a la que la municipalidad no cuenta con un presupuesto óptimo para proceder a realizar las adecuaciones requeridas en el mismo de esta manera poder cumplir con las normas técnicas y ambientales vigentes en el país.

En la zona rural la cobertura de recolección de los residuos sólidos urbanos es del 80%. La eliminación de los residuos de manera tradicional son, la quema, arrojadas en los efluentes de agua más cercanos entre otros, generando así la proliferación de enfermedades dañinas para la salud y el medio ambiente.

Cabe resaltar que existen mancomunidades que brindan toda la asesoría y apoyo necesario para que cada cantón interesado sea participe de los proyectos ambientales vigentes; así como, la generación y aplicación de planes de manejo de residuos sólidos o también la ejecución de planes de cierre y más, con la única finalidad de que estos sirvan como estrategias para poder cumplir con todo lo requeridos ante los entes reguladores del medio ambiente. Ante estas oportunidades se llevaría a cabo el cierre técnico del botadero municipal y la recuperación del ecosistema del sitio.

1.1.1.2. Pronóstico.

La situación posterior del botadero municipal del cantón Quinsaloma al no tener un solución inmediata a las malas condiciones en las que se encuentra, causaría la pérdida total de la flora y fauna del sitio, la compactación del suelo, la destrucción del ecosistema que es poco visible en la actualidad, el estero Cerrito sería totalmente contaminado por los lixiviados que son arrastrados hasta sus aguas mediante la escorrentía; ocasionando así la pérdida del caudal y provocaría que los moradores del sector aguas abajo no puedan utilizar las aguas del estero para riego agrícola y actividades diarias, ya que se generaría como consecuencias efectos negativos hacia la salud y medio ambiente.

Además, sería un foco específico de contaminación y generación de vectores contaminantes como aves de rapiña, roedores y animales característicos de estos lugares, de tal manera que se vería afectada la salud de las personas que habitan en el entorno del botadero. Se seguirá realizando la mala clasificación de los residuos provocando un gran impacto ambiental en la zona, cabe recalcar que la zona es netamente agrícola y las aguas del estero cerrito se une a las aguas del río Los cerritos, el cual es muy frecuentado por personas que realizan actividades de recreación.

También al no efectuarse esta investigación sería imposible la obtención de datos importantes y relevantes para la búsqueda de soluciones al problema ambiental que existe en el botadero municipal, tales como, de qué manera está afectando la inadecuada disposición final y el escaso tratamiento a los residuos sólidos urbanos de Quinsaloma.

1.1.2. Formulación del problema.

¿Cómo influye la recolección de los residuos sólidos urbanos y la generación del lixiviado del botadero municipal de Quinsaloma en la calidad de agua del estero “Cerrito”?

1.1.3. Sistematización del problema.

¿La recolección de los residuos sólidos urbanos es adecuada?

¿La disposición final que reciben los residuos sólidos urbanos cumple con los parámetros establecidos por la ley ambiental vigente?

¿El botadero municipal se encuentra en condiciones óptimas para su debido funcionamiento?

¿El agua del estero Cerrito es apta para ser ocupada en los sistemas de riego agrícolas del sector?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo General.

- Determinar el efecto del lixiviado que se genera en el botadero municipal de Quinsaloma, en el estero “Cerrito”

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Caracterizar los residuos sólidos urbanos y su contenido de humedad, confinados en el botadero municipal;
- Estimar la cantidad de lixiviado producido en el botadero municipal; y,
- Analizar las características físico químicas del punto de agua más cercano al estero.

1.3. Justificación.

En el Ecuador existen leyes y normas de origen técnico; en cuales, se establece el derecho a un ambiente sano, es el caso del artículo 66 de la constitución Nacional, la cual establece “el derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, **saneamiento ambiental**, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios”. (5) En el Plan Nacional del Buen Vivir dentro de su Objetivo 3 “Mejorar la calidad de vida de la población” se establece la siguiente política: “Promover la gestión integral de desechos a través de consorcios y mancomunidades” (6)

La mala disposición final de los residuos generan a partir de la descomposición de estos residuos, lo que ocasiona la alteración de las condiciones naturales del suelo, aire, recursos faunísticos y florísticos del lugar, principalmente las condiciones naturales del agua, debido a la presencia de vertimientos constantes de lixiviados, llegan directamente y de manera dispersa a los cuerpos de agua presentes en la zona, favorecidos por las condiciones topográficas, la acción de las lluvias y la poca infiltración en el suelo, producto de la eliminación de la cubierta vegetal encargada de favorecer este proceso (7).

En las condiciones actuales en las que se encuentra el botadero municipal del cantón Quinsaloma es visible el no cumplimiento de los estándares establecidos en las leyes que rigen esta temática en el país, dando lugar sin duda alguna a la generación de daños al ambiente como afectaciones al aire, suelo, agua, flora, fauna entre otros.

La exposición a los contaminantes generados en los botaderos a cielo abierto, se ha asociado con el desarrollo de diversos efectos negativos, en la salud que incluyen fatiga, somnolencia, alergias, incluso, mal formaciones congénitas y algunos tipos de cáncer, siendo más evidentes estos efectos en el grupo de población más vulnerables, como adultos mayores y niños. (8)

Al realizar esta investigación, se logró determinar la cantidad de lixiviados que se generan en el botadero municipal y sus afectaciones, de esta manera se contribuye con

información a la búsqueda de soluciones inmediatas que deban tomar las autoridades competentes para darle la debida disposición final a los residuos sólidos y también se obtuvo que tanto autoridades como ciudadanía tomen conciencia y sean partícipes en la búsqueda de soluciones para cumplir con las leyes y normas técnicas establecidas en la normativa ambiental nacional para el manejo de los lixiviados en los sitios de deposición final de los desechos sólidos urbanos.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Teórico.

2.1.1. Relleno sanitario.

Es un área técnicamente diseñada para la disposición final de los residuos sólidos, previamente libre de peligro daño o riesgo a la salud pública, de tal manera controlando y mitigando los posibles impactos ambientales que puedan suscitarse. (9)

2.1.2. Botadero a cielo abierto.

Se considera botadero a cielo abierto a aquella área determinada para los residuos sólidos urbanos recolectados en una ciudad, estos residuos son depositados en condiciones inapropiadas, debido a que este botadero no cumple con las características y tecnologías necesarias para su normal funcionamiento, a esto se le suma la falta de controles de orden técnico, sanitario y operativo, el mismo que conlleva a la generación de un sin número de impactos ambientales y lógicamente daños a la salud pública. (10)

Sitio inadecuado de disposición final de residuos sólidos, no posee infraestructura adecuada ni suficiente para dar las condiciones necesarias para una correcta disposición final de los residuos sólidos urbanos. (11)

2.1.3. Residuos sólidos.

Son los residuos desechados que ya han cumplido su tiempo de vida, generalmente son originados en actividades domésticas y comerciales, los mismos que requieren una disposición final adecuada y oportuna. (12)

La O.C.D.E. describe a los residuos sólidos como, “aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo, que no han alcanzado un valor económico en el contexto en el que son producidas. (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, como se citó en Alcaide, A. 2012) (13)

2.1.3.1. Clasificación de los residuos sólidos.

Los residuos sólidos urbanos son los provenientes del proceso y consumo de cualquier tipo de actividad doméstica o comercial, están clasificados de la siguiente manera (14):

2.1.3.1.1. Según su origen.

Los residuos según su origen se clasifican en:

- **Domiciliarios:** Procedentes de las viviendas, limpieza de las calles y veredas, zonas verdes y establecimientos industriales y comerciales, cuando son asimilables a los residuos domiciliarios.
- **Voluminosos:** Por su forma, tamaño, volumen o peso son difíciles de ser recogidos en la recolección convencional.
- **Comerciales:** Surgen de los circuitos de distribución de bienes de consumo.
- **Residuos Sanitarios:** Derivados de actividades sanitarias procedentes de hospitales, clínicas, laboratorios de análisis y establecimientos similares.
- **Construcción y Demoliciones:** Derivados de la construcción reparación o ampliación de viviendas, vías de comunicación, empresas, entre otros.
- **Institucionales:** Producidos en escuelas, hospitales, cárceles y dependencias gubernamentales.
- **Servicios municipales:** Son consecuencia del funcionamiento y mantenimiento de los centros municipales.
- **Industriales:** Son derivados de actividades industriales y deben depositarse en recipientes adecuados.
- **Universales:** Representan un riesgo a la salud y el ambiente, y son generados en los hogares.
- **Agrícolas:** Relacionados con actividades agrícolas, forestales o ganaderos y realizados dentro del perímetro urbano.

2.1.3.1.2. Según su naturaleza química y su contenido de humedad.

Según su naturaleza química y su contenido de humedad se clasifican en (14):

- **Orgánicos:** Residuos de cocina, jardines, podas, arbolado urbano y plazas. Son fácilmente degradables ante la actividad bacteriana.
- **Inorgánicos:** Papel, cartón, vidrio, metal, material poliaclopados, materiales textiles y materiales inertes. Su degradación puede llevar años, integran la cadena de comercialización y reciclaje.

2.1.3.1.3. Residuos Peligrosos.

Llamamos residuos peligrosos a todos aquellos residuos que presenten algunas características como corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que posean agentes infecciosos convirtiéndolo de esta manera en peligroso, así como recipientes, envases y suelos que hubiesen sido contaminados o infectados al momento de transferir dicho residuo a otro lugar de almacenamiento. (9)

2.1.3.1.3.1. Características de los Residuos Peligrosos.

Las características de los residuos peligrosos son (15):

- **Corrosividad:** Característica de un residuo que por acción química cause daños de gravedad en los tejidos vivos que este en contacto.
- **Reactividad:** Característica que presenta un residuo cuando mezclarse con alguna sustancia, elemento, compuesto, o residuos genera vapores, gases, humos tóxicos, poseer entre sus componentes sustancias como cianuros, sulfuros, entre otros.
- **Explosividad:** Es explosivo un residuo cuando en estado líquido o sólido de manera espontánea, por reacción química, pueda desprender gases a una temperatura, presión y velocidad, tales que puedan provocar daños en la salud humana como al medio ambiente.
- **Toxicidad:** Aquel residuo que por su capacidad de causar efectos biológicos indeseables o adversos pueden causar daño a la salud humana y medio ambiente.
- **Infeccioso:** Es considerado infeccioso cuando presenta agentes patógenos, estos son microorganismos tales como bacterias, virus, parásitos, hongos entre otros, los mismos que puedan causar enfermedades en seres humanos y animales.

- **Radiactividad:** Cualquier material que contenga compuestos, elementos o isótopos con una actividad radiactiva por unidad de masa superior a 70 KBq/Kg, capaces de emitir de manera directa e indirecta radiaciones ionizantes.
- **Inflamabilidad:** Característica de un residuo que en presencia de una fuerte ignición, puede arder bajo ciertas condiciones de presión y temperatura.

2.1.3.2. Residuos no Peligrosos.

Es aquel residuo que no experimenta transformaciones físicas, químicas ni biológicas significativas, estos residuos no son combustibles, no son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto. (16)

2.1.3.3. Residuos Biodegradables.

Aquellos restos naturales o químicos que en el ambiente son fácil de descomponer entre ellos encontramos: Vegetales, residuos de alimentos no infectados, papel higiénico, madera, entre otros. (13)

2.1.3.4. Residuos No Biodegradables.

Son aquellos residuos que no se descomponen fácilmente como: desperdicios electrónicos, plásticos, vidrio, metal y baterías. (14)

2.1.4. Características de los residuos sólidos.

2.1.4.1. Físicas.

Entre las características físicas de los residuos encontramos las siguientes (15):

- **Peso específico (kg/m^3):** Relación del peso de los residuos sólidos en función del volumen.
- **Producción per cápita (kg/hab/día):** cantidad generada diariamente por un habitante.

- **Composición gravimétrica (%):** Es el peso porcentual de cada componente en relación con el peso total de los residuos sólidos.
- **Comprensibilidad (%):** reducción de volumen de una masa de residuos sólidos bajo una presión determinada.

2.1.4.2. Químicas.

Entre las características químicas de los residuos encontramos las siguientes (15):

- **Potencial de Hidrogeno (pH):** Grado de acidez o alcalinidad de los residuos.
- **Composición Química (%):** porcentaje de materia orgánica, cenizas, N,C,K,Ca,P, humedad, relación C/N, etc.
- **Poder Calorífico (kcal/kg):** capacidad potencial de calor de un material al ser quemado.

2.1.4.3. Biológicas.

Entre las características biológicas de los residuos encontramos la siguiente (15):

- Microorganismos (bacterias, hongos, virus, etc.), agentes patógenos.

2.1.5. Caracterización de los residuos sólidos.

La caracterización de los residuos sólidos consiste en la determinación de aquellos atributos peculiares que poseen cada residuo por su naturaleza, es decir son separados y clasificados por sus características. (16)

2.1.6. Contenido de humedad de los residuos sólidos.

El contenido de humedad de los residuos sólidos varía según su composición y época del año. (17)

Tabla 1. Datos típicos del contenido de humedad de los residuos comerciales, domésticos, industriales y agrícolas.

TIPOS DE RESIDUOS	CONTENIDO HUMEDAD (%)	
	RANGO	TÍPICO
Domésticos (no compactados)		
Residuos de comida (mezclados)	50 – 80	70
Papel	4 – 10	6
Cartón	4 – 8	5
Plásticos	1 – 4	2
Textiles	6 – 15	10
Goma	1 – 4	2
Cuero	8 – 12	10
Residuos de jardín	30 – 80	60
Madera	15 – 40	20
Vidrio	1 – 4	2
Latas de hojalata	2 – 4	3
Aluminio	2 – 4	2
Otros metales	2 – 4	3
Suciedad, cenizas, etc	6 – 12	8
Cenizas	6 – 12	6
Basuras	5 – 20	15
Residuos de jardines domésticos		
Hojas (sueltas y secas)	20 – 40	30
Hierba verde (suelta y húmeda)	40 – 80	60
Hierba verde (húmeda compactada)	50 – 90	80
Residuos de jardín (triturados)	20 – 70	50
Residuos de jardín (compostados)	40 – 60	50
Urbanos		
En camión compactador	15 – 40	20
En vertedero		
Medianamente compactados	15 – 40	25
Bien compactados	15 – 40	25
Comerciales		
Residuos de comida (húmedos)	50 – 80	70
Aparatos	0 – 2	1
Cajas de madera	10 – 30	20
Podas de árboles	20 – 80	5
Basura (combustible)	10 – 30	15
Basura (no combustible)	5 – 15	10
Basura (mezclada)	10 – 25	15
Construcción y demolición		
Industriales		
Lodos químicos (húmedos)	75 – 99	80
Cenizas volantes	2 – 10	4
Restos de cuero	6 – 15	10
Chatarra metálica (pesada)	0 – 5	-

Chatarra metálica (ligera)	0 – 5	-
Chatarra metálica (mezclada)	0 – 5	-
Aceites, alquitranes, asfaltos	0 – 5	-
Serrín	10 – 40	20
Residuos textiles	6 – 15	10
Madera (mezclada)	30 – 60	25
Agrícolas		
Agrícolas (mezclados)	40 – 80	50
Animales muertos	----	
Residuos de frutas (mezclados)	60 – 90	75
Estiércol (húmedo)	75 – 96	94
Residuos de vegetales	60 – 90	75

Fuente: Tchobanoglous. (2005). (18)

Elaboración: Autora.

2.1.7. Gestión Integral de los residuos sólidos urbanos.

La GIRSU es considerada como el resultado de muchos años de estudio y preparación, desde que se convirtió en un método y gracias a los avances tecnológicos se ha ido mejorando cada vez las técnicas y aplicaciones.

Además de ser un método también está catalogada como un sistema de manejo de dichos residuos, basados en el Desarrollo Sostenible, el mismo que se enmarca bajo su objetivo principal como es la preservación ambiental. (23).

2.1.7.1. Desarrollo Sostenible.

Es aquel desarrollo que busca satisfacer las necesidades de la actualidad sin comprometer de ninguna manera la capacidad de las futuras generaciones al momento de satisfacer sus propias necesidades. (24)

2.1.8. Lixiviados.

Son líquidos generados mediante la liberación excesiva del agua contenida por los residuos sólidos y la percolación de agua pluvial. Son considerados como los principales contaminantes generados en un botadero o relleno sanitario. (25)

También es considerado como aquel líquido que se infiltra mediante los residuos sólidos en descomposición y que extrae materiales sueltos o en suspensión, se forma en el vertedero por el líquido que entra desde fuentes externas. (26)

2.1.8.1. Características de los lixiviados.

Los lixiviados cuentan con características fisicoquímicas, las mismas que dependen estrictamente de una serie de factores como la naturaleza, la cantidad de residuos almacenados, los factores climatológicos, la antigüedad en el lugar y la época del año. (27)

2.1.8.2. Composición de los lixiviados.

Los lixiviados tienen una composición variable y compleja, dando lugar a una clasificación de sus componentes mediante cuatro importantes categorías (27):

Tabla 2. Composición del lixiviado.

CATEGORIAS	PARÁMETROS
Materia orgánica disuelta	DBO
	DQO
Componentes inorgánicos	Cl
	SO ₄ ²⁻
	Ca ²⁺
	Na ⁺
	K ⁺
Metales	Fe
	Cd
	Cr
	Cu

	Pb
	Ni
	Zn
	PAHs
	AOx
Componentes xenobióticos	Fenoles

Fuente: Sancha. (2013). (27)

Elaboración: Autora.

2.1.8.3. Agua.

El agua es una fuente de energía indispensable para todos los seres vivos, siendo de esta manera requerida y utilizada para una diversidad de actividades como agricultura, procesos industriales, consumo humano entre otros. Posee características físicas, químicas y biológicas, que a medida que han pasado los años la calidad del agua ha sido alterada por las grandes contaminaciones que sufren las fuentes de aguas. (28)

2.1.8.3.1. Calidad del agua.

Son las condiciones físicas químicas y microbiológicas en las que se encuentre un cuerpo de agua ya sea en estado natural o después del accionar humano.

La calidad del agua se ve afectada por la influencia de metales, biomasa, nutrientes, toxinas, erosión de la tierra, cenizas de fuego entre otros. Los parámetros principales de la calidad del agua son temperatura, conductividad específica, pH, oxígeno disuelto turbidez, estos pueden ser medidos fácilmente y de esta manera se podrá determinar los posibles impactos que están alterando a la calidad de vida acuática de dicho ecosistema. (29)

2.1.8.4. Análisis Multivariante.

Según Cuadras, el Análisis Multivariante es un segmento de la estadística y del análisis de datos que estudia, analiza, representa e interpreta al observar un número $p > 1$ de variables estadísticas sobre una muestra de n individuos. (30)

Son un conjunto de técnicas estadísticas que paralelamente analizan los múltiples resultados obtenidos bajo la investigación. Todas las variables deben ser aleatorias y relacionadas, para poder obtener mayor facilidad al ser interpretado de manera individual, sirve para representar datos de forma segura, esclarecer la distribución real de diferentes variables, desarrollar modelos de predicción basados en múltiples variables y hallar las relaciones de causa-efecto entre variables. (31)

2.1.8.4.1. Componentes principales.

Es una técnica de síntesis de la información o de la reducción del número de variables, es decir, frente a un sin número de datos con muchas variables presentes, la finalidad será reducirlas a un número menor tratando de perder la menor cantidad de información posible. Los nuevos factores principales constituirán una combinación lineal de las variables originales y serán independientes entre sí. (32)

2.1.8.4.2. Análisis factorial.

Es considerada una técnica de reducción de datos, la cual facilita encontrar grupos homogéneos de variables dentro de un grupo numeroso de variables. Su propósito consiste en buscar el número mínimo de dimensiones capaces de explicar el máximo de información contenida en los datos. (33)

2.1.8.4.3. Análisis de Clúster.

También conocido como análisis de conglomerados, es una técnica estadística Multivariante que tiene como finalidad agrupar variables tratando de obtener la máxima homogeneidad en cada grupo estudiado y lograr la mayor diferencia entre los grupos. (33)

2.2. Marco Referencial.

Según Ledesma, Rubén en su estudio ejecutado en el año 2012, titulado “Estudio y propuesta de un plan de cierre técnico para el botadero de basura San José del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Archidona, en el cantón Archidona, provincia de Napo” menciona que un botadero de basura es un área de disposición final de residuos sólidos sin control, en la cual, dichos residuos se arrojan sobre el suelo o se entierran sin tomar en cuenta los procedimientos técnicos de un relleno sanitario. En cualquier caso, ocasionan impactos ambientales adversos especialmente sobre el suelo, el agua, el paisaje y la comunidad vecina. (34)

Lo que concluye López, Diego en su estudio titulado “Diagnóstico, caracterización y propuesta de tratamiento de los lixiviados generados en el relleno sanitario de la ciudad de Ambato”, realizado en el año 2011 es que el lixiviado de rellenos sanitarios es uno de los principales contaminantes de fuentes de agua, tanto superficiales como subterráneas, y constituye un factor de preocupación teniendo en cuenta que, a la fecha, no existen rellenos sanitarios estrictamente adecuados. (35).

El estudio sobre las determinantes de análisis de costes de los residuos sólidos municipales en las capitales estatales de Brasil realizado por Waldecy Rodrigues , Luiz Norberto Lacerda Magalhães Filho , Regiane dos Santos Pereira (2015), tiene como objetivo analizar y discutir los factores que influyen de manera directa en el costo que conlleva realizar la caracterización de los residuos sólidos urbanos; además en esta investigación utilizaron un modelo multivariado econométrico obteniendo como resultados que el costo de la caracterización depende del modo que se lleve a cabo la gestión de los residuos, se resalta que los municipios son los encargados en todo sentido de ejecutar la mejor gestión integral de los residuos sólidos que se generen dentro de su ciudad. (36).

Lo referente a la investigación de Márquez Benavides Liliana, Sánchez Yáñez Juan Manuel (2014), sobre la Evaluación del Índice de Contaminación de Lixiviados de Relleno Sanitario y Efecto fitotóxico en la Germinación y Plántula de *Phaseolus vulgaris* L. es el manejo integral de residuos sólidos urbanos (RSU) incluye el manejo

de su lixiviado (LX), un efluente producto de la degradación de la fracción orgánica de los RSU, con su humedad y agua de lluvia.

EL LX contamina áreas circunvecinas del sitio de disposición como, agua, suelo y los vegetales adyacentes. Una herramienta para medir el potencial de contaminación de un LX es el Índice de contaminación de lixiviados (ICL), propuesto por Kummar & Alappat (2005), que utiliza 18 parámetros para calcular un valor numérico entre 5-100, donde 100 es el máximo valor de contaminación. Este valor compara LX de distintos sitios y edades, para su tratamiento, sin embargo, se desconoce si el ICL se relaciona con el efecto fitotóxico de un LX en una planta blanco.

El objetivo de este trabajo fue determinar el ICL de dos lixiviados y comparar su efecto en *Phaseolus vulgaris* L (frijol común). Así se realizó una investigación a escala invernadero con las variables respuesta: porcentaje de germinación de su semilla y fenología de *P.vulgaris* L a nivel de plántula tratada con distintas concentraciones de un LX de Guanajuato (GTO) y de Toluca (TOL). Los resultados indicaron que un valor del ICL mayor del LX de GTO (34.8) no causó el mayor efecto fitotóxico en *P. vulgaris*, aunque este bioensayo con el ICL podría ser otra herramienta completaría para medir el potencial contaminante de un LX en el ambiente. (37)

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Ubicación del área de estudio.

La investigación fué realizada en el recinto Los Cerritos perteneciente al cantón Quinsaloma, en el estero denominado Cerrito. El área de estudio presenta características poco naturales debido a los efectos causados por la presencia y malas condiciones del botadero municipal de este cantón.

3.2. Tipo de investigación.

3.2.1. Investigación Diagnóstica.

La presente técnica de investigación fué realizada mediante la observación directa en el campo, misma que facilito, el registro y el análisis de la información obtenida del área de estudio en un diagnóstico que fué distribuido en las etapas de clasificación de los RSU del botadero municipal de Quinsaloma y el análisis de las características físico químicas del lixiviado que afecta al estero Cerrito.

3.2.2. Investigación Descriptiva.

Es aquella que describe de modo sistemático todas las características de una población o lugar como sus costumbres, actividades, procesos y más.

3.3. Métodos de investigación.

3.3.1. Método deductivo.

Este método tiene como finalidad deducir por medio del razonamiento lógico varias suposiciones; parte de lo verdadero previamente establecidos como principios generales, para después ser ejecutados en casos individuales y así poder cumplir su validez. (40)

3.3.2. Método inductivo.

La inducción parte de lo particular a lo general, es empleado cuando de la observación de hechos particulares se obtienen proposiciones general; es decir, parte desde proceso

mental que consiste en inferir algunos casos particulares regidos por una ley y que sirve para todos los de una misma especie. (40)

3.4. Fuentes de recopilación.

La recopilación de la información de este proyecto de investigación fue a partir de fuentes secundarias mediante libros, revistas e informes sobre temas de caracterización de los RSU, gestión integral de los residuos sólidos urbanos y todo lo referente a lixiviados; considerando también que se utilizaron fuentes primarias, mediante la observación directa de todo el proceso de recolección y disposición final de los residuos sólidos urbanos del cantón Quinsaloma y realizando una entrevista al encargado del botadero municipal sobre la situación actual del botadero.

3.5. Diseño de la investigación.

Se realizó la observación de los sujetos a ser estudiados en su ambiente natural; es decir, se efectuó la investigación no experimental o *expost-facto*, la misma consiste en la no manipulación de las variables o la asignación aleatoria de los sujetos a estudiar o sus condiciones naturales. (41)

3.6. Instrumentos de investigación.

3.6.1. Para caracterizar los residuos sólidos urbanos y su contenido de humedad dispuestos en el botadero municipal de Quinsaloma, se procedió de la siguiente manera:

Se determinó el tamaño de la muestra tomando en cuenta la totalidad de habitantes de la cabecera cantonal, la ecuación utilizada para tal fin es:

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2 (N-1) + Z^2 \sigma^2}$$

El tamaño de la muestra (42) para la avenida Progreso ubicada en el sector céntrico de Quinsaloma se obtuvo lo siguiente:

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2 (N-1) + Z^2 \sigma^2}$$

$$n = \frac{1.96^2 0.5^2 27}{0.05^2 (27-1) + 1.96^2 0.5^2} ;$$

$$n = \frac{(3.84) (0.25) (27)}{0.0025 (26) + 3.84 (0.25)} ;$$

$$n = \frac{(25.92)}{0.065 + 0.96} ;$$

$$n = \frac{25.92}{1.03} ;$$

$$n = 25$$

Mientras que en la avenida Raúl Pericles Mestanza que representa al sector periférico los datos obtenidos como tamaño de muestra fueron:

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2 (N-1) + Z^2 \sigma^2}$$

$$n = \frac{1.96^2 0.5^2 21}{0.05^2 (21-1) + 1.96^2 0.5^2} ;$$

$$n = \frac{(3.84) (0.25) (21)}{0.0025 (20) + 3.84 (0.25)} ;$$

$$n = \frac{(20.16)}{0.05 + 0.96} ;$$

$$n = \frac{21.12}{1.01} ;$$

$$n = 20$$

Dónde:

n =Tamaño de la muestra.

N =Tamaño de la población.

σ =Desviación estándar de la población, valor constante de 0,5.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,96.

e = Límite aceptable de error maestro, su valor % (0,05).

De acuerdo al número de familias determinadas como muestra, se repartieron fundas plásticas de diferentes colores con la finalidad de proceder a la clasificación de los RSU *in situ*; para el efecto las muestras se tomaron en el sector céntrico avenida El Progreso y en la parte periférica de Quinsaloma en la avenida Raúl Pericles Mestanza. Cada vivienda se identificó con una etiqueta mientras duró el proceso de separación de residuos. El resultado del pesaje de cada muestra se comparó con los valores típicos de humedad propuesta por Tchobanoglous (2005) que se presenta en la tabla 1.

Tabla 3. Separación *In situ* de los RSU.

Color	Contenido
Verde	Material orgánico
Negro	Material No Reciclables
Azul	Material Reciclables

Elaboración: Autora.

El muestreo se realizó durante tres semanas; cada funda fue revisada en su contenido y pesada en una báscula.

El contenido de humedad de los RSU es muy variable (43) generalmente se expresa de dos formas: en base al peso húmedo y en base al peso seco del material. El método en base al peso húmedo se emplea con mayor frecuencia en la gestión de residuos sólidos. El método peso – húmedo se expresa de la siguiente forma:

$$M = \frac{w - d}{w} \cdot 100$$

Dónde:

M = Contenido de humedad, porcentaje.

w = Peso inicial de la muestra según se entrega (kg).

d = Peso de la muestra después de secarse.

La clasificación de los RSU de acuerdo al grado de degradabilidad, así como los pesos: húmedo y seco y el porcentaje (%) de contenido de humedad.

Tabla 4. Contenido de humedad de los RSU según Tchobanoglous.

COMPONENTE	BIODEGR ADACI3N RÁPIDA	BIODEGR ADACI3N LENTA	PESO HÚMEDO (KG)	PESO SECO (KG)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
Residuos de comida					70,0
Papel					5.88
Residuos de frutas y vegetales					75.0
Cart3n					5.0
Residuos de jard3n					64.86
Textiles					10.0
Goma					0.0
Cuero					20.0
Madera					20.0
Plásticos*					14.3

Fuente: adoptado de Tchobanoglous (2005) (18)

Elaboraci3n: Autora.

Los residuos s3lidos se clasificaron en 3 grupos: Degradaci3n lenta, Degradaci3n r3pida y otros; los valores se colocaron en una tabla tal como la que se muestra a continuaci3n:

Tabla 5. Residuos S3lidos Urbanos seg3n el tipo de degradaci3n.

AVENIDA EL PROGRESO (PESO DE RSU EN KG)										
Viviendas	SEMANA 1			SEMANA 2			SEMANA 3			Suma
	D.L	D.R	OT	D.L	D.R	OT	D.L	D.R	OT	
1										
2										
3										

Elaboraci3n: Autora.

3.6.2. Estimaci3n de la cantidad de lixiviados producidos en el botadero municipal.

3.6.2.1. Procedimiento:

- Reconocimiento y delimitaci3n del 3rea de estudio:

Se visitó el botadero municipal con la finalidad de verificar el proceso de confinamiento de RSU. El propósito final fue determinar la cantidad de lixiviado producido en el mismo por medio del balance hídrico (método indirecto),

b). El método de balance hídrico,

El método propuesto engloba la información climatológica histórica de los siguientes parámetros: temperatura del aire en °C; y, precipitación pluvial en mm. (25)

c). La evapo-transpiración real (mm) del área del vertedero,

Se determinó de acuerdo a la fórmula propuesta por Ivanov: La fórmula empírica propuesta por Ivanov, relaciona la suma mensual de la precipitación (P) en mm.; y, la temperatura media mensual (t) en °C y la humedad relativa mediante la siguiente expresión:

$$EP = 0.0018 * (25 + t)^2 * (100 - HR)$$

Dónde:

t = temperatura media mensual del aire en °C;

HR= humedad relativa en %;

0.018= Coeficiente empírico.

Para determinar la cantidad de lixiviado (44) generado como resultado de la descomposición de la materia se utilizó la ecuación de Tenn et al. (1975), cuya expresión es:

$$L = PP - ETP - Ds$$

Dónde:

L = lixiviado generado en mm

PP = Precipitación anual en mm

ETP = Evapotranspiración potencial o real

Ds = Desagüe superficial (Escorrentía).

3.6.3. Análisis de las características físico químicas del lixiviado en el botadero y en el punto de agua más cercano al estero.

La caracterización del afluente y el efluente, se realizó de acuerdo a lo que establece el “Stantard Methods”, se tomaron dos muestras semanales, durante tres semanas que duró la fase de campo, los parámetros medidos fueron los siguientes: oxígeno disuelto (OD), conductividad eléctrica (CE), sólidos totales disueltos (STD), potencial de hidrogeno (pH), temperatura del agua (t°C), y turbidez; estos parámetros físico-químicos básicos fueron medidos en el laboratorio de suelos y agua de la UTEQ; el análisis de los parámetros: DBO5, coliformes fecales, coliformes totales, cadmio, zinc, cobre, hierro y, nitratos se efectuarán en el laboratorio acreditado del Grupo Químico Marcos de la ciudad de Guayaquil.

Tabla 6. Parámetros físico – químicos.

FECHA	COORDENADAS UTM		OD (mg/l)	CE (μS/cm)	STD (u)	pH	TEMP °C	TURBIDEZ (FNU)
	X	Y						
	680692	9867210						
24/01/2017								
26/01/2017								
31/01/2017								
02/02/2017								
07/02/2017								
09/02/2017								
PROMEDIO								
NORMATIVA ACUERDO 097			No menor a 5 mg/l	No aplica	----	6,5 -9	Cond. Naturales +3 máxima 32°	Cond. Naturales + 5%

Elaboración: Autora.

3.7. Tratamiento de los datos.

▪ Análisis de componentes principales:

El ACP construye una transformación lineal que escoge un nuevo sistema de coordenadas para el conjunto original de datos en el cual la varianza de mayor tamaño

del conjunto de datos es capturada en el primer eje (llamado el primer componente principal), la segunda varianza más grande es el segundo eje, y así sucesivamente. Para construir esta transformación lineal debe construirse primero la matriz de covarianza o matriz de coeficientes de correlación. Debido a la simetría de esta matriz existe una base completa de vectores propios de la misma.

La transformación que lleva de las antiguas coordenadas a las coordenadas de la nueva base es precisamente la transformación lineal necesaria para reducir la dimensionalidad de datos. Además, las coordenadas en la nueva base dan la composición en factores subyacentes de los datos iniciales.

La distancia de Mahalanobis entre dos variables aleatorias con la misma distribución de probabilidad $\vec{x}$ y $\vec{y}$ con matriz de covarianza Σ se define como:

$$d_m(\vec{x}, \vec{y}) = \sqrt{(\vec{x} - \vec{y})^T \Sigma^{-1} (\vec{x} - \vec{y})}.$$

a) Transformación de variables

Se utilizó la siguiente ecuación:

$$X = \frac{x_{ij} - \bar{x}_i}{\sqrt{N\sigma_j}}.$$

b) Vector característico

$$R = V L V'$$

Dónde:

R = Matriz de correlación

V = Matriz de vectores característicos

L = Matriz diagonal de valores característicos

d) Valor característico

Los valores característicos son las varianzas de los componentes principales:

$$Z = A Y$$

- **Análisis factorial;**

El Modelo del análisis factorial es:

$$X = \alpha + L F + e$$

Dónde:

X es el (p x 1) vector de medidas;

α es el (p x 1) vector de medias;

L es una matriz inicial (p x m);

F es un (m x 1) vector de factores comunes; y,

e es un (p x 1) vector de residuos.

Aquí, p representa el número de mediciones y m representa el número de factores comunes. La matriz de covarianza es igual a:

$$\text{Cov}(X) = L L' + \beta$$

Dónde:

L es la (p x m) matriz inicial;

β es una (p x p), matriz de varianzas de residuos.

- **Análisis de cluster:**

$$d_{mj} = \frac{N_k d_{kj} + N_l d_{lj}}{N_m}$$

Dónde:

N_k, N_l, N_m = Número de Observaciones en los conglomerados k, l, m.

Los resultados de los parámetros: DBO5, coliformes fecales, coliformes totales, cadmio, zinc, cobre, hierro; serán comparados con los valores establecidos en el acuerdo ministerial 097-^a, anexo 1.

Tabla 7. Límites permisibles de parámetros físico químicos y biológicos.

Parámetro	U. Medida	TULSMA
DBO5	mg/l	20
C. Fecales	NMP/100 ml	1000
C. C. Totales	NMP/100 ml	-----
Cadmio	mg/l	0,001
Zinc	mg/l	0,03
Cobre	mg/l	0,005
Nitratos	mg/	13
Hierro	mg/l	0,3

Fuente: Acuerdo ministerial (45)

Elaboración: Autor

3.8. Recursos humanos y materiales.

3.8.1. Recursos Humanos

Dentro de los recursos humanos se contó con la contratación de los servicios del laboratorio químico Marcos con acreditación N° OAE LE 2C 05-001 LABORATORIO DE ENSAYOS de la ciudad de Guayaquil, quienes realizaron los análisis químicos de las muestras correspondientes; también con la impartición de información del Ing. Jorge Veloz Lucio jefe del departamento de gestión ambiental del GAD Municipal de Quinsaloma.

3.8.2. Recursos Materiales.

Tabla 8. Materiales utilizados.

De Oficina	De Campo	De Laboratorio
Bolígrafos	Botas	Agua destilada
Flash Memory	Cámara fotográfica	Alcohol
Hojas A4	GPS	Conductivimetro
Impresora	Guantes de látex	Guantes
Ordenador	Machete	Oxímetro
	Libreta de campo	Piceta
	Recipientes esterilizados	Potenciómetro
		Recipiente
		Termómetro
		Los análisis de los parámetros químicos fueron realizados en las instalaciones del Laboratorio Acreditado del Grupo Químico Marcos de la ciudad de Guayaquil.

Elaboración: Autora.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Caracterización de los residuos sólidos urbanos y su contenido de humedad dispuesto en el botadero municipal de Quinsaloma, se procedió de la siguiente manera:

Se aplicó la fórmula del tamaño de la muestra en dos sectores del cantón, para la avenida Progreso ubicada en el sector céntrico de Quinsaloma se obtuvo como muestra 25 viviendas; mientras que en la avenida Raúl Pericles Mestanza que representa al sector periférico los datos obtenidos como tamaño de muestra fueron 20 viviendas, las mismas que fueron escogidas al azar.

El tamaño de la muestra fué aplicado para la ejecución ordenada de la clasificación *IN SITU* de los Residuos Sólidos Urbanos del cantón Quinsaloma.

En las siguientes tablas se muestra los datos obtenidos de la caracterización por sector de estudio, la recolección, clasificación y pesaje tuvo una duración de tres semanas.

Tabla 9. Caracterización de los residuos sólidos urbanos de la avenida progreso del cantón Quinsaloma.

CARACTERIZACIÓN DE LOS RSU DE LA AVENIDA EL PROGRESO (PESO DE RSU EN KG)										
VIVIENDAS	SEMANA 1			SEMANA 2			SEMANA 3			SUMA
	DEGRADACIÓN	DEGRADACIÓN	OTROS	DEGRADACIÓN	DEGRADACIÓN	OTROS	DEGRADACIÓN	DEGRADACIÓN	OTROS	
	LENTA	RÁPIDA		LENTA	RÁPIDA		LENTA	RÁPIDA		
1	4,78	19,60	3.14	3.20	14,67	2,15	2,75	12,49	2,10	58,54
2	4,50	17,48	2.50	4,35	16,47	3,00	4,00	16,65	2.56	66,45
3	5,58	18,76	3.17	5.07	17,69	3,38	4,87	17,36	3,05	70,69
4	9,67	21,17	5,29	7,92	20,71	4,66	9,32	21,61	5,32	105,65
5	4,55	19,79	4,00	4,60	20,15	4,10	4,28	19,65	3,98	85,10
6	3,98	18,58	3,67	3,50	18.07	3,45	3,17	18.04	2,96	39,31
7	7,20	15,27	3,97	6,20	14,75	3,17	5,35	12,63	2,96	71,50
8	5,78	14,37	3,68	5,08	12,97	3,16	5,69	13,65	3,47	67,85
9	6,78	13,98	3,45	5,38	14,22	3,08	6,47	14,78	3,58	71,72
10	4,28	12,53	2,37	4,87	13,45	2,38	5,45	13,04	2,95	61,32
11	8,55	21,00	5,14	7,64	19,89	4,53	8,67	20,61	5,10	101,11
12	6,49	14,82	3,83	5,64	13,86	3,17	5,52	13,14	3,22	69,68
13	7,53	19,94	4,28	7,69	20,38	3,96	8,21	19,61	4,56	96,16
14	5,53	13,26	2,91	5,13	13,84	2,73	5,96	13,91	3,27	66,52
15	5,88	14,82	3,83	5,64	13,86	3,17	5,52	13,14	3,22	69,06
16	5,62	13,65	3,14	5,25	13,84	2,84	5,85	13,72	3,25	67,16
17	5,70	14,04	3,37	5,38	13,85	2,95	5,74	13,53	3,24	67,79
18	8,47	20,67	4,82	7,95	20,77	4,31	8,72	20,48	4,87	101,05
19	9,17	21,36	5,41	7,77	20,08	4,70	8,93	21,04	5,26	103,71
20	8,73	21,84	5,51	8,33	20,78	4,64	8,39	19,90	4,84	102,96
21	12,83	31,58	7,58	12,11	31,16	6,63	12,92	30,43	7,29	152,53
22	10,07	24,96	6,12	9,55	24,24	5,27	9,94	23,48	5,66	119,27
23	8,51	20,86	4,94	8,01	20,77	4,37	8,67	20,38	4,87	101,37
24	9,64	24,79	5,97	9,49	24,05	5,15	9,63	22,95	5,49	117,14
25	8,47	20,67	4,82	7,95	20,77	4,31	8,72	20,48	4,87	101,05
SUMA	178,26	469,76	98,07	155,42	437,19	95,24	172,71	428,64	99,36	2134,66
PROMEDIO	7,13	18,79	4,46	6,76	18,22	3,81	6,91	17,86	4,14	9,78
SEMANAL		746,10			687,852			700,71		

Elaboración: Autora.

De la tabla 9 se desprende que el promedio general semanal de generación de RSU en la avenida El Progreso es de 9.78 k/semana; los residuos de degradación lenta tienen un promedio de 7.18 K/semana; los de degradación rápida tienen un promedio de 16.72 K/semana y otros residuos un promedio de 4.13 K/semana.

Tabla 10. Caracterización de los residuos sólidos urbanos de la avenida Raúl Pericles Mestanza del cantón Quinsaloma.

CARACTERIZACIÓN DE LOS RSU DE LA AVENIDA RAÚL PERICLES MESTANZA (PESO DE RSU EN KG)										
VIVIENDAS	SEMANA 1			SEMANA 2			SEMANA 3			SUMA
	DEGRADACIÓN LENTA	DEGRADACIÓN RÁPIDA	OTROS	DEGRADACIÓN LENTA	DEGRADACIÓN RÁPIDA	OTROS	DEGRADACIÓN LENTA	DEGRADACIÓN RÁPIDA	OTROS	
1	3,09	13,96	2,98	6,87	14,37	3,65	6,08	15,23	3,24	69,47
2	4,34	17,58	3,56	3,95	15,97	3,07	4,02	16,78	3,26	72,53
3	5,92	12,57	2,45	5,25	12,88	3,18	5,40	12,54	3,01	63,20
4	4,76	14,56	2,87	5,98	13,65	3,25	5,45	12,94	3,04	66,50
5	6,79	15,85	3,84	5,87	14,65	3,27	4,73	14,35	3,15	72,50
6	7,49	18,34	5,97	5,92	16,75	4,38	5,28	15,06	4,22	83,41
7	5,93	10,48	3,23	5,48	10,39	3,08	5,31	10,11	2,94	51,02
8	6,28	11,59	3,49	5,60	10,58	3,09	5,49	10,89	2,89	59,90
9	5,55	9,34	2,80	5,92	10,97	2,98	5,65	10,45	2,04	55,70
10	7,39	13,76	3,39	6,58	11,40	3,01	6,08	11,94	3,55	67,10
11	7,30	23,87	4,79	6,58	22,41	4,66	6,72	23,05	4,77	104,13
12	8,30	19,85	3,89	8,24	19,71	4,81	8,13	19,01	4,53	96,45
13	8,51	15,63	4,03	8,55	17,41	4,57	8,35	16,72	3,55	87,30
14	9,98	18,47	5,19	8,89	16,28	4,60	8,53	16,86	4,67	93,45
15	11,04	25,69	5,78	9,87	22,61	5,34	9,44	23,47	5,93	119,17
16	9,75	22,14	5,07	8,50	21,09	4,86	7,43	20,62	4,66	104,10
17	10,63	24,14	7,72	8,72	22,04	5,93	8,03	20,51	5,67	113,36
18	10,27	23,01	7,37	8,88	22,24	5,87	8,11	20,29	5,24	111,26
19	9,62	19,45	4,15	8,54	18,58	4,69	8,44	18,51	4,79	96,75
20	8,51	15,63	4,03	8,55	17,41	4,57	8,35	16,72	3,55	87,30
SUMA	145,51	345,89	86,56	142,72	331,38	82,84	135,01	326,04	78,67	1674,60
PROMEDIO	7,66	17,29	4,33	7,14	16,57	4,14	6,75	16,30	3,93	9,35
SEMANAL		577,96			556,93			539,71		

Elaboración: Autor.

De la tabla 10 se desprende que el promedio general semanal de generación de RSU en la avenida Raúl Pericles Mestanza es de 9.35 k/semana; los residuos de degradación lenta tienen un promedio de 6.93 K/semana; los de degradación rápida tienen un promedio de 15.45 K/semana y otros residuos un promedio de 6.96 K/semana.

Con los datos de las tablas 9 y 10 se construyó la tabla 11, asumiendo que cada familia (domicilio), está compuesta por 5 personas.

Tabla 11. Generación de residuos sólidos urbanos per cápita en Kg/día.

Generación de Residuos per cápita en Kg/día				
SITIO	D-LENTA	D-RÁPIDA	OTROS	TOTAL
Av. Progreso	0,198	0,441	0,199	0,83
Av. Raúl Pericles	0,205	0,478	0,118	0,80
TOTAL	0,40	0,92	0,32	1,63
PROMEDIO	0,202	0,460	0,159	0,816

Elaboración: Autor.

El promedio obtenido en la tabla 11 es de 0.816 corresponde a la generación per/cápita, lo que en promedio genera cada persona en un día.

Tabla 12. Contenido real de agua de los RSU caracterizados en Quinsaloma.

COMPO	BIODE	BIODEGR	MUEST	MUEST	PROMED	CONTEN	CONTE
NENTE	GRADA	ADACIÓN	RA 1	RA 2	IO	IDO DE	NIDO
	CIÓN	LENTA	(KG/día)	(KG/día)	K/día	HUMEDA	REAL
	RÁPID					D	DE
	A					(TÍPICO	AGUA
						%)	(dm³)
Residuos							
de	sí		0.12	0.13	0.13	70,0	0.09
comida							
Papel	sí		0.07	0.07	0.07	5.88	0.00
Cartón	sí		0.13	0.14	0.14	5.0	0.01
Textiles		sí	0.04	0.04	0.04	10.0	0.00
Goma- espuma		sí	0.03	0.03	0.03	0.0	0.00
Cuero		sí	0.06	0.06	0.06	20.0	0.01
Residuos de jardín		sí	0.02	0.02	0.02	64.86	0.02

Madera	sí	0.12	0.12	0.12	20.0	0.02
Plásticos		-	-	-	2	-
TOTAL		0.59	0.63	0.61	195.74	0.16

Elaboración: Autor.

*El Plástico no se tomó en cuenta por cuanto es recogido por los recicladores.

El contenido de agua de la generación per/cápita es de 0.16 dm³/persona/día; tomando en cuenta que se genera un total de 8 toneladas/día (lo que ingresa al vertedero), tenemos que el contenido de agua total es de 1.561,12 dm³, o 1.56 m³/día.

4.1.2. Estimación de la cantidad de lixiviados producidos en el botadero municipal.

Tabla 13. Cálculo del lixiviado (mm), generado en el botadero municipal.

MESES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Septi	Oct	Nov	Dic	SUMA	PRO
TEMPERATURA	25,5	25,7	26,2	26,2	25,6	24,5	23,9	23,8	24,5	24,6	25,0	25,4	301,0	25,1
HUMEDAD RELATIVA	84	86	85	85	86	87	85	84	80	78	77	79	997,1	83,1
EP	72,62	64,16	70,02	68,49	62,76	59,08	63,21	69,79	86,31	95,83	105,06	97,70	915,0	76,3
PP	386,6	464,9	486,6	450,7	207,7	35,4	20,1	7,0	12,0	11,7	23,1	104,7	2210,5	184,2
PP-ETP	314,0	400,7	416,6	382,2	145,0	-23,7	-43,1	-62,8	-74,3	-84,1	-82,0	7,0	1295,4	
Agua que ingresa al vertedero en m³	3140,0	4007,2	4165,7	3821,9	1449,5	0,0	0,0	0	0	0	0	70,2	16654,5	
Lixiviado de RSU	48.36	48.36	48.36	48.36	48.36	48.36	48.36	48.36	48.36	48.36	48.36	48.36		
Lixiviado + agua que ingresa	3188.3	4050.9	4214.1	3870.3	1497.9	48.4	48.4	48.4	48.4	48.4	48.4	118.5	17230.1	

Elaboración: Autora

Simbología:

HR .- Humedad relativa(%);

EP.- Evaporación potencial (mm);

PP.- precipitación (mm)

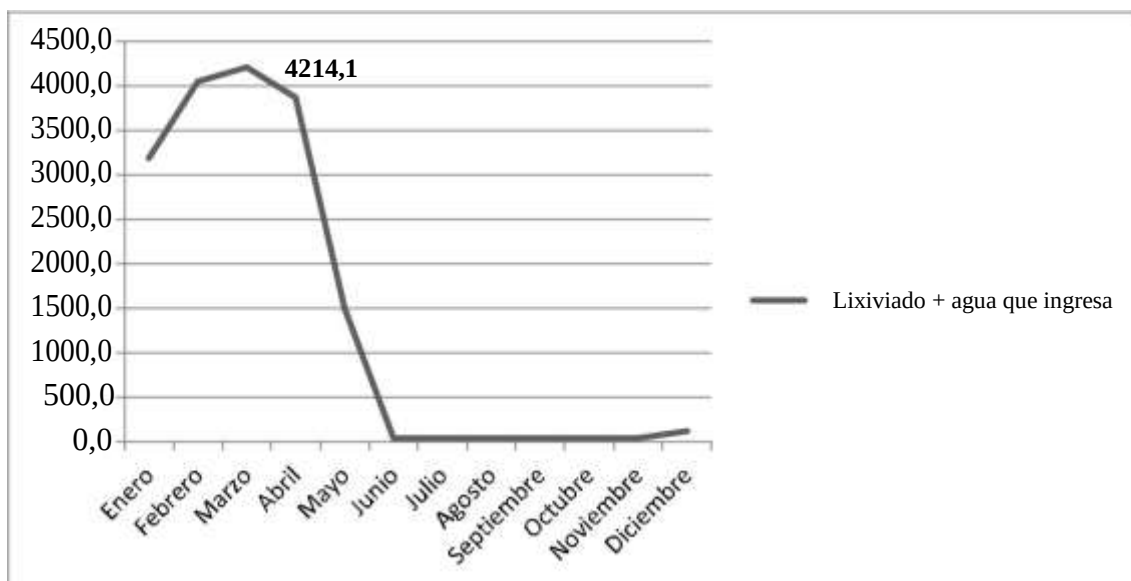


Figura 2. Estimación de la cantidad de lixiviado del botadero municipal de Quinsaloma.
Elaboración: Autora.

De la tabla 13 y la figura 2 se desprende que el aporte de lixiviado + agua que ingresa en el año es variable, denotando que en la época lluviosa comprendida de diciembre a marzo se genera los valores más altos, siendo un pico de producción el último mes con 4214.1 m³, mientras tanto en la época seca comprendida desde junio a noviembre no se registraron valores. Como consecuencia de aquello en la época lluviosa la contaminación es alta debido al agua lluvia que lava el lixiviado y disminuye su concentración, pero en época seca el lixiviado emigra a la afluyente del estero Cerrito con mayor intensidad.

4.1.3. Análisis de las características físicas químicas de los lixiviados en el efluente del botadero y del afluente al estero Cerrito.

4.1.3.1. Ubicación del área de estudio.

Tabla 14. Ubicación del área de estudio.

PUNTOS DE MUESTREOS	COORDENADAS		Condiciones
	X	Y	
Punto 1 = aguas arriba del botadero	680581	9867281	Poca presencia de actividades antropogénicas
Punto 2 = Botadero municipal	680692	9867210	Mayor acercamiento con el botadero municipal
Punto 3 = aguas abajo del botadero	681304	9866988	Integración de una fuente de agua

Elaboración: Autora.

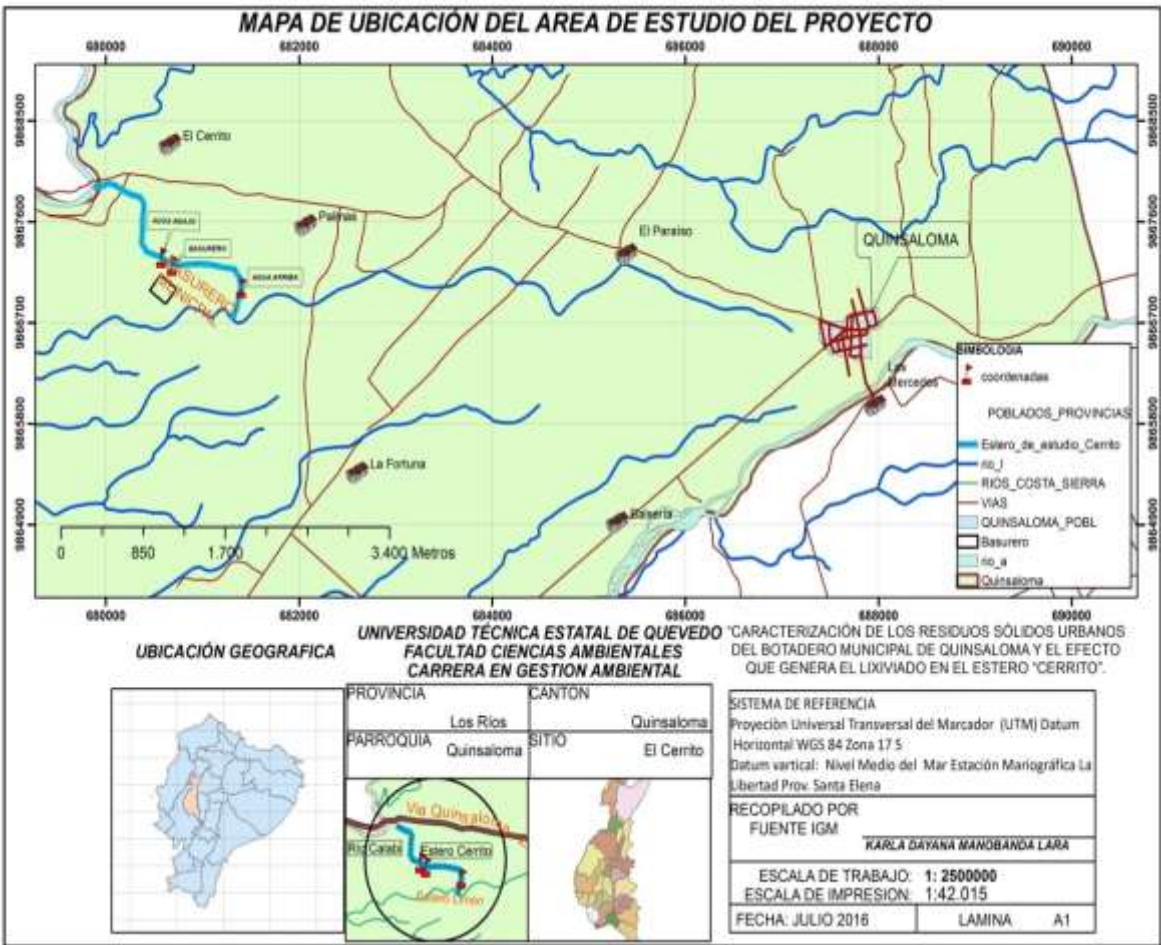


Figura 3. Ubicación del área de estudio.
Fuente: GEOPORTAL IGM (2015) (39)

Elaboración: Autora.

4.1.3.1. Parámetros físicos - químicos

Tabla 15. Parámetros físicos – químicos del estero Cerrito, punto 1.

FECHA	COORDENADAS		OD	CE	STD	pH	TEMP	TURBIDEZ
	UTM		(mg/l)	(µS/cm)	(ppm)		°C	(FNU)
	X	Y						
	680581	9867281						
24/01/2017			5,52	143,19	72	6,50	20,58	6,57
26/01/2017			5,46	97,09	48,87	6,65	25,51	2,04
31/01/2017			5,36	106,85	60,45	6,48	24,54	5,15
02/02/2017			5,19	86,85	54,25	6,63	25,36	0,54
07/02/2017			5,28	98,25	75,67	6,84	22,51	8,25
09/02/2017			5,58	134,85	79,54	6,58	20,45	4,65
PROMEDIO			5,4	111,2	65,1	6,6	23,2	4,5
NORMATIVA ACUERDO 097			menor a	No aplica	----	6,5 -9	Cod. Naturales +3	Cond. Naturales
			5 mg/l				máxima 32°	+ 5%

Elaboración: Autora.

Una vez obtenidos los resultados de la tabla 15 y siendo estos comprados respectivamente con los límites permisibles del acuerdo ministerial 097^a se deduce que, los parámetros de Oxígeno disuelto, potencial de hidrogeno y temperatura se encuentran dentro del rango establecido en el mencionado acuerdo, mientras que el parámetro de turbidez registra un valor alterado.

Tabla 16. Parámetros físicos – químicos del estero Cerrito, punto 2.

Tabla 16. Parámetros físicos – químicos del estero Cerrito, punto 2.								
FECHA	COORDENADAS		OD	CE	STD	pH	TEMP	TURBIDEZ
	UTM		(mg/l)	(µS/cm)	(ppm)		°C	(FNU)
	X	Y						
	680692	9867210						
24/01/2017			4,47	143,24	72	6,57	20,87	9,18
26/01/2017			3,59	179	89	7,04	25,59	240,72
31/01/2017			3,16	157	69	6,45	20,78	234,85
02/02/2017			3,48	168	79	6,85	21,24	135,51
07/02/2017			4,57	155,84	75	6,58	22,85	185,35
09/02/2017			3,98	162,25	85	7,01	24,85	217,54
PROMEDIO			3,9	160,9	78,2	6,8	22,7	170,5
NORMATIVA ACUERDO 097			No menor a 5 mg/l	No aplica	----	6,5 - 9	Cond. Naturales +3 Máxima 32°	Cond. Naturales + 5%

Elaboración: Autora.

De la tabla 16 se registraron los siguientes valores, los parámetros Potencial de hidrogeno, Turbidez y temperatura se encuentra dentro de los límites permisibles, mientras que la OD (oxígeno disuelto) se encuentra en un valor mucho menor que lo establecido.

Tabla 17. Parámetros físicos – químicos del estero Cerrito, punto 3.

FECHA	COORDENADAS		OD (mg/l)	CE (µS/cm)	STD (ppm)	pH	TEMP °C	TURBIDEZ (FNU)
	UTM							
	X	Y						
	681304	9866988						
24/01/2017			5,1	66	33	6,77	21,39	7,56
26/01/2017			4,91	208	104	6,78	25,46	2,9
31/01/2017			5,25	176	96	6,85	24,86	8,65
02/02/2017			5,02	98	108	6,35	25,12	6,49
07/02/2017			4,85	185	102	6,45	24,02	4,25
09/02/2017			5,1	204	91	6,8	22,21	5,02
PROMEDIO			5,0	156,2	89,0	6,7	23,8	5,8
NORMATIVA ACUERDO 097	No menor a 5 mg/l		No aplica	----	6,5 -9	Cond. Naturales +3 máxima 32°	Cond. Naturales + 5%	

Elaboración: Autora.

Los parámetros analizados en el punto 3 del estero cerrito se encuentran dentro del límite permisible, registrando valores que conllevan a deducir que dentro de este punto las condiciones son normales; se recalca que en este punto existe la integración de una fuente de agua natural.

4.1.3.2. Tratamientos de los datos

▪ Análisis de componentes principales:

Luego de la segunda extracción se obtiene lo siguiente: El análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Tabla 18. Matriz de correlación.

Valor propio	5,5780	2,2084	1,1689	0,8576	0,1871	0,0000	-0,0000	-0,0000
Proporción	0,558	0,221	0,117	0,086	0,019	0,000	-0,000	-0,000
Acumulada	0,558	0,779	0,896	0,981	1,000	1,000	1,000	1,000

Elaboración: Autora.

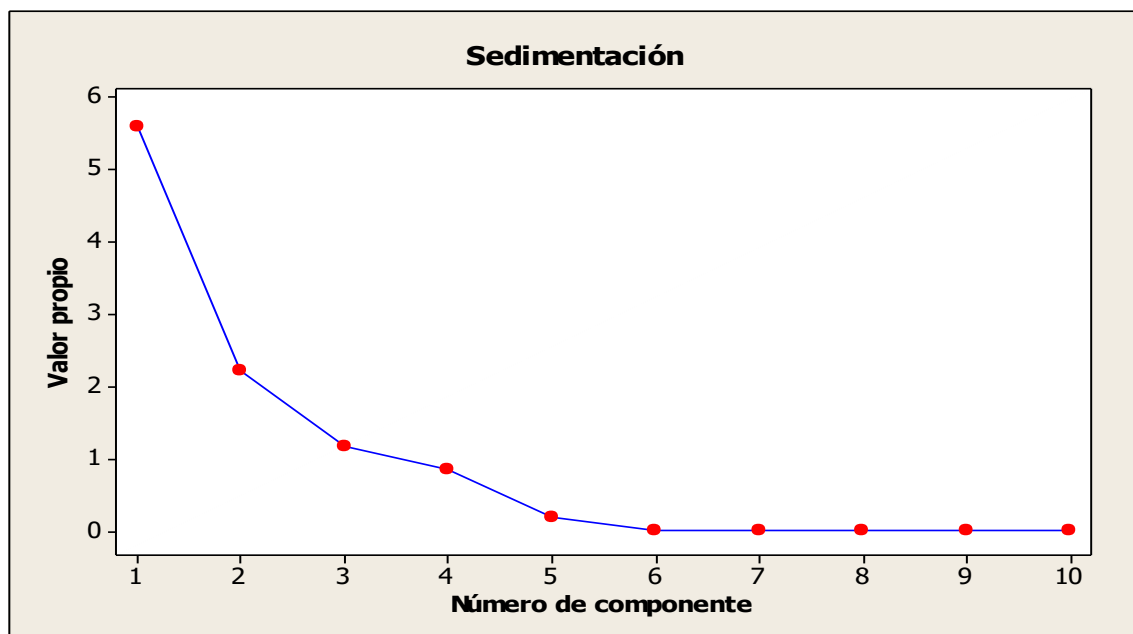


Figura 4. Sedimentación estero Cerrito
Elaboración: Autora

Del análisis de componentes principales y del gráfico de sedimentación se obtiene tres componentes principales que son los más importantes debido a que explican el 89.6% de la variabilidad de los datos.

▪ **Análisis factorial**

Análisis factorial del componente principal de la matriz de correlación

Cargas de factores rotados y comunalidades

Tabla 19. Agrupación por factores Rotación Varimax

Variable	Factor 1	Factor 2	Comunalidad
STD-2	0,949	0,307	0,996
pH-2	0,979	0,159	0,983
TEMP-2	0,747	0,636	0,962
CE-3	0,200	0,974	0,989
Varianza	2,4567	1,4729	3,9295
% Var	0,614	0,368	0,982

Elaboración: Autora.

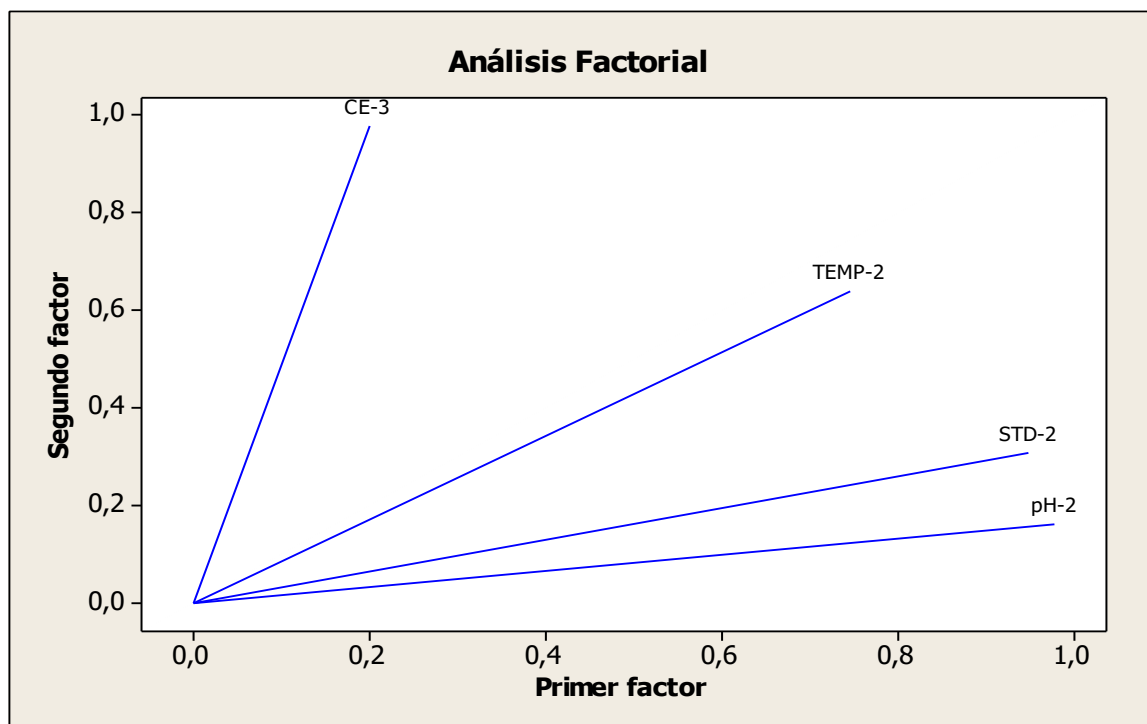


Figura 5. Distancia de Malahanobis del estero Cerrito.
Elaboración: Autora.

Del análisis factorial, se concluye que el primer factor contiene a: pH en el punto 2; Sólidos Totales Disueltos en el punto 2; y, temperatura del agua en el punto 2, mientras que el segundo factor contiene a la conductividad eléctrica en el punto 3, las comunalidades, las comunalidades para las cuatro variables son mayores que 9.

▪ **Análisis de variables de conglomerados**

Distancia de coeficiente de correlación, enlace de promedios, pasos de amalgamación.

Tabla 20. Variables de conglomerados estero Cerrito.

Número de grupos	Nivel de semejanza	Partición final
1	76,6821	STD-2 pH-2 TEMP-2
2	92,7865	CE-3
3	98,7606	

Elaboración: Autora.

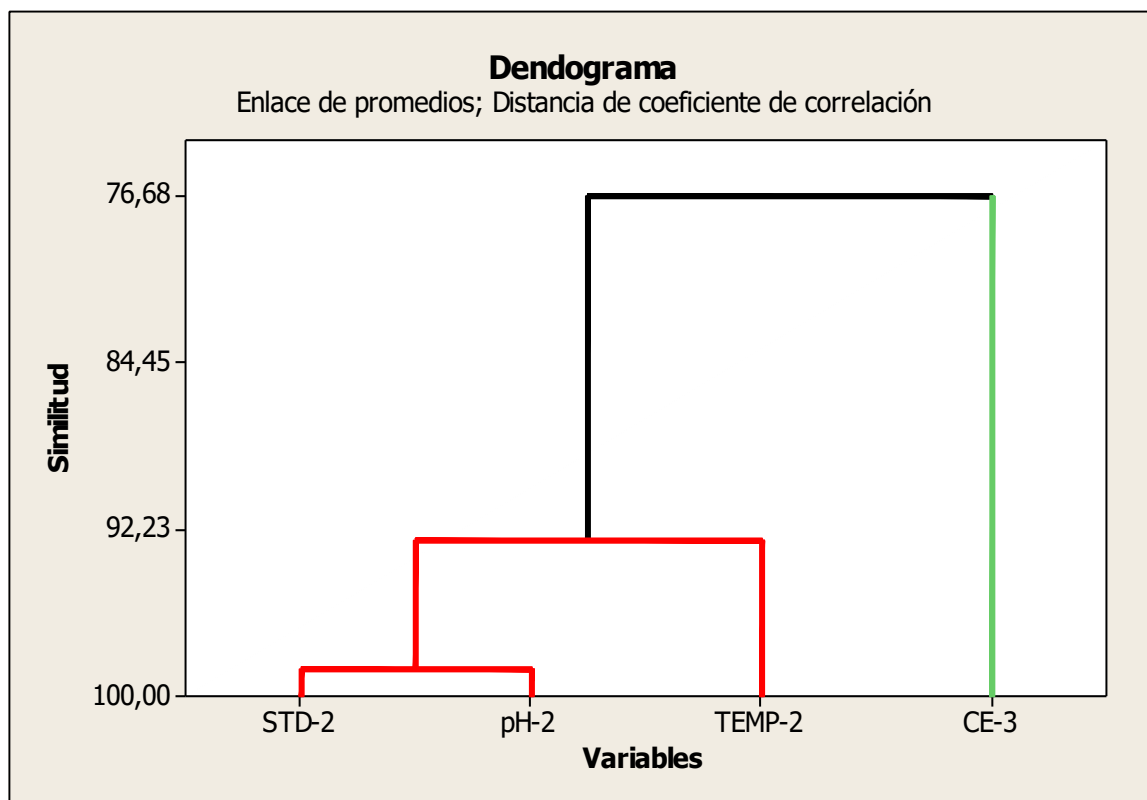


Figura 6. Dendograma del estero Cerrito.
Elaboración: Autora

De la tabla 20 y del dendograma, se desprende que las variables más discriminantes son: los sólidos totales disueltos punto 2 y potencial de hidrógeno punto 2 con una distancia de correlación de 98.76 % de similitud. La temperatura del agua tiene una distancia de correlación de 92.78 % con respecto a SDT y pH punto 2 respectivamente y la conductividad eléctrica en el punto 3 con respecto a las demás variables tiene una distancia de 76.68 %.

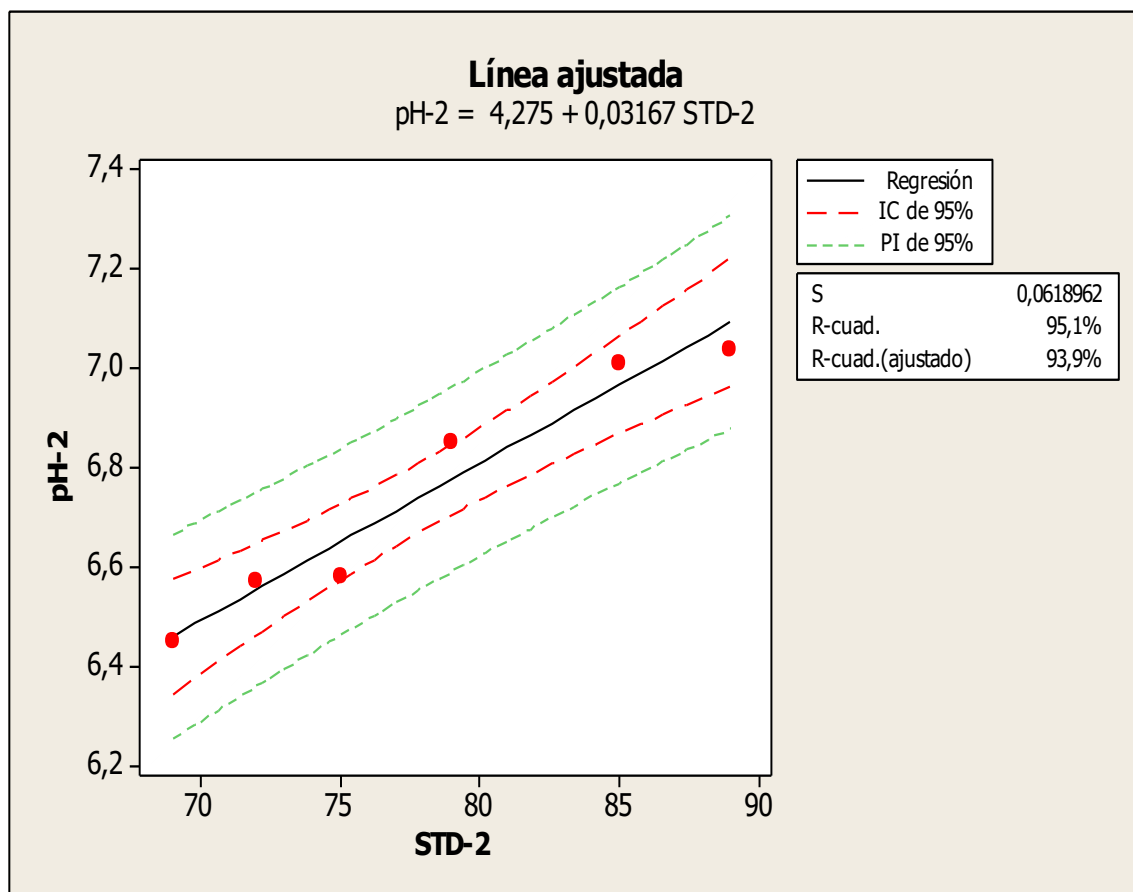


Figura 7. Análisis de regresión del estero Cerrito
Elaboración: Autora

Con la finalidad de conocer el modo de enlace entre los sólidos totales disueltos y el potencial de hidrógeno en el punto 2, se obtuvo el modelo matemático a través del análisis de regresión e modelo es:

$$pH - 2 = 4,275 + 0,03167 \text{ STD} - 2$$

Dónde:

0.03167 es la pendiente de la recta;

4.275 es el intercepto;

STD-2 es la variable independiente; y,

pH-2 es la variable dependiente.

El coeficiente de determinación es $R^2 = 95,1\%$

Tabla 21. Límites permisibles de parámetros físico químicos y biológicos del punto 2 del estero Cerrito.

Parámetro	U. Medida	RESULTADOS	TULSMA
DBO₅	mg/l	53,00	20
C. Fecales	NMP/100 ml	5040	1000
C. Totales	NMP/100 ml	>241960	-----
Cadmio	mg/l	<0,0004	0,001
Zinc	mg/l	0,0701	0,03
Cobre	mg/l	0,0196	0,005
Nitratos	mg/l	2,21	13
Hierro	mg/l	0,1506	0,3

Elaboración: Autora.

Una vez realizados los análisis de los parámetros químicos y obtenidos los resultados por parte del laboratorio de ensayos de la tabla N° 21 se desprende que, los parámetros DBO₅, Cinc, Cobre y Hierro exceden lo establecido en la Normativa Nacional, Acuerdo Ministerial 097, anexo 1, mientras que cadmio y nitratos no sobrepasan lo establecido; se resalta que el parámetro Coliformes Fecales fue comparado con el limite permisible de la tabla 3 del anexo 1 del acuerdo ministerial 097^a.

4.2. Discusión

Los residuos sólidos urbanos caracterizados determinaron una generación per cápita promedio de 0,816 kg/día, incluyéndose en el estándar definido como tasa media para países en desarrollo; según Trschinetz y Mihelcic (2009) citado por Rivera, Barba y Torres, 2013 (46) en la investigación sobre la determinación de la toxicidad de lixiviados provenientes de residuos sólidos urbanos mediante indicadores biológicos, el valor está entre 0,30 y 1,40 kg/persona/día y con tendencia al aumento. Por su parte la realización de un estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos domésticos y asimilables a domésticos para el Distrito Metropolitano de Quito en 2012 por Castillo (47) reporta valores medios para los diferentes usuarios muestreados de 0,717 kg/persona/día en el sector urbano y 0,587 kg/persona/día en el ámbito rural. En la investigación de Borja y Tigua en 2015 (48) en que analizaron los desechos sólidos domiciliarios generados en el sector Isla Trinitaria de la ciudad de Guayaquil, obtuvieron 0,615 kg/hab./día máxima y 0,186 kg/hab./día como mínimo con una media de 0,370 kg/hab./día siendo inferior a los resultados encontrados en la presente investigación.

Según los resultados de la investigación de Jiménez en 2015 (49) al realizar la gestión integral de residuos sólidos urbanos en México: entre la intención y la realidad concluye que la mayor generación per cápita se encuentra en ciudades muy urbanizadas (1.514 kg/hab./día), mientras que los poblados menos urbanizados tienen un promedio que no superan los 0,700 kg/hab./día. Para Castillo y De Medina, 2013 (50) en su investigación sobre la generación y composición de residuos sólidos domésticos en localidades urbanas pequeñas en el Estado de Veracruz, México los resultados fueron subestimados pues lo obtenido (0,384 kg/hab/día) resulta estadísticamente menor a los promedios descritos para localidades menores.

En 2013 los resultados de Álvaro y Olives (51) resultaron superiores a la presente investigación, quienes aseguran que el Distrito Metropolitano genera diariamente 0,840 kg por persona entre los que se incluye mercados, industrias, parques, jardines y supermercados. La investigación de Solarte 2016 (52) presenta valores inferiores para el cantón Caluma con 0,486 kg/hab/día al ejecutar la optimización del manejo integral de los residuos sólidos domésticos en el cantón Caluma, Provincia de Bolívar.

Se concluye que los resultados obtenidos se encuentran dentro de los parámetros previstos por Noguera y Oliveros (2010) e INE (2007) citados por Sáez y Urdaneta en 2014 (53) donde se expone la generación de basura en las principales ciudades de Latinoamérica y El Caribe, colocando a Ecuador con una media de 0,820 kg/hab./día concluyendo que los países desarrollados incrementan anualmente entre 3,2 a 4,5% y entre 2 a 3 % en los países en vías de desarrollo

Para el contenido real (dm^3) de agua de los RSU per cápita diario, se determinó que los residuos dan un total de 0.16 dm^3 entre todos los RSU. Los resultados de Coronado 2015 (54) al realizar la caracterización de lixiviados generados en el botadero municipal del cantón La Maná, provincia Cotopaxi año 2014, son superiores a los encontrados en la presente investigación, se concluye que la tasa per cápita de agua en los RSU de 0.242 dm^3 .

La cantidad de lixiviado generado (mm) en el botadero municipal es de 48.36 m^3 ; el incremento de temperatura en la época permite mayor lixiviado de RSU; el, siendo inferior al valor reportado por Coronado 2015 (54) quien determinó en 46.80 m^3 de lixiviado en el mismo mes; Para Sancha 2013, los lixiviados tienen una composición variable y compleja, dando lugar a una clasificación de sus componentes mediante cuatro importantes categorías. (27)

Las características físicas-químicas de los lixiviados en el afluente arrojaron 3,9 OD mg/l siendo un valor crítico para la fauna existente en el afluente, tal como lo expresa López, 2011 en su estudio titulado “Diagnóstico, caracterización y propuesta de tratamiento de los lixiviados generados en el relleno sanitario de la ciudad de Ambato”, el lixiviado de rellenos sanitarios es uno de los principales contaminantes de fuentes de agua, tanto superficiales como subterráneas, y constituye un factor de preocupación teniendo en cuenta que, a la fecha, no existen rellenos sanitarios estrictamente adecuados. (35) Por su parte Sánchez, 2013, expone que los lixiviados tiene características fisicoquímicas, que dependen de aspectos como la naturaleza, cantidad de residuos almacenados, factores climatológicos, la antigüedad en el lugar y la época del año. (27)

Los parámetros de DBO₅ (53 mg/l), Coliformes Fecales (5040 NMP/100 ml), Zinc (0,0701 mg/l), Cobre (0.0196 mg/l) y Hierro (0.1506 mg/l) exceden la Normativa del TULSMA Acuerdo Ministerial 097 A, por lo que se trata de valores que contaminan el medio, Con respecto a los valores de DBO₅ la investigación de Rivera, Barba y Torres, 2013 (46) reportó promedios de 88 a 103 mg/l en rellenos sanitarios de edad madura; En los valores de coliformes fecales y totales, la investigación de Espinosa et al (55) sobre el análisis del comportamiento de los lixiviados generados en un vertedero de residuos sólidos de la ciudad de la Habana en 2013 determinaron que los coliformes totales y fecales tuvieron concentraciones mayores que 10³ NMP/100 ml, siendo la mayoría de ellos de origen fecal.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La caracterización de los residuos sólidos urbanos en dos sitios de muestreos (centro y periférico) determinó una generación de 9.78 y 9.35 kg /semana en su orden respectivo; en lo referente al tipo de degradación se establece en el centro, lenta 7.18 kg /semana, rápida 16.72 k/semana y otros residuos 4.13 kg /semana; para la periferia los residuos de lenta 6.93 kg/semana, rápida 15.45 kg /semana y otros residuos 6.96 kg /semana.
- En la generación per cápita se estableció una diferencia de 0.030 kg/día entre los dos sitios de muestreo (0,830 centro y 0,800 kg/día periferia) obteniendo en promedio 0,816 kg/día en ambos sitios muestreados.
- Para el contenido real (dm^3) de agua de los RSU per cápita, se determinó que los residuos de comida contienen los mayores valores con 0.09 dm^3 seguido de residuos de jardín 0.02 dm^3 , cartón y cuero con 0.01 dm^3 cada uno, obteniendo un total de 0.16 dm^3 al día entre todos los RSU.
- La cantidad de lixiviado generado (mm) en el botadero municipal es de 48.4 debido a la mezcla de los RSU y el agua que ingresa e interactúa con dichos residuos.
- Las características físicas-químicas de los lixiviados en el afluente arrojaron 3,9 OD mg/l difiriendo de la normativa 097^a que establece valores no menores a 5 mg/l., pudiendo ocasionar hipoxia con desaparición de organismos y especies sensibles.
- Los parámetros DBO5 (53 mg/l), Zinc (0,0701 mg/l), Coliformes Fecales (5040 NMP/100 ml), Cobre (0.0196 mg/l) e Hierro (0.1506 mg/l) exceden con lo establecido en las tabla 2 y 3 del anexo 1 de la Normativa Nacional, Acuerdo Ministerial 097^a.

5.2. Recomendaciones

- Asumir medidas de control y monitoreo de los residuos sólidos urbanos mediante estrategias de separación in situ para beneficio de la comunidad y prolongación de la vida útil del botadero municipal.
- Mejorar el sistema de separación de residuos mediante capacitación a trabajadores y comunidad en general como parte de la mejora de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos GIRSU.
- Aplicar un plan de manejo de lixiviados en el botadero municipal y de esta manera reducir la carga de contaminantes totales del curso de agua existente en las cercanías.
- Condicionar la mitigación de daños ambientales mediante planes pilotos para la mejora de la disposición final de los residuos sólidos que genera el cantón Quinsaloma.
- Demostrar al Cabildo del cantón con los resultados obtenidos el importante efecto ambiental negativo de los lixiviados generados en el botadero municipal, teniendo en cuenta que sobrepasan los límites máximos permisibles de la norma ecuatoriana

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura citada

1. Rafael Mattos Deus RAGBGHRS. Resíduos sólidos no Brasil: contexto, lacunas e tendências. Redalyc. 2015.
2. Fernando E. Efectos de los lixiviados producidos en el botadero municipal de Quevedo en la calidad del agua del estero "El Limón" Quevedo; 2013.
3. MAE MdA. PROGRAMA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE DESECHOS SÓLIDOS. [Online].; 2010 [cited 2016 Mayo 25. Available from: <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>.
4. Veloz J. Características principales del Botadero Municipal de Quinsaloma. QUINSALOMA: GAD MUNICIPAL DE QUINSALOMA, JEFATURA DE GESTIÓN AMBIENTAL ; 2016 Junio 26.
5. Constituyente AN. CONSTITUCIÓN 2008 QUITO; 2008.
6. Desarrollo SNdPy. PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR QUITO; 2013.
7. Klinger W. Diagnostico ambiental del botadero a cielo abierto marmolejo de la ciudad de Quibdó, con miras al aprovechamiento forestal unnico. Quibdó; 2014.
8. Girón S. Impacto de un botadero a cielo abierto en el aspecto social. Biomedic, Revista del Instituto Nacional de la Salud. 2009.
9. SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. [Online].; 2015 [cited 2016 Junio 12. Available from: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/materiales-y-actividades-riesgos/residuos-peligrosos>.
10. Gómez R. Descripción de la calidad del aire en el área de influencia del botadero de Navarro. Redalyc. 2008 septiembre; 39(3).
11. CONAM. CONAM. [Online].; 2004 [cited 2016 Noviembre 11. Available from: http://www.bvsde.paho.org/cursoa_rsm/e/fulltext/040525.pdf.
12. Gaggero E. Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos Buenos Aires; 2010.
13. Alcaide A. UNIVERSITAT JAIME I. [Online].; 2011 [cited 2016 Noviembre Domingo. Available from: http://mayores.uji.es/datos/2011/apuntes/fin_ciclo_2012/residuos.pdf.
14. Bertolino R. Unicef. [Online].; 2015 [cited 2016 Mayo. Available from: <http://www.unicef.org/argentina/spanish/EcoclubesbajaWEB.pdf>.

15. Lta O. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. COLOMBIA. [Online].; 2007 [cited 2016 Junio 12. Available from:
https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/gestion_integral_respel_bases_conceptuales.pdf.
16. RESPEL. RESPEL. [Online].; 2014 [cited 2016 Junio 12. Available from:
<http://www.respel.cl/ResiduosPeligrosos/index.php/residuos-no-peligrosos>.
17. UIS. UNIVERSITY OF ILLINOIS SPRINGFIELD. [Online].; 2013 [cited 2016 JUNIO 12. Available from:
<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/documentos/capacitaciones/Capacitacion%20Gestin%20Integral%20de%20Residuos.pdf>.
18. E J. eHow (en español). [Online].; 2014 [cited 2016 Junio 12. Available from:
http://www.ehowenespanol.com/clasificacion-biodegradable-nobiodegradable-info_180338/.
19. Camilo C. Pontificia Universidad Javeriana. [Online].; 2006 [cited 2016 Mayo. Available from:
http://www.javeriana.edu.co/ier/recursos_user/IER/documentos/OTROS/Pres_Residuos_CamiloC.pdf.
20. Rivera J. Caracterización de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Teziutlán. In. México; 2012.
21. Carrasco F, Morocho L. ESPOL. [Online].; 2015 [cited 2016 Junio 15. Available from: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/88645/D-70063.pdf>.
22. Tchobanoglous G. Gestión Integral de los Residuos Sólidos Toronto; 2005.
23. Vesco L. RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Plata; 2006.
24. Unidas OdIN. UNESCO. [Online].; 2012 [cited 2016 Noviembre 11. Available from: <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002167/216756s.pdf>.
25. Contreras S. Distribución espacial del balance hídrico anual en regiones montañosas Almería - España: Universidad de Almería ; 2006.
26. Llanos I. [Online].; 2008 [cited 2016 noviembre 11. Available from:
<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/9952/Capitulo6.pdf>.

27. Sancha M. Universidad de Oviedo. [Online].; 2013 [cited 2016 Junio 21. Available from:
http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/23352/1/TFM_Melania%20%20Sancha%20Antu%C3%B1a.pdf.
28. Unidas N. [Online].; 2015 [cited 2016 Noviembre 21. Available from:
<http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/waterforlifebklt-s.pdf>.
29. INECC. [Online].; 2015 [cited 2016 Noviembre 21. Available from:
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/612/calidad.pdf>.
30. Cuadras C. [Online].; 2014 [cited 2016 Noviembre 11. Available from:
<http://www.ub.edu/stat/personal/cuadras/amcast.pdf>.
31. Sancho J. [Online].; 2009 [cited 2016 Noviembre 11. Available from:
<http://www.acmcb.es/files/425-3501-DOCUMENT/Sancho-9-14Maig12.pdf>.
32. Terrádez M. [Online].; 2011 [cited 2016 Noviembre 12. Available from:
http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Componentes_principales.pdf.
33. Fernández SdlF. UNAM. [Online].; 2011 [cited 2016 Noviembre 21. Available from:
<http://www.fuenterrebollo.com/Economicas/ECONOMETRIA/MULTIVARIANT E/FACTORIAL/analisis-factorial.pdf>.
34. Ledesma R. “Estudio y propuesta de un plan de cierre técnico para el botadero de basura San José del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Archidona, en el cantón Archidona, provincia de Napo” Puyo: Universidad Estatal Amazónica; 2012.
35. López D. Diagnóstico, caracterización y propuesta de tratamiento de los lixiviados generados en el relleno sanitario de la ciudad de Ambato Quito: Escuela Politécnica Nacional; 2011.
36. Waldecy Rodrigues LNLMF,RdSP(. SCielo. [Online].; 2015 [cited 2016 noviembre 21. Available from:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-33692016000100130&lang=es.
37. Márquez Benavides Liliana SYJM. Redalyc. [Online].; 2014 [cited 2016 Noviembre 21. Available from:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=361335346003>.

38. QUINSALOMA GMD. PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL - CANTÓN QUINSALOMA. [Online].; 2014 [cited 2016 Mayo. Available from: http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/sigadplusdiagnostico/DIAGNOSTICO_QUINSALOMA2014_15-11-2014.pdf.
39. IGM G. Cartografía de libre acceso. [Online].; 2015 [cited 2016 Noviembre 24. Available from: <http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/>.
40. Vasquez A. Maestría en tecnología de la construcción. [Online].; 2008 [cited 2016 11 26. Available from: <http://colbertgarcia.blogspot.com/2008/04/metodo-deductivo-y-metodo-inductivo.html>.
41. Dzul M. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. [Online].; 2010 [cited 2016 12 07. Available from: <http://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/14902/PRES38.pdf?sequence=1>.
42. Moya L. Introducción a la Estadística de la salud San José de Costa Rica: Universidad de Costa Rica; 2005.
43. Mederey L. Principio de Hidrogeografía México; 2005.
44. Antonio PB. NOCIONES DE HIDROGEOLOGIA PARA AMBIENTOLOGOS España: Universidad de Almería ; 2014.
45. Ambiente Md. Anexo 1 del libro VI del TULSMA: Norma de calidad ambiental y descargas de efluentes al recurso agua Quito; 2015.
46. Rivera E, Barba L, Torres P. Determinación de la toxicidad de lixiviados provenientes de residuos sólidos urbanos mediante indicadores biológicos. Afinidad LXX, 563. 2013 Julio; 12(5).
47. Castillo M. estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos domésticos y asimilables a domésticos para el Distrito Metropolitano de Quito. Informe ejecutivo. Quito: EMASEOQ, Secretaria del Ambiente; 2012.
48. Borja R, Tigua J. Análisis de desechos sólidos domiciliarios generados en el sector Isla Trinitaria de la ciudad de Guayaquil. Tesis de grado. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra; 2015.
49. Jiménez N. La gestión integral de residuos sólidos urbanos en México: entre la

- intención y la realidad. Letras verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales. 2015 marzo;(17).
50. Castillo E, De Medina L. Generación y composición de residuos sólidos domésticos en localidades urbanas pequeñas en el Estado de Veracruz, México. Rev. Int. Contam. Ambie. 214; 30(1).
 51. Álvaro M, Olives A. Identificación del potencial aprovechable de los residuos sólidos orgánicos que se generan en mercados, supermercados, parques, jardines y diferentes sectores industriales de la zona sur del Distrito Metropolitano de Quito. Tesis de grado. Quito: Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Ingeniería ambiental; 2013.
 52. Solarte K. Optimización del manejo integral de los residuos solidos domesticos en el canton Caluma, Provincia de Bolivar, año 2015 Quevedo: UTEQ; 2016.
 53. Sáez A, Urdaneta J. Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. Ommnia. 2014 diciembre; 20 (3)(ISSN: 1315-8856).
 54. Coronado J. Caracterización de lixiviados generados en el botadero municipal del cantón La Maná, provincia Cotopaxi. año 2014. Tesis de grado. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de ciencias ambientales; 2015.
 55. Espinosa M, López M, Pellón A, Robert M. Análisis del comportamiento de los lixiviados generados en un vertedero de residuos sólidos de la ciudad de la Habana. Rev, Int. Contam, Ambient. 2010 junio; 26 (4).
 56. Marcos LQ. Informe de ensayos del estero Cerrito, punto 2.. Físico. Guayaquil: Grupo Químico Marcos, De calidad; 2017.
 57. Corena L. Sistemas de tratamientos para lixiviados generados en rellenos sanitarios SINCELEJO; 2008.
 58. Mongay C. Quimiometría Valencia - España: Universitat de Valencia; 2005.
 59. Cauca Md. Mercaderes de cauca. [Online].; 2008 [cited 2016 Noviembre 11. Available from: http://www.mercaderes-cauca.gov.co/apc-aa-files/66636330323732353330306363323766/Final___Plan_de_Cierre_Mercaderes.pdf.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Normativa Nacional, Acuerdo ministerial 097^a.

**ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE:
NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA**

TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS

PARÁMETROS	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad	
			Agua dulce	Agua marina y de estuario
Aluminio ⁽¹⁾	Al	mg/l	0,1	1,5
Amoníaco Total ⁽²⁾	NH ₃	mg/l	-	0,4
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	1,5
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	µg/l	1,0	1,0
Boro	B	mg/l	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,005
Cianuros	CN ⁻	mg/l	0,01	0,01
Cinc	Zn	mg/l	0,03	0,015
Cloro residual total	Cl ₂	mg/l	0,01	0,01
Clorofenoles ⁽³⁾		mg/l	0,05	0,05
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2
Cobre	Cu	mg/l	0,005	0,005
Cromo total	Cr	mg/l	0,032	0,05
Estaño	Sn	mg/l		2,00
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,1	0,1
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5	0,5
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3
Manganeso	Mn	mg/l	0,1	0,1
Materia flotante de origen antrópico	visible		Ausencia	Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,1
Oxígeno Disuelto	OD	en % saturación	> 80	> 60
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05
Plaguicidas organoclorados totales	Organoclorados totales	µg/l	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Organofosforados totales	µg/l	10,0	10,0
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,005
Plomo	Pb	mg/l	0,001	0,001
Potencial de Hidrógeno	pH	unidades de pH	6,5 – 9	6,5 – 9,5
Selenio	Se	mg/l	0,001	0,001
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5
Nitritos	NO ₂ ⁻	mg/l	0,2	
Nitratos	NO ₃ ⁻	mg/l	13	200
DQO	DQO	mg/l	40	-
DBO ₅	DBO ₅	mg/l	20	-
Sólidos Suspendedos Totales	SST	mg/l	max incremento de 10% de la condición natural	-

⁽¹⁾ Aluminio: Si el pH es menor a 6,5 el criterio de calidad será 0,005 mg/l

⁽²⁾ Aplicar la Tabla 2a como criterio de calidad para agua dulce

⁽³⁾ Si sobrepasa el criterio de calidad se debe analizar el diclorofenol cuyo criterio de calidad es 0,2 µg/l

Fuente: Acuerdo Ministerial 097^a (45)

Anexo 2. Normativa Nacional, Acuerdo ministerial 097^a.

ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE:
NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA

TABLA 3: CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS PARA RIEGO AGRICOLA			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y grasas	PelículaVisible		Ausencia
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico	As	mg/l	0,1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,05
Cinc	Zn	mg/l	2,0
Cobalto	Co	mg/l	0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,2
Coliformes fecales	NMP	NMP/100ml	1000
Cromo	Cr ⁺⁶	mg/l	0,1
Flúor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Huevos de parásitos			Ausenda
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,001
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,5
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l	3
pH	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	5,0
Selenio	Se	mg/l	0,02
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	250
Vanadio	V	mg/l	0,1

Fuente: Acuerdo Ministerial 097^a (45)

Anexo 3. Informe de ensayos de los parámetros físico-químicos del estero Cerrito, punto 2.

	INFORME DE ENSAYOS No. 65264-1	 Servicio de Acreditación Ecuatoriano Acreditación N° OAE LE 2C 05-001 LABORATORIO DE ENSAYOS
---	--	---

MANOBANDA LARA KARLA DAYANA
 Representante Legal: MANOBANDA LARA KARLA DAYANA
 Quinsaloma, Los Ríos
 Quinsaloma, Tel. 052907153
 Atención: Ing. Karla Manobanda
 Tipo de Industria

Guayaquil, 3 DE MARZO DEL 2017

Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 22/02/2017 17:30 Quinsaloma Fecha y Hora de Recepción: 23/02/2017 11:06 Punto e Identificación de la Muestra: Punto 2 - Estero Cerrito Norma Técnica de muestreo (1): N/A Matriz de la muestra: AGUAS NATURALES Muestreado por: MANOBANDA LARA KARLA DAYANA Muestreador: Cliente Tipo de Muestreo: Simple	GRUPO QUIMICO MARCOS Cia. Ltda. LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS MC2201-11
---	--

LMP de acuerdo a la Norma: ANEXO 1 DEL LIBRO VI DE TULSMA ACUERDO 097-A TABLA 1 CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMESTICO

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	LMP	Método Analítico	Analizado
INORGANICOS NO METALES:						
Nitratos	2,21	0,29	mg/l	< 50,00	PEE-GQM-FQ-10	24/02/2017 AOH

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	LMP	Método Analítico	Analizado
METALES:						
Cadmio (3)	< 0,0004	---	mg/l	< 0,02	PEE-GQM-FQ-33	01/03/2017 AUT
Cobre (3)	0,0196	0,0039	mg/l	< 2,0000	PEE-GQM-FQ-33	01/03/2017 ER
Hierro	0,1506	0,0422	mg/l	< 1,0000	PEE-GQM-FQ-33	01/03/2017 AUT
Zinc	0,0701	0,0136	mg/l	----	PEE-GQM-FQ-33	01/03/2017 AUT

P

—	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permisible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

1: Parámetros/Actividad de muestreo, no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE. La cadena de custodia se asegura mediante PG0905
 2: Parámetros subcontratados no acreditados
 3: Parámetros acreditados - cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista, competencia evaluada - Cap. 5 MC; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
 Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
 Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
 Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
 Guayaquil - Ecuador

MC2201-11 Pág. 1 de 3

Fuente: Laboratorio Químico Marcos. (56)

Guayaquil, 3 DE MARZO DEL 2017

Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 22/02/2017 17:30 Quinsaloma
Fecha y Hora de Recepción: 23/02/2017 11:06
Punto e Identificación de la Muestra: Punto 2 - Estero Cerrito
Norma Técnica de muestreo (1): N/A
Matriz de la muestra: AGUAS NATURALES
Muestreado por: MANOBANDA LARA KARLA DAYANA
Muestreador: Cliente
Tipo de Muestreo: Simple

LMP de acuerdo a la Norma: ANEXO 1 DEL LIBRO VI DE TULSMA ACUERDO 097-A TABLA 1 CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMESTICO

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	LMP	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS ORGANICOS:						
Demanda Bioquímica de Oxígeno	53,00	2,54	mgO ₂ /l	< 2,00	PEE-GQM-FQ-05	24/02/2017 LS
MICROBIOLOGIA:						
Coliformes Fecales-NMP (1)	5040	---	NMP/100 ml	< 1000	PEE-GQM-MB-38	23/02/2017 AOH
Coliformes Totales-NMP (3)	>241960	---	NMP/100 ml	----	PEE-GQM-MB-38	23/02/2017 AOH

---	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permisible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

- 1: Parámetros/Actividad de muestreo, no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE. La cadena de custodia se asegura mediante PG0905.
2: Parámetros subcontratados no acreditados.
3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación.
4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista, competencia evaluada - Cap. 5 MC; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec



Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico



Q. F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653

www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-11

Pág. 2 de 3

MANOBANDA LARA KARLA DAYANA

Representante Legal: MANOBANDA LARA KARLA DAYANA

Quinsaloma, Los Ríos

Quinsaloma, Tel. 052907153

Atención: Ing. Karla Manobanda

Tipo de Industria

Guayaquil, 3 DE MARZO DEL 2017

Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 22/02/2017 17:30 Quinsaloma
Fecha y Hora de Recepción: 23/02/2017 11:06
Punto e Identificación de la Muestra: Punto 2 - Estero Cerrito
Norma Técnica de muestreo (1): N/A
Matriz de la muestra: AGUAS NATURALES
Muestreado por: MANOBANDA LARA KARLA DAYANA
Muestreador: Cliente
Tipo de Muestreo: Simple

GRUPO QUIMICO MARCOS Cía. Ltda.
LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS
MC2201-11

MEMORIA FOTOGRAFICA



1: Parámetros/Actividades de muestreo no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE. La cadena de custodia se asegura mediante PG0905

[Firma]

Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico

[Firma]

Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-11

Pág. 3 de 3

Anexo 4. Identificación de viviendas y recolección *IN SITU* de los RSU.



Anexo 5. Recolección y clasificación de los RSU.



Anexo 6. Pesaje de los RSU.



Anexo 7. Botadero municipal del cantón Quinsaloma.



Anexo 8. Toma de muestras en el punto 1.



Anexo 9. Toma de muestra en el punto 2.



Anexo 10. Toma de muestra en el punto 3.



Anexo 11. Análisis Fisicoquímico básico de las muestras en el Laboratorio de la UTEQ.

