



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

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

**Título del Proyecto de Investigación:**

“CARACTERIZACIÓN DE LIXIVIADOS GENERADOS EN EL  
BOTADERO MUNICIPAL DEL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DE  
COTOPAXI, AÑO 2014.”

**Autor:**

JAVIER DARÍO CORONADO ZURITA

**Director del proyecto de investigación**

ING. MET. JORGE ALFONSO NEIRA MOSQUERA

**Quevedo - Ecuador**

**Año 2015**



## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, **Javier Darío Coronado Zurita**, declaro que la investigación aquí descrita 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 hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**CORONADO ZURITA JAVIER DARIO**  
**C.I. 210028725-5**

## **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

El suscrito **ING. MET. JORGE ALFONSO NEIRA MOSQUERA**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Señor. Egresado **CORONADO ZURITA JAVIER DARIO**, realizó el proyecto de investigación de grado del título de “**CARACTERIZACIÓN DE LIXIVIADOS GENERADOS EN EL BOTADERO MUNICIPAL DEL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DE COTOPAXI AÑO 2014**” previo para la obtención del título a obtener de Ingeniería en Gestión Ambiental bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

**ING. MET. JORGE ALFONSO NEIRA MOSQUERA**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

# CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



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

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

### Título:

“Caracterización de lixiviados generados en el botadero municipal del cantón La Maná,  
provincia de Cotopaxi. Año 2014”

Presentado a la comisión académica como requisito previo a la obtención del título de  
Ingeniería en Gestión Ambiental

Aprobado por:

---

Ing. Rafael Garcés Estrella  
PRESIDENTE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

---

Ing. Ángel Yépez. M.Sc.  
MIEMBRO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

---

Ing. Renato Baque. M.Sc.  
MIEMBRO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR**  
**AÑO 2015**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a DIOS por existir, por darme fuerzas y sabiduría, colmándome con sus bendiciones día a día.

A mis Padres y hermanos por su apoyo, consejos, comprensión, amor y ser una razón más de motivación. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi empeño, para conseguir mis objetivos.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, especialmente a los docentes la Facultad de Ciencias Ambientales por su responsabilidad y alto nivel académico desarrollado en los años de estudio y, de la misma manera a todos los Directivos de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

A todas y cada una de las personas que de una u otra manera me brindaron su apoyo y ayuda para la realización de esta investigación.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a DIOS, verdadera fuente de amor y sabiduría por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades.

A mis padres quienes a lo largo de mi vida han sido mi apoyo en todo momento.

A mi HIJO, que es el motivo y la razón que me ha llevado a seguir superándome día a día, para alcanzar mis más apreciados ideales de superación, el que en momentos más difíciles dio su amor y comprensión para poderlos superar.

A mi novia por ser una persona especial en mi vida, que siempre me estuvo apoyando en los buenos y malos momentos, por ser mi objeto de perseverancia, constancia, y optimismo.

A mis maestros que en este andar por la vida, influyeron con sus sabios conocimientos y experiencias en formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida, a todos y cada uno de ellos les dedico cada una de las páginas de este proyecto.

Javier Darío Coronado Zurita

## RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES

El presente trabajo de investigación pretende caracterizar el flujo de lixiviados generados en el botadero municipal del cantón La Maná provincia de Cotopaxi, los objetivos específicos planteados fueron: caracterizar los tipos de residuos sólidos urbanos que se disponen en el vertedero; determinar la generación de lixiviados, y; sus características físicas y químicas. La hipótesis alternativa de esta investigación fue: H1 los lixiviados generados en el botadero municipal del cantón La Maná, no cumplen el requisito de calidad en relación con los parámetros evaluados conforme a los estándares establecidos en la tabla 12 del anexo 1 libro VI TULSMA. La caracterización de los RSU, nos permitió determinar la producción per cápita tanto en el área céntrica y en la periferia de la ciudad: 0.72 y 0.62 Kg/persona/día, respectivamente; la cantidad anual de lixiviado proveniente de los RSU es de 561.5 m<sup>3</sup>/año; el aporte del agua de la lluvia que precipita en el vertedero es de 48967.2 m<sup>3</sup>/año; el Estero Tontomal, es un curso de agua de temporal, por lo tanto es de caudal variable y directamente afectado por la filtración de la poza de lixiviados del botadero de basura. De la campaña de monitoreo de parámetros físico-químicos llevados a efecto durante esta investigación se puede concluir que los valores de oxígeno disuelto(OD), medidos en la poza de lixiviados se encuentran muy debajo de la norma (0.6 y 1.1 mg/l), la conductividad eléctrica(CE) entre 23900 y 32968 µS/cm, mientras que los sólidos totales disueltos (STD), 23300 y 31700 mg/l son muy altos; los valores altos del potencial de Hidrógeno especialmente en la poza de lixivia entre 7.7 y 8.2, se debe a la coexistencia de fases ácido génicas y metano génicas, por cuanto el vertedero está activo y en una fase de transición de vertedero joven a intermedio; el análisis multivariante de los parámetros físico-químicos básicos de la poza de lixiviado, muestra que los parámetros más discriminantes son: la conductividad eléctrica (CE), los sólidos totales disueltos(STD). Los parámetros analizados en el laboratorio acreditado y comparados con la tabla 12 del TULSMA. Se recomienda el cierre técnico del vertedero que se encuentra operativo desde el año 2009, así como acciones tendientes a recuperar el área de influencia del vertedero, mediante el respectivo análisis de alternativas.

### **Palabras clave:**

Caracterización de lixiviado - Residuos Sólidos Urbanos - Botadero a cielo abierto - Contaminación de cursos de agua.

## ABSTRACT

The present research aims to characterize the flow of leachate from the municipal dump La Mana County, Cotopaxi Country, the specific objectives were: to characterize the types of municipal solid waste disposed in the landfill; determine leachate generation, and; their physical and chemical characteristics. Of this research hypothesis was: H1 leachate from the municipal dum La Mana County, do not meet the quality requirements regarding the parameters evaluated in accordance with the standards set out in Table 12 of Annex VI TULSMA 1 book. The MSW characterization, allowed us to determine the per capita production in both the downtown área and the outskirts of the city, 0.72 and 0.62 kg / person / day, respectively; the annual amount of leachate from MSW is 561.5 m<sup>3</sup> / year; the contribution of rainwater that precipitates in the landfill is 48967.2 m<sup>3</sup> / year; Tontomal Estero is a temporary watercourse thus is variable flow and directly affected by the leak of leachate pond garbage dump; Campaign monitoring of physicochemical put into effect during this investigation parameters it can be concluded that the values of dissolved oxygen (DO), measured in the pool of leachate are well below the standard (0.6 and 1.1 mg / l) , electrical conductivity (EC) between 23900 and 32968  $\mu$ S / cm, while total dissolved solids (TDS), 23300 and 31700 mg / l are very high; high potential values Hydrogen especially in the pool of leached between 7.7 and 8.2, is due to the coexistence of phases acid gene and gene methane, because the landfill is active and in a phase of transition from youth to middle landfill; Multivariate analysis of the basic physical-chemical parameters of the leachate pond, shows that the most discriminating parameters are: electrical conductivity (EC), total dissolved solids (TDS) The parameters analyzed in the accredited laboratory and compared with the TULSMA Table 12, The technical closure of the landfill is operating since 2009, as well as actions to recover the area of influence of the landfill, through the respective analysis of alternatives are recommended.

### **Key words:**

Characterization of leachate- - Solid Waste - Open dump - Pollution of waterways

## TABLA DE CONTENIDO

PORTADA .....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	II
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	III
MIEMBROS DE TRIBUNAL .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
DEDICATORIA.....	VI
RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES .....	VII
ABSTRACT .....	VIII
ÍNDICE GENERAL .....	IX
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
CÓDIGO DUBLÍN .....	XIII

### **CAPÍTULO I CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... 1**

1.1. Introducción .....	2
1.2. Problema de investigación .....	3
1.2.1. Planteamiento del Problema .....	3
1.2.1.1. Diagnostico .....	3
1.2.1.2. Pronostico .....	4
1.2.1.3. Causas .....	4
1.2.1.4. Efectos .....	4
1.2.2. Formulación del problema .....	4
1.2.3. Sistematización del problema .....	4
1.2.3.1 Problema de investigación .....	5
1.3. Objetivos .....	5
1.3.1. Objetivo general. ....	5
1.3.2. Objetivo específico: .....	5
1.4. Justificación .....	6

### **CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN ..... 7**

2.1. Marco Referencial.....	8
2.2. Marco Conceptual .....	9
2.2.1. Modelo de gestión de los residuos sólidos.....	9
2.2.2. Fuentes de residuos sólidos en la comunidad. ....	9
2.2.3. Buenas prácticas ambientales .....	10
2.2.4. Indicadores promedio de caracterización (RSU) a nivel internacional.....	11
2.3. Marco Teórico.....	11
2.3.1. Generación de residuos: urbano y rural .....	11
2.3.1.1. Problemática general de los botaderos a cielo abierto .....	13
2.3.2. Frecuencias de recolección .....	14
2.3.2.1. Fuentes .....	14

2.3.2.2.	Enfermedades relacionadas con los RSU No gestionados.....	15
2.3.2.3.	Daños a la salud por la mala disposición de residuos .....	15
2.3.2.3.1.	Efectos potenciales sobre la salud: contaminación de agua y alimentos .....	16
2.3.2.3.2.	La peligrosidad de lixiviados .....	17
2.3.2.3.3.	Características de un tipo de lixiviado .....	17
2.4.	Marco Legal .....	18
2.4.1.	Constitución Política de la República del Ecuador 2008.....	18
2.4.2.	Acuerdo Ministerial No, 028, Libro VI Calidad Ambiental .....	18
2.4.3.	De los Deberes y Derechos del Regulado .....	19
2.4.4.	Órgano de Difusión del gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de La Mana Administración 2009- 2014 .....	20
<b>CAPITULO III METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....</b>		<b>21</b>
3.1.	Localización .....	22
3.2.	Tipo de Investigación.....	23
3.2.1.	Investigación Descriptiva .....	23
3.2.2.	Procedimientos metodológicos .....	23
3.2.3.	De campo o experimental .....	23
3.2.4.	Bibliografía .....	23
3.3.	Método de la investigación .....	24
3.3.1.	Método Deductivo .....	24
3.3.1.2.	Analítico y sintético .....	24
3.4.	Población y Muestra .....	25
3.4.1.	Asignación óptima .....	25
3.4.2.	Tamaño de la Muestra.....	26
3.5.	Metodología de la Investigación.....	26
3.5.1.	Caracterización de los tipos de residuos sólidos urbanos que se disponen en el vertedero municipal del cantón La Maná .....	26
3.5.1.2.	Generación De Lixiviados En El Botadero Municipal Del Cantón La Maná. ....	30
3.6.	Procedimiento de la Investigación .....	30
3.6.1.	Características físicas y químicas de los lixiviados en el botadero municipal del cantón La Maná.....	32
3.7.	Materiales.....	35
<b>CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>		<b>36</b>
4.1.	Descripción de los procesos.....	37
4.1.1.	Tamaño de la Muestra.....	37
4.1.1.2.	Lixiviado generado en La Maná .....	40
4.1.1.3.	Determinar la generación de lixiviados en el botadero municipal del cantón La Maná.....	41
4.1.1.4.	Análisis de conglomerados de la poza de lixiviado: pH, CE, STD, T .....	42

4.1.1.5.	Análisis de variables de conglomerados del estero Tontomal: CE. STD. T .....	46
4.2.	Verificación de la hipótesis .....	48
4.3.	Discusión.....	48
<b>CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>51</b>
5.1.	Conclusiones .....	52
5.2.	Recomendaciones .....	53
<b>CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>54</b>
6.1.	Bibliografía.....	55
6.3.	<b>CAPÍTULO VII ANEXOS .....</b>	<b>57</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>		<b>Página.</b>
1.	Programas ineficientes de reutilización y reciclaje .....	13
2.	Daños a la Salud .....	15
3.	Clasificación de grupos de contaminantes y efecto nocivo sobre la salud .....	16
4.	Datos típicos de contenido de humedad para residuos domésticos, comerciales, industriales y agrícolas. ....	27
5.	Contenido de humedad de los RSU.....	29
6.	Separación de los RSU según degradabilidad.....	30
7.	Variación del caudal en el estero Tontomal .....	33
8.	Parámetros Monitoreados in situ y equipo de medición .....	33
9.	Parámetros físico – químicos y métodos de análisis. ....	34
10.	Resultados del aforo de RSU en la Avenida 19 de Mayo-La Maná.....	38
11.	Resultados del aforo de RSU en EL Barrio D.G. de la Torre-La Maná.....	39
12.	Cuadro resumen de la generación de RSU-La Maná .....	40
13.	Clasificación de RSU según su degradabilidad.....	40
14.	Contenido real de agua de los RSU caracterizados en La Maná.....	41
15.	Generación de lixiviado en el vertedero de RSU La Maná.....	42
16.	Variación estacional del caudal del estero Tontomal.....	43
17.	Parámetro físico-químicos básicos medidos en el vertedero y en el estero Tontomal .....	44
18.	Cargas de Factores Rotados y Comunalidades (Poza de Lixiviados) .....	45
19.	Cargas de Factores Rotados y Comunalidades (Estero Tontomal).....	46
20.	Caracterización del lixiviado en el Botadero Municipal-La Maná.....	47

## CÓDIGO DUBLÍN

(Dublin Core) Esquema de Codificación				
<b>Título:</b>	“Caracterización de lixiviados generados en el botadero municipal del cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi. año 2014”			
<b>Autor:</b>	Coronado Zurita Javier Darío.			
<b>Palabra clave:</b>	Caracterización de lixiviado	Residuos Sólidos Urbanos	Botadero a cielo abierto	Contaminación de cursos de agua
<b>Fecha de publicación:</b>	Diciembre, 2015			
<b>Editorial:</b>	Quevedo:UTEQ, 2015			
<b>Resumen:</b>	<p>El trabajo caracterización de lixiviados generados en el botadero municipal del cantón La Maná, provincia de Cotopaxi año 2014, se realizó en el botadero municipal, persiguiendo los objetivos: caracterizar los tipos de residuos sólidos urbanos que se disponen en el vertedero; determinar la generación de lixiviados, y; sus características físicas y químicas. La hipótesis alternativa de esta investigación fue: H1 los lixiviados generados en el botadero municipal del cantón La Maná, no cumplen el requisito de calidad en relación con los parámetros evaluados conforme a los estándares establecidos en la tabla 12 del anexo 1 libro VI TULSMA.</p> <p><b>ABSTRACT</b></p> <p>The characterization of leachate from the municipal landfill work manna Canton province of Cotopaxi. 2014, was held in the municipal dump, pursuing the objectives: to characterize the types of municipal solid waste disposed in the landfill; determine leachate generation, and; their physical and chemical characteristics. The alternative hypothesis of this research was: H1 leachate from the municipal dump Canton La Mana, do not meet the quality requirements regarding the parameters evaluated in accordance with the standards set out in Table 12 of Annex VI TULSMA</p>			
<b>Descripción:</b>	77 hojas: dimensión, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162			
<b>URI:</b>				

**CAPÍTULO I**  
**CONTEXTUALIZACION DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Introducción.**

La atmósfera, a nivel mundial es un reservorio ambiental muy extenso y constituye el destino de la mayor parte de los contaminantes que arroja el hombre. Algunos los compuestos emitidos son muy ligeros y persistentes lo que produce un impacto a largo plazo de consecuencias insospechadas, se puede definir la contaminación atmosférica como la presencia en el aire de sustancia, o formas de energía, que impliquen riesgos, o daños o molestias graves para personas, animales o bienes de cualquier tipo (1).

Las alternativas de tratamiento de lixiviados se pueden clasificar de acuerdo a diferentes características como por ejemplo, de acuerdo a los niveles de tratamientos que se logren en cada una de ellas, o por tipos de contaminación que pueden remover. Los lixiviados contienen todos los mayores grupos de contaminación conocidas como son: la contaminación por patógeno, por materia orgánica, la contaminación por nutrientes y por sustancias tóxicas (2).

En la actualidad el botadero municipal del cantón La Maná es un sitio de deposición final los desechos sólidos, donde se depositan materiales de diversa procedencia, diariamente se recogen aproximadamente 35 toneladas de desechos; los cuales representan una enorme cantidad, que ha despertado la preocupación de la comunidad, debido a las incidencias directas que no tiene ningún tipo de manejo adecuado, por lo tanto los lixiviados deben tener varios elementos en su composición que deben ser analizados e identificados para conocer su peligrosidad ambiental.

El uso del relleno sanitario, ha sido el método más utilizado de disposición final, principalmente afectando a los habitantes, ya que tanto a inversión inicial como los costos reales de operación son inferiores a otros sistemas de disposición o tratamiento. Sin embargo, los rellenos sanitarios requieren una operación eficiente para evitar contaminar su entorno. La mayoría de los casos los RSU contienen cantidades de agua suficiente para generar lixiviados, aún sin la entrada de aguas meteóricas, al contener concentraciones elevadas de contaminantes orgánicos e inorgánicos incluyendo ácidos húmicos nitrógeno amoniacal y metales pesados además de sales inorgánicas(23).

## **1.2. Problema de investigación.**

### **1.2.1 Planteamiento del Problema**

El problema sanitario que enfrentan la mayor parte de ciudades y centros poblados de los cantones, debido a la disposición de desechos a cielo abierto, conocidos como Residuos Sólidos Urbanos (RSU), constituyen una amenaza para la salud de los pobladores, principalmente para aquellos que habitan en las inmediaciones de estos vertederos, la filtración de lixiviados producto de la descomposición de la basura hacia los recursos de agua cercanos, afectan la vida acuática y el uso del agua, siendo causantes de enfermedades, malos olores, proliferación de insectos y roedores, la lixiviación de los vertederos afecta directamente el estero Tontomal del Cantón La Maná.

Frente al rechazo de la población a la incineración a cielo abierto los riesgos para la salud y el medio ambiente son incalculables, aunque se inviertan cada vez mayores sumas de dinero para mejorar las tecnologías. La búsqueda de soluciones para el tratamiento de residuos reúne a organizaciones y ciudadanos preocupados por los impactos ambientales ocasionados y el desconocimiento de la legislación vigente a tomar nuevas medidas que garanticen un planeta más limpio usando tecnologías verdes o amigables con el ambiente, establece procedimientos ambientales y que además, favorecerá a la comunidad en mejorar la calidad de vida, como el cierre técnico del vertedero y la remediación de malos olores contaminados con lixiviados.

#### **1.2.1.1. Diagnóstico.**

El cantón La Maná cuenta con el uso del botadero municipal, ha sido el método más utilizado de disposición final para los RSU, debido principalmente el factor económico, ya que tanto la inversión inicial como los costos reales de esta operación son inferiores a otros sistemas de disposición o tratamiento de RSU, Sin embargo, los rellenos sanitarios requieren una operación eficiente para evitar contaminar su entorno, ya que existe bajo presupuesto para mejorar el sistema adecuado de los residuos sólidos.

### **1.2.1.2. Pronóstico.**

Afectaciones a la calidad de agua; desaparición de peces, desaparición de macro-invertebrados y otras formas de vida.

### **1.2.1.3. Causas.**

Inadecuada disposición y confinamiento de basura produce lixiviados, gases, malos olores. Basura y lixiviación.

### **1.2.1.4. Efectos.**

Proliferación de enfermedades, lixiviación de sustancias contaminantes en estero Tontomal.

Diseñar la infra-estructura para el tratamiento del lixiviado y el cierre técnico del botadero.

## **1.2.2. Formulación del problema.**

¿Cómo incide la escasa caracterización de lixiviado generados en el botadero municipal del cantón la Maná, provincia de Cotopaxi?

## **1.2.3. Sistematización del problema.**

Cuál es la situación actual del botadero municipal del cantón la Maná, provincia de Cotopaxi.

¿Qué materiales se utilizan para la confinación de desechos sólidos en el botadero municipal del cantón la Maná?

¿De qué manera se puede mejorar el manejo de lixiviado acorde a los residuos encontrados en el botadero municipal?

### **1.2.3.1. Problema de investigación.**

Todo relleno sanitario o sitio de disposición final genera lixiviados, los cuales se forman principalmente por la filtración de las aguas meteóricas a través de la masa de residuos, sin embargo, en la mayoría de los casos los RSU contienen cantidades de agua suficientes para generar lixiviado, aún sin la entrada de aguas meteóricas

## **1.3. Objetivos.**

### **1.3.1. Objetivo general.**

Caracterizar el flujo de lixiviados generados en el botadero municipal del cantón La Maná provincia de Cotopaxi.

### **1.3.2. Objetivos específicos:**

- Caracterizar los tipos de residuos sólidos urbanos que se disponen en el vertedero municipal del cantón La Maná.
- Determinar la generación de lixiviados en el botadero municipal del cantón La Maná.
- Determinar las características físicas y químicas de los lixiviados en el botadero municipal del cantón La Maná.

#### **1.4. Justificación.**

La situación actual del vertedero de desechos sólidos del cantón La Maná, en relación con el manejo de los lixiviados generados, ha despertado gran preocupación por parte de la ciudadanía, puesto que se conoce del grave impacto ambiental que estos pueden producir en el ambiente y a la salud de los pobladores del entorno. Así, tanto autoridades como ciudadanos en general, han manifestado un interés en solucionar esta problemática para cumplir con las normas establecidas en la normativa ambiental nacional para el manejo de los lixiviados en sitios de deposición final de los desechos sólidos urbanos.

El problema que ocasiona el botadero a cielo abierto y la poza de lixiviado, está exterminando con la vida acuática (fauna y flora), degradación del agua, pérdida de áreas naturales, tierras agrícolas, durante la época seca del año los olores putrefactos, en el estero son causas de gran preocupación por los pobladores de las riveras aguas abajo del botadero, ya que muchos de ellos se sienten amenazados, situando un riesgo de la salud y la de su familia, la gestión de estos residuos es asumida por el sector informal más grave en los botaderos, las personas viven en familias, subsistiendo en condiciones insatisfechas.

**CAPÍTULO II**  
**FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1. Marco Referencial.**

Residuo es todo material inútil o no deseado, originado por la actividad humana, en cualquier estado físico (sólido, líquido y gaseoso y sus respectivas mezclas) que pueden ser liberados en cualquier medio receptor (atmósfera, agua, suelo). Incluye por tanto no solo los residuos sólidos, sino también los efluentes líquidos y las emisiones gaseosas. Hay objetos o materiales que son residuos en determinadas situaciones, mientras que en otras se aprovechan.

En los países desarrollados se tira diariamente a la basura una gran cantidad de variedad de materiales y objetos, que en los países en vías de desarrollo volverían a hacer utilizados o seguirán siendo bienes valiosos. Además muchos residuos se pueden reciclar si se dispone de las tecnologías adecuadas y el proceso es económicamente rentable. Una buena gestión de los residuos persigue precisamente, no perder el valor económico y la utilidad que puedan tener muchos de ellos y usarlos como material útil en vez de descartarlos(3).

Tienen la consideración de residuos sólidos urbanos generados en las actividades domésticas y residuos similares generados en actividades comerciales e industriales, así como los residuos de limpieza urbana, de parques y jardines y lodos de depuradoras. Así se consideran residuos domésticos a los residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias.

Además se consideran residuos comerciales a los residuos generados por la actividad propia del comercio al por mayor y al por menor, de los restaurantes y bares, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicio (4).

## **2.2. Marco conceptual.**

### **2.2.1. Modelo de gestión de los residuos sólidos.**

En la Unión Europea y en general en el resto de los países industrializados, existe una unanimidad en la manera de enfocar la problemática de tratamiento de residuos. A grandes rasgos la citada política establece la siguiente jerarquización.

**Minimización.** Deben fomentarse todos los procesos que supongan una reducción de la generación de residuos. En caso de los residuos sólidos ello pasa por la educación ambiental y por el cambio de hábitos en el consumo.

**Valorización.** Una vez producido el residuo se debe recurrir a toda una serie de técnicas para su reutilización. Para los residuos sólidos la primera opción de reciclaje pasa la recogida selectiva y la recuperación de todas a aquellas materias que pueden volver a usarse. El reciclaje por medio de las fracciones presentes de los residuos sólidos urbanos es relativamente fácil cuando estas proceden de la recogida selectiva. Finalmente se debe educar al ciudadano para que emplee con preferencia los materiales reciclados.

**Tratamiento.** Se domina así a todos a aquellos procesos que tiene como fin reducir la toxicidad del residuo para cuyo destino final es el vertedero. Así, los pretratamientos, como el típico tratamiento fisicoquímico, es un proceso de reducción del impacto por medio de la estabilización como paso previo al vertedero. Con la valorización energética, al menos, se recupera. (1)

### **2.2.2. Fuentes de residuos sólidos en la comunidad.**

Hoy en día en los núcleos urbanos se incrementa el aire contaminado, del ruido excesivo, y una proliferación cada vez mayor de residuos orgánicos e inorgánicos y su lógico deterioro; las ciudades se tornan en grandes consumidoras de recursos (agua, alimento y servicios) y productos de desechos contaminantes (residuos sólidos y aguas negras) con sus consecuentes repercusiones. Por otra parte la liberación de agentes contaminantes y efectos

físicos en el ambiente, como cloros, detergentes, limpiadores, insecticidas, etc., han permitido un grave avance destructivo de la naturaleza. En consecuencia, es provocada una grave crisis ambiental por los enormes desperdicios de residuos, algo que ha predominado y llena todos los espacios de la vida (5).

La relación entre los distintos usos del suelo, su localización y la diferente posición relativa que mantiene entre sí, configuran la estructura urbana en el cual pesan los factores actuales pero también la evolución de los modos de producción (6).

### **2.2.3. Buenas prácticas ambientales.**

La implementación de sistemas de minimización en la generación de residuos sólidos y emisiones contaminantes muchas veces lleva implícita una modificación técnica de procesos productivos, mediante la situación de materiales y cambios en el diseño de nuevos productos. La posibilidad de disminuir los impactos medioambientales se realiza a través de la implicación de las buenas prácticas medioambientales.

Los manuales de buenas prácticas recogen los procedimientos destinados a disminuir la formación de residuos generados en un proceso productivo, disminuyendo los impactos ambientales sobre el medio. Las buenas prácticas son adecuadas por su simplicidad de bajo coste, por los rápidos resultados obtenidos sin afectar a los procesos productivos. Estos manuales recogen una serie de medidas fáciles de implicar sin aumentar considerablemente el coste económico. Implantado las buenas prácticas medioambientales en cualquier sector industrial se consiguen resultados inmediatos.

- Reducir el consumo de agua de recursos energéticos.
- Disminuir la cantidad de residuos generados.
- Disminuir la contaminación atmosférica y acústica.
- Aumentar la capacidad competitiva de las empresas.
- Mejorar la imagen social de las empresas (1).

#### **2.2.4. Indicadores promedio de caracterización (RSU) a nivel internacional.**

La gestión de residuos sólidos es un tema crítico a nivel mundial, por los incrementos poblacionales y la generación de residuos. Los países desarrollados superan la brecha de recolección, transporte, disposición; sus esfuerzos se encuentran en el reciclaje y la implementación de tecnologías limpia que posibilita la eliminación amigable de los residuos no reciclables.

En América latina la producción de residuos asciende a 275.000 t/d, de los cuales solo el 75% son recolectados, pero solamente el 30% se dispone en rellenos sanitarios, pues predominan botaderos a cielo abierto con quema indiscriminada de desechos sin tratamientos de lixiviados, casi siempre situadas en áreas densamente pobladas, y por ende, con grandes impactos hacia el ser humano y al medioambiente (7).

### **2.3. Marco teórico.**

#### **2.3.1. Generación de residuos: urbano y rural.**

La generación de residuos urbanos está vinculada a los modelos de producción y consumo, las condiciones climáticas, los movimientos de la población, la eficiencia en ciclo de materiales, desde su extracción hasta sus desechos como residuos, etc. La generación de residuos urbanos además de representar una pérdida de materiales y energía, su gestión (recogida, tratamiento y deposición final) implica unos costes económicos y ambientales cada vez mayores para la sociedad

Así, las consecuencias de alterar el ciclo se manifiestan una patología urbana cuyos principales efectos son: el aumento de los residuos sólidos urbanos de materia orgánica con exceso de nutrientes para los suelos; la alteración en la composición del suelo; la contaminación de las aguas subterráneas por infiltraciones de compuestos orgánicos y la salinización de la tierra, con pérdida de su fertilidad, (8)

Los residuos sólidos urbanos son producidos por cualquier actividad en los núcleos de población o en sus zonas de influencia. Así, según el lugar donde se generan, se establece la siguiente clasificación:

- **RSU domiciliarios:**

***Residuos domésticos:*** (desechos de actividades realizadas en viviendas o residencias asociadas al consumo personal y familiar).

***Residuos comerciales:*** (generados en tiendas de todo tipo, centros comerciales, mercados, hoteles, restaurantes, talleres, etcétera).

***Residuos institucionales:*** (generados en establecimientos educativos, cuarteles, cárceles, asilos, cementerios, geriátricos, orfanatos, hospitales, etcétera).

***Residuos de demolición o construcción:*** (derribo o construcción de edificios, pavimentos, puentes, carreteras, reparación y renovación de todos ellos etcétera).

***Residuos agrícolas periurbanos:*** (desechos de actividades de fruticultura, horticultura, granja, etc.)

***Residuos industriales:*** (materiales procedentes de su producto). RSU no domiciliarios, son los originados en la limpieza de calles, parques, plazas, poda de arbolado urbano, etcétera (9).

La Clasificación de los RSU, el grado de degradabilidad:

El crecimiento urbano ha causado un incremento en la generación de residuos domésticos de manejo especial e industrial, no peligrosos. Dichos residuos son acumulados en los sitios de deposición final; los cuales, sin un manejo apropiado, pueden producir problemas de contaminación de aire, agua, y suelo, así como la salud pública.

En general, los países en desarrollo desconocen las cantidades y tipos de residuos sólidos (RS) que son recolectados, la cantidad reciclada y la recuperada, la inadecuada selección de sitios de deposición final, así como los programas ineficientes de reutilización y reciclaje (10).

**Tabla 1.** Programas eficientes de reutilización y reciclaje

Reciclables orgánicos	
Residuos alimenticios	Cualquier tipo de residuos sólidos.
Papel y cartón	Revistas, periódicos, libros, materiales de embalaje, papel de oficina, cajas, cartón corrugado, otros.
Textiles	Algodón, cortinas, nailon, ropa usada, retazo de tela.
Otros orgánicos	Madera, cuero, residuos de jardinería.
Reciclables inorgánicos	
Plásticos <sup>a</sup>	PET, HDPE, LDPE, PP, entre otros.
Vidrios	Vidrios claros, ámbar y verdes.
Metales	Latas de los alimentos procesados y bebidas, materiales ferrosos y no ferrosos
Envases Tetra pak <sup>p a</sup>	Envases de bebidas y alimentos procesados.
Aluminio	Lata de aluminio, otros tipos de aluminio.
Otros inorgánicos	Loza y cerámica, materiales de construcción...
No reciclables	
Residuos sanitarios	Pañal desechable de niño y adulto, toalla sanitaria.
Residuos finos	Tierra de jardín, residuos finos que pasan el tamiz.
Residuos electrónicos	Cualquier tipo de residuo electrónico doméstico.
Varios	Residuos que no se ajustan a las categorías anteriores.

(10)

La clasificación se realizó de acuerdo a su componente biológico.

### 2.3.1.1. Problemática general de los botaderos a cielo abierto.

Deposición inadecuada de desechos. Las personas tenemos infortunadamente, escasa educación y poca conciencia sobre el adecuado manejo de basura, y no es poco usual encontrar ríos y lotes baldíos contaminados por desechos domésticos. Quienes tienen algún conocimiento al respecto y optan en sus casas por clasificar sus desechos, se encuentran con la realidad de que el camión de basura, al final, termina revolviéndoles de nuevo, en el botadero de basura.

Otro tipo de desechos, como los hospitalarios e industriales, no se manejan en forma adecuada, aún a pesar del peligro que conlleva alguno de estos, por las características

contaminantes que tienen para el ambiente y para la población. Podemos, incluso, decir que en estos casos muchas veces no se ponen en riesgos la calidad de vida si no la vida mismo de las personas.

Nos enfrentamos así a un nuevo problema del vínculo entre crecimiento y ambiente. El desarrollo humano sostenible debe concederles prioridad a las personas por lo que deben asegurar la protección de la vida humana; pero también deben garantizar la protección del ambiente, determinante de la salud y la calidad de vida de todos nosotros y de las futuras generaciones (11).

Desde los años 70 se comenzaron a evidenciar los impactos adversos sobre la salud y medioambiente que producen los residuos sólidos municipales, si no se realiza un control adecuado. Los problemas planteados por la generación, separación en la fuente, transporte, almacenamiento, tratamiento, eliminación e inadecuada disposición final principalmente debido a la falta de responsabilidad por parte de las instituciones generadoras de residuos, de las autoridades municipales y sus operadores de aseos en los procesos de deposición final y de los ciudadanos que no separan los residuos sólidos en la fuente, perdiéndose la oportunidad de darle un valor agregado como reutilización, reciclaje, compostaje, entre otros (12).

### **2.3.2. Frecuencias de recolección.**

#### **2.3.2.1. Fuentes.**

Es la operación de recoger los residuos sólidos en los sitios donde se hallan depositados que puede ser la acera delante de la vivienda, un contenedor destinado a tal fin o un área de almacenamiento el sistema, suele decidirlo la autoridad municipal.

Los camiones que suelen llevar a cabo la recolección por lo noche (citación muy contestada por colectivos de vecinos ya que es un proceso ruidoso), conducen el residuo a la planta de tratamiento, a la planta de selección o a la estación de transferencia según proceda.

En caso de que la población disponga de un cierto grado de recogida selectiva, es obvio que deberá realizarse tantas recolecciones como residuos se separen (1).

### 2.3.2.2. Enfermedades relacionadas con los RSU No gestionados.

Los riesgos al medio ambiente y a la salud causados por los residuos peligrosos son un foco de atención a nivel mundial, que ha propiciado que se generen disposiciones regulatorias (leyes, reglamentos y normas); que establecen pautas de conducta a evitar y medidas a seguir para lograr dicho manejo seguros a fin de prevenir riesgos.

La producción de residuos sólidos domésticos es una variable que depende básicamente del tamaño de la población y de sus características socioeconómicas influyendo marcadamente al nivel de vida de la población, la época del año y las características del lugar (13).

### 2.3.2.3 Daños a la salud por la mala disposición de residuos.

**Tabla 2 Daños a la Salud.**

Gastrointestinales afecciones más frecuentes que produce la basura, y se adquieren por la ingestión de alimentos contaminados.	Enfermedades asociadas
Infección intestinal aguda	Cólera
La parasitosis la encontramos más en las poblaciones urbanas marginales debido a las malas condiciones sanitarias.	Parasitismo intestinal
La diarrea suele ir acompañada de dolor abdominal, náuseas, vómitos y fiebre más o menos elevada; en los casos más graves aparece deshidratación, y si se llega a extremos, puede provocar un colapso cardiocirculatorio.	Diarrea
Enfermedad contagiosa y de tipo epidémico que produce por un virus transmitido por los mosquitos.	Dengue
Causada por diversos patógenos protozoarios del género <i>Plasmodium</i> .	Malaria

(13)

### 2.3.2.3.1. Efectos potenciales sobre la salud: contaminación de agua y alimentos.

El agua es un recurso muy escaso en nuestro planeta. Un aprovechamiento inteligente del agua es una obligación tanto de los ciudadanos como de los empresarios. Uno de los grandes consumidores de agua, es la limpieza, por ello es necesario que las empresas de este grupo se conciencien de la necesidad de ahorrar agua para que se pueda contar en un futuro con este bien escaso.

La contaminación de las aguas superficiales (ríos, mares, lagos, etc.) y subterráneas (acuíferos) pueden tener origen humano o natural, y tener diversos orígenes:

- Desde el aire, pueden depositarse contaminantes atmosféricos, como cenizas, compuestos azufrados, etc.
- Desde su propia agua, como vertidos industriales o urbanos y accidentes marítimos o terrestres.
- Características de los distintos grupos de contaminantes principalmente de aguas (14).

**Tabla 3 Clasificación de grupos de contaminantes y efectos nocivos sobre la salud**

<b>Grupos de contaminantes</b>	<b>Efecto nocivo</b>
Aguas residuales urbanas: Contienen materia orgánica, detergentes, metales, insecticidas, microorganismo.	-Perjudiciales para todos los seres vivos. -Provocan la eutrofización de las aguas.
Metales pesados: Proviene de industrias químicas, refinerías, etc. Son compuestos tales como, plomo, cadmio, arsénico, cobre, zinc, etc.	-Son perjudiciales porque se acumulan en los seres vivos.
Desechos agrícolas: Plaguicidas y herbicidas.	-Son perjudiciales por los efectos de bioacumulación. -Suelen ser poco degradados para la naturaleza.
Petróleo y derivados.	-Se acumulan en los seres vivos.

Grupos de contaminantes	Efecto nocivo
Vertidos de aceites usados, vertidos al mar derivados de limpiezas de petróleos, etc.	-Pueden eliminar microorganismos actuantes en los procesos de depuración de aguas residuales.
Vertidos industriales. Engloban una gran cantidad de productos: fenoles, ácidos, álcalis, aceites, metales, sales, etc.	-Efectos tóxicos sobre los seres vivos. -Daños localizados de importancia. -Eutrofización de las aguas

(14)

#### **2.3.2.3.2. La peligrosidad de lixiviados.**

Los gobiernos municipales son, ante todo, aparatos administrativos de presentación de servicios públicos ¿Cuáles son los niveles de coberturas de servicio básico (agua, drenaje, calle, parques y jardines alumbrados públicos, recolección de basura etcétera) que ofrecen los municipios del país? (15).

#### **2.3.2.3.3 Características de un tipo de lixiviado.**

Se define lixiviado el resultado de la percolación del agua a través de relleno sanitario controlado. El tratamiento de lixiviados es uno de los grandes problemas en el manejo de residuos tanto en Europa como en Latinoamérica. Las características de los lixiviados definitivamente dependen de las características ambientales, es decir, nivel socioeconómico, clima, temperatura, evaporación, sistema de tratamiento de los residuos, entre otras. Por ello, la solución al tratamiento de los lixiviados dependerá evidentemente de las características del lugar de deposición final (16) .

## **2.4. Marco legal.**

### **2.4.1. Constitución Política de la República del Ecuador 2008.**

**Art. 14.-** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradado.

**Art. 15.-** El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional

### **2.4.2. Acuerdo Ministerial No. 028. Libro VI Calidad Ambiental.**

#### **Título II**

#### **Sección V**

#### **De la Disposición Final**

**Art. 188.** Los sitios de disposición final deberán contar con un sistema de monitoreo y control que contemple las siguientes actividades:

- 1.** Monitoreo de las aguas subterráneas cada seis meses para verificar la presencia de lixiviados.
- 2.** En el caso de existir lixiviados, deberán ser analizados, tratados y finalmente dispuestos de acuerdo a los reglamentos y normas ambientales vigentes.

3. Los operarios de las celdas especiales deberán contar con equipo de protección personal que establezca la autoridad ambiental.

4. Las entidades o personas encargadas de la operación de los sitios de disposición final deberán realizar en forma rutinaria monitoreo de los efluentes del relleno. El MAE expedirá la norma correspondiente que determine los parámetros que deberán ser analizados en forma rutinaria.

**Art. 31. Ámbito De Salud Y Ambiente.** Se establece como políticas de la gestión de residuos sólidos en el ámbito de salud y ambiente las siguientes:

a. Prevención y minimización de los impactos de la gestión integral de residuos sólidos al ambiente y a la salud, con énfasis en la adecuada disposición final.

b. Impulso y aplicación de mecanismos que permitan tomar acciones de control y sanción, para quienes causen afectación al ambiente y la salud, por un inadecuado manejo de los residuos sólidos.

c. Armonización de los criterios ambientales y sanitarios en el proceso de evaluación de impacto ambiental y monitoreo de proyectos y servicios de gestión de residuos sólidos.

d. Desarrollo de sistemas de vigilancia epidemiológica en poblaciones y grupos de riesgo relacionados con la gestión integral de los desechos sólidos.

### **2.4.3. De los Deberes y Derechos del Regulado**

**Art. 84** Responsabilidad por Descargas, Emisiones y Vertidos. Las organizaciones que recolecten o transporten desechos peligrosos o especiales, brinden tratamiento a las emisiones, descargas, vertidos o realicen la disposición final de desechos provenientes de terceros, deberán cumplir con el presente Libro VI De la Calidad Ambiental y sus normas técnicas. Así mismo, deberán obtener las autorizaciones administrativas ambientales correspondientes de parte de la entidad ambiental de control.

El productor o generador de descargas, emisiones o vertidos, no queda exento de la presente disposición, y deberá responder conjunta y solidariamente con las organizaciones que efectúen para él las acciones referidas en este artículo.

## **Sección II**

### **Ámbito de Aplicación**

**Art. 152** El presente reglamento regula las fases de gestión y los mecanismos de prevención y control de la los desechos peligrosos, al tenor de los lineamientos y normas

técnicas previstos en las leyes de Gestión Ambiental, de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en sus respectivos reglamentos, y en el Convenio de Basilea.

#### **2.4.4. Órgano de Difusión del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de La Maná Administración 2009 – 2014**

Art. 6.- DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.- El Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón La Maná, a propuesta de sus comisiones o de la Unidad de Higiene y Ambiente, establecerá políticas que promuevan la gestión integral de los residuos sólidos, es decir la reducción, reutilización y reciclaje de dichos residuos en domicilios, comercios e industrias, y su recolección, transporte, mercantiles, tales como: Almacenes, depósitos, hoteles, restaurantes, cafeterías, discotecas, centros de diversión nocturnos, plazas de mercado, escenarios deportivos y demás sitios de concentraciones públicas

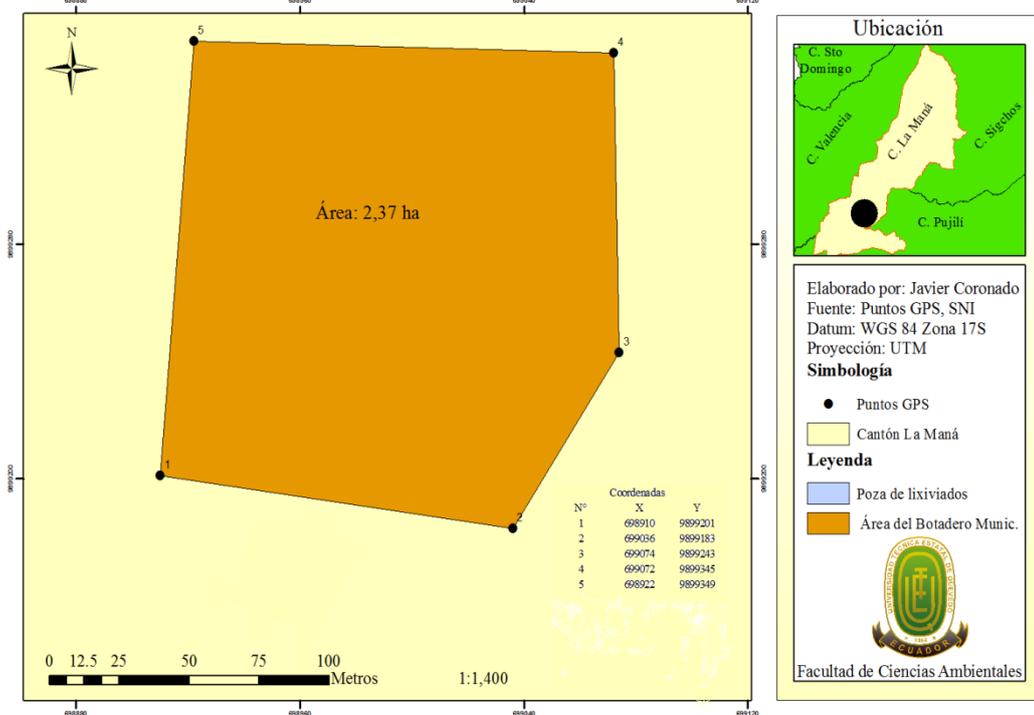
Art. 1.- DE LA JURISDICCIÓN.- La presente ordenanza es de aplicación general y obligatoria en todo el territorio del cantón La Maná, en función de los - Principios básicos para la prestación del servicio que son los siguientes: 1. Procurar la cobertura total de la población del Cantón la Maná; 2. Garantizar la calidad del servicio a toda la población; 3. Prestar eficaz y eficientemente el servicio en forma continua e ininterrumpida; 4. Obtener economías de escala comprobables; 5. Establecer mecanismos que garanticen a los usuarios el acceso al servicio y su participación en la gestión y fiscalización de la prestación del servicio; 6. Desarrollar una cultura de no residuos; 7. Promover en la población a nuevos hábitos de consumo que deriven en una disminución de la generación de residuos sólidos, especialmente los no reciclables; y, 8. Fomentar el aprovechamiento de los residuos sólidos, minimizar y mitigar el impacto en la salud y en el medio ambiente, ocasionado desde la generación hasta la eliminación de los residuos sólidos, es decir en todos los componentes del servicio.

**CAPITULO III**  
**METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Localización.

#### Mapa de ubicación del área de estudio

Tema: Caracterización de lixiviados generados en el botadero municipal del Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, año 2014.



Fuente: Autor

La zona en estudio se ubica a 3 kilómetros al norte de la cabecera cantonal La Maná en las siguientes coordenadas geográficas:

#### Coordenadas geográficas del vertedero de RSU-del Cantón La Maná.

UBICACIÓN	LONGITUD UTM	LATITUD UTM	ALTITUD
Norte del Centro Poblado	698910N	9899201E	280 msnm
Norte del Centro Poblado	698936N	9899183E	280 msnm
Norte del Centro Poblado	699074N	9899243E	280 msnm
Norte del Centro Poblado	699072N	9899345E	280 msnm
Norte del Centro Poblado	698922N	9899349E	280 msnm

Fuente: Autor

### Condiciones Edofoclimaticas.

<b>Formaciones Litográficas Superficiales</b>	Suelos francos a francos-arenosos profundos con situación de bases <50% y retención de agua a pF3 de 50 a 100% asociados con suelo rojizos arcillosos profundos.
<b>Temperatura Media</b>	24 °C
<b>Precipitación</b>	3180 mm
<b>Unidad Relativa</b>	90%
<b>Altitud</b>	280 msnm
<b>Límites del área de investigación</b>	
<b>Norte:</b>	Mercedes del Norte
<b>Sur:</b>	Angeta Moreno
<b>Este:</b>	Tres Coronas
<b>Oeste:</b>	Rio San Pablo

Fuente: IGM 2012

### 3.2. Tipo de Investigación.

Esta investigación es un estudio de caso para alcanzar cada uno de los objetivos planteados, en el presente estudio se aplicaron los siguientes tipos de investigación.

#### 3.2.1. Investigación descriptiva.

El propósito de esta investigación es describir el escenario presente al momento de esta investigación. (Nell J, 1999)

#### 3.2.2. Procedimientos metodológicos.

En base al proyecto de investigación se realizo de la siguiente manera:

### **3.2.3. De campo o experimental.**

Se realizaron charlas de educación ambiental no formal a los residentes de las viviendas 19 de mayo y del barrio Gomes Dorian De La Torre; para la clasificación y la separación de los RSU, durante la fase de investigación.

Se realizaron Inspecciones *in situ*, campaña de aforos de gastos líquidos del estero Tontomal; mediciones, monitoreo de parámetros físico y químicos del estero Tontomal y la poza de lixiviado del botadero municipal del cantón La Maná; recolección de aforos muestras y pesaje de los RSU; revisión cartográfica de la zona de estudios.

Esta investigación permitió extraer los datos mediante técnicas de recolección, con el fin de alcanzar los objetivos propuestos en esta investigación.

### **3.2.4. Bibliográfica.**

Los métodos de información bibliográfica para la investigación, son aquellos que permiten al usuario utilizar la información registrada en documentos para llevar a efecto su propia investigación. (Eco 1986)

## **3.3. Métodos de investigación.**

### **3.3.1. Método deductivo.**

Este método es utilizado para establecer las conclusiones generales y parciales que resultan de la caracterización (separación) y pesaje (cuantificación) de los RSU en La Maná.

#### **3.3.1.2. Analítico y sintético.**

El análisis es la observación y examen de un hecho en particular. Este método permitió conocer el objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, comprender mejor su comportamiento, hacer relaciones y establecer nuevas teorías.

Con este método se descubren se analizaron los procesos, programas, procedimientos, técnicas, políticas y criterios sobre el lixiviado que se genera en el botadero y contamina las fuentes de agua del estero Tontomal.

### **3.4. Población y Muestra.**

Para caracterizar los residuos sólidos urbanos que se disponen en el vertedero municipal del cantón La Maná, se procedió de la siguiente manera:

En base a la sectorización existente en el GAD Municipal, se eligieron dos sectores (residenciales), y se procedió a aplicar el muestreo aleatorio estratificado (Elementos del Muestreo\*) dividiendo a la población de  $N$  individuos, en  $k$  estratos,

$$N=N_1+N_2+\dots+N_k,$$

Para realizar en cada una de estas sub-poblaciones muestreos aleatorios simples de tamaño  $n_i$   $i=1,\dots,k$ .

Los elementos de muestra se eligieron de cada uno de los estratos se fundamentaron en dos técnicas: la asignación proporcional y la asignación óptima.

#### **3.4.1. Asignación óptima.**

El muestreo se basó en los siguientes criterios:

- Elegir los  $n_i$  de tal modo que se minimice la varianza del *estimador*, o bien,
- Habiendo fijado la varianza que podemos admitir para el estimador, minimizar el costo en la obtención de las muestras.

Así en un estrato dado, se tiende a tomar una muestra más grande cuando:

- El estrato es más grande;
- El estrato posee mayor variabilidad interna (varianza);
- El muestreo es más barato en ese estrato.

### 3.4.2. Tamaño de la Muestra.

El tamaño de la muestra está de acuerdo a la siguiente ecuación:

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

- Dónde:
- n =Tamaño de la muestra.
- N =Tamaño de la población.
- $\sigma$ =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 de la muestra, su valor % (0,05).

## 3.5. Metodología de la investigación.

### 3.5.1. Caracterización de los tipos de residuos sólidos urbanos que se disponen en el vertedero municipal del cantón La Maná

La caracterización de los RSU generados en el Cantón La Maná y que se disponen en el vertedero municipal se llevó a efecto de acuerdo a lo siguiente:

- Se seleccionó al azar el número de viviendas o comercios en donde se realizó el aforo de los RSU;
- Se entrevistó a 40 familias del lugar sujeto de estudio, con la finalidad de instruirlos en el manejo y separación de residuos sólidos, donde se les proporciono fundas: de color verde, amarillo, azul y negro para la distribución temporal de los residuos.
- Se tomaron muestras en dos sectores: Avenida 19 de mayo (Av. Principal) y sector Dorian Gómez de la Torre (sector periférico sur de la ciudad); con una cantidad de 20 viviendas en cada sector, llegando a una totalidad de 40 viviendas, se dialogó con el encargado de la limpieza de cada inmueble acerca de la clasificación de los

RSU, con la finalidad de poder separar los residuos y clasificar según sus características: funda negra para residuos orgánicos; verde para vidrio y envases metálicos; azul para plástico y; amarilla para papel y madera.

- Cada vivienda seleccionada, se identificó con una etiqueta, de acuerdo a sus características mientras duró el proceso de separación de los RSU.
- La recolección de la muestra de cada casa se pesó con la ayuda de una báscula al llegar al botadero municipal.
- El pesaje para la cuantificación de los residuos se realizó dos veces por semana, durante 4 semanas consecutivas.
- Los resultados del pesaje se compararon con valores típicos para RSU; (Propuesta por Tchobanoglous, G. Theisen H. Y Vigil S. 1994) y que se presenta a continuación:

**TABLA 4.- Datos típicos de contenido de humedad para residuos domésticos, comerciales, industriales y agrícolas.**

TIPOS DE RESIDUOS	CONTENIDO HUMEDAD (%)	
	RANGO	TÍPICO
<b>Domésticos (no compactados)</b>		
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	12 – 25	20
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
<b>Residuos de jardines domésticos</b>		

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
<b>Urbanos</b>		
En camión compactador	15 – 40	20
En vertedero		
Medianamente compactados	15 – 40	25
Bien compactados	15 – 40	25
<b>Comerciales</b>		
Residuos de comida (húmedos)	50 – 80	70
Aparatos	0 – 2	1
Cajas de madera	10 – 30	20
Podas de árboles	20 – 80	25
Basura (combustible)	10 – 30	15
Basura (no combustible)	5 – 15	10
Basura (mezclada)	10 – 25	15
Construcción y demolición		
<b>Industriales</b>		
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	35
<b>Agrícolas</b>		
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; Autor**

De acuerdo al criterio de estos autores se construyó la siguiente tabla en la que se muestra 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 (17).

**Tabla 5.- Contenido de humedad de los RSU**

COMPONENTE	BIODEGRADACIÓN RÁPIDA	BIODEGRADACIÓN LENTA	PESO HÚMEDO (KG)	PESO SECO (KG)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
Residuos de comida	SI		9.0	2.7	70,0
Papel	SI		34.0	32.0	5.88
Residuos de frutas y vegetales	SI		9.0	2.25	75.0
Cartón	SI		6.0	5.7	5.0
Residuos de jardín		SI	18.5	6.5	64.86
Textiles		SI	2.0	1.8	10.0
Goma		SI	0.5	0.5	0.0
Cuero		SI	0.5	0.4	20.0
Madera		SI	2.0	1.6	20.0
Plásticos*		SI	7.0	6.9	14.3

(17)

Finalmente se separó los RSU en 3 grupos: Degradación Lenta; Degradación Rápida y Otros;

- Se determinó la generación per cápita en Kg día/persona, en base a los residuos obtenidos durante el muestreo, tal como se muestra en la siguiente tabla (17).

**Tabla 6.- Separación de los RSU según degradabilidad.**

AVENIDA 19 DE MAYO (CENTRO DE LA CIUDAD)													
VIVIENDAS	PRIMERA-SEMANA			SEGUNDA-SEMANA			TERCERA-SEMANA			CUARTA-SEMANA			SUMA
	D- LENTA	D- RÁPIDA	OTROS	D- LENTA	D- RÁPIDA	OTROS	D- LENTA	D- RÁPIDA	OTROS	D- LENTA	D- RÁPIDA	OTROS	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
suma													
promedio													
semanal													

**Fuente; Autor.**

**3.5.1.2. Generación de Lixiviados en el Botadero Municipal del Cantón La Maná.**

**3.6. Procedimiento de la investigación.**

- a). Reconocimiento y delimitación del área de estudio:- Se visitó el vertedero por varias ocasiones con la finalidad de verificar el proceso de confinamiento de RSU. El propósito final fue determinar la cantidad de lixiviado producido por la acumulación de desechos en el sitio
- b). El método de balance hídrico propuesto engloba la información climatológica histórica de los siguientes parámetros: temperatura del aire en °C; y, precipitación pluvial en mm., de la estación Meteorológica San Juan La Maná;

- c). La evapo-transpiración real\* (mm), del área del vertedero, se determinó de acuerdo a la fórmula propuesta por Turc: Relaciona la suma anual de la precipitación anual (P) en mm.; y, la temperatura media anual (t) en °C, la expresión es la siguiente:

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}};$$

Donde  $L = 0.05 * t^3 + 25 * t + 300$ .

- d). El contenido de humedad, se determinó, en función de la trasmisión en m<sup>2</sup>, el tipo de suelo (capacidad de percolación) en mm y el contenido de humedad de los RSU en %.

Para determinar la cantidad de lixiviado 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

Ds = Desagüe superficial (Escorrentía).

El contenido de humedad de los RSU es muy variable, 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:

$$M = \frac{w - d}{w} \cdot 10$$

Dónde: M = Contenido de humedad, porcentaje.

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

d = Peso de la muestra después de secarse(17).

### 3.6.1. Características físicas y químicas de los lixiviados en el botadero municipal del cantón La Maná.

La caracterización de los lixiviados en el vertedero municipal y su efecto en el agua del estero Tontomal, se efectuó de la siguiente manera:

Monitoreo continuo de la cantidad del agua que escurre en el estero Tontomal con frecuencia cada quince días durante dos meses (mayo y junio del 2015); se realizaron 5 aforos de gasto líquido utilizando el método velocidad – área, basada en el principio de continuidad a través de la ecuación para flujo incompresible:

$$Q = v \times A$$

Dónde:

Q = caudal en m<sup>3</sup>/s

v = velocidad m/s

A = área m<sup>2</sup>

Este método consiste básicamente en medir el área transversal de la corriente, la cual se divide en tramos iguales verticales para luego determinar las velocidades de flujo y obtener el caudal. La velocidad media en cada vertical es:

$$v = \frac{e}{t}$$

Dónde:

v = velocidad (m/s)

e = espacio de la sección de aforo (m)

t = tiempo (s)

Los aforos realizados en el estero Tontomal, se tabularon utilizando el integral definido para el cálculo del área:

$$A = \int_a^b f(x)dx$$

Para luego obtener el caudal Q.

Los resultados de este cálculo se presentan en la siguiente tabla No. 6

**Tabla 7.- Variación del caudal en el estero Tontomal**

FECHA DEL AFORO	VELOCIDAD (m/s)	AREA (cm2)	CAUDAL (m3)
30-mayo-2015			
06-junio-2015			
13-junio-2015			
20-junio-2015			
27-junio-2015			

**Fuente; Autor**

La medición de los parámetros físico-químicos, se llevó a efecto tanto en la poza de lixiviados como en el margen derecho del estero Tontomal, los parámetros medidos y los equipos utilizados en esta medición, se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 8. Parámetros Monitoreados in situ y equipo de medición**

Parámetro	Unidad de medida	Equipo de medición
Ph	--	Ph330i WTW
Conductividad eléctrica (CE)	$\mu\text{S/cm}$	Cond330i WTW
Sólidos Disueltos Totales (STD)	$\text{mg/dm}^3$	Cond330i WTW
Oxígeno Disuelto (OD)	$\text{mg/dm}^3$	Oxi330i WTW
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	Oxi330i WTW
Medidor de velocidad de descarga (caudal)	$\text{dm}^3/\text{s}$	MODEL 3000 SWOFFER INC.

**Fuente; Autor**

Para la sistematización de la información obtenida como resultado del monitoreo continuo de la calidad del agua realizada in situ, se empleó el software estadístico Mini-Tab; mediante la técnica multivariante se realizó el Análisis de Componentes Principales (ACP), el Análisis Factorial (AF), y el Análisis de Clúster (AC). O conglomerados.

Dónde: el ACP, por tratarse de un análisis exploratorio, se utilizó con la finalidad de reducir la dimensionalidad de los datos, excluyendo la información redundante para luego realizar el AF (análisis confirmatorio) y determinar los factores comunes que explican las interrelaciones entre variables; para todos los casos se utilizó el método de extracción por Componentes Principales (CP) y la rotación ortogonal Varimax.

Dónde: el Análisis de Clúster de variables se realizó con la finalidad de agrupar las variables en grupos que posean la máxima homogeneidad y poder discriminar los grupos de variables que inciden en la calidad del agua superficial y en el lixiviado; el método de agrupación jerárquico utilizado es el Método del promedio y la medida de similitud utilizada es el de Coeficiente de Correlación de Pearson cuya fórmula es la siguiente:

$$d_{ij} = 1 - \rho_{ij}$$

Dónde:

$\rho_{ij}$  = es el producto del momento de correlación de Pearson entre las variables  $i$  y  $j$ .

Los resultados se presentan en un Dendograma.

Para determinar las características físicas y químicas de los lixiviados en el botadero municipal del cantón La Maná, se tomaron en cuenta los parámetros que se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 9. Parámetros físico – químicos y métodos de análisis.**

No.	Parámetro	Unidad Medida	Método de Análisis
1	Temperatura	°C	Electrodo de membrana
2	Oxígeno disuelto	mg/ dm <sup>3</sup>	Electrodo de membrana
3	Potencial de hidrógeno	---	Potenciómetro
4	Conductividad eléctrica	μS/cm	Electrodo conductimétrico
5	Sólidos Disueltos Totales	mg/ dm <sup>3</sup>	Electrodo conductimétrico
6	Turbidez	NTU	Turbidímetro
7	Ortofosfatos (PO <sub>3</sub> )	mg/ dm <sup>3</sup>	Azul de fosfomolibdeno
8	Nitratos (NO <sub>3</sub> )	mg/ dm <sup>3</sup>	Nitrospectral
9	Amonio (NH <sub>4</sub> )	mg/ dm <sup>3</sup>	Azul de indofenol
10	Hierro (Fe II)	mg/ dm <sup>3</sup>	1,10 – fenantrolina
11	Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	mg/ dm <sup>3</sup>	Tanino

12	Cadmio (Cd)	mg/ dm <sup>3</sup>	Derivado de cation
13	Plomo (Pb)	mg/ dm <sup>3</sup>	PAR (Fotométrico)
14	DBO <sub>5</sub>	mg/ dm <sup>3</sup>	Incubación 5 días
15	<sup>1</sup> DQO	mg/ dm <sup>3</sup>	Kit COD Reagent LR
16	<sup>2</sup> Dureza	mgCaCO <sub>3</sub> /l	Kit ORBECO pastillas

**Fuente; Autor**

Parámetro analizado en lixiviados; Parámetro analizado en afloramientos de aguas subterráneas

La toma de muestras, se realizó en la poza de lixiviados de acuerdo a lo que establece el Standar Métodos, la poza de lixiviados está ubicada entre el vertedero de RSU y el Estero Tontomal.

Las muestras para el análisis de laboratorio, fueron comparados con la tabla 12 del TULSMA *“Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce (Límite máximo permisible)”*.

### 3.7. Materiales

- Receptor GPS.
- Cartas IGM 1:50000.
- Botas.
- Machete.
- Balde.
- Etiquetas de numeración.
- Romanilla.
- Fundas plásticas.
- Cámara fotográfica.

#### 3.7.1. Materiales de Oficina.

- Computador.
- Impresora.
- Cámara digital.
- Bolígrafo.
- Papel.
- Tinta.

**CAPITULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### 4.1. Descripción de los procesos.

La caracterización de los residuos sólidos urbanos que se disponen en el vertedero se realizó de la siguiente manera:

##### 4.1.1. Tamaño de la Muestra.

$$n = \frac{(1,96)^2(0,5)^2(24)}{(0,09)^2(24 - 1) + (1,96)^2(0,5)^2}$$

$$n = \frac{(3,86) (0,25) (24)}{(0,0081) (23) + (3,86) (0,25)}$$

$$n = \frac{23.05}{0,1863 + 0,9604}$$

$$n = \frac{23.05}{1,15}$$

$$n = 20$$

1.- De un total de 20 viviendas, negocios, talleres, ubicados entre la Avenida 19 de mayo (Av. Principal) y sector Dorian Gómez de la Torre, de acuerdo al cálculo del tamaño de la muestra, se eligieron 20 viviendas, de igual forma se procedió en el Barrio Dorian Gómez de la Torre, se entregaron las fundas plásticas, para la separación de RSU, tal como se explicó con anterioridad.;

2.- Se indicó a las amas de casa y/o a los encargados de la limpieza en el caso de negocios o talleres, como proceder a la separación *in situ* y la disposición de acuerdo al color de funda y tipo de residuo;

3.- Luego de la recolección de las fundas con los residuos sólidos llevadas al botadero municipal, se procedió al pesaje y al aforo de los residuos contenidos en las mismas: negra, azul y amarilla, se procedió a la separación de los residuos en biodegradables y no

Biodegradables; a los biodegradables se les clasifico en: Biodegradación rápida y biodegradación lenta y los No biodegradables aparecen en las tablas 10 y 11 como Otros.

**Tabla 10. Resultados del aforo de RSU en la Avenida 19 de Mayo- Cantón La Maná.**

AVENIDA 19 DE MAYO (CENTRO DE LA CIUDAD)													
VIVIENDAS	PRIMERA-SEMANA			SEGUNDA-SEMANA			TERCERA-SEMANA			CUARTA-SEMANA			SUMA
	D-LENTA	D-RÁPIDA	OTROS	D-LENTA	D-RÁPIDA	OTROS	D-LENTA	D-RÁPIDA	OTROS	D-LENTA	D-RÁPIDA	OTROS	
1	4,27	17,90	2,30	2,62	12,78	1,41	1,60	5,67	0,86	8,15	15,96	4,40	77,92
2	5,28	18,92	2,85	4,95	14,85	2,67	1,99	5,65	1,1	9,53	25,76	5,14	98,68
3	3,55	17,35	1,92	2,40	11,90	1,29	1,55	6,60	0,84	5,62	29,54	3,04	85,59
4	3,62	15,96	2,95	2,10	13,16	3,13	3,19	11,13	2,72	2,70	17,89	3,46	82,00
5	3,89	18,96	2,10	4,63	18,55	2,50	5,35	17,03	2,89	5,75	18,10	3,11	102,85
6	5,53	16,76	2,99	3,47	13,78	1,87	3,75	13,55	2,03	4,96	16,08	2,68	87,45
7	4,66	14,58	2,52	3,80	12,56	2,05	3,61	14,36	1,95	3,89	13,92	2,10	79,99
8	6,25	13,70	3,37	5,15	11,90	2,78	3,28	12,69	1,77	4,80	11,56	2,59	79,84
9	7,16	14,76	3,87	5,75	13,70	3,11	4,35	11,63	2,35	5,48	10,91	2,96	86,01
10	6,42	14,27	3,47	6,63	12,89	3,58	4,13	13,30	2,23	5,47	12,79	2,95	88,13
11	4,29	12,01	2,32	4,69	13,66	2,53	5,32	13,01	2,87	6,39	11,92	3,45	82,48
12	5,59	13,27	3,02	5,07	11,90	2,74	5,75	13,40	3,11	6,75	12,75	3,65	86,99
13	6,28	11,72	3,39	5,63	10,43	3,04	5,29	14,40	2,86	6,73	12,07	3,64	85,47
14	3,54	14,11	1,91	3,47	15,30	1,87	3,17	16,63	1,71	3,87	16,31	2,09	83,99
15	6,07	16,49	3,28	6,73	18,09	3,64	5,46	23,84	2,95	4,37	21,55	2,36	114,82
16	6,91	17,88	3,73	5,45	17,56	2,94	6,73	20,58	3,64	6,58	21,42	3,55	116,95
17	4,58	14,12	2,47	5,80	13,13	3,13	6,73	13,65	3,64	5,45	16,09	2,94	91,73
18	5,80	12,39	3,13	5,41	12,88	2,92	5,60	12,98	3,02	5,79	14,00	3,12	87,04
19	6,78	13,65	3,66	5,79	14,22	3,12	6,53	14,81	3,53	6,02	15,05	3,25	96,40
20	3,50	12,96	2,89	4,35	13,72	2,35	4,33	13,85	3,34	4,60	12,78	3,48	82,14
suma	104,0	301,7	58,1	93,9	277,0	52,7	87,7	268,8	49,4	112,9	326,5	64,0	1796,47
promedio	5,2	15,1	2,9	4,7	13,8	2,6	4,4	13,4	2,5	5,6	16,3	3,2	89,82
semanal	23,2			21,2			20,3			25,2			22,46

Fuente; Autor

Con los datos obtenidos de las Tablas 10 y 11 se construyó la tabla 12 en la que se muestra el resumen de la información obtenida

**Tabla 11. Resultados del aforo de RSU en el barrio D.G. de la Torre-La Maná.**

BARRIO DORIAN GOMEZ DE LA TORRE (SUR ESTE DE LA CIUDAD)													
VIVIENDAS	PRIMERA-SEMANA			SEGUNDA-SEMANA			TERCERA-SEMANA			CUARTA-SEMANA			SUMA
	D-LENTA	D-RAPIDA	OTROS	D-LENTA	D-RAPIDA	OTROS	D-LENTA	D-RAPIDA	OTROS	D-LENTA	D-RAPIDA	OTROS	
1	3,49	17,08	2,13	2,02	13,94	1,31	1,16	5,41	1,09	4,12	13,06	4,08	68,89
2	4,32	18,06	2,64	3,83	16,20	2,48	1,45	4,63	1,4	4,81	21,08	4,76	85,60
3	2,91	16,56	1,78	1,85	12,98	1,20	1,13	5,40	1,06	2,84	24,17	2,81	74,68
4	2,96	15,24	1,81	1,62	14,35	1,05	2,32	9,11	2,18	1,36	6,53	1,35	59,87
5	3,19	18,10	1,95	3,58	20,23	2,32	3,89	13,93	3,65	2,91	14,81	2,88	91,41
6	4,53	16,00	2,77	2,68	15,04	1,73	2,73	11,09	2,56	2,51	13,16	2,48	77,26
7	3,82	13,91	2,33	2,93	13,70	1,90	2,62	11,75	2,46	1,97	11,39	1,95	70,72
8	5,11	13,07	3,12	3,98	12,98	2,57	2,38	10,39	2,24	2,42	9,46	2,40	70,13
9	5,86	14,09	3,58	4,45	14,94	2,88	3,16	9,51	2,96	2,77	8,93	2,74	75,86
10	5,26	13,62	3,21	5,13	14,06	3,32	3,00	10,88	2,81	2,76	10,47	2,73	77,25
11	3,51	11,47	2,15	3,62	14,90	2,34	3,87	10,65	3,63	3,23	9,76	3,20	72,32
12	4,57	12,66	2,79	3,92	12,98	2,54	4,18	10,96	3,92	3,41	10,43	3,38	75,75
13	5,14	11,18	3,14	4,35	11,38	2,82	3,85	11,78	3,61	3,40	9,87	3,37	73,88
14	2,90	13,47	1,77	2,68	16,69	1,73	2,30	13,61	2,16	1,96	13,35	1,94	74,55
15	4,97	15,28	3,04	5,20	17,37	3,37	3,97	16,14	3,72	2,21	16,73	2,18	94,17
16	5,65	16,06	3,45	4,21	17,15	2,72	4,90	16,84	4,59	3,32	14,52	3,29	96,70
17	3,74	13,48	2,29	4,48	14,33	2,90	4,90	11,17	4,59	2,75	13,17	2,72	80,51
18	4,74	11,82	2,90	4,18	14,05	2,71	4,07	10,62	3,82	2,92	11,46	2,89	76,19
19	5,54	13,03	3,39	4,47	15,52	2,89	4,75	12,11	4,46	3,04	12,31	3,01	84,52
20	2,86	12,37	1,75	3,36	14,96	2,17	3,15	11,33	2,96	2,32	10,46	2,30	69,99
SUMA	85,1			72,5			63,8			57,0			1550,3
PROMEDIO	4,25	14,33	2,60	3,63	14,89	2,35	3,19	10,86	2,99	2,85	12,75	2,82	77,51
SEMANAL	21,18			20,86			17,04			18,43			77,51

Fuente; Autor.

**Tabla 12. Cuadro resumen de la generación de RSU-La Maná.**

Generación de Residuos per cápita en Kg/día				
SITIO	D-LENTA	D-RÁPIDA	OTROS	TOTAL
CENTRO	0,16	0,47	0,09	0,72
D.G.LA TORRE	0,11	0,42	0,09	0,62
TOTAL	0,27	0,89	0,18	1,34
PROMEDIO	0,135	0,445	0,09	0,67

**Fuente; Autor**

Con los datos obtenidos de esta tabla en la zona céntrica de la ciudad la generación de residuos per cápita es de 0.72 Kg/ (persona/día), mientras que en la periferia de la ciudad (Barrio Dorian Gómez de la Torre), esta tasa disminuye y es de 0.62 Kg/ (persona/día); en promedio en La Maná, se genera 0.67 Kg/ (persona/día) de Residuos Sólidos Urbanos (RSU).

Una vez clasificados los RSU y agrupados en: Degradación lenta; Degradación rápida y otros, con la información obtenida de la Tabla 6, se procedió a caracterizar los mismos, tal como se muestra en la tabla 13.

**Tabla 13. Clasificación de RSU según su degradabilidad.**

COMPONENTE	BIODEGRADACIÓN RÁPIDA	BIODEGRADACIÓN LENTA	PESO HÚMEDO (KG)	PESO SECO (KG)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
Residuos de comida	SI		9.0	2.7	70,0
Papel	SI		34.0	32.0	5.88
Residuos de frutas y vegetales	SI		9.0	2.25	75.0
Cartón	SI		6.0	5.7	5.0
Residuos de jardín		SI	18.5	6.5	64.86
Textiles		SI	2.0	1.8	10.0
Goma		SI	0.5	0.5	0.0
Cuero		SI	0.5	0.4	20.0
Madera		SI	2.0	1.6	20.0
Plásticos*		SI	7.0	6.9	14.3

**Fuente; Autor**

\*Los plásticos generalmente son considerados como no biodegradables.

#### 4.1.1.2. Lixiviado generado en La Maná.

El cálculo de la cantidad de agua de los resultados de la materia orgánica, se realizó en función de los datos obtenidos en el monitoreo de residuos y los datos de las tablas 6 y 10 antes descritas.

**Tabla 14. Contenido real de agua de los RSU caracterizados en La Maná.**

COMPONENTE	BIODEGRADACIÓN RÁPIDA	BIODEGRADACIÓN LENTA	MUESTRA 1 (KG/día)	MUESTRA 2 (KG/día)	PROMEDIO K/día	CONTENIDO DE HUMEDAD (TÍPICO %)	CONTENIDO REAL DE AGUA (dm <sup>3</sup> )
Residuos de comida	sí		0.18	0.21	0.195	70,0	0.14
Papel	sí		0.08	0.12	0.10	5.88	0.006
Cartón	sí		0.06	0.23	0.145	5.0	0.007
Textiles		sí	0.11	0.07	0.09	10.0	0.009
Goma-espuma		sí	0.15	0.05	0.10	0.0	0
Cuero		sí	0.22	0.1	0.16	20.0	0.032
Residuos de jardín		sí	0	0.04	0.02	64.86	0.013
Madera		sí	0.10	0.20	0.15	20.0	0.03
Plásticos			0.38	0.08	0.23	2	0.005
TOTAL			1.28	1.10	1.19	210	0.242

**Fuente; Autor**

Con los datos obtenidos de esta tabla, el contenido real de agua de los RSU promedio de cada vivienda en el cantón La Maná es de 0.242 dm<sup>3</sup>/vivienda-día; si tomamos como referencia a 4.5 personas por cada vivienda tenemos que la tasa per cápita de agua en los RSU es de 0.05dm<sup>3</sup>/(persona/día); El número de personas atendidas por el servicio de recolección de basura es de 29.000 kg-día (esto incluye a toda el área urbana y a las parroquias rurales y recintos), por lo tanto el aporte diario de agua de los RSU es de 1.56 m<sup>3</sup>, lo que nos da un aporte mensual de 46.79 m<sup>3</sup>.

#### 4.1.1.3. Generación de lixiviados en el botadero municipal del cantón La Maná.

Para determinar el aporte de agua proveniente de la precipitación pluvial se tomó como referencia los datos meteorológicos de temperatura ambiental y precipitación pluvial. Correspondientes al período (1964-2012) de la estación San Juan La Maná, el cálculo de evapotranspiración potencial se realizó mediante la fórmula propuesta por Turc, el resumen del cálculo se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 15. Generación de lixiviado en el vertedero de RSU La Maná.**

MESES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
PREC.(mm)	479,8	556,9	665,9	598,3	376,8	85,9	66,1	32,6	52,0	39,8	58,3	170,3
TEM.(°C)	24,2	24,6	25,1	25,1	24,5	23,5	23,0	23,0	23,2	23,2	23,4	23,9
ETP (%)	8,4	8,6	8,7	8,8	8,6	8,2	8,0	8,0	8,1	8,1	8,2	8,3
ETP(mm)	128,5	130,4	132,9	133,2	130,1	124,8	121,8	122,2	123,0	123,2	124,0	126,9
P-ETP (mm)	351,3	426,5	533,0	465,1	246,8	-38,9	-55,7	-89,5	-70,9	-83,4	-65,7	43,5
LLUVIA (m³)	8325,8	10108,1	12632,9	11021,8	5848,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1030,2
RSU.(m³)	46,8	46,8	46,8	46,8	46,8	46,8	46,8	46,8	46,8	46,8	46,8	46,8
LLUV+RSU (m³)	8372,6	10154,9	12679,7	11068,6	5895,3	46,8	46,8	46,8	46,8	46,8	46,8	1077,0
APORTE AL CAUDAL DEL ESTERO (dm³/s)	3.23	3.92	4.89	4.27	2.27	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.42

**Fuente; Autor**

Con los datos obtenidos de esta tabla, el aporte al caudal del estero Tontomal en el transcurso del año es variable, el mayor valor ocurre en los meses lluviosos de diciembre a mayo, el mes de más agua mezclada con lixiviado de RSU, es el mes de marzo (4.89dm<sup>3</sup>/s), mientras que los meses secos (junio a noviembre) el aporte de lixiviado producido en el botadero municipal es de 0.02dm<sup>3</sup>/s., y proviene exclusivamente de los RSU.

Como se puede notar en los meses lluviosos (diciembre-mayo) el agua de lluvia que precipita en el vertedero de basura, lava el lixiviado y por lo tanto diluye la concentración del mismo, mientras que en la época seca al estar las lluvias ausentes, el lixiviado que emigra del vertedero de basura al estero, se diluye y por lo tanto la concentración de contaminantes debe es mayor.

Con la finalidad de cuantificar el flujo superficial que escurre en el estero Tontomal, se procedió a medir el caudal del mismo, para lo cual se realizaron 5 afros de gasto líquido con una frecuencia semanal del 30 de mayo al 27 de junio del 2015 los resultados se muestran en la siguiente tabla:

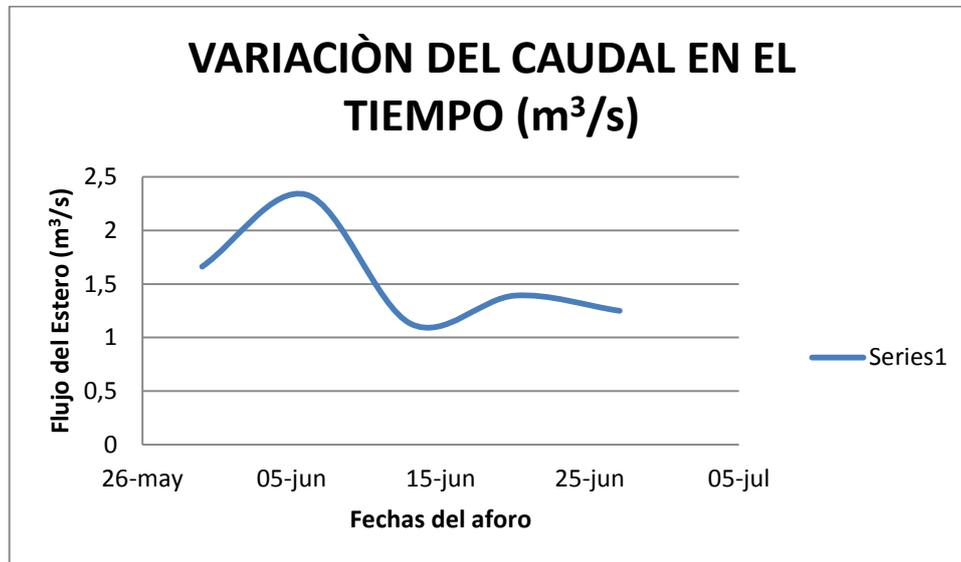
**Tabla 16. Variación estacional del caudal del estero Tontomal.**

FECHA	SECCIÓN AFORADA (m)	AREA DE LA SECCIÓN (m <sup>2</sup> )	VELOCIDAD DEL AGUA (m/s)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)
30 de mayo	8	1.99	0.65	1.66
06 de junio	8	2.53	0.76	2.33
13 de junio	8	1.64	0.57	1.13
20 de junio	8	2.07	0.55	1.39
27 de junio	8	1.85	0.54	1.25

**Fuente; Autor**

Con los resultados de la tabla 16, se construyó el correspondiente gráfico:

**Gráfico 1: Variación del caudal en el estero Tontomal**



**Fuente; Autor.**

Con los datos obtenidos de esta tabla el caudal del estero Tontomal es variable en el tiempo y esto se debe a que es un curso de agua de temporal (por este estero escurre agua desde el mes de diciembre hasta julio-agosto, el resto del año permanece seco).

Para determinar los valores de los parámetros físico-químicos básicos tanto en el vertedero de RSU como en el estero Tontomal se midieron *in situ* los valores de oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, potencial de hidrógeno y temperatura del agua en las mismas fechas en las que se realizaron los aforos de gasto líquido y además el día 4 de julio/2015, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 17. Parámetro físico-químicos básicos medidos en el vertedero y en el estero Tontomal.**

FECHA	SITIO	OD (mg/l)	T-AGUA (°C)	C.E. (μS/cm)	STD (mg/l)	p.H.
30 Mayo	POZA LIXIVIADO	0.8	30.1	31527	27900	8.1
	ESTERO	4.2	25.9	153.8	67	7.4
06 Junio	POZA LIXIVIADO	1.2	29.1	32968	31700	8.2
	ESTERO	4.3	25.7	197.0	84	7.8
13 Junio	POZA LIXIVIADO	0.6	28.9	27798	24600	7.9
	ESTERO	4.7	24.8	186.0	78	7.8
20 Junio	POZA LIXIVIADO	0.9	28.1	263209	23300	7.7
	ESTERO	5.3	24.0	163.0	71	7.1
27 Junio	POZA LIXIVIADO	0.6	27.9	27459	24300	7.9
	ESTERO	6.1	23.5	173.6	76	7.2
04 de julio	POZA LIXIVIADO	1.1	27.5	23800	26894	7.7
	ESTERO	5.6	24.3	182.3	80	7.1
<b>TULSMA-ANEXO 1 LIBRO IV TABLA 3*</b>		Mínimo 5	32	NO APLICA	NO APLICA	6.5-9.0

**Fuente; Autor.**

\*TABLA 3: TULSMAN. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario

En la tabla 17 podemos notar que todos los valores de Oxígeno disuelto medidos en la poza de lixiviados están fuera de la norma; mientras que los valores del parámetro medidos en el margen derecho del estero durante las tres primeras fechas, no se ajustan a la norma, **TULSMA-ANEXO 1 LIBRO IV TABLA 12**

Los datos obtenidos IN SITU, fueron sometidos al análisis multivariante, con la finalidad de determinar las variables más discriminantes, o lo que es lo mismo, las variables que nos sirvan de indicadores de la calidad de agua tanto en la poza de lixiviados como en el estero Tontomal.

El análisis factorial del componente principal y la matriz de correlación realizada con las variables que se muestran en la tabla 17 y correspondientes a la poza de lixiviados, agrupa a las variables en dos factores con Comunalidades cercanas a la unidad (1); estos son los siguientes:

**Tabla 18. Cargas de Factores Rotados y Comunalidades (Poza de Lixiviados)**

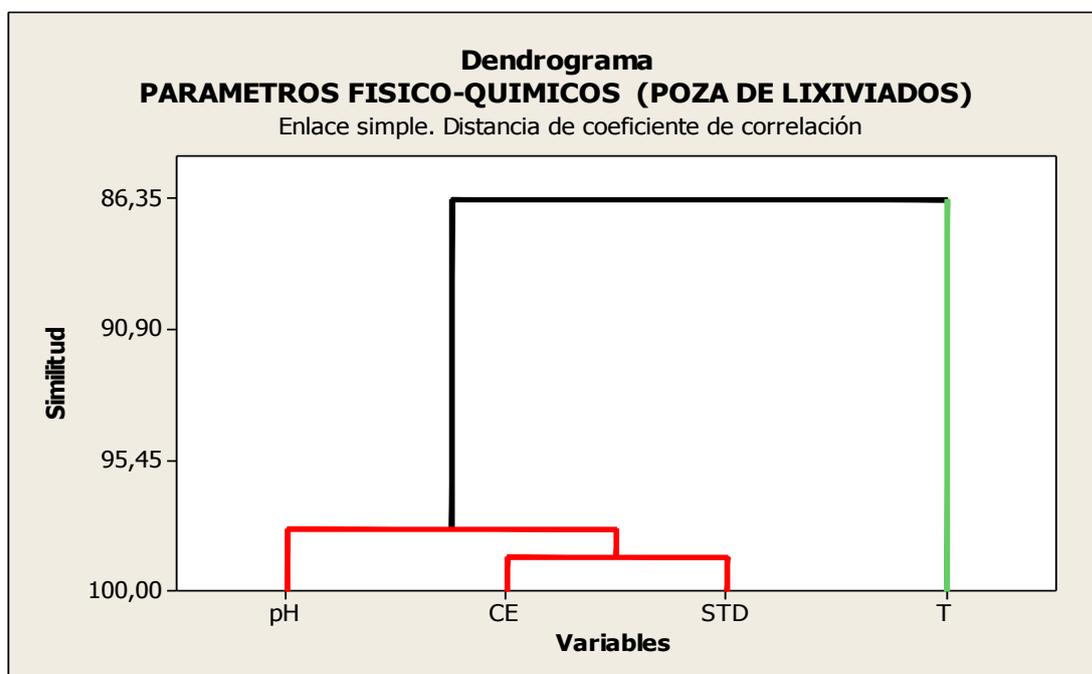
VARIABLE	FACTOR 1	FACTOR 2	COMUNALIDAD
Potencial Hidrógeno	0.934	0.296	0.959
Conductividad Eléctrica	0.871	0.470	0.979
Sólidos Totales Disueltos	0.947	0.306	0.990
Temperatura Lixiviado	0.331	0.943	0.999
Varianza	2.6361	1.2912	3.9274
% de Varianza	65.9	32.3	98.2

**Fuente; Autor**

Con los datos obtenidos de esta tabla, el primer factor agrupa a las variables: Potencial de Hidrógeno, Conductividad Eléctrica y Sólidos Totales Disueltos, mientras que el segundo factor agrupa únicamente a la temperatura del lixiviado.

#### 4.1.1.4. Análisis de conglomerados de la poza de lixiviado: pH, CE, STD, y T

Este análisis de enlace simple mezcla las variables tomando en cuenta la distancia de coeficiente de correlación, en el grupo 1, con un nivel de semejanza del 98.86%, agrupa a: Potencial de Hidrógeno, Conductividad Eléctrica y Sólidos Totales Disueltos; mientras que el grupo 2 agrupa a la Temperatura del Lixiviado, tal como se muestra en el Dendrograma.



De idéntica forma se procedió con los datos obtenidos en el monitoreo del estero Tontomal, el análisis factorial, luego de la primera extracción, dio los resultados que se muestran en la tabla 19.

**Tabla 19. Cargas de Factores Rotados y Comunalidades (Estero Tontomal)**

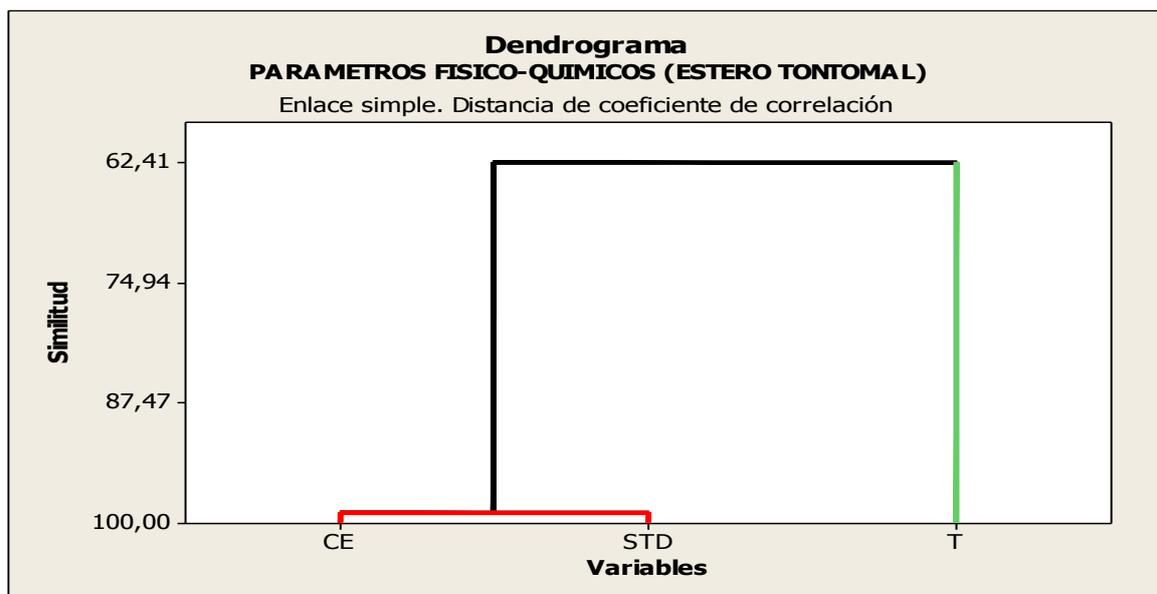
VARIABLE	FACTOR 1	FACTOR 2	COMUNALIDAD
Conductividad Eléctrica	0.987	0.131	0.991
Sólidos Totales Disueltos	0.989	0.109	0.991
Temperatura del agua	0.120	0.993	1.000
Varianza	1.9672	1.0145	2.9817
% de Varianza	0.656	0.338	0.994

**Fuente; Autor.**

Con los datos obtenidos de esta tabla, el primer factor aglutina a la Conductividad Eléctrica y a los Sólidos Totales Disueltos, mientras que el segundo factor encierra únicamente a la Temperatura del agua, las Comunalidades oscilan entre 0.991 y 1.

#### 4.1.1.5. Análisis de variables de conglomerados del estero Tontomal: CE. STD. T

En el primer grupo de variables se ubican la Conductividad Eléctrica y los Sólidos Totales Disueltos, en el segundo grupo, la temperatura del agua, los niveles de semejanza para el primer y segundo grupos son: 99.08% y 62.41% respectivamente



Los resultados de la muestra que se envió al laboratorio acreditado del grupo Marcos y que corresponden a la poza de lixiviados, se muestran en la tabla 20.

**Tabla 20. Caracterización del lixiviado en el Botadero Municipal-La Maná**

COMPONENTE	PARÁMETRO	UNIDAD	METODO ANALITICO	VALOR	TULSMA-ANEXO 1 LIBRO IV TABLA 12
FISICOS	TURBIDEZ	NTU	PEE-GQM-FQ-25	20.40	NO APLICA
	DUREZA TOTAL	mgCO <sub>3</sub> /l	PEE-GQM-FQ26	279.4	NO APLICA
INORGANICOS	AMONIO	mg/l	4500 AMONIA F	110.25	NO APLICA
	NITRATOS	mg/l	PEE-GQM-FQ-10	<0.42	<b>10.0</b>
	ORTOFOSFATOS	mg/l	PEE-GQM-FQ-11	190.00	NO APLICA
	SULFATOS	mg/l	PEE-GQM-FQ-28	<0.25	<b>1000</b>
METALES PESADOS	CADMIO	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	0.0031	<b>0.02</b>
	HIERRO	mg/l	PEE-GQM-FQ-18	7.1500	<b>10.0</b>
	PLOMO	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	<0.0008	<b>0.2</b>
ORGANICOS	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	MgO <sub>2</sub> /l	PEE-GQM-FQ-17	128	<b>100</b>
	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	MgO <sub>2</sub> /l	PEE-GQM-FQ-16	361	<b>250</b>

**Fuente; Autor.**

De la tabla 20, se deduce que principalmente los metales pesados cadmio y hierro; como también los componentes orgánicos; Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno, exceden la norma nacional, los otros valores aun que son altos no son comparables con esta normativa.

La relación DBO<sub>5</sub>/DQO es de 0.36, lo que indica que el vertedero se encuentra en la etapa de transición entre la fase de lixiviado ligero a maduro.

## 4.2. Verificación de la hipótesis.

Las hipótesis planteadas en esta investigación son:

**H<sub>0</sub>** Los lixiviados generados en el botadero municipal del cantón La Maná, cumplen con el requisito de calidad en relación con los parámetros evaluados conforme a los estándares establecidos en la tabla 12 del anexo 1 libro VI TULSMA

**H<sub>1</sub>** Los lixiviados generados en el botadero municipal del cantón La Maná, no cumplen el requisito de calidad en relación con los parámetros evaluados conforme a los estándares establecidos en la tabla 12 del anexo 1 libro VI TULSMA, TULSMA-ANEXO 1 LIBRO IV TABLA 12

Con los datos obtenidos de esta de la tabla 20, los parámetros medidos en la poza de lixiviados exceden la norma, TULSMA-ANEXO 1 LIBRO IV TABLA 12; por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa que indica: *H<sub>1</sub> Los lixiviados generados en el botadero municipal del cantón La Maná, no cumplen el requisito de calidad en relación con los parámetros evaluados conforme a los estándares establecidos en la tabla 12 del anexo 1 libro VI TULSMA.*

## 4.3. Discusión

La generación de residuos per cápita encontrados en esta investigación se 0.72 Kg/persona/día, en la parte céntrica de la ciudad mientras que en la periferia de la ciudad (Barrio Dorian Gómez de la Torre), la tasa fue 0.62 Kg/persona/día; en promedio en La Maná, se genera 0.67 Kg/persona/día de Residuos Sólidos Urbanos (RSU); esto coincide con los resultados encontrados por la consultora CONSULTORACAV Cía. LTDA.

Consultora Sanitaria y Ambiental, la misma que en los ESTUDIOS DE DISEÑO DEFINITIVO EL CIERRE TÉCNICO DE BOTADEROS Y CELDA EMERGENTE PARA EL PAQUETE 5 CONFORMADO POR LOS GOBIERNOS AUTÓNOMOS DESCENTRALIZADOS MUNICIPALES DE LA MANÁ Y LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI; BAÑOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA; RIOBAMBA Y CHAMBO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO; Y MERA, PROVINCIA

DE PASTAZA, se encontró que en La Maná la generación per cápita es de 0.66 kg/hab/día

El aporte de lixiviado generado como resultado de la descomposición de los RSU es constante y equivale a 46.8 m<sup>3</sup>/mes, este líquido al mezclarse con el agua de lluvia que se infiltra en el vertedero de basura, percola a la poza de lixiviados y luego emigra al estero Tontomal, incrementando su caudal de 0.02 dm<sup>3</sup>/s. en los meses secos de junio a noviembre para alcanzar su valor máximo en el mes de marzo 4.89 dm<sup>3</sup>/s, lo que significa que la lluvia al mezclarse con el lixiviado disminuye la concentración del mismo por dilución, Según (17) el Instituto Tecnológico Geominero de España, cuando el agua se introduce en un vertedero de residuos sólidos se fomentan los procesos de degradación biológica y también el denominado gas de vertedero (metano y dióxido de carbono), así como un lixiviado potencialmente contaminante; si se permite la infiltración de este lixiviado, entonces el lixiviado es objeto de biodegradación y de dilución de forma que su grado de afectación variará en función del entorno hidro-geológico.

Según Tenn (18), *et al* (1975), la producción de lixiviado es igual a la precipitación que cae en el relleno menos la cantidad que se pierde del mismo (evapora) hasta que el relleno se satura, pero el agua que entra en el relleno, se reduce en la humedad retenida en el suelo y en los desechos.

Según (19), Los valores obtenidos de los parámetros físico-químicos obtenidos durante el monitoreo de la poza de lixiviados son: Conductividad Eléctrica entre 23.80 y 32.97 mS/cm ; el potencial de hidrógeno se encuentra entre 7.7 y 8.2 , si comparamos estos valores con la información obtenida en el estudio “Determinación de la toxicidad de lixiviados provenientes de residuos sólidos urbanos mediante indicadores biológicos, llevado a efecto por el Grupo de Investigación de la Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad del Valle en Cali-Colombia tenemos que los valores de PH se encuentran en el rango 7.77 – 8.26 que corresponden a un lixiviado joven (de menos de 5 años), la conductividad eléctrica (mS/cm) se encuentra entre los rangos: 27.1 – 35.3 y 19.7 – 22.7 que corresponden a una transición entre lixiviado joven y lixiviado intermedio; en lo que corresponde a los resultados de metales pesados en cadmio (mg/l) 0.0031, e encuentra entre los rangos: <0.041 , el Fe (mg/l) 7.15 se encuentra entre los rangos 5.78 y 33.54 que nuevamente corresponde a la fase de transición entre lixiviado.

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones.

La caracterización de los RSU, nos permitió determinar la producción per cápita tanto en el área céntrica como en la periférica, estos valores son: 0.72 y 0.62 Kg/persona/día, respectivamente; la cantidad anual de lixiviado proveniente de los RSU es de 561.5 m<sup>3</sup>/año; el aporte del agua de la lluvia que precipita en el vertedero es de 48967.2 m<sup>3</sup>/año;

El Estero Tontomal, es un curso de agua de temporal, por el escurre agua únicamente en la época lluviosa, por lo tanto es de caudal variable y directamente afectado por la filtración de la poza de lixiviados del botadero de basura;

De la campaña de monitoreo de parámetros físico-químicos llevados a efecto durante esta investigación se puede concluir que los valores de oxígeno disuelto medidos en la poza de lixiviados se encuentran muy debajo de la norma (0.6 y 1.1 mg/l), la conductividad eléctrica entre 23900 y 32968  $\mu$ S/cm, mientras que los sólidos totales disueltos 23300 y 31700 mg/l son muy altos

Los valores altos del potencial de Hidrógeno especialmente en la poza de lixiviados donde oscilan entre 7.7 y 8.2, se debe a la coexistencia de fases ácido génicas y metano génicas, por cuanto el vertedero está activo y en una fase de transición de vertedero joven a intermedio;

El análisis multivariante de los parámetros físico-químicos básicos de la poza de lixiviado, muestra que los parámetros más discriminantes son: la Conductividad Eléctrica, los Sólidos Totales Disueltos y el Potencial de Hidrógeno; mientras que el margen derecho del estero Tontomal son: la Conductividad Eléctrica y los Sólidos Totales Disueltos.

Los parámetros analizados en el laboratorio acreditado fueron comparados con la tabla 12 del TULSMA "*Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce (Límite máximo permisible)*"

Encontrándose fuera de la misma: el cadmio, el hierro la DBO<sub>5</sub> y la DQO.

## **5.2. Recomendaciones.**

Asumir los puntos de control sugeridos en esta investigación para el monitoreo de la calidad del agua superficial y subterránea.

Aplicar el Programa de Manejo de lixiviados del vertedero municipal de la ciudad de Mana establecido en el presente estudio para reducir la carga contaminante y recuperar ese importante curso de agua.

El plan de cierre técnico del vertedero que se encuentra operativo desde el año 2009, deberá condicionar la mitigación de los daños ambientales, ocasionados como consecuencia de la disposición final de residuos sólidos urbanos (RSU) a cielo abierto, así como acciones tendientes a recuperar el área de influencia del vertedero, para lo cual deberá contarse con el respectivo análisis de alternativas.

**CAPÍTULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Referencias

1. Elias. X. Reciclaje de Residuos Industriales Primera ed. Madrid; 2012.
2. A.Martinez. Avances en Quimica.Primer ed. Venezuela; 2009.
3. M.Pilar Cabildo Miranda. Rosa M. Clamunt Vallespi. Reciclado y tratamiento de residuos. Segunda ed. Madrid; 2010.
4. A. Zanchez F. Adriana Arto. La Casa cubierta. De Residuo a Recurso El Camino hacia la sostenibilidad Mexico: Ediciones Mundi -Prensa; 2014.
5. Lucas. Rodriguez, M. Borroto. P. ESTRATEGIA PARA LA EDUCACION AMBIENTAL EN COMUNIDADES URBANAS. Revista Electronic@ de Medio Ambiente.UCM. 2011;; p. 2.
6. M. DEL PILAR. EVA MARTINES RODA. MEDIO AMBIENTE URBANO PRIMERA ED. MADRID; 2011.
7. A. Escudero de Fonseca, Nelson Molinares A. La Gestion Sostenible de los Residuos. Barranquilla Colombia.: Uninorte.; 2009.
8. Antoni Sanchez F, Adriana Artola Casacubierta. De Residuos A Recursos el Camino hacia la sostenibilidad. Mexico : Mundi-Prensa; 2014.
9. M. Pilar Borderias Uribeondo, Eva M. Martines Roda. Medio Ambiente Urbano. Madrid.: UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACION A DISTANCIA.; España 2011.
10. Quetzali Aguilar, Virgen., Armijo de Vega, C., Taboada González P. Potencial de recuperación de residuos sólidos domésticos dispuestos en un relleno sanitario. Revista de Ingenieria. 2010;; p. 17,19.
11. Cruz. Ydl. Quince años de gestion ambiental. Costa Rica; 2011.
12. Maria PES. <http://hdl.handle.net/10567/178>. [Online].; 2012. Available from: [repository.lasallista.edu.co/dspace/handle.net/10567/178](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/handle.net/10567/178).
13. Guerra. EE. Daños a la salud por mala disposicion de residuales solidos y liquidos en

- Dili Timor Leste. RAEVISTA CUBANA DE HIGIENE Y EPIDEMIOLOGIA. 2012.;; p. 272-273.
14. S.L. PV. GESTION MEDIOAMBIENTAL EN EMPRESAS DE LIMPIEZAS. España. 2011.
  15. E. Carero y David Arellano G. Los Gobiernos Municipales A Debate Mexico; 2009.
  16. A. Escudero de Fonseca., Nelson Molinares. A. La gestion sostenible de los recursos Colombia.: Uninorte.; 2009.
  17. Tchobanoglus,G. Theisen H. y Vigil S.(1994).Ed. McGraw-Hill. Ciudad de Mexico. NOCIONES DE HIDROGEOLOGIA PARA AMBIENTOLOGOS España: Universidad de Almeria España.; 2014.
  18. Glynn Henry J. y Heinke Gary W. INGENIERIA AMBIENTAL Mexico: Prentice Hall; 1999.
  19. Rivera L. Barba L. Torres P. Determinación de la toxicidad de lixiviados provenientes de los residuos solidos urbanos mediante indicadores biológicos Cali Colombia : Universidad del Valle; 2013.
  20. Samper J.,Sahuquillo A., Capilla J E, Gómez Hernandez J.J. Contaminación de las Aguas Subterranas Un Problema Pediente. Instituto Tecnológico Geominero ed. España Madrid.: Texto de las Jornadas Celebras; 1999.
  21. Mortensen E. & Kiely G. Ingeniería Ambiental Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Capítulo Catorce: Tratamiento de Residuos Sólidos. Lixiviado en los vertederos. Vol III. McGraw Hill. Madrid, España. 1999. 1309 p.
  22. Little T., & Hills J. Métodos estadísticos para la Investigación en la Agricultura. Capítulo 13 Correlación Lineal y Regresión. Edit. Trillas S.A. México D.F. 1980
  23. Sistema Único de Información Ambiental (SUIA). Acuerdo Ministerial N° 061. [Online]. 2015 [cited 2015 Marzo 22. Available from: <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO+061+REFORMA+LIBRO+VI+TULSMA+-+R.O.316+04+DE+MAYO+2015.pdf/3c02e9cb-0074-4fb0-afbe-0626370fa108?version=1.0>
  24. Gaceta Oficial. Órgano de Difusión del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de La Mana Administración 2009-2014

**CAPÍTULO VII**  
**ANEXOS**

## ANEXO 1 ANALISIS DE LOS PARAMETROS QUÍMICOS Y FÍSICOS

	<b>INFORME DE ENSAYOS</b> No. 50097-1	LABORATORIO DE ENSAYOS ACREDITADO POR EL SAE CON ACREDITACION No. OAE LE 2C 05-001
---	--	---

### CORONADO ZURITA JAVIER DARIO

Representante Legal: CORONADO ZURITA JAVIER DARIO

San Camilo Norte Sector Santa Maria Calle E

Quevedo , Tel. 0985409576

Atención: Sr. Javier Coronado

Tipo de Industria

Guayaquil, 5 DE AGOSTO DEL 2015

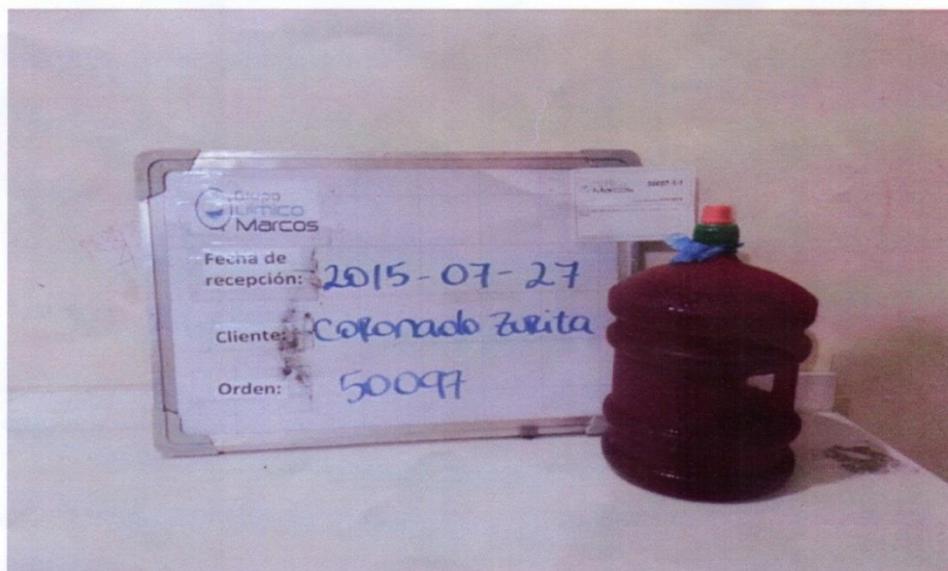
Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 27/07/15 08:15 La Maná  
Fecha y Hora de Recepción: 27/07/15 15:10  
Punto e Identificación de la Muestra: Laguna de lixiviado  
Norma Técnica de muestreo: N/A  
Matriz de la muestra: LIXIVIADO  
Muestreado por: CORONADO ZURITA JAVIER DARIO  
Muestreador: Cliente  
Tipo de Muestreo: No Aplica

GRUPO QUIMICO MARCOS, Cia. Ltda

LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL  
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS

MC2201-08

### MEMORIA FOTOGRAFICA



Q. F. FERNANDO MARCOS V.  
Director Tecnico

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

MC2201-08

## ANEXO 2 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

	<b>INFORME DE ENSAYOS</b> No. 50097-1	LABORATORIO DE ENSAYOS ACREDITADO POR EL SAE CON ACREDITACION No. OAE LE 2C 05-001
---	--	---

**CORONADO ZURITA JAVIER DARIO**

Representante Legal: CORONADO ZURITA JAVIER DARIO  
San Camilo Norte Sector Santa Maria Calle E  
Quevedo , Tel. 0985409576  
Atención: Sr. Javier Coronado  
Tipo de Industria

Guayaquil, 5 DE AGOSTO DEL 2015

Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 27/07/15 08:15 La Maná  
Fecha y Hora de Recepción: 27/07/15 15:10  
Punto e Identificación de la Muestra: Laguna de lixiviado  
Norma Técnica de muestreo: N/A  
Matriz de la muestra: LIXIVIADO  
Muestreado por: CORONADO ZURITA JAVIER DARIO  
Muestreador: Cliente  
Tipo de Muestreo: No Aplica

GRUPO QUIMICO MARCOS, Cia. Ltda.  
LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL  
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS  
MC2201-08

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
<b>AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:</b>					
Turbidez	20,40	1,43	NTU	PEE-GQM-FQ-25	27/07/15 KV
Dureza total	279,4	36,3	mgCO3Ca/l	PEE-GQM-FQ-26	28/07/15 KV

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
<b>INORGANICOS NO METALES:</b>					
Amonio (1)	110,25	30,87	mg/l	4500 AMONIA F	29/07/15 JV
Nitratos (3)	< 0.42	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-10	29/07/15 JV
Orto Fosfatos (3)	190,00	49,21	mg/l	PEE-GQM-FQ-11	29/07/15 JV
Sulfatos (3)	< 0.25	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-28	30/07/15 JV

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
<b>METALES:</b>					
Cadmio (3)	0,0031	0,0007	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	03/08/15 AL
Hierro	7,1500	0,2860	mg/l	PEE-GQM-FQ-18	30/07/15 JV
Plomo (3)	< 0,0008	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	03/08/15 AL

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

- 1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
- 2: Parámetros subcontratados no acreditados
- 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
- 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en [www.acreditacion.gob.ec](http://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](http://www.grupoquimicomarcos.com)  
Guayaquil - Ecuador

MC2201-08

Pág. 1 de 2

## ANEXO 3. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

	<b>INFORME DE ENSAYOS</b> No. 50097-1	LABORATORIO DE ENSAYOS ACREDITADO POR EL SAE CON ACREDITACION No. OAE LE 2C 05-001
---	--	---

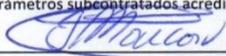
Guayaquil, 5 DE AGOSTO DEL 2015

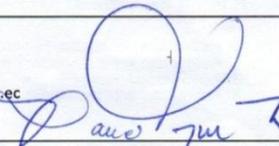
Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 27/07/15 08:15 La Maná  
 Fecha y Hora de Recepción: 27/07/15 15:10  
 Punto e Identificación de la Muestra: Laguna de lixiviado  
 Norma Técnica de muestreo: N/A  
 Matriz de la muestra: LIXIVIADO  
 Muestreado por: CORONADO ZURITA JAVIER DARIO  
 Muestreador: Cliente  
 Tipo de Muestreo: No Aplica

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
<b>AGREGADOS ORGANICOS:</b>					
Demanda Bioquímica de Oxígeno	128	16	mgO <sub>2</sub> /l	PEE-GQM-FQ-17	27/07/15 AL
Demanda Química de Oxígeno	361	45	mgO <sub>2</sub> /l	PEE-GQM-FQ-16	27/07/15 AL

-----	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 no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
- 2: Parámetros subcontratados no acreditados
- 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
- 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en [www.acreditacion.gob.ec](http://www.acreditacion.gob.ec)

  
 Q. F. FERNANDO MARCOS V.  
 Director Técnico

  
 Q.F. LAURA YANQU/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](http://www.grupoquimicomarcos.com)  
 Guayaquil - Ecuador

MC2201-08

Pág. 2 de 2

## FUNDAS RECIBIDAS POR PARTE DE LAS VIVIENDAS

**Fig. 1 Fundas recibidas por parte de las viviendas. Fig. 2 Fundas transportadas al botadero.**



**Fig. 3 Pesando las fundas color negra.**



**Fig. 4 pesando las fundas color blancas.**



**Fig. 5 Pesando de fundas color verde.**



Fig.5

**Fig. 6 Pesando de fundas color roja.**



Fig. 6

**Fig. 7 Material de contenido de plásticos.**



Fig.7

**Fig. 8 Material de contenidos de latas.**



Fig.8

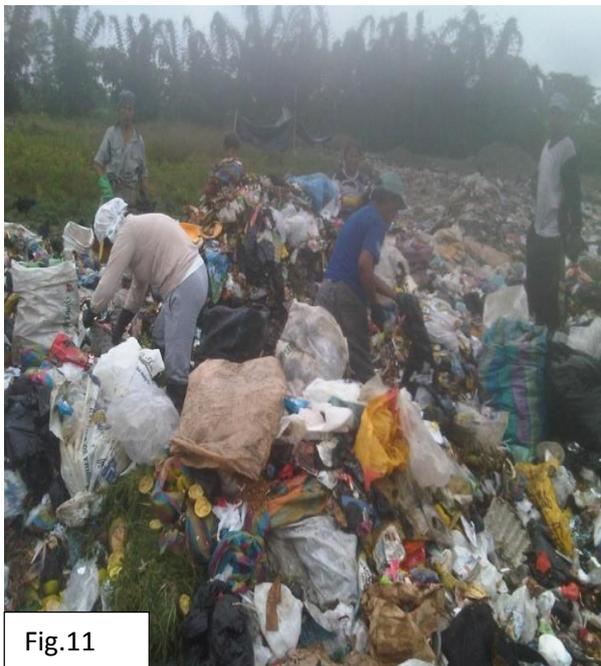
**Fig. 9 Material de contenido radioactivo.**



**Fig. 10 Botadero de basura en general.**



**Fig. 11 Presencia de personas reciclando.**



**Fig. 12 presencia de aves rapiñas.**



**Fig. 13 Canal del lixiviado.**



Fig.13

**Fig. 14 Equipos de laboratorios.**



Fig.14

**Fig. 15 Área de estudio del canal de lixiviado.**



Fig.15

**Fig. 16 Posa de lixiviado.**



Fig.16

**Fig. 17 Toma de datos de la poza de lixiviado.**



Fig.17

**Fig. 18 Aforos en el rio a Tontomal.**



Fig.18

**Fig. 19 Midiendo el ancho de caudal del rio.**



Fig.19

**Fig. 20 Midiendo la temperatura del Agua .**



Fig.20