

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL  
ECUADOR SEDE ESMERALDAS



**ESCUELA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

**TESIS DE GRADO**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO EN  
LA PARROQUIA CAMARONES**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**AUTORA**

**INÉS ANTONELLA GRÉSELY CEVALLOS**

**ASESOR**

**BLGO. PEDRO JIMÉNEZ PRADO**

Esmeraldas- Mayo, 2017

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de Grado de la PUCESE previo a la obtención del título de INGENIERA EN  
GESTIÓN AMBIENTAL

Presidente tribunal de Graduación

Lector 1

Lector 2

Director de la Escuela de Gestión Ambiental

Director de Tesis

Esmeraldas,....de.....de 2017

## **AUTORÍA**

Yo, Inés Antonella Grésely Cevallos, declaro que la presente investigación enmarcada en el actual trabajo de tesis es absolutamente original, auténtica y personal.

En virtud que el contenido de ésta investigación es de exclusiva responsabilidad legal y académica de la autora y de la PUCESE.

---

Inés Antonella Grésely Cevallos

C.I. 080315552-2

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de manera especial a mi esposo por su apoyo vital y a mis dos grandes tesoros, mis hijas Kiara e Ivanna, por ser mi inspiración, quienes con su presencia me motivaron a luchar y superarme cada día.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios que con su infinita misericordia me ha dotado de la fortaleza necesaria para no desmayar en el camino.

A mi mami por ser el pilar fundamental en mi vida y por entregarme gran parte de su tiempo, brindándome su apoyo incondicional en cada momento, a mi padre y hermanos por estar presentes y darme la mano siempre.

A mi amor Iván, compañero de vida, quien por su apoyo afectivo y económico se convirtió en la base fundamental para iniciar y culminar mi carrera universitaria.

A la PUCESE por permitirme ser parte de esta prestigiosa universidad.

A mis estimados docentes quienes académicamente aportaron de manera positiva en mi formación profesional.

A mis queridos compañeros y amigos por alentarme a continuar este largo camino y su disposición a ayudarme.

A mi amigo y asesor de tesis Blgo. Pedro Jiménez, por dedicar su tiempo en guiarme para realizar esta investigación, quien con su experiencia, consejos y paciencia fue posible comenzar y culminar esta tesis.

Al Ing. Germán Sánchez, sus vastos conocimientos y experiencia contribuyeron al logro de este trabajo.

Al señor Carranza, quien me abrió las puertas de su casa y colaboró en la prestación del terreno para realizar el trabajo de campo.

# ÍNDICE

<b>AUTORÍA</b>	iii
<b>DEDICATORIA</b>	iv
<b>AGRADECIMIENTO</b>	v
<b>RESUMEN</b>	viii
<b>ABSTRACT</b>	ix
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	1
1.1. Planteamiento del Problema	2
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos	3
<b>2. MARCO DE REFERENCIA</b>	4
2.1. Antecedentes	4
2.2. Descripción y caracterización del lugar	6
2.3. Bases teóricas científicas	7
2.4. Marco legal	12
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	14
3.1. Generación y manejo de los desechos sólidos	14
3.2. Cartografía de la zona de estudio	15
3.3. Cálculos volumen relleno sanitario	16
3.4. Técnicas de procesamiento y análisis estadístico	19
<b>4. RESULTADOS</b>	20
4.1. Generación y manejo de los desechos sólidos	20
4.1.1. Desechos producidos en la Parroquia Camarones	20
4.2. Generación de la cartografía de la zona de estudio	26
4.3. Calificación-valoración de criterios para selección del área	36
4.4. Cálculos de volumen del relleno sanitario	38
<b>5. DISCUSIÓN</b>	39
5.1. Discusión de resultados	39
5.2. Conclusiones	41
5.3. Recomendaciones	42

<b>6. REFERENCIAS</b>	44
6.1. Referencias bibliográficas	44
6.2. Anexos	48

## **TÍTULO**

### **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO EN LA PARROQUIA CAMARONES DEL CANTÓN ESMERALDAS.**

## **RESUMEN**

Este estudio pretende contribuir con una propuesta de relleno sanitario para solucionar la problemática del manejo de los desechos sólidos de Camarones. A pesar de que el GAD cantonal es el encargado de la recolección en esta parroquia, hay muchas falencias en el sistema, ya que la cobertura del servicio solo se la realiza en la franja costera, por ende en varios recintos se ven obligados a incinerar o simplemente depositar los desechos sólidos en laderas u orillas de los ríos, contaminando el ambiente.

Para este estudio de factibilidad se analizó la generación y composición de los desechos sólidos estableciendo la generación per cápita, proyección futura de la población y demás cálculos para determinar el área adecuada para el relleno sanitario, se cartografió el área y según los criterios para seleccionar el sitio se realizaron mapas temáticos.

La implementación de un relleno sanitario manual en la parroquia Camarones es una alternativa que permite dar una respuesta técnica y ambiental al tema de la producción de desechos sólidos, dotando de beneficios económicos a la zona ya que se requiere de mano de obra no calificada para su operación.

**PALABRAS CLAVES:** desechos sólidos, estudio de factibilidad, generación per cápita, proyección futura, relleno sanitario manual.

## **TITLE**

### **FEASIBILITY STUDY FOR THE IMPLEMENTATION OF A SANITARY FILL IN THE PARISH CAMARONES.**

## **ABSTRACT**

This study to contribute with a landfill proposal to solve the problem of the management of solid waste Camarones. Although the cantonal GAD is responsible for the collection in this parish, there are many shortcomings in the system, since the coverage of the service only takes place in the coastal strip, therefore in several venues are forced to incinerate or simply depositing solid waste on slopes or riverbanks, polluting the environment.

For this feasibility study, the generation and composition of solid waste was analyzed by establishing the per capita generation, future projection of the population and other calculations to determine the appropriate area for the landfill, the area was mapped and according to the criteria to select the Site thematic maps were made.

The implementation of a manual sanitary landfill in the Camarones parish is an alternative that allows giving a technical and environmental response to the issue of solid waste production, providing economic benefits to the area since it requires unskilled labor for its operation.

**KEY WORDS:** solid waste, feasibility study, generation per capita, future projection, manual sanitary landfill.

## 1. INTRODUCCIÓN

Todas las personas en nuestro diario vivir generamos basura, independiente de la actividad que realicemos, cuando algo ya no tiene un uso significativo simplemente lo desechamos, poniendo en evidencia la falta de cultura y conciencia para reciclar o reutilizar. De esta manera contribuimos a la generación de una gran cantidad de desechos sólidos que tardan años en desintegrarse, más aún cuando no sabemos si la disposición final que se le da a los desechos es la correcta.

A lo largo de varios años deshacerse de los desechos no representó un problema serio, ya que bastaba con que la basura sea llevada lejos de la urbe para así no afeear el paisaje y evitar las molestias que podían ocasionar a la población. Como se producían en cantidades mínimas, los desechos se descomponían muy rápido y no provocaban daños al ambiente (Orta, 2004 citado por Sánchez, et al., 2009, p. 3).

En el cantón Esmeraldas, los desechos sólidos urbanos son manejados por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Esmeraldas (GADME), que se encarga de la recolección, barrido y disposición final a través del departamento de Higiene Municipal (PDOT, 2010).

El aumento de la población es un componente que influye de manera directa en la rápida y masiva generación de los desechos, agravando esta problemática. Desde siempre se ha generado desechos, pero el inconveniente está en que cada vez se produce con mayor rapidez y consecuentemente se consumen más bienes materiales, por lo que debería haber una gestión integral de desechos en nuestra sociedad.

En algunos países latinoamericanos, el correcto tratamiento de residuos esta poco desarrollado, por ello, es muy común ver grandes tiraderos de basura a cielo abierto, siendo un foco de contaminación ambiental (Briones, de la Garza, Andrade & Caballero, 2011).

Bajo esta situación cambiante, los modelos de tratamiento de desechos quedan obsoletos debido a este crecimiento de la población. Para adaptarse al medio actual, es necesario un

proceso de cambio que se acople a las necesidades de las comunidades de hoy en día. Este trabajo busca recoger la información necesaria para una planificación sustentable y sostenible en el tiempo para una comunidad que depende de un municipio pero que tiene particularidades que hay que contemplar.

## **1.1. Planteamiento del problema**

La inadecuada disposición de los desechos sólidos urbanos (RSU) es un problema que persiste en el Ecuador, en nuestra región la mayoría de los gobiernos autónomos descentralizados municipales (GADs) no cuentan con un sistema óptimo de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos, poniendo en riesgo la salud de las personas. Menos del 50% de municipios del país dispone sus desechos sólidos en rellenos sanitarios y su gran mayoría lo hace en botaderos a cielo abierto (AME-INEC, 2014).

Si queremos un ambiente sano, es indispensable hacer frente a esta problemática, en donde todos tenemos un rol fundamental para contribuir con el proceso de una adecuada disposición final de los desechos sólidos, por esto se ha planteado un estudio de factibilidad para implementar un relleno sanitario en la parroquia Camarones, con el fin de establecer su factibilidad; y de que la parroquia adquiera nuevas competencias aliviando la carga al municipio y lograr un manejo adecuado de los desechos, mejorando la calidad ambiental y la vida de las personas en el Cantón.

## **1.2. Justificación**

La generación masiva de los desechos sólidos y la inadecuada disposición final, genera impactos en el ambiente, condición que amerita especial atención, incumpliendo las normativas ambientales que rigen a nuestro país.

El relleno sanitario es un método que si se lo implementa de forma apropiada, bajo los criterios establecidos como correctos, no causa perjuicio alguno al ambiente ni afecta a la

salud de las personas, es muy importante recalcar que el RS además motiva a una cultura de reciclaje.

Por lo que, para la disposición final de los desechos sólidos urbanos, los rellenos sanitarios son la mejor opción, por lo cual, si están diseñados y son operados apropiadamente, generan varios beneficios (Briones, et al., 2011). En principio, su inversión inicial es mucho más económica que otros tipos de tratamientos y su mantenimiento es menos costoso. También permite recuperar terrenos haciéndolos útiles para la construcción de parques, áreas verdes y recreativas. Además se solucionan las molestias causadas por los malos olores y plagas provenientes de los botaderos de basura, incluso son una gran fuente generadora de empleo. Por ende, este estudio contribuye a conocer la factibilidad de construir un RS apropiado para la parroquia Camarones y así disminuir la carga sobre el botadero de Esmeraldas.

### **1.3. Delimitación de objetivos**

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

- Desarrollar un análisis de factibilidad para la implementación de un relleno sanitario en la parroquia Camarones del cantón Esmeraldas.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Describir el estado actual de la generación y manejo de los desechos sólidos generados por parte de la población en la cabecera parroquial.
- Cartografiar la zona de estudio en función de los criterios básicos ambientales para la selección del sitio.
- Proyectar y analizar los cálculos de volumen del relleno sanitario, como base de una propuesta estructural del mismo.

## 2. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. Antecedentes

Existen trabajos que hablan sobre el tratamiento de los desechos sólidos a través de la implementación de rellenos sanitarios (Rosso, 2007). En este sentido, éstos han señalado que el proceso de tratamiento puede activar económicamente una localidad donde se encuentra ubicado el relleno. Esto ha sido demostrado para distintos países, tales como Estados Unidos, Brasil, España, Holanda, Argentina, entre otros (Rosso, 2007).

Se debe hablar también de la gestión de los desechos sólidos hasta su disposición final en América Latina, hay trabajos que señalan que la problemática principal recae en los municipios (Cárdenas, 2012; MMA y A, 2010). En Colombia, por ejemplo, la mayoría de municipios emplean rellenos sanitarios para disponer los desechos, pero enfrentan problemas en la administración de estos por la falta de inversión (Cárdenas, 2012). Por otro lado, en Bolivia solo el 3% de los municipios disponen de relleno sanitario y más de la mitad lo hace en botaderos a cielo abierto, generando impactos ambientales, como la contaminación de agua, entre otros (MMAyA, 2010).

Otros elementos tales como los impactos negativos generados por el mal manejo de los desechos sólidos, han sido causa de debate. Los estudios de Santiago, (2005); Flores (2005) o Alcántara *et al.*, (2004) han sido críticos, al destacar el problema de la contaminación producida por los tiraderos a cielo abierto y el impacto negativo en los cuerpos de agua superficiales y subterráneos. En el caso de El Salvador, el gobierno decidió incluso cerrar los botaderos a cielo abierto y obligar a las alcaldías a presentar un diagnóstico de impacto ambiental sobre los lugares donde depositan la basura para implementar rellenos sanitarios (Sánchez et al., 2009).

En Ecuador, la falta de financiamiento se refleja en la carencia de infraestructura y de servicios eficientes para el manejo de los desechos sólidos, lo que conlleva que la

cobertura en cuanto a recolección y disposición final sea deficiente. De acuerdo a cálculos realizados en el año 2000 por el MIDUVI, el Ecuador genera 7423 toneladas diarias de residuos sólidos, de los cuales se recolectan el 49% y se confinan apropiadamente tan solo el 30%, por lo tanto el 70% se lo dispone en quebradas, cuerpos de agua y terrenos baldíos. Además, muchos de estos sitios de disposición final no cumplen con las especificaciones técnicas necesarias para ser considerados rellenos sanitarios (Pazmiño, 2010).

Hoy en día en algunas ciudades del Ecuador se ha implementado la técnica de rellenos sanitarios para la disposición de los residuos sólidos. Según datos del Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE, 2010) hasta el mes de Diciembre del año 2010 de un total de 221 municipios sólo 31 contaban con rellenos sanitarios en funcionamiento; siendo 20 rellenos mecanizados y 11 manuales, además solo 7 de estos tenían licencia ambiental expedida por dicho ministerio.

Por esta razón el Gobierno Nacional, creó el Programa Nacional para la Gestión Integral y Sostenible de Desechos Sólidos en el Ecuador (PNGIDS), con la implementación de éste programa, según (MAE, 2013). En la actualidad hay 77 rellenos sanitarios en operación, proponiéndose como meta final que hasta el año 2017 todos los botaderos se encuentren técnicamente cerrados y debidamente saneados.

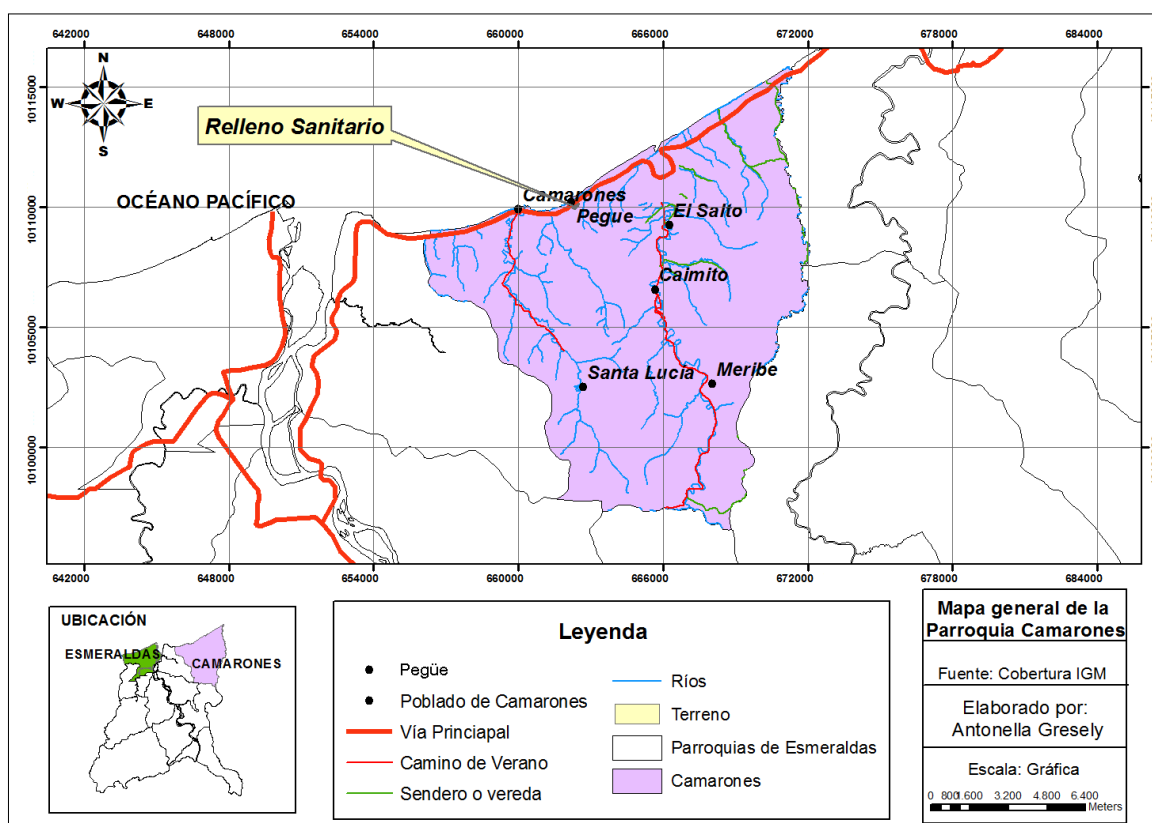
En la ciudad de Esmeraldas, el servicio de recolección lo realiza el municipio, abarcando el 60% de cobertura en la urbe (PNUMA, 2006). SYMAE (2008) menciona que los desechos son llevados al botadero a cielo abierto “El Jardín”, el cual no obedece con lo indicado en la legislación actual, ni reúne los requerimientos necesarios para que se realice la disposición final de los desechos. Una posible alternativa a esta problemática sería la ubicación de un relleno sanitario (RS) para el manejo de los desechos, que es una de las alternativas más empleadas en la actualidad (Guadalupe et al., 2004).

En general, estos estudios se han enfocado en la ejecución de los rellenos sanitarios mecanizados en grandes ciudades, siguiendo las distintas normativas vigentes, no obstante, estos no han profundizado en la implementación de rellenos sanitarios manuales. En este marco, esta tesis pretende contribuir con un estudio de factibilidad para que las parroquias

tomen la iniciativa de adquirir nuevas competencias sobre la implementación de un relleno sanitario manual, como el método de disposición final más conveniente para la realidad de la Parroquia Camarones.

## 2.2. Descripción y caracterización del lugar

La parroquia de Camarones pertenece al cantón Esmeraldas correspondiente a la provincia de Esmeraldas, ubicada a una latitud de  $0^{\circ} 59'45''$  N y una longitud de  $79^{\circ} 32'46''$  W. Camarones limita al Norte con el Océano Pacífico, Sur con las parroquias Chinca y San Mateo, Este con el recinto Cabuyal (cantón Rioverde) y al Oeste con la parroquia Tachina. (PD y OT, 2014). (Ver mapa 1)



Mapa 1.- Ubicación parroquia Camarones

La población de la parroquia Camarones, según el último censo poblacional es de 2817 habitantes (INEC, 2011). Pero de acuerdo a la tasa de crecimiento poblacional que es de

1,045 en la actualidad hay 3773 habitantes. En la Parroquia de Camarones existen 710 familias de un total de 3.555 habitantes, de los cuales 1.845, que corresponden al 51,90%, son hombres y 1.710 son mujeres que equivalen al 48,10%.

La parroquia de Camarones se encuentra conformada por la Cabecera Parroquial que es San Vicente y los siguientes recintos: Guabal, La Dalia, Santa Lucía, Caimito, El Cisne, La Carmelita, Meribe, El Salto, Limones, Amazonas, Pegüe, Banderas, Tacusa, El Calvario, Tacúa, , Lomas Verdes, Loma Seca, Mata Palo, Achilubito, Musana, Tabiazo, El Pailón, Tarruque, Tarira, Cayapas, Pine, Maraguile, El Diamante, Rampira.

Esta parroquia se encuentra localizada a 7 metros de altitud sobre el nivel del mar. Tiene un clima cálido, con una temperatura media anual de 26,2°C, la temperatura media mensual es mayor en época lluviosa, desde el mes de enero a mayo; después disminuye lentamente. La precipitación media anual es de 777 mm (PD y OT, 2012).

El 50% de la población se dedica a la agricultura de ciclo corto como principal actividad económica, seguido de la ganadería y la pesca donde cada una solo el 18% la realiza. El resto, es decir el 32% se dedica a otras actividades, como al turismo y al comercio. (PD y OT, 2012)

### **2.3. Bases teóricas científicas**

Los desechos sólidos son residuos resultantes de todo lo que el hombre hace en este mundo industrializado, que por lo general son sólidos y se eliminan al ser inservibles, luego de que han perdido utilidad para desempeñar la función con la que habían sido diseñados (Tchobanoglous y Col., 1982).

Desde siempre, a los desechos sólidos popularmente se los conoce como basura y son producidos en grandes cantidades debido al uso y desuso exagerado de todo lo que las personas producen, sin interesarse por el daño que provocan en el ambiente (Echarri, 2008).

Aye y Widjaya (2006) clasifican los desechos en orgánicos e inorgánicos. Los orgánicos son los que se descomponen rápido, generando olores desagradables como el papel, caucho, madera y cartón. Los inorgánicos son los plásticos, metal, vidrios” (Bustos, 2009).

Los residuos sólidos urbanos (RSU) provienen de las actividades humanas de transformación y consumo, que ya no tienen utilidad alguna para el poseedor y que al desecharlos éste se convierte en un generador (Muñoz, 2008). Según Glynn y Gary “los residuos sólidos se definen como aquellos desperdicios que no son transportados por agua y que han sido rechazados porque ya no se van a utilizar” (1999).

En realidad, aproximadamente hasta los años setenta, los RS fueron conocidos como “basura” pero desde la década de los ochenta se han expuesto argumentos técnicos para comprender que “la denominación de residuos es mucho más apropiada que la de desperdicios, desechos o basuras” (López, Pereira y Rodríguez, 1980, p.229).

Según la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE) al Relleno Sanitario se define como:

*“una técnica para la disposición de la basura en el suelo, sin perjuicio al medio ambiente y sin causar molestias o peligros para la salud y seguridad pública, método este, que utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área menor posible, reduciendo su volumen al mínimo practicable, y para cubrir la basura, así depositada en una capa de tierra, por lo menos al fin de cada jornada”* (Meléndez, 2004).

Un relleno sanitario es una obra de ingeniería en donde se eliminan los desechos sólidos en el suelo sin producir molestias ni peligros a la salud y seguridad de las personas, y sin perjudicar el ambiente durante ni después de finalizar el mismo (De la Cruz y Ruza, 2011).

De acuerdo con las características del terreno, se puede construir un relleno sanitario de dos formas (Armas y Yaselga, 2005):

- El método de zanja.\_ Es ideal para las zonas donde hay una profundidad adecuada de material de cobertura y donde el nivel de las aguas subterráneas no se encuentre cerca a la superficie. Se usa en zonas planas, excavando diariamente zanjas de dos o tres metros de fondo, con la ayuda de una maquinaria adecuada. Una vez que los desechos se ponen en la zanja se los compacta y se los tapa con una capa de tierra.
- El método de área abierta.\_ Se utiliza cuando el terreno no es el apropiado para realizar las excavaciones, ya sea porque el material de cobertura es malo, o porque el nivel freático está muy cerca de la superficie.

Collazo (2013) menciona que un Relleno Sanitario se compone básicamente de:

- a) Zona de entrada y de salida
- b) Sistema vial que está compuesto por vías principales, secundarias y temporales.
- c) Playa de descargue, área de trabajo donde el carro llega y descarga la basura.
- d) Celda Diaria, espacio donde se coloca la basura a diario.
- e) La Basura, es depositada en su respectiva celda diaria, donde empieza a descomponerse tardando entre 15 y 20 años.
- f) Obras complementarias, contribuyen en el buen funcionamiento del relleno, como por ejemplo barreras de árboles alrededor del terreno para evitar que la basura salga volando y minimizar olores.

Es importante conocer la dirección del viento, la precipitación, temperatura, evapotranspiración, y humedad, porque la operación del relleno puede ser molesta, por el polvo, fundas, papeles que se levantan y malos olores a las áreas cercanas.

Seleccionar el sitio en donde se va a construir un relleno sanitario, es una tarea ardua que debe realizarse con gran precaución, dado que, no todos los lugares son aptos, ni reúnen los requerimientos necesarios para poner a buen recaudo el bienestar de las personas, animales y la naturaleza en general (Roben, 2002).

La selección del lugar para el relleno sanitario tiene tres componentes muy importantes:

Factores económicos:

- Distancia del área de procedencia de los desechos.
- Distancia de otra infraestructura relevante (ej. lombricultura).
- Propiedad del terreno en cuestión (valor, propiedad municipal o privada).
- Dimensiones del terreno.
- Posibilidad de extensión del relleno.
- Caminos de acceso.

Factores ambientales:

- Protección de las aguas superficiales (existencia de fuentes superficiales o subsuperficiales, nacimientos de agua, etc.).
- Valor ecológico del terreno en cuestión.
- Proximidad a áreas habitadas.
- Barreras naturales (taludes, bosques).
- Morfología del terreno (posibilidad de evacuar las aguas lixiviadas con pendiente natural).
- Existencia de áreas protegidas
- Nivel de las capas freáticas; se prefiere una profundidad mayor a 3 m durante todo el año.
- Climatológicas (Viento predominante, precipitación).

Factores técnicos:

- Morfología del terreno: Se prefiere la construcción en terreno plano o ligeramente inclinado; entre 3 - 12 %.
- Condiciones sísmicas.
- Presencia de fallas geológicas.
- Estructura y composición del suelo (se prefieren suelos con alto porcentaje de arcilla para asegurar baja permeabilidad).

- Nivel de las capas freáticas.
- Existencia de material apropiado para la cobertura.
- Volumen de basura.

De acuerdo con las características del terreno existen 3 tipos de relleno sanitario: mecanizado, semimecanizado y manual.

El relleno sanitario mecanizado se lo aplica cuando se produce más de 40 toneladas diarias de basura. El relleno sanitario semimecanizado se usa cuando la población diariamente produce entre 16 y 40 toneladas, el uso de una maquinaria pesada sería de gran ayuda para hacer una buena compactación de la basura, y alargar la vida útil del relleno. El relleno sanitario manual se lo implementa en poblaciones pequeñas que producen menos de 15 ton/día. La compactación de los residuos se lo puede hacer manualmente con el empleo de varias herramientas.

Según la OPS (1997) en la ejecución de un relleno sanitario es importante determinar el presupuesto, el mismo que puede dividirse en etapas para facilitar su operación:

- Costos de inversión
  - a) Estudios y diseños
  - b) Adquisición del terreno
  - c) Preparación del terreno y obras complementarias
    - Limpieza y desmonte.
    - Movimiento de tierras (arriendo de maquinaria).
    - Vías de acceso internas y externas.
    - Drenaje perimetral.
    - Drenaje de percolado.
    - Encerramiento del sitio.
    - Arborización perimetral.
    - Caseta.
    - Instalaciones sanitarias.

- Cartel de identificación.
  - Otros.
- Costos de operación
    - Mano de obra.
    - Herramientas.
    - Elementos de protección.
    - Drenaje de gases y drenajes secundarios.
    - Mantenimiento.
    - Adecuación periódica del sitio (camino, drenajes, excavaciones, etc.).
  - Costos finales de clausura
    - Cobertura final.
    - Drenajes.
    - Engramado o cubierta vegetal.

## **2.4. Marco legal**

El Ecuador actualmente cuenta con una serie de leyes, decretos, acuerdos ministeriales, códigos, ordenanzas que obligan y protegen los derechos de los ciudadanos, referente a la gestión de los desechos sólidos, los mismos que otorgan a los Gobiernos Municipales la autoridad para su aplicación.

El Art. 14 de La Constitución (2008) del Ecuador, dice que los ciudadanos tienen derecho de vivir en un ambiente sano, asimismo declara que es de interés público la preservación del ambiente, la prevención de daños ambientales y la recuperación de espacios degradados.

La Constitución del Ecuador En su art. 264 establece que los Gobiernos Municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la Ley:

“Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley. Crear, modificar o suprimir mediante ordenanzas, tasas y contribuciones especiales de mejoras” (Constitución, 2008).

El artículo 267 de la Constitución (2008) numeral 4, manifiesta que los gobiernos parroquiales rurales deben preservarla biodiversidad y la protección del ambiente. El numeral 5 menciona, que deberán gestionar y administrar los servicios públicos que le sean delegados o descentralizados por otros niveles de gobierno.

En el artículo 397 numeral 2 dice, se debe establecer mecanismos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios degradados y el manejo sustentable de los recursos naturales.

El Art.415 refiere que el gobierno central y los gobiernos descentralizados deberán desarrollar programas de reciclaje y a la vez informar sobre el adecuado manejo de desechos.

El Libro II del Código Penal en el Art. 437 B. establece que quien violara las normas sobre protección ambiental, vertiendo residuos de cualquier naturaleza, excediendo los límites permisibles establecidos en la ley, y si provocara perjuicio alguno, será sancionado con prisión de uno a tres años.

En el Art. 437 K. otorga la potestad al sistema judicial para ordenar, inmediatamente parar la actividad causante de la contaminación, y de ser necesario clausurar la entidad o empresa.

En el libro VI de la Calidad Ambiental, Título II, Artículo 30, el Estado Ecuatoriano prioriza la gestión integral de los residuos sólidos, siendo responsabilidad de cada ecuatoriano que habita en el país, aportando al desarrollo sustentable por medio de mecanismos ambientales beneficiosos a nivel nacional.

El Libro VI Anexo 6 de la Norma de Calidad ambiental para el Manejo y Disposición final de los Desechos Sólidos no peligrosos da a conocer las normas de calidad sobre el manejo de los desechos sólidos no peligrosos, desde su generación hasta su disposición final.

La Ley de Gestión Ambiental en el Art.5, decreta el Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental como un mecanismo de coordinación y cooperación entre los ámbitos del sistema en la gestión de recursos naturales.

El Código Orgánico de Ordenamiento Territorial (COOTAD) en el artículo 4 señala que los fines de los gobiernos autónomos descentralizados son la recuperación y conservación de la naturaleza y el mantenimiento de un ambiente sostenible y sustentable. Por otra parte en su Artículo 55 establece que los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias:

- b) Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón;
- d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Generación y manejo de los desechos sólidos**

Se levantó información sobre la generación de desechos y manejo actual de los mismos dentro de la parroquia, empleando una encuesta con preguntas cerradas, dirigida a las personas que habitan en la zona de estudio. Considerando que la población es un número extenso, para aplicar las encuestas, se trabajó con una muestra de dicha población, entonces para conocer el número de encuestas a aplicar se utilizó la siguiente ecuación:

$$n1 = \frac{m1}{e^2(m1 - 1) + 1}$$

Donde:

n1 = tamaño de la muestra

m1 = tamaño de la población

e = error máximo admisible

Entonces:

n1 = ?

m1 = 2817

e = 5,0 %

### 3.2. Cartografía de la zona de estudio

Para valorar las características específicas del sitio, la investigación se fundamentó en la metodología de criterios de selección establecida por Bautista, Rosales y Contreras (2010). Los criterios establecidos por la Agencia de Protección Ambiental Panamericana de la Salud, y los recomendados por las normas sanitarias para proyecto y operación de un relleno sanitario de los Estados Unidos (2012) (Ver tabla 1) (Morales, Rodríguez, 2016).

Nº	Criterios de selección
1	Distancia a la población más cercana (m)
2	Área del terreno (m <sup>2</sup> )
3	Usos del suelo
4	Pendiente del terreno
5	Geología del suelo (permeabilidad)
6	Área natural protegida
7	Vida útil
8	Propiedad del terreno

9	Distancia a vía de acceso principal
10	Opinión pública
11	Vulnerabilidad a desastres naturales

**Tabla 1.-** Variables Criterios de selección

Estos criterios fueron sometidos a un sistema de valoración por el método de peso y escala (ver tabla 2), que consiste en la confrontación de variables, dando prioridad de acuerdo al orden de importancia; se obtiene una escala de valores sobre la base de 100, que es útil para pesar la variable, que luego es dividida en cinco ponderaciones que van desde la condición más desfavorable del factor de campo hasta el ideal.

Calificación	Puntaje
Muy malo	1
Malo	2
Regular	3
Bueno	4
Muy bueno	5

**Tabla 2.-** Escala de ponderación

Cada variable fue calificada según el sistema de puntaje establecido. Para la argumentación de las variables, se cartografió la zona de estudio mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), lo que permitió la realización de mapas temáticos.

### **3.3. Cálculos para establecer el volumen del relleno sanitario**

Para establecer el área apropiada del relleno sanitario, es de suma importancia calcular la proyección futura de la población, (Jaramillo, 2002) la misma que se obtuvo con el siguiente método matemático, considerando una población de 2897 habitantes según el último censo poblacional:

$$Pf = Po(1 + r)^t$$

Donde:

Pf = población futura

Po = población actual

r = tasa de crecimiento

t = número de años

Para implementar un sistema de recolección, tratamiento y disposición final, se debe estimar la cantidad de desechos que la localidad genera. Con el propósito de economizar los recursos, se utilizaron los siguientes análisis:

- La producción per cápita de RSM

$$ppc = \frac{DSr \text{ en una semana}}{Pob \times 7 \times Cob}$$

Donde:

Ppc = Producción por habitante por día (kg/hab/día)

DSr = Cantidad de RSM recolectados en una semana (kg/sem).

Pob = Población total (hab)

7 = Días de la semana

Cob = Cobertura del servicio de aseo urbano (%)

De acuerdo a varios estudios, realizados en Latinoamérica, cuando hay poblaciones pequeñas rurales, la ppc presenta rangos entre 0.2-0.5 kg/hab-día. Para este estudio se ha calculado un ppc de 0.49 kg/hab-día, considerando una población de 2897 habitantes según el último censo poblacional (Fernández, 2010).

- Cobertura del servicio:

$$\text{Cobertura del servicio (\%)} = \frac{\text{Población atendida (hab)}}{\text{Población total (hab)}}$$

- Producción toneladas diarias:

$$DS_d = \frac{\text{Pob} \times \text{ppc}}{1000 \text{ ton}}$$

Donde:

$DS_d$  = Cantidad de RSM producidos por día (kg/día)

$Pob$  = Población total (habitantes)

$ppc$  = Producción per cápita (kg/hab-día)

- Volumen de residuos sólidos:

$$V_{diario} = \frac{DS_p}{D_{rsm}}$$

$$V_{anual} = V_{diario} \times 365$$

Donde:

$V_{diario}$  = Volumen de desechos sólidos a disponer en un día ( $m^3$ /día)

$V_{anual}$  = Volumen de desechos sólidos en un año ( $m^3$ /año)

$DS_p$  = Cantidad de desechos sólidos producidos (kg/día)

365 = equivalente a un año (día)

$D_{rsm}$  = Densidad de los desechos sólidos recién compactados (400-500  $kg/m^3$ )

- Volumen del relleno sanitario:

$$V_{RS} = V_{anual} \times MC$$

Donde:

$V_{RS}$  = Volumen del relleno sanitario ( $m^3/año$ )

MC = Factor de material de cobertura (20%=0.2)

- Área requerida para la construcción de un relleno sanitario manual:

$$A_{RS} = \frac{V_{RS}}{H_{RS}}$$

Donde:

$V_{RS}$  = Volumen necesario del relleno sanitario ( $m^3/año$ )

$A_{RS}$  = Área a rellenar sucesivamente ( $m^2$ )

$H_{RS}$  = Altura media del relleno sanitario (m)

- Área total requerida:

$$A_T = F \times A_{RS}$$

Donde:

$A_T$  = Área total requerida ( $m^2$ )

F = Factor de aumento del área adicional requerida para obras complementarias. Para este análisis se ha considerado el 30% del área a rellenar.

### **3.4. Técnicas de procesamiento y análisis estadístico de datos**

Los resultados de las encuestas se los tabuló en el programa de Excel, luego de su respectivo análisis e interpretación de los datos se representó mediante gráficos y tablas dinámicas. Se ha realizado una prueba de McNemar (para datos nominales con muestras relacionadas dicotómicas) con la finalidad de entender si existen diferencias entre lo que pensaba la gente en 2012 y lo que piensa ahora en el 2017 con respecto a si está o no

satisfecho con la recolección de la basura y si está consciente de que un relleno sanitario disminuiría la contaminación.

Para establecer si la producción de desechos sólidos es igual en el 2012 que en el 2017 se ha realizado una prueba de signos (para datos nominales en muestras relacionadas politómicas). Para el periodo 2017, que son los datos actualizados y válidos para una propuesta de esta naturaleza, con la finalidad de establecer si existe asociación entre los datos se han realizado pruebas  $X^2$  (para datos nominales en muestras independientes dicótomas). Finalmente, se buscó establecer diferencias significativas entre los resultados obtenidos en el año 2012 y el 2017 se realizaron pruebas de T de Student con la finalidad de considerar si los cálculos proyectados de 2011 a 2030 son correctos para este año 2017.

## **4. RESULTADOS**

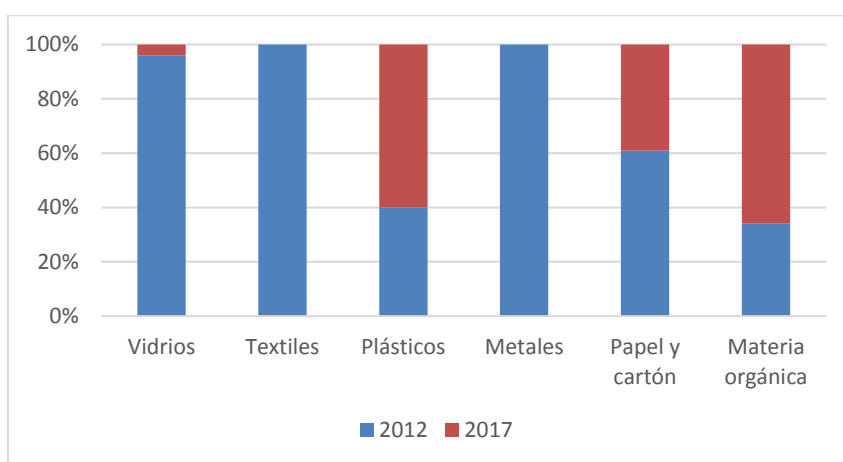
### **4.1. Generación y manejo de los desechos sólidos**

Al emplear la fórmula para calcular el tamaño de la muestra se obtuvo que la encuesta debiera ser aplicada a 167 personas. En septiembre del 2012 se procedió a realizar la primera encuesta en la parroquia Camarones (167 personas) de manera aleatoria, su actualización en enero del 2017. Las preguntas se presentan en el anexo 1.

#### **4.1.1. Desechos producidos en la Parroquia Camarones**

En la actualidad, más del 50% de las personas que viven en la cabecera parroquial de Camarones, desechan en mayor cantidad plástico, algo parecido a lo que sucedía en el 2012; en ambos casos igual, es la materia orgánica que ocupa el segundo lugar; sin embargo, se ha eliminado la producción de desechos textiles y metálicos, así como

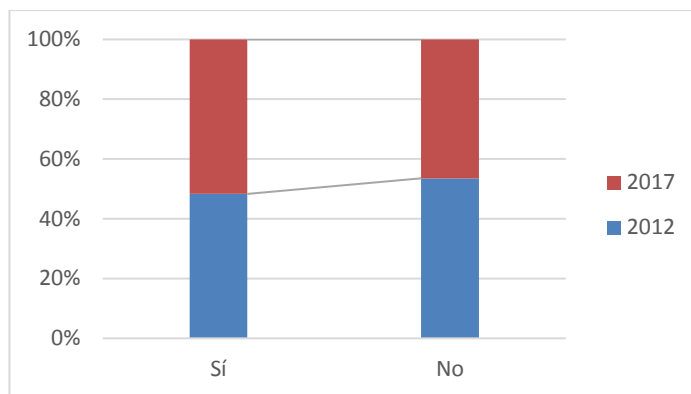
disminuido el vidrio (ver figura 1). Esto posiblemente tenga relación con el aumento de negocios, relacionado con actividades turísticas, que incrementan la producción de material plástico como desecho (tarrinas, platos y cubiertos desechables, gaseosas, etc.). Sin embargo, al aplicar la prueba de T de Student podemos inferir que no existen diferencias significativas para las respuestas en ambos periodos, de 2012 (M=23,8 SE=19.96) a 2017 (M=23.8 SE=32.3;  $t(6)=0$   $p>0,05$ ), esto debido principalmente a la significativa producción de plásticos, papel-cartón y materia orgánica con casi el 90% de toda la producción en ambos periodos.



**Figura 1.-** Desechos generados por las personas, periodos 2012 y 2016.

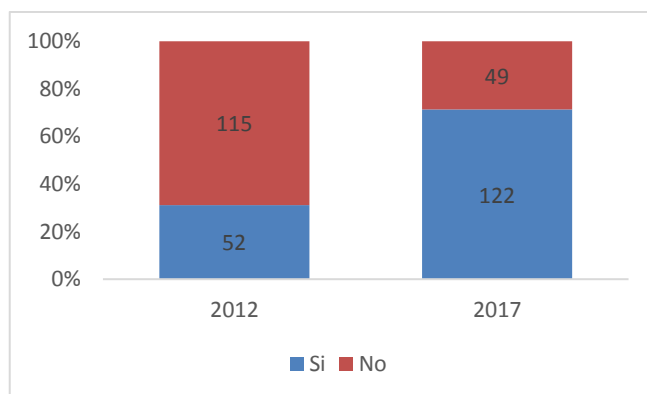
Al hacer un análisis estadístico de contraste entre aquellas respuestas obtenidas en 2012 con las de 2017 en relación al tipo de desechos que más generan los habitantes de Camarones tenemos que no existen diferencias significativas entre lo descrito hace cinco años y lo que describen hoy en día ( $Z=-1,273$ ,  $p > 0,05$ ); por lo que para el estudio de factibilidad reúne esta condición desde cuando se inició el trabajo.

En ambos periodos, los pobladores de la Parroquia Camarones tienen clara la relación entre el aumento de la población y el incremento de la producción de desechos, así como también de la contaminación; aunque aproximadamente el 21% ignora esta situación (ver figura 2).



**Figura 2.-** Conocimiento de la población en términos de la relación que existe entre aumento poblacional e incremento de los desechos sólidos, periodos 2012 y 2016.

La forma de pensar de los pobladores de la Parroquia Camarones ha cambiado, en el año 2012 la gente opinaba no estar satisfecho por el sistema de recolección de la basura, pero en el 2017 la gente opina, en su mayoría, lo contrario; en ambos casos, en aproximadamente un 70% pero inverso (ver figura 3). Esto podría tener relación con un cambio en la administración municipal, por lo tanto un cambio en la política y administración del servicio.

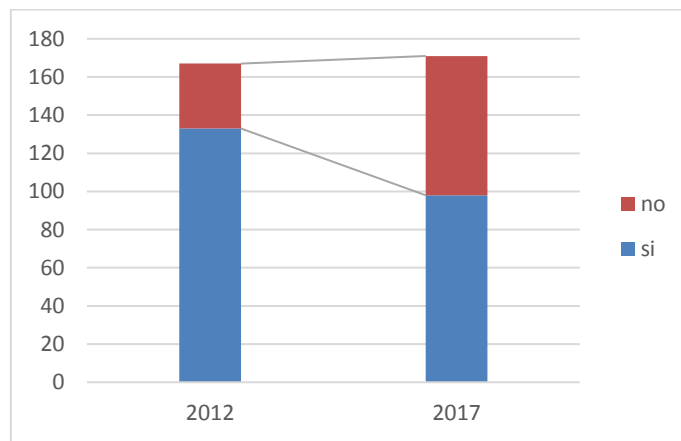


**Figura 3.-** Estado de satisfacción por el sistema de recolección de basura, periodos 2012 y 2016.

Al establecer una relación estadística entre lo que piensan los habitantes de Camarones sobre si están satisfechos con la recolección del año 2012 al año 2017, rechazamos la hipótesis de igual, ya que si existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre lo que

declararon en el 2012 a la fecha; es decir, antes la mayoría no estaba satisfecho en la actualidad la mayoría, si lo está.

La población de la cabecera parroquial de Camarones, piensa que al implementarse un relleno sanitario la contaminación ambiental si disminuiría (ver figura 4). En cuanto al sistema de recolección de basura, son muy pocas las personas que dijeron que no están satisfechas con este sistema, a cargo de la Municipalidad de Esmeraldas, ya que los carros no tienen un horario establecido, además, no cuentan con un mecanismo de alerta que les avise que ya va a pasar el recolector. A pesar de que la mayoría de las personas están satisfechas con este sistema, muchas de ellas dudaron al dar su respuesta.



**Figura 4.-**Conciencia del decrecimiento de la contaminación con la existencia de un relleno sanitario, periodos 2012 y 2016.

Al establecer la relación estadística entre lo que piensan los habitantes de Camarones sobre si están conscientes que la existencia de un relleno sanitario disminuiría la contaminación ambiental, entre los años 2012 al 2017, rechazamos también la hipótesis de igual, ya que si existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre lo que declararon en el 2012 a la fecha; es decir, que antes existía poca gente que pensaba que no hay relación entre estos dos elementos, en la actualidad se han incrementado o lo que es lo mismo han disminuido las personas que si entienden que hay relación entre contar con un relleno sanitario y la disminución de contaminación ambiental. Esto aporta al argumento sobre la necesidad de contar con el tipo de relleno sanitario que se propone en esta iniciativa.

Cabe señalar, que el sistema de recolección no cubre toda la parroquia, solo se lo realiza en la franja costera de la parroquia, además hay barrios de la cabecera parroquial, donde solo hay un día a la semana para la recolección.

Para el año 2017, estableciendo una relación entre el sexo de los encuestados y su grado de satisfacción, se puede apreciar que no existe asociación significativas entre ellos ( $X^2(1) = 2.32, p > 0,05$ ); es decir que no existe relación entre el sexo y el grado de satisfacción (ver tablas 3 y 4).

		Satisfacción con la recolección		Total	
		actual			
		Si	No		
Sexo	Masculino	Recuento	42	23	65
		% dentro de Satisfacción con la recolección actual	34,4%	46,9%	38,0%
		% del total	24,6%	13,5%	38,0%
Femenino		Recuento	80	26	106
		% dentro de Satisfacción con la recolección actual	65,6%	53,1%	62,0%
		% del total	46,8%	15,2%	62,0%
Total		Recuento	122	49	171
		% dentro de Satisfacción con la recolección actual	100,0%	100,0%	100,0%
		% del total	71,3%	28,7%	100,0%

**Tabla 3.\_** Tabla de contingencia entre el sexo y conciencia de satisfacción con la recolección

	Valor	Gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	2,323 <sup>a</sup>	1	,127		
Corrección por continuidad <sup>b</sup>	1,822	1	,177		
Razón de verosimilitudes	2,292	1	,130		
Estadístico exacto de Fisher				,163	,089
Asociación lineal por lineal	2,309	1	,129		
N de casos válidos	171				

**Tabla 4.** Prueba  $X^2$  para el sexo y conciencia de satisfacción con la recolección

a. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 18,63.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

Por otro lado, al relacionar la satisfacción de las personas con la recolección de la basura y el estado de conciencia sobre el beneficio de contar con un relleno sanitario, podemos ver que no existe asociación ( $X^2(1) = 2.32, p > 0,05$ ); es decir que no existe relación entre estar satisfecho con la recolección y el estado de conciencia de que el contar con un relleno sanitario podría acarrear una disminución en la contaminación (ver tablas 5 y 6).

			Con un relleno habría menos contaminación		Total
			Si	No	
Satisfacción con la recolección actual	Si	Recuento	68	54	122
		% del total	39,8%	31,6%	71,3%
	No	Recuento	30	19	49
		% del total	17,5%	11,1%	28,7%
Total		Recuento	98	73	171
		% del total	57,3%	42,7%	100,0%

**Tabla 5.** Tabla de contingencia entre satisfacción con la recolección y conciencia sobre que un relleno sanitario disminuiría la contaminación

	Valor	Gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,430 <sup>a</sup>	1	,512		
Corrección por continuidad <sup>b</sup>	,235	1	,628		
Razón de verosimilitudes	,433	1	,511		
Estadístico exacto de Fisher				,609	,315
Asociación lineal por lineal	,428	1	,513		
N de casos válidos	171				

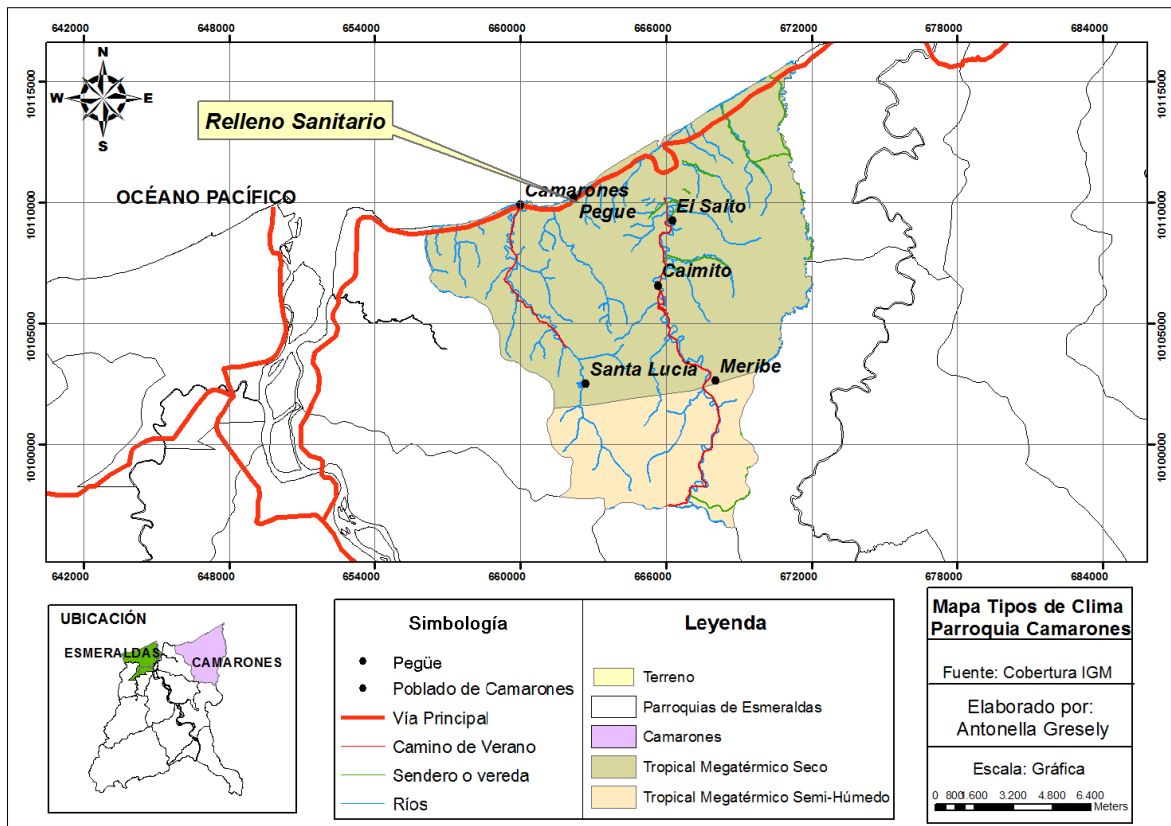
**Tabla 6.** Prueba  $X^2$  para satisfacción con la recolección y conciencia sobre que un relleno sanitario disminuiría la contaminación

**a.** 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 20,92.

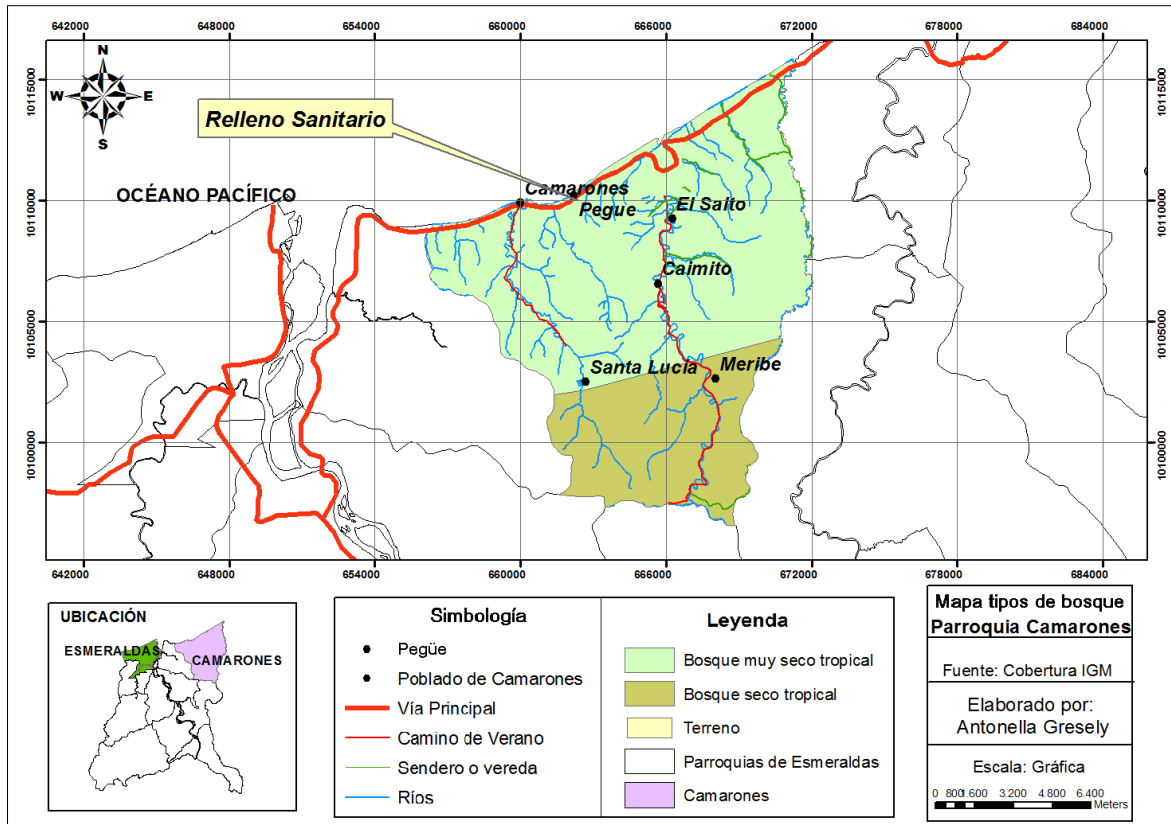
**b.** Calculado sólo para una tabla de 2x2.

#### 4.2. Generación de la cartografía de la zona de estudio

El posible terreno para implementar el relleno sanitario está ubicado en el recinto Pegüe de la parroquia Camarones. En los mapas 2 y 3 se presentan datos sobre los aspectos climáticos y de vegetación de la zona.

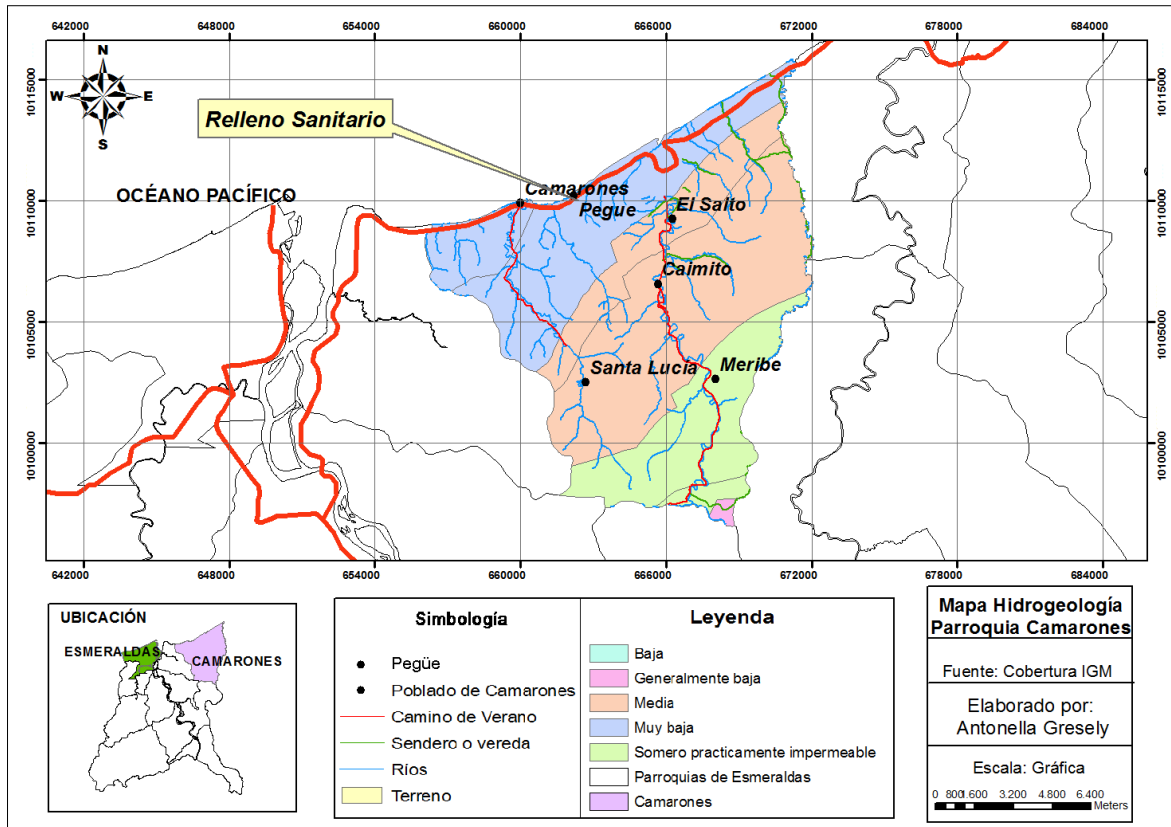


Mapa 2.- Tipo de clima de Camarones

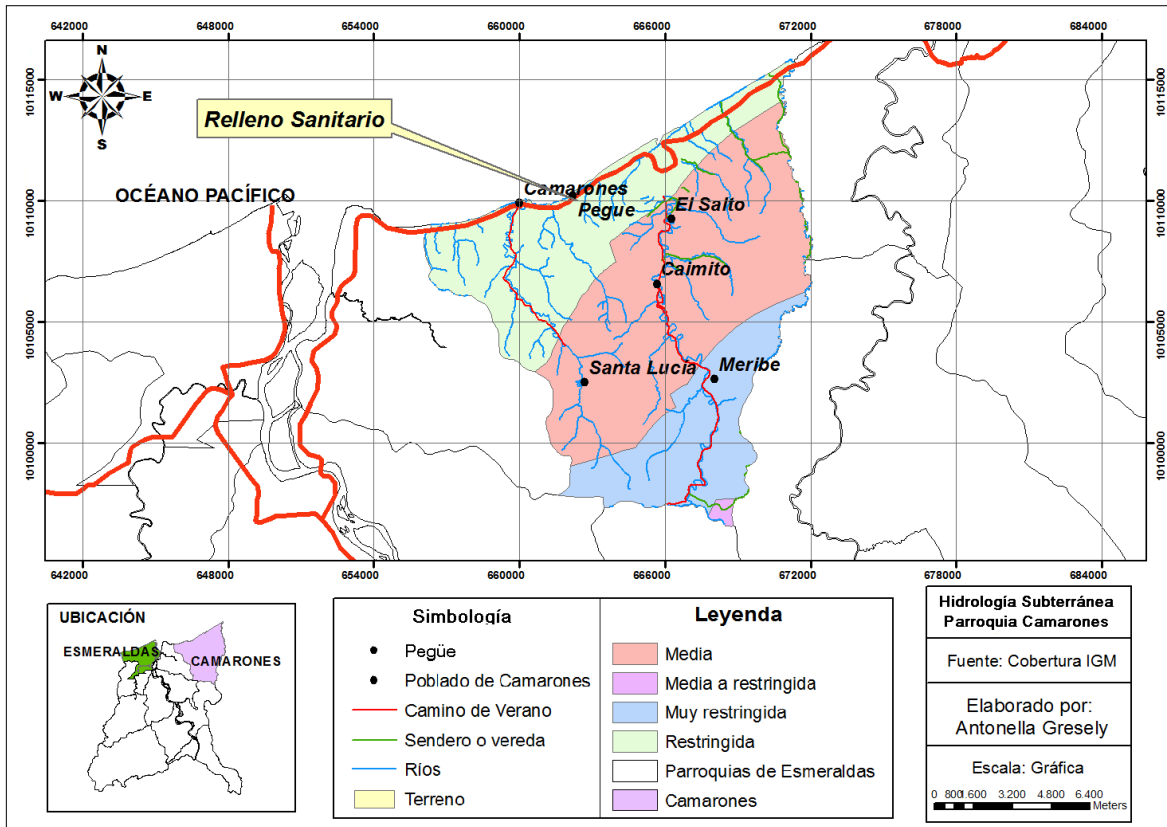


**Mapa 3.-Vegetación de Camarones**

Es importante señalar que la zona de estudio está en un área climática mega-térmica tropical seca, por ende, esta se presenta como idónea para la construcción de un relleno sanitario. En Camarones, la pluviometría anual está comprendida entre 500 y 1000 mm, sobre todo entre los meses de enero y abril (Gordillo, 2009). Sin embargo, el suelo del terreno tiene una permeabilidad muy baja, y el potencial hidráulico es restringido, es decir, que no hay presencia de agua subterránea en este sitio, también características adecuadas para la construcción del RS (ver mapas 4 y 5).

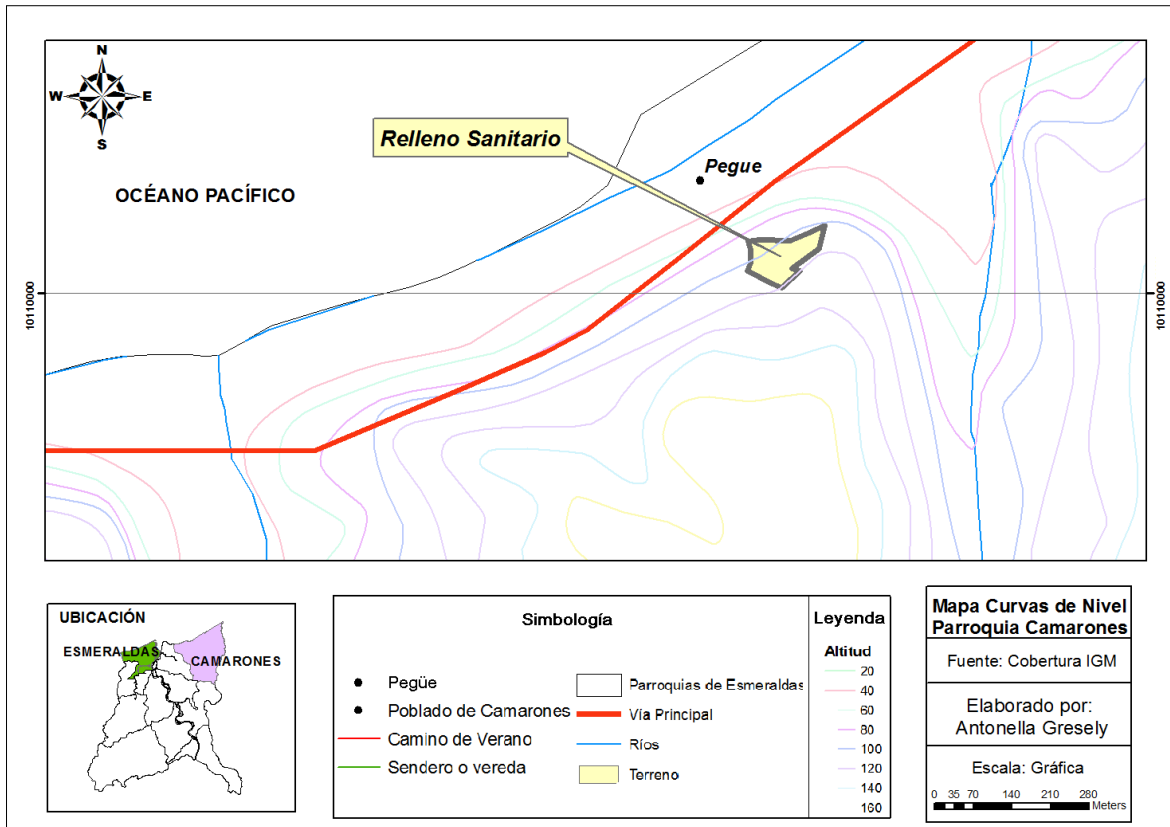


**Mapa 4.- Hidrogeología de Camarones**

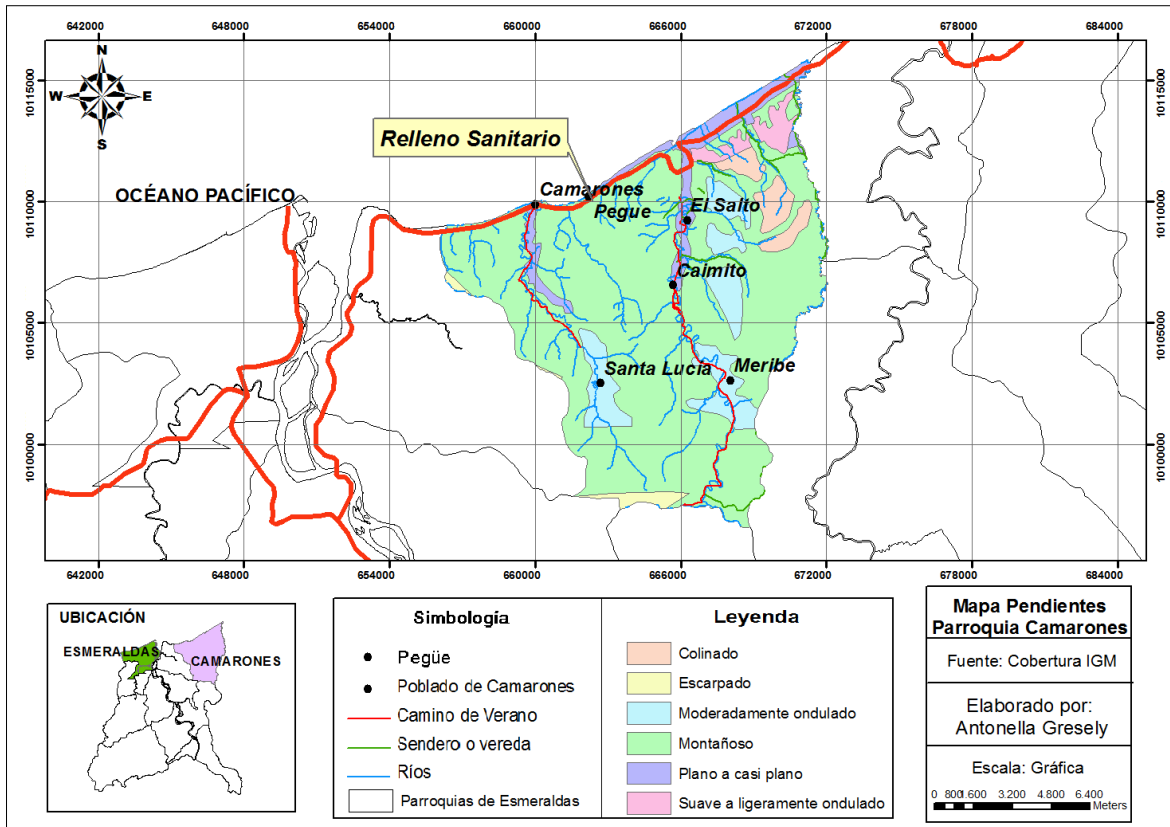


**Mapa 5.- Hidrología subterránea de Camarones**

En los mapas 6 y 7 generados, de acuerdo a las curvas de nivel que presenta el terreno, se ubica en un sistema montañoso, con una inclinación del 12% de modo que también resulta factible para esta propuesta.

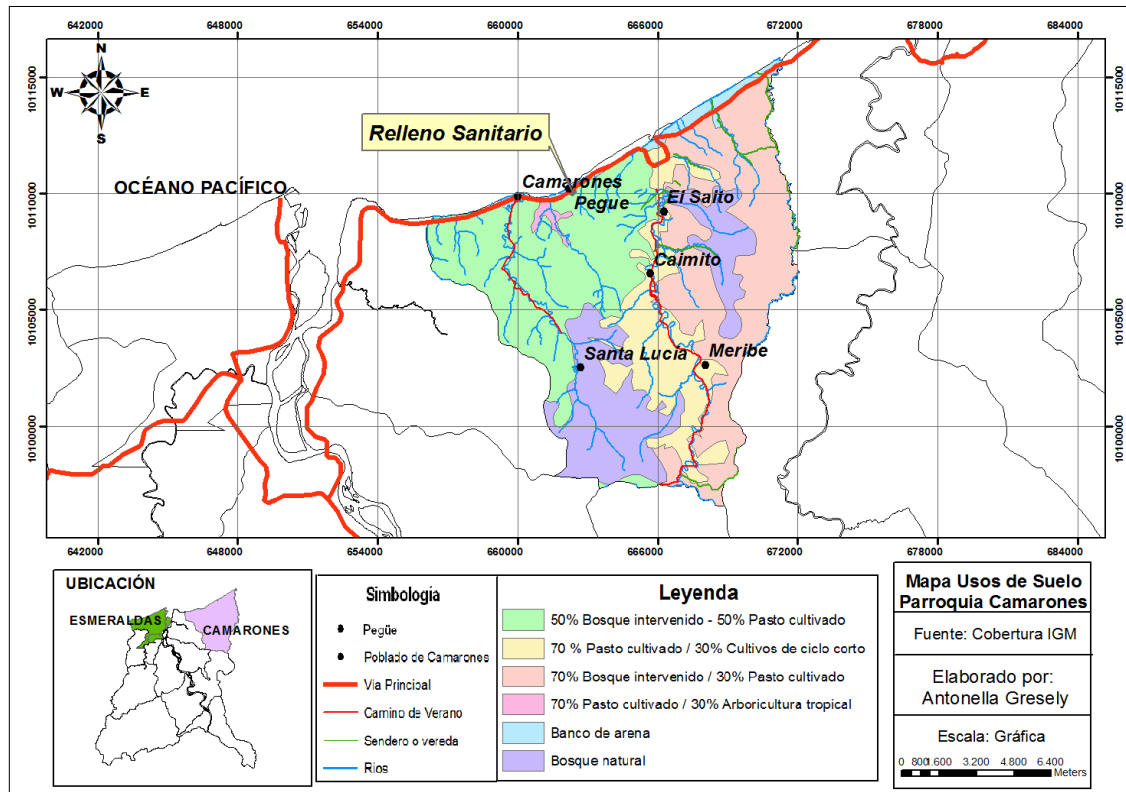


**Mapa 6.-Curvas de Nivel de Camarones**

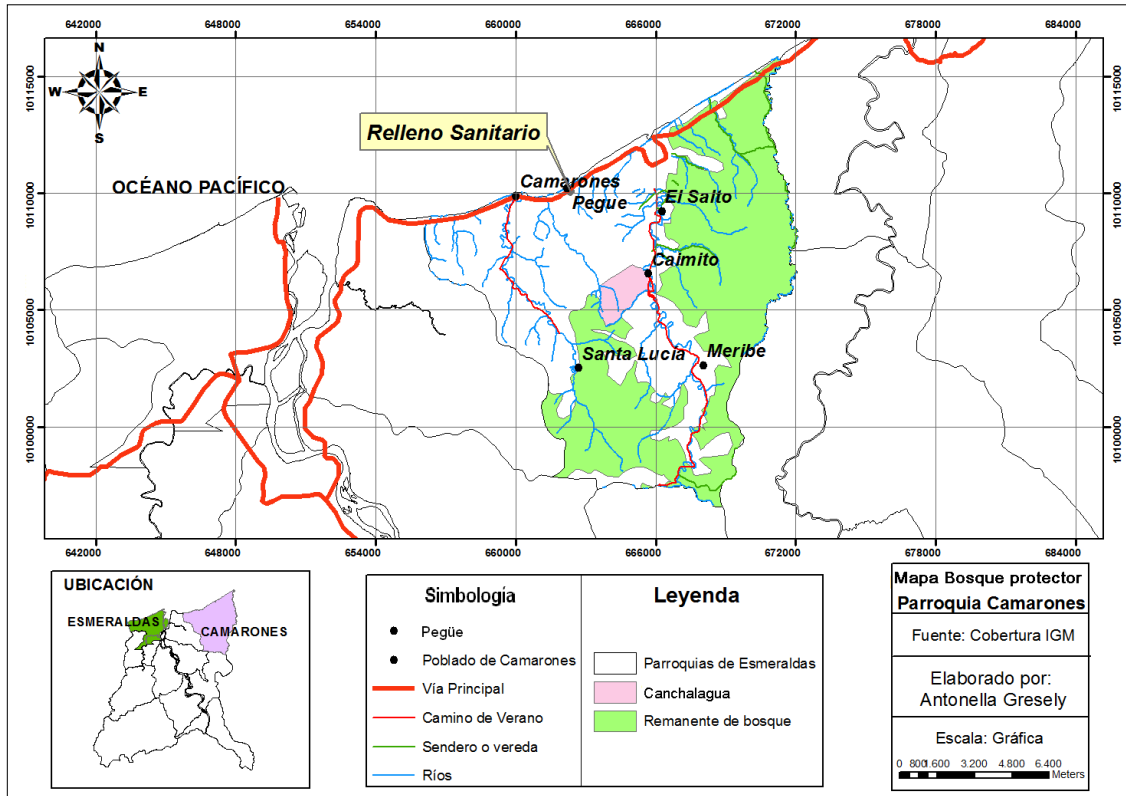


**Mapa 7.-** Pendiente de Camarones

La zona tiene un uso predominante de bosque intervenido y pasto cultivado (ver mapa 8). Cabe recalcar que el terreno no es parte de ningún bosque protector ni de remanente de bosque con que pueda contar la parroquia Camarones (ver mapa 9).

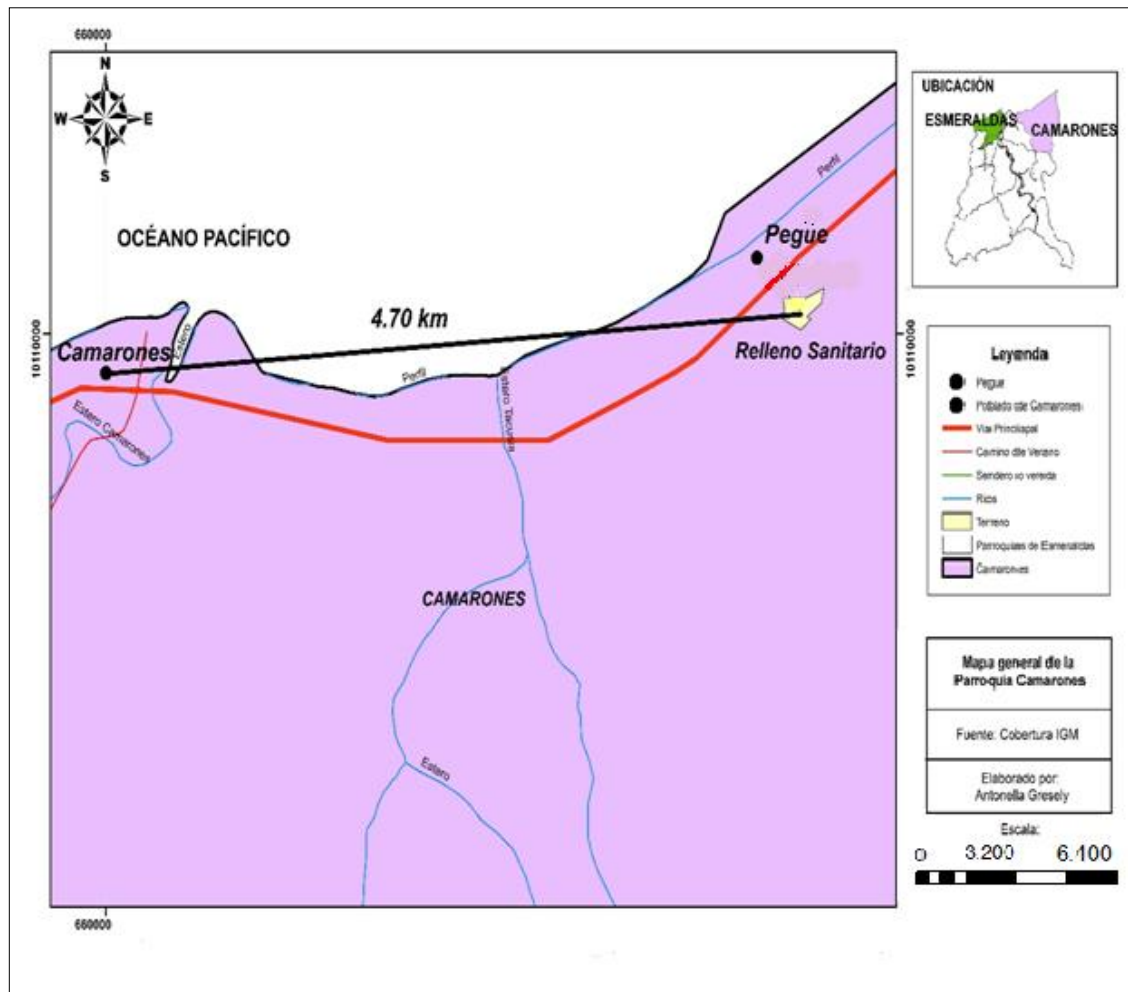


**Mapa 8.- Usos del suelo de Camarones**

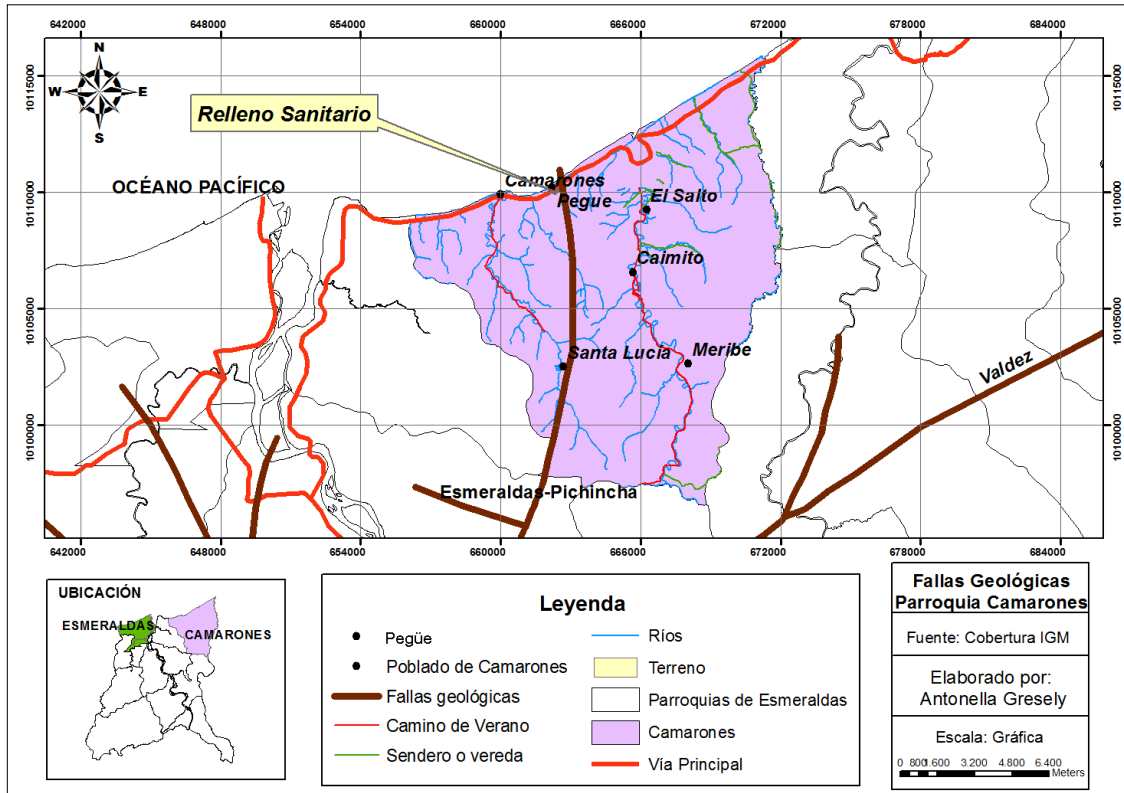


**Mapa 9.-** Mapa bosque protector de Camarones

La distancia al centro urbano más cercano es de 4,7 Km (ver mapa 10), distancia permitida ya que la mínima es de 500 m, según los criterios de selección. Cabe mencionar que por el terreno no pasan fallas geológicas (ver mapa 11).



**Mapa 10.-** Distancia a la población más cercana



**Mapa 11.-** Fallas geológicas de Camarones

### 4.3. Calificación-valoración de criterios para selección del área

Con los datos anteriores se ha rellenado la tabla 3 con la calificación según parámetros de valoración.

Nº	Criterios de selección	Área relleno sanitario (calificación)
1	Distancia a la población más cercana (m)	393
2	Área del terreno (m <sup>2</sup> )	14000
3	Usos del suelo	Bosque intervenido, pasto cultivado
4	Pendiente del terreno	12%
5	Geología del suelo (permeabilidad)	Muy baja
6	Área natural protegida	Fuera del bosque protector

7	Vida útil	>5 años
8	Propiedad del terreno	Privada
9	Distancia a vía de acceso principal	0
10	Opinión pública	Favorable
11	Vulnerabilidad a desastres naturales	Amenaza de media a baja con un riesgo sísmico medio a bajo

**Tabla 3.-** Evaluación de los criterios de selección del área para el RS de la Parroquia Camarones

En la tabla 4 se calificó cada variable de acuerdo al criterio de la autora, basándose en la información cartográfica y según el sistema de puntaje establecido en la metodología.

N°	Criterios de selección	Puntaje
1	Distancia a la población más cercana (m)	4
2	Área del terreno (m <sup>2</sup> )	5
3	Usos del suelo	4
4	Pendiente del terreno	5
5	Geología del suelo (permeabilidad)	4
6	Área natural protegida	5
7	Vida útil	4
8	Propiedad del terreno	3
9	Distancia a vía de acceso principal	5
10	Opinión pública	5
11	Vulnerabilidad a desastres naturales	2

**Tabla 4.-** Calificación de los criterios de selección del área para el RS de la Parroquia Camarones

Producto de la ponderación y el peso asignado de cada variable, se obtuvieron los valores que se muestran en la tabla 5.

N°	Criterios de selección	Peso asignado %	Resultado obtenido (calf X peso)
1	Distancia a la población más cercana (m)	7	28
2	Área del terreno (m <sup>2</sup> )	5	25
3	Usos del suelo	6	24
4	Pendiente del terreno	6,5	32,5
5	Geología del suelo (permeabilidad)	8	32
6	Área natural protegida	5	25
7	Vida útil	5	20
8	Propiedad del terreno	4,5	13,5
9	Distancia a vía de acceso principal	4	20
10	Opinión pública	5	25
11	Vulnerabilidad a desastres naturales	5	10
TOTAL			255

**Tabla 5.-** Ponderación de los criterios de selección del área para el RS de la Parroquia Camarones

El puntaje total del área seleccionada es de 255, lo cual satisface la mayoría de criterios para ubicar un relleno sanitario (Collazo, H., 2013).

#### 4.4. Cálculos de volumen del relleno sanitario

Para calcular el volumen del relleno sanitario y su futura proyección, se aplicaron varias fórmulas descritas en la metodología, pero, para facilitar el cálculo de éstas se lo hizo en Excel, dando como resultado la siguiente información (ver anexo 2).

De acuerdo a estos cálculos se obtuvo el valor total del área requerida para el relleno sanitario 1,4 Ha, lo que aprueba el sitio escogido ya que tiene 1,8 Ha.

La proyección futura siempre será una línea constante dado que en las fórmulas hay valores constantes como la tasa de crecimiento y la ppc.

Al conocer los resultados de la caracterización física y la vida útil del relleno sanitario, con el apoyo del Ing. Germán Sánchez, ex docente de la Escuela de Gestión Ambiental de la PUCESE, se diseñó planos estructurales que podrían ser la base de una propuesta aplicable a la necesidad de incorporar un relleno sanitario manual en la parroquia Camarones (ver anexos 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9).

## **5. DISCUSIÓN**

### **5.1 Discusión de resultados**

Varias investigaciones han demostrado que en países desarrollados, la implementación de rellenos sanitarios activa económicamente la zona donde se encuentre ubicado, esto se debe a la buena gestión de sus gobernantes. En cambio, en nuestro país, la falta de recursos impide cumplir a cabalidad con dicha gestión, problemática que también se evidencia en varios países latinoamericanos.

En la parroquia Camarones la recolección de los desechos es realizada por el GAD cantonal de Esmeraldas, prestando este servicio únicamente en la franja costera dos veces por semana a cualquier hora, razón por la cual, varias personas encuestadas expresaron su inconformidad, ya que, además de no tener un horario fijo, el carro recolector por lo general pasa una vez a la semana, siendo el caso del sector ubicado en la playa pasando el puente. Cabe recalcar que en la franja costera está asentada aproximadamente la mitad de la población total de la parroquia, estando en total abandono los demás recintos.

La parroquia no cuenta con un sistema de manejo ni de disposición final de desechos sólidos, generando un impacto negativo en el ambiente y la salud humana, ya que en los sectores que no llega el servicio de recolección, las personas vierten sus desechos en las laderas o incineran, contaminando las micro cuencas y el aire.

Es importante mencionar que este estudio inició en el año 2012 y no se lo concluyó, pero se lo retomó desde el año 2016, realizando actualizaciones respectivas en varios datos los mismos que no han variado mucho en este lapso de tiempo.

De acuerdo a los análisis y calificación de los criterios de selección del sitio para construir un relleno sanitario, se aprecia que prácticamente se cumple con estos resultados obtenidos, es importante destacar, que el sitio escogido cumple la mayoría de requisitos analizados para ubicar un relleno sanitario, otorgándole una factibilidad técnica y ambiental.

Para conocer el presupuesto se debe realizar un estudio para valorar económicamente cada etapa del proyecto, pero se estima que puede iniciar con poca inversión, debido a que las características del proyecto son favorables, porque se cuenta con varias ventajas, por ejemplo, la distancia al centro poblado más cercano no excede 30 minutos de ida y vuelta lo que economiza el transporte de los desechos, el terreno está junto a una vía principal en buen estado y tiene vías de acceso.

A pesar de que en el país existen normativas para el manejo y disposición final de los desechos sólidos, no se las cumple y se evidencia en la poca disponibilidad de rellenos sanitarios, en donde son pocas las ciudades que cuentan con uno, como es el caso de Cuenca. Es más, en la provincia de Esmeraldas a pesar de que se dice que varios cantones cuentan con un relleno sanitario eso es falso ya que no cumplen con las especificaciones técnicas y ambientales para operarlos, porque los encargados no están técnicamente capacitados y no cuentan con el financiamiento necesario.

Si en un futuro se lleva a cabo la implementación del relleno sanitario manual en la parroquia Camarones del cantón Esmeraldas, sería la primera parroquia del país en tener la iniciativa de asumir esa competencia que le pertenece al municipio, dotando a la zona de varios beneficios, como: fuentes de empleo, mejora en la calidad ambiental y vida de las personas, al finalizar la vida útil del relleno sanitario permite recuperar el terreno para áreas verdes y recreativas.

## 5.2. Conclusiones

El relleno sanitario es la mejor alternativa para la disposición final de los residuos sólidos urbanos y si se diseñan y operan adecuadamente, generan grandes beneficios a la población y al medio ambiente.

De acuerdo con la información obtenida, no existen suficientes rellenos sanitarios en Ecuador para tener un manejo integral de los residuos sólidos urbanos generados.

Debido a la mala gestión en el manejo de los residuos sólidos y falta de inversión, disponer los residuos sólidos en un botadero a cielo abierto sigue siendo la práctica más común, a pesar de las sanciones establecidas por parte del MAE.

A pesar de que el Gobierno creara el Programa Nacional para la Gestión Integral y Sostenible de Desechos Sólidos en el Ecuador (PNGIDS), hasta el año 2015 solo estaban operando 77 rellenos sanitarios de un total de 221 municipios (MAE, 2015). La razón de que no haya tenido éxito este programa debe ser la poca inversión económica y la falta de constancia para ejecutar al 100% este proyecto.

De acuerdo a los cálculos de volumen para construir un relleno sanitario, el lugar escogido tiene el área necesaria para poder ejecutar dicha obra, además su topografía es ideal por tener una pendiente con un 12% de inclinación, facilitando la compactación de la celda diaria y contar con suficiente material de cobertura. Por otro lado, cuenta con una vía principal y su camino es accesible durante todo el año.

Tomando en cuenta varios factores, es un sitio propicio porque no está ubicado dentro ni cerca de un área natural protegida, tampoco tiene aguas subterráneas, no pasan fallas geológicas por el terreno, y el uso del suelo es irrelevante.

Pero, la propiedad del terreno es privada, no le pertenece al municipio, pero el dueño manifestó que estaría dispuesto a negociar y llegar a un acuerdo ya que la autoridad competente está en todo el derecho de expropiarlo si así se lo requiere.

De acuerdo a los datos obtenidos en las encuestas, el desecho que en mayor cantidad se genera es el plástico, seguido de la materia orgánica en especial la cáscara de camarón. Los habitantes de la parroquia están a favor con la implementación de un relleno sanitario manual, porque de esta manera no incinerarían ni dispondrían los desechos en las quebradas a orillas de los ríos contaminando el ambiente. Se notó cierto descontento en cuanto a la recolección de los desechos sólidos porque no tienen un horario fijo y a veces recolecta una vez por semana. Cabe recalcar que la cobertura del servicio de recolección solo se hace en la franja costera de la parroquia.

La caracterización física de los RSU y el análisis de estudio de factibilidad (cálculos de volumen, criterios de selección), permitieron concluir que la implementación de un relleno sanitario es altamente rentable y viable; además, se cumple con la normatividad vigente, permitiendo contrarrestar a mediano plazo los problemas ambientales de la parroquia.

### **5.3. Recomendaciones**

Se debe realizar constantemente capacitaciones dirigidas al reciclaje y clasificación de los desechos sólidos domésticos en la fuente, con la finalidad de disminuir la cantidad a disponer en el Relleno Sanitario.

Emprender proyectos de reciclaje que tengan como resultado un producto con valor agregado principalmente de plásticos y desechos orgánicos, debido a que estos se encuentran en un gran porcentaje en la producción diaria de la parroquia.

El gobierno municipal debe incentivar a las parroquias para que tengan nuevos emprendimientos para el progreso de la población. Ya que una de las principales actividades económicas en la parroquia es la agricultura, se debería capacitar a las personas para que aprendan a elaborar compost y usarlo en sus sembríos.

Permitir que las parroquias adquieran nuevas competencias, como encargarse del manejo de los desechos sólidos desde su generación hasta su disposición final en un relleno sanitario manual, con la finalidad de generar empleos en la zona.

La parroquia debería considerar tener un lugar para disponer sus desechos sólidos para de esta manera minimizar la contaminación ambiental, buscando el respectivo financiamiento para ejecutar el proyecto y proponérselo al municipio.

## 5. REFERENCIAS

### 5.1. Referencias Bibliográficas

- Alcántara, (2004). *Geological characterization and environmental implication of the placement of the Morelia dump*, Michoacán, central Mexico. Journal of the air and waste management association. Vol. 55, Issue 6 (june), pp. 755-764
- Allende, T. (2001). *Evaluación geológica ambiental en la determinación de la factibilidad de un área para relleno sanitario*. En: Revista del Instituto de Investigación de FGMMCG. Vol 4 N° 7 Enero-Junio 2001.
- Armas Y., Yaselga G. (2005). *Estudio de la evaluación de impactos ambientales que generará la construcción del relleno sanitario de San Miguel de Ibarra, en el sector Las Tolas de Socapamba*. Universidad Técnica del Norte.
- Bautista M., Rosales C., Contreras E., (2010). *Guía para la selección de sitios potenciales para la ubicación de rellenos sanitarios por el método de peso y escala con el uso de álgebra de mapas*.
- Briones F., Caballero D., (2011). *Los rellenos sanitarios: una alternativa para la disposición final de los residuos sólidos urbanos*. Ciencia UAT, vol. 6, núm. 2, pp. 14-17. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Ciudad Victoria, México
- Bustos C. (2009). *La problemática de los desechos sólidos*. Economía, núm. 27, enero-junio, 2009, pp. 121-144. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Cárdenas A., (2012). *Evaluación del desempeño de humedales construido para el tratamiento de lixiviados de un relleno sanitario*.
- Collazos, H. (2013). *Residuos Sólidos*. Bogotá: Universidad Nacional.

- Constitución Política del Ecuador (2008) Título VII. Régimen del Buen Vivir. Sec. 7 Biósfera, ecología urbana y energías alternativas. Art.415.
- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, Febrero 2011, Quito – Ecuador.
- Cubillo Betancourt, Paulina. (2005). *Ubicación del nuevo relleno sanitario en base a criterios ambientales, socioeconómicos y técnicos, y propuesta de plan de reciclaje en la ciudad de Quero, cantón Quero provincia de Tungurahua*. Tesis de grado.
- De la Cruz M., Ruza A., (2011). *Diseño de una propuesta de relleno sanitario para la disposición final de los desechos sólidos de tres parroquias del municipio de Maracaibo del Estado Zulia*.
- Echarri L. (2008). *Ciencias de la tierra y del medio ambiente*. Obtenido de tecnun:  
<http://www.tecnun.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/13Residu/100Resid.htm>
- AME-INEC., (2014). *Estadística de información ambiental económica en gobiernos autónomos descentralizados municipales*.
- Flores B., (2013). *Evaluación técnica y ambiental del relleno sanitario Yurakasha, perteneciente al cantón Cañar, provincia del Cañar*.
- Glynn H., Gary W., (1999). *Ingeniería ambiental*, segunda edición. México.
- Guadalupe E., Zea M., Villafuerte I., Flores D., (2004) *Estudio geológico – geotécnico para el relleno Sanitario de Machu Picchu y pueblos aledaños*
- INEC (2011). *Población nacional según parroquia de empadronamiento*.

- Jaramillo, J. (2002) *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*, Una solución para la disposición final de residuos sólidos municipales en pequeñas poblaciones. Colombia
- Ley de Gestión Ambiental Ro. 245 (1999) *Título I Ámbito y Principios de la Ley, Art.5*
- Meléndez C., (2004). *Guía práctica para la operación de celdas diarias en rellenos sanitarios pequeños y medianos.*
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua, M.M.A. y A. (2010). *Guía para el diseño, construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios.* Bolivia.
- Morales S., Rodríguez A., (2016). *Evaluación geológica ambiental para ubicar un relleno sanitario manual en la parroquia Mene de Mauroa, Venezuela.*
- Muñoz, (2008). *Manual de manejo de residuos sólidos urbanos.*
- Orta, V., (2004). *Estudios básicos para la instalación de un relleno sanitario manual en el municipio de Santo Tomas Jalieza, Oaxaca.* Tesis profesional, ENCB - IPN, México.
- Pazmiño, L., (2010). *Tesis Relleno sanitario de la Isla San Cristóbal, provincia de Galápagos: Diseño e impermeabilización.* Quito.
- PNUMA, O.R. (2006). Geo Esmeraldas. *Perspectivas del Medio Ambiente Urbano.*
- PDyOT, (2012). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Camarones.
- PDyOT, (2014). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Camarones, Actualizado.

- Röben, Eva. (2002). *Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales*. Loja, Ecuador
- Rosso M., (2007). *Experiencia internacional de relleno sanitario, reciclado y experiencia nacional del programa de reciclaje de residuos*. Buenos Aires.
- Sánchez J., et al. (2009). *Criterio ambientales y geológicos básicos para la propuesta de un relleno sanitario en Zinapécuaro, Michoacán, México*.
- SYMAE, N. (2008). *Estudio de impacto ambiental para la construcción e implementación del relleno sanitario del cantón Esmeraldas en el actual botadero de Basura “El Jardín”*.
- Tchobanoglous, y Eliassen, (1.982). *Desechos Sólidos– Principios de Ingeniería y Administración*, Venezuela.
- TULSMA, (2013). *Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental*, Libro VI Anexo 6.

## 5.2. Anexos

### Anexo 1.

1. ¿Qué tipo de desecho sólido genera en mayor cantidad?

Vidrios  Plásticos  Papel y cartón  Materia orgánica   
Textiles  Metales  Otros

2. ¿Cree usted que el aumento de la población es un factor que interviene en la contaminación por desechos sólidos?

Sí  No

3. ¿Cree Usted que el aumento de desechos sólidos es directamente proporcional al crecimiento urbano?

Sí  No

4. ¿Está satisfecho con el actual sistema de recolección de basura?

Sí  No

5. ¿Cree usted que si se implementa un relleno sanitario la contaminación ambiental disminuiría?

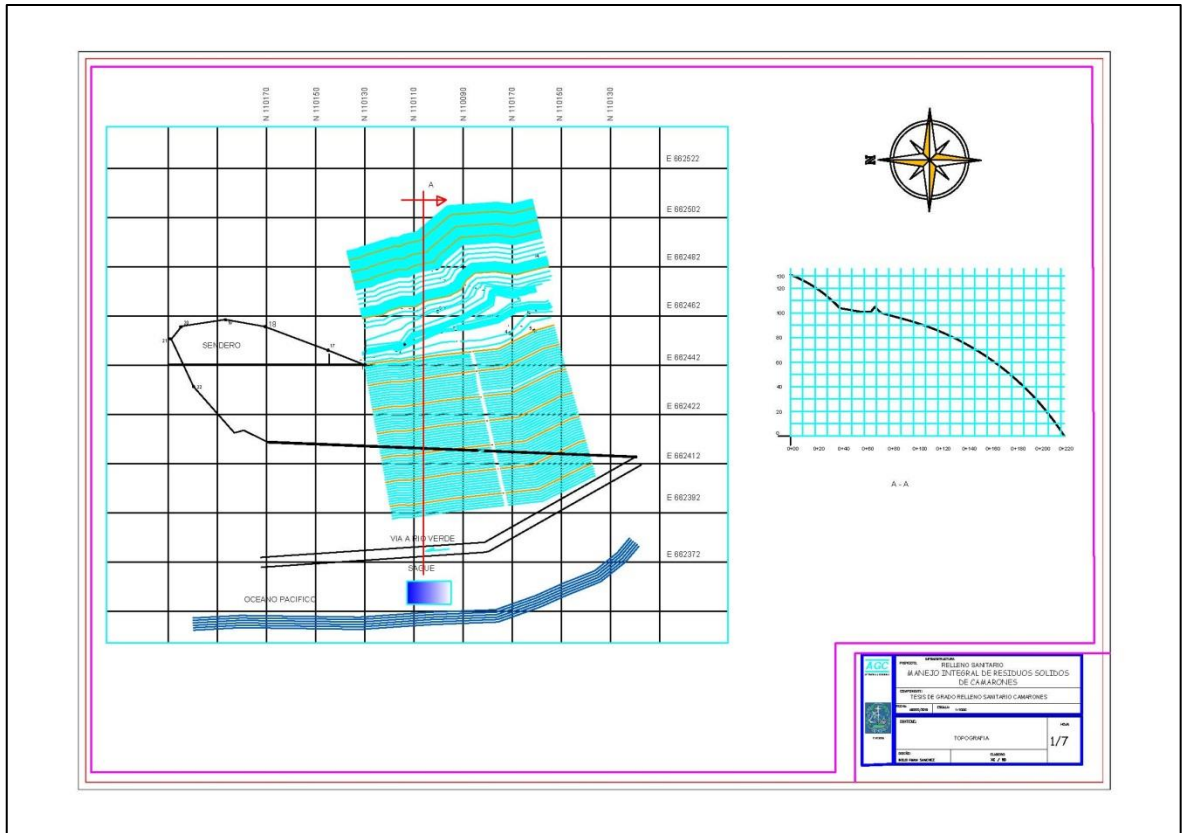
Sí  No

**Anexo 2.**

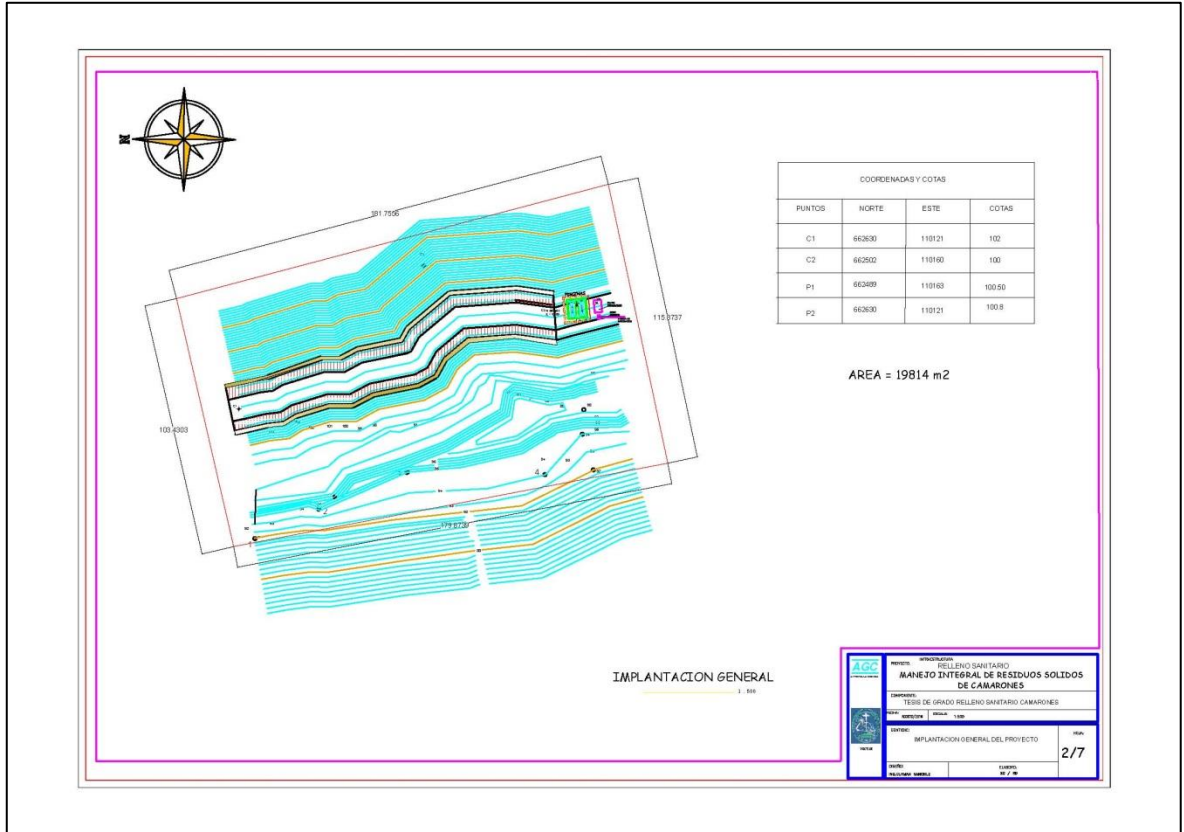
**CÁLCULO DE VOLÚMENES DEL RELLENO SANITARIO CAMARONES**

<b>Año</b>		<b>Población hab.</b>	<b>PPC Kg/Hab./día</b>	<b>Producción Tn/día</b>	<b>Peso Res. Conf. (Kg/m3)</b>	<b>Vol. Res./día (m3/día)</b>	<b>Vol. Res/año (m3/año)</b>	<b>Vol mat. Cob/año (m3/año) 20%</b>	<b>Vol. Total a confin. /año (m3/año)</b>	<b>Vol. Total Acumulado m3</b>
2011	0	3000	0,49	1,47	450	3,27	1176,00	235,20	1411,20	1411,20
2012	1,045	1	3027	0,49	1,48	450	3,30	1186,73	237,35	2835,27
2013	1,092	2	3164	0,49	1,55	450	3,44	1240,13	248,03	4323,43
2014	1,141	3	3306	0,49	1,62	450	3,60	1295,94	259,19	5878,55
2015	1,193	4	3455	0,49	1,69	450	3,76	1354,25	270,85	7503,65
2016	1,246	5	3610	0,49	1,77	450	3,93	1415,19	283,04	9201,89
2017	1,302	6	3773	0,49	1,85	450	4,11	1478,88	295,78	10976,54
2018	1,361	7	3942	0,49	1,93	450	4,29	1545,43	309,09	12831,05
2019	1,422	8	4120	0,49	2,02	450	4,49	1614,97	322,99	14769,02
2020	1,486	9	4305	0,49	2,11	450	4,69	1687,65	337,53	16794,19
2021	1,553	10	4499	0,49	2,20	450	4,90	1763,59	352,72	18910,50
2022	1,623	11	4701	0,49	2,30	450	5,12	1842,95	368,59	21122,04
2023	1,696	12	4913	0,49	2,41	450	5,35	1925,88	385,18	23433,10
2024	1,772	13	5134	0,49	2,52	450	5,59	2012,55	402,51	25848,16
2025	1,852	14	5365	0,49	2,63	450	5,84	2103,11	420,62	28371,90
2026	1,935	15	5607	0,49	2,75	450	6,10	2197,75	439,55	31009,20
2027	2,022	16	5859	0,49	2,87	450	6,38	2296,65	459,33	33765,18
2028	2,113	17	6122	0,49	3,00	450	6,67	2400,00	480,00	36645,18
2029	2,208	18	6398	0,49	3,14	450	6,97	2508,00	501,60	39654,79
2030	2,308	19	6686	0,49	3,28	450	7,28	2620,86	524,17	42799,82
									42799,82	

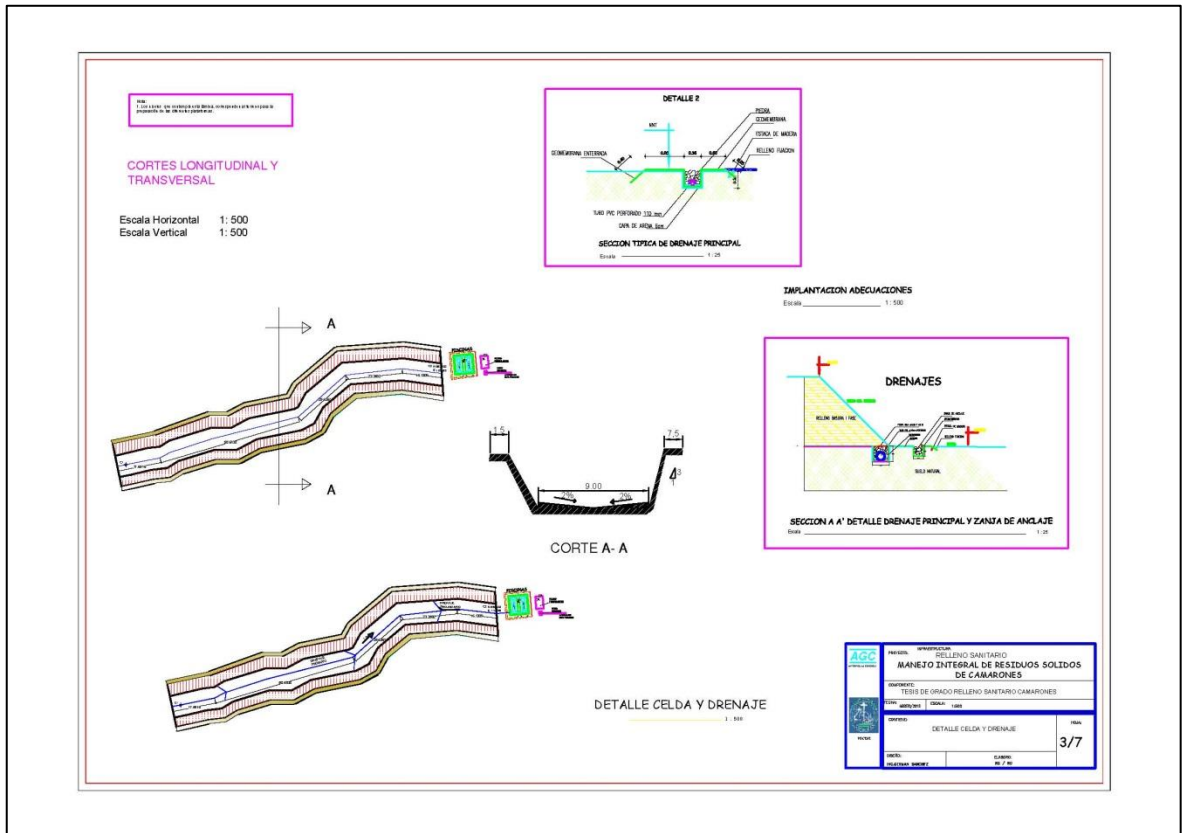
### Anexo 3.



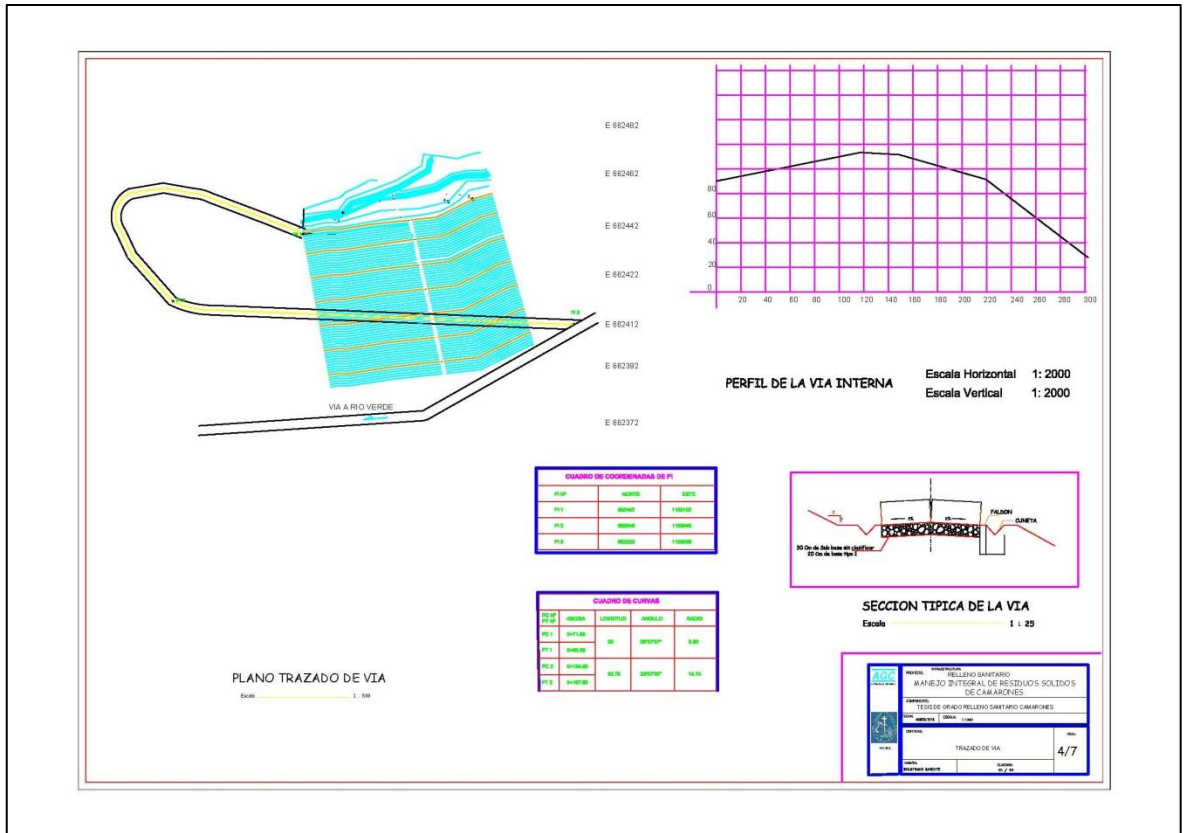
# Anexo 4.



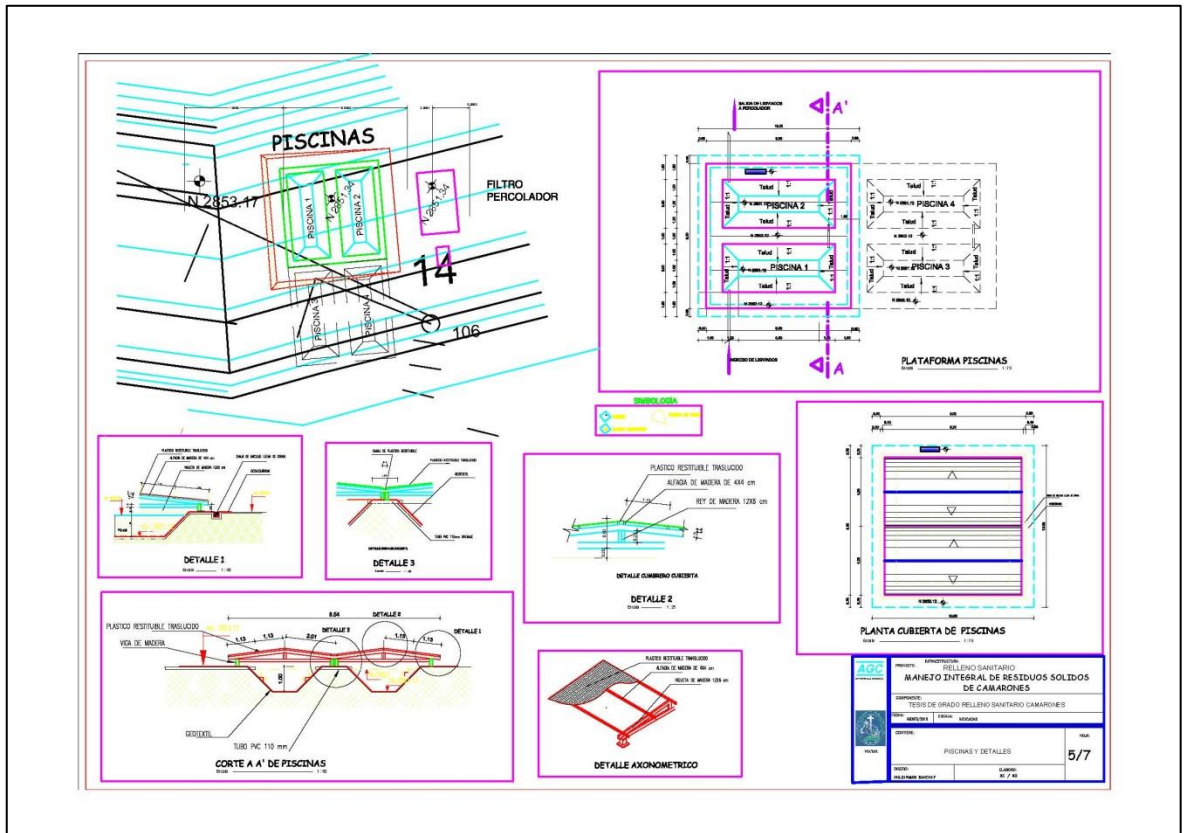
# Anexo 5.



# Anexo 6.



# Anexo 7.





# Anexo 9.

