



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y MANEJO
DE RIESGOS NATURALES**

**DISEÑO DE UN PLAN DE CIERRE TÉCNICO DEL RELLENO
SANITARIO DE LA CIUDAD DE TULCÁN**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERA AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES**

AUTORA: DAISY ALEXANDRA MÉNDEZ BRAVO

DIRECTORA: BIÓLOGA ANITA ARGUELLO

Quito, 2015

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2015
Reservados todos los derechos de reproducción.

DECLARACIÓN

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

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Daisy Alexandra Méndez Bravo

C.I. 0401556600

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Diseño de un Plan de Cierre Técnico del relleno sanitario de la Ciudad de Tulcán**”, que, para aspirar al título de **Ingeniera Ambiental y en Manejo de Riesgos Naturales** fue desarrollado por **Daisy Méndez**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

Blga. Anita Arguello

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 1705861431

CARTA DE LA INSTITUCIÓN



GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE TULCÁN

Quito, 19 de enero de 2015

Ingeniero
Bolívar Haro Haro
DECANO (E) FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCIAL
Presente.-

De mi consideración:

Por medio de la presente comunico que la señorita DAISY ALEXANDRA MÉNDEZ BRAVO portadora de la cédula de ciudadanía No. 0401556600, egresada de la Carrera de Ingeniería Ambiental, realizó el "DISEÑO DE UN PLAN DE CIERRE TÉCNICO DEL RELLENO SANITARIO DE LA CIUDAD DE TULCÁN" como trabajo de tesis para la obtención del título de Ingeniera Ambiental y en Manejo de Riesgos Naturales, en coordinación con la Dirección de Ambiente y Riesgos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán.

El trabajo de investigación realizado cumplió con los objetivos propuestos y los resultados permitirán el desarrollo de acciones para el cierre técnico del relleno sanitario de la ciudad de Tulcán.

Atentamente,



Ingeniero Miguel Montenegro
C.I. 100174493-5
DIRECTOR DE AMBIENTE Y RIESGOS
GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE TULCÁN

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la oportunidad de tener una vida llena de bendiciones.

A mis padres por su abnegado esfuerzo, amor, compromiso y ejemplo, que ha sido la base de mi desarrollo profesional y me permite cada día cumplir con mis objetivos planteados para alcanzar las metas propuestas en mi vida.

A mis hermanos, por su comprensión y apoyo a lo largo del desarrollo de la presente investigación.

A la Bióloga Anita Violeta Argüello Mejía, por haber sido mi guía en el desarrollo de esta investigación, por impartirme su conocimiento, por su paciencia y apoyo incondicional que me ha permitido culminar esta tesis de manera satisfactoria.

AGRADECIMIENTO

Al concluir este trabajo de investigación, es propicio expresar el más profundo agradecimiento al Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Tulcán por la apertura brindada para la realización del presente trabajo de investigación; a mi novio por su apoyo incondicional; a la Bióloga Anita Arguello por el aporte con su valioso conocimiento y experiencia como guía del presente trabajo, a la Universidad Tecnológica Equinoccial por darme la oportunidad de llevar adelante un proceso de titulación parte de mi formación personal y profesional, y en especial a Dios por darme el don de la vida y permitir a través de su voluntad que esta meta se cumpla.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.2.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. RESIDUOS SÓLIDOS	6
2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	6
2.3. DESECHOS SÓLIDOS.....	6
2.3.1. TIPO DE DESECHOS SÓLIDOS.....	7
2.4. GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	7
2.4.1. ETAPAS DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	8
2.5. RELLENO SANITARIO.....	9
2.6. COMPONENTES DEL RELLENO SANITARIO.....	10
2.6.1. DIARIA	11
2.6.2. SISTEMA DE CAPTACIÓN Y EVACUACIÓN DE LIXIVIADOS	11
2.6.3. DRENAJE SUPERFICIAL.....	12
2.6.4. DRENAJE DE GASES.....	12
2.6.5. INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS.....	13
2.7. TIPOS DE RELLENOS SANITARIOS.....	13
2.7.1. CLASIFICACIÓN SEGÚN CLASE DE DESECHOS DEPOSITADOS	13
2.7.2. CLASIFICACIÓN SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO UTILIZADO.....	14
2.7.3. CLASIFICACIÓN SEGÚN LAS HERRAMIENTAS UTILIZADAS.....	15
2.8. ETAPAS DE UN RELLENO SANITARIO	16
2.8.1. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	16
2.8.2. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	17
2.8.3. ETAPA DE CIERRE.....	17

2.9.	CIERRE TÉCNICO DE UN RELLENO SANITARIO.....	18
2.10.	MARCO LEGAL.....	18
2.10.1.	CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.....	19
2.10.2.	CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN (COOTAD).....	20
2.10.3.	LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL.....	21
2.10.4.	TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE (TULSMA).....	22
2.10.5.	ACUERDO MINISTERIAL No. 031 DE 04 DE ABRIL DE 2012.....	22
2.10.6.	PLAN NACIONAL BUEN VIVIR 2013-2017 (PNBV).....	23
2.11.	MARCO CONTEXTUAL.....	23
2.11.1.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	23
2.11.1.1.	Ubicación Geográfica.....	23
2.11.2.	TOPOGRAFÍA DEL CANTÓN TULCÁN.....	24
2.11.3.	HIDROGRAFÍA DEL CANTÓN TULCÁN.....	25
2.11.4.	CLIMATOLOGÍA DEL CANTÓN TULCÁN.....	26
2.11.5.	DEMOGRAFÍA DEL CANTÓN TULCÁN.....	27
2.11.6.	PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS DEL CANTÓN TULCÁN.....	28
2.11.7.	VIVIENDA DEL CANTÓN TULCÁN.....	29
2.11.8.	SERVICIOS BÁSICOS.....	30
2.11.9.	COBERTURA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.....	31
2.11.10.	COBERTURA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	31
2.11.11.	COBERTURA DEL SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y TELEFONÍA.....	31
3.	METODOLOGÍA.....	33
3.1.	ALCANCE.....	33
3.2.	MATERIALES.....	33
3.3.	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	34
3.3.1.	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA Y TRABAJO DE CAMPO.....	34
3.3.2.	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA.....	34
3.4.	MÉTODO.....	35
3.4.1.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y DEL RELLENO SANITARIO DE LA CIUDAD DE TULCÁN.....	35

3.4.1.1.	Descripción de la situación actual del manejo de residuos sólidos en el cantón Tulcán.....	35
3.4.1.2.	Determinación de la situación actual del relleno sanitario de la ciudad de Tulcán	36
3.4.2.	PRÁCTICAS CORRECTAS PARA LA REALIZACIÓN DEL CIERRE TÉCNICO	36
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	37
4.1.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y DEL RELLENO SANITARIO DE LA CIUDAD DE TULCÁN.....	38
4.1.1.	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN TULCÁN	38
4.1.1.1.	Generación	38
4.1.1.2.	Almacenamiento temporal.....	42
4.1.1.3.	Servicio de recolección y de disposición de residuos sólidos	42
4.1.1.4.	Grado de aseo público urbano	46
4.1.1.5.	Determinación de la situación actual del relleno sanitario de la ciudad de Tulcán	47
4.1.1.6.	Diagnóstico del relleno sanitario	50
4.1.1.7.	Topografía	51
4.1.1.8.	Geología, climatología e hidrología	52
4.1.1.9.	Medio biótico.....	58
4.1.1.10.	Medio socio - económico y cultural	59
4.1.1.11.	Componentes y método de operación del relleno sanitario	59
4.1.1.12.	Sistema de drenaje de lixiviados	63
4.1.1.13.	Recursos.....	68
4.1.2.	INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS.....	69
4.2.	PRÁCTICAS CORRECTAS PARA EL CIERRE TÉCNICO	73
4.3.	DISEÑO DEL PLAN DE CIERRE TÉCNICO DEL RELLENO SANITARIO.....	79
4.3.1.	CONCEPCIÓN DEL CIERRE TÉCNICO DEL RELLENO SANITARIO	79
4.3.2.	MANEJO Y CONTROL DE LA ESCORRENTÍA SUPERFICIAL	79
4.3.3.	MANEJO Y CONTROL DE LA EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN	82
4.3.4.	MANEJO Y TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS.....	83
4.3.5.	MANEJO DE BIOGÁS	84
4.3.6.	DISEÑO DE LA CAPA DE COBERTURA FINAL	86

4.3.7.	OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	88
4.3.8.	PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO.....	91
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	92
5.1.	CONCLUSIONES	93
5.2.	RECOMENDACIONES	95
	BIBLIOGRAFÍA.....	96
	ANEXOS.....	104

ÍNDICE DE TABLAS

PÁGINA

Tabla 1. Cantidad de residuos sólidos producidos diariamente en el cantón Tulcán	39
Tabla 2. Caracterización de Residuos Sólidos.....	40
Tabla 3. Desechos generados por los establecimientos de salud	41
Tabla 4. Personal encargado de la gestión de residuos sólidos en el cantón Tulcán	43
Tabla 5. Cobertura de recolección de residuos sólidos comunes en el cantón Tulcán	44
Tabla 6. Cantidad de recolección de desechos bio-peligrosos en el cantón Tulcán	45
Tabla 7. Vehículos asignados para la recolección de residuos sólidos	46
Tabla 8. Método de Santiago de Chile para la definición de Grado de Aseo Público Urbano	46
Tabla 9. Coordenadas relleno sanitario	47
Tabla 10. Volumen acumulado en el relleno sanitario de Tulcán	51
Tabla 11. Análisis químico de los suelos.....	55
Tabla 12. Análisis de Calidad de Aire	56
Tabla 13. Análisis de ruido.....	56
Tabla 14. Análisis de Calidad del Agua	57
Tabla 15. Vehículos, maquinaria asignados para la disposición final de residuos sólidos	60
Tabla 16. Producto para el tratamiento de lixiviados del relleno sanitario del cantón Tulcán	84
Tabla 17: Lista de especies propuestas para reforestación.....	90

ÍNDICE DE FIGURAS

PÁGINA

Figura 1. Diagrama de la Gestión Integral de Residuos Sólidos	8
Figura 2. Componentes del relleno sanitario	10
Figura 3. Límites del cantón Tulcán	24
Figura 4. Capacidad de uso de la tierra del cantón Tulcán	25
Figura 5. Crecimiento de la población urbana y rural del cantón Tulcán	27
Figura 6. Población del cantón Tulcán de acuerdo a grupos de edades	28
Figura 7. Actividades económicas que se desarrollan en el cantón Tulcán	29
Figura 8. Abastecimiento de servicios básicos en las parroquias del cantón Tulcán	30
Figura 9. Caracterización de Residuos Sólidos cantón Tulcán.....	40
Figura 10. Mapa de Ubicación del relleno sanitario del cantón Tulcán	48
Figura 11. Mapa de Ubicación del área de influencia directa del relleno sanitario del cantón Tulcán	50
Figura 12. Foto del relleno sanitario	52
Figura 13. Grandes conjuntos morfo estructurales de la parte Norte del Ecuador...	53
Figura 14. Foto de la celda diaria	61
Figura 15. Foto de la parte externa de la celda de residuos hospitalario	62
Figura 16. Foto de la parte interna de la celda de residuos hospitalario.....	63
Figura 17. Foto de los canales de lixiviados	64
Figura 18. Foto de chimenea para quema de biogás.....	65
Figura 19. Foto de tubería semi enterrada para el drenaje de aguas lluvias	66
Figura 20. Foto de piscina de almacenamiento de lixiviados.....	67
Figura 21. Foto de la forma de compactación de residuos sólidos	68
Figura 22. Foto de la forma de compactación de residuos sólidos	70
Figura 23. Foto de rótulo informativo	70
Figura 24. Foto de la Vivienda de Guardianía y Bodegas	71
Figura 25. Foto del cerramiento perimetral de alambre de púas.....	71
Figura 26. Foto del acceso desde la carreta principal por medio de un camino empedrado	72
Figura 27. Foto de una vía interna	72
Figura 28. Foto del sistema de aguas lluvias	73
Figura 29. Foto del suelo	74
Figura 30. Foto del manejo de lixiviados	75
Figura 31. Foto del manejo de biogás	76
Figura 32. Foto de la celda diaria	77
Figura 33. Foto de las instalaciones complementarias	78
Figura 34. Esquema del canal de recolección de aguas lluvias	82
Figura 35. Diagrama de componentes de una chimenea para quema de biogás	86
Figura 36. Cobertura final del relleno.....	87

Figura 37. Diagrama del manejo de taludes en el relleno sanitario	88
Figura 38. Plano paisajístico del relleno sanitario posterior al cierre técnico	91

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
Anexo 1. Mapa de pendientes del cantón Tulcán.....	105
Anexo 2. Mapa de cuencas hidrográficas del cantón Tulcán.....	106
Anexo 3. Mapa de tipos de clima del cantón Tulcán	107
Anexo 4. Mapa de isoyetas (precipitación) del cantón Tulcán.....	108
Anexo 5. Formularios para levantamiento de información en gestión integral de residuos sólidos.....	109
Anexo 6. Formulario de evaluación de sitios de disposición final	120
Anexo 7. Certificado de validación de formularios de levantamiento de información en gestión integral de residuos sólidos.....	129

RESUMEN

El presente documento brinda información sobre el diseño del Plan de Cierre del relleno sanitario (RS) del cantón Tulcán, provincia del Carchi. En este sitio se ha efectuado la disposición final de residuos sólidos urbanos (RSU) de esta ciudad, la misma que cuenta con una población urbana de 53.558 habitantes; el relleno sanitario entró en funcionamiento en el año de 1998, contemplándose una vida útil de 16 años.

El cantón Tulcán cuenta con un sistema de gestión integral de residuos sólidos el cual inicia en la selección y separación de los residuos sólidos en la fuente, continuando con la recolección, transporte y disposición final en el Relleno Sanitario; contando con una tasa de recolección de residuos sólidos del 99%.

En el Relleno Sanitario de la ciudad de Tulcán se almacenan aproximadamente 56,6 toneladas/día de residuos sólidos; de los cuales, el 69% corresponde a residuos orgánicos, el 21% a material reciclable y 10% se divide entre desechos bio-peligrosos y material que no puede ser aprovechado.

El objeto del diseño plan de cierre técnico, está centrado en establecer los lineamientos y acciones para el cierre definitivo del sitio, considerando los componentes ambientales involucrados. Fundamentalmente se planificaron las soluciones dentro de un contexto de metodologías y recursos relacionados con los requerimientos legales vigentes y el grado de desarrollo del cantón.

Para la elaboración del Diseño del Plan de Cierre Técnico, se han coordinado tareas de campo, orientadas a la realización del diagnóstico y evaluación ambiental del lugar; así como también una amplia compilación de información bibliográfica, cartográfica y monitoreos físico-químicos; toda esta información

fue analizada y evaluada para la elaboración del diseño del plan de cierre técnico del relleno sanitario.

La implementación del cierre técnico del relleno sanitario de la ciudad de Tulcán, ha sido planificada para dos años, tiempo correspondiente a la vida útil del relleno sanitario. Para el efecto, el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán, ha remitido al Ministerio del Ambiente para revisión, los términos de referencia para la implementación de un nuevo relleno sanitario, que cumpla con las medidas ambientales para su adecuado funcionamiento.

ABSTRACT

This document provides information on the design Closure Plan Landfill (RS) of the Tulcán city located at the Carchi province.

On this site disposal of municipal solid waste (MSW) in this city, the same which has an urban population of 53,558 inhabitants was made; Landfill became operational in the year 1998, contemplating a lifespan of 16 years.

The Tulcán canton has a system of integrated solid waste management which started in the selection and separation of solid waste at source, continuing the collection, transportation and disposal in the landfill; having a rate of solid waste collection 99%.

Landfill in the city of Tulcán approximately 56.6 tons / day of solid waste is stored; of which 69% is organic waste, 21% recycled material and 10% is divided between bio-hazardous waste and materials that can not be tapped.

The object of design technical closure plan is focused on establishing guidelines and actions for the decommissioning of the site, considering all environmental components involved. Fundamentally solutions were planned within the context of methodologies and related to the current requirements and degree of development of the canton resources.

For the preparation of Technical Design Closure Plan have been coordinated field work aimed at making the diagnosis and environmental site assessment; as well as a comprehensive compilation of bibliographic, cartographic information and physico-chemical monitoring; this information was analyzed and evaluated for the design development plan technical closure of the landfill.

The implementation of technical closure of the landfill in the city of Tulcán, has been planned for two years, corresponding to the life of the landfill time. To this end, the Autonomous Decentralized Tulcán Municipal Government has submitted to the Ministry of Environment to review the terms of reference for the implementation of a new landfill that meets environmental measures for its proper functioning.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población humana determina mayor actividad urbana y progresiva demanda de productos y servicios para satisfacer las necesidades básicas de las personas, lo cual genera gran cantidad de residuos sólidos, mismos que se constituyen en un problema ambiental difícil de solucionar. Es necesario considerar que en nuestro país no existe tecnología adecuada para someter el mayor porcentaje de residuos sólidos a reciclaje, por lo que los rellenos sanitarios se convierten en la alternativa más viable, lo que agrava aún más la situación al acumularse cientos y miles de toneladas de residuos sólidos anuales.

Adicionalmente, de manera conjunta y paralela a la implementación de un relleno sanitario, incrementa la necesidad de un servicio efectivo de recolección de desechos sólidos, que por su importancia para el ambiente es de preocupación para las instituciones responsables como los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, entidades que tienen a cargo esta competencia.

El Ministerio del Ambiente, a través del Programa de Gestión Integral de Desechos Sólidos, ha establecido a través de marcos normativos, los lineamientos para lograr una adecuada gestión integral de desechos sólidos, para lo cual otorga a los Gobiernos Autónomos Descentralizados, un plazo hasta el año 2017, para que procedan a cerrar técnicamente los sitios de disposición final de desechos sólidos que actualmente se encuentran operando en el país, debido a que no cumplen con las medidas ambientales suficientes para la disposición final de los desechos sólidos generados; y establecer la aplicación correcta de técnicas modernas y ambientalmente amigables respecto a la gestión integral de desechos sólidos (Ministerio de Ambiente del Ecuador, 2012).

El cantón Tulcán con una población de 86 498 habitantes (INEC, 2010), no es la excepción, la producción de desechos sólidos ha ido aumentando; hasta el año de 1997, la disposición final de los desechos se la realizaba a cielo abierto en el río Carchi a escasos 2.8 kilómetros de la ciudad; por lo cual a partir del año 1994, el GAD Municipal de Tulcán realiza estudios definitivos para el manejo de desechos sólidos para el Cantón, lo cual tuvo como resultado la creación de un lugar adecuado para la disposición controlada de desechos sólidos; el área de intervención del relleno sanitario es de 9 hectáreas, aprovechadas por la topografía del terreno con un método de operación de rampa o terraplén para el confinamiento de los desechos. (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán, 2012)

El sitio donde se encuentra localizado el actual relleno sanitario está a 3 kilómetros de la ciudad de Tulcán, en dirección oriente, en el sector denominado La Palizada; es una ladera de suave inclinación en una zona de ortografía ondulada en el que no existen cauces fluviales, en la zona no se encuentran actividades humanas ni industriales significativas que pudieran alterar la capa de aire. El relleno sanitario, se encuentra en una zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo, la misma que se ubica dentro del callejón interandino y corresponde a las formaciones naturales Matorral Húmedo Montano, la cobertura vegetal se puede ver casi reemplazada en su totalidad en la que destacan árboles de Eucaliptus. La vegetación nativa generalmente forma matorrales y a sus alrededores es fácil encontrar barrancos y quebradas con lugares poco accesibles (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán, 2012).

El objetivo del presente trabajo de investigación es diseñar el plan de cierre técnico del relleno sanitario del cantón Tulcán, ya que éste no cuenta con una planificación para su cierre, constituyéndose como el principal problema, debido a que éste proceso requiere de tiempo para su implementación para dar cumplimiento a la normativa ambiental vigente a través de los lineamientos

establecidos por el Programa Nacional de Gestión Integral de Desechos Sólidos del Ministerio del Ambiente.

Partiendo del análisis del contexto ambiental relacionado con el manejo y disposición final de los desechos sólidos generados por la actividad humana, se procederá a elaborar un diagnóstico de la situación actual del relleno sanitario que involucre la delimitación del área de influencia donde se ocasionan los impactos positivos y negativos comprendido en el entorno físico, biótico y socio cultural; dependiendo de los grados de efecto se definirá como áreas de influencia directa a las zonas adyacentes donde se espera tener las alteraciones ambientales que comprende la zona periférica de diámetro variable de 500m aproximadamente ubicada en el sector de la palizada, parroquia Urbina del cantón Tulcán y como zonas de influencia indirecta el área geográfica donde las actividades del relleno generan impactos secundarios. Aspecto fundamental a tomar en cuenta en el estudio de la capacidad de alojamiento de desechos sólidos que tiene el relleno, para de esta manera determinar su período de vida.

Este diagnóstico es indispensable para la realización del diseño de un Plan de Cierre Técnico optimizando la mayor cantidad de recursos posibles, así como también permite que las medidas que sean aplicadas, sean las más adecuadas y por ende consigan que el lugar de la actual disposición de desechos del cantón Tulcán sea cerrado y de tal forma que la afectación tanto al ambiente como a las personas, sea la mínima posible.

1.1. JUSTIFICACIÓN

Los desechos sólidos provenientes de las actividades humanas e industriales principalmente por las grandes ciudades, se constituyen en el principal problema ambiental en el Cantón Tulcán, un tema difícil de solucionar. El cantón Tulcán produce aproximadamente 52,194 toneladas, de desechos

sólidos diarios (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán, 2012), lo que significa que en promedio cada persona produce más de 700 gramos diarios de residuos sólidos, toda esta cantidad de desechos, más las 4 toneladas que aproximadamente se producen en el cantón Huaca, se depositan en el único relleno sanitario que posee el cantón Tulcán.

Las proyecciones realizadas en los diseños del relleno sanitario de Tulcán obtuvieron como resultado un período de vida útil de 16 años, lo que determina que el sitio está en capacidad de recepción de residuos hasta el presente año, considerando que su inicio de operación fue en el año 1998; esto lleva a pensar que queda poco espacio para seguir almacenando los desperdicios, lo cual acelera un inminente cierre que aún no se ha planificado, por lo que es urgente contar con un diseño técnico de cierre del relleno sanitario de Tulcán.

Siendo éste un grave problema que atañe a la responsabilidad social, a la sustentabilidad y tiene relación directa con los conocimientos adquiridos en la Carrera Universitaria de Ingeniería Ambiental, he considerado que el presente trabajo de investigación va aportar con la solución al problema planteado, acercando a la universidad y sus procesos a la realidad local para proponer soluciones prácticas y ejecutables en beneficio de la sociedad y del ambiente.

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un plan para el cierre técnico del relleno sanitario de la ciudad de Tulcán.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico de la situación actual del manejo de los residuos sólidos y del relleno sanitario de la ciudad de Tulcán.
- Establecer las prácticas correctas para la realización del cierre técnico.
- Diseñar el plan de cierre técnico del relleno sanitario en todos sus componentes.

2. MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. RESIDUOS SÓLIDOS

Son el conjunto de materiales sólidos se producen tras la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo y tienen condiciones para ser utilizada con otro fin.

Estos residuos sólidos son susceptibles de aprovechamiento o transformación para darle otra utilidad o uso directo, convirtiéndolo así en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final (Flores, 2001).

2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

- Residuos Sólidos Orgánicos: Son residuos sólidos biodegradables que son putrescibles, de origen biológico; de fácil biodegradación por ejemplo: los restos de comida, frutas y verduras, sus cáscaras, carne, huevos y otros residuos que puedan ser transformados fácilmente en materia estable.
- Residuos Sólidos Inorgánicos y de lenta biodegradación: Son aquellos residuos sólidos no putrescibles, de origen no biológico, de origen industrial o de algún otro proceso no natural. Debido a sus características químicas sufren una descomposición natural muy lenta. Estos residuos contienen materiales que podrían ser reciclables como: plástico, papel, cartón, cuero, metales y vidrio (Flores, 2001).

2.3. DESECHOS SÓLIDOS

Son el conjunto de materiales resultantes de cualquier proceso u operación que esté destinado al desuso, que no sea utilizado, recuperado o reciclado (Costarica, 2013).

2.3.1. TIPO DE DESECHOS SÓLIDOS

Dentro de los tipos de desechos sólidos tenemos los siguientes:

- Desechos sólidos industriales: son los desechos generados por la industria. Los desechos sólidos generados por la artesanía y por una sociedad industrial.
- Desechos sólidos orgánicos: en este grupo se encuentran los desechos tanto biodegradables como los degradables. Proceden de la naturaleza sin la participación de un tratamiento industrial.
- Desechos sólidos tóxicos: muchos no tienen una forma adecuada de eliminación, y cuyo contenido tóxico puede afectar a la salud de la sociedad o del medio ambiente que lo rodea.
- Desechos sólidos hospitalarios: son Desechos que provienen del uso de la medicina; también conocidos como residuos clínicos. Son productos de desecho que no pueden considerarse residuos en general, se producen a partir de la atención sanitaria en hospitales, clínicas, laboratorios, centros de salud, consultorios médicos y dentales. (Manejo Integral de Desechos Sólidos, 2004)

2.4. GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

La gestión integral de residuos sólidos son el conjunto de acciones encaminadas a dar el destino más adecuado a los residuos producidos, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final.

En la gestión integral se desarrollan actividades asociadas al control de los residuos sólidos: durante la generación, separación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final, de forma armónica con los principios de conservación ambiental y salud pública; como se observa en la figura 1.

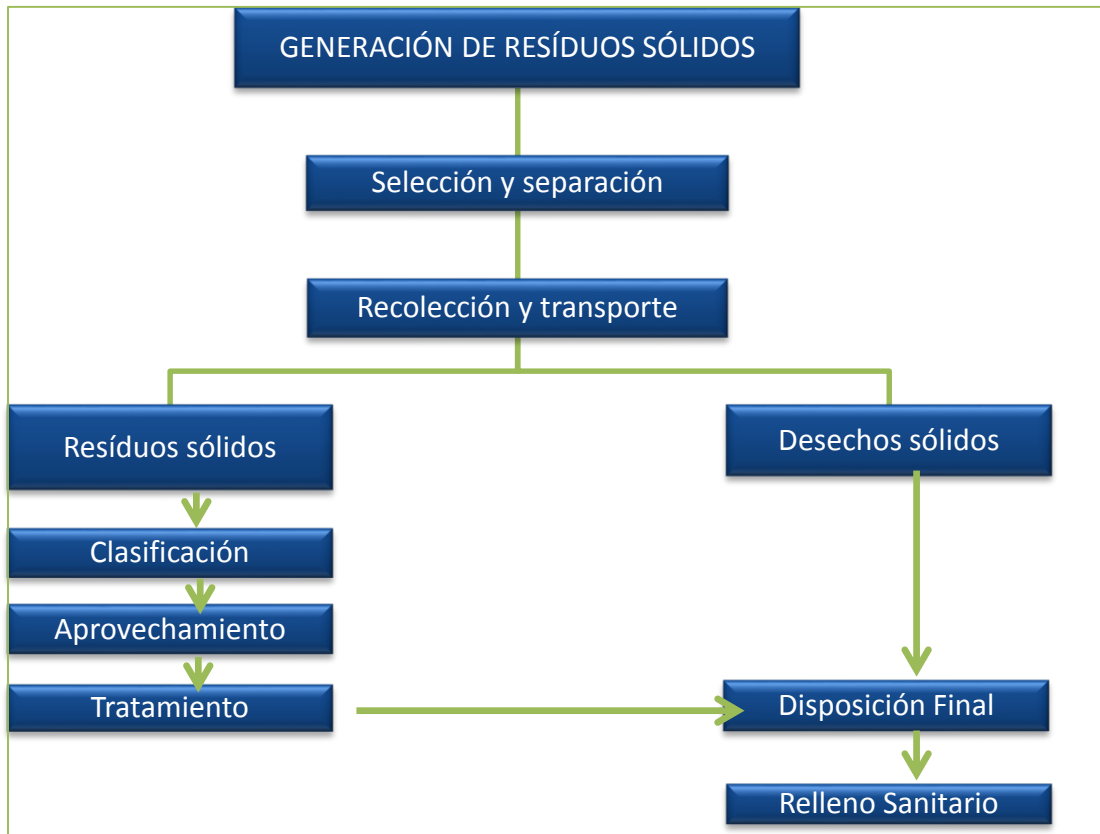


Figura 1. Diagrama de la Gestión Integral de Residuos Sólidos
(Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, 2014)

Daisy Méndez

2.4.1. ETAPAS DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

- Generación de residuos sólidos: dentro de esta etapa, se busca que la cantidad de residuos sólidos a utilizarse sea la menor posible, para lo cual es importante trabajar en el grado de educación ambiental de la comunidad.
- Separación en la fuente: consiste en la separación selectiva inicial de los residuos procedentes de cada una de las fuentes determinadas, dándose inicio a una cadena de actividades y procesos cuya eficacia depende de la adecuada clasificación de los residuos.
- Recolección y transporte: la recolección debe hacerse de una forma selectiva, esto es, definir horarios para recolectar de manera separada los residuos reciclables, no reciclables y orgánicos que son producidos y que serán llevadas al sitio de disposición final.

- **Tratamiento:** esta actividad consiste en obtener nuevos materiales o materia prima para otros productos a partir de los residuos separados, las transformaciones pueden ser físicas o químicas. Las físicas consisten en cambios o modificaciones de la forma y el tamaño mientras las químicas consisten en modificaciones de sus componentes y estructuras químicas.
- **Disposición final:** es el proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en especial los no aprovechables, en forma definitiva, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, y los daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente (Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, 2014).

2.5. RELLENO SANITARIO

La sociedad americana de ingeniería civil, ASCE, lo define como una técnica para la disposición de desechos sólidos en el suelo, sin causar perjuicio al medio ambiente y sin causar molestias o peligro para la seguridad pública, utilizando principios de ingeniería, para confinar los desechos sólidos en la mínima área posible reduciendo su volumen hasta la cantidad practicable, para luego cubrir los desechos sólidos allí depositados con una capa de tierra diariamente, al final de la jornada, o tan frecuentemente como sea necesario. Esta definición debe ser complementada con las posibilidades del relleno sanitario de manejar gases y lixiviados, así como de tomar en consideración aspectos de tipo estético, aprovechando el potencial que brinda el método para recuperar terrenos o transformarlos para otros usos.

Desde el punto de vista técnico como económico, el relleno sanitario es la Técnica que mejor se adapta para disponer de manera sanitaria los desechos sólidos. El relleno sanitario es una técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar los desechos sólidos en un área lo más pequeña posible, cubriéndola con capas de

tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos en el relleno, por efecto de la descomposición de la materia orgánica. El relleno sanitario puede tener la posibilidad de recuperar terrenos alterados por la naturaleza, como los erosionados o los alterados por el hombre (Guía Ambiental para Rellenos Sanitarios, 2002).

2.6. COMPONENTES DEL RELLENO SANITARIO

El relleno sanitario cuenta con varios componentes básicos para su funcionamiento, como se observa en la figura 2:

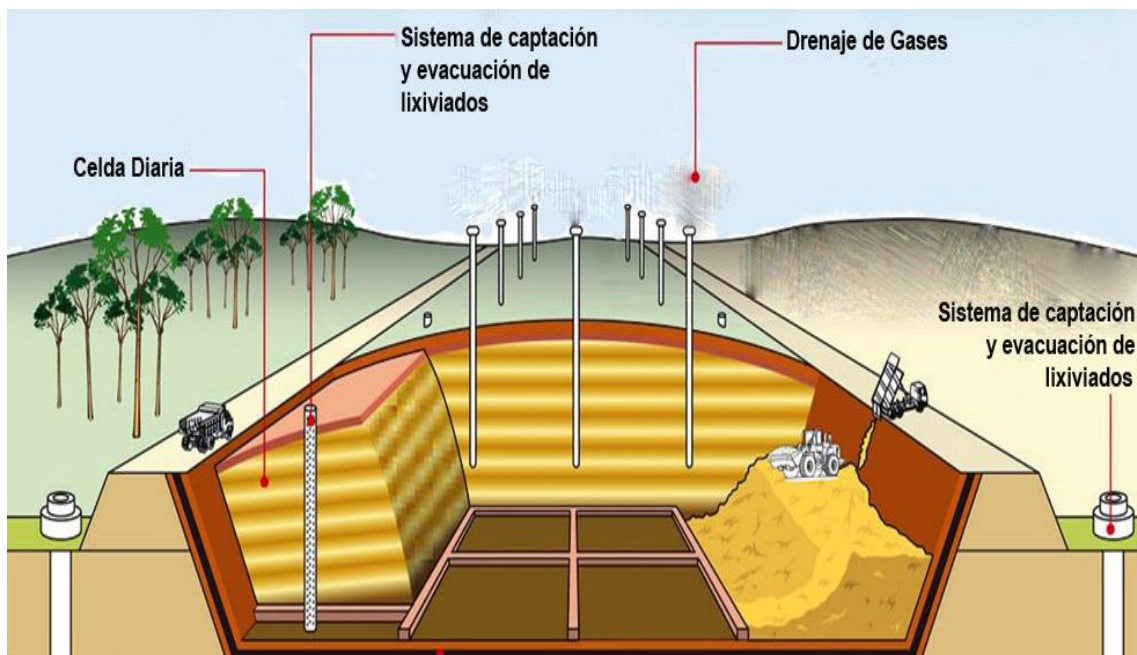


Figura 2. Componentes del relleno sanitario
(Manejo Integral de Desechos Sólidos, 2004)

Dentro de los componentes fundamentales de un relleno sanitario tenemos:

2.6.1. CELDA DIARIA

Es la unidad básica de construcción del relleno sanitario y está constituida por la cantidad de desechos sólidos que llega y se dispone en un día de trabajo y por la tierra necesaria para cubrirla.

Las dimensiones de la celda diaria varían en cada caso y se definen como un paralelepípedo. Su ancho equivale al frente de trabajo necesario para que los vehículos recolectores puedan descargar los desechos sólidos sin causar atrasos. Este ancho se define de acuerdo a la hora de llegada de los vehículos.

El largo o avance está definido por la cantidad de desechos sólidos que llega un día y la altura se limita a un metro o a un metro y medio, si la operación es manual, y de dos metros a dos metros y medio si la operación del relleno es con equipo mecánico.

Sobre el terreno que ha sido impermeabilizado y dotado del sistema de drenaje de lixiviados, se inicia la construcción de las celdas que forman las terrazas que se unen unas con otras formando franjas y éstas al irse juntando forman lo que se denomina capa que es el conjunto de celdas que ocupan un mismo nivel en el relleno (SEDESOL, 2011).

2.6.2. SISTEMA DE CAPTACIÓN Y EVACUACIÓN DE LIXIVIADOS

Es un sistema diseñado para evitar todo contacto de las aguas subterráneas con los lixiviados y así evitar su contaminación. El uso de arcilla como medio impermeabilizante es una opción que permite utilizar material existente en el sitio para tal fin, también se puede utilizar material sintético para impermeabilizar la base del relleno con geo membrana y geo textil.

El sistema de drenaje de los lixiviados está definido por las alternativas siguientes:

- Una pila o fosa séptica donde fluyen los lixiviados que serán tratados por medio de dos filtros anaeróbicos y luego encausados a una quebrada.
- Una pila o fosa séptica que recibe los lixiviados para ser encausados a un pozo de absorción.
- Una laguna de oxidación donde llegan los lixiviados que posteriormente pueden ser descargados en una quebrada.
- Una pila de captación de lixiviados que pueden ser recirculados en el relleno.
- Una pila de captación de lixiviados donde se les dé un tratamiento bacteriológico con un producto especial para eliminar las bacterias (AsamTech, 2012).

2.6.3. DRENAJE SUPERFICIAL

El sistema de drenaje superficial del relleno está compuesto por las pendientes de los taludes y la superficie terminada del relleno, los canales de drenaje natural existentes y los que sean necesarios construir.

Un sistema de drenaje formado por cunetas construidas en la parte superior del relleno es necesario para evitar que llegue a la masa de los residuos más agua que la proveniente de la precipitación fluvial y escurrimiento, y darle salida lo más rápido posible a la que escurra en las áreas de trabajo (AsamTech, 2012).

2.6.4. DRENAJE DE GASES

El sistema de drenaje de gases consiste en una serie de chimeneas asentadas en los drenajes de lixiviados, este sistema expande las zonas aeróbicas dentro del relleno y por lo tanto promueve la descomposición de los residuos sólidos; puesto que la zona aeróbica se incrementa, los componentes del gas inflamable

y del gas con mal olor disminuyen ayudando a mejorar la calidad del lixiviado (SEDESOL, 2011).

2.6.5. INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

Como elementos complementarios del relleno sanitario existen los siguientes:

- **Báscula:** es el componente principal de un sistema de pesaje de los vehículos que ingresan con residuos sólidos al relleno, tiene como fin llevar un registro de las características, cantidad y fuente de los residuos que ingresan al relleno sanitario para su disposición.
- **Vías internas:** constituyen los caminos de acceso interno dentro del relleno, ya que por el permanente desplazamiento de estas rutas, aumenta la posibilidad de originar serios trastornos en épocas lluviosas.
- **Cerramiento perimetral:** construye una cerca de seguridad que impide el libre acceso de personas y animales al interior del relleno, dado que aquello afecta a la operación del relleno sanitario.
- **Caseta:** es el lugar destinado para almacenar las herramientas, se usa también para el cambio de ropa, posee baterías sanitarias y sirve de resguardo a los trabajadores en caso de lluvias (AsamTech, 2012).

2.7. TIPOS DE RELLENOS SANITARIOS

2.7.1. CLASIFICACIÓN SEGÚN CLASE DE DESECHOS DEPOSITADOS

- **Tradicional con desechos sólidos urbanos seleccionados:** no acepta ningún tipo de residuo de origen industrial, ni tampoco lodos.
- **Tradicional con residuos sólidos urbanos no seleccionados:** acepta además de los residuos típicos urbanos, industriales no peligrosos y lodos previamente acondicionados.

- Rellenos para residuos triturados: recibe exclusivamente residuos triturados, aumenta vida útil del relleno y disminuye el material de cobertura.
- Rellenos de seguridad: recibe residuos que por sus características deben ser confinados con estrictas medidas de seguridad.
- Relleno para residuos específicos: son rellenos que se construyen para recibir residuos específicos (cenizas, escoria, borras, etc.).
- Rellenos para residuos de construcción: son rellenos que se hacen con materiales inertes y que son residuos de la construcción de viviendas u otra (OPS, 2011).

2.7.2. CLASIFICACIÓN SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO UTILIZADO

- En áreas planas o llanuras: más que relleno es una disposición de los desechos sólidos en una superficie. Las celdas no tienen una pared o una ladera donde apoyarse, es conveniente construir pendientes adecuadas utilizando barandas de apoyo para evitar deslizamientos. No es conveniente hacer este tipo de relleno en zonas con alto riesgo de inundación.
- En quebrada: se debe acondicionar el terreno estableciendo niveles aterrazados, de manera de brindar una base adecuada que sustente las celdas. Se deben realizar las obras necesarias para captar las aguas que normalmente escurren por la quebrada y entregarlas a su cauce aguas abajo del relleno.
- En depresiones: se debe cuidar el ingreso de aguas a la depresión, tanto provenientes de la superficie o de las paredes por agua infiltrada. La acumulación normal del relleno. La forma de construir el relleno dependerá del manejo que se dé al biogás o a los líquidos percolados.
- En laderas de cerros: normalmente se hacen partiendo de la base del cerro y se va ganando altura apoyándose en las laderas del cerro. Es similar al relleno de quebrada. Se deben aterrazar las laderas del cerro aprovechando

la tierra sacada para la cobertura y tener cuidado de captar aguas lluvias para que no ingresen al relleno.

- En ciénagas, pantanos o marismas: Método muy poco usado por lo difícil de llevar a cabo la operación, sin generar condiciones insalubres. Es necesario aislar un sector, drenar el agua y una vez seco proceder al relleno. Se requiere equipamiento especializado y mano de obra. (Salvador, 2012)

2.7.3. CLASIFICACIÓN SEGÚN LAS HERRAMIENTAS UTILIZADAS

- Relleno sanitario mecanizado: es aquel diseñado para las grandes ciudades y poblaciones que generan más de 40 toneladas diarias. Por sus exigencias es un proyecto de ingeniería bastante complejo, que va más allá de operar con equipo pesado. Para operar este tipo de relleno sanitario se requiere del uso de un compactador de residuos sólidos, así como equipo especializado para el movimiento de tierra: tractor de oruga, retroexcavadora, cargador, volquete.
- Relleno sanitario semi mecanizado: cuando la población genere o tenga que disponer entre 16 y 40 toneladas diarias de RSM en el relleno sanitario, es conveniente usar maquinaria pesada como apoyo al trabajo manual, a fin de hacer una buena compactación de los desechos sólidos, estabilizar los terraplenes y dar mayor vida útil al relleno. En estos casos, el tractor agrícola adaptado con una hoja topadora o cuchilla y con un cucharón o rodillo para la compactación puede ser un equipo apropiado para operar este relleno al que podríamos llamar semi-mecanizado.
- Relleno sanitario manual: es una adaptación del concepto de relleno sanitario para las pequeñas poblaciones que por la cantidad y el tipo de residuos que producen –menos de 15 t/día–, además de sus condiciones económicas, no están en capacidad de adquirir el equipo pesado debido a sus altos costos de operación y mantenimiento. El término manual se refiere a que la operación de compactación y confinamiento de los residuos puede

ser ejecutado con el apoyo de una cuadrilla de hombres y el empleo de algunas herramientas (OPS, 2011).

2.8. ETAPAS DE UN RELLENO SANITARIO

2.8.1. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Es la etapa de creación del relleno sanitario, en la cual como primera instancia, se realiza la nivelación y movimiento de tierras, adecuación del terreno para la implantación de los elementos del relleno sanitario. Posteriormente se procede con la construcción de oficinas, caseta de ingreso, báscula, bodegas, patio de mantenimiento, cerramiento, vías de acceso, sistema vial interno, parqueaderos, áreas verdes.

Dentro de las actividades para la construcción de la Estructura del relleno sanitario tenemos:

- Instalación e implementación de sistemas eléctricos, hidráulicos, comunicaciones.
- Movimientos de tierra, construcción, conformación e impermeabilización de celdas / trincheras / cubetos de recepción de residuos sólidos domésticos.
- Construcción, conformación e impermeabilización de celdas / trincheras /cubetos de recepción de residuos sólidos hospitalarios.
- Construcción del sistema de drenaje de aguas lluvias.
- Construcción del sistema de drenaje y tratamiento de lixiviados.
- Construcción del sistema de drenaje, combustión u aprovechamiento de biogás (AsamTech, 2012).

2.8.2. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

En la operación del relleno sanitario, se realizan acciones para el ingreso de vehículos, pesaje y registro, confinamiento diario, operación de sistemas de tratamiento. Dentro de las cuales tenemos:

- Operación de oficinas, talleres, bodegas.
- Movimiento de tierras o material de cobertura.
- Operación y mantenimiento de equipo pesado.
- Registro de ingreso y volumen de residuos sólidos.
- Recepción y confinamiento diario de residuos sólidos domésticos.
- Control de estabilidad del relleno sanitario.
- Recepción y confinamiento diario de residuos sólidos hospitalarios.
- Drenaje y descarga de aguas lluvias.
- Drenaje y tratamiento de lixiviados, y descarga de efluentes tratados.
- Drenaje y combustión de biogás.
- Clausura por fases del relleno sanitario.
- Restauración de áreas intervenidas (reforestación).
- Monitoreo ambiental.
- Monitoreo de calidad del efluente y emisiones en cada uno de los procesos unitarios, sobre todo el control sobre el funcionamiento de los tratamientos de lixiviados y biogás (AsamTech, 2012).

2.8.3. ETAPA DE CIERRE

Es la etapa del cierre definitivo del sitio de disposición final de desechos sólidos porque ha culminado la vida útil del relleno sanitario.

2.9. CIERRE TÉCNICO DE UN RELLENO SANITARIO

Cierre técnico se puede definir como un proceso gradual, programado en el tiempo, diseñado por un profesional y dirigido técnicamente, de tal forma que al concluir la vida útil de un sitio de disposición final de desechos sólidos y declarar la clausura definitiva, el sitio cuente con todos los elementos necesarios y suficientes para darle monitoreo y control, en forma correcta por al menos los siguientes 20 años.

Se trata de “ir cerrando” el relleno en forma técnicamente correcta, para que al clausurarlo, cuente con la infraestructura necesaria para poder ejercer un control y monitoreo adecuados posteriores al cierre definitivo.

Las obras civiles necesarias para lograr un cierre técnico correcto, deben darse en forma gradual y por sectores, durante el tiempo de operación. Al final no habrá que realizarlas con la clausura, lo que disminuye costos (Municipio de Chinandega, 2012).

2.10. MARCO LEGAL

Ante los efectos de las acciones humanas y actividades de industrialización para satisfacer las necesidades de una creciente población mundial, los gobiernos han iniciado la búsqueda de mecanismos para favorecer la calidad de ambiente, tal es el caso del "Convenio de Basilea sobre movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y su disposición" (Convención de Basilea, 1992), este convenio condiciona la movilización transfronteriza de desechos y su eliminación (transformación) de manera especial los considerados peligrosos. Otros convenios "Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (2004)" y el "Convenio de Rotterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo a ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objeto de Comercio Internacional (2004)".

Cada país ha ido generando su propia legislación, el Ecuador es uno de los más avanzados, es por ello que en esta investigación se da la importancia al aspecto legal, que legitima toda acción a favor del cuidado de la naturaleza.

El Gobierno de la República del Ecuador, a través del Ministerio el Ambiente, como instancia rectora y reguladora sobre la tutela del Ambiente, ha implementado el Programa Nacional de Gestión Integral de Desechos Sólidos, quien tiene como objeto, cerrar hasta el año 2017 los botaderos y rellenos sanitarios existentes en el país, mismos que en su mayoría han sido diseñados de forma empírica sin ajustarse a parámetros técnicos que garanticen un manejo adecuado de los desechos sólidos depositados en los sitios de disposición final.

2.10.1. CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Aprobada en año el 2008, la Constitución de la República del Ecuador, es la más innovadora en la región andina, incorpora derechos de la naturaleza y “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”. De igual manera “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 degradados”.

La Constitución dispone como deber del estado, promover el uso de tecnologías limpias ambientalmente, energías alternativas de bajo impacto; de igual manera adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño [...] adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas. Si bien el estado tiene deberes, también define las responsabilidades de los ciudadanos, como respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

“La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.”

Conforme lo dispone el artículo 396 de la Constitución, serán imprescriptibles las acciones legales en contra de quienes sean responsables por los daños que ocasionen al ambiente (Asamblea Nacional, 2008).

2.10.2. CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN (COOTAD)

En concordancia con la Constitución, el COOTAD, entra en vigencia tras su publicación en Registro Oficial del día martes, 19 de octubre de 2010.

El COOTAD tiene como objetivo impulsar la equidad a través de la organización del territorio, la conformación del régimen de gobiernos autónomos descentralizados y regímenes especiales; y, consolida la descentralización de manera obligatoria y progresiva con la asignación de competencias a cada uno de los niveles. En este código se precisa como uno de los fines de los gobiernos autónomos descentralizados - GAD “La recuperación y conservación de la naturaleza y el mantenimiento de un ambiente sostenible y sustentable”, dentro de sus respectivas circunscripciones territoriales.

El ejercicio de la tutela sobre el ambiente es estatal (autoridad ambiental rectora y generadora de políticas nacionales) con la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, articulado a través de un Sistema Nacional Descentralizado

de Gestión Ambiental, y; “corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados provinciales gobernar, dirigir, ordenar, disponer, u organizar la gestión ambiental, la defensoría del ambiente y la naturaleza, en el ámbito de su territorio; estas acciones se realizarán en el marco del sistema nacional descentralizado de gestión ambiental y en concordancia con las políticas [...]” Artículo 136. El mismo artículo en el cuarto inciso, dispone a los GAD municipales, establecer “en forma progresiva, sistemas de gestión integral de desechos, a fin de eliminar los vertidos contaminantes en ríos, lagos, lagunas, quebradas, esteros o mar, aguas residuales provenientes de redes de alcantarillado, público o privado, así como eliminar el vertido en redes de alcantarillado.”

En concordancia a lo antes mencionado, el COOTAD asigna funciones a cada nivel de gobierno, en el artículo 54, literal (k) dispone como función municipal, regular, prevenir y controlar la contaminación en el territorio cantonal de manera articulada con las políticas ambientales nacionales; y como competencia exclusiva municipal, 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 (Ministerio Coordinador de la Política y Gobiernos Autónomos Descentralizados, 2010).

2.10.3. LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL

Esta Ley establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.

En su artículo 5, establece el Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental como un mecanismo de coordinación transectorial para la tutela del ambiente.

El artículo 7 de la citada Ley, enmarca la gestión ambiental en las políticas generales de desarrollo sustentable para la conservación del patrimonio natural y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

2.10.4. TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE (TULSMA)

El Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, fue expedido por el Ministerio del Ambiente del Ecuador en el año 2003; el texto consta de un compendio de IX libros, de los cuales en el Libro VI, se establecen todas las medidas referentes a la conservación y protección de la calidad ambiental. En el Art.30 se rescata que “El Estado Ecuatoriano declara como prioridad nacional la gestión integral de los residuos sólidos en el país, como una responsabilidad compartida por toda la sociedad, que contribuya al desarrollo sustentable a través de un conjunto de políticas intersectoriales nacionales”; de igual manera en el Art.31 literal a) dispone “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” (Ministerio del Ambiente, 2003).

El anexo 6 del citado Libro establece la: “NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y DISPOSICION FINAL DE DESECHOS SOLIDOS NO PELIGROSOS”, donde se describen los criterios para el manejo de los desechos sólidos no peligrosos, desde su generación hasta su disposición final; empleando la técnica de relleno manual y relleno mecanizado, a continuación se detallan artículos empleados conforme la orientación de la presente investigación.

2.10.5. ACUERDO MINISTERIAL No. 031 DE 04 DE ABRIL DE 2012

El Acuerdo Ministerial expedido por el Ministerio del Ambiente, reforma al anexo 6 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria TULSMA;

este Acuerdo establece el proceso de cierre técnico y saneamiento de botaderos de los desechos sólidos y viabilidad técnica.

2.10.6. PLAN NACIONAL BUEN VIVIR 2013-2017 (PNBV)

El PNBV no está dentro del ordenamiento jurídico nacional, pero se considera la principal herramienta técnica para el desarrollo. Se hace la mención de esta herramienta en el presente trabajo de investigación, debido a que los proyectos a ejecutarse en el territorio deben estar contemplados en una planificación a largo plazo, y ésta a la consecución de la planificación nacional y al logro de los 12 objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir.

El objetivo 7 del PNBV busca garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013).

2.11. MARCO CONTEXTUAL

2.11.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.11.1.1. Ubicación Geográfica

El cantón Tulcán está ubicado al Norte del Ecuador en altitudes que varían entre los 100 a 4735 m.s.n.m, localizado en la zona norte de la provincia del Carchi, cuenta con una extensión de 1818 Km², constituye el 48.5% del área de la provincia. Su cabecera cantonal es Tulcán, la misma que se encuentra a una altura de 2980 m.s.n.m., posee dos parroquias urbanas y nueve parroquias rurales. Se encuentra delimitado: al Norte con la República de Colombia, al Sur con los Cantones Montúfar, Huaca, Espejo y Mira, al Este con la Provincia de

Sucumbíos y al Oeste con la Provincia de Esmeraldas (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2011).

A continuación en la figura 3 se observa la ubicación del Cantón Tulcán:



Figura 3. Límites del cantón Tulcán
(Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán, 2012)

2.11.2. TOPOGRAFÍA DEL CANTÓN TULCÁN

De acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón, Tulcán presenta relieves montañosos además de sus pendientes, las cuales poseen rangos del 20% hasta el 70% conformando en general un paisaje agreste y empinado.

El 67.7% del cantón, posee tierras no aptas para uso forestal ni agrícola, con pendientes del 40 al 70 % lo cual las hace marginales para todo tipo de cultivo y, por lo que han sido declaradas como reservas o bosques protectores. El 23.4% del cantón corresponde a tierras arables aptas para agricultura con

limitaciones, pastos y otros usos; con suelos de fertilidad muy baja, y pendientes que son un limitante para cultivos y pastos. Apenas el 8.9% del cantón posee tierras aptas para cultivos permanentes con suelos profundos, localizados en zonas planas y uso forestal como se puede observar a continuación en la figura 4.

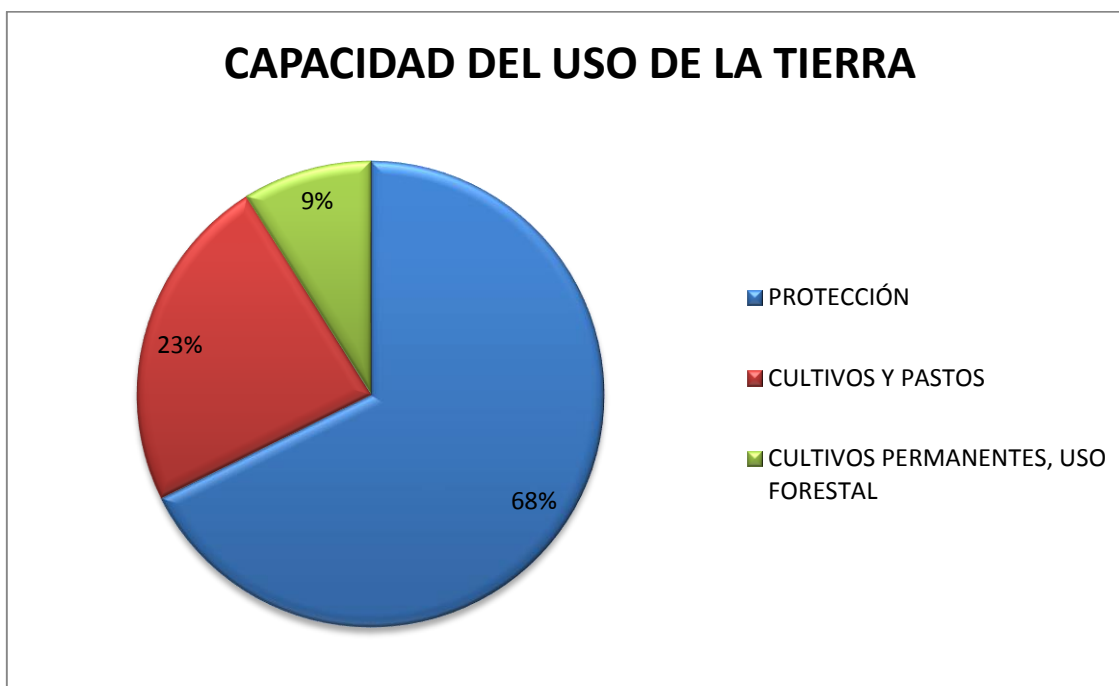


Figura 4. Capacidad de uso de la tierra del cantón Tulcán
(Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán, 2012)

El cantón Tulcán debido a sus rangos de altimetría se encuentra ubicado en el piso altitudinal Montano Alto, el 9.65% del cantón presenta pendientes moderadamente onduladas con rangos del 12 % al 25 % de inclinación; 20.9 % corresponde a pendientes escarpadas en rango del 50% al 70%, y el 49.53% en mayor escala se encuentran pendientes >70%, como se puede observar en el anexo 1.

2.11.3. HIDROGRAFÍA DEL CANTÓN TULCÁN

De acuerdo Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Tulcán (2011), el conjunto de corrientes de agua, estacionales o permanentes que

abastecen a la corriente del río Mira tienen un mayor porcentaje de cobertura que asciende a 141552 Ha., extendiéndose sobre el 76.8% del territorio cantonal. Esta cuenca hidrográfica es la más importante del territorio. Posteriormente aparece la cuenca del río Carchi con el 19.5% del territorio y finalmente la cuenca del río Napo que posee una cobertura de abastecimiento del 3.5%.

El crecimiento demográfico ha ocasionado mayor demanda de agua y alimento, provocando stress ambiental específicamente en los páramos debido al avance de la frontera agrícola y pecuaria que ocasiona pérdida de cobertura vegetal (pajonal), que son las principales fuentes de agua que alimentan las microcuencas. En el anexo 2 se puede apreciar las diferentes cuencas hidrográficas de este cantón.

2.11.4. CLIMATOLOGÍA DEL CANTÓN TULCÁN

El Clima de este cantón varía en relación al relieve y altitud, El centro poblado con mayor temperatura promedio es Tobar Donoso con 24°C, con un clima tropical megatérmico muy húmedo. La temperatura más fría con 4 °C se registra en el centro poblado de Tufiño que posee un clima ecuatorial frío de alta montaña.

La temperatura promedio anual en la cabecera cantonal de Tulcán corresponde a 11.8 °C, con un clima ecuatorial frío de alta montaña. En el anexo 3 se pueden apreciar los distintos tipos de climas presentes en este territorio.

En el caso de la precipitación de acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Tulcán este cantón recibe una pluviosidad media de entre 750 a >6000 mm al año. Las parroquias González Suárez, Tulcán, Urbina, El Carmelo, Tufiño y Julio Andrade cuentan con un rango de precipitación de 750 a 1750 mm; entre los 1751 a 7000 mm se encuentran las parroquias de Chical, Maldonado, Pioter, Santa Martha de Cuba. Y >7000 mm se encuentra la parroquia de Tobar Donoso. (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de

Tulcán, 2012) En el anexo 4 se puede apreciar el mapa de isoyetas del cantón Tulcán.

2.11.5. DEMOGRAFÍA DEL CANTÓN TULCÁN

De acuerdo al CENSO DE POBLACION Y VIVIENDA del año 2010 realizado por el INEC la población del cantón Tulcán es de 86.498 habitantes, de los cuales 42.584 son hombres y 43.914 son mujeres, representando el 46.91% del total de la provincia del Carchi. Conforme la figura 5, la población ha crecido en el último periodo intercensal 2001- 2010 a un ritmo del 1.2% en promedio anual; la mayor concentración poblacional se encuentra en el área urbana con un 61.9% con respecto al total cantonal y un 38.1% asentada en el área rural. Su densidad poblacional es de 47.6 habitantes por km².

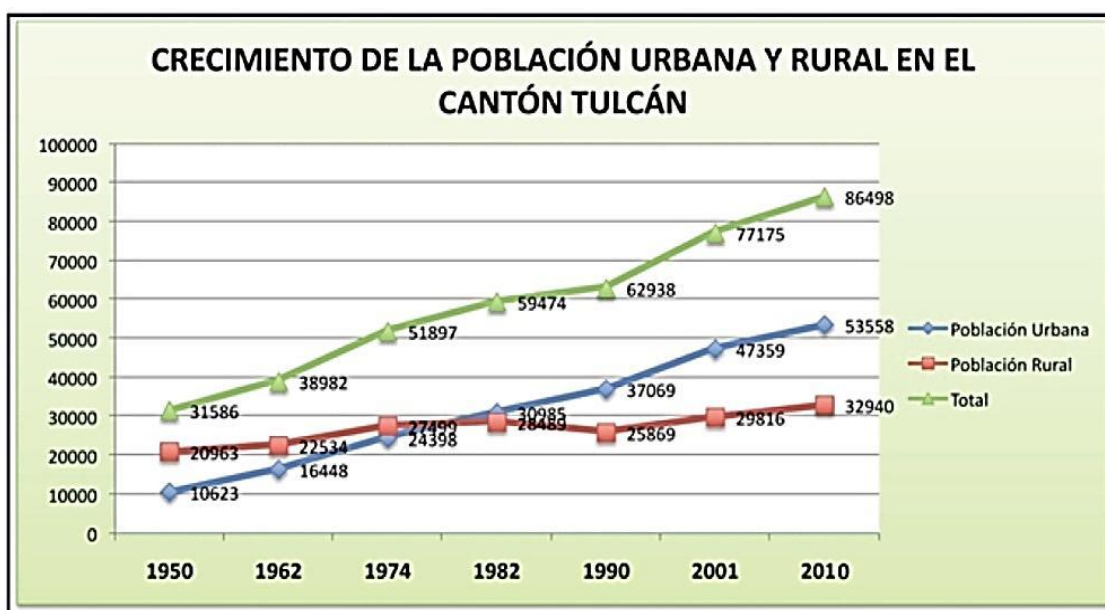


Figura 5. Crecimiento de la población urbana y rural del cantón Tulcán

(Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán, 2012)

La mayor concentración de la población se encuentra en la cabecera cantonal con 60403 habitantes, seguido 9634 habitantes perteneciente a de Julio Andrade. De acuerdo a la figura 6, la población de este cantón es eminentemente joven, ya que un 42.7% son menores de 20 años, según los datos de población por edades del censo 2010 (INEC, 2010)

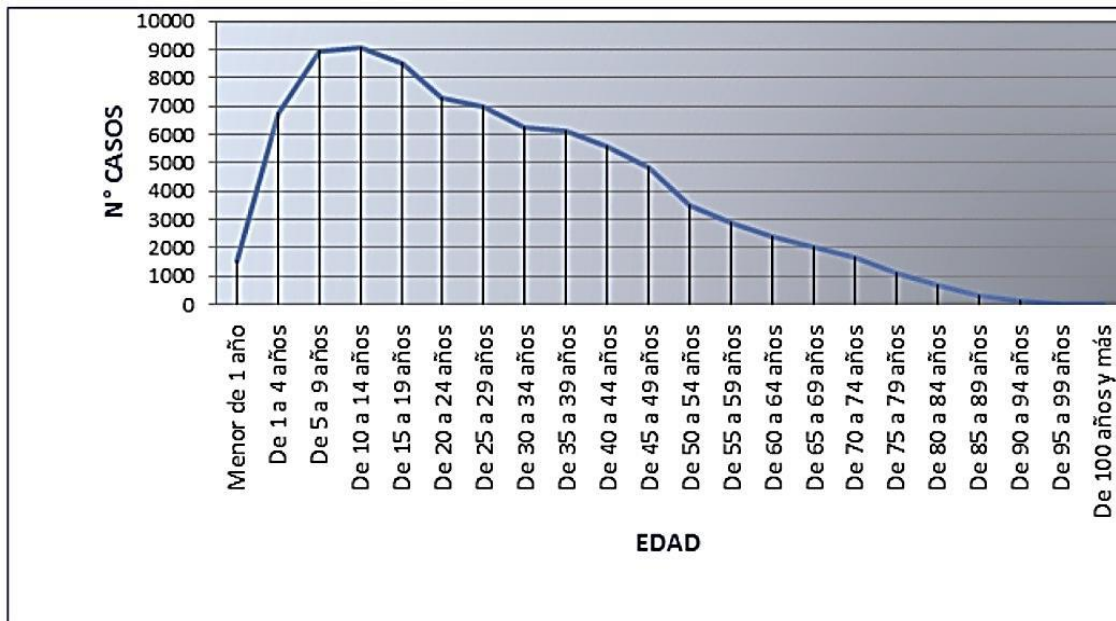


Figura 6. Población del cantón Tulcán de acuerdo a grupos de edades
 (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán, 2012)

2.11.6. PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS DEL CANTÓN TULCÁN

De acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Tulcán, las principales actividades económicas de la población del cantón, son la agricultura y ganadería, transporte, almacenamiento y comercialización de productos y construcción (figura7).

El sector agrícola abarca el 61% de las actividades realizadas por la población, por lo cual esta actividad es el sector primario de la economía del cantón. El 39% de las actividades económicas se divide en: comercio al por mayor y menor, transporte y almacenamiento, administración pública y defensa, enseñanza, construcción, actividades de alojamiento, servicio de comidas, industrias manufactureras, actividades de los hogares como empleadores, actividades de atención de la salud humana, entre otras (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Carchi, 2011).

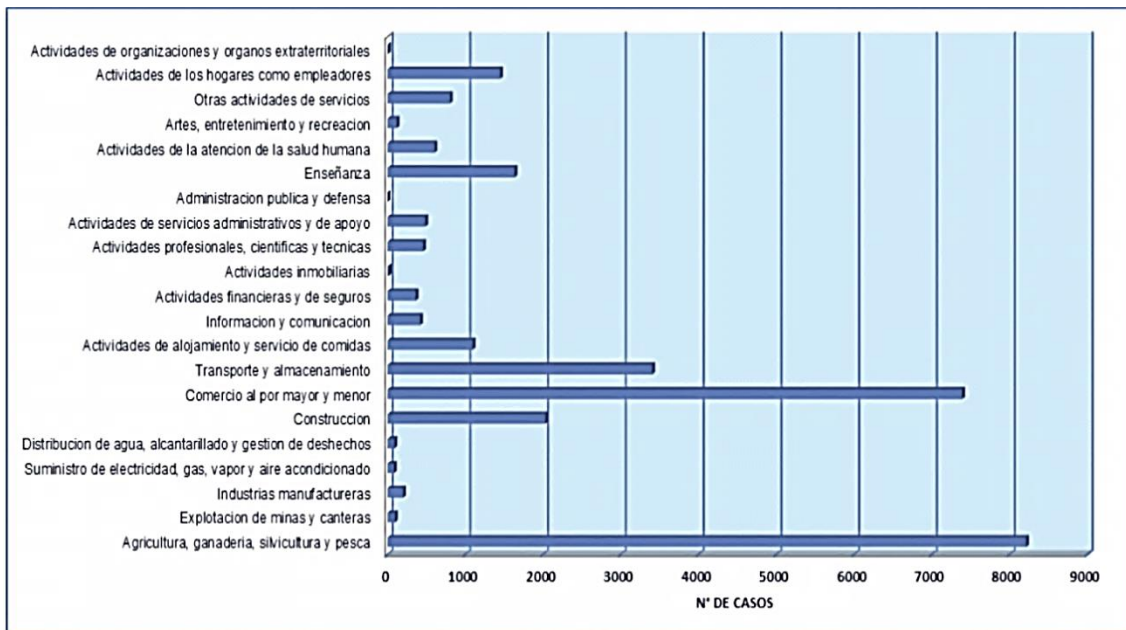


Figura 7. Actividades económicas que se desarrollan en el cantón Tulcán

(Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán, 2012)

2.11.7. VIVIENDA DEL CANTÓN TULCÁN

De acuerdo al Censo del 2010 en el cantón Tulcán existía un total de 23.509 unidades de vivienda, de las cuales 23.462 son viviendas particulares y apenas 47 son viviendas colectivas (como cuarteles, conventos, internados, hoteles, pensiones, clínicas, entre otros) con un promedio de 3.7 habitantes por vivienda; en la parte urbana el promedio de habitantes por vivienda es de 3.9 y en el área rural es de 4.7.

El material estructural predominante en la construcción de las viviendas es la madera ya que el 35.7% del total de viviendas particulares ocupadas con personas presentes poseen este tipo de estructura seguido del hormigón armado con el 30,7% de representatividad y las estructuras prefabricadas de hierro con el 23,8%. El 38,8% poseen techo de teja seguido por losas de hormigón con el 24,9%. El 76,9% poseen paredes de hormigón, ladrillo o bloque, y el 42,8% poseen piso cubierto por entablado o parquet seguido por el de ladrillo o cemento con un 28,7%.

Cabe mencionar que el 10,8% del total de viviendas mencionadas para este estudio poseen piso de tierra (INEC, 2010).

2.11.8. SERVICIOS BÁSICOS

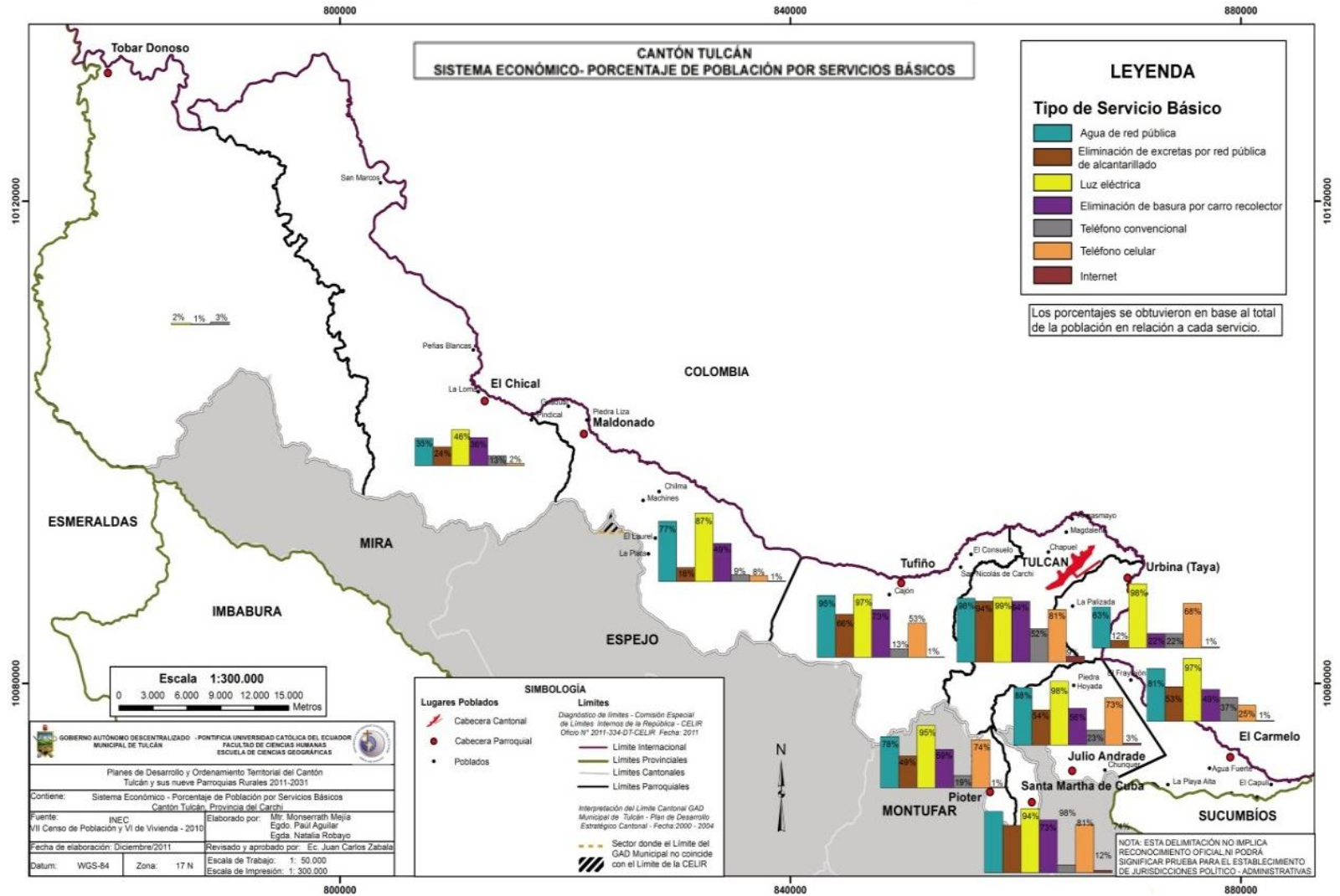


Figura 8. Abastecimiento de servicios básicos en las parroquias del cantón Tulcán P.D.O.T. del cantón Tulcán

2.11.9. COBERTURA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

El abastecimiento de agua es la forma en la cual se abastece de agua la vivienda, diferenciando la forma como se obtiene el agua para la vivienda y de donde proviene el agua que recibe.

El servicio por red pública constituye el mejor medio de abastecimiento del agua, en los últimos años se ha traducido en una disminución de las otras fuentes de abastecimiento de baja calidad (pozo; río, vertiente, acequia o canal; carro repartidor; otro), aspecto de vital importancia toda vez que de esta manera se reducen las enfermedades intestinales y parasitarias. El medio de abastecimiento más predominante en el cantón es a través de la red pública con un porcentaje del 71.3% (INEC, 2010).

2.11.10. COBERTURA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

De acuerdo al PDOT, el sistema de alcantarillado es la forma de evacuación de los excrementos y aguas negras o servidas de la vivienda. En el 2010, la eliminación de las aguas servidas en el área urbana se efectuaba principalmente a través de la red pública de alcantarillado. Es así que a nivel del cantón Tulcán, el 45.4% de las viviendas eliminan las aguas servidas por medio de la red pública de alcantarillado.

2.11.11. COBERTURA DEL SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y TELEFONÍA

La disponibilidad del servicio eléctrico en las viviendas es competencia de la Empresa Eléctrica Regional Norte. El suministro de energía eléctrica es a través de red pública.

Dentro del territorio cantonal el porcentaje de cobertura del servicio es del 81.3% es decir un total de 19042 casas servidas con energía eléctrica y 4467 casas que no están siendo servidas y que corresponde al 18.7% según censo del año 2010.

De acuerdo al PDOT, se determina que la cobertura a nivel cantonal del servicio telefónico es de 21.7% que reciben este servicio y un 78.3% que no reciben este servicio. De acuerdo al sistema de información local de la municipalidad determina que la cobertura de servicio en el área urbana es del 52% no así en la comunidad de Tobar Donoso donde el acceso a este servicio es del 0%.

La telefonía celular tiene gran cobertura de servicio en las comunidades del cantón especialmente de las compañías: Movistar, Claro y CNT; aproximadamente un 46.5% de la población urbana y rural del cantón cuenta con un celular (Figura 8).

3. METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

3.1. ALCANCE

La investigación se realizó en el Cantón Tulcán, tomando como base la información proporcionada por la Dirección de Medio Ambiente y Riesgos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Tulcán, para realizar un diagnóstico del sistema de gestión integral de residuos sólidos del cantón, analizando la producción de residuos en el cantón, el sistema de recolección y a través de visitas de campo determinando el estado actual del relleno sanitario, el cual es el lugar de disposición final de los desechos tanto comunes como bio-peligrosos de las ciudades de Tulcán y Huaca. Del diagnóstico realizado se pudo establecer las prácticas ambientales correctas a implementarse para el diseño de un Plan de Cierre Técnico del relleno sanitario, cumpliendo así con la normativa ambiental vigente que establece que todos los rellenos sanitarios en el país deberán contar con un plan de cierre técnico.

3.2. MATERIALES

- Equipo de oficina (papel, lápiz, tabla de apoyo, etc.)
- Equipo de protección personal
- GPS
- Flexómetro
- Grabador de voz
- Cámara fotográfica
- Formularios para levantamiento de información

3.3. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.3.1. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA Y TRABAJO DE CAMPO

La recolección de información primaria, consistió en las siguientes técnicas:

- **Observación técnica** del relleno sanitario, en la cual con la ayuda de Formularios de observación (Anexo 6) se realizó el levantamiento de información del medio físico y biótico del relleno así como socio-económico del área de influencia directa del proyecto.
- **Encuesta** con la ayuda de varios formularios (Anexo 5), se logró recopilar información sobre el manejo de residuos sólidos en el cantón Tulcán y del relleno sanitario.

3.3.2. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

En primera instancia se procedió a recolectar información y documentos existentes relacionados con el cierre técnicos de rellenos sanitarios, entre los que se encuentran: bibliografías como la Guía ambiental para el saneamiento y cierre de botaderos a cielo abierto, del Ministerio del Ambiente y otros estudios sobre cierre de rellenos sanitarios. De forma paralela se realizó la investigación de conceptos, los mismos que sirvieron de base para el establecimiento de este trabajo de investigación.

3.4. MÉTODO

3.4.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y DEL RELLENO SANITARIO DE LA CIUDAD DE TULCÁN

3.4.1.1. Descripción de la situación actual del manejo de residuos sólidos en el cantón Tulcán

Para determinar la situación actual del manejo de residuos sólidos en el cantón Tulcán, se realizaron entrevistas al personal de la Dirección de Medio Ambiente del GAD Municipal de Tulcán encargado de la gestión de residuos sólidos en el cantón; la información se sistematizó en los siguientes formularios (Anexo 5) validados por el Ministerio del Ambiente:

- Formulario para el levantamiento de información en gestión integral de residuos sólidos
- Formulario de aspectos legales y de gestión
- Formulario de barrido y limpieza de calles
- Formulario de recolección
- Formulario de transporte y transferencia
- Formulario de tratamiento, reciclaje y compostaje
- Formulario de disposición final

Para complementar la información, se consideró además documentación proporcionada por los funcionarios del GAD municipal, así como el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2012 del cantón Tulcán.

Una vez analizada la información obtenida, se pudo determinar la cantidad y características de los residuos sólidos generados en el cantón, la cobertura del servicio de recolección y de disposición de residuos sólidos.

Realizado el análisis respectivo, con la utilización del Método de Santiago de Chile, se pudo determinar el Grado de Aseo Público Urbano del cantón.

3.4.1.2. Determinación de la situación actual del relleno sanitario de la ciudad de Tulcán

La situación actual del relleno sanitario, se determinó tanto en las visitas técnicas realizadas a éste, el análisis de la información proporcionada por el GAD Municipal de Tulcán, así como con la aplicación del formulario de evaluación de sitios de disposición final, diseñado por el Ingeniero Marcelo Castillo Pazmiño (Anexo 5), al realizar entrevistas al personal que maneja el relleno sanitario.

Se pudo observar la conformación, componentes, métodos y condiciones de operación del relleno sanitario; de la información proporcionada por el GAD Municipal del cantón Tulcán, se determinó el volumen de desechos acumulado en el relleno sanitario y la capacidad máxima de la última celda emergente, la misma que actualmente se encuentra operando. Cabe recalcar que se analizó tanto el área de influencia directa como indirecta del relleno.

3.4.2. PRÁCTICAS CORRECTAS PARA LA REALIZACIÓN DEL CIERRE TÉCNICO

Para determinar las prácticas correctas para la realización del cierre técnico del relleno sanitario el cantón Tulcán, en base al diagnóstico realizado, se determinaron los problemas ambientales que actualmente posee el relleno

sanitario, para posteriormente y en base a la normativa ambiental vigente, establecer prácticas correctas para solventar cada uno de estos problemas.

3.4.3. DISEÑO DEL PLAN DE CIERRE TÉCNICO DEL RELLENO SANITARIO

Para el diseño del cierre técnico del relleno sanitario del cantón Tulcán, como primer punto se realizó una descripción de la generación de residuos sólidos, su composición física, el volumen aproximado de residuos depositados hasta la actualidad y el volumen requerido para de ésta manera proyectar el área necesaria de disposición de residuos sólidos en la celda emergente.

Las medidas que se consideraron en el plan de cierre técnico del relleno sanitario, son las establecidas en el Acuerdo Ministerial No. 031 expedido por el Ministerio del Ambiente el 04 de abril de 2012, el cual establece los componentes de deben desarrollarse con respecto al diseño del cierre técnico de rellenos sanitarios; por lo cual se han considerado los siguientes:

- a. Concepción del cierre técnico del relleno sanitario.
- b. Manejo y control de la escorrentía superficial.
- c. Manejo y control de la erosión y sedimentación.
- d. Manejo de lixiviados.
- e. Manejo de biogás.
- f. Diseño de la capa de cobertura final.
- g. Obras complementarias.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y DEL RELLENO SANITARIO DE LA CIUDAD DE TULCÁN

4.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN TULCÁN

El GAD Municipal del Cantón Tulcán al ser el ente encargado de la gestión de residuos sólidos se encuentra desarrollado mejoras en el manejo integral de los residuos sólidos, teniendo como eje principal el mejoramiento en las actividades de disposición final y en las actividades de recolección y transporte de los residuos.

Si bien es cierto que los residuos sólidos de la ciudad de Tulcán se los recoge de manera unificada, existen barrios pilotos en donde se han iniciado actividades de separación de residuos, es decir que en un futuro se pretende que estas actividades vayan incrementándose para vincularlas a acciones de separación, recuperación y reciclaje de materiales lo que conllevaría a incrementar la vida útil del relleno sanitario.

4.1.1.1. Generación

4.1.1.1.1. Cantidad y características de los residuos sólidos del cantón Tulcán

De acuerdo con la información proporcionada por la Dirección de Medio Ambiente y Riesgos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán, la generación per cápita de residuos sólidos (PPC) actual es de 0,6

Kg/hab/día, por lo que la generación de residuos para la zona urbana y rural, y que a la vez ingresan al relleno sanitario es de 56,7 Toneladas/día, a esto se suman 4,5 ton/día de residuos sólidos que produce el cantón Huaca y cuyo sitio de disposición final es el relleno sanitario de la ciudad de Tulcán. En la tabla 1 se puede observar la cantidad de residuos generados por componente en el cantón Tulcán.

Tabla 1. Cantidad de residuos sólidos producidos diariamente en el cantón Tulcán

COMPONENTE	Ton/día
Residuos sólidos generados en recolección y transporte en el área urbana	42,17 ton/día
Residuos sólidos generados en recolección y transporte en las parroquias rurales que cuentan con el servicio	6,151 ton/día
Residuos sólidos generados en barrido y limpieza	3,828 ton/día
Total	52,194 ton/día

GAD Municipal del cantón Tulcán

De las 52.194 toneladas de residuos sólidos que se recolectan diariamente en el cantón, 42,17 ton/día corresponden a residuos sólidos generados en recolección y transporte en el área urbana, 6,151 ton/día a residuos sólidos generados en recolección y transporte en las parroquias rurales que cuentan con el servicio y 3,828 ton/día a Residuos sólidos generados en barrido y limpieza.

La cantidad de residuos sólidos recolectados en el caso de orgánicos es de 66,9% mientras que la cantidad de residuos inorgánicos es de 33,1%; En la tabla 2 y en la figura 9, se describen los distintos tipos de desechos comunes generados.

Tabla 2. Caracterización de Residuos Sólidos

COMPONENTES	%
Materia Orgánica	66,9
Papel	6,9
Cartón	5,7
Plástico	8,5
Latas	0,2
Otros (Escombros)	3,1
Cuero	0,0
Textiles	1,4
Papel Higiénico	3,7
Vidrio	3,4
Madera	0,2
Total	100,0

GAD Municipal del cantón Tulcán

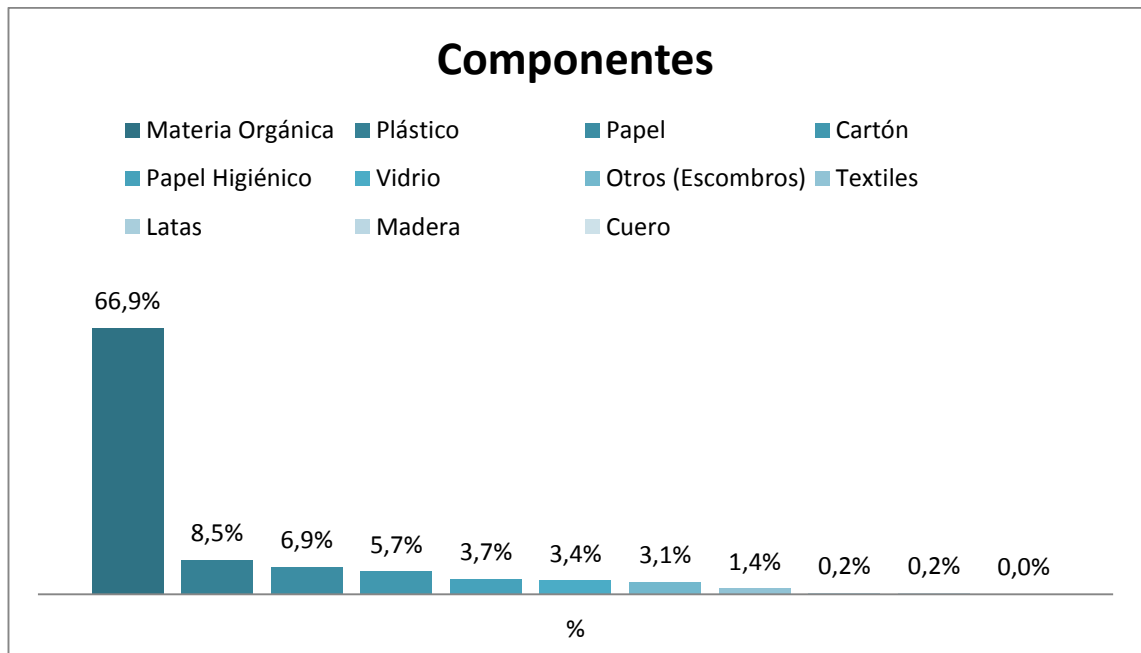


Figura 9. Caracterización de Residuos Sólidos cantón Tulcán

GAD Municipal del cantón Tulcán

En el cantón Tulcán los residuos sólidos están conformados en un 66.9% por residuos orgánicos los cuales son utilizados en su mayoría para producción de abono orgánico mediante la elaboración de compost, el mismo que es destinado en gran proporción como abono de espacios verdes municipales.

El GAD Municipal del cantón Tulcán, ha implementado un proyecto de clasificación de residuos sólidos en la fuente, por lo que gran porcentaje de papel, cartón y plástico, es decir el 21.1% del total de residuos sólidos recolectados, es separado del resto de residuos y entregado a las empresas recicladoras que operan en el cantón.

4.1.1.1.2. Generación de residuos bio-peligrosos

En el cantón Tulcán se genera diariamente un promedio de 445.6 kg de desechos bio-peligrosos, los cuales provienen de 57 centros entre los que tenemos: hospital, consultorios médicos, consultorios odontológicos, clínicas, laboratorios y farmacias. En la tabla 3 se puede observar el porcentaje de desechos bio - peligrosos producidos por los diferentes establecimientos de salud.

Tabla 3. Desechos generados por los establecimientos de salud

ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	%
Consultorios Médicos	2,20
Consultorios Odontológicos	2,44
Laboratorios	3,00
Centros de Atención Ambulatoria	21,57
Centros de Hospitalización	70,79
Total	100

GAD Municipal del cantón Tulcán

4.1.1.2. Almacenamiento temporal

En el cantón Tulcán, se utiliza una variedad de recipientes de almacenamiento temporal (fundas plásticas, cartones, saquillos, recipientes metálicos y plásticos), por parte de los usuarios del servicio.

El GAD Municipal del cantón Tulcán, para el almacenamiento temporal a nivel domiciliario, se ha considerado un recipiente de volumen de 30 litros. Para mercados, medianos y grandes productores se ha provisto de contenedores tipo hércules de 132 litros ubicados en: el Centro Comercial Popular, Mercado San Miguel, Rumichaca, Cementerio, Camal Municipal, Feria de animales, Mercado de Julio Andrade, debido a que son lugares estratégicos por la gran cantidad de residuos que se generan en estos sitios.

4.1.1.3. Servicio de recolección y de disposición de residuos sólidos

El GAD Municipal del cantón Tulcán, al ser el organismo responsable de la prestación del servicio de manejo de los residuos sólidos, administra el Sistema de Gestión: Barrido, Recolección, Limpieza, Tratamiento, Transporte y Disposición Final de Desechos en el cantón. Para cumplir con esta competencia, el GAD a través de la Dirección de Medio Ambiente y Riesgos, cuenta con personal técnico y administrativo, el cual se detalla en la tabla 4.

Tabla 4. Personal encargado de la gestión de residuos sólidos en el cantón Tulcán

PERSONAL ADMINISTRATIVO	
CARGO / ACTIVIDAD	NÚMERO DE PERSONAS
Director de Gestión Ambiental y Riesgos	1
Jefe Residuos Sólidos	1
Asistente técnico	1 Inspector de Barrido
Asistente técnico	1 Inspector de Recolección
Asistente técnico	1 Administrador de la Disposición Final
PERSONAL OPERATIVO	
Recolección de residuos sólidos	8 Choferes 19 Auxiliares recolección
Barrido de calles	26 Auxiliares de Barrido
Disposición Final	2 operadores 1 chofer 3 Jornaleros 1 Guardia

GAD Municipal del cantón Tulcán

4.1.1.3.1. Barrido

Según la información proporcionada por la Dirección de Medio Ambiente y Riesgos del GAD Municipal de Tulcán, la cobertura del barrido es del 90% de las vías, para lo cual existen 83 rutas. A parte del barrido de las vías, el GAD también se encarga del barrido de parques, plazas y sitios que sean de interés de la Ciudadanía.

En el cantón existen 3 frecuencias de barrido; la primera es de forma diaria y se la realiza en la zona central debido a que es la zona más transitada, por lo que existe mayor generación de residuos sólidos; la segunda frecuencia es ínter diaria y se la ejecuta en las principales vías al Sur y Norte de la Ciudad, y finalmente existe una frecuencia bisemanal a las calles circundantes de la zona central.

Para el barrido, el horario de trabajo que es GAD Municipal ha establecido es de 04h00 a 9h00 y de 14h00 a 17h00. En el anexo 5 se puede apreciar el mapa con las rutas de barrido establecidas en el cantón Tulcán.

4.1.1.3.2. Recolección y transporte

El GAD Municipal del cantón Tulcán, posee una cobertura del 90% de la recolección de la producción total de residuos sólidos generados. En la tabla 5 se puede observar la cantidad de residuos recolectados por cada sector de recolección.

Tabla 5. Cobertura de recolección de residuos sólidos comunes en el cantón Tulcán

SECTORES	COBERTURA	DISTANCIA RECORRIDA PROMEDIO	PROMEDIO TON./DIA	TOTAL MES
Sector 1	Barrios, ciudadelas y vías ubicadas desde la Avda. Argentina hasta el sector de Rumichaca	45 km	7,004	210,12
Sector 2	Barrios, ciudadelas y vías ubicadas desde la Avda. Argentina hasta la calle Venezuela	45 km	8,403	252,09
Sector 3	Barrios, ciudadelas y vías ubicadas desde la Avda. Argentina hasta la calle Venezuela	39 Km	8.3	249
Sector 4	Barrios, ciudadelas y vías ubicadas desde la calle Venezuela Hasta la avda. Universitaria	47,8 Km	9,410	282,30
Sector 5	Barrios, ciudadelas y vías ubicadas desde la Avda. Universitaria hasta el sector de los Cuaces.	50Km	9,155	274,65
Sector 6	Parroquias de Julio Andrade, Santa Martha, Pioter, San Luis, El Carmelo, Tufiño	90 Km	7,332	219,96
Recolección Diferenciada	El Bosque, Pílanqui, Cda 19 de Noviembre, barrio Norte de Julio Andrade	50 Km	1,524	36
Barrios de recolección con volquete	Maria Magdalena	20 Km	1	4
	Tetés	25 Km	0,8	3,2
	El Frailejón	30 Km	0,4	1.6
TOTAL		441,8 Km	52,194 Ton. Día	1624.12 ton/mes

En el anexo 6 se puede apreciar el mapa con las rutas de recolección de residuos sólidos establecidas en el cantón Tulcán.

Para la recolección, el GAD ha clasificado en: recolección doméstica que incluye la recolección de los desechos domiciliarios, comerciales y pequeños generadores de hasta 1m³, y la recolección de Medianos y Grandes productores como son los Mercados.

El GAD Municipal del cantón Tulcán, brinda también el servicio de recolección de desechos bio-peligrosos a 57 centros generadores: (hospital, consultorios médicos, odontológicos, clínicas, laboratorios, farmacias), como se puede observar en la tabla 6.

La recolección de los desechos bio-peligrosos se la realiza de forma diferenciada y los días de recolección para este tipo de desechos son el lunes, martes, miércoles y viernes.

Tabla 6. Cantidad de recolección de desechos bio-peligrosos en el cantón Tulcán

Centros generadores desechos	Cantidad Kg. diaria/promedio	Promedio Kg mensual	Promedio Ton. mensual
57	445.6	1336.8	13.36

GAD Municipal del cantón Tulcán

El GAD Municipal de Tulcán, para el servicio de recolección cuenta con una serie de equipos, los mismos se pueden apreciar en la tabla 7.

Tabla 7. Vehículos asignados para la recolección de residuos sólidos

NUM	CLASE	CÓDIGO	MARCA	MODELO	AÑO	ESTADO
1	Camión	05.01.08	Chevrolet	Nqr	2008	Malo
2	Recolector	05.01.09	Chevrolet	Kodiak	2002	Malo
3	Recolector	05.01.10	Chevrolet	Kodiak	2002	Malo
4	Recolector	05.01.13	Internacional	4300	2009	Regular
5	Recolector	05.01.14	Internacional	4300	2009	Regular
6	Volqueta	05.01.23	Volkswagen	17-220	2010	Bueno
7	Recolector	05.01.24	Volkswagen	18-250	2010	Bueno

GAD Municipal del cantón Tulcán

4.1.1.4. Grado de aseo público urbano

Durante la visita al cantón Tulcán y con la utilización del Método de Santiago para la definición de Grado de Aseo Público Urbano, de manera general se califica la limpieza en la ciudad con una clasificación tipo C, es decir se pudo observar polvo y papeles en cantidad moderada, como se puede observar en la tabla 8.

Tabla 8. Método de Santiago de Chile para la definición de Grado de Aseo Público Urbano

NIVEL DE SERVICIO	CONDICIONES VISIBLES PARA CUMPLIR UN NIVEL DE SERVICIO DETERMINADO
A	No se observa polvo ni otros desperdicios en calles ni aceras
B	Solo se observa una cantidad moderada de polvo
C	Hay polvo y papeles en cantidad moderada
D	Hay polvo, gran cantidad de papeles y una cantidad moderada de otros desperdicios
E	Hay gran cantidad de polvo, papeles y de otros desperdicios, en especial basura doméstica
F	Depósitos de grandes cantidades de basura doméstica en las vías públicas

(Vásquez & Gálvez)

4.1.1.4.1. Disposición final

La disposición final de los residuos sólidos del cantón Tulcán se la realiza en el relleno sanitario que se encuentra ubicado en el sector denominado La Palizada; hay que considerar que actualmente, los residuos sólidos de cantón San Pedro de Huaca, se los ha manejado también en el relleno sanitario del Cantón Tulcán.

4.1.1.5. Determinación de la situación actual del relleno sanitario de la ciudad de Tulcán

4.1.1.5.1. Información general del relleno sanitario

El relleno está ubicado en la Provincia del Carchi, dentro del cantón Tulcán, en la parroquia Urbina, a una distancia aproximada de 3 Km de la ciudad de Tulcán en dirección noroeste en una zona denominada La Palizada como se puede observar en la figura 10, situado a una altura de 3024 m.s.n.m. Actualmente se encuentra en funcionamiento y se encarga de la disposición final de los residuos sólidos de los Cantones Tulcán y San Pedro de Huaca (tabla 9).

Tabla 9. Coordenadas relleno sanitario

RELLENO SANITARIO DEL CANTÓN TULCÁN	
X	Y
0085684	0196456
0085315	0196350
0085660	0196105
0085452	0196169

(Ambiente, 2008)

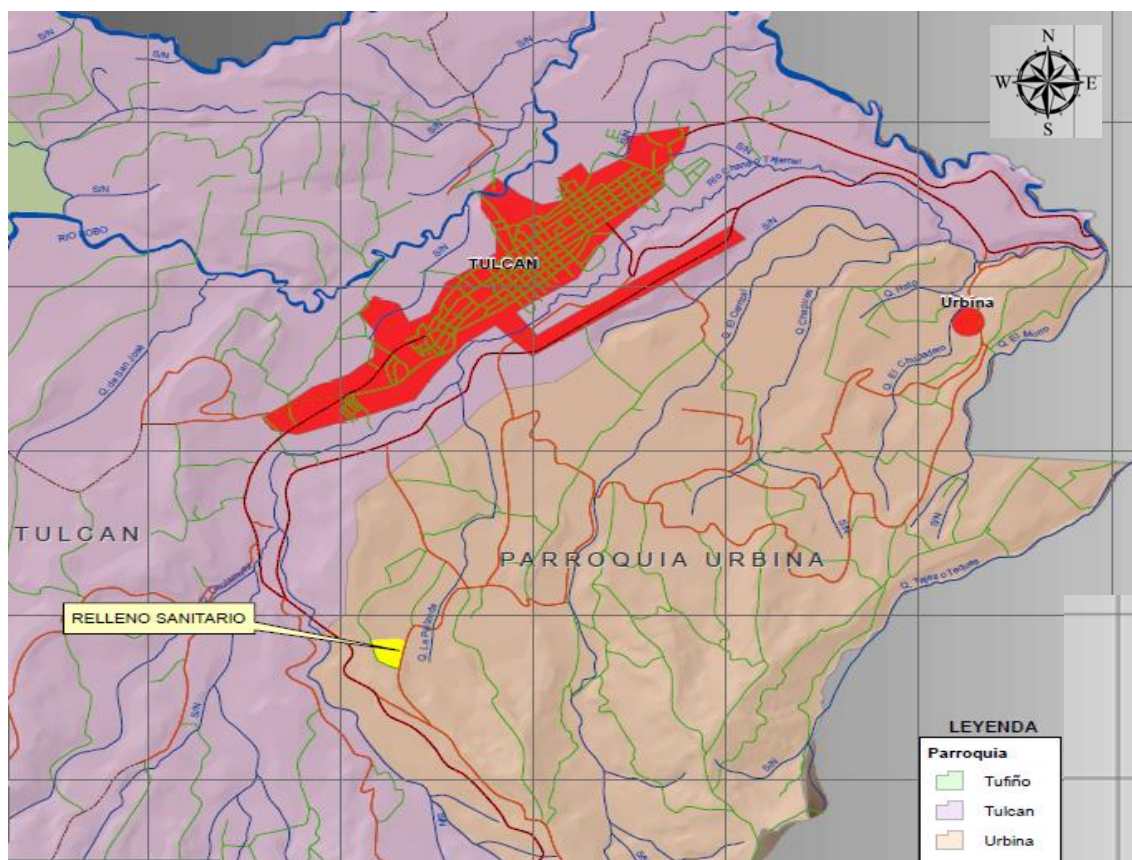


Figura 10. Mapa de Ubicación del relleno sanitario del cantón Tulcán
(AmsatecH, 2009)

El relleno sanitario se encuentra conformado por: vivienda para el guardián, oficina administrativa, puerta de ingreso al relleno, cerramiento perimetral con alambre de púas, camino interior, cunetas de coronación, fosa séptica, cisterna, una red de drenaje para los líquidos percolados, un reactor biológico y aplicación del sistema de biorremediación para el tratamiento de estos líquidos, chimeneas para evacuación de gases desde el interior del relleno y una cerca viva o cortina vegetal perimetral.

Al relleno sanitario, diariamente ingresan aproximadamente 56,7 ton/día, de residuos sólidos domiciliarios y comerciales.

4.1.1.5.2. Área de influencia directa e indirecta de la zona del relleno sanitario

4.1.1.5.3. Área de influencia directa

El área de influencia directa del relleno sanitario, fue determinada en el Estudio de Impacto Ambiental expost para el proyecto de “MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD AMBIENTAL EN LOS CANTONES DE TULCAN Y SAN PEDRO DE HUACA MEDIANTE UN MANEJO OPTIMIZADO DE DESECHOS SÓLIDOS Y MANEJO ADECUADO DE AGUAS RESIDUALES”, en función de que en estas distancias puede existir la presencia de polvo y olores ocasionada por la acción del viento, emisiones líquidas o gaseosas, ruido, presencia de residuos, alteración del medio biótico y afectación al paisaje, entre otros. De la visita técnica realizada, ésta área corresponde al sitio de implantación del proyecto y las zonas adyacentes a este, considerado una zona periférica de diámetro variable aproximado de 500 m en torno al sitio de implantación del relleno sanitario.

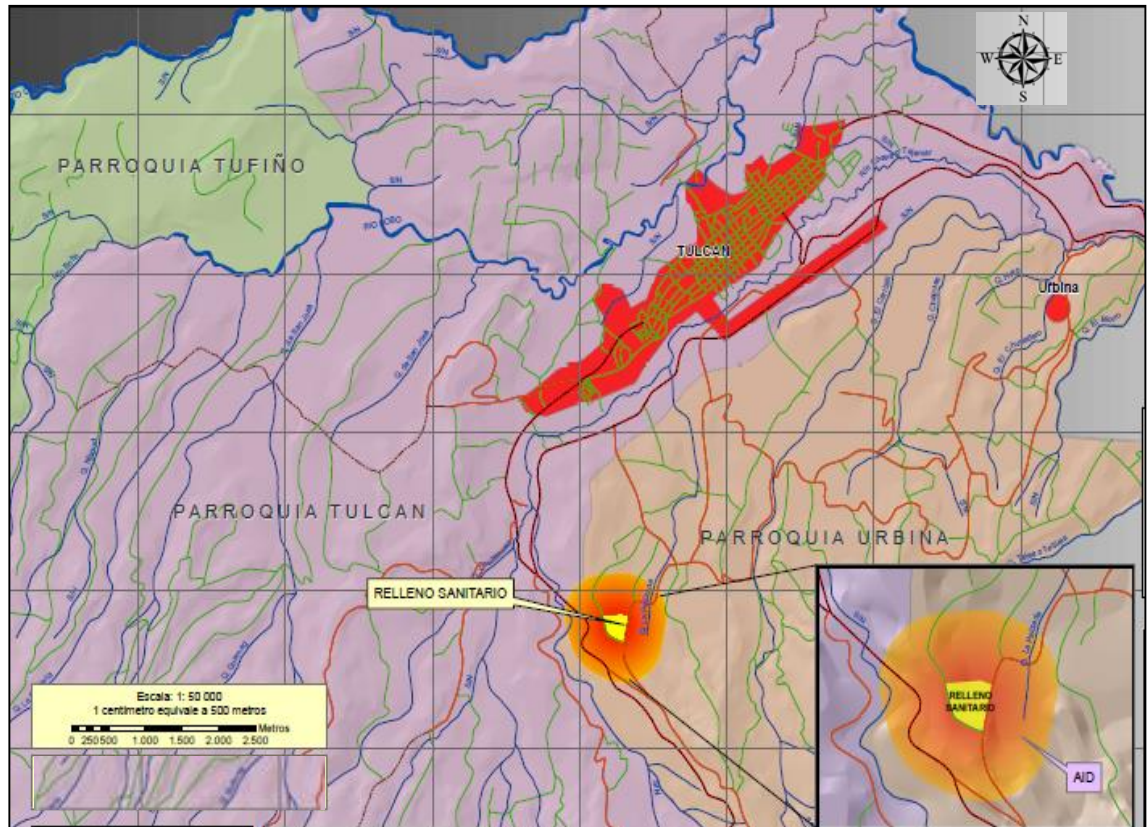


Figura 11. Mapa de Ubicación del área de influencia directa del relleno sanitario del cantón Tulcán (AmsatecH, 2009)

4.1.1.5.4. Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta del relleno sanitario determinada en el citado Estudio de Impacto Ambiental expost, corresponde al área geográfica en donde las actividades del proyecto generan impactos ambientales secundarios, para lo cual se ha considerado la extensión de los sitios que van a ser beneficiados por la cobertura del sistema de manejo de residuos sólidos en los cantones Tulcán y San Pedro de Huaca.

4.1.1.6. Diagnóstico del relleno sanitario

Según establece el Estudio de Impacto Ambiental expost para el proyecto de “MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD AMBIENTAL EN LOS CANTONES DE

TULCAN Y SAN PEDRO DE HUACA MEDIANTE UN MANEJO OPTIMIZADO DE DESECHOS SÓLIDOS Y MANEJO ADECUADO DE AGUAS RESIDUALES”; el relleno sanitario del cantón Tulcán, fue diseñado con una vida útil de 16 años.

El relleno inició su operación en el año de 1998, considerando las proyecciones realizadas en los diseño del proyecto, debió operar hasta el año 2014; sin embargo actualmente se encuentran operando una celda emergente para disposición final de desechos sólidos comunes y una celda emergente para disposición final de desechos bio – peligrosos.

De la información proporcionada por el GAD Municipal de Tulcán, en la tabla 10 se puede observar el volumen de desechos sólidos acumulado por años en el relleno sanitario.

Tabla 10. Volumen acumulado en el relleno sanitario de Tulcán

ETAPAS	AÑOS	AREA (m ²)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m ³)
ETAPA 1	1998 – 2003	12204	8	97632
ETAPA 2	2004 – 2008	10996	7	76972
ETAPA 3	2009 - 2014	11628	7	81396
TOTAL				256000

GAD Municipal del cantón Tulcán

4.1.1.7. Topografía

El sitio de ubicación del relleno sanitario, es una ladera de suave inclinación de 9Ha, que se encuentra a una altura aproximada de 3.000 m.s.n.m. En una zona de orografía ondulada. No existen cauces fluviales en este sitio, se estima que la capa freática, se encuentra a una profundidad de 7 m.



Figura 12. Foto del relleno sanitario

Daisy Méndez

4.1.1.8. Geología, climatología e hidrología

4.1.1.8.1. Geología

La topografía de la zona, a nivel local es de carácter irregular; la distribución actual de los conjuntos morfo estructurales y geológicos de la provincia de cantón Tulcán, obedece a procesos geológico-tectónicos que se han venido sucediendo a través de las diferentes épocas y períodos geológicos. Así, la gran diversidad morfo estructural y litológica que se presenta en su interior, es el resultado de una evolución tectónica bastante compleja desarrollada al Norte del país, que ha dado origen a cordilleras con un armazón volcánico y metamórfico, modelados típicos de cuencas sedimentarias, construcciones volcánicas y otras formas de relieve.

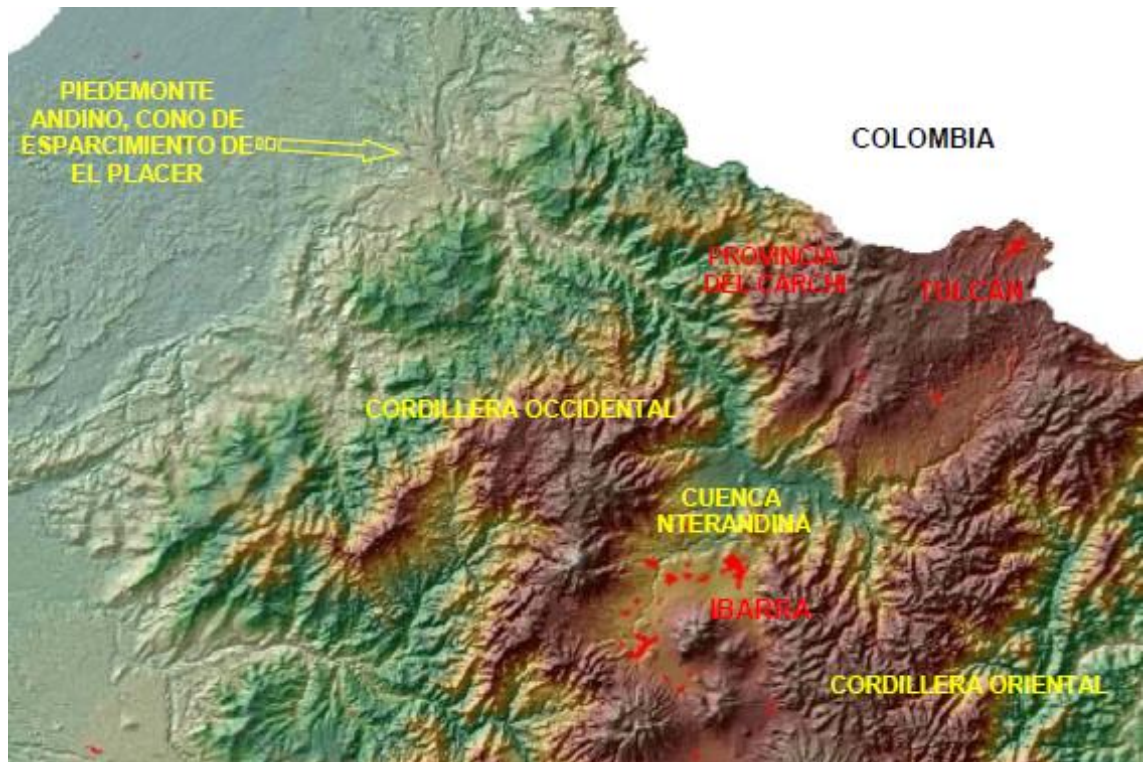


Figura 13. Grandes conjuntos morfoestructurales de la parte Norte del Ecuador

AME.GOV.EC 2009

El área de Tulcán consta en el mapa geológico del Ecuador (DGM 1081-19812), dentro de los depósitos denominados como volcánicos recientes del Pliocuaternario con morrenas, terrazas, cangaguas y conos de escombros. Todos ellos tienen relación con el volcanismo Pliocénico y Cuaternario que cubre toda el área Interandina septentrional y que es causante además de la edificación de conos volcánicos bien definidos, como el Chiles y el Cerro Negro.

4.1.1.8.2. Climatología

El clima en la zona, corresponde a Ecuatorial Frío de Alta Montaña, la temperatura máxima media del lugar oscila entre 1° a 25° C, media a 11.8 °C, con una precipitación fluvial de 875 mm al año. No existen cauces fluviales en

este sitio, se estima que la capa freática se encuentra a una profundidad de 7 m.

4.1.1.8.3. Hidrografía

El sitio de ubicación del relleno sanitario, se encuentra en la Cuenca del Río Carchi, y los ríos que forman el sistema hidrográfico de la Cuenca y que engloba el cantón Tulcán, corren de este a oeste a sur hasta confundirse en el lecho de esa arteria fluvial ecuatoriana.

De acuerdo a la división hidrográfica del Ecuador realizada por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, las cuencas aportantes mencionadas pertenecen a:

- Vertiente: P (Pacífico)
- Cuenca hidrográfica: 02 Río Carchi
- Subcuenca hidrográfica: 0201 Río Carchi

4.1.1.8.4. Características físico químicas del suelo

De acuerdo al estudio de suelos realizado por la empresa Asamtech, consultora contratada por el Municipio del cantón Tulcán, en el año 2013; el suelo presenta una estratigrafía conformada por limo arcilloso y arenas limosas de compactación relativa suelta, seguido de limos arcillosos café oscuro, cafés claros y negros.

En la Tabla 11 se indican los resultados de laboratorio del análisis químico de los suelos:

Tabla 11. Análisis químico de los suelos

Parámetros	Unidades	Límite máximo permisible	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
	(Concentración en peso seco)				
Análisis químico de pH		6 a 8	6.31	5.68	6.37
Conductividad	mmhos/cm	2	0.0957	0.586	0.0783
Azufre (Elemental)	mg/kg	250	62.16	60.44	62.19
Hierro	mg/kg		14551.56	8258.2	13056
Plomo	mg/kg	25	<40	<40	<40
Níquel	mg/kg	20	<10	<10	<10
Cadmio	mg/kg	0.5	<1	2.67	<1

(Asamtech, Estudio de calidad de suelo del relleno sanitario del cantón Tulcán, 2013)

4.1.1.8.5. Caracterización breve del aire

De acuerdo a la situación geográfica, en la que el relleno sanitario se encuentra ubicado, se establece una calificación criterial de calidad del aire, considerando de manera general que este componente ambiental no se encuentra afectado por las actividades que se desarrollan en el relleno sanitario. Sin embargo del análisis de aire realizado por la Dirección de Medio Ambiente del Municipio del Cantón Tulcán (tabla 12), presenta los siguientes resultados:

Tabla 12. Análisis de Calidad de Aire

Parámetros	Monóxido de Carbono	Dióxido de Azufre	Dióxido de Nitrógeno	Ozono	Hidrocarburos	Material Particulado
Expresado como	CO	SO ₂	NO ₂	O ₃	HC-CH ₄	PM ₁₀
Unidad	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³
Valor obtenido	134,33	59,93	10,52	28,85	4,96	2,38

Dirección de Medio Ambiente y Riesgos del GAD Municipal del Cantón Tulcán

Así mismo, en la zona no se encuentra actividades humanas ni industriales significativas que pudieran alterar la calidad del aire.

4.1.1.8.6. Ruido ambiente

Los niveles de ruido en el sitio del área de influencia directa del relleno sanitario determinados por la Dirección de Medio Ambiente y Riesgos del GAD Municipal del Cantón Tulcán son los establecidos en la tabla 13:

Tabla 13. Análisis de ruido

Lugar de Muestreo	Unidad	Valor fuente	Valor Fondo	Corrección	Valor Final
Garita de acceso	Db	62,40	58,90	3,50	59,40

Dirección de Medio Ambiente y Riesgos del GAD Municipal del Cantón Tulcán

4.1.1.8.7. Caracterización físico - química y bacteriológica del agua superficial y subterránea

El GAD Municipal del cantón Tulcán, periódicamente realiza estudios de la calidad del agua en el sector; al no evidenciarse cuerpos hídricos superficiales próximos al relleno sanitario, de los análisis realizados por la consultora Asamtech, se han obtenido los siguientes parámetros de calidad de aguas subterráneas del lugar:

Tabla 14. Análisis de Calidad del Agua

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible	Valor
Aceites y grasas	Solubles en hexano	mg/l	0,3	<0,3
Cloruros	Cl-	mg/l	1000	174,19
Coliformes Fecales	Nmp/100ml		Remoción > al 99,9 %	500,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O5.	mg/l	100,00	16,10
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250,00	61,46
Fósforo Total	P	mg/l	10,00	<5
Nitratos +Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	10,00	0,827 <0,026
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible	Valor
Potencial de Hidrógeno	pH		5, -9	6,29
Sólidos Sedimentables		ml/l	1,00	1,00
Sólidos suspendidos totales		mg/l	100,00	<10

Sólidos Totales		mg/l	1600	680,00
Sulfatos	SO4=	mg/l	1000,00	<5
Sulfitos	SO3	mg/l	2,00	<5
Sulfuros	S	mg/l	0,50	<0,5
Temperatura	°C		<35	16,30
Hierro Total	Fe	mg/l	10	0,70
Níquel	Ni	mg/l	2	<0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2	<0,4
Cadmio	Cd	mg/l	0,02	<0,01

(AsamtechH, Análisis de la calidad del agua del relleno sanitario del cantón Tulcán, 2013)

4.1.1.9. Medio biótico

La caracterización del medio biótico, consistió en la revisión de información existente de estudios previos e información disponible en entidades públicas y privadas del sector de la ciudad de Tulcán.

4.1.1.9.1. Flora

Según Cañadas (1983), este sector corresponde a la zona de vida, bosque húmedo Montano- Bajo; esta zona de vida se la encuentra dentro de callejón interandino, en forma dispersa y formando parte de las estribaciones externas tanto de la cordillera Occidental, como de la cordillera Oriental. Esta zona de vida de norte a sur y dentro del callejón interandino, comprende entre otras poblaciones la ciudad de Tulcán.

Según Sierra (1999), esta área corresponde a la formación natural Matorral húmedo montano, se encuentra en los valles relativamente húmedos entre 2000 y 3000 m.s.n.m. La cobertura vegetal está casi totalmente destruida y fue reemplazada hace mucho tiempo por cultivos o por bosques de Eucalyptus

globulus, ampliamente cultivados en esta región. La vegetación nativa generalmente forma matorrales y sus remanentes se pueden encontrar en barrancos o quebradas y en lugares poco accesibles.

La composición florística de estos matorrales o pequeños remanentes de bosques puede variar entre las localidades, dependiendo del grado de humedad y el tipo de suelo.

4.1.1.9.2. Fauna

Según Albuja (1998), el lugar donde se encuentra ubicado el relleno sanitario, posee las siguientes ordenes de anfibios: Leptodactylidae, Bufonidae y Brachycephalidae y reptiles, Gymnophththalidae y Colubridae.

4.1.1.10. Medio socio - económico y cultural

La población del Cantón Tulcán, según el Censo del 2010 es de 86.498 habitantes y representa el 46.91% del total de la Provincia del Carchi, ha crecido en el último periodo intercensal 2001- 2010 a un ritmo del 1,2% promedio anual; la mayor concentración poblacional se encuentra en el área urbana con un 61,9% con respecto al total cantonal, y un 38,1% asentada en el área rural.

4.1.1.11. Componentes y método de operación del relleno sanitario

De la visita de campo y la información proporcionada por el GAD Municipal del cantón Tulcán, el relleno sanitario opera a través del método de rampas o

terraplenes, aprovechando la topografía del sitio, conformando las diferentes plataformas apegadas a la inclinación natural del terreno. Para su operación se utiliza el siguiente equipo: una excavadora sobre orugas, una cargadora frontal sobre neumáticos y una volqueta de 6m³; a continuación en la tabla 15 se puede observar el detalle del equipo.

Tabla 15. Vehículos, maquinaria asignados para la disposición final de residuos sólidos

Num	Clase	Marca	Año	Estado
1	Excavadora	Dosaan	2008	Malo
2	Cargadora	Caterpillar	1978	Malo
3	Volquete	Kodiak	2002	Malo

Dirección de Medio Ambiente y Riesgos del GAD Municipal del Cantón Tulcán

El material de cobertura de los desechos sólidos depositados en el relleno sanitario es extraído del mismo sitio, a través de cortes y conformación de las diferentes plataformas, lo cual ha permitido que el relleno tenga una altura promedio de 8 a 10 metros en cada una de las plataformas.

4.1.1.11.1. Celda diaria

De la información proporcionada por el GAD Municipal de Tulcán y las visitas técnicas realizadas, se pudo observar que los residuos sólidos que llegan al sitio de destino final son confinados diariamente en una celda que avanza conforme se van clausurando las diferentes etapas del relleno Sanitario, es decir las diferentes plataformas.

La celda diaria está definida por el frente de trabajo que es de 5 m, el avance diario depende de la cantidad de desechos sólidos que llega diariamente al

relleno y el grado de compactación que se obtenga mediante los procesos operativos, la altura de la celda es de 1 m y el espesor de la cobertura es de 0,20 m. en las celdas diarias y un espesor de 0,50 m en los recubrimientos finales.

Como se había indicado en la generación de residuos, el relleno sanitario de Tulcán recibe en promedio diario 56,7 toneladas que son dispuestas, confinadas, compactadas y recubiertas mediante el uso de una retroexcavadora de orugas que permanece en el relleno sanitario, esto permite operar técnicamente la celda diaria, evitando que los residuos sólidos queden a la intemperie generando problemas ambientales.



Figura 14. Foto de la celda diaria
Daisy Méndez

4.1.1.11.2. Celda de residuos hospitalarios

El relleno sanitario cuenta con una celda especial para la recepción de residuos hospitalarios, la cual cuenta con una cubierta de estirpanel que está colocada sobre una estructura metálica, dicha celda se encuentra impermeabilizada, debido a que los desechos infecciosos hospitalarios reciben tratamiento previo, estos no generan lixiviados en esta celda, una vez que llegan los desechos hospitalarios a la celda, estos son depositados conformando una celda diaria, la cual es confinada con material de cobertura (tierra) y posteriormente se coloca carbonato de calcio (cal agrícola), este material tiene una propiedad bactericida y nos ayuda en el control de malos olores en este sitio, además se manifiesta que la vida útil de esta celda coincide con la vida útil del relleno, en un tiempo de 2 años aproximadamente.



Figura 15. Foto de la parte externa de la celda de residuos hospitalario
Daisy Méndez



Figura 16. Foto de la parte interna de la celda de residuos hospitalario
Daisy Méndez

4.1.1.12. Sistema de drenaje de lixiviados

Conforme a lo especificado en los diseños del relleno sanitario, y lo especificado por la Consultora AsamtechH en el Estudio de Impacto Ambiental expost, cuenta con un sistema de drenaje de lixiviados en la base de las diferente plataformas, el mismo que está dispuesto en forma de espina de pescado y distribuido uniformemente en el área del relleno.

Los drenes de este sistema, conforme a lo especificado, tendrían una sección de 0,40 m. X 0,30 m. y rellenos de grava de diámetro máximo de 3 cm. y piedra bola de diámetro máximo de 7,5 cm.

Por otro lado es importante señalar que el diseño del relleno sanitario no contempla la colocación de un sistema de impermeabilización en la base, pudiendo ser este el uso de geo membranas.

En este contexto no se ha podido verificar visualmente tanto la construcción de los drenes de lixiviado como la no existencia de geo membrana en la base, en vista de que el relleno se encuentra en operación y se han realizado cierre de celdas en el sitio; sin embargo es importante señalar que si se evidencia el drenaje de lixiviados en la parte baja del terreno por medio de un canal no impermeabilizado que conduce estos líquidos a las piscinas de lixiviados.

En la figura 17, se puede observar los canales de lixiviados que posee el relleno sanitario del cantón Tulcán.



Figura 17. Foto de los canales de lixiviados
Daisy Méndez

4.1.1.12.1. Sistema de drenaje de biogás

El relleno sanitario tiene implementadas chimeneas de drenaje de biogás, estas han sido construidas en función de lo especificado en el diseño del proyecto.

Estas chimeneas tienen una sección transversal de 0,45 m X 0,45 m y están hechas con palos como material de soporte, recubiertos con malla hexagonal y en su interior contienen material granular. Para el remate final de la chimenea, una vez este culminando el relleno de cada plataforma, se colocan tubos de hormigón simple de 0,30 m. de diámetro, siendo el primero perforado y el final sin perforaciones para poder realizar la quema efectiva del biogás, como se puede observar en la figura 18.



Figura 18. Foto de chimenea para quema de biogás

Daisy Méndez

4.1.1.12.2. Sistema de drenaje de aguas lluvias

En la visita técnica realizada, no se constató la existencia de una cuneta de coronación localizada en la parte alta del terreno de sección trapezoidal de 0,60 m. de base mayor X 0,30m de base menor y una altura de 0,30m sin recubrimiento, como lo establecen los diseños del relleno sanitario.

Se pudo evidenciar que el relleno sanitario cuenta con un drenaje lateral discontinuo conformado de tuberías semi enterradas. En la figura 19, se puede observar un tramo de la cuneta para drenaje de aguas lluvias.



Figura 19. Foto de tubería semi enterrada para el drenaje de aguas lluvias

Daisy Méndez

4.1.1.12.3. Sistema de tratamiento de lixiviados

Existen tres piscinas de almacenamiento de lixiviados, las cuales se encuentran impermeabilizadas con geomembrana, estas piscinas están ubicadas en la parte media del relleno sanitario; poseen un tratamiento biológico de lixiviados, para lo cual se colocan bacterias que degradan los líquidos y a la vez se realiza el proceso de evaporación de éstos, a medida de que aumente la temperatura del lugar (figura 20).



Figura 20. Foto de piscina de almacenamiento de lixiviados

Daisy Méndez

4.1.1.12.4. Manejo de taludes

El manejo de taludes se realiza desde el momento de la colocación de los

residuos en la plataforma, para lo cual se esparce y compacta los residuos sólidos en capas horizontales o inclinadas con una pendiente de 3:1 (avance: altura), lo cual proporciona mayor grado de compactación, mejor drenaje superficial, menor consumo de tierra y mejor contención y estabilidad del relleno (figura 21).



Figura 21. Foto de la forma de compactación de residuos sólidos

Daisy Méndez

4.1.1.13. Recursos

En el relleno sanitario trabajan 3 personas, el maquinista, el ayudante y el guardia.

En lo referente a equipos, como se citó anteriormente, el relleno sanitario cuenta permanentemente con una retroexcavadora de orugas, lo que garantiza en cierta medida una operación adecuada de los residuos sólidos, debido a que estos pueden ser confinados y recubiertos a diario; así mismo se cuenta con herramienta menor para los trabajadores.

Por otro lado se puede señalar que el sitio cuenta con el abastecimiento del servicio de energía eléctrica y del servicio de agua entubada.

4.1.2. INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

Como elementos complementarios del relleno sanitario existen los siguientes, los cuales se pueden observar en las figuras 22 - 27:

- Puerta de Ingreso
- Rótulos Informativos
- Vivienda de Guardianía y Bodegas
- Cerramiento perimetral de alambre de púas
- Accesos desde la carreta principal por medio de un camino empedrado
- Vías internas



Figura 22. Foto de la forma de compactación de residuos sólidos

Daisy Méndez



Figura 23. Foto de rótulo informativo

Daisy Méndez



Figura 24. Foto de la Vivienda de Guardianía y Bodegas Daisy Méndez



Figura 25. Foto del cerramiento perimetral de alambre de púas
Daisy Méndez



Figura 26. Foto del acceso desde la carretera principal por medio de un camino empedrado

Daisy Méndez



Figura 27. Foto de una vía interna

Daisy Méndez

4.2. PRÁCTICAS CORRECTAS PARA EL CIERRE TÉCNICO

La determinación de las prácticas correctas se realizó a partir de la identificación de los problemas ambientales identificados en el diagnóstico realizado al Sistema de Gestión de Residuos sólidos del cantón Tulcán en base a la Normativa Ambiental Vigente.

Problema:

No existe un correcto sistema de drenaje de aguas lluvias, el relleno sanitario no cuenta con una cuneta de coronación; simplemente con un drenaje lateral discontinuo, lo cual ocasiona que el agua proveniente de la lluvia se mezcle con los lixiviados y pueda contaminar el suelo.



Figura 28. Foto del sistema de aguas lluvias

Daisy Méndez

Medida:

Establecer las medidas ambientales adecuadas para el manejo y control de la escorrentía superficial.

Problema:

Se pudo evidenciar que parte del suelo del relleno sanitario se encuentra erosionado.



Figura 29. Foto del suelo

Daisy Méndez

Medida:

Incluir dentro sistema de manejo y control de escorrentía superficial, una cuneta y un canal con las características adecuadas para que tanto el caudal de agua lluvia, así como los lixiviados no provoquen erosión al suelo.

Problema:

El Manejo de lixiviados, no es 100% adecuado para evitar la contaminación al suelo y al agua superficial y subterránea.



Figura 30. Foto del manejo de lixiviados

Daisy Méndez

Medida:

Establecer las medidas ambientales adecuadas Manejo de lixiviados, en el cual se considere el sistema de recolección de lixiviados, su almacenamiento, tratamiento y disposición final de los mismos.

Problema:

El manejo del biogás se lo realiza por medio de chimeneas, sin embargo la celda emergente que actualmente se encuentra operando, no cuenta en su totalidad con este sistema.



Figura 31. Foto del manejo de biogás

Daisy Méndez

Medida:

Establecer las medidas ambientales adecuadas Manejo de biogás generado en el interior de la masa de desechos sólidos, producido por la descomposición anaeróbica de los desechos sólidos, se debe prever la construcción de ductos de gases en la celda emergente separados entre sí 20 metros, de tal forma de evitar sobrepresiones que pudieran provocar o contribuir con el deslizamiento de las terrazas conformadas.

Problema:

El relleno sanitario, no cuenta con las capas de cobertura adecuadas para cubrir los desechos sólidos depositados en la celda diaria.



Figura 32. Foto de la celda diaria

Daisy Méndez

Medida:

Establecer el diseño de la capa de cobertura final, conformado por los materiales mínimos que permitan el confinamiento adecuado de los desechos sólidos; permitiendo así la posibilidad de utilizar el terreno de ubicación del relleno sanitario, después de un cierre técnico del mismo.

Problema:

El relleno sanitario cuenta con instalaciones complementarias, sin embargo, no se encuentran establecidas las medidas complementarias que son indispensables para el cierre técnico del relleno sanitario.



Figura 33. Foto de las instalaciones complementarias

Daisy Méndez

Medida:

De acuerdo al área del relleno sanitario se deben determinar las obras complementarias que deben implementarse en el área para complementar el cierre técnico, evitando así un impacto paisajístico y logrando destinar el lugar para varios usos

4.3. DISEÑO DEL PLAN DE CIERRE TÉCNICO DEL RELLENO SANITARIO

4.3.1. CONCEPCIÓN DEL CIERRE TÉCNICO DEL RELLENO SANITARIO

El relleno sanitario cuenta actualmente con una celda emergente para residuos comunes y una celda para desechos bio – peligrosos, ambas celdas tienen una vida útil de dos años; tiempo que permitirá al GAD Municipal de Tulcán implementar el Sistema de Gestión integral de los residuos sólidos del cantón, el cual incluye la construcción de un nuevo relleno sanitario.

Con el fin de prevenir, evitar y mitigar la contaminación ambiental que pudiera generarse al cumplir la vida útil del relleno sanitario, por no contar con las medidas ambientales y consideraciones técnicas para evitar el impacto del relleno como pasivo ambiental; se realizara el plan de cierre técnico del relleno sanitario.

En tal contexto el cierre técnico del relleno sanitario considera las medidas ambientales establecidas en la normativa ambiental vigente, que permitirán realizar un manejo ambiental adecuado de dicho cierre.

El plan de cierre técnico del relleno sanitario, de ser aplicado, permitirá obtener un espacio rehabilitado que podrá ser aprovechado para el establecimiento de parques, canchas deportivas y del vivero municipal.

4.3.2. MANEJO Y CONTROL DE LA ESCORRENTÍA SUPERFICIAL

Es indispensable contar con un sistema para manejo de escorrentía, mediante el cual se descarguen todos los líquidos que atraviesan el relleno sanitario. Si no se práctica un adecuado manejo de estos líquidos, estos podrían afectar

severamente la calidad del suelo, la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, debido a que pueden mezclarse con los lixiviados del relleno sanitario, así como también acarrear desechos sólidos.

En cuanto al agua de escorrentía, se instalarán cunetas para el desvío del agua de escorrentía que cae sobre el cuerpo del relleno ya impermeabilizado, conforme la tapa de cierre diseñada, y que conduzca estos líquidos fuera del terreno del relleno sanitario. El dimensionamiento de las cunetas es similar al de la celda emergente.

Especial atención se ha dado a las aguas de lluvia que caen sobre las áreas vecinas a la celda emergente, especialmente la vía de acceso que puede transportar agua de escorrentía que pueda ingresar a la celda, lo que dificultará la operación de la celda emergente y generará más lixiviados que posteriormente deberán ser tratados. Por tanto, se interceptan y desvían el escurrimiento de aguas de lluvia por medio de una cuneta de coronación y canal perimetral fuera de la celda emergente es, pues, un elemento fundamental de su infraestructura, que contribuirá a reducir el volumen de lixiviados y mejorar las condiciones de operación. Es necesario, por tanto construir un canal en tierra, recubierto con cemento de forma trapezoidal y dimensionarlo teniendo en cuenta las condiciones de precipitación local, el área tributaria, las características del suelo, la vegetación y la pendiente del terreno.

Todos los tramos de las cunetas serán construidas con revestimiento de cemento para mejorar su durabilidad.

El área y específicamente el centro cantonal presentan una precipitación media anual de 875 mm.

A continuación se presentan los parámetros de diseño y características hidráulicas considerados para el sistema de cunetas de coronación antes referido:

El caudal que ingresaría a la cuneta de coronación se calcula mediante el método racional y las dimensiones del canal según la siguiente fórmula.

$$Q_p = \frac{K_i \times A_d}{3,6 \times 10^6} \quad (1)$$

Dónde:

- Q_p = Caudal que ingresa o máximo escurrimiento [m^3/seg]
- K = Coeficiente de escurrimiento.
- i = Intensidad de la lluvia para una duración igual [$mm/hora$]
- A_d = Área de la cuenca [m^2]
- t_c = Tiempo de concentración [min]

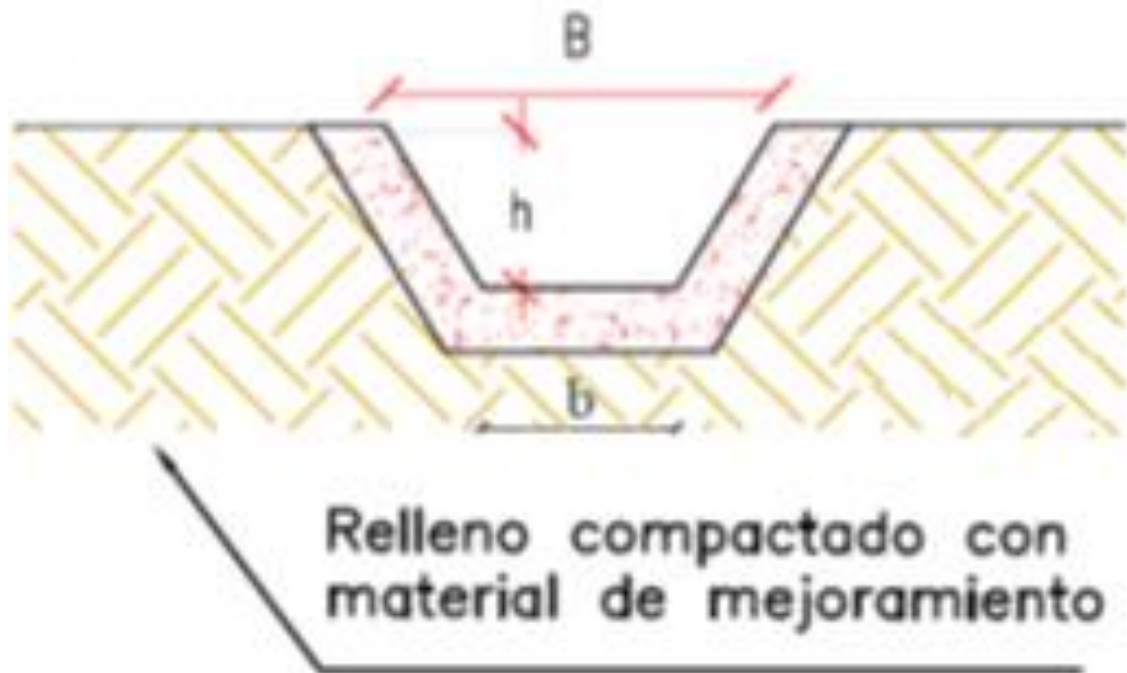
El canal debe ser trazado por la curva de nivel más alta a la que llegará el borde del relleno sanitario y deberá garantizar una velocidad máxima promedio de 0,5 metros por segundo, que no provoque erosión excesiva en base al caudal a esperarse; el tamaño de la sección del canal se calcula usando la siguiente ecuación:

$$A = \frac{Q_p}{v} \quad (2)$$

Dónde:

- A = Área de la sección de la zanja [m^2]
- v = Velocidad máxima promedio [m/seg]

Figura 34. Esquema del canal de recolección de aguas lluvias



(OPS, 2011)

4.3.3. MANEJO Y CONTROL DE LA EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN

Dada la topografía del sitio, se ha diseñado la construcción de una terraza en forma trapezoidal. Esta terraza se irá conformando a partir de la actual y contra el talud existente de donde se explotará el material de cobertura, para el cierre definitivo del relleno sanitario.

Para solucionar una posible erosión del suelo se ha diseñado lo siguiente:

- Los taludes tendrán una pendiente 3:1 (avance: altura)
- La pendiente transversal en la parte superior de las terrazas será del 2% hacia los dos lados de la misma, para evitar la acumulación de agua lluvia.
- Capa de cobertura final con arcilla compactada y geomembrana de 1 mm de espesor.

- Se ha previsto también la construcción de un canal o cuneta de coronación, revestimiento del cuerpo receptor existente en la parte superior del relleno y el terraje de la montaña (parte superior) de donde se extraerá el material de cobertura.

4.3.4. MANEJO Y TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS

El adecuado tratamiento de estos líquidos tóxicos debe ser parte fundamental de la gestión de los Residuos Sólidos. Si no se controlan adecuadamente, los lixiviados pueden contaminar los suelos y las aguas superficiales y subterráneas (acuíferos). Como se trata de un proceso contaminante que se produce de manera lenta, sus efectos no suelen percibirse hasta varios años después.

El tratamiento de lixiviados es muy similar a la depuración de aguas residuales, aunque con algunas diferencias debido a su alta carga orgánica. Los aspectos económicos y técnicos marcan el tipo de tratamiento más adecuado para cada caso concreto, combinándose en muchas ocasiones varios de ellos.

El tratamiento de los lixiviados con la biotecnología EUROVIX radica en que esta no se basa solo en la utilización de microorganismos como las bacterias, sino en un compuesto bacterio-enzimático que por su elevada concentración de enzimas permite acelerar y controlar los procesos y reacciones de descomposición de las sustancias orgánicas y especialmente su gestión no se ve afectada por las bajas temperaturas como sucede con los procesos bacterianos.

En sí la gestión del control lo realiza las enzimas que son producidas por las bacterias pero en tanto estas tengan condiciones óptimas de temperatura y si las operaciones de alimentación y/o activación son efectuadas permanentemente bien, además del riesgo de pérdida de efectividad por la

evaporación, ya que su estado es líquido, esta desventaja provoca que los resultados al trabajar únicamente con compuestos bacterianos sean inconsistentes.

Además nos ayuda a reducir las emisiones de malos olores y bacterias patógenas que proliferan en los desechos sólidos urbanos, sobre todo en los periodos calurosos. Este método reducción de los principales contaminantes a las dos semanas de iniciarse su aplicación y llega a los valores normados por la Ley Ambiental para la descarga en cuerpos de agua dulce. En la tabla 16 podemos observar el detalle del tratamiento de lixiviados del relleno sanitario.

Tabla 16. Producto para el tratamiento de lixiviados del relleno sanitario del cantón Tulcán

Tratamiento de piscinas de lixiviados del Relleno Sanitario del Cantón Tulcán.					
Producto	Dosis	Producción lixiviados (m ³ /día)	Tiempo días	Dosis Impacto (Kg)	Dosis Diaria (Kg)
Micropan Alfa POBs	0,015	8	365	12,6	0,12
Dosis Impacto (Kg/Piscina)					
Piscina 1	960	8			
Piscina 2	540	4,6			

Dirección de Medio Ambiente y Riesgos del GAD Municipal del Cantón Tulcán

4.3.5. MANEJO DE BIOGÁS

Los residuos sólidos orgánicos depositados en los rellenos sanitarios se descomponen anaeróbicamente, produciéndose biogás. El biogás está compuesto por metano (en porcentajes que varían entre el 25% y el 65%) dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, vapor de agua y en cantidades muy pequeñas compuestos volátiles orgánicos (COV's) y otros contaminantes.

Tanto el metano como el dióxido de carbono son considerados gases de efecto invernadero (GEI), lo cual contribuye al calentamiento global.

El metano (CH₄) es un gas 21 veces contaminante que el dióxido de carbono (CO₂) para el efecto invernadero, por lo tanto, su recolección y posterior combustión, es importante para evitar este problema ambiental global.

Para evacuar el biogás generado en el interior de la masa de desechos sólidos, producido por la descomposición anaeróbica de los desechos sólidos, se debe prever la construcción de ductos de gases en la celda emergente separados entre sí 20 metros, de tal forma de evitar sobrepresiones que pudieran provocar o contribuir con el deslizamiento de las terrazas conformadas.

Para el cierre, finalmente, un metro antes de que un ducto alcance su cota máxima (nivel final de la terraza adicional diseñada), se conectará a la tubería de polietileno de alta densidad, una tubería de hierro galvanizado de 4" de diámetro, de una longitud de 2 m., la mitad de la cual se perforará con agujeros de ½", de tal forma que 1 m. del tubo quede sobre la cota máxima del ducto. Posteriormente se procederá a sellar el ducto con una capa de arcilla de no menos de 0,30 m. de espesor y sobre ésta una losa circular de hormigón simple de 15 a 20 cm. y de un diámetro de 1,50 m. Para que el biogás pueda ser combustionado, es necesario reducir la sección del tubo de 4" a un diámetro de 1", siendo este último tramo una tubería de hierro galvanizado de 1 m. de longitud, de tal forma que la altura total de la tubería, sobre la superficie de la celda emergente, sea de máximo 2 m (figura 31).

Respecto a las chimeneas existentes en las celdas cerradas del relleno sanitario, se debe dar mantenimiento periódico, con el objeto de evitar posibles riesgos de explosión de gases acumulados. Adicionalmente se debe inspeccionar de forma permanente la quema del biogás en los ductos sellados, ya que el viento suele apagar la llama.

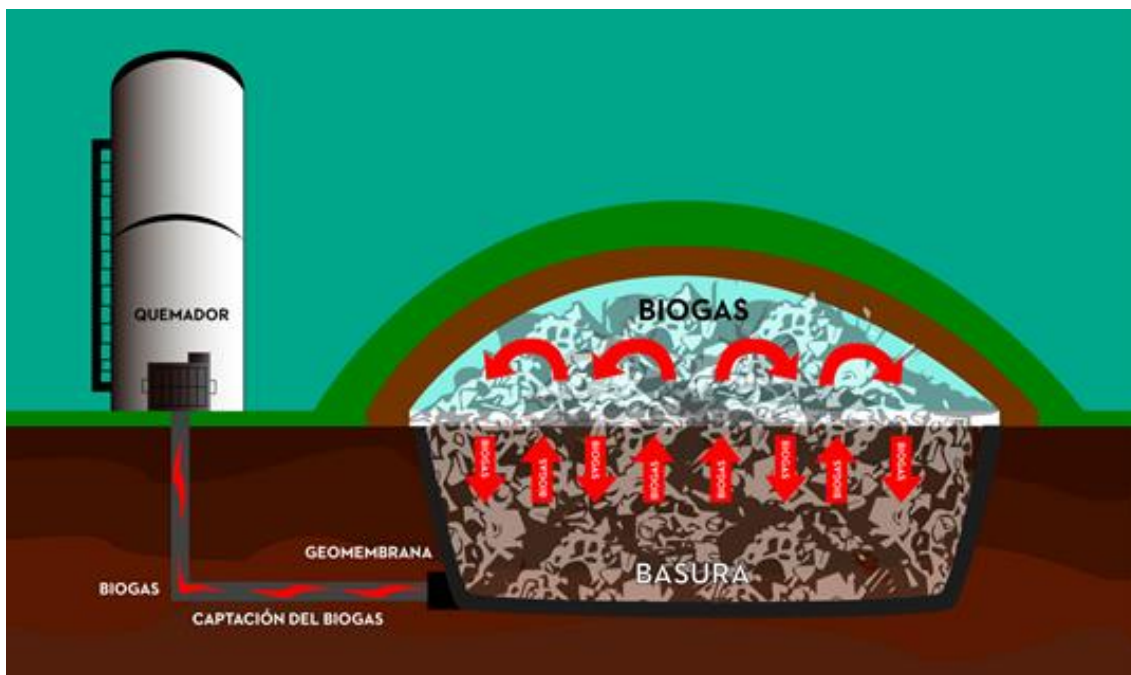


Figura 35. Diagrama de componentes de una chimenea para quema de biogás

Dirección de Medio Ambiente y Riesgos del GAD Municipal del Cantón Tulcán

4.3.6. DISEÑO DE LA CAPA DE COBERTURA FINAL

Inicialmente, se debe mencionar que no es factible, principalmente por razones de costo, aplicar la normativa de la capa de cierre de manera general en todos los municipios del país, sobre todo por el tema económico, dado que no se justifica tener elevadísimas inversiones en cierres técnicos, sobre todo en municipios pequeños, cuando los GAD demandan esos recursos en otros proyectos prioritarios a su realidad.

Por lo descrito, se ha realizado una adaptación funcional para la capa de cierre del relleno sanitario y la celda emergente, que procura cumplir con la lógica de estos componentes, cuya misión principal es confinar a los residuos dentro del cuerpo de la capa de cierre, evitar el ingreso de líquidos al mismo y evitar problemas de erosión en el mediano y largo plazo. A su vez se debe facilitar la salida del biogás y lixiviados generados en el interior del relleno para su respectivo tratamiento.

El diseño de la capa de cobertura del relleno sanitario, consistirá inicialmente en un perfilado de los residuos sólidos dispuestos en la cota de cierre del relleno sanitario, hasta llegar a un nivel de rasante uniforme, además de compactar los desechos sólidos se procede con la conformando taludes con una pendiente 3:1 (3-horizontal: 1-Vertical), que permite la estabilidad de los taludes de residuos (figura 32).

Una vez realizado esto, se procede a la cobertura de toda la plataforma con arcilla en una capa de 20 cm, misma que debe ser compactada, formando una tapa de cierre en toda la extensión de la plataforma así como en los taludes. Sobre la capa de arcilla compactada, se tiende una capa de geomembrana y finalmente sobre ella una capa de suelo vegetal de 30 cm.

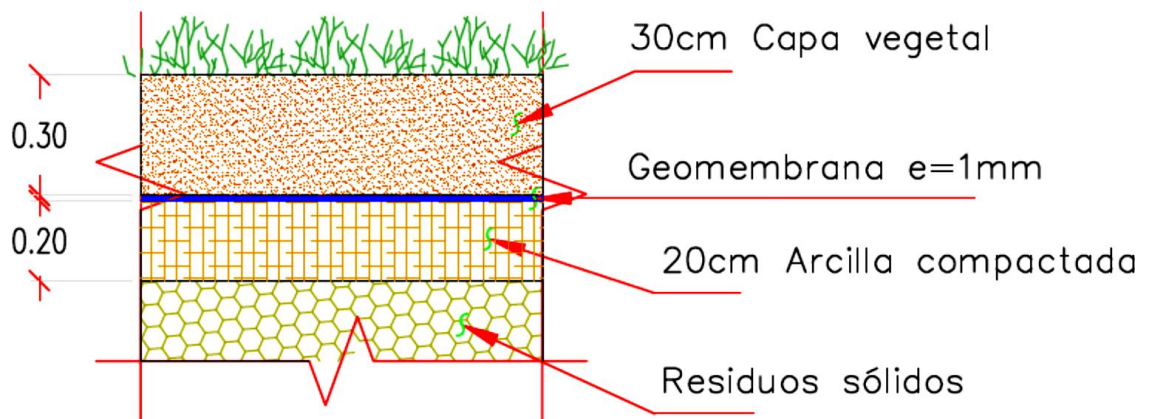


Figura 36. Cobertura final del relleno

(OPS, 2011)

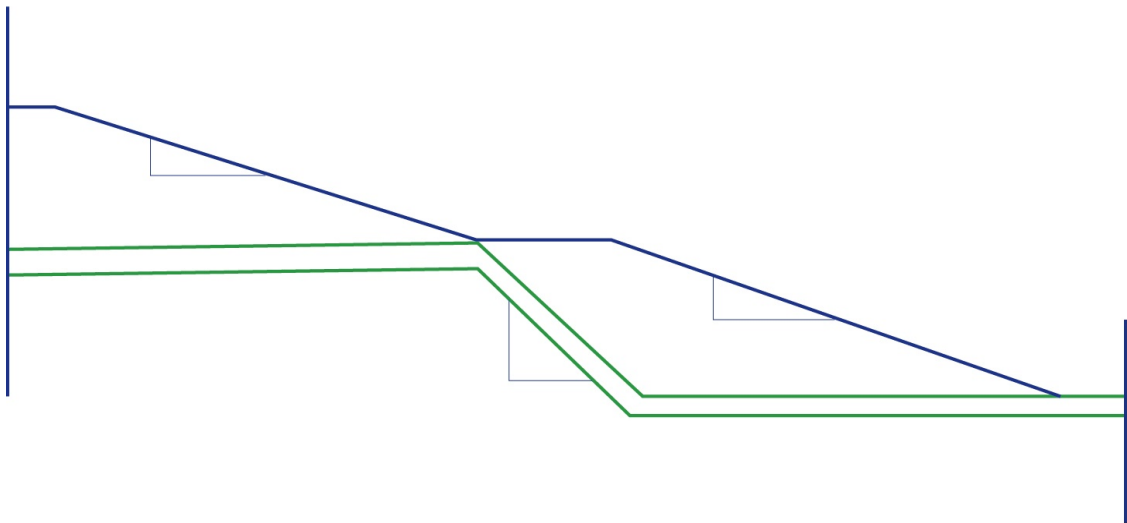


Figura 37. Diagrama del manejo de taludes en el relleno sanitario

Dirección de Medio Ambiente y Riesgos del GAD Municipal del Cantón Tulcán

La pendiente de la capa final será de 1% longitudinalmente y los taludes una pendiente de 1:3 altura vs avance con la finalidad de evitar la erosión de la capa final de cobertura y fomentar el crecimiento de vegetación. Se debe indicar que en el terreno donde se ubica el relleno sanitario existen bancos de arcilla por lo que su utilización en el cierre no será ningún inconveniente.

4.3.7. OBRAS COMPLEMENTARIAS

El acondicionamiento de paisaje es un elemento integrador entre el relleno sanitario y el ambiente intervenido, este elemento ambiental influye en la visión global de las personas que habitan cerca al sitio de funcionamiento del relleno sanitario y el entorno que ha sido alterado.

Por tal razón se deben realizar todas las medidas, para que de una manera preventiva, se conserve o mejore el paisaje del área donde se ubica el

proyecto; así como también evitar contaminación al Área de Influencia Directa, debido a la contaminación de las plataformas clausuradas.

Se debe recuperar el área donde se ubica el relleno sanitario, mediante la restitución de cobertura vegetal, para tratar de restablecer el ecosistema perturbado; para lo cual se procederá a sembrar árboles endémicos del sitio, en el borde del cerramiento perimetral y entre los espacios que irán quedando entre las plataformas clausuradas.

Estos procedimientos ayudarán a ir reforestando el área de intervención del relleno sanitario y además las raíces de la vegetación sembrada ayudarán a que se establezcan las plataformas formadas por material de cobertura.

Para la ejecución del plan de reforestación y revegetación se debe:

- Realizar la construcción de un vivero para la producción de plantas, para la reforestación.
- Establecer los protocolos para procesos a través de plántulas en áreas que han sido disturbadas por actividades de la construcción y operación del relleno sanitario.
- Se realizarán los trasplantes del vivero hacia la zona a reforestar cuando las plántulas tengan más de 15 cm. o más de 4 hojas verdaderas de forma cuidadosa hasta el lugar de siembra.
- Se deben abrir hoyos de 40 cm. X 40 cm. X 40 cm. cada 3 m. a 5 m según la especie.
- Se realizará riego 2 días antes de trasplantar en platabandas o riego el mismo en fundas.
- Una vez trasplantado se debe regar la planta y apisonar el suelo evitando espacios de aire.

Tabla 17: Lista de especies propuestas para reforestación

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Acacia macrantha</i>	Espino
<i>Brugmansia Sanguinea</i>	Guanto
<i>Delostoma integrifolium</i>	Yaloman
<i>Opuntia sp.</i>	Tuna
<i>Lasiocephalus ovatus</i>	arquitecta
<i>Ranunculus gusmanii</i>	dictamo

Dirección de Medio Ambiente y Riesgos del GAD Municipal de Tulcán

Finalmente, el GAD Municipal del cantón Tulcán podrá implementar infraestructura de parques infantiles y canchas deportivas una vez que se realice el cierre del relleno sanitario, como se puede observar en la figura 38.

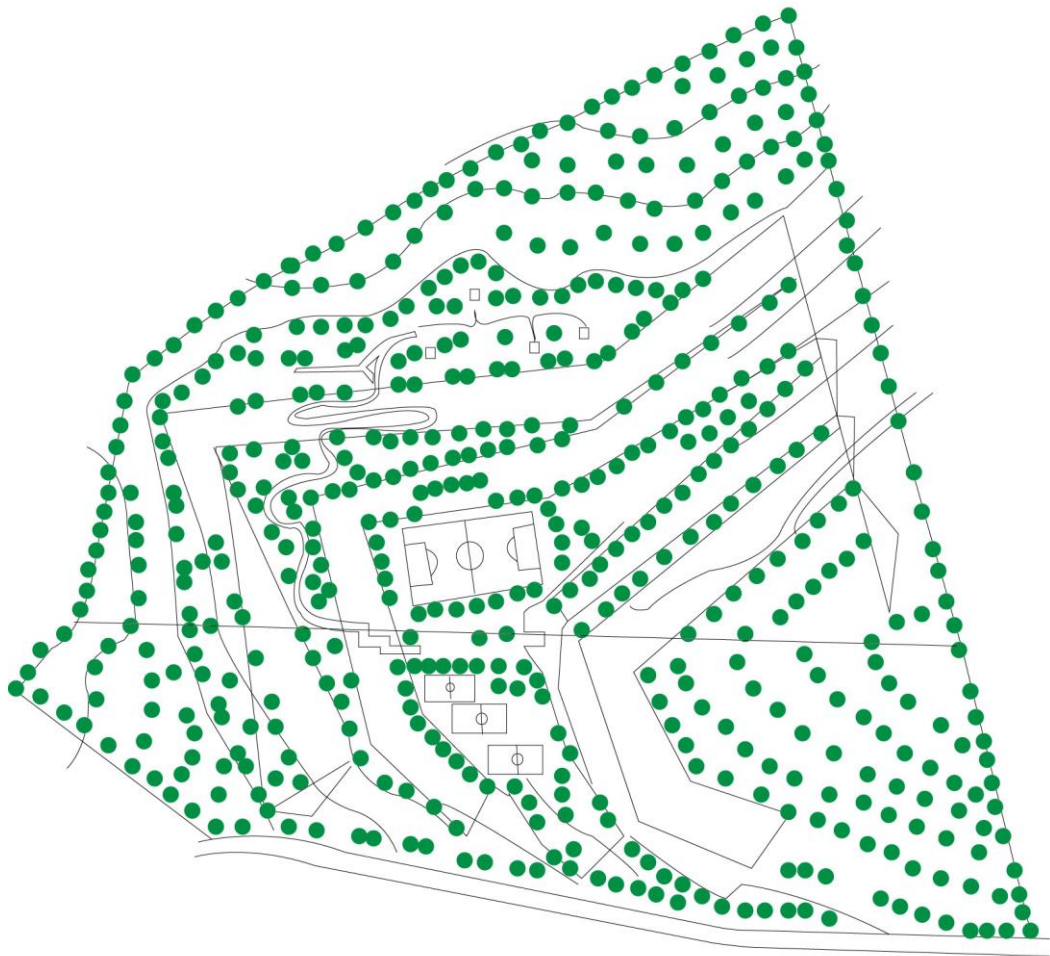


Figura 38. Plano paisajístico del relleno sanitario posterior al cierre técnico

Dirección de Medio Ambiente y Riesgos del GAD Municipal del Cantón Tulcán

4.3.8. PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

De manera posterior al cierre técnico del relleno sanitario, se deberá realizar de forma periódica, los siguientes monitoreos:

- Monitoreo de Material Particulado
- Monitoreo de Gases
- Monitoreo de Biogás en el Suelo
- Monitoreo de Lixiviados

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La Gestión de Residuos Sólidos en el cantón Tulcán se realiza a través de un sistema completo que parte desde la clasificación de los residuos hasta su disposición final.
- De la cantidad de residuos sólidos recolectados en el cantón Tulcán, el 66,9% corresponde a residuos orgánicos los cuales pueden ser aprovechados para la realización de abonos orgánicos, mientras que la cantidad de residuos inorgánicos es de 33,1%, de los cuales el 21% corresponde a material reciclable.
- La mayor cantidad de residuos sólidos, corresponden a residuos domésticos, y en una parte no significativa a residuos industriales, lo cual facilita la gestión de los residuos.
- El aprovechamiento de los residuos sólidos en el cantón Tulcán, a través de las campañas realizadas por el GAD Municipal de Tulcán, permitirá disminuir la cantidad de desechos sólidos que ingresan al relleno sanitario, prolongando la vida útil de éste.
- Para la disposición final de los desechos sólidos, el cantón Tulcán cuenta con un relleno sanitario, el mismo que tiene una vida útil máxima de dos años, y el GAD Municipal aún no cuenta con un plan de cierre técnico del relleno.
- La identificación de falencias en la estructura del relleno sanitario, permitió desarrollar las medidas ambientales y prácticas correctas que debería implementar el GAD Municipal de Tulcán para realizar un cierre técnico adecuado del relleno.

- Del diagnóstico realizado, se determinó que existen los siguientes problemas ambientales: mezcla de agua lluvia con lixiviados, erosión del suelo del relleno sanitario, infiltración de lixiviados; para los cuales aún no se han determinado medidas técnicas adecuadas para solucionarlos.
- El contar con un plan de cierre técnico del relleno sanitario que cuente con los parámetros adecuados, permitirá al GAD cumplir con la normativa ambiental vigente.

5.2. RECOMENDACIONES

- Con el objeto de mejorar el sistema de gestión de residuos en el cantón Tulcán, se recomienda incrementar las campañas que fomenten la separación de los residuos en la fuente.
- Para disminuir la cantidad de residuos que se depositan en el relleno sanitario y prolongar la vida útil de éste, se recomienda fomentar proyectos de educación a la población sobre la reducción, rehúso y reciclaje de los desechos sólidos.
- Se recomienda incluir en el borrador de Ordenanza que ha realizado el GAD de Tulcán, para la Gestión Integral de Desechos Sólidos, incluir las prácticas correctas para el adecuado funcionamiento de éste sistema, de igual forma se recomienda incorporar las multas y sanciones para las personas que incumplan las disposiciones establecidas en la misma.
- Se recomienda incrementar la elaboración de compost, a partir de la utilización de los residuos orgánicos recolectados, el mismo que podrá ser utilizado tanto para jardines y parques, así como abono para actividades productivas.
- Se recomienda fomentar el emprendimiento de empresas recicladoras en el cantón, debido a que un elevado porcentaje de los residuos, corresponden a papel, cartón y plástico, el cual puede ser transformado en materia prima para producir otros objetos.
- Para la realización del cierre del relleno sanitario, se recomienda aplicar las medidas ambientales establecidas en el presente documento.

BIBLIOGRAFÍA

- Extech Instruments Corporation. (2005). Manual del operador. Boston, New York, Estado Unidos.
- Extech Instruments Corporation. (2014). *Extech.com*. Recuperado el agosto de 2014, de http://www.extech.com/instruments/resources/manuals/407744_766_UMsp.pdf
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Tulcán: Milton Froilán.
- Manejo Integral de Desechos Sólidos*. (2004). Recuperado el 15 de Febrero de 2014, de http://www.ablp.org.br/conteudo/sen07_16-10-2007.php
- Aguayo, M., Mijic, F., & Pablo, A. (02 de diciembre de 2009). Física de las Ondas. Chile.
- Ambiente, M. d. (09 de 05 de 2008). Certificado de Intersección del Relleno Sanitario del Cantón Tulcán. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Andalucía, C. d. (18 de diciembre de 2003). Colegio oficial de arquitectos de Málaga. Recuperado el 28 de julio de 2014, de <http://www.coamalaga.es/edificacion/obligadocumplimiento/archivos/Proteccioncontaminacionacustica.pdf>
- Asamblea Nacional. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi.
- AsamtechH. (Febreo de 2009). Estudio de Impacto Ambiental expost para el proyecto de mejoramiento de la calidad ambiental en los cantones de Tulcán y San Pedro de Huaca mediante un manejo optimizado de desechos sólidos y manejo adecuado de aguas residuales.
- AsamTech. (2012). *Manual de procedimiento para la aplicación de la normativa de evaluación ambiental y regularización ambiental en proyectos del sector saneamiento ambiental*. Quito.
- AsamtechH. (2013). *Análisis de la calidad del agua del relleno sanitario del cantón Tulcán*.
- AsamtechH. (2013). *Estudio de calidad de suelo del relleno sanitario del cantón Tulcán*.

- Bell, A. O. (1969). *Riesgo para la salud de los trabajadores y molestia para el público*. Recuperado el 17 de julio de 2014, de [file:///C:/Users/Alex/Desktop/WHO_PHP_30_\(part1\)_spa.pdf](file:///C:/Users/Alex/Desktop/WHO_PHP_30_(part1)_spa.pdf)
- Botánica II. (s.f.). Recuperado el 15 de Febrero de 2014, de http://www.ecured.cu/index.php/Formación_Vegetal
- Campillo Davó, N. (marzo de 2013). *Modelización experimental del ruido de rodadura en ensayo de homologación de neumáticos*. Recuperado el 14 de julio de 2014, de Tesis Doctoral: file:///C:/Users/Alex/Desktop/Downloads/TESIS%20DOCTORAL%20_%20NURIA%20CAMPILLO%20DAVO.pdf
- Canaria, A. d. (2014). *Las Palmas de Gran Canaria*. Recuperado el 18 de septiembre de 2014, de http://www.eduambiental.org/index.php?option=com_content&task=view&id=48&Itemid=140
- Cárdenas, M. G. (6 de junio de 2001). RUIDO EN EL LUGAR DE TRABAJO. España.
- CATEDU. (2009). Recuperado el 1 de Febrero de 2014, de http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/2500/2631/html/2_caractersticas_fsicas_del_suelo.html
- Centro Educativo de Tecnologías para la Educación. (marzo de 2010). *DEMO E-DUCATIVA CATEDU*. Recuperado el 30 de diciembre de 2013, de <http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/3000/3212/html/index.html>
- Climatología. (2009). *Climatología*. Recuperado el 1 de Febrero de 2014, de <http://es.thefreedictionary.com/climatolog%C3%ADa>
- Convención de Basilea. (5 de Mayo de 1992). *United Nations Institute for Training and Research*. Recuperado el 10 de Febrero de 2014, de http://www2.unitar.org/cwm/publications/cbl/synergy/pdf/cat3/convention_basel/convention_basel/basel_conv_sp.pdf
- Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia. (2014). *CORANTIOQUIA*. Recuperado el 02 de 10 de 2014, de <http://www.corantioquia.gov.co/>
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá. (julio de 2014). *Corpouraba*. Recuperado el 28 de julio de 2014, de <http://www.corpouraba.gov.co/glosario-ambiental>

- Costarica, U. d. (2013). *Desechos Sólidos*. Recuperado el 1 de Octubre de 2014, de <http://www.progai.ucr.ac.cr/documentos/brochures/TCU-Desechos-solidos.pdf>
- Domingo, R. B. (2013). *Acústica medioambiental. Vol. I, Volumen 1*. Alicante: Club Universitario.
- Ecoloquía. (2012). Recuperado el 15 de Febrero de 2014, de http://www.ecoloquia.com/nuevo/index.php?option=com_content&view=article&id=134:fauna-definicion&catid=93&Itemid=150
- Ecoportal. (2014). Recuperado el 1 de Febrero de 2014, de http://www.ecoportal.net/Servicios/Glosario_Ambiental/A
- Empresa Municipal de Movilidad y Obras Públicas. (08 de 04 de 2009). *FLACSO Ecuador*. Recuperado el 08 de 07 de 2014, de https://www.flacso.org.ec/biblio/shared/biblio_view.php?bibid=118765&tab=opac
- Empresa Municipal de Movilidad y Obras Públicas. (08 de abril de 2009). *PMM DMQ*. Quito, Pichincha, Ecuador: Empresa Municipal de Movilidad y Obras públicas.
- Encina, R. A. (2004). *Metodología de la Evaluación de la Dosis Diaria de Exposición a Ruido*. Recuperado el 14 de julio de 2014, de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/bmfcit172m/doc/bmfcit172m.pdf>
- Ernesto Martínez Ataz, Y. D. (2004). *Contaminación atmosférica*. Murcia, España: Ediciones de la Universidad de Castilla.
- Estrella, E. (2014). *MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN LA CABECERA PARROQUIAL DE CONOCOTO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO*. Quito.
- Fernández-Vítora, V. C. (2003). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental* (cuarta ed.). Madrid, España: Mundi Prensa Libros s.a.
- Flores Pereita, P. (1984). *Manual de Acústica, Ruido y Vibraciones*. Recuperado el 20 de julio de 2014, de file:///C:/Users/Alex/Desktop/manual_de_acustica_ruido_y_vibraciones.pdf
- Floría, P. M. (2007). *Gestión de la higiene industrial en la empresa* (Séptima ed.). Madrid, España: FUNDACIÓN CONFEMETAL.

- Gallo, N. (2003). Recuperado el 8 de Abril de 2014, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/830/6/03%20REC%2061%20TESIS.pdf>
- Garabito, J. (2007). *Copernico*. Recuperado el 24 de abril de 2013, de <http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/HYSI/PROTOCOLO%20DE%20RUIDO1.pdf>
- Garmín International, Inc. (octubre de 2010). *Garmín*. Recuperado el 20 de septiembre de 2014, de http://static.garmincdn.com/pumac/Oregon_x50_Series_OM_ES.pdf
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Carchi. (2011). *Tulcan online*. Recuperado el 29 de Septiembre de 2014, de <http://www.tulcanonline.com/index.php/quienes-somos.html>
- Google Earth. (2005). *Google Earth*. Recuperado el 03 de 07 de 2014, de <http://www.google.es/intl/es/earth/index.html>
- gtz Proyecto sectorial Servicio de Asesoría en Política de Transporte. (2006). *urbegestión*. Recuperado el 28 de julio de 2014, de http://urbegestion.com/images/Documentos/GTZ_2006_Ruido_Mitigacion.pdf
- Holdrige. (1982). Recuperado el 1 de Febrero de 2014, de <http://es.scribd.com/mobile/doc/49495294>
- ICB Editores. (2008). *Gestión y Evaluación Medioambiental*. Málaga: ICB.
- Ignacio Vázquez González, Y. O. (octubre de 2008). *Formación superior en Prevención de Riesgos Laborales 3.a ed.* (tercera ed.). (España, Ed.) Valladolid: LEX NOVA S.A.
- INAMHI. (agosto de 2014). OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS DE SUPERFICIE. *GESTION METEOROLÓGICA*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- INEC. (2010). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Recuperado el 01 de Mayo de 2014, de <http://www.inec.gob.ec/estadisticas/>
- Iribar, A. (2008). *Universidad de Deusto*. Recuperado el 29 de diciembre de 2013, de <http://paginaspersonales.deusto.es/airibar/Fonetica/Fonetica.html>

- ISO. (Junio de 2005). UNE-ISO 1996-1 Acústica; Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental;. *Parte 1: Magnitudes básicas y métodos de evaluación*. Madrid, ESPAÑA: AENOR.
- Madrid, S. d. (2012). *Ruido y Vibraciones*. Recuperado el 20 de julio de 2014, de <http://www.saludlaboralugtmadrid.org/Biblioteca%20Interna/Publicaciones/CUADERNILLO%20RUIDO%20LOW.pdf>
- Martínez, C. C. (2014). *Universidad Santo Tomas-Sistema de Objetivos Digitales de Aprendizaje*. Recuperado el 28 de julio de 2014, de <http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/eduvirtual/Libros/digitales/Desarrollosostenible/files/assets/downloads/publication.pdf>
- Ministerio Coordinador de la Política y Gobiernos Autónomos Descentralizados. (2010). *Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización*. Quito: Editorial Jurídica del Ecuador.
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (25 de julio de 2006). *Ecuador Forestal*. Recuperado el 29 de julio de 2014, de http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/05/TULAS_-1era_parte.pdf
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (agosto de 2012). *Reforma al Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente Libro VI, Título I del Sistema Único de Manejo Ambiental*. Recuperado el 2014, de [file:///C:/Documents%20and%20Settings/PC/Mis%20documentos/Downloads/libro%206%20-%20anexo5%20\(1\).pdf](file:///C:/Documents%20and%20Settings/PC/Mis%20documentos/Downloads/libro%206%20-%20anexo5%20(1).pdf)
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2012). *TULSMA, Libro VI De la Calidad Ambiental, Anexo 5*. Quito.
- Ministerio del Ambiente. (2002). *Guía Ambiental Rellenos Sanitarios*. Fitolito América Ltda.
- Ministerio del Ambiente. (2003). *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente*. Quito.
- Miraya, F. (01 de abril de 2003). *Facultad de ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura*. Recuperado el 29 de diciembre de 2013, de <http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/audio/psicoacu.pdf>
- Monroy, M. (13 de septiembre de 2006). *Manual del RUIDO -Manuales de diseño ICARO*. Las Palmas de Gran Canaria, Islas Canarias, España.

- Municipio de Chinandega. (2012). *Manejo integral de desechos sólidos urbanos y saneamiento ambiental*. Chinandega.
- Munuera Saura, G. (2008). *Técnicas Avanzadas de Medida en Intensimetría Acústica para la Caracterización de Materiales Aislantes*. Recuperado el 15 de Julio de 2014, de <http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/1206/1/gms.pdf>
- Munuera Saura, G. (2008). *Técnicas Avanzadas de Medida en Intensimetría Acústica para la Caracterización de Materiales Aislantes*. Recuperado el 18 de julio de 2014, de <http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/1206/1/gms.pdf>
- Muñoz-Repiso, J. M. (13 de mayo de 2013). *Dialnet*. Recuperado el 22 de diciembre de 2013, de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:NApERTPyTEMJ:dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4293906.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec>
- Navarra, U. P. (2014). *Herbario de la Universidad Pública de Navarra*. Recuperado el 18 de 09 de 2014, de <http://www.unavarra.es/herbario/htm/inicio.htm>
- Orea, G. (1994). *Fundamentos del Medio Físico*. Recuperado el 2 de Febrero de 2014, de <https://sites.google.com/site/fundamentosdelmediofisico/>
- Organización Hidrográfica Internacional. (2006). *Diccionario Hidrográfico Internacional* (Quinta ed., Vol. I). España.
- Organizacion Mundial de la Salud. (1999). GUÍAS PARA EL RUIDO URBANO. Ginebra , Suiza. Recuperado el 25 de octubre de 2013, de <http://ecuacoustics.com/docs/oms.pdf>
- Organizacion Mundial de la Salud. (s.f.). *ecuacoustics.com*. Recuperado el 25 de 10 de 2013, de <http://ecuacoustics.com/docs/oms.pdf>
- Parra, M. (2003). *Biblioteca Virtual EDP University of Puerto Rico*. Recuperado el 29 de julio de 2014, de <http://www.edpcollege.info/ebooks-pdf/ser009.pdf>
- Pérez, C. C. (2002). *Ruido, inmisiones y edificación*. Zaragoza, España: Editorial Reus s.a.

- Petrolífera. (2009). Recuperado el 15 de Febrero de 2014, de http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/dgaae/publicaciones/resumen/petroleum/CAPITULO3_3%29.pdf
- PNUMA. (2010). Quinto Programa Regional. Panamá, Panamá. Recuperado el 25 de 09 de 2014, de <http://200.46.218.164/gobernanza/PonenciasVPrograma.pdf#page=235>
- Pontificia Universidad Católica del Ecuador. (2011). *Plan de Desarrollo Territorial del cantón Tulcán 2011-2031*. Tulcán.
- Sánchez, M. A. (2009). *mestreacasa*. Recuperado el 02 de enero de 2014, de <http://rec.mestreacasa.gva.es/webzip/d884fdbf-3b67-4498-9d72-e5ee6139c506/Oscilaciones-ondas/Ondas/Ondas09.htm>
- Saura, G. M. (2008). *Técnicas Avanzadas de Medida en Intensimetría Acústica para la Caracterización de Materiales Aislantes*. Recuperado el 15 de julio de 2014, de <http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/1206/1/gms.pdf>
- Saura, G. M. (2008). *Universidad Politecnica de Cartagena*. Recuperado el 15 de Julio de 2014, de <http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/1206/1/gms.pdf>
- Secretaría de Territorio Habitat y Vivienda-MDMQ. (s.f.). Recuperado el 05 de 07 de 2014, de <http://sthv.quito.gob.ec/images/indicadores/Barrios/belisario.jpg>
- Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda - MDMQ. (2010). Recuperado el 05 de 07 de 2014, de http://sthv.quito.gob.ec/images/indicadores/Barrios/demografia_barrio10.htm
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2013). *Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017*. Quito.
- SEDESOL. (2011). *MANUAL PARA EL MANEJO DE BASURA EN LOCALIDADES*. México.
- STHV DMPPSEP. (2011). Mapa PUOS. *Plan de uso y ocupación del suelo*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Tapia Encina, R. A. (2004). *Metodología de Evaluación de la Dosis Diaria de Exposición a Ruido*. Recuperado el 10 de julio de 2014, de

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/bmfci172m/doc/bmfci172m.pdf>

Tapia Encina, R. A. (2004). *Metodología de Evaluación de la Dosis Diaria de Exposición a Ruido*. Recuperado el 10 de Julio de 2014, de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/bmfci172m/doc/bmfci172m.pdf>

Tapia Encina, R. A. (2004). *Metodología de la Evaluación de la Dosis Diaria de Exposición a Ruido*. Recuperado el 14 de Julio de 2014, de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/bmfci172m/doc/bmfci172m.pdf>

Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente. (2012). *Definiciones*. Quito.

Topografía. (2014). Recuperado el 25 de Enero de 2014, de <http://definicion.de/topografia/#ixzz2rY7bXkt>

Universidad de Coruña. (2012). *Geomorfología*. Recuperado el 1 de Febrero de 2014, de http://caminos.udc.es/info/asignaturas/grado_itop/113/pdfs/TEMA%209-1%20geomorfologia.pdf

Vásquez, E., & Gálvez, F. (s.f.). *Manual de Instrucción de limpieza de vías y áreas públicas*.

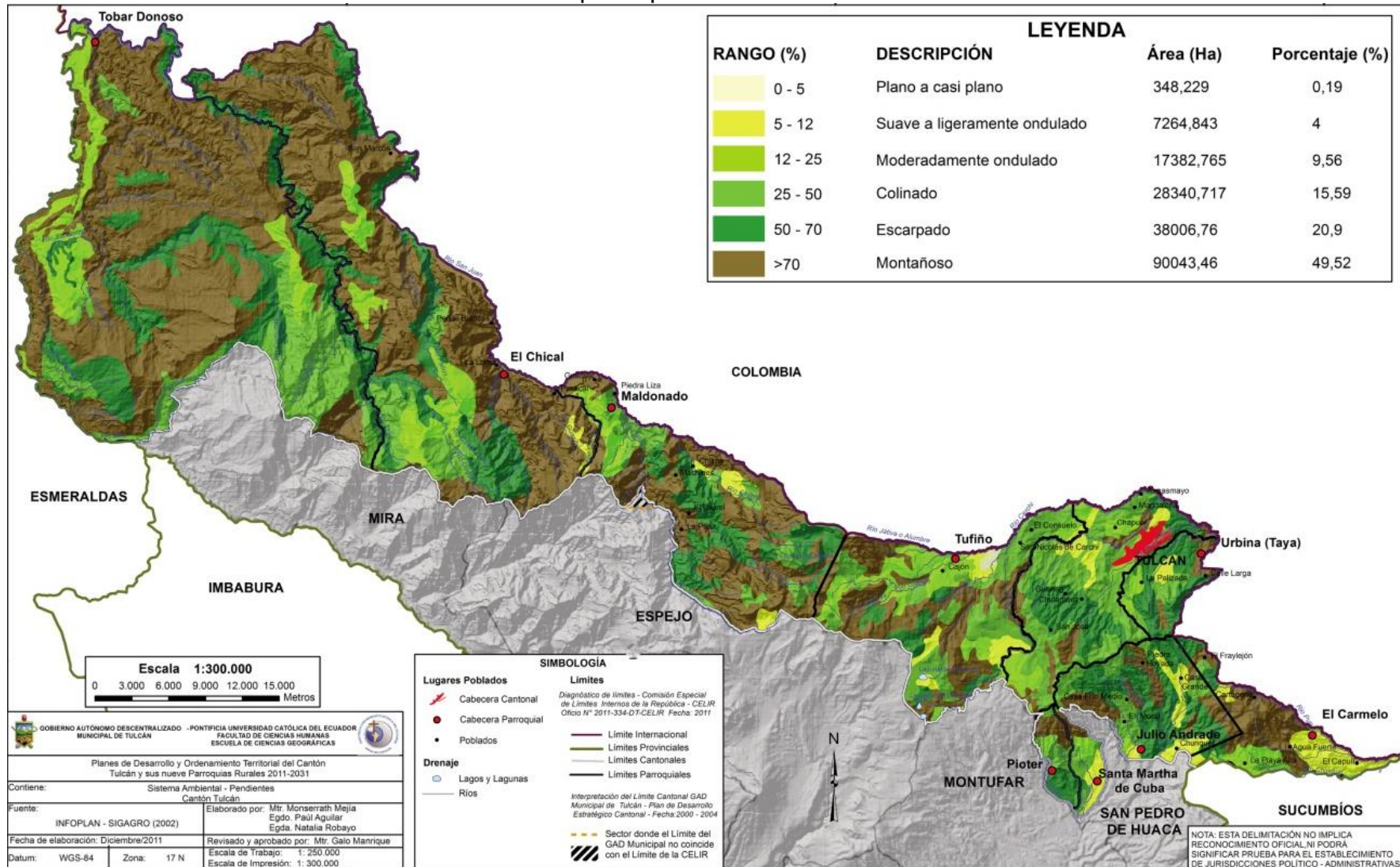
Veritas, B. (noviembre de 2008). *Manual para la formación en medio ambiente*. Valladolid, España: LEX NOVA S.A.

Villareal Olmedo, W. R. (2013). *Construcción y Validación de un Método Geoestadístico para la Elaboración de Mapas de Contaminación Acústica en Áreas Urbanas y su Aplicación a un Sector de Quito*. Recuperado el 14 de julio de 2014, de <file:///C:/Users/Alex/Desktop/CD-5505.pdf>

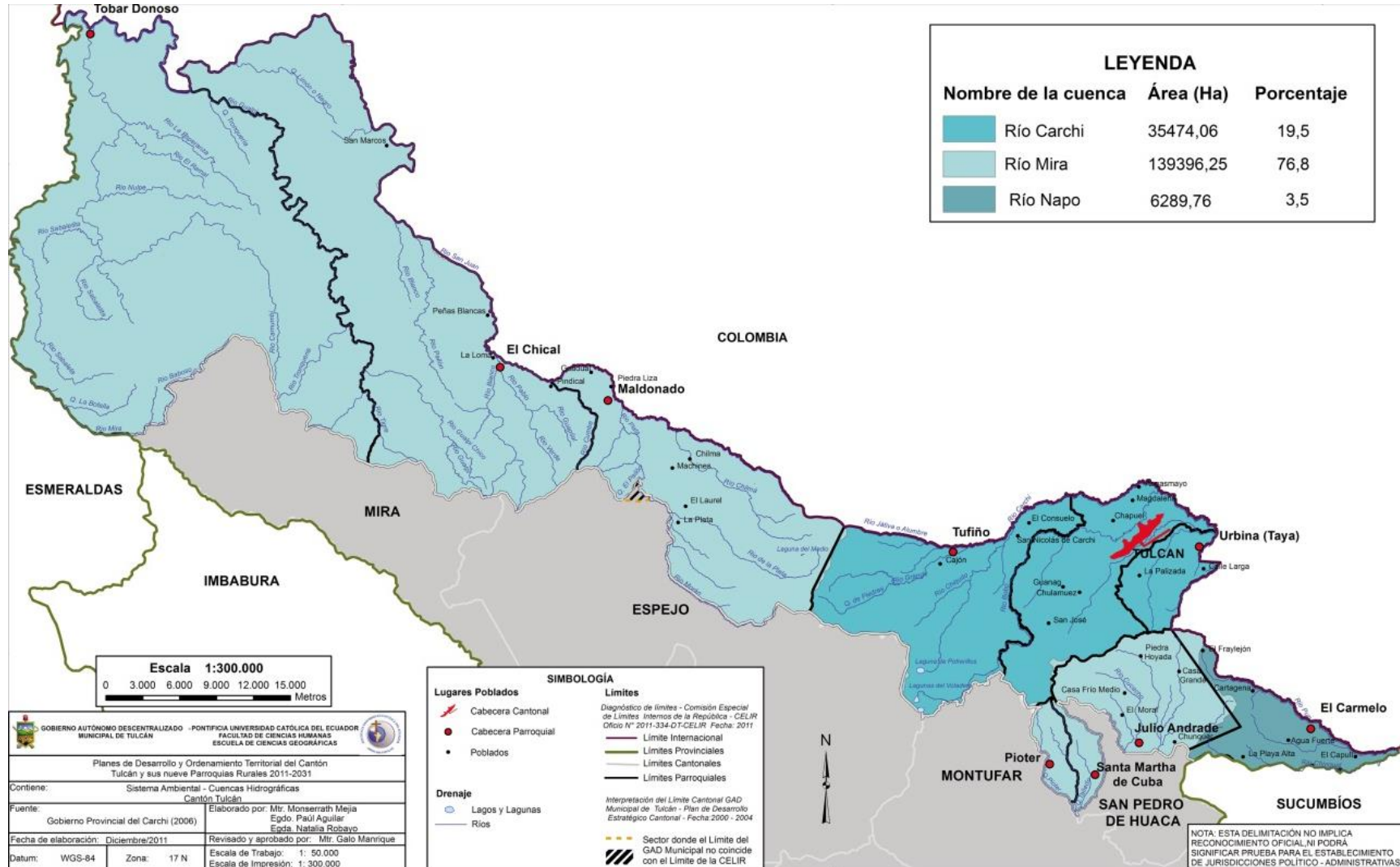
Zonneveld I.S. (1984). *Paisaje Tenerife*. Recuperado el 1 de Febrero de 2014, de <http://paisajetenerife.es/dossier-profesorado/concepto-de-paisaje>

ANEXOS

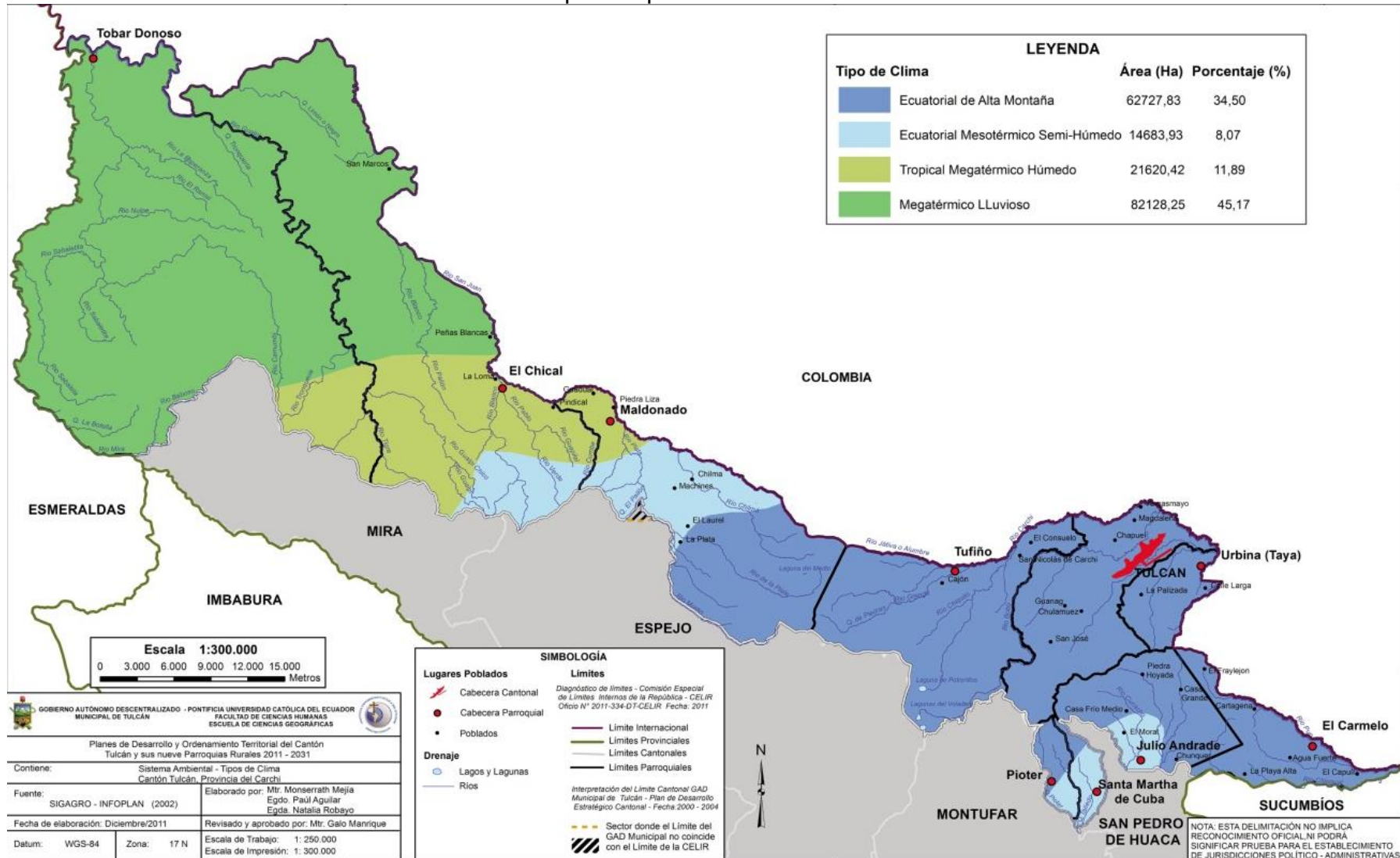
Anexo 1. Mapa de pendientes del cantón Tulcán



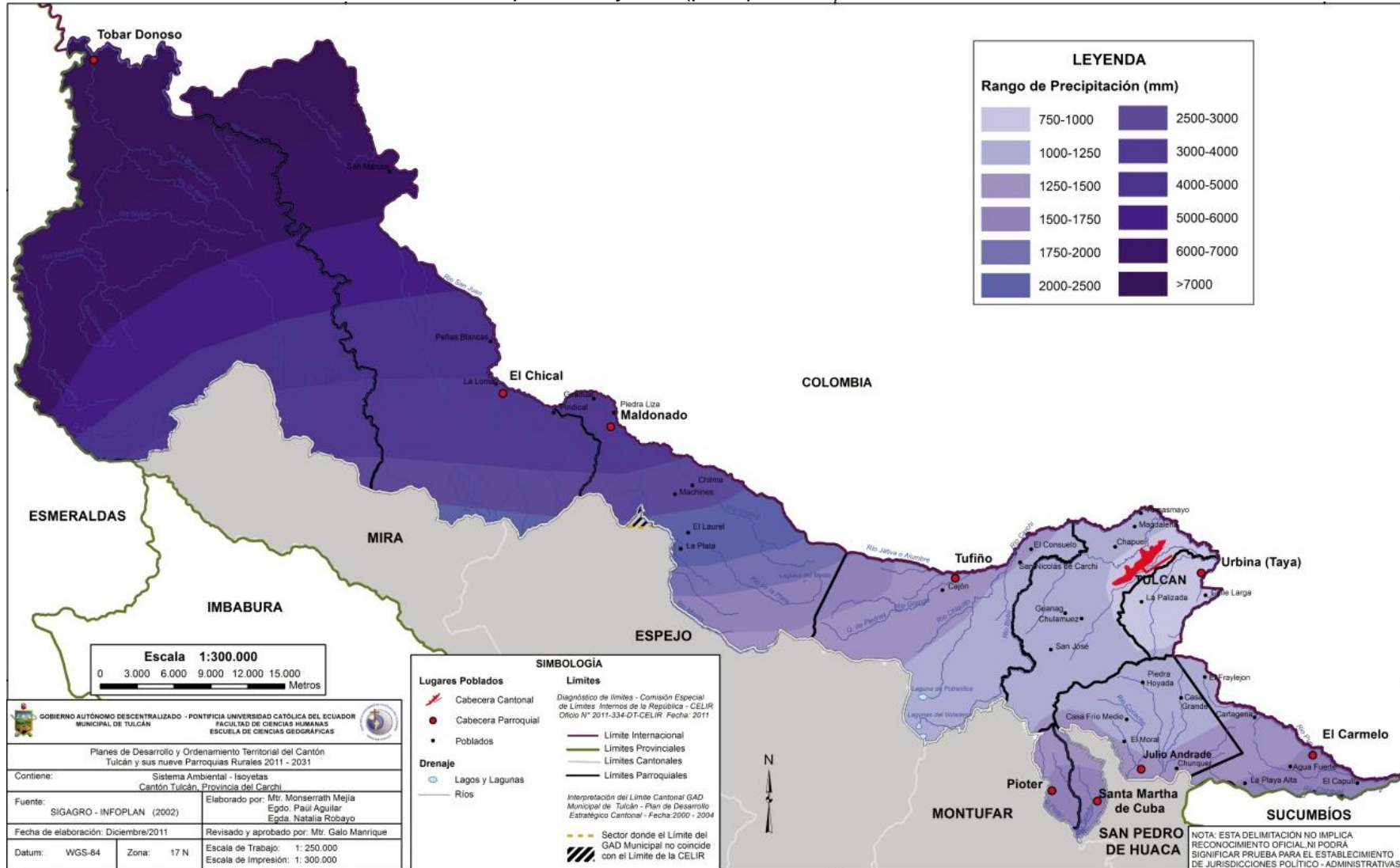
Anexo 2. Mapa de cuencas hidrográficas del cantón Tulcán



Anexo 3. Mapa de tipos de clima del cantón Tulcán



Anexo 4. Mapa de isoyetas (precipitación) del cantón Tulcán



Anexo 5. Formularios para levantamiento de información en gestión integral de residuos sólidos

FORMULARIO # 1 PERSONAL

PROVINCIA:	Carchi
CIUDAD:	Tulcán
FECHA:	2014-10-08
ENTREVISTADOR:	Daisy Méndez
ENTREVISTADO:	Ingeniero Miguel Montenegro

¿Qué personal trabaja en la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el cantón Tulcán?

Nombre del cargo en la estructura orgánica	Número Trabajadores
ADMINISTRACIÓN	
Jefe de aseo	1
Profesional y técnico operativo	3
Profesional ciencias administrativa	N/A
Promotor social	N/A
Secretarias	1
BARRIDO Y RECOLECCION	
Jefes	2
Supervisores	3
Choferes	8
Barrenderos	45
Otros	3
TRANSFERENCIA Y DISP. FINAL	
Jefe de disposición final	1
Operador tractorista	1
Operador otras máquinas	1
Ayudantes de los operadores	N/A
Basculista	N/A
Guardián	1
Peones	3

FORMULARIO # 2 ASPECTOS LEGALES Y DE GESTIÓN

PROVINCIA:	Carchi
CIUDAD:	Tulcán
FECHA:	2014-10-08
ENTREVISTADOR:	Daisy Méndez
ENTREVISTADOS:	Ingeniero Miguel Montenegro

2.1.- ¿El GAD Municipal de Tulcán ha emitido ordenanzas municipales relacionadas con el servicio de aseo?

Al momento el GAD cuenta con un borrador de Ordenanza específica para el manejo de residuos sólidos, la cual se encuentra en proceso de difusión en el cantón.

2.2.- ¿Existen disposiciones legales Provinciales al respecto al servicio de aseo?

SI NO

2.3.- ¿Existe alguna dependencia provincial responsable de Aseo?

SI NO

2.4.- ¿Existen contratos por la prestación de servicios de aseo?

Existe un convenio entre el GAD Municipal de Tulcán y la empresa gestora de desechos peligrosos OXIVIDA, con el objeto de que la empresa se encargue de la recolección de aceites en el cantón.

2.5.- ¿Existen planes, estudios y programas sobre residuos sólidos en el cantón Tulcán?

- Informes de los años 2011 y 2013, de caracterización de residuos sólidos.
- Informes de capacitación de la campaña "Mi Limpio Tulcán".

FORMULARIO # 3 BARRIDO Y LIMPIEZA DE CALLES

PROVINCIA:	Carchi
CIUDAD:	Tulcán
FECHA:	2014-10-08
ENTREVISTADOR:	Daisy Méndez
ENTREVISTADOS:	Ingeniero Wilson Prado

3.1.- ¿Cuál es la longitud total de calles de la localidad?

441.8km

3.2.- ¿Existe un plan municipal de pavimentación?

SI

3.3.- ¿Cuál es la cobertura actual en porcentaje de calles pavimentadas con servicio de barrido?

90 %

3.4.- ¿Cuántos barrenderos, supervisores, choferes y otro personal se encuentra asignado a la Unidad de Barrido?

ITEM	CANTIDAD
Barrenderos	26
Choferes	8
Supervisores	3
Otros	1 Coordinador

3.5.- ¿Cuál es el equipo usado anualmente por el barrendero?

ITEM	CANTIDAD ANUAL
Uniforme completo	1
Carritos	1
Casco	1
Botas	2
Faja	1
Guantes	20
Escobas	12
Recogedor	12
Pala	1
Otros explicar	2 Overol

3.6.- ¿Cuál es el método de barrido utilizado en el cantón Tulcán?

Para el barrido se realiza una inspección por cada cuadra, se realiza el barrido de un lado de la acera a la ida, y de retorno el barrido del otro lado. También se realiza el deshierbe de calzada

3.7.- ¿En las zonas de alto tránsito peatonal, hay papeleras en las esquinas en número suficiente?

SI

NO

3.8.- ¿Cuántas papeleras adicionales serían necesarias para tener un buen servicio?

300

3.9.- ¿Cuánta basura en toneladas semanales o diarias, se estima que produce de basura de barrido?

1624.12 Ton/día

3.10.- ¿Qué otros servicios especiales hace la unidad de barrido?

- Limpieza de mercados
- Lavado de calles (lugares específicos)

3.11.- ¿Hay una tarifa o tasa especial por barrido según los metros de frente de la propiedad?

SI

NO

FORMULARIO # 4 RECOLECCIÓN

PROVINCIA:	Carchi
CIUDAD:	Tulcán
FECHA:	2014-10-08
ENTREVISTADOR:	Daisy Méndez
ENTREVISTADO (jefe de aseo y responsable de recolección):	Ingeniero Porfirio Eche

4.1.- ¿Con qué equipo de vehículos cuenta el GAD Municipal para la Gestión Integral de Residuos Sólidos?

NUM	CLASE	CÓDIGO	MARCA	MODELO	AÑO	ESTADO
1	Camión	05.01.08	Chevrolet	Nqr	2008	Malo
2	Recolector	05.01.09	Chevrolet	Kodiak	2002	Malo
3	Recolector	05.01.10	Chevrolet	Kodiak	2002	Malo
4	Recolector	05.01.13	Internacional	4300	2009	Regular
5	Recolector	05.01.14	Internacional	4300	2009	Regular
6	Volqueta	05.01.23	Volkswagen	17-220	2010	Bueno
7	Recolector	05.01.24	Volkswagen	18-250	2010	Bueno

4.2.- ¿Para la recolección de desechos sólidos, se alquila camiones a largo plazo?

No se alquila camiones

4.3.- ¿Para la recolección de desechos sólidos, se alquila camiones a largo plazo para cubrir camiones municipales en mantenimiento?

No se alquila camiones

4.4.- ¿Cuál es la dotación diaria de combustible por recolector?

10 gal/día

4.5.- ¿Cuál es la dotación anual de llantas por recolector?

6 unidades/año

4.6.- ¿Cuál es la cobertura estimada en porcentaje en la zona urbana?

95 %

4.7.- ¿Cuántos camiones adicionales estima que le serían necesarios para dar un buen servicio y cubrir totalmente el área urbana?

3 vehículos

4.8.- ¿Hay poblaciones en la periferia del núcleo urbano a las que se les proporciona el servicio?

20000 Hab.

3 recolectores

4.9.- ¿Existen en la ciudad segregadores o minadores que rebusquen en la basura que se deja en la calle para su recolección?

Número: 30

Niños: 0

FORMULARIO # 5 TRANSPORTE O TRANSFERENCIA

PROVINCIA:	Carchi
CIUDAD:	Tulcán
FECHA:	2014-10-08
ENTREVISTADOR:	Daisy Méndez
ENTREVISTADO (jefe de aseo y responsable de recolección):	Ingeniero Porfirio Eche

5.1.- ¿Cuál es la distancia y el tiempo promedio de ida y vuelta al sitio de disposición final?

SECTORES	COBERTURA	DISTANCIA RECORRIDA PROMEDIO	PROMEDIO TON./DIA	TOTAL MES
Sector 1	Barrios, ciudadelas y vías ubicadas desde la Avda. Argentina hasta el sector de Rumichaca	45 km	7,004	210,12
Sector 2	Barrios, ciudadelas y vías ubicadas desde la Avda. Argentina hasta la calle Venezuela	45 km	8,403	252,09
Sector 3	Barrios, ciudadelas y vías ubicadas desde la Avda. Argentina hasta la calle Venezuela	39 Km	8.3	249
Sector 4	Barrios, ciudadelas y vías ubicadas desde la calle Venezuela Hasta la avda. Universitaria	47,8 Km	9,410	282,30
Sector 5	Barrios, ciudadelas y vías ubicadas desde la Avda. Universitaria hasta el sector de los Cuaces.	50Km	9,155	274,65
Sector 6	Parroquias de Julio Andrade, Santa Martha, Pioter, San Luis, El Carmelo, Tufiño	90 Km	7,332	219,96
Recolección Diferenciada	El Bosque, Pílanqui, Cda 19 de Noviembre, barrio Norte de Julio Andrade	50 Km	1,5x24	36
Barrios de recolección con volquete	Maria Magdalena	20 Km	1	4
	Tetés	25 Km	0,8	3,2
	El Frailejón	30 Km	0,4	1.6
TOTAL		441,8 Km	52,194 Ton. Día	1624.12 ton/mes

5.2.- ¿Se considera necesaria una estación de transferencia al sitio de disposición nuevo o existente?

SI

NO

FORMULARIO # 6 TRATAMIENTO, RECICLAJE Y COMPOSTAJE

PROVINCIA:	Carchi
CIUDAD:	Tulcán
FECHA:	2014-10-08
ENTREVISTADOR:	Daisy Méndez
ENTREVISTADO (jefe de aseo y responsable del programa si lo hay):	Ingeniero Miguel Montenegro

6.1.- ¿Existe un mercado local o compradores que pasan periódicamente comprando los materiales reciclables de la basura?

Existen tres micro empresas recicladoras, las cuales almacenan materiales como papel, cartón, vidrio y plástico.

6.2.- ¿Se tiene estimado un número de minadores en la calle y en el sitio de disposición final?

Calle: 30

Disp. Final: 0

6.3.- ¿Existe alguna iniciativa para la elaboración de compost?

Actualmente el GAD Municipal de Tulcán, se encuentra realizado compost a partir de los residuos orgánicos, con un tiempo de elaboración de 45 días; posteriormente el compost es utilizado como abono en parques y jardines.

6.4.- ¿Existen microempresas de reciclaje?

Existen tres empresas de reciclaje:

- Mundoverde
- Reciplan
- Materiales Ferrosos

6.5.- ¿Existen en los alrededores de la ciudad productores de cultivos finos (hortalizas, hongos, floricultura, cultivos orgánicos, etc.) que pudieran estar interesados en comprar compost o lombricompost?

SI

NO

6.6.- ¿El Municipio está interesado en fabricar compost para sus propios parques y jardines?

SI

NO

6.7.- ¿El Municipio estaría interesado en establecer un programa piloto de reciclaje o compost, más como un programa de tipo social, ecológico y de participación comunitaria, sobre todo de los niños y jóvenes?

El GAD Municipal de Tulcán no presenta interés en realizar este tipo de proyectos.

Anexo 6. Formulario de evaluación de sitios de disposición final

FORMULARIO DE EVALUACION DE SITIOS DE DISPOSICION FINAL	
1. DATOS GENERALES	
FECHA:	08/10/2014
LEVANTADO POR:	Daisy Méndez Bravo
DATOS DE LA PERSONA DEL MUNICIPIO QUE APOYO EN LLENAR EL FORMULARIO	
NOMBRE	Lic. Edwin Rosero
CARGO/PUESTO	Técnico Ambiental de la Unidad de Residuos Sólidos del GAD Municipal de Tulcán
DIRECCION	cantón Tulcán, sector La Palizada
TELEFONO	062980400 / 062984777
E-MAIL	municipiodetulcan@gmail.com
2. UBICACIÓN	
CANTON:	Tulcán
PARROQUIA:	Urbina
LOCALIDAD:	La Palizada
DISTANCIA DEL CANTÓN (KM):	3km

TIPO DE VIA DE ACCESO A LA DISPOSICION FINAL:		ASFALTADO: X	LASTRADO:	TIERRA: X / MIXTA
¿El sitio de disposición final se ubica en una distancia inferior de 500 m respecto a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, lagos y lagunas?		SI	NO	
				X
CUERPOS HÍDRICOS EN UN RADIO DE 500 M				
¿El sitio está ubicado a una distancia menor de 13 kilómetros de la(s) pista(s) de un aeródromo de servicio público o aeropuerto?		SI	NO	
				X
¿El sitio está ubicado en un área natural protegida?		SI	NO	
				X
¿Cuál es la distancia del sitio de disposición final a localidades(existentes y contempladas en el plan de desarrollo) mayores a 2500 habitantes?(en m)		3 Km		
¿El sitio de disposición final se ubicó en zona(s) de: marismas, manglares, pantanos, humedales, estuarios, planicies, aluviales, fluviales, recarga de acuíferos, arqueológicas, cavernas, fracturas o fallas geológicas?		SI	NO	
				X
En caso afirmativo, ¿de qué?				
¿El sitio de disposición final se ubica dentro o fuera de zonas de inundación con periodos de retorno de 100 años?		DENTRO	FUERA	
				X
¿El sitio de disposición final se ubica fuera de las restricciones marcadas por la norma respecto a pozos de extracción de agua en operación y abandonados?*		SI	NO	
3. INFORMACION GENERAL DEL ACTUAL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL				
NOMBRE DEL LUGAR	Relleno Sanitario La Palizada			

¿En qué año se empezó la disposición final?		En marzo de 1998	
EL SITIO DE DISPOSICION FINAL ES: Relleno Sanitario controlado			
MUNICIPAL :		CONCESIONADO:	
PRIVADO:	RENTADO:	PRESTADO:	COMODATO:
NÚMERO DE PERSONAS QUE TRABAJAN EN EL BOTADERO:		8	
HORARIO DE PERMANENCIA DE LOS TRABAJADORES:		7am a 30m	
ALTITUD (MSNM):		3048 m.s.n.m.	
CLIMA	CÁLIDO-SECO(0-500msnm):		
	CÁLIDO-HÚMEDO (0-500 msnm):		
	SUBTROPICAL (500-2300 msnm):		
	TEMPLADO(MAS DE 2300msnm):		X
TIPO DE SUELO		ARCILLOSO	X
		ARENOSO	
		FRANCOSO	
		ROCOSO	
		SATURADO	
		OTRO(ESPECIFIQUE):	
PENDIENTE DEL SUELO		TIPO DE PENDIENTE	SUPERFICIE (Ha):
		LLANO (Pendiente menor al 30%)	
		ONDULADO (Pendiente mayores al 30%)	X

		MONTAÑOSO (Terreno quebrado)	
CALIDAD DEL SUELO		FÉRTIL	X
		SEMI FÉRTIL	
		EROSIONADO	
PERMEABILIDAD DEL SUELO	PERMEABLE	El agua se infiltra fácilmente	
	SEMIPERMEABLE	El agua permanece algunas horas después de ha llovido	X
	IMPERMEABLE	El agua permanece por días y existen aguas estancadas	
CONDICIONES DE DRENAJE	MUY BUENA	El agua no se estanca	X
	BUENA	Cuando llueve el agua se estanca por unas horas	
	MALA	El agua se estanca incluso en época cuando no llueve	
ABASTECIMIENTO DE AGUA EN EL PREDIO		AGUA POTABLE	
		CUERPO DE AGUAS SUPERFICIALES	
		CONEXIÓN DOMICILIARA	

	AGUA LLUVIA	
	GRIFO PÚBLICO	
	TANQUERO	X
	POZO PROFUNDO	
EVACUACIÓN DE AGUAS SERVIDAS DEL PREDIO	ALCANTARRILLADO	
	FOSA SÉPTICA	X
	LETRINA	
	CUERPO DE AGUAS SUPERFICIALES	
	NINGUNO	
ELECTRIFICACIÓN	RED PÚBLICA	X
	PLANTA ELECTRICA	
	OTRO(ESPECIFIQUE):	
CARACTERIZACIÓN DE MEDIO BIÓTICO	ESPECIES DE FLORA EXISTENTE EN EL PREDIO (FOTOS)	
4. ASPECTOS TECNICOS		
4.1. GENERALES		
AREA DEL TERRENO (Ha):		9 ha
AREA OCUPADA POR EL BOTADERO (Ha):		7 ha
¿Cuál es la cantidad diaria que el municipio deposita en el sitio de disposición final?		52 ton
¿Cuál es el volumen estimado disponible remanente?(en metros cúbicos)		12000 m3
¿Cuál es la vida útil estimada?		1 año

¿El sitio de disposición final cuenta con estudios de línea base?		SI	NO
		X	
El sitio de disposición final ¿cuenta con una evaluación o manifestación de impacto ambiental?		SI	NO
		X	
¿El sitio de disposición final tiene alguna barrera de impermeabilización?		SI	NO
			X
¿Existe un área de emergencia?		SI	NO
		X	
4.2 ESTUDIOS Y ANÁLISIS PREVIOS REALIZADOS PARA LA SELECCIÓN DEL SITIO			
ESTUDIOS Y ANALISIS		SI	NO
Geológico y Geo hidrológico Regionales		X	
Evaluación Geológica y Geo hidrológica		X	
Hidrológico		X	
Topográfico		X	
Geotécnico		X	
Generación y composición de los RSU y de manejo especial		X	
Generación de biogás		X	
Generación de lixiviado		X	
4.3 TIPO DE RESIDUOS QUE LLEGAN			
DOMICILIARIOS:	98%	COMERCIALES	
INDUSTRIALES:	2%	PELIGROSOS:	

EXISTE CELDA DE PELIGROSOS:		SI: X	NO:	
Otros-indicar				
4.4 MANEJO ESCORRENTIA				
¿Existe un sistema de drenaje pluvial para el desvío de escurrimientos pluviales y el desalojo del agua lluvia?		SI	NO	
		X		
AREA DE APORTACION:		800 mm de lluvia al año		
TIPO CAPTACION CONDUCCION	MATERIAL	LONGITUD	DIMENSIONES	
TUBERIA				
CUNETAS X	Tierra X	40 x 50 cm		
ESTRUCTURA ESPECIALES:				
ESTADO DE ESTRUCTURAS	BUENO			
4.5 MANEJO DE LIXIVIADOS				
CAUDAL PROMEDIO ANUAL (L/S):				
CAPTACION LIXIVIADOS				
CUNETAS: X	DREN: X		OTRO:	
TRATAMIENTO	TIPO			
Piscinas	X			
Reactor Biológico	X			
Tratamiento con bacterias	X			

NIVEL FREATICO BAJO LA BASE DEL BOTADERO O RELLENO (M)			
VERANO:	12 m	INVIERNO:	12 m
CUERPO RECEPTOR DE LIXIVIADOS			
NOMBRE:	Piscinas de lixiviados		3
4.6. MANEJO DE BIOGAS			
EXISTENCIA DE CHIMENEAS			
SI(No.):	X	NO	
MATERIALES DE CHIMENEAS			
TUBO PVC:	TUBO HIERRO:	SOLO PIEDRA: X	
ESTADO			
BUENO: X	REGULAR:	MALO:	
INCINERACION DE GASES	SI:	X	NO:
ESCAPE DE GASES POR DIFERENTES PUNTOS DEL BOTADERO:	SI(No.):	X	NO:
4.7. ESTABILIDAD DEL BOTADERO			
TALUDES DEL BOTADERO			
< 1/3:	1/2 -1/3: X	1/1 - 1/2:	> 1/1:
EXISTEN FISURAS EN LOS TALUDES DEL BOTADERO			
SI(No.):		NO:	X
EXISTE EROSION HIDRICA EN LOS TALUDES DEL BOTADERO			

SI(No.):		NO:	X	
RIESGO DE DESLIZAMIENTO ZONA ALEDAÑAS:	SI:		NO:	X
5. INFRAESTRUCTURA				
¿ El sitio de disposición final cuenta con las infraestructuras necesarias conforme su tipo?				
INFRAESTRUCTURA			SI	NO
CAMINOS DE ACCESO			X	
CAMINOS INTERIORES			X	
CERCA PERIMETRAL			X	
CASETA DE VIGILANCIA Y CONTROL DE ACCESO			X	
BÁSCULA				X
AGUA POTABLE, ELECTRICIDAD Y DRENAJE				X
VESTIDORES Y SERVICIOS SANITARIOS			X	
FRANJA DE AMORTIGUAMIENTO (MINIMO 10 METROS)				X
OFICINAS			X	
SERVICIO MEDICO Y SEGURIDAD PERSONAL				X

Anexo 7. Certificado de validación de formularios de levantamiento de información en gestión integral de residuos sólidos



Quito, D.M., 13 de marzo de 2015

CERTIFICADO

Por el presente certifico que la Dirección Nacional de Prevención de la Contaminación Ambiental, ha validado los siguientes formularios, utilizados por la Señorita Daisy Alexandra Méndez Bravo para la realización de su trabajo de titulación "Diseño de un Plan de Cierre Técnico del Relleno Sanitario de la Ciudad de Tulcán":

- Formulario para el levantamiento de información en gestión integral de residuos sólidos
- Formulario de aspectos legales y de gestión
- Formulario de barrido y limpieza de calles
- Formulario de recolección
- Formulario de transporte o transferencia
- Formulario de tratamiento, reciclaje y compostaje
- Formulario de evaluación de sitios de disposición final

Ing. Raúl Rodríguez Páramo
DIRECTOR NACIONAL DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL



PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

Calle Madrid 1159 y Andalucía
Quito - Ecuador
Código Postal: 170109
Teléfonos: (593 2) 3 987600
www.ambiente.gob.ec

1/1

