

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TITULO DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TÍTULO DEL PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA CELDA EMERGENTE PARA LA
DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS NO
PELIGROSOS EN EL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA**

AUTOR:

VARGAS ARANDA JORGE ALBERTO

TUTOR:

MSc. RUBEN LEDESMA

PUYO-PASTAZA-ECUADOR

AÑO 2018

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

.....
Dr. Ricardo Abril. Ph.D.
Presidente

.....
MSc. Karel Diéguez
Miembro

.....
Dr. Renier Abreu Ph. D.
Miembro

AVAL

Quien suscribe MSc. Ledesma Acosta Rubén Darío, docente de la Universidad Estatal Amazónica avaliza el proyecto de investigación:

Título: “DISEÑO DE UNA CELDA EMERGENTE PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS EN EL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA.”.

Autor: Vargas Aranda Jorge Alberto

Certifico haber acompañado el proceso de elaboración del Proyecto de Investigación y considero cumple los lineamientos y orientaciones establecidas en la normativa vigente de la institución.

Por lo antes expuesto se avala el Proyecto de Investigación para que sea presentado ante la coordinación de la carrera de Ingeniería Ambiental como forma de Titulación como Ingeniero en Ambiental y que dicha instancia considere el mismo a fin de que tramite lo que corresponda.

Para que así conste, firmo a los 02 días del mes de marzo del 2018

Atentamente.

MSc. Ledesma Acosta Rubén Darío

DECLARACIÓN DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Yo, Vargas Aranda Jorge Alberto con numero de cedula 1600600447 declaro que el presente proyecto sobre el tema **“DISEÑO DE UNA CELDA EMERGENTE PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS EN EL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA.”** previo a la obtención del Título de Ingeniero ambiental, es auténtica y original y que los derechos de Autores le Corresponde a la Universidad Estatal Amazónica “UEA”.

Vargas Aranda Jorge Alberto

CI 1600600447

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

CERTIFICO:

Certifico que el presente proyecto investigación y desarrollo sobre el tema de **“DISEÑO DE UNA CELDA EMERGENTE PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS EN EL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA .”**, previo a la obtención del título de ingeniero (a) Ambiental ha sido desarrollado por el Sr. Vargas Aranda Jorge Alberto, bajo mi tutoría y dirección, cumpliendo con todos los requisitos y disponibilidades legales establecidos por la Universidad Estatal Amazónica “UEA”, por lo que autorizo su presentación.

MSc. Ledesma Acosta Rubén Darío.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

AGRADECIMIENTO.

Al culminar este trabajo de investigación quiero expresar mis más sentidos agradecimientos al Gobierno Autónomo Descentralizado Baños de Agua Santa por la apertura brindada para la elaboración del presente proyecto a los Ingenieros, Carlos León Loza y Juan Carlos Caiza por el valiosos aporte pues por medio de sus conocimientos, consejos y experiencia en el campo laboral lograron incentivar me sirviéndome como guía motivacional para seguir preparándome y poder culminar las metas propuestas en el proyecto.

Finalmente agradezco al MSc. Rubén Ledesma quien desde el primer momento de tutoría mostro su gran apertura con el presente trabajo.

DEDICATORIA.

El presente trabajo va dedicado en primer lugar a Dios ya que sin su benevolencia nada de esto fuera posible.

A mis padres, Rubén y Nancy quienes se esforzaron e hicieron grandes sacrificios para que yo cumpla mis metas.

A mis queridos hermanos, hermanas, Primos, Tíos y demás familiares que de alguna forma u otra siempre estuvieron ahí cuando más los necesitaba.

Finalmente, este trabajo se lo de dedico a mis dos amores Allisson y Gabriela quienes son mi motor para seguir adelante gracias por todo el cariño incondicional y por demostrarme que a pesar de las adversidades juntos nada nos podrá detener
las Amo.

RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES

El presente trabajo tiene como finalidad implementar una solución a los problemas ambientales generados por el vertedero a cielo abierto en el cantón Baños de Agua Santa. Mediante el diseño de una celda emergente que cumpla con las características técnicas establecidas en las normativas del país como, sistema de evacuación de gas metano, drenes para la evacuación de lixiviados, impermeabilización del suelo con geomembrana, para lo cual se realizó un breve diagnóstico del lugar, donde se detallan los aspectos ambientales y criterios de construcción. Se procedió a diseñar la celda emergente en base al área disponible del municipio y estudios similares, la celda emergente diseñada cuenta con las siguientes dimensiones; longitud 40m, ancho 20m, altura 5m, área 1.400 m², volumen 4.620m³, recubierta por geomembrana de polietileno, la pendiente de caída del sistema de captación de lixiviados es del 3% y 2% con tubería corrugada de 400 y 200mm, ángulo de 45° con distancias de 12m formando una espina de pescado, para el sistema de evacuación de gases se diseñaron 3 chimeneas las cuales están ubicadas en la parte superior de las cajas de conexión de tubería. También se diseñó la capa de cobertura final una vez tenga que realizarse el respectivo cierre técnico de la celda, demostrando de esta forma que el presente proyecto tras su implementación mitigara los impactos ambientales generados por el vertedero logrando de esta forma que la disposición final de los residuos sólidos del cantón se realicen de manera técnica y ambientalmente responsable.

Palabras clave: Celda emergente, vertedero a cielo abierto, Lixiviado, Chimeneas.

ABSTRACT AND KEYWORDS

The purpose of this work is to implement a solution to the environmental problems generated by the open-air dump in the municipality of Baños de Agua Santa. Through the design of an emerging cell that meets the technical characteristics established in the country's regulations, such as a methane gas evacuation system, drains for the evacuation of leachates, soil waterproofing with geomembrane, for which a brief diagnosis was made of the place, where the environmental aspects and construction criteria are detailed. We proceeded to design the emerging cell based on the available area of the municipality and similar studies, the emerging cell designed has the following characteristics; length 40m, width 20m, height 5m, area 1400 m², volume 4620m³, covered by polyethylene geomembrane, the drop slope of the leachate collection system is 3% and 2% with corrugated pipe of 400 and 200mm, angle of 45 ° With distances of 12m forming a fishbone, for the gas evacuation system 3 chimneys were designed which are located in the upper part of the pipe connection boxes. The final cover layer was also designed once the respective technical closure of the cell had to be carried out, demonstrating in this way that the present project after its implementation mitigated the environmental impacts generated by the landfill, thus achieving the final disposition of the Solid waste from the canton is carried out in a technically and environmentally responsible manner.

Keywords: Emerging cell, open air dump, Leachate, Chimneys

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.....	14
1.1. Introducción	14
1.2. Problema.....	15
1.3. Hipótesis de la investigación.....	15
1.4. Objetivos	15
1.4.1. Objetivo general	15
1.4.2. Objetivos específicos	15
CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN ...	16
2.1 Antecedentes	16
2.2. Marco legal	16
2.3 Conceptos y definiciones	17
2.3.1. Botadero o vertedero a cielo abierto	17
2.3.2. Residuos	18
2.3.3. Desechos	18
2.3.4. Celda emergente	18
2.3.5. Sistema de captación y evacuación	18
2.3.5.1. Lixiviado.....	18
2.3.5.2. Drenaje de gases.....	18
2.3.6. Geo membrana	19
2.3.7 Celda diaria.....	19
2.3.8. Suelo.....	19
2.3.9. Permeabilidad del suelo.....	19
2.3.10. Material de cobertura.....	19
2.3.11. Condiciones Climatológicas.....	19
2.3.12. Aspectos Demográficos	19
2.3.12.1. Población.....	19
2.3.12.2. Proyección de la población.....	20
2.3.12.3. Aspectos Generales de los Desechos Sólidos.....	20
2.3.12.4. Producción per cápita.....	20
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	21
3.1. Localización.....	21
3.2 Tipo de investigación	23
3.3 Métodos de investigación.....	23
3.4. Diseño de la investigación.....	23

3.5. Tratamiento de los datos.....	24
3.6. Recursos humanos y materiales	24
3.6.1. Recursos Humanos	24
3.6.2. Recursos Materiales.....	25
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1 Resultados.....	26
4.1.1 Resultado Flora.....	26
4.1.2 Resultado Fauna	26
4.2. Diagnóstico del vertedero	28
4.2.1. Áreas de servicio	29
4.2.2. Drenaje Pluvial	29
4.2.3. Sitios de descarga.....	29
4.2.4. Manejo del biogás	30
4.2.5. Manejo de los lixiviados.....	30
4.2.6. Vías de acceso al vertedero	30
4.3 Criterios para el diseño de la celda emergente	31
4.3.1 Características demográficas de la zona de estudio.....	31
4.3.2 Población por área, según parroquia de empadronamiento del cantón Baños de Agua Santa.	31
4.3.3 Población Económicamente Activa, Población Económicamente Inactiva.....	32
4.3.4 Proyección Poblacional del cantón Baños	33
4.3.4 Hidrología	35
4.3.4.1 Afloramientos o fuentes de agua cercana	35
4.3.5 Condiciones climáticas.....	36
4.3.5.1 Temperatura	36
4.3.5.2 Precipitaciones	37
4.3.6 Geología	38
4.3.7 Geomorfología	39
4.3.8 Aspectos Ambientales	40
4.3.9 Proceso de diseño	41
4.3.9.7 Producción per cápita	45
4.4. Diseño definitivo de la celda emergente para disponer los desechos sólidos recolectados en el cantón Baños de Agua Santa.	45
4.4.1. Ubicación del predio	45
4.4.2. Levantamiento topográfico.....	45
4.4.3. Diseño de la celda tipo diaria.....	45

4.4.4 Excavación y conformación de taludes.	48
4.4.5 Trazado y excavación de la Espina de Pescado.....	49
4.4.6 Impermeabilización del suelo de soporte de las celdas emergentes.....	50
4.4.8 Sistema de manejo de lixiviados.....	52
4.4.8.1. Sistema de drenes de recolección de lixiviados.....	52
4.4.8.2 Sistema de ductos para la evacuación del biogás.....	55
4.4.9. Cobertura final de la celda emergente.....	58
4.4.9.1 Manejo y control de la erosión y sedimentación.....	58
4.4.9.2 Vida útil de la celda emergente.....	61
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
5.1 Conclusiones.....	63
5.2 Recomendaciones.....	63
CAPITULO VI BIBLIOGRAFIA.....	64

INDICE DE TABLAS, ILUSTRACIONES Y GRÁFICOS

TABLAS

TABLA 1. COORDENADAS DEL ACTUAL VERTEDERO WGS 84.....	21
TABLA 2. LISTA DE FLORA DETERMINADA EN EL PREDIO DE IMPLANTACIÓN DEL VERTEDERO.....	26
TABLA 3. LISTADO DE AVES REPRESENTATIVAS DE LA ZONA.....	27
TABLA 4. POBLACIÓN SEGÚN SU CONDICIÓN DE ACTIVIDAD.....	32
TABLA 5. PROYECCIÓN POBLACIONAL DEL CANTÓN BAÑOS.....	34
TABLA 6. VALORES DE LA TEMPERATURA MEDIA MENSUAL DEL CANTÓN BAÑOS.....	36
TABLA 7. RESUMEN DE PRECIPITACIÓN DE UN PERÍODO DE 10 AÑOS.....	37
TABLA 8. RESUMEN DE CÁLCULO DE COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	42
TABLA 9. PROYECCIÓN POBLACIONAL DEL CANTÓN BAÑOS.....	44
TABLA 10. PRODUCCIÓN PERCÁPITA EN EL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA.....	45
TABLA 11. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE GEOMEMBRANA.....	51
TABLA 12. PRESUPUESTO DE LA CELDA EMERGENTE.....	61

ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. UBICACIÓN DEL VERTEDERO RESPECTO AL CANTÓN	22
ILUSTRACIÓN 2. DIVISIÓN POLÍTICA Y UBICACIÓN DEL VERTEDERO DE BAÑOS DE AGUA SANTA.....	22

ILUSTRACIÓN 3. RED HÍDRICA EN EL SECTOR DEL VERTEDERO DE DESECHOS DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA	35
ILUSTRACIÓN 4. MAPA DE ISOTERMAS	37
ILUSTRACIÓN 5. FORMACIONES GEOLÓGICAS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO	39
ILUSTRACIÓN 6. GEOMORFOLOGÍA EXISTENTE EN EL ÁREA DE ESTUDIO	40
ILUSTRACIÓN 7. CELDA TIPO DIARIA	47
ILUSTRACIÓN 8. DIMENSIÓN DE EXCAVACIÓN DE LA CELDA EMERGENTE	49
ILUSTRACIÓN 9. TRAZADO DE LA ESPINA DE PESCADO	50
ILUSTRACIÓN 10. IMPERMEABILIZACIÓN DE LA CELDA CON GEOMEMBRANA	51
ILUSTRACIÓN 11. LONGITUD DE TUBERIA.....	53
ILUSTRACIÓN 12. DREN PRINCIPAL Y SECUNDARIO DE RECOLECCIÓN DE LIXIVIADOS.....	54
ILUSTRACIÓN 13. CAJA DE CONEXIÓN DE TUBERIA	55
ILUSTRACIÓN 14. ESQUEMA PARA CASETA DE INCINERACIÓN	56
ILUSTRACIÓN 15. ESQUEMA DE DUCTO PARA BIOGAS	57
ILUSTRACIÓN 16. DETALLE DE CAPA DE COBETURA FINAL	58
ILUSTRACIÓN 17. DISEÑO FINAL CELDA EMERGENTE	60

GRAFICOS

GRÁFICO 1. DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN EN EL CANTÓN BAÑOS POR PARROQUIAS	32
GRÁFICO 2. DISTRIBUCIÓN DE PRECIPITACIÓN MENSUAL - BAÑOS.....	38
GRÁFICO 3. COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	43

CAPÍTULO I.

1.1. Introducción

El cantón Baños Agua Santa es uno de los principales atractivos turísticos del país donde a diario se realizan diferentes actividades comerciales y recreativas que sumados a las actividades en los hogares, generan diferentes cantidades y tipos de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, propiciando que el manejo integral de los residuos sólidos constituya una de las principales prioridades para la municipalidad, ya que la falta de un tratamiento adecuado de los mismos ha determinado serios problemas ambientales. (PDOT, 2014)

Problemas que vienen generados por la inadecuada disposición final de los residuos debido a que el municipio utiliza un vertedero a cielo abierto para este fin, el cual carece de un diseño que sea capaz de cubrir con todos los criterios técnicos constructivos, produciendo problemas sanitarios y ambientales para el entorno, sus recursos naturales, (OPS, 2004). Personal y recicladores que laboran en el vertedero propiciando de esta forma un foco de contaminación para su cantón, así como para sus poblaciones cercanas, ocasionando un gran deterioro a sus recursos naturales e incumpliendo las normativas vigentes con respecto a la legislación medio ambiental del país.

Como parte de los objetivos y metas del Plan Nacional de Desarrollo, denominado “Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013”, especialmente su objetivo N° 4: “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable. El (Ministerio del Ambiente del Ecuador), en el año 2010 crea el Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS), con la finalidad de controlar y fortalecer la gestión de los Gobiernos Autónomos Descentralizados en el manejo de sus desechos sólidos.

En este contexto en el año 2017 todos los municipios del país deben manejar técnicamente los desechos sólidos mediante un relleno sanitario, mas no como un vertedero a cielo abierto. De esta forma las entidades municipales deben buscar alternativas que ayuden al manejo adecuado de los residuos sólidos. Esta exigencia tiene como objetivo disminuir los impactos generados ante este tema; el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Baños de Agua Santa (GADBAS), debe implementar un sistema de disposición final más adecuado y según (Tapia, 2013), el método más adecuado es una celda técnicamente diseñada, lo que se conoce como una celda emergente que tiene todos

los criterios técnicos como: evacuación del biogás, recolección de lixiviados, impermeabilización del suelos, etc.

La celda emergente será utilizada para la disposición final de los residuos sólidos del Cantón cumpliendo con lo establecido en el (PNGIDS), (MAE, 2010).

1.2. Problema

La inadecuada disposición final de los residuos sólidos no peligrosos que se da en el vertedero a cielo abierto del cantón Baños de Agua Santa ha generado problemas ambientales.

1.3. Hipótesis de la investigación

El diseño de una celda emergente en el cantón Baños de Agua Santa servirá para la disposición final de los residuos sólidos y el control de los aspectos ambientales.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar una celda emergente para la disposición final de los residuos sólidos no peligrosos recolectados en el cantón Baños de Aguas santa de acuerdo a los criterios técnicos de la legislación ambiental ecuatoriana vigente.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico ambiental del actual vertedero de basura, con el propósito de identificar los problemas existentes.
- Definir los criterios técnicos para el diseño de la celda emergente de acuerdo a la normativa ambiental vigente.
- Elaborar el Diseño de la celda emergente para disponer los desechos sólidos recolectados por un periodo mínimo de 4 meses.

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Antecedentes

En marzo del 2017 el GADBAS recibió el oficio Circular Nro. MAE-PNGIDS-2017-0004-C argumentando sobre la necesidad del buen manejo y disposición final de sus residuos sólidos. El Ministerio del Medio Ambiente realizó una inspección que constataron la importancia de un cambio en el sistema de manejo de residuos del GADBAS; razón por la cual es indispensable la elaboración de una celda emergente.

Debido a esto se creó la necesidad de recopilar información bibliográfica de diferentes documentos tales como tesis, proyectos documentos web, libros etc. Que contengan información y estudio similares a las del proyecto a proponer.

2.2. Marco legal

Para desarrollar el diseño de la celda emergente es necesario conocer y revisar el marco legal vigente que regule el manejo de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos de la entidad municipal.

Constitución de la República del Ecuador

Publicada en el registro oficial N.- 449 de fecha lunes 20 de octubre del 2008

Sección segunda Ambiente sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético de país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Código Orgánico de Ordenamiento Territorial Autonomía y Descentralización
Registro Oficial Suplemento 303 de 19-oct.-2010 Última modificación: 09-dic.-2016.

Art 55 literal d).- Determina que en sus competencias exclusivas los gobiernos autónomos prestarán los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de

aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquello que establezca la ley.

Acuerdo Ministerial N 052 reforma al acuerdo 031 del 17 de mayo del 2013

En su **Art.2.- numeral 4.10.1.1.5.1. Implementación de celda emergente.** -En el caso de existir impactos negativos severos al ambiente y a la salud pública por la mal disposición de los desechos sólidos y/o por que el botadero está por llegar al límite de su capacidad de recepción, las entidades responsables, previo acuerdo con otro regulado cercano, podrán disponer sus desechos sólidos en el sitio de disposición final de este último siempre y cuando este regularizado ambientalmente; si no fuera posible contar con esta alternativa, el regulado implementará una celda emergente en el botadero actual o en el nuevo sitio el cual deberá poseer una superficie mínima requerida para posteriormente implementar el relleno sanitario con sus respectivas obras complementarias, siempre y cuando cumpla con lo establecido en la Constitución de la República del Ecuador y la Normativa Ambiental Vigente.

ORDENANZA DE CONTROL PARA EL TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DENTRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA DEL 2013

Art. 2.- El manejo de los residuos sólidos debe orientarse a minimizar la generación de residuos en cantidad, toxicidad como también su clasificación y reciclaje.

Art. 3.- La disposición final abarca la recuperación de materiales y energía contenida en los residuos sólidos y su eliminación previniendo medidas de control para atenuar al mínimo posible los impactos ambientales negativos; para lo cual se establece el relleno sanitario.

2.3 Conceptos y definiciones

2.3.1. Botadero o vertedero a cielo abierto

Según la (OPS, 2004) es el lugar donde se disponen los residuos sólidos sin ningún tipo de control; los residuos no se compactan ni cubren diariamente, muchas veces en los botaderos existen recicladores que ponen en riesgo su salud, este lugar suele funcionar sin criterios técnicos en una zona situada junto a un cuerpo de agua, un drenaje natural, etc. Allí no existe ningún tipo de control sanitario ni se impide la contaminación del

ambiente; el aire, el agua y el suelo son deteriorados por la formación de gases y líquidos lixiviados, quemas y humos, polvo y olores nauseabundos.

2.3.2. Residuos

(Vesco, 2016) define a los residuos como el Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final.

2.3.3. Desechos

Los desechos son aquellos residuos que aún conservan un valor comercial es decir pueden reciclarse (cartón, elástico, telas, etc.) o no inflamables (vidriería, metales, mampostería, etc.) (Olmedo, 2013)

2.3.4. Celda emergente

Según (Tapia, 2013), es una celda técnicamente diseñada, donde se depositan los residuos sólidos no peligrosos, los mismos que deberán tener una compactación y cobertura diaria con material adecuado, además de poseer los sistemas de: evacuación del biogás, recolección de lixiviados y desviación de las aguas de escorrentía.

2.3.5. Sistema de captación y evacuación

2.3.5.1. Lixiviado

Es el líquido producido cuando el agua procedente de la escorrentía superficial, lluvia o aquella producida por la propia dinámica de descomposición de los residuos se pone en contacto con los residuos depositados, excediendo su capacidad de absorción, pasando a través de ellos y aumentando la concentración de contaminantes. Este líquido tiene la capacidad de trasladarse a las aguas subterráneas, superficiales y al suelo circundante (Garrido, 2008)

2.3.5.2. Drenaje de gases

Consiste en una serie de chimeneas asentadas en los drenajes de lixiviados según, (Colmenares & Santos). 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.

2.3.6. Geo membrana

Se refiere al recubrimiento o barrera de baja permeabilidad usada para controlar la infiltración de fluidos en cualquier proyecto que pueda afectar a cuerpos de aguas subterráneas, con posibles contaminantes (Portalupi, 2014).

2.3.7 Celda diaria

Según, (Chérrez, 2011). 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.

2.3.8. Suelo.

(INIA, 2015), menciona al suelo como la capa superficial de la tierra y el conocimiento de este será de relevancia al momento de realizar cualquier tipo de construcción.

2.3.9. Permeabilidad del suelo.

Es la facultad con la que el agua pasa a través de los poros, tiene un efecto decisivo sobre el costo y las dificultades en el momento de construir la celda emergente ya que mediante este parámetro se puede conocer la velocidad con la que los líquidos pueden infiltrarse a través de los poros del suelo, (Angelone & Cauchape, 2006).

2.3.10. Material de cobertura.

Se trata del componente a ser utilizado para la cobertura diaria de los residuos sólidos dentro de un relleno sanitario, (Sandoval, 2010).

2.3.11. Condiciones Climatológicas.

Según, (Rodríguez & Portela, 2004). La precipitación pluvial, la evaporación y temperatura son los principales datos climatológicos que se deben recopilar para establecer las especificaciones de diseño de la celda emergente y tener un mejor conocimiento de las condiciones a las que estará sometida la obra en general estos datos se detallan en el desarrollo del proyecto,.

2.3.12. Aspectos Demográficos

2.3.12.1. Población.

Se refiere al número de habitantes dentro de un estado, es necesario conocer el número de la población a ser servida para definir las cantidades de desechos sólidos que se ha de disponer en la celda, la producción de desechos sólidos se debe discriminar entre la producción rural y la urbana. (INEC, 2010)

2.3.12.2. Proyección de la población.

Se refiere al crecimiento poblacional en determinado tiempo la cual es importante estimar para definir las cantidades de desechos sólidos que se deben disponer durante el período de diseño. (INEC, 2010).

2.3.12.3. Aspectos Generales de los Desechos Sólidos.

Entre los parámetros más importantes que debemos conocer para el manejo adecuado de los desechos sólidos que se producen en una población, se encuentran la composición y la cantidad por lo que es necesario conocer la producción per cápita del cantón.

2.3.12.4. Producción per cápita.

Según, (Marín, 2012). Es la relación entre (kg./hab-día), también es posible relacionar la cantidad de desechos sólidos producidos por vivienda, o sea, kg/vivienda-día, la producción per cápita muestra el porcentaje de producción de residuos de cada habitante de un lugar.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

El vertedero se localiza dentro del cantón Baños de Agua Santa, y el predio es de propiedad del GADBAS mismo que se encuentra ubicado en la parte oriental de la provincia de Tungurahua. El cantón Baños se encuentra limitando al norte con el cantón Tena, al sur con los cantones de Penipe y Palora, al este con el cantón Mera, y al Oeste con el cantón Patate. El Cantón está dividido políticamente en las parroquias rurales: Río Negro, Río Verde, Ulba, Lligua y Baños de Agua del cantón se ubica en la parroquia Baños de Agua Santa, sector Juive Grande, a una altura de 2.072 msnm, aproximadamente a una distancia de 7 km del centro de Baños, vía a Cochapamba – Las Juntas.

De la información recopilada el vertedero controlado del cantón funciona en el predio municipal desde el año 2.005, desde entonces viene operando hasta la actualidad; el predio cuenta con una extensión total de 70.000 m², y sigue operativo hasta la presente fecha y se encuentra administrado por la Dirección de Saneamiento Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Baños de Agua Santa. Las coordenadas geográficas que delimitan el predio son las siguientes:

TABLA 1. COORDENADAS DEL ACTUAL VERTEDERO WGS 84

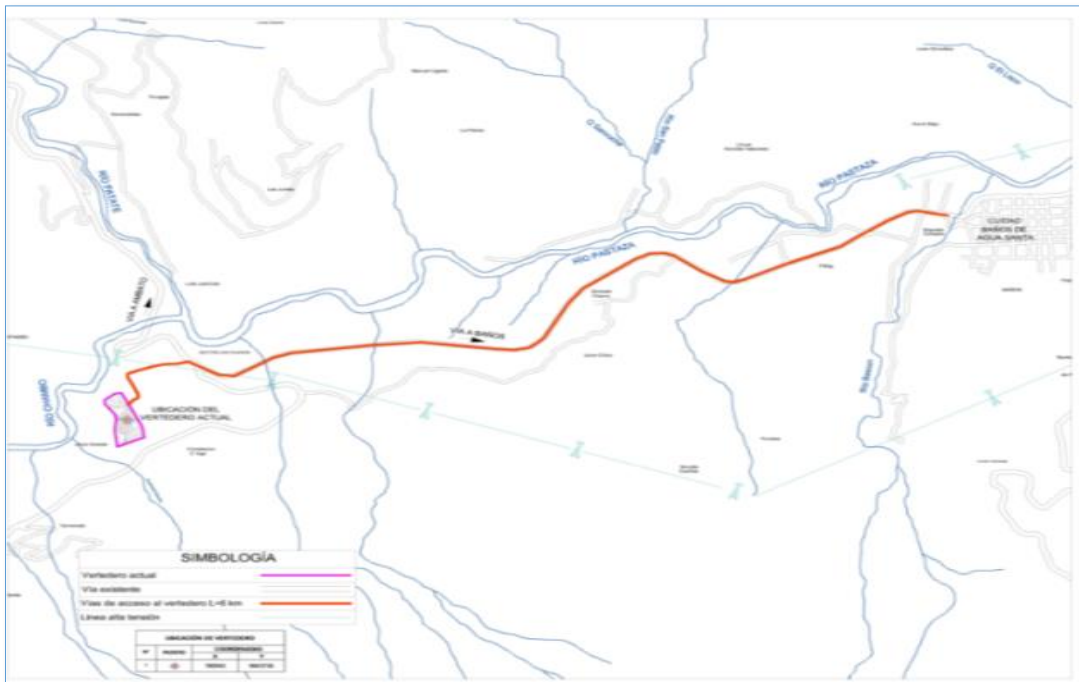
ESTE	NORTE
780.904,48	9'843.967,04
781.005,94	9'843.750,62
781.036,67	9'843.678,05
781.047,84	9'843.592,87
780.879,31	9'843.508,85
780.887,47	9'843.577,73
780.883,84	9'843.697,89
780.834,40	9'843.816,19
780.814,04	9'843.861,04

FUENTE: GOBIERNO AUTONOMO DECENTRALIZADO BAÑOS DE AGUA SANTA

ELABORADO POR: JORGE VARGAS

En lo que respecta a los servicios básicos, se debe manifestar que se cuenta con la dotación de energía eléctrica y agua entubada. Todos estos datos han sido proporcionados por la Unidad de Catastro de la Alcaldía del cantón Baños de agua Santa.

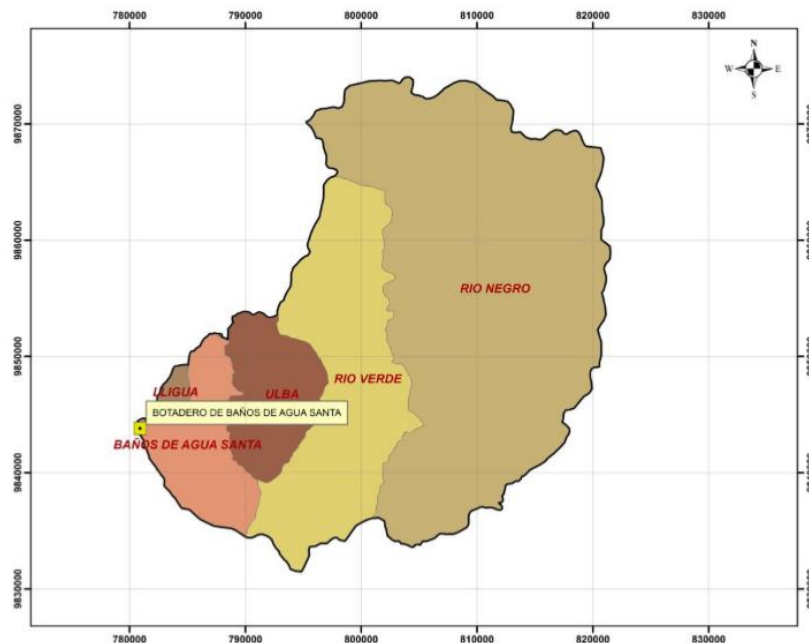
ILUSTRACIÓN 1. UBICACIÓN DEL VERTEDERO RESPECTO AL CANTÓN



FUENTE: DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN DEL CANTÓN BAÑOS

ELABORACIÓN: JORGE VARGAS

ILUSTRACIÓN 2. DIVISIÓN POLÍTICA Y UBICACIÓN DEL VERTEDERO DE BAÑOS DE AGUA SANTA



FUENTE: DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN DEL CANTÓN BAÑOS

ELABORACION: JORGE VARGAS

3.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación que se utilizó para la elaboración del siguiente proyecto es de tipo diagnóstico y exploratorio debido a que se realizó un diagnóstico previo del área de estudio con la finalidad de conocer la situación actual del vertedero controlado. Para obtener información primaria se realizaron visitas, trabajos de campo y entrevistas a los moradores, los cuales se obtuvo un inventario de las especies de flora y fauna existentes dentro del área del proyecto. También se realizó revisiones documentales en diferentes tipos de fuentes bibliográficas.

3.3 Métodos de investigación

Para el cumplimiento de los objetivos se procedió a la revisión de fuentes de información secundarias, (tesis, documentos, artículos de internet) y primarias (conversatorios con miembros de la comunidad), visitas y trabajo de campo estas actividades se llevaron a cabo con la finalidad de permitir contextualizar y acercarnos a la situación actual del vertedero.

3.4. Diseño de la investigación

Para el desarrollo del presente trabajo se realizaron visitas de campo con la finalidad de conocer la situación actual del vertedero, donde se realizó un inventario de la flora y fauna existente en el área de influencia del vertedero, también se hizo un estudio de los parámetros básicos para el diseño de la celda emergente como son la temperatura del lugar, precipitación, topografía, hidrología, clima, población a ser servida, etc. una vez obtenida esta información se procedió a realizar el diseño de la celda emergente.

Para el cumplimiento del primer objetivo:

Se realizó un diagnóstico de la situación actual del vertedero, mediante visitas y trabajos de campo. Con la finalidad de definir las características bióticas existentes en el actual vertedero del cantón, se procedió a realizar un análisis mediante la siguiente metodología:

Flora

Para la zona de estudio se desarrolló la metodología de inventario, que consiste en realizar recorridos dentro del área, registrando todas las especies encontradas.

Fauna

Para el muestreo de fauna se desarrolló metodologías indirectas que incluyeron consultas a los pobladores de la comunidad y observaciones directas.

Aves

La metodología utilizada para la identificación de aves fue la observación directa y entrevistas a los pobladores. Esta técnica consistió en recorrer una ruta previamente determinada, anotando en una lista cada especie divisada.

Evaluación de la infraestructura existente

Para poder conocer el estado actual de la infraestructura del vertedero se realizó un inventario detallando las áreas del lugar.

Para el cumplimiento del segundo y tercer objetivo: se realizó una exhaustiva búsqueda de información en diferentes fuentes, primarias como conversaciones con técnicos del GADBAS y secundarias como, tesis, artículos, revistas científicas, etc. Ya que es necesario conocer las características físicas de la zona tales como precipitación, hidrología, Temperatura, geología, topografía, producción per cápita entre otros.

3.5. Tratamiento de los datos

Los datos obtenidos en cuanto al análisis de los factores bióticos, abióticos y demográficos existentes en el área de estudio se tabularon en una hoja Excel, usando esta herramienta se generaron gráficos que muestran la variación de factores a lo largo de los últimos años tales como la precipitación, humedad relativa, distribución de población por parroquias, crecimiento poblacional, etc. Mientras que para la creación de mapas de la red hídrica, isotermas, parroquias entre otros se utilizó la herramienta ArcGis 10.3.

3.6. Recursos humanos y materiales

3.6.1. Recursos Humanos

Ing. Carlos Alberto León	Técnico GADBAS
Ing. Juan Carlos Caiza	Técnico GADBAS
Ing. Cristian Quispilema	Técnico GADBAS
MSc. Rubén Ledesma	Docente UEA Tutor
Moradores del sector	Juive Grande

3.6.2. Recursos Materiales

- Cámara fotográfica
- Computadora
- Internet
- Libreta
- Esfero
- Transporte
- Mascarilla
- Casco de seguridad Personal

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Resultado Flora

Dentro del área del vertedero se registraron 4 familias, siendo la familia de las Gramíneas la más representativa establecida en los bordes de todo el vertedero de forma natural. En la tabla 2 se presenta las familias, nombres científicos y nombres comunes de las especies registradas.

TABLA 2. LISTA DE FLORA DETERMINADA EN EL PREDIO DE IMPLANTACIÓN DEL VERTEDERO

FAMILIA	N. CIENTIFICO	N. LOCAL	ABUNDANCIA
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i>	Chamana	5
Asteráceas	<i>Baccharis Salicifolia</i>	Chilca	20
Asteráceas	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	30
Gramíneas	<i>Cortaderia selloana</i>	Pasto	1000>

FUENTE: TRABAJO DE CAMPO.
ELABORADO POR: JORGE VARGAS.

Uso del recurso

La flora de la localidad presenta varios tipos de usos como son forraje, medicinal, tradicional, maderable, ornamental y de conservación.

Especies de zonas aledañas

La vegetación nativa de la zona de estudio ha sido destruida en su totalidad, para dar paso al cultivo de frutales como tomate de árbol, babaco, cultivos bajo invernadero, maíz y pastos naturales como las gramíneas

4.1.2 Resultado Fauna

Dentro del área de implantación del vertedero se observó la presencia de canes, moscas y ratas, mientras que en el área de influencia indirecta se observó ganado vacuno

Estado de la conservación de las especies

No se registró ninguna especie que se encuentre dentro la categorización establecida por la (UICN, 2014) y por (Alava. et. al, 2011) Libro rojo de mamíferos del Ecuador.

Uso del recurso

El ganado vacuno sirve como alimento a través de la producción de carne y leche para los habitantes del área de estudio.

4.1.2 Resultado Aves

Debido al grado de intervención antrópica en este sector no existe avifauna que se pueda observar en el predio. Mientras en el área de influencia indirecta se observó las siguientes especies que se presentan en la tabla 3.

TABLA 3. LISTADO DE AVES REPRESENTATIVAS DE LA ZONA

FAMILIA	N. CIENTIFICO	N. LOCAL	ABUNDANCIA
Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo abundante	10
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión	20

FUENTE: TRABAJOS DE CAMPO.

ELABORADO POR: JORGE VARGAS.

No existe cuerpos de agua superficiales en el predio de implantación del predio, donde se registren especies de anfibios y reptiles, en la parte baja del predio se localiza el río Chambo.

Determinación del área de influencia directa e indirecta

La metodología utilizada para el trazado del Área de Influencia Directa, AID, se basa en la consideración de que ésta corresponde al ámbito geográfico y el alcance de los impactos ambientales generados por la presencia del vertedero del cantón Baños; al respecto es importante indicar que la determinación exacta de la extensión de los impactos es un proceso técnico complejo; para esto, se debe tener plenamente claro el concepto de impacto ambiental que es definido como la alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en un componente del medio, fruto de un proyecto o actividad-

Para la determinación de las áreas de influencia se considera los siguientes aspectos:

- Medio Abiótico: corresponde a los aspectos físicos que se encuentra en el área del vertedero (accidentes geográficos, uso de suelo, recursos hídricos, vías, componente social, etc.).
- Medio Biótico: se ha considerado lo identificado en el diagnóstico mediante el estudio biótico realizado y la incidencia del vertedero sobre el mismo.

- Medio Socioeconómico: Definido por los asentamientos humanos ubicados en las proximidades al vertedero de Baños.

En base a estas consideraciones se ha determinado un Área de Influencia Directa de 42.66 ha, que incluye el área del vertedero; y, un Área de Influencia Indirecta de 139.48 ha. En el área de influencia, el caserío más cercano al vertedero se encuentra a una distancia aproximada de 400 m, que corresponde a Juive Grande. Se debe tener presente que el actual vertedero se encuentra ubicado a una altura aproximada de 150 m sobre el río Chambo.

4.2. Diagnóstico del vertedero

El vertedero cuenta con las siguientes áreas de servicio:

- Vías de acceso: La vía para acceder al predio municipal es de tierra, con un ancho promedio de 5m, al igual que las de tránsito interno del predio.
- Cerramiento: El predio completo cuenta con un cerramiento perimetral de bloque y columnas de hormigón.
- Puerta de ingreso: Existe una puerta de entrada al predio claramente identificada
- Guardianía: Existe una caseta de guardián al ingreso.
- Oficinas: Cuenta con una edificación de una planta que funciona como oficinas y sitio de descanso para guardián.
- Bodega: Pequeña estructura empleada para guardar herramientas pequeñas.
- Celda para desechos biopeligrosos: el predio cuenta con una celda en funcionamiento para la recolección de estos desechos.
- Área de reciclaje: En el vertedero no se cuenta con un área de reciclaje para clasificar los residuos sólidos.
- Tratamiento de desechos orgánicos: existe dentro de las instalaciones un galpón y una zona al aire libre donde se desarrollan actividades de lombricultura.
- Ductos rústicos (mechinales) para desfogue de gas.
- Cuenta con servicios de luz y agua.
- Maquinaria y otras instalaciones: Recientemente la municipalidad adquirió maquinaria para compactar plástico, también cuenta con un tractor de oruga, una picadora de botellas, una máquina para triturar el abono (esta máquina permite obtener material más fino) y una balanza, estos equipos actualmente se encuentran en funcionamiento.

4.2.1. Áreas de servicio

La parte frontal del terreno que da a la vía pública, cuenta a lo largo con un cerramiento construido con mampostería de bloque. El ingreso al predio municipal se lo puede realizar por sitios, en los cuales se han instalado sus respectivas puertas.

El área administrativa está conformada por las siguientes edificaciones: una pequeña casa para oficinas de 43 m², un galpón con estructura de madera, techo de zinc y recubierto lateralmente con plástico para las labores de compostaje, de 130 m², una bodega de herramientas e insumos construido con mampostería de bloque de 67 m² y un galpón de mampostería de bloque de 73 m² destinado para la selección y empaqueo de plástico. Adicionalmente se ha acondicionado un área para la producción de humus a partir del bagazo de cañas, la cual cuenta con 10 “lechos o camas” construidas con mampostería de bloque. Todas las edificaciones antes descritas se encuentran en estado regular y en funcionamiento, por lo que requieren ser sometidas a un proceso de mantenimiento para evitar su deterioro las imágenes se muestran en los anexos.

4.2.2. Drenaje Pluvial

El vertedero no cuenta con un sistema de cunetas de coronación que impida el ingreso de las aguas lluvias hasta la zona en donde se disponen los desechos sólidos, pero cabe mencionar que el lugar no sufre de abundante precipitación por lo que esto no es un problema.

4.2.3. Sitios de descarga

En el sector norte del predio municipal, se encuentra la zona en donde se ha venido depositando los desechos sólidos desde hace aproximadamente 13 años. Según datos del diagnóstico de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2011) la cantidad de desechos sólidos depositados en el sitio de disposición final bordea más de 19 toneladas diarias. La operación del vertedero de basura se realiza con un tractor de orugas, marca Caterpillar D6N, de una potencia igual a 150 HP y un peso bruto de 16668 kg.

Esta zona tiene un área de 0.92 ha, de la cuales 0.27 ha. Corresponden a la planicie y es lugar en donde actualmente los vehículos recolectores descargan los desechos sólidos, en tanto que las restantes 0.65 ha. Corresponden a los taludes de la terraza que se ha venido conformando a lo largo del tiempo. Un grave problema es que parte del talud ubicado al costado oeste de dicha terraza, tiene una pendiente muy pronunciada y se encuentra en el barranco que da al río Chambo.

Las labores de cobertura de los desechos sólidos con tierra, no es completamente adecuada ya que existe la presencia de basura que aflora a la superficie. Adicionalmente, la acción de los fuertes vientos provoca que los materiales livianos tales como papel, cartón y plásticos, se dispersen por todo este sector, causando un deterioro del paisaje del sector y generando la presencia de vectores como ratas y moscas.

4.2.4. Manejo del biogás

En la zona de disposición de los desechos sólidos, existen 10 chimeneas o ductos de gases cuya separación oscila entre los 10 y 20 metros los cuales no funcionan correctamente. Para su construcción se ha utilizado “pingos” de madera, alambre galvanizado y pedazos de hormigón, de una sección de 0.6 m x 0.6m

4.2.5. Manejo de los lixiviados

De igual forma, durante las inspecciones de campo efectuadas se ha verificado que la zona en donde se ha venido depositando los desechos sólidos, no cuenta con un sistema de drenes para la captación de lixiviados, dado que tampoco el suelo de soporte de esta zona ha sido impermeabilizado. Por estas razones se presume que los lixiviados generados se infiltran directamente en el suelo ya que no se ha verificado el afloramiento de lixiviados en los taludes de la zona de disposición de los desechos sólidos cabe mencionar que el vertedero cuenta con un sistema de tratamiento de lixiviados el cual no se encuentra en funcionamiento.

4.2.6. Vías de acceso al vertedero

El sitio cuenta con una vía que facilita el acceso a toda la zona actual de descarga cuya calzada debe ser mejorada para facilitar el tráfico de los vehículos, a las instalaciones de compostaje y lombricultura, a la celda de disposición de desechos hospitalarios peligrosos y a la zona en donde se ha construido el sistema de almacenamiento y tratamiento de lixiviados, razón por la cual no hace falta diseñar otra vía de acceso interna.

4.2.7. Taludes del Vertedero

La disposición final de los desechos se realiza mediante operación mecánica. En el sitio se observa que el vertedero se encuentra próximo a alcanzar su máxima capacidad.

El control del volumen final de los desechos se realiza después de la separación para reciclaje, y se emplea maquinaria de la municipalidad destinada para tal efecto, se distribuye los desechos y se coloca la capa de material sobre los mismos para su posterior

compactación y nivelación, hay veces en las que no se logra realizar la cobertura debido a que el horario de trabajo de los obreros difiere con la hora de descarga del camión recolector.

Cabe mencionar que el actual sitio de disposición final se encuentra al borde de la ladera de la cuenca del río Chambo.

4.3 Criterios para el diseño de la celda emergente

4.3.1 Características demográficas de la zona de estudio

Dado que el vertedero se encuentra en el cantón Baños, parroquia Baños de Agua Santa, se presenta información demográfica de la misma, la que es obtenida a partir de datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Población y Vivienda 2010, (INEC, 2010).

A continuación, se presenta información de población por área, según parroquia de empadronamiento del cantón.

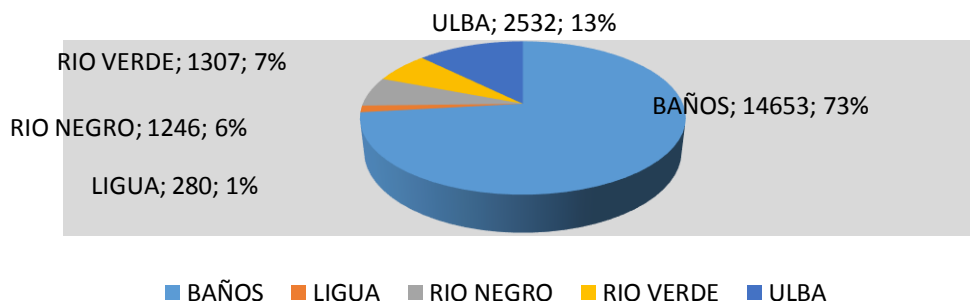
4.3.2 Población por área, según parroquia de empadronamiento del cantón Baños de Agua Santa.

De acuerdo a información generada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Censo de población y vivienda 2010, el cantón Baños, para el año 2010 contaba con un total de 20.018 habitantes, de los cuales 9.984 son mujeres y 10.034 son hombres.

A nivel de parroquias que conforman el cantón baños de Agua Santa tenemos que la parroquia Baños presenta mayor población en la zona urbana con 12.995 habitantes y en la rural 1.658 habitantes, por lo tanto, existen 14.653 habitantes. La parroquia rural con menor habitante es Ligua con 280 habitantes y la de mayor población es Ulba con 2.532 habitantes, como se puede observar en el grafico 1.

GRÁFICO 1. DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN EN EL CANTÓN BAÑOS POR PARROQUIAS

DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN EN EL CANTÓN BAÑOS



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2010.
ELABORADO POR: JORGEVARGAS.

4.3.3 Población Económicamente Activa, Población Económicamente Inactiva

Población de 10 y más años por condición de actividad según cantón y parroquia de empadronamiento, se puede mencionar que la población económicamente activa PEA en el cantón Baños de Agua Santa alcanza a 9.830 habitantes y la población económicamente inactiva supera un poco más del 40 % con un total de 6.668 habitantes. Mientras que en la parroquia Urbana Baños, la población económicamente activa es de 7.264 habitantes y la población económicamente inactiva es de 4.865 habitantes que en total da 12.129 pobladores; los datos mencionados se detallan a continuación en la tabla 4.

TABLA 4. POBLACIÓN SEGÚN SU CONDICIÓN DE ACTIVIDAD.

PARROQUIA	PEA	PEI	TOTAL
BAÑOS	7.264	4.865	12.129
LIGUA	144	96	240
RIO NEGRO	564	443	1.007
RIO VERDE	623	417	1.040
ULBA	1.235	847	2.082
TOTAL	9.830	6.668	16.498

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS CENSODE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2010.
ELABORADO POR: JORGEVARGAS

4.3.4 Proyección Poblacional del cantón Baños

Los resultados acerca de la proyección poblacional del cantón fueron obtenidos a partir de los datos del último censo nacional en el 2010 en donde se muestra que la población del cantón Baños de Agua Santa tiene una tasa de crecimiento poblacional anual de 1,42% para el 2020 mientras que el crecimiento poblacional desde el año 2010 hasta el año 2018 es del 11,95% los resultados se muestra en la tabla 5.

TABLA 5. PROYECCIÓN POBLACIONAL DEL CANTÓN BAÑOS

CANTON	Tasa de crecimiento Anual	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
BAÑOS DE AGUA SANTA	1,42%											
URBANA		12.995	13.180	13.367	13.557	13.750	13.945	14.144	14.345	14.549	14.756	14.965
RURAL		7.023	7.123	7.224	7.327	7.431	7.537	7.644	7.752	7.863	7.974	8.088
TOTAL		20.018	20.303	20.591	20.884	21.181	21.482	21.787	22.097	22.411	22.730	23.053
TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL 2010-2018	11,95%											

FUENTE: JEFATURA DE MEDIO AMBIENTE GADBAS

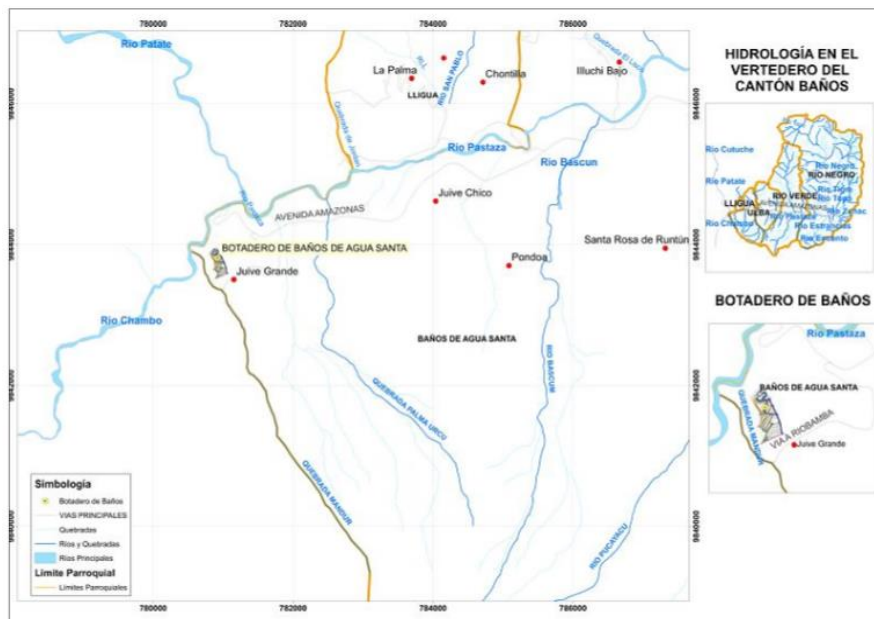
ELABORACIÓN: GADBAS

4.3.4 Hidrología

La zona del cantón Baños presenta un relieve irregular propio de la Cordillera Andina, las fuentes hídricas que se forman a partir de la cumbre del volcán Tungurahua drenan en los márgenes y desembocan en el río Pastaza. Además, por la topografía del cantón, también se tiene riachuelos, quebradas, cascadas y chorreras, como también afloramientos de aguas termales. El recurso hídrico que se encuentra relacionado al área de influencia indirecta del vertedero es la quebrada Mandur que conduce al río Pastaza.

El área de estudio está localizada dentro de la microcuenca de drenajes del río Chambo, perteneciente a la subcuenca del río Chambo, el cual es de la cuenca hidrográfica del río Pastaza.

ILUSTRACIÓN 3. RED HÍDRICA EN EL SECTOR DEL VERTEDERO DE DESECHOS DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA



FUENTE: POTD 2012, GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA
ELABORADO POR: JORGEVARGAS.

4.3.4.1 Afloramientos o fuentes de agua cercana

Durante las visitas de campo realizadas no se ha detectado fuentes de agua superficial al interior del predio del vertedero. Sin mencionar la presencia del río Chambo al pie del vertedero en una distancia vertical aproximada de 150m.

4.3.5 Condiciones climáticas

Según el (INAMHI, 2015) en la publicación del anuario meteorológico mencionan que por su ubicación geográfica y geomorfología el clima de Baños de Agua Santa es Subtropical con precipitaciones promedio de 1.369 mm por año y temperatura anual de 18,06 °C, de acuerdo a la estación meteorológica de Baños M029.

El análisis climático expuesto a continuación se sustenta en información de estaciones del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Los datos disponibles corresponden a diferentes períodos del año 2003 al 2012, en relación con las variables climáticas, tomadas de la estación meteorológica M029 – Baños ubicada aproximadamente a 6,98Km en línea recta en dirección al vertedero. Las condiciones climáticas determinadas por esta estación se detallan a continuación.

4.3.5.1 Temperatura

La temperatura media mensual en el cantón Baños es de 18 °C, considerando que en el mes de julio es 16,8°C como mínima temperatura y en el mes de noviembre la máxima con 19,16°C.

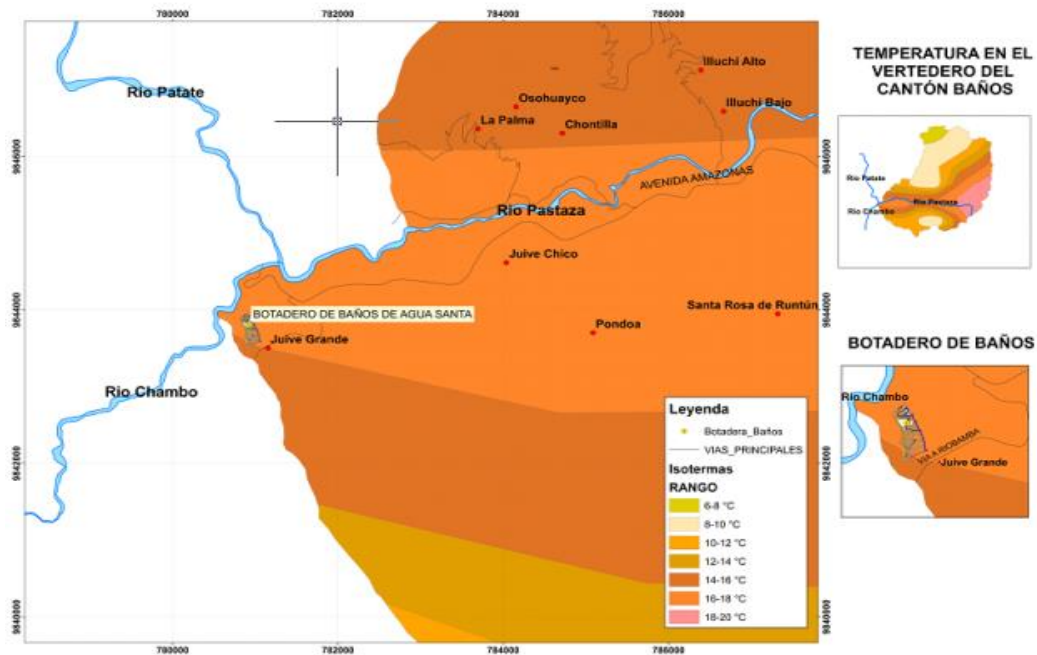
TABLA 6. VALORES DE LA TEMPERATURA MEDIA MENSUAL DEL CANTÓN BAÑOS

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL DEL CANTON BAÑOS											
MES	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	MEDIA
ENERO	18,7	18,4	19,5	18,2	18,3	17,8	17,6	18	18,4	18,4	18,04
FEBRERO	18,2	18,2	18	18,2	18,6	17,7	17,6	18,6	18,4	17,7	18
MARZO	18,1	18	18,1	18,3	17,9	18	18,6	18,8	18,8	17,7	18,38
ABRIL	18,7	18,6	18,8	18,6	18,2	18,2	18,3	19	18,6	18,5	18,52
MAYO	18,2	17,8	18,1	17,7	18,2	17,5	18,3	18,7	17,8	17,3	17,92
JUNIO	16,9	17,3	16,7	17	16,4	17,1	17,6	17,6	17,4	17,3	17,4
JULIO	17		16,8	16,7	17,2	16,3	17	17,6	16,4	16,7	16,8
AGOSTO	16,6	17,1	16,3	17,1	16,9	17,1	17,5	16,9	17,8	17,2	17,3
SEPTIEMBRE	17,9	18,2	17,6	17,7	16,8	17,5	18	18,1	17,5	17,4	17,7
OCTUBRE	18,2	19,2	18,6	18,9	18,5	18,3	18,8	19	19,2	19	18,86
NOVIEMBRE	17,9	18,6	19,5	18,6	18,6	19,1	19,5	19,1	19,1	19	19,16
DICIEMBRE	18,4	18,4	19,2	18,7	18,7	18,6	18,9	18,4	18,5	18,8	18,64
PROMEDIO ANUAL	17,9	18,6	18,1	18	18	17,8	18,1	18,3	18,2	17,9	18,06

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (INAMHI).

ELABORADO POR: JORGE VARGAS.

ILUSTRACIÓN 4. MAPA DE ISOTERMAS



FUENTE: DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN DEL CANTÓN BAÑOS
ELABORACIÓN: JORGE VARGAS.

4.3.5.2 Precipitaciones

La precipitación atmosférica se mide en alturas de precipitación en mm, que equivale a la altura obtenida por la caída de un litro de agua sobre la superficie de 1 m cuadrado. (INAMHI Anuario 2003 - 2012).

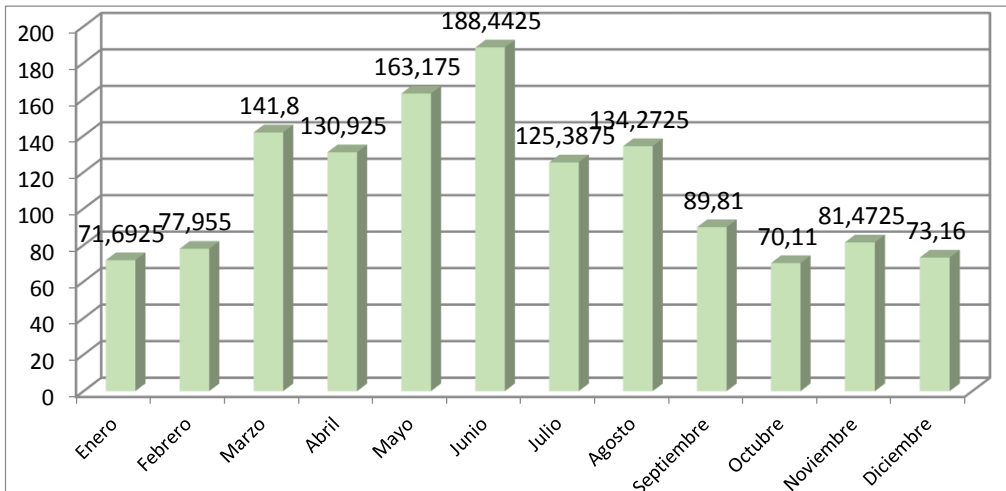
La precipitación anual en el cantón Baños es de 1.369 mm, siendo el mes de octubre el de baja pluviosidad con 70,11 mm y el mes de junio el más alto con 188,4 mm. La precipitación media mensual es de 112 mm como se indica en la siguiente tabla.

TABLA 7. RESUMEN DE PRECIPITACIÓN DE UN PERÍODO DE 10 AÑOS

PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)														
PERÍODO	MESES													TOTAL
	E	F	M	A	M	JN	JL	A	S	O	N	D	MEDIA	
2002-2012	71,69	77,96	141,8	130,93	163,18	188,4	125,4	134,3	89,8	70,11	81,5	73,2	112	1.369

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (INAMHI), ANUARIOS METEOROLÓGICOS 2002 A 2012
ELABORACIÓN: JORGE VARGAS

GRÁFICO 2. DISTRIBUCIÓN DE PRECIPITACIÓN MENSUAL - BAÑOS

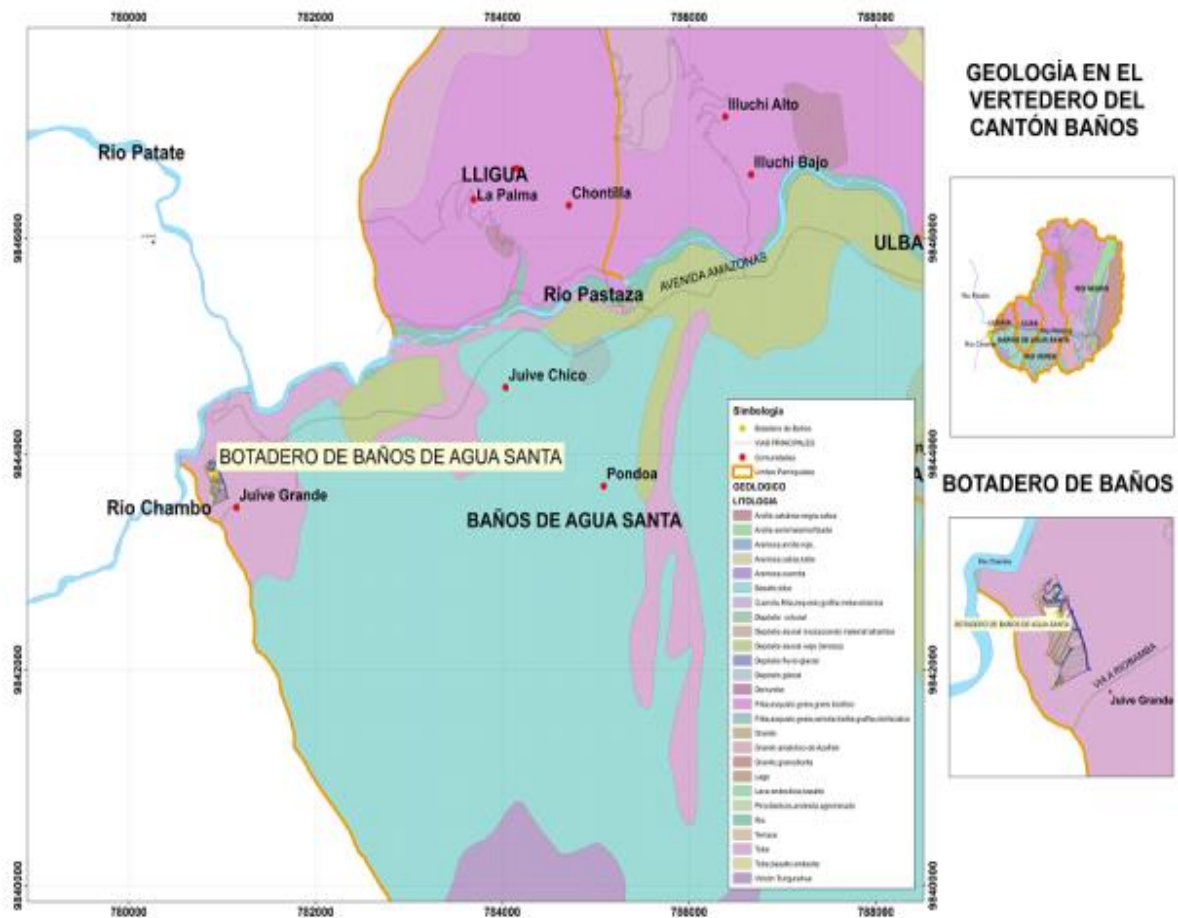


FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (INAMHI), ANUARIOS METEOROLÓGICOS 2002 A 2012
ELABORACIÓN: JORGE VARGAS.

4.3.6 Geología

El vertedero se encuentra emplazado en la formación geológica Cenizas de Tungurahua, su litología es Toba, de la era Cuaternaria. Esta formación está ocupando parte de los flancos del volcán Tungurahua, que son delgadas capas de ceniza volcánica joven, (PDOT, 2014).

ILUSTRACIÓN 5. FORMACIONES GEOLÓGICAS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO



FUENTE: DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN DEL CANTÓN BAÑOS
ELABORACIÓN: JORGE VARGAS.

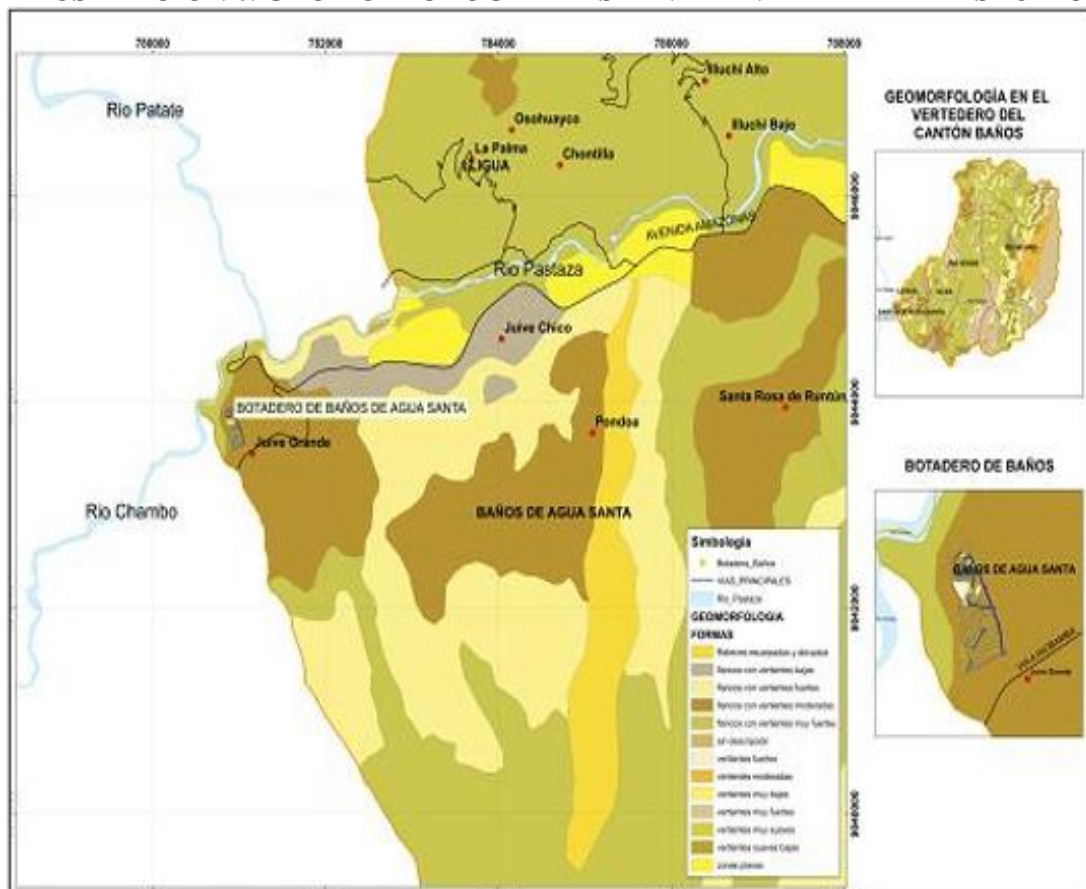
4.3.7 Geomorfología

La cordillera de los Andes ecuatorianos constituye una formidable barrera montañosa, sigue una dirección general meridiana Noreste-Suroeste: Está constituida principalmente por rocas metamórficas donde los componentes estructurales son particularmente visibles, flanqueadas de formaciones graníticas intrusivas, coronadas por conjuntos eruptivos andesíticos recientes y recubiertas parcialmente por proyecciones piroclásticas. En el cantón Baños se distingue 9 tipos de formas de suelo que son: Colinado mediano con pendientes de 70 a 90%, nieve en el volcán Tungurahua y páramos del Parque Nacional Llanganates, relieve escarpado, montañoso, superficies de aplanamiento o meseta, valles interandinos, vertientes cóncavas, convexas e irregulares. Siendo en su

mayoría esta última formación que está extendida a lo largo de casi todo el cantón Baños de Agua Santa.

En el área de emplazamiento del vertedero de desechos sólidos del cantón Baños de Agua Santa presenta geomorfología de formas flancos con vertientes moderadas, su litología corresponde a rocas basálticas, tobas que corresponden a los volcanes y presenta pendientes entre 25 y 40%, (PDOT, 2008).

ILUSTRACIÓN 6. GEOMORFOLOGÍA EXISTENTE EN EL ÁREA DE ESTUDIO



FUENTE: DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN DEL CANTÓN BAÑOS

ELABORACIÓN: JORGE VARGAS.

4.3.8 Aspectos Ambientales

Las condiciones ambientales en el área del proyecto están determinadas por las siguientes causas:

- Disposición inadecuada de residuos sólidos no peligrosos en el vertedero.
- Malos olores producidos por la descomposición de los residuos orgánicos e inorgánicos.

- Uso indiscriminado de agroquímicos, deforestación y erosión de los suelos.
- Cambios del paisaje natural por actividades humanas como la localización del vertedero de Baños, la construcción de invernaderos en áreas de fuerte pendiente, etc. También por causas naturales originadas por la erupción del volcán Tungurahua debido al flujo de lodo y escombros durante las últimas erupciones y que se van depositando en los cauces de los ríos y quebradas.
- Presencia de recicladores que trabajan en condiciones inadecuadas expuestos a la contaminación ambiental.
- Inestabilidad de taludes en el vertedero por falta de cobertura vegetal.
- Presencia de vectores debido al vertedero como moscas, ratas.

Los efectos locales de la contaminación del aire, se evidencia en afecciones a la salud, provocando irritabilidad de los ojos, problemas de respiración, con mayor incidencia en el área del vertedero por lo que los recicladores deberían trabajar con mascarillas especiales debido a los gases.

La actividad de reciclaje en el vertedero constituye un riesgo para la salud del personal de reciclaje, pues son portadores de enfermedades infectocontagiosas.

La afección visual al paisaje se evidencia desde el puente de ingreso a la ciudad de Baños de Agua Santa, Puente de las Juntas por los taludes descubiertos que muestran las diferentes capas de desechos sólidos que se han ido conformando con el tiempo en el actual vertedero.

Desde las vías internas al sitio de disposición final no hay afección visual por cuanto el predio cuenta con un cerramiento de bloque que aísla el predio del medio circundante.

4.3.9 Proceso de diseño

Para el diseño de la celda emergente, primero debemos conocer algunas características como la producción de residuos sólidos generados en el cantón, su composición física, el volumen aproximado de residuos depositados hasta la actualidad y el volumen requerido para proyectar el área de la disposición de residuos sólidos.

Estos datos se obtuvieron a partir del proceso de caracterización de los residuos realizado en el año 2016 por el GADBAS con la finalidad de tomar una muestra variada de diferentes sectores de la ciudad, con estatus socioeconómico de medio a alto, bajo la

consideración de que estos barrios aportan en mayor cantidad los residuos destinados al vertedero de Baños obteniendo los siguientes resultados.

En la tabla 8 se muestra el resumen de la composición diaria una vez realizado el cuarteo de residuos sólidos de las 70 viviendas muestreadas con un aproximado de 4 habitantes por vivienda.

TABLA 8. RESUMEN DE CÁLCULO DE COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

DÍA DE TOMA DE MUESTRAS		PESO DE RESIDUOS SÓLIDOS/DÍA							
		0	1	2	3	4	5	6	7
		JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES
		20	21	22	23	24	25	26	27
N°	Tipo de residuos sólidos	P	P	P	P	P	P	P	P
		(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)
1	Materia Orgánica	48,95	38,27	46,36	27,68	36	27,45	35,09	38,73
2	Plásticos	9,54	5,64	5,27	6,82	8,18	4,55	4,55	4,55
3	Papel y Cartón	5,23	5,64	5,14	2,27	1,36	3,64	1,82	2,27
4	Metales	0,48	0,23	0,23	0,24	0,09	0,05	0,23	0,14
5	Vidrios	0,45	0,23	0,23	0,14	0,45	0,23	2,73	2,27
6	Textiles	3,55	1,82	0,05	0,91	0,45	2,05	1,82	0,09
7	Otros	11,56	2,86	5,59	4,09	7,26	10,09	4,55	3,64
	TOTAL	79,76	52,27	62,86	44,64	53,81	48,05	50,77	51,68

FUENTE: JEFATURA DE MEDIO AMBIENTE GADBAS

ELABORACIÓN: JORGE VARGAS

GRÁFICO 3. COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS



FUENTE: JEFATURA DE MEDIO AMBIENTE GADBAS
ELABORACIÓN: JORGE VARGAS

En la tabla 9 se observa la proyección de residuos sólidos del cantón desde el año 2016 al 2020 la cual fue elaborada tras el estudio de caracterización de residuos sólidos realizada por el GADBAS en el año 2016 en donde se muestra un resumen de la población servida, cobertura del servicio, material de cobertura necesario y el volumen total requerido en la celda emergente este último dato es el de mayor importancia ya que con este dato se conoció el tiempo de vida útil de la celda emergente diseñada en el presente proyecto

TABLA 9. PROYECCIÓN POBLACIONAL DEL CANTÓN BAÑOS

AÑO	POBLACION				COBERTURA DEL SERVICIO (URBANA) (%)	COBERTURA DEL SERVICIO (RURAL) (%)	POBLACION SERVIDA (Pu)	DESECHOS DOMICILIARIOS GENERADOS (t/días)	DESECHOS DE MERCADERAS (t/días)	DESECHOS INDUSTRIALES (t/días)	PESOPROM. D.S. GENERADOS (t/día)	SOLIDOS A SER DISPUESTOS				VOLUMEN DE MATERIAL DE COBERTURA			VOLUMEN TOTAL REQUERIDO EN LA CELDA EMERGENTE	
	URBANO (Hab)	TURISTAS (Hab)	RURAL (Hab)	TOTAL (Hab)								PROMEDIO DIARIO (m ³)	ANUAL (m ³)	VOL. INCLUIDO ASENTAMIENTO ANUAL (m ³)	ACUMULADO (m ³)	DIARIO (m ³)	ANUAL (m ³)	ACUMULADO (m ³)	(m ³ /AÑO)	ACUMULADO
																				(m ³)
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI
2016	14.144	2.829	7.644	24.616	98%	68%	21.831	11,23	2,25	4,78	18,3	30,4	11.106	9.440	18.687	7,01	2.557	5.062	11.997	23.748
2017	14.345	2.869	7.753	24.966	99%	69%	22.391	11,51	2,3	4,92	18,7	31,2	11.394	9.685	28.372	7,19	2.623	7.685	12.308	36.057
2018	14.549	2.910	7.863	25.321	100%	70%	22.963	11,81	2,34	5,07	19,2	32	11.690	9.936	38.308	7,37	2.691	10.377	12.628	48.684
2019	14.756	2.951	7.975	25.681	100%	70%	23.289	11,97	2,39	5,22	19,6	32,6	11.913	10.126	48.434	7,51	2.743	13.119	12.869	61.553
2020	14.965	2.993	8.088	26.046	100%	70%	23.620	12,14	2,44	5,38	20	33,3	12.140	10.319	58.753	7,66	2.795	15.915	13.115	74.668

FUENTE: JEFATURA DE MEDIO AMBIENTE GADBAS

ELABORACIÓN: GADBAS

4.3.9.7 Producción per cápita

Una vez finalizada el proceso de caracterización de los residuos sólidos y con el conocimiento de la proyección poblacional para los próximos años se logró obtener la siguiente producción per cápita en la zona urbana y rural del cantón, (Tabla 13).

TABLA 10. PRODUCCIÓN PERCÁPITA EN EL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA

URBANA	RURAL
0,53 kg/hab/día.	0,44 kg/hab/día.

FUENTE: JEFATURA DE MEDIO AMBIENTE GADBAS

ELABORACIÓN: GADBAS

4.4. Diseño definitivo de la celda emergente para disponer los desechos sólidos recolectados en el cantón Baños de Agua Santa.

4.4.1. Ubicación del predio

El vertedero se localiza dentro del cantón Baños de Agua Santa, en la parroquia Baños, sector Juive Grande, a una altura de 2.072 msnm, aproximadamente a una distancia de 7 Km del centro de Baños, vía a Cochapamba – Las Juntas, el vertedero funciona en el predio municipal desde el año 2005, desde entonces viene operando hasta la actualidad y cuenta con una extensión total de 70.000m².

4.4.2. Levantamiento topográfico

De las visitas de campo y el levantamiento topográfico realizado por parte del GADBAS, se puede concluir que el predio municipal, cuenta en total con 7 ha, y dispone de un espacio de 0,84 ha ocupado por el vertedero y las instalaciones actuales, en la zona alta del predio se cuenta con el espacio suficiente en donde se puede realizar la construcción de la celda emergente, este espacio proyectado permite cumplir con un periodo de vida útil estimada de 3 años ya que abarca una superficie de aproximadamente 1 ha para este fin.

4.4.3. Diseño de la celda tipo diaria

Considerando los datos de la caracterización de los desechos sólidos obtenidos en base a un estudio previo del GADBAS en 2016 y a los trabajos de cobertura realizadas diariamente dentro del vertedero, se procedió a diseñar en primera instancia la celda tipo diaria a ser implementada para la disposición final de los desechos sólidos recolectados en el cantón Baños, el diseño de la celda diaria tiene como propósito el controlar y optimizar el uso del espacio requerido por la masa de desechos sólidos y el material de

cobertura requerido para cubrirlos totalmente en un día. Para disminuir al máximo su volumen total, ambos materiales deben compactarse.

El diseño de la celda diaria, considera los siguientes criterios:

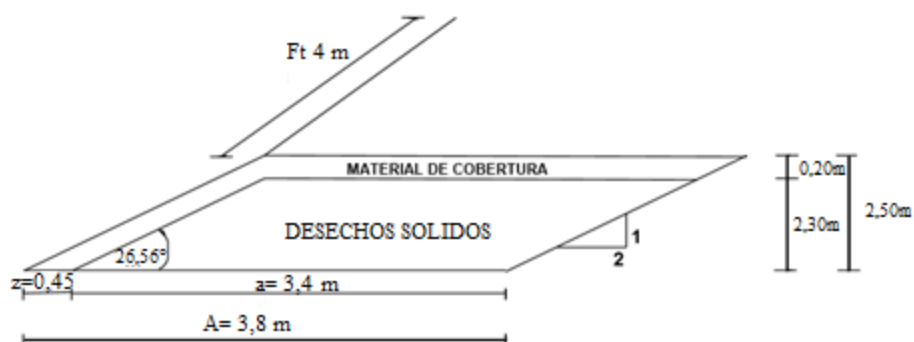
Los criterios adoptados para el diseño de la celda tipo diaria para la disposición de los desechos sólidos, son los siguientes:

- Las labores de tendido, compactación y cobertura de los desechos sólidos se efectuarán con el tractor que actualmente labora en este sitio, cuyas características son suficientes para ejecutar estos trabajos
- El personal operativo mínimo que se requiere para la operación de la celda emergente deberá estar constituido por un operador y dos obreros de apoyo.
- La cantidad de desechos sólidos para la cual se ha diseñado la celda diaria es de 19,22 t, valor promedio que se estima para el año 2018.

En base a los criterios antes expuestos, la celda diaria ejecutada en el vertedero y a estudios similares de, (Garrido, 2014). Las dimensiones de la celda diaria son las siguientes:

- Altura de la basura = 2,30 m
- Espesor capa de cobertura = 0,20 m
- Frente de trabajo = 4,00 m
- Avance = 3,80 m
- Talud = 2:1 (H:V)
- Peso específico D.S. compactados = 0,60t/m³

ILUSTRACIÓN 7. CELDA TIPO DIARIA



Datos

$m = 26,56^\circ$ Angulo del talud de la celda (frontal o lateral)

$e = 0,20$ m Espesor de la capa de cobertura

$h_b = 2,30$ m Altura de la masa de desechos sólidos

$h_c = 2,50$ m Altura total de la celda ($h_b + e$)

$F_t = 4,00$ m Frente de trabajo diario

$R = 19,22$ Ton/día Peso promedio de desechos a ser dispuestos (año 2018)

$d = 0,60$ t/m³ Peso específico de los desechos sólidos una vez conformado la celda

Cálculos

$$V_b = R / d$$

$$= 32,03 \text{ m}^3$$

Volumen diario compactado de desechos sólidos

$$a = V_b / (h_b * F_t)$$

$$= 3,4 \text{ m}$$

Base de la masa de desechos sólidos

$$z = e / \text{Sen}(m)$$

$$= 0,45 \text{ m}$$

Base del talud del material de cobertura

$$A = a + z$$

$$= 3,8 \text{ m}$$

Avance diario de la celda

$$\begin{aligned} V_{mc} &= (A * e + h b * e / \text{Sen } (m)) * F_t && \text{(Volumen material cobertura)} \\ &= 7,2 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Material cobertura} &= V_{mc} / V_b * 100 \\ &= 22,47 \end{aligned}$$

Cabe mencionar que en la práctica se deberá realizar el ajuste del “avance diario” y/o del “frente de trabajo”, dependiendo de la cantidad de desechos sólidos a ser dispuestos, pero se deberán mantener constantes la altura y talud de la celda, del diseño elaborado de la celda tipo diaria se desprende que el Volumen de desechos sólidos “Vb” a ser dispuesto es de 32,03 m³ y que el Volumen de material de cobertura “Vmc” es de 7,2 m³, de donde se desprende que el porcentaje de material de cobertura, respecto de “Vb” es del 22,47%. Estos parámetros han sido considerados para cuantificar la vida útil de la celda emergente diseñada, dimensiones similares a las del estudio de (Garrido, 2014). Para el relleno sanitario del cantón Las Naves provincia de Bolívar en donde la celda tiene las siguientes dimensiones; (Ft=3m); (H= 1,20m); (Vb= 25,5m³); (Vmc= 5,3m³), lo que demuestra que la celda diaria tendría medidas adecuadas para su funcionamiento.

4.4.4 Excavación y conformación de taludes.

Para conformar el suelo de soporte se requiere realizar el respectivo movimiento de tierras (cortes) en el terreno, en este caso para el presente proyecto debido a las características del terreno y a la existencia del área suficiente, se pretende diseñar una celda emergente con las siguientes dimensiones con la finalidad de obtener una vida útil prolongada de la misma.

Largo: 40 m.

Ancho: 20 m.

Altura: 5m.

Volumen total de la celda: 4.620 m³

Área total de la celda: 1.400 m²

Pendiente de los taludes: 26,56°.

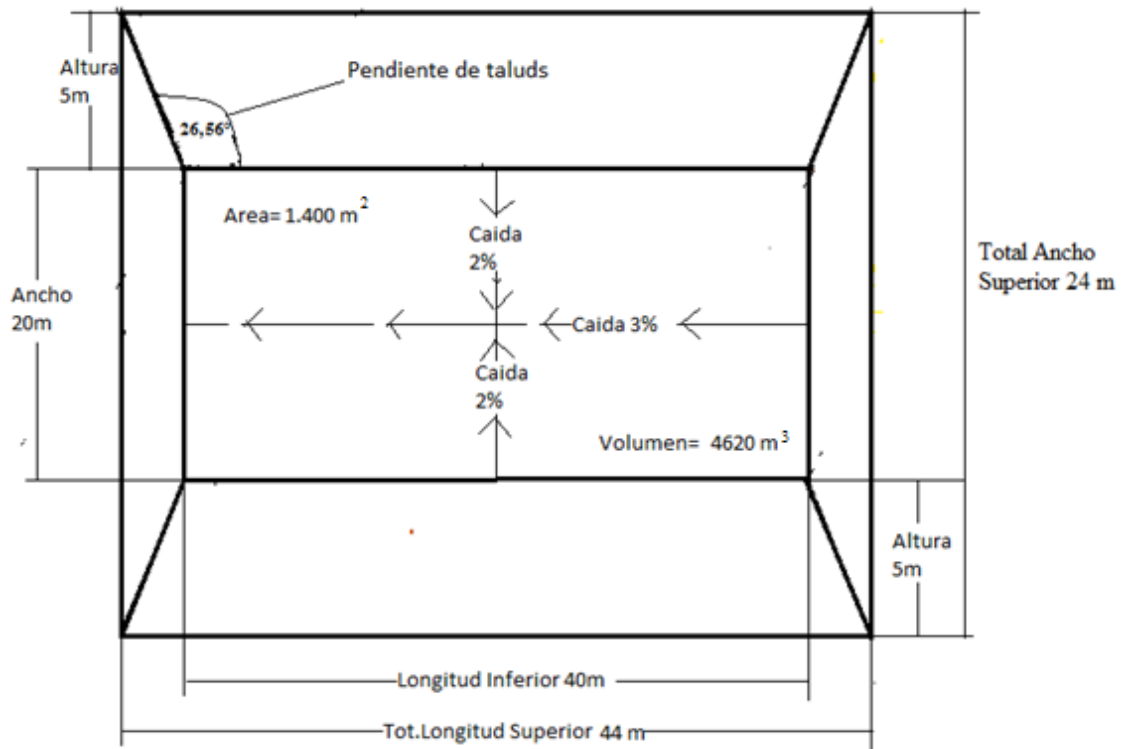
Pendiente longitudinal eje X: 3% Sentido Sur-Norte.

Pendiente longitudinal eje Y: 2% Este-centro de la tubería; Oeste-centro de la tubería, esto con el propósito de que las aguas lluvias en forma de escorrentía sean evacuadas rápidamente de la masa de basuras, contribuyendo de esta manera a que éstas no se

infiltran y se incremente el caudal de lixiviados, basándose en la propuesta de relleno sanitario de Pastaza realizada por, (Gaibor, 2017). Una vez la celda entre en operación la tierra removida durante la excavación será utilizada como cobertura diaria de los residuos sólidos dispuestos en un día.

Para el desarrollo de la excavación se requiere el uso de maquinaria pesada como tractores y volquetas que cumplan con las características necesarias para este tipo de trabajos para de este modo agilizar el proceso de excavación basándonos en el diseño del relleno del (GADPM, 2013). Se deberá ubicar el material excavado alrededor de la celda en forma de talud con la finalidad de que se facilite el uso como cobertura diaria de los residuos sólidos.

ILUSTRACIÓN 8. DIMENSIÓN DE EXCAVACIÓN DE LA CELDA EMERGENTE



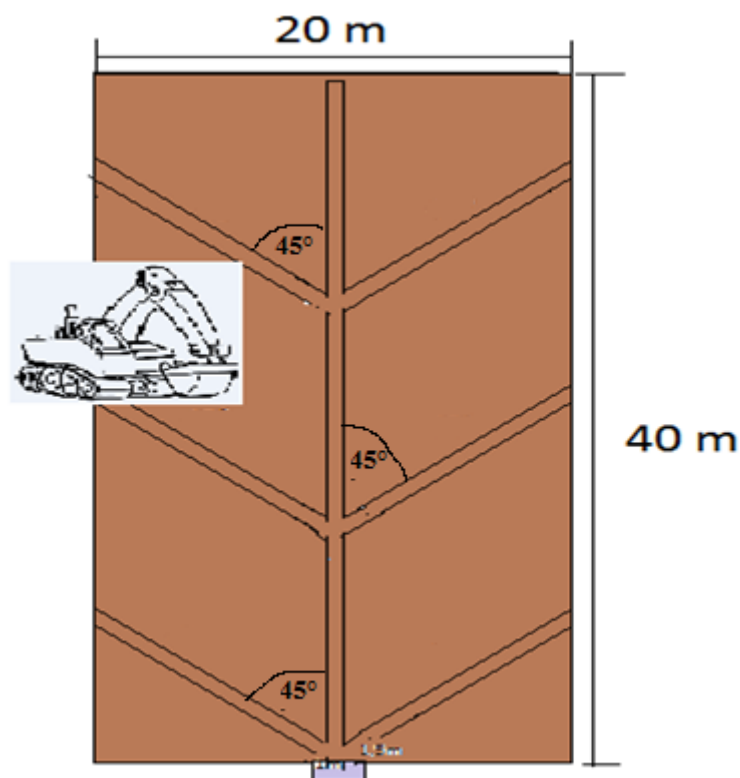
ELABORADO POR: JORGE VARGAS

4.4.5 Trazado y excavación de la Espina de Pescado

Una vez terminada la excavación de la celda se procederá a trazar el sitio en donde se ubicarán la tubería que serán utilizadas para la recolección de los lixiviados y gas metano, el sistema de drenaje posee un dren central y drenes secundarios que deberán ser construidos a 45° con respecto de la alineación del dren central, los cuales estarán

separados 12 m entre sí, formando una “espina de pescado”. Así mismo, para empatar el dren principal con los drenes secundarios, se ha previsto la construcción de cajas de mampostería de ladrillo, debidamente enlucidas, de una sección de 1,50 m x 1 m por un 1 m de altura, y sobre éstos construir los respectivos ductos de gases. Basándonos en estudios realizados por, (León, 2012).

ILUSTRACIÓN 9. TRAZADO DE LA ESPINA DE PESCADO



ELABORADO POR: JORGE VARGAS

4.4.6 Impermeabilización del suelo de soporte de las celdas emergentes

Luego de realizar el trazado y excavación de la espina de pescado se procederá a la impermeabilización del suelo con geo membrana de polietileno de alta densidad de 1 mm de espesor, cuyas juntas serán traslapadas y termo selladas la superficie total de geo membrana utilizada será mayor al área de la celda que es de 1400 m² por lo que la geo membrana requerida será de 1800 m² ya que se tendrá que anclar la geo membrana en la superficie superior con la finalidad de que esta no se resbale. Las especificaciones técnicas de la geo membrana a ser utilizada, se presentan en la siguiente tabla:

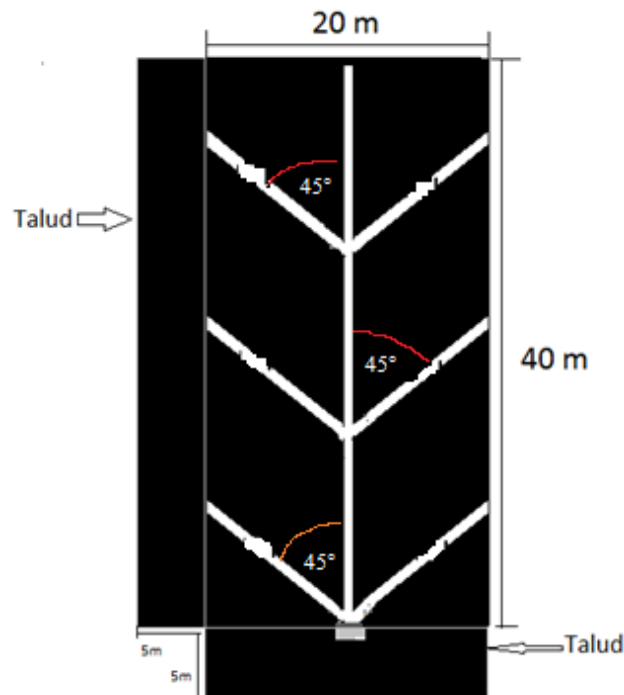
TABLA 11. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE GEOMEMBRANA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
DESCRIPCION	NORMA	UNIDAD	VALORES MINIMOS REQUERIDOS
Resistencia a la tensión	ASTM D 6693 TIPO IV	KN/m	15
Resistencia a la rotura	ASTM D 6693 TIPO IV	KN/m	27
Elongación al límite elástico		%	dic-13
Elongación de rotura		%	700
Resistencia al rasgado	ASTM D_1004	N	125
Resistencia a la perforación	ASTM D-4832	N	300
Cantidad de negro de humo	ASTM D-1603	%	02-mar
Densidad	ASTM D-1505	g/cm3	0,94
Espesor promedio mínimo		mm	1

FUENTE: (Rodriguez, 2008)

MODIFICADO POR: JORGE VARGAS

ILUSTRACIÓN 10. IMPERMEABILIZACIÓN DE LA CELDA CON GEOMEMBRANA



ELABORADO POR: JORGE VARGAS

4.4.8 Sistema de manejo de lixiviados

Una vez impermeabilizada la superficie de la celda se procederá a construir el sistema de manejo de los lixiviados partiendo por la instalación de las tuberías de recolección de lixiviados.

4.4.8.1. Sistema de drenes de recolección de lixiviados

Como se mencionó anteriormente, una vez concluida la impermeabilización del suelo de soporte, se procederá a construir el sistema de drenes de recolección de lixiviados. El dimensionamiento de los diferentes tipos de drenes de lixiviados no obedece a criterios hidráulicos convencionales, dado que los líquidos percolados contienen sólidos en suspensión que, al entrar en contacto con las espumas, paulatinamente van formando una capa de lodos que fácilmente se adhiere a las paredes de la tubería, reduciendo indudablemente su sección.

Con el propósito de favorecer las condiciones semiaeróbicas al interior de la masa de basuras, se ha optado por utilizar tubería de PVC de 400 mm para el dren principal y tubería de PVC de 200 mm para los drenes secundarios, los cuales estarán conectados a 45° grados del dren principal, y las cuales estarán recubiertos con geo textil con la finalidad de lograr en lo posible solo el ingreso del líquido lixiviado hacia las tuberías.

El ingreso de aire se produce en forma natural por el intercambio de calor producido por la degradación de los desechos sólidos. Bajo estas condiciones se favorece la descomposición de la materia orgánica, se disminuye la concentración de DBO₅ del lixiviado, y se reduce también la generación del gas metano a aproximadamente la mitad del generado en un relleno anaeróbico convencional.

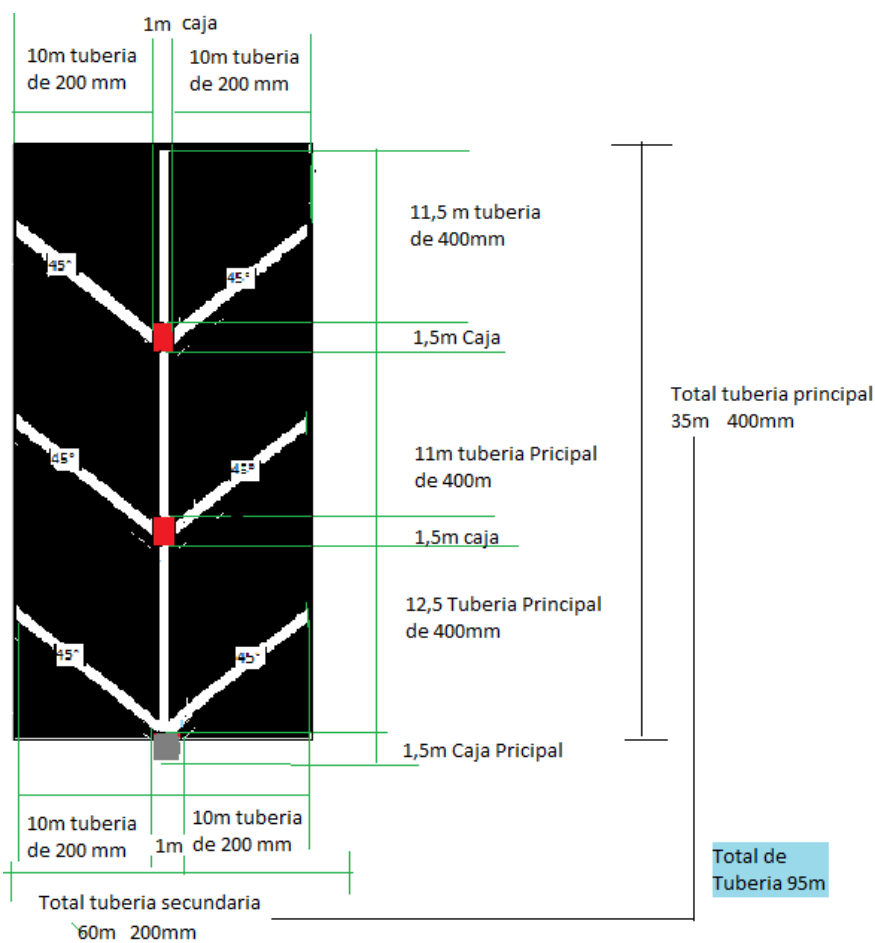
Por lo expuesto, el dimensionamiento de los drenes antes descritos, no ha sido estudiado ni definido completamente por algún otro estudio, debido a que se basa en la experiencia de los Técnicos del GADBAS.

Los lixiviados recolectados por el sistema de drenes diseñados para la celda emergente, serán llevados hacia un pozo de revisión ubicado a la salida de las mismas, desde donde se descargarán hacia el sistema de alcantarillado para transportar dichos líquidos hacia el sistema de almacenamiento y tratamiento de lixiviados cabe mencionar que el vertedero

cuenta con un sistema de tratamiento de lixiviados, pero no se encuentra en funcionamiento. Bajo estos criterios, la tubería a ser utilizada tendrá una longitud total de 95 m y 3 pozos de conexión de tubería.

Para facilitar y agilizar la construcción de los drenes principales, se utilizará tubería de PVC perforada para dren, de 400 mm, de diámetro, la cual será recubierta con piedra de río cuyo diámetro oscilará entre los 0,10 m y 0,15 m, formando una sección trapezoidal. Los drenes secundarios serán construidos con la misma configuración, pero la tubería de PVC perforada será de 200 mm de diámetro.

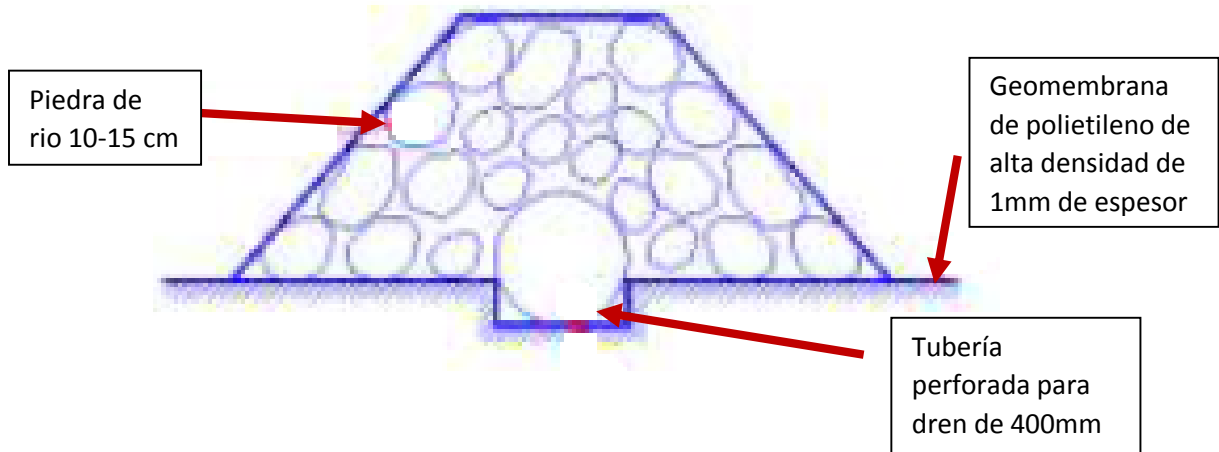
ILUSTRACIÓN 11. LONGITUD DE TUBERIA



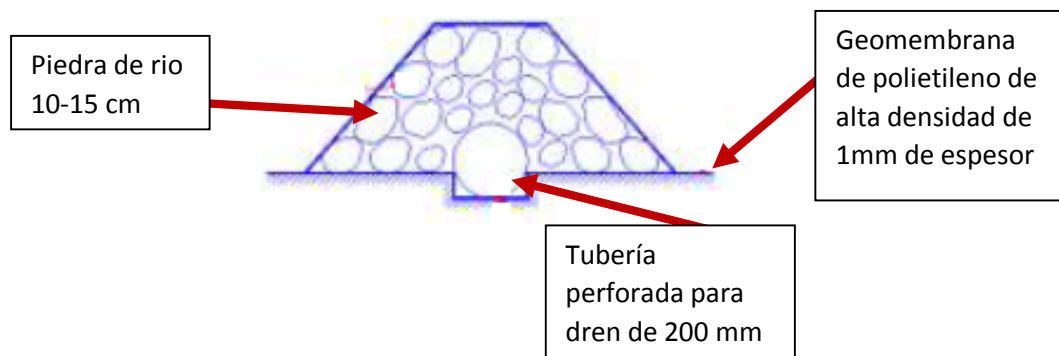
ELABORADO POR JORGE VARGAS

ILUSTRACIÓN 12. DREN PRINCIPAL Y SECUNDARIO DE RECOLECCIÓN DE LIXIVIADOS

DREN PRINCIPAL



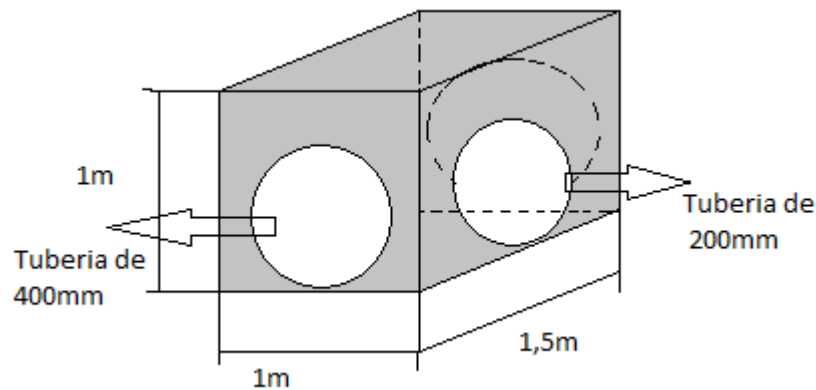
DREN SECUNDARIO



ELABORADO POR: JORGE VARGAS

A este sistema de drenes se ha previsto que se conecten varios ductos de gases para propiciar el ingreso de aire, de acuerdo a lo requerido por un relleno semiaeróbico. El empate entre los drenes y los ductos se efectuará a través de cajas de ladrillos debidamente enlucidas las cuales tendrán una medida de 1,5 X 1m de ancho y 1m de altura como se muestra en la ilustración 16.

ILUSTRACIÓN 13. CAJA DE CONEXIÓN DE TUBERIA



ELABORADO POR: JORGE VARGAS

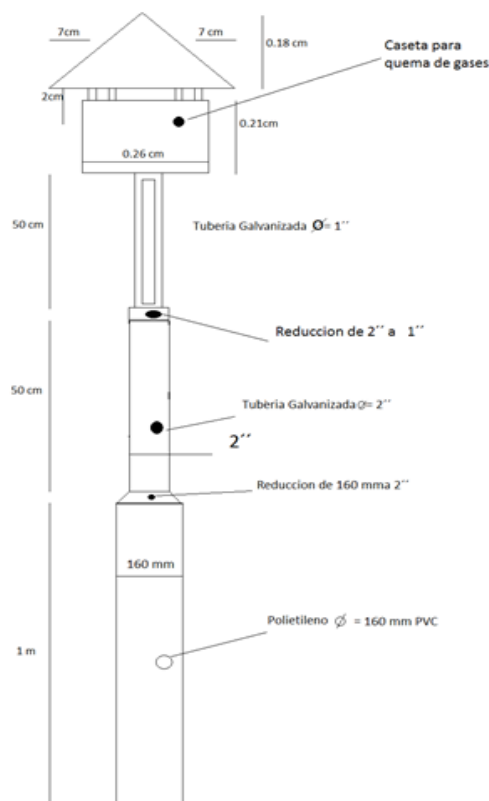
4.4.8.2 Sistema de ductos para la evacuación del biogás

Se estima que una celda de desechos sólidos semiaeróbico, produce biogás con un contenido de metano inferior al 30%. Sin embargo, para prevenir cualquier riesgo de sobrepresiones o incluso explosiones por la acumulación de los gases, se han diseñado ductos verticales, algunos de los cuales irán conectados a las cajas de empate de los drenes, de tal forma de evacuar el biogás generado y que, de ser necesario, trabajen también como drenes verticales. Los ductos se construirán de siguiente forma:

- Sobre la caja de empate de drenes y ductos de gas, se colocará una malla de gavión de 1m x1m de ancho y 1m de alto. Dentro de éstos se colocará una tubería de PVC de 160 mm de diámetro, la cual será perforada con agujeros de 2,54 mm, separados 0,10 m uno de otro. Luego se procederá a llenar el gavión con piedra de río cuyo diámetro oscilará entre los 0,10 m y 015 m.
- Para lograr una mejor estabilidad del muro de gavión se deberán utilizar pingos de madera en las 4 esquinas del muro.
- La altura de cada ducto dependerá de su ubicación y se construirán conforme vaya incrementando el uso de la celda.
- Posteriormente se procederá a sellar el ducto con una capa de arcilla de no menos de 0,50 m de espesor, de tal forma que quede al mismo nivel de la cota final de la terraza como se demuestra en la ilustración 18.

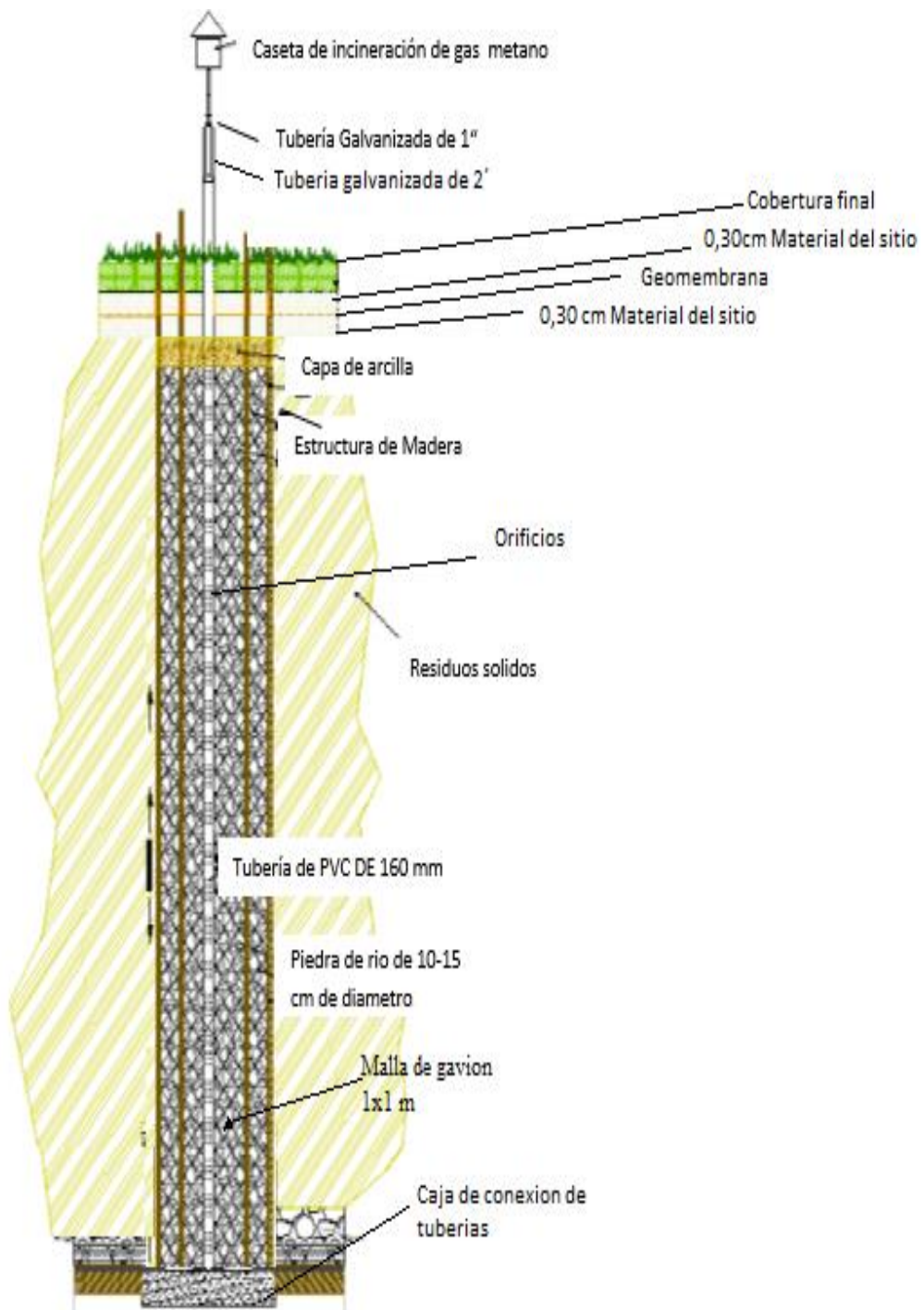
- Para que el biogás pueda ser combustionado, es necesario reducir la sección del tubo de 160mm de PVC a un diámetro menor, siendo estos últimos una tubería de hierro galvanizado de 1 m de longitud, 50cm de estos serán de 2'' y el resto de 1'' de tal forma que la altura total de la tubería, sobre la terraza, sea de máximo 2 m.
- Para evitar malos olores causados por el sulfuro de hidrógeno y evitar que el metano, gas de efecto invernadero, sea emitido directamente a la atmósfera, los obreros deberán permanentemente “encender” los ductos de gases sellados, de tal forma de que el biogás se combustione. las dimensiones de la caseta de quema de gas se muestran en la ilustración 16.

ILUSTRACIÓN 14. ESQUEMA PARA CASETA DE INCINERACIÓN



ELABORADO POR: JORGE VARGAS

ILUSTRACIÓN 15. ESQUEMA DE DUCTO PARA BIOGAS



ELABORADO POR JORGE VARGAS

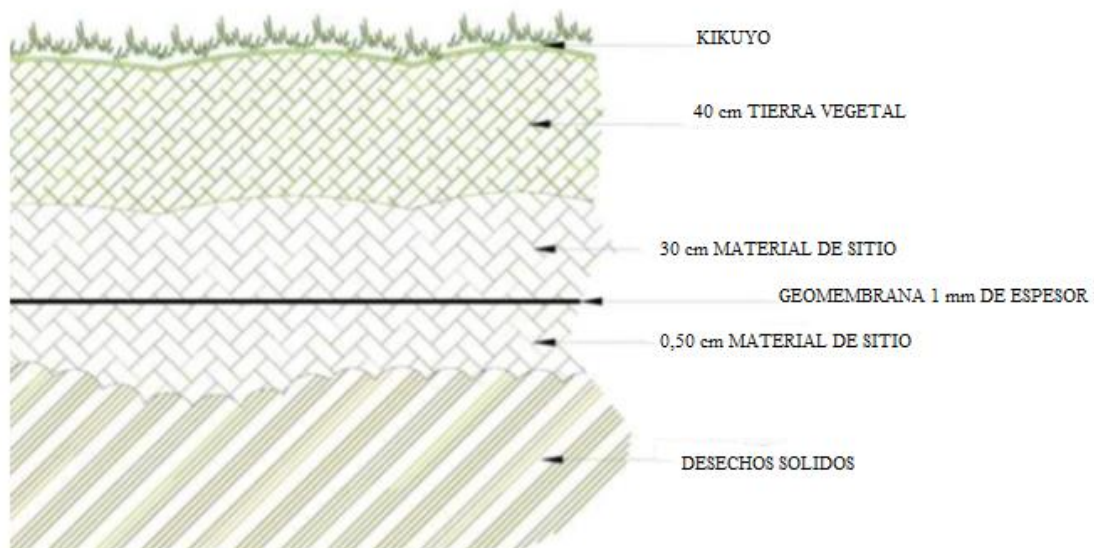
4.4.9. Cobertura final de la celda emergente

Una vez haya concluido la vida útil de la celda emergente, se realizará la cobertura final y el diseño paisajístico.

Para la cobertura final de la plataforma se colocarán las siguientes capas:

- Capa de 0,50 m de material explotado en el sitio, debidamente compactado, la cual servirá para cubrir los desechos sólidos previamente compactados.
- Geomembrana de polietileno de alta densidad, de mínimo $e = 1$ mm, para evitar el ingreso de agua lluvia a la celda
- Capa de 0,30 m, de material explotado en el sitio, debidamente compactado, la cual servirá para cubrir la geomembrana
- Capa de 0,40 m de tierra vegetal, la cual no deberá compactarse, de tal forma de facilitar el enraizamiento y crecimiento de las especies arbustivas nativas a ser sembradas.

ILUSTRACIÓN 16. DETALLE DE CAPA DE COBERTURA FINAL



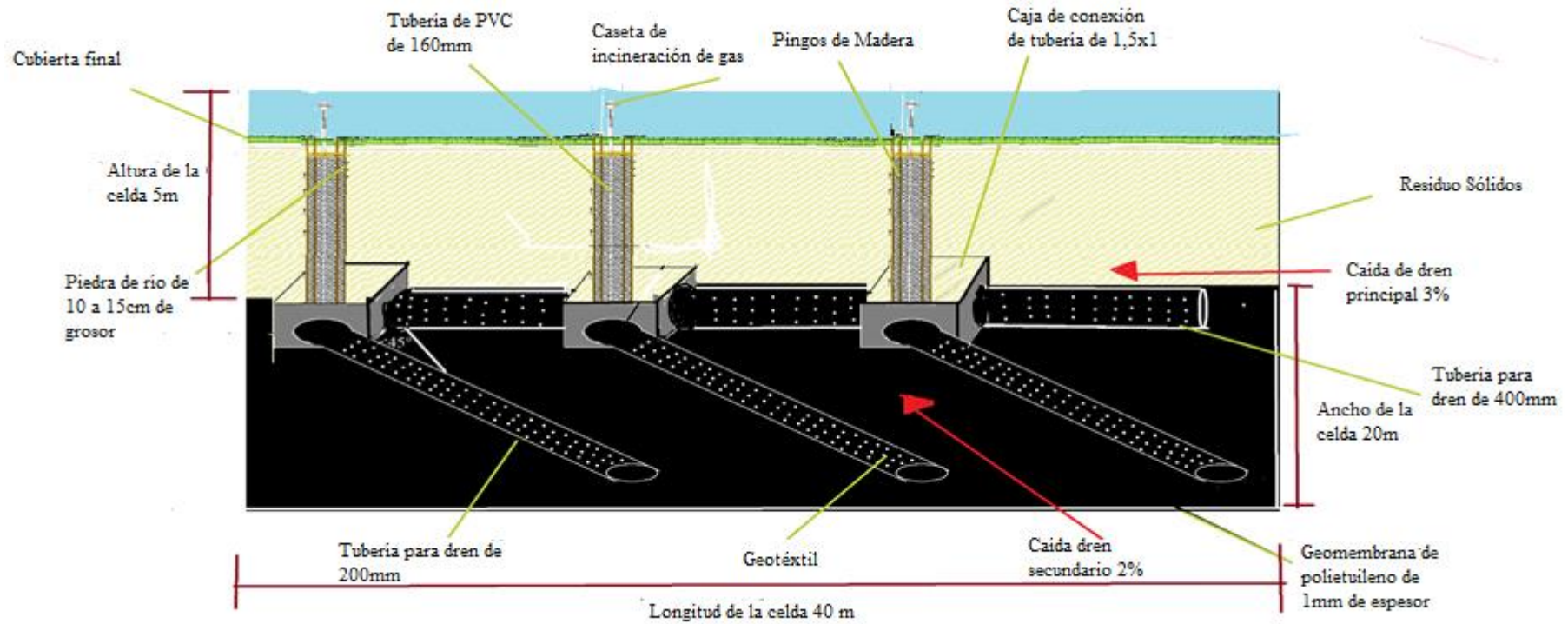
ELABORADO POR: JORGE VARGAS

4.4.9.1 Manejo y control de la erosión y sedimentación

Conforme se vaya colocando la capa de tierra vegetal, durante la cobertura final de la celda emergente, se realizará el encepado y siembra de especies arbustivas, aspecto que a más de provocar un impacto paisajístico positivo en el sector, contribuirá con el control

de la erosión y la sedimentación, se ha previsto realizar la reforestación de las áreas que se encuentran en las cotas superiores del predio. Cabe mencionar que las especies a ser utilizadas serán *especies* arbustiva nativas de la zona tales como el Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) para el encespado y Arrayan (*Luma apiculata*) para el paisaje como se a observado en rellenos sanitarios de diferentes municipios tales como el de Bolívar y Tena cabe mencionar que en estos rellenos la reforestación se realiza con especies de su propia zona.

ILUSTRACIÓN 17. DISEÑO FINAL CELDA EMERGENTE



ELABORADO POR: JORGE VARGAS

4.4.9.2 Vida útil de la celda emergente

12.628 Vol. Tot requerido en la celda emergente m³/Año
 4.620 m³ Vol. Tot. De la celda emergente diseñada.

12 Meses
 = 4,3 meses

Con la proyección de los residuos sólidos obtenido en base al estudio realizado por parte del GADBAS se logró conocer que para el 2.018 se generaran un volumen total de 12.628 m³ de residuos sólidos, mientras el volumen total de la celda emergente es de 4.620 m³ realizando una regla de tres se logró determinar una vida útil de 4,3 meses de la celda emergente tiempo suficiente para realizar el cierre técnico del actual vertedero y empezar la transición a relleno sanitario cabe mencionar que si se aplica una campaña de gestión de residuos hacia los habitantes del cantón se logrará incrementar la vida útil de la celda emergente por otra parte el municipio deberá continuar con la disposición final de los residuos dentro de la celda construyendo una nueva terraza sobre está logrando ampliar la vida útil de la misma hasta un año tiempo suficiente para que el GADBAS termine de construir nuevas celdas de disposición final.

TABLA 12. PRESUPUESTO DE LA CELDA EMERGENTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P.TOTAL
Excavación y conformación de talud	m ³	4.000	0,81	3.240
Sum. Ins. Geomembrana 1 mm	m ²	1.800	6,28	11.304
SISTEMA DE CONDUCCION DE LIXIVIADOS				
Replanteo y nivelación	Km	0,56	116,05	64,99
Excavación Mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m	m ³	95	2,18	207
Sum, Ins. Geotextil NT1600	m ²	200	2,32	464
Sum. y colocación Piedra para Dren	m ³	180	24,81	4.465,80
Sum, ins. Tubería PVC para Alcantarillado D=200mm	m	7	16,19	113,33
Sum, ins. Tubería PVC para Alcantarillado D=400mm	m	6	38,59	231,54
Compactación con vibro-apisonador	m ³	35	5,11	178,85
Caja de Empate de ductos de gases y drenes de lixiviados		3	75	225
DUCTOS DE GASES				
Sum. y colocación Piedra para gavión de chimenea	m ³	20	24,81	496,2
Sum, ins. Tubería perforada de pvc de 160 mm	m	10	15,44	154,4

Sum, ins. Tubería galvanizada de 2 pulgadas	m	3	20	60
Sum e ins. Tubería galvanizada de una pulgada	m	3	20	60
Sum, Ins. Caseta de incineración de gas.		3	60	180
COBERTURA FINAL				
Explotación cargado y transporte de material de cobertura	m ³	1230	4,5	5535
Tendido y Compactado de Material de cobertura	m ³	1345	1,18	1587,1
Sum. Ins. Geomembrana 1 mm	m ²	1800	6,28	11304
Cobertura de tierra vegetal sin compactar	m ³	2000	8,19	16380
Césped Kikuyo	m ²	2000	1	2000
EQUIPO DE PROTECCIÓN DE SEGURIDAD				
Suministro ropa de trabajo (Overoles)		6	31,25	187,5
Suministro Botas de caucho		6	12,5	75
Suministro de zapatos(Cuero, tipo botines e impermeables)		6	78,75	472,5
Suministro de Guantes de Caucho		6	11,85	71,1
Suministro de Guantes de Cuero		6	19,75	118,5
Suministro ropa de trabajo Impermeable		6	26,25	157,5
Suministro Mascarilla con filtro de carbón activado		6	23,63	141,78
Suministro de Gafas de seguridad		6	15	90
Suministro Tapones de oído (clásico)		6	3,94	23,64
Suministro Mascarilla con filtro		6	12,5	75
PERSONAL				
Obreros		5	500	2500
Ingeniero Residente de obra		1	1.080	1080
TOTAL				63.244

El costo de la celda emergente asciende a un valor total de 63.244 dólares cabe mencionar que dentro del presupuesto establecido se obvia la construcción de cunetas de coronación debido a la poca precipitación del lugar abaratando el diseño de la celda.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El vertedero a cielo abierto viene funcionando desde el año 2005 generando aspectos ambientales que afectan a los moradores del sector y al cantón en general, por lo que una vez realizado el diagnóstico se conoce que todos los aspectos negativos son mitigables demostrando la viabilidad del proyecto.
- Los criterios técnicos de diseño fueron la temperatura, topografía, hidrología, población, producción per cápita y precipitación del lugar, de la información obtenida de la precipitación se pudo conocer que el sector no sufre de precipitaciones abundantes debido a esto no se necesita la construcción de cunetas de coronación abaratando el costo de construcción de la celda emergente.
- La celda emergente diseñada tendrá una vida útil de 4,3 meses, pero cuenta con el espacio suficiente para construir una terraza sobre está incrementando su disponibilidad hasta en un año, ya que según la generación de proyección de residuos sólidos del cantón se estima que para el 2018 se depositen 19,22 toneladas de residuos diarias, tiempo suficiente para que el GADBAS realice el cierre técnico del vertedero. El diseño de la celda emergente es un cimiento para que a la posterior se desarrolle la construcción de la misma logrando así una disposición técnica y ambientalmente responsable de los residuos sólidos dentro del cantón.

5.2 Recomendaciones

- Concientizar a la población de Baños en la necesidad de apoyar el presente diseño con la finalidad de que a la posterior se construya la celda beneficiando directamente a la población
- Se recomienda elaborar un programa de información pública que explique a los habitantes los beneficios de una celda emergente ya que la divulgación del proyecto permitirá la obtención de los fondos para la construcción de la celda y es de vital importancia para la municipalidad que la ciudadanía se interese en el proyecto porque de lo contrario este no se puede llegar a desarrollarse.
- Se recomienda realizar campañas de manejo y gestión integral, que ayuden a separar los residuos en la fuente con la finalidad de ampliar la vida útil de la celda.

CAPITULO VI BIBLIOGRAFIA

- Alava. et. al, J. J. (2011). Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 15 de octubre de 2017, de <http://librorojo.mamiferosdeecuador.com/home.html>
- Albuja, L. (1980). Lista de Mamíferos Actuales del Ecuador. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de: http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3843/4/icbio_listaMamiferos.pdf.pdf
- Angelone, S., Garigay, M. T., & Cauchape Casaux, M. (septiembre de 2006). Geología Geotecnia Permeabilidad de los Suelos. Rosario, Rosario, Argentina.
- Chérrez Gavilanes, D. S. (2011). Los Desechos Solidos y su Incidencia en el Medio Ambiente del Canton Cevallos Provincia de Tungurahua. Ambato, Tungurahua, Ecuador. Recuperado el 15 de Diciembre de 2017, de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1617/1/Tesis%20582%20%20Ch%C3%A9rez%20Gavilanes%20Diego%20Sebasti%C3%A1n.pdf>.
- Colmenares, M & Santos, B (s.f.). Generacion y Manejo de Gases en Sitios de Disposicion Final. Generacion y Manejo de Gases en Sitios de Disposicion Final. Recuperado el 13 de Diciembre de 2017, de <http://www.ingenieriaquimica.org/system/files/relleno-sanitario.pdf>.
- De la Torre, F. (Noviembre de 2013). Estudio de Impacto Ambiental del Relleno Sanitario del Canton Tena Provincia de Napo. Tena, Napo, Ecuador. Recuperado el Diciembre de 2017, de <https://maenapo.files.wordpress.com/2015/03/esia-gestion-de-residuos1.pdf>.
- GADPM. (2013). Estudio de Impacto Ambiental del Relleno Sanitario de. Pedro Mocayo, Ecuador. Recuperado el 13 de Diciembre de 2017, de http://www.pedromoncayo.gob.ec/documentos/dambiental/EIA_RELLENO_SANITARIO.pdf.
- Garrido Vergara, E. (2008). Metodología de Diagnóstico Ambiental Adaptación para su Información Utilizando Técnicas Difusas y su Aplicación en Vertederos de Andalucía Granada, España. Recuperado el 25 de Octubre de 2017, de <http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/1860/1/1738283x.pdf>.

- Gaibor Rivera, K. E. (2017). Propuesta Técnica para el Cierre del Relleno Sanitario. Riobamba, Chimborazo, Ecuador. Recuperado el 2 de Enero de 2018, de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/UNACH-EC-ING-AMB-2017-0008.pdf>
- Garrido Ocles, M. S. (Junio de 2014). Diseño del Complejo Ecológico para el Manejo Integral de los Residuos Sólidos de la Comunidad Formada por el Cantón las Naves y la Parroquia San Luis de Pambil en la Provincia de Bolívar. (J. A. Vargas Aranda, Recopilador) Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 13 de Diciembre de 2017, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5649/1/T-UCE-0012-313.pdf>
- INAMHI. (2003-2012). Anuario Meteorológico. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wpcontent/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202012.pdf>
- INEC. (28 de Noviembre de 2010). INEC. Recuperado el 13 de Diciembre de 2017, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- INEC. (septiembre de 2010). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos Obtenido de http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/Portal%20SNI%202014/FICHAS%20F/1802_BA%20C3%91OS%20DE%20AGUA%20SANTA_TUNGURAHUA.pdf
- INIA. (15 de Mayo de 2015). Semana de la Ciencia y Tecnología Jornada de Puertas Abiertas. Tacuarembó. Recuperado el 13 de Diciembre de 2017, de <http://www.inia.uy/Documentos/P%20C3%91Ablicos/INIA%20Tacuaremb%20C3%91B3/2015/El%20Suelo%20de%20mayo.pdf>.
- León, C. (2012). Evaluación de Impactos Ambientales del Botadero a Cielo Abierto en el Barranco del Río Pastaza del Cantón Mera- Provincia de Pastaza (Título de Ingeniería Ambiental). Universidad Estatal Amazónica, Puyo.
- MAE. (2010). Ministerio del Ambiente del Ecuador. Recuperado el 12 de Noviembre de 2017, de <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>

- Marín Villegas, N. C. (2012). Relación entre la producción per cápita de residuos sólidos domésticos (RSD) con algunos factores socioeconómicos de los habitantes del municipio de Circasia-Quindío. Circasia, Tolima, Colombia. Recuperado el 15 de Diciembre de 2017, de http://www.ut.edu.co/academi/images/archivos/Fac_Forestal/Documentos/TRABAJOS_ESP_IMPACTO_AMBIENTAL/Nidia%20Carolina%20Marn%20Villegas.pdf
- Olmedo, F. (13 de junio de 2013). U.S.-México Border 2020 Environmental Enforcement Workshop. México.
- OPS. (2004). Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos. Lima, Lima, Perú.
- PDOT, B. d. (2014). Gobierno Autónomo Descentralizado Baños de Agua Santa. Baños, Tungurahua, Ecuador. Recuperado el 13 de octubre de 2017, de http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1860000480001_Diagn%C3%B3stico%20GADBAS%20VF_16-03-2015_03-31-23.pdf
- Portalupi, L. (2014). Información de Geomembranas de PVC y HDPE. Recuperado el 29 de Octubre de 2017, de <http://criarpeces.com.ar/wp-content/uploads/2014/03/Informaci%C3%B3n-de-lasgeomembranas.pdf>.
- Rodríguez Jiménez, R. M., Capa, Á. B., & Portela Lozano, A. (2004). Meteorología y Climatología. (FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología)). España. Recuperado el 12 de Diciembre de 2017, de <https://cab.inta-csic.es/uploads/culturacientifica/adjuntos/20130121115236.pdf>.
- Rodriguez Ruiz, P. (Agosto de 2008). Hidraulica II. Recuperado el 15 de Diciembre de 2017, de https://carlosquispeancasi.files.wordpress.com/2011/12/hidraulica_ruiz.pdf
- Sandoval, I. Y. (agosto de 2010). Diseño y Factibilidad del Relleno Sanitario Manual para el Municipio de la Libertad Departamento de la Libertad. Ciudad Universitaria, El Salvador, El Salvador.
- Tapia, L. (17 de mayo de 2013). Acuerdo Ministerial N.052. Quito, Pichincha, Ecuador.

- UICN. (2014). Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2014 Resumen Para América del Sur. América del Sur. Recuperado el 15 de Octubre de 2017, de Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza: http://cmsdata.iucn.org/downloads/lroja_sudamerica_2014.pdf
- Vesco, L. P. (31 de agosto de 2016). Residuos Sólidos Urbanos su Gestión Integral en Argentina. Argentina.