

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

MARCO TEÓRICO

Definición de impacto ambiental

El impacto ambiental es la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada, en términos simples el impacto ambiental es la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza; en este caso es la modificación del entorno como el mismo relleno sanitario, sufriendo un impacto ambiental tanto en aguas (subterráneas y superficiales), suelos (nutrientes y su capa freática), flora (churquis) y fauna(animales de granja).

Para realizar el diagnóstico se empleó en base los análisis realizados por el laboratorio y por ese medio se cuantificó en la matriz de evaluación de impactos del (anexo 5b) se uso también la ponderación, para poder evaluar las aguas lixiviadas.

Residuos Sólidos de Rellenos Sanitarios Urbanos:

Los residuos sólidos a depositarse en el relleno, se descompone mediante una serie de procesos químicos complejos. Los productos principales de la descomposición son los líquidos lixiviados que pueden afectar la salud de las poblaciones de los alrededores. Los líquidos lixiviados se forman mediante el percolado de líquidos (como por ejemplo, agua de lluvia) a través de sustancias en proceso de descomposición. El líquido, al fluir, disuelve algunas sustancias y arrastra partículas con otros compuestos químicos. Los ácidos orgánicos formados en ciertas etapas de la descomposición también están contenidos en el lixiviado. Para determinar la generación de lixiviados, debe tomarse en cuenta los factores climatológicos, así como las características de los residuos, las características del material de cobertura, las características del cerramiento final y el mantenimiento a largo plazo del relleno.

De manera específica debe tenerse en cuenta las infiltraciones de aguas lluvias, de escorrentía y de nivel freático al relleno. El modelo a utilizar para la generación de lixiviados debe igualmente considerar la generación de éstos por efectos de la descomposición de la fracción orgánica de los residuos en el relleno.

Deben igualmente verificarse las capacidades de drenaje del sistema para garantizar que el lixiviado producido se pueda evacuar.

En el caso de rellenos para residuos sólidos urbanos, los lixiviados muestran una alta concentración que les ha sido incorporado desde el residuo por lixiviación propiamente dicha o por dilución de los productos de la biodegradación del residuo. La velocidad de generación del lixiviado es inicialmente dependiente de la cantidad de líquido del residuo originalmente contenido y de las precipitaciones que caen sobre el relleno y que pasan a través del material de cobertura al residuo.

Las causas de producción de los lixiviados son:

- Interacción del agua superficial infiltrada sobre el residuo.
- Dinámica propia de la descomposición del residuo.

Los mecanismos de transferencia entre el agua infiltrada y el residuo, son que ocurren mediante en los siguientes casos:

1. Paso de partículas desde el residuo al líquido
2. Disolución de sales solubles del residuo
3. Estabilización del residuo, correspondiente a la conversión de materia orgánica a las formas soluble y gaseosa.

Las caracterizaciones cuantitativas y cualitativas de los lixiviados varían en un amplio rango de concentración, dependiendo de las características propias de la basura, régimen de precipitación pluvial, tipo de cobertura y densidad de la masa de vertido.

De acuerdo con los conocimientos actuales, las cantidades de lixiviados pueden determinarse según el grado de compactación del relleno:

- Rellenos compactados con compactadores: 25% de la tasa de precipitación anual (aproximadamente $5 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{d}$ para el caso de 750 mm de precipitación anual).
- Rellenos compactados con orugas: 40% de la tasa de precipitación anual (aproximadamente $9 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{d}$ para el caso de 750 mm de precipitación anual).

Las cantidades para rellenos con producción de compostaje se ubican aproximadamente entre estos valores. Estos valores representan un resumen de los análisis de lixiviados de rellenos ubicados en las zonas con 500 a 1050 mm de precipitación anual.

En la práctica pueden darse desviaciones de estos valores, condicionadas por particularidades locales, por ejemplo mayores cantidades de lixiviados en las laderas; compactado natural causado por el agua del subsuelo que penetra en el relleno; disminución por retención en el relleno, en el caso de rellenos que estén ubicados en depresiones o cuando hay recubrimientos con material aglutinante. En este tipo de rellenos pueden retenerse cantidades considerables de lixiviados, que pueden conducir a problemas en la operación y en la estabilidad.

Tabla I-1: Cantidad y contenidos de lixiviados de rellenos de desechos domésticos

Relleno	Precipitación (mm/a)	Lixiviados (% de N)	m ³ /ha/d)	Observaciones	
Compactación con oruga					
1	571	31.3	4.9	Recubierto con material aglutinante parcialmente.	
1	571	4.4	0.4		
2	501-729	25-48.2	5.3-8.3		
3	662	58.2	10.6		
4	632	32.3	5.9	Recubierto y recultivado.	
5	565-655	39.2-42	6.1-7.5		
6	636	19.9-21.4	3.5-3.7		
Relleno con producción de compost					
7	716-936	15.1	2.7	Valores altos	
8	-----	1.2-29.8	3.2-8.1		
Compactación con compactadores					
9	652	15.1	2.7	Recubierto y recultivado, en los últimos 1.5 años en aumento.	
10	651-998	12.2-29.8	3.2-8.1		
11	651-998	16.9-21.6	3.0-5.9		
12	632	16.3-18.3	2.8-3.2		
13	509	16.8	2.3		
14	556-1057	15.6-19.6	2.6-5.1		
15	770	3.3-7.2	0.7-1.1		
16	-	22	3.8		Relleno muy joven ciclo de lixiviados(recubierto con material aglutinante)
17	-	38	6.7		

Fuente: EHRIG, Hans-Jurgen.

Por ese motivo la generación de lixiviados es un tema delicado a tratar, conforme los RSU van creciendo y basando los años las aguas lixiviadas van teniendo mayor aporte de contaminantes, por eso es necesario determinar su impacto ambiental en nuestra ciudad y proponer un tratamiento de aguas lixiviadas para el RSU de la ciudad de Tarija.

Factores que afectan la producción y calidad de lixiviados

Según investigaciones realizadas, los factores que influyen la generación de lixiviado y también indirectamente su potencial contaminante son:

1. Clima.
2. Sitio topográfico.
3. Material de cobertura final del relleno.
4. Vegetación de cobertura.
5. Procedimientos de operación.
6. Naturaleza de los residuos que llegan al relleno.

El clima en el lugar del relleno influye significativamente en la velocidad de generación del lixiviado. En sitios localizados en áreas de alta precipitación, se puede esperar la generación de mayor cantidad de lixiviado.

La vegetación por efectos de evapotranspiración, devuelve una porción de la precipitación infiltrada en el relleno a la atmósfera. Un lugar con una capa de vegetación pobre puede experimentar erosión.

Se han encaminado investigaciones para encontrar óptimas capas de cobertura, llegando a experimentar con combinaciones de arcilla, arena y otros suelos, a fin de conseguir promover una evapotranspiración máxima, superficie de drenaje y escorrentías cuya percolación sea mínima. Las membranas geo sintéticas cuando son usadas, son colocadas bajo la capa de suelo para protegerla del clima y para permitir el establecimiento de la cubierta vegetal.

Una cubierta intermedia o temporal es dispuesta sobre la superficie trabajada del relleno, antes de la aplicación de la cobertura final. La generación del lixiviado puede incrementar por la infiltración de grandes cantidades de precipitación a través de la capa intermedia. La cantidad de infiltración dependerá de la permeabilidad, los suelos arenosos permiten más infiltración y los suelos arcillosos menor infiltración.

La topografía afecta las escorrentías del sitio y las cantidades de agua entrante y saliente del relleno. Los rellenos deben ser diseñados para limitar la generación del lixiviados, construyendo canales perimetrales interceptores de aguas lluvias y recubriendo con materiales que promuevan la escorrentía y reduzcan la infiltración.

Los tipos de suelos también influyen la cantidad de agua percolada en el relleno y que escapa a través de las partes bajas. Si la permeabilidad de los suelos usados como material de cobertura aumenta, la velocidad de generación de lixiviados también aumenta. En áreas donde los suelos naturales no son aconsejables para prevenir la percolación, existe la posibilidad de instalar membranas geo sintéticas para recubrir en combinación con los suelos naturales.

Además según las leyes y normas bolivianas en nuestro país exigen que haya un tratamiento de las aguas lixiviadas del RSU por su grado de contaminación.

1.1. Identificación del problema

Inexistente tratamiento de aguas lixiviadas generadas por el relleno sanitario de la ciudad de Tarija, lo cual genera contaminación del entorno ambiental, daños al sistema productivo y afecto máximo a la salud de la población y su calidad de vida.

Las aguas lixiviadas del Relleno Sanitario Urbano (RSU) de la ciudad de Tarija son en parte arrojadas a la quebrada “San Pedro”. Esto genera diversos problemas tanto económicos, sociales, de salud y contaminación de aguas superficiales y subterráneas.

1.1.1. Problema de Salud:

Los residuos sólidos en el relleno sanitario, se descomponen y al no tener un buen manejo del relleno sanitario, se pueden propagar enfermedades, generar vectores y contaminación.

Los principales daños a la salud provocados por la mala disposición de lixiviados se refleja en el aumento de microbios que cuando entran en contacto con el agua que se genera de los lixiviados, pueden ser parásitos intestinales, diarrea, dengue según la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Se pudo notar en la imagen las pérdidas de aguas lixiviadas y existe basura destapada.

Imágenes I-1: Vista de una parte del relleno sanitario



Fuente: Propia (2018)

1.1.2. Contaminación de Aguas Superficiales y Subterráneas

Los lixiviados han sido identificados como una fuente potencial en la contaminación de aguas superficiales y subterráneas, ya que estos se pueden infiltrar a través del suelo provocando contaminación principalmente del agua si éstos no son propiamente recolectados, tratados y llevados a una segura disposición final.

La contaminación del agua subterránea debidas a la infiltración en ésta de lixiviados generados en rellenos sanitarios puede ocurrir en alguna de las siguientes formas:

- La adición de Demanda de Biológica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO), los cuales no se encuentran presentes de una forma natural en el agua subterránea.
- El agotamiento del oxígeno disuelto.
- Contaminación por microorganismos.
- El incremento en el contenido de minerales (cloros, sulfatos, bicarbonato, sodio y potasio).
- La adición de compuestos orgánicos complejos (pesticidas, hidrocarburos, productos químicos industriales).

- Eutrofización (nitrógeno y fosforo).

1.2. Localización

El lugar del Relleno Sanitario se encuentra en una zona arcillosa con un índice de permeabilidad, que se ve que tiene mucha erosión, además de tener churquis, pasto y algunas hiervas que se encuentre en el camino.

El Relleno Sanitario cuenta con un terreno de 11 hectáreas, las cuales están divididas en diversa áreas, está la área de recepción y pesado de los camiones, el área de realización de abono, el área de reciclaje de plástico y cartones, la de disposición de la los residuos, la piscina de lixiviación y el área de disposición final de residuos hospitalarios.

Imágenes I-2: Vista del Relleno Sanitario Urbano de Pampa Galana de la ciudad de Tarija.



Fuente: Propia (2018).

Gráfico I-1: Localización del Relleno Sanitario Urbano de Pampa Galana en mapa



Fuente: *Google maps 2015.*

1.3. Tipos de Insumos y Desechos a tratar

Los desechos a tratar en sí es el agua lixiviada para darle otro tipo de uso, y no sea una fuente de contaminación que provoque estragos en los habitantes de la ciudad de manera directa e indirecta.

El agua lixiviada se genera de los residuos orgánicos, estos residuos orgánicos son el 55 % de la basura que entra en el Relleno Sanitario Urbano, de los residuos orgánicos se realiza abono por el método takakura, por el momento está paralizado porque están tratando de mejorar el abono y compra de maquinaria con ayuda internacional de Japón.

**CAPÍTULO II: REFERENCIA DE
ÁREA DE INFLUENCIA DEL
PROYECTO**

REFERENCIA DE ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

2.1. Uso de Suelos

El uso del suelo se da más para la crianza de animales domésticos y de granja (gallinas y cerdos).

También a la agricultura en menor proporción.

2.2. Recursos bióticos

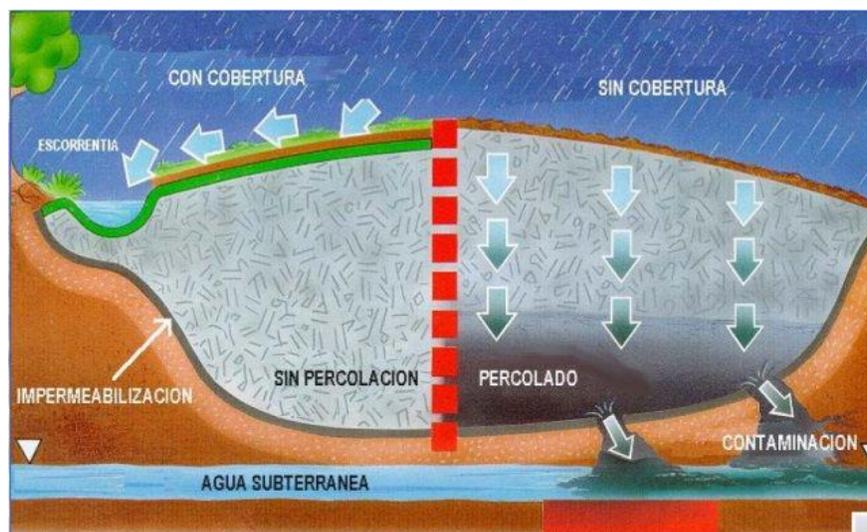
Se notó la gran variedad de churquis de diferentes tipos y tamaños, como también el de sauces y de diversas malezas (pastos, hierbas, etc.) que son receptores de las aguas lixiviadas generadas en el relleno sanitario urbano.

La quebrada que pasa por el lugar le llega pérdidas de aguas lixiviadas generadas por las primeras zanjas del relleno sanitario, y esto llega al río Guadalquivir.

2.3. Medio Receptor

El principal medio receptor de la población que vive rodeando el relleno sanitario, son las aguas lixiviadas que llegan a la quebrada San Pedro y aguas subterráneas, las personas usan para dar de beber agua a sus animales y riego para sus plantas, está agua es usada en época de lluvia (Anexo 4) sobre todo su incremento.

Imágenes II-3: Esquema contaminación de acuíferos por lixiviados



Fuente: *Johnatan Ramos Rivera, Econotochile.org(2011).*

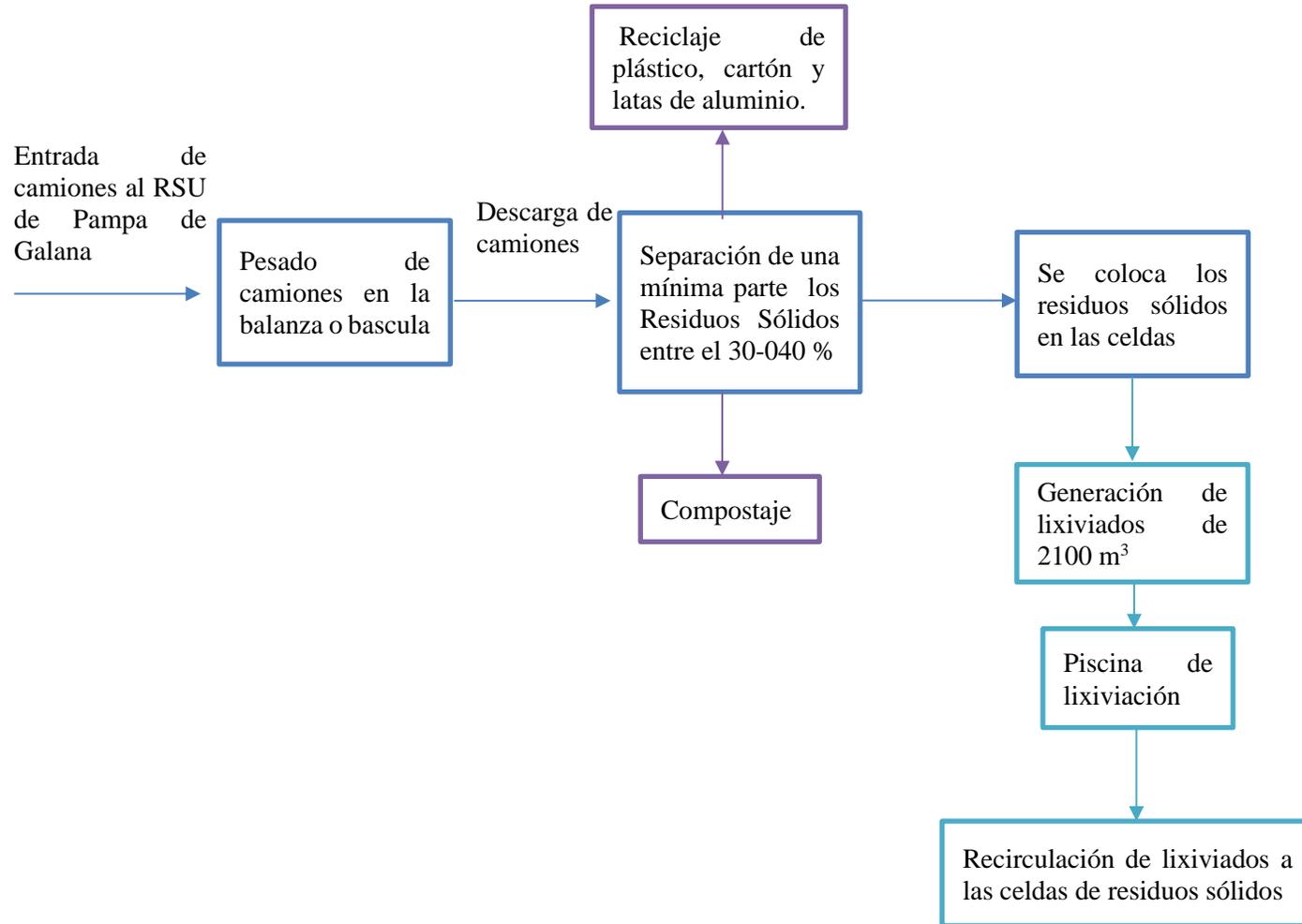
Además otro medio receptor es la flora y fauna del lugar, que ellos también reciben de manera directa los contaminantes generados en el relleno sanitario, principal son llevados por el viento como ser basura (bolsas plásticas), vectores y olores.

Imágenes II-4: Bolsa plástica en las plantas del lugar.



Fuente: *Propia* (2018).

Diagrama II-1: Tratamiento de la basura hasta llegar a los lixiviados en el RSU de Pampa Galana



Fuente: EMAT (2019).

2.4. Características de la población y sus actividades

La población que rodea el Relleno Sanitario se dedica a la crianza de animales domésticos, de granja (gallinas y cerdos), agricultura y como otras actividades.

Las personas del lugar tienen diversas actividades tanto como talleres, hasta el transporte de vegetales a los centros de abastos donde van a vender, otra porción se encarga de trabajos en diversas partes de la ciudad, como el trabajo: venta de mercadería, restaurantes, oficinas, etc.

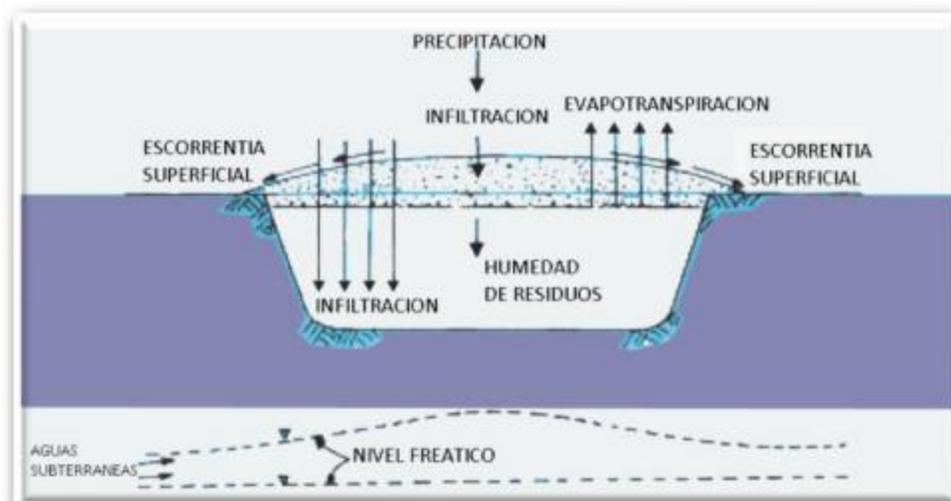
2.5. Áreas de riesgo

El área de riesgo en el relleno sanitario es la pérdida de aguas lixiviadas, que contaminan la quebrada “San Pedro” que pasa por un contorno del relleno sanitario, y está se va quebrada abajo arrastrando los contaminantes, que podían generar enfermedades. La misma quebrada se unifica por el barrio San Gerónimo a la quebrada del Monte y estas al Río Guadalquivir.

La contaminación de suelos que cada vez aumenta por la acumulación de basura en el Relleno Sanitario y por la transportación de contaminantes en las aguas lixiviadas, esto genera que los suelos cambien drásticamente sus parámetros y vayan perdiendo sus nutrientes.

Otro punto es el riesgo que sufre la capa freática de los acuíferos, debido a las descargas constantes que genera el Relleno Sanitario, este puede cambiar su nivel piezométrico de las aguas subterráneas por la exposición de las mismas; además que la quebrada puede sufrir notificaciones sus nutrientes y parámetros naturales, cambiando drásticamente la calidad de agua y esto puede generar la muerte de vida en la misma.

Ilustración II-1: Balance hídrico en un Relleno Sanitario



Fuente.- Guía de Rellenos Sanitarios (2010)

Según fuentes de comunicación los habitantes de pampa galana tuvieron focos de enfermedades respiratorias, alergias y erupciones en la piel; sobre todo las personas que viven cerca del Relleno Sanitario.

El suelo (arcilla) se vería afectado ya que no se podría dar uso en agricultura o para pastizales ya que el suelo es alcalino ($\text{pH} > 7$).

**CAPÍTULO III: IDENTIFICACIÓN,
ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LOS
IMPACTOS**

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

3.1. Identificación del Impacto

La contaminación que genera las Aguas Lixiviadas producidas por el relleno sanitario, varía según el periodo de fermentación y el tipo de desechos rellenos, además por los impactos que tiene el factor clima puede generar más aguas lixiviadas en cierta época del año o pueden disminuir.

Estas aguas pueden contaminar aguas superficiales o subterráneas, haciendo daños al ecosistema por debajo del relleno sanitario o en su contorno por la cercanía de la quebrada de San Pedro; esto produce un gran impacto ambiental negativo a la zona que rodea el relleno sanitario, haciendo que las propiedades naturales de suelos y aguas vayan perdiendo con el transcurso del tiempo, su capacidad para cultivar por los daños que generaran el desgaste ocasionado por la disposición de los residuos en el lugar.

3.2. Análisis de la Situación Ambiental

Se puede observar que en el relleno sanitario existe tierra erosionada, con suelos arcillosos en su mayor cantidad, por eso motivo se pudo apreciar en los análisis correspondientes que es un suelo permeable (anexo 2) que ayuda a que no trascienda aguas lixiviadas a aguas subterráneas, pero en las primeras zanjas no cuentan con geo membranas haciendo que pueda existir pérdidas de aguas lixiviadas.

Alrededor del relleno sanitario se puede determinar una cierta cantidad de fauna y flora en el sector que rodea, se puede apreciar que existe en este lugar churquis, sauces y diversas plantas pequeñas.

3.3. Riesgos Ambientales

Los riesgos ambientales que se encontrará en el Relleno Sanitario Urbano son:

- Deslizamientos de las laderas del modelo de área debido a aumentos en los niveles de infiltración de aguas fluviales que se generarían sobre todo en época de lluvia.
- Atrapamiento de personas por deslizamiento en el área de disposición final, en el modelo del Relleno Sanitario Urbano área.- Esto podría pasar por la falta de laderas cerradas con piedras para evitar accidentes.

Imágenes I-5: Laderas del Relleno Sanitario



Fuente: Propia (2018).

- Aumento de líquidos percolados por afluencia de aguas de lluvia.- Época de lluvia en ciertas épocas.
- Contaminación por polvo, gases, vapores y líquidos.
- Contaminación de fuentes de agua y personas con virus, bacterias, hongos y parásitos.
- Daños en las bombas, lo cual implica la parálisis del proceso de recirculación.
- Sobre carga de tubería de inyección, debido al incremento del caudal de lixiviados por aumento de infiltración de agua de lluvias.
- Caída de una persona en la laguna de infiltración.
- Propagación de vectores en el relleno y alrededores.

3.4. Cuantificación del Impacto Ambiental

Se cuantifico el impacto Ambiental según la ley del medio ambiente 1330 con la matriz de evaluación de impactos, se ponderó y se clasificó (Anexo 5.b.), se utilizó para la valoración los resultados obtenidos de las aguas lixiviadas del relleno sanitario del laboratorio de agua y suelos (anexos 1 y 2).

Los resultados de la ponderación es positivo medio; es directo, reversible, recuperable las aguas lixiviadas para que sean usadas y no contaminen, es extensivo que se verá a largo plazo los daños ocasionados tanto en los acuíferos y el suelo perjudicando las actividades de la zona.

3.5. Aplicación de Normas y Leyes

La aplicación de las Ley 1333 del Medio Ambiente y la Ley 755 de Gestión Integral de Residuos Sólidos en nuestro país, estas leyes están para resguardar y proteger de daños que pueda sufrir nuestro ecosistema. En este caso se ve más reflejado los artículos correspondientes a residuos sólidos y aguas lixiviadas del relleno sanitario de Pampa Galana.

Cuadro III-1: Comparación de la ley 1333 y ley 755

Ley 1333		Ley 755	
Resumen	La presente Ley tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población	Resumen	La Gestión Integral de Residuos se articula con las políticas de protección de la Tierra, Agua y Saneamiento, Educación, Medio Ambiente, Salud, Cambio Climático, Seguridad Alimentaria y Gestión de Riesgos Ambientales.
Protección de la Salud y el Medio Ambiente	Realizar acciones de prevención y control de la contaminación que se genera, así como las actividades técnicas ambientales en coordinación de organismos competentes y los Gobiernos Municipales.	Protección de la Salud y el Medio Ambiente	La Gestión Integral de Residuos debe orientarse a la protección de la Tierra, previniendo riesgos para la salud y de contaminación del agua, aire, suelo, flora y fauna, en concordancia con las estrategias de lucha contra el cambio climático, para el vivir bien de las

			actuales y futuras generaciones.
Participación	La ley del Medio Ambiente genera una participación, a nivel nacional partiendo del ministerio de medio ambiente, hasta las entidades regionales como ser la alcaldía y departamentales la gobernación.	Participación	La Gestión Integral de Residuos debe promover la participación activa, consciente, informada y organizada de la población.
Producción más limpia	Se debe ejecutar acciones de prevención de contaminación de cuerpos de agua, suelos y aire; promoviendo el saneamiento y control de la calidad de los recursos naturales.	Producción más limpia	En la aplicación continua de una estrategia ambiental, preventiva e integrada en los procesos productivos, se debe promover la transformación de los patrones de producción para reducir la generación de residuos en cantidad y peligrosidad, y facilitar el aprovechamiento de los mismos.
Objetivos	Establece el régimen jurídico para la ordenación y vigilancia de la Gestión de los Residuos Sólidos, manejo de los mismos, regulaciones y disposición final.	Objetivos	Tiene como objetivo establecer la política general y el régimen jurídico de la Gestión Integral de Residuos en el Estado plurinacional de Bolivia, priorizando la prevención para la reducción de la generación de Residuos Sólidos, su aprovechamiento y disposición final.

<p style="text-align: center;">Define</p>	<p>Define la normatividad que debe seguir la gestión de residuos sólidos buscando garantizar un adecuado acondicionamiento, así como evitar la contaminación del suelo y cuerpos de agua.</p>	<p style="text-align: center;">Define</p>	<p>La Gestión Integral de Residuos debe adaptarse a las condiciones locales en base a criterios técnicos, económicos, sociales y ambientales, para garantizar su continuidad, expansión y mejora permanente.</p>
<p style="text-align: center;">Sanciones</p>	<p>1.- Las sanciones administrativas a las contravenciones, siempre que éstas no configuren un delito, serán impuestas por la Autoridad Ambiental Competente, según su calificación y comprenderán las siguientes medidas:</p> <p>a) amonestación escrita cuando la infracción es por primera vez, otorgándole al amonestado un plazo perentorio conforme a la envergadura del proyecto u obra, para enmendar su infracción;</p> <p>b) de persistir la infracción, se impondrá una multa correspondiente a una cifra del 3 por 1000 sobre el monto total del patrimonio o activo declarado de</p>	<p style="text-align: center;">Sanciones</p>	<p>Persona Natural: Delitos leves.-Hasta medio (1/2) salario mínimo nacional vigente. Delitos Graves.-De dos (2) a cinco (5) salarios mínimos nacionales vigentes. Delitos Gravísimas.- De seis (6) a diez (10) salarios mínimos nacionales vigentes. Persona Jurídica Leve.-De uno (1) a cuatro (4) salarios mínimos nacionales vigentes. Grave.- De cinco (5) a veinte (20) salarios mínimos nacionales vigentes. Gravísimas.-De veintiún (21) a cuarenta (40) salarios mínimos nacionales vigentes.</p> <p>Las sanciones señaladas en el Parágrafo precedente, se aplicarán de manera</p>

	<p>la empresa, proyecto u obra;</p> <p>c) revocación de la autorización, en caso de reincidencia.</p> <p>2.- La persona o colectividad legalmente representada, interpondrá la acción civil con la finalidad de reparar y restaurar el daño causado al medio ambiente, los recursos naturales, la salud u otros bienes relacionados con la calidad de vida de la población, de acuerdo con lo dispuesto por la LEY, el Código Civil y su Procedimiento.</p> <p>Los responsables de actividades económicas que causaren daños ambientales serán responsables de la reparación y compensación de los mismos. Esta responsabilidad persiste aún después de terminada la actividad de la que resultaren los daños.</p>		<p>proporcional al grado de responsabilidad de los infractores o al daño o amenaza ocasionada, así como la reincidencia.</p>
--	--	--	--

Fuente: *Ley del Medio Ambiente 1333 y la ley de Gestión de Residuos Sólidos*

CAPÍTULO IV: ESTRATEGIAS DE MANEJO AMBIENTAL

ESTRATEGIAS DE MANEJO AMBIENTAL

4.1. Análisis de acciones a realizar

Cuadro IV-2: Análisis de acciones a realizar en el Relleno Sanitario Urbano

Tema	Análisis	Equipo necesario	Objetivo	Frecuencia	Responsable
Meteorología	Medición de la precipitación	Método sofisticado: Ombrómetro.	Pronóstico de la cantidad de aguas lixiviadas producidas mediante cálculo de precipitación y evaporación.	1 vez por Día	Encargado de turno y registrar en una planilla los parámetros medidos.
	Medición de la temperatura	Método sofisticado: Testo (medición de la temperatura ambiental)		1 vez por Día	Encargado de turno y registrar en una planilla los parámetros medidos.
	Medición de la humedad	Método sofisticado: Hidrómetro y Gravimetría	Medir la cantidad de humedad en el ambiente y medir la cantidad de humedad en el suelo si existirían pérdidas generadas en el RSU.	Cada día, en época de lluvia y en épocas diferentes cada semana.	Encargado de turno y registrar en una planilla los parámetros medidos.
Aguas Lixiviadas	Medición de la cantidad de las aguas lixiviadas acumuladas	Medidor mecánico o neumático de niveles de agua; si hay bombeo, con medición y	Verificación de la cantidad de aguas Lixiviadas producidas en tiempo de lluvia.	1 vez por Día	Encargado de turno y registrar en una planilla los parámetros medidos.

		Registro del volumen bombeado.			
	Medición del pH	Medición con un pH-metro	Comprobar el estado de las aguas lixiviadas	3 vez por Semana	Encargado de laboratorio.
	Medición de la conductividad	Medición con un Conductímetro		3 vez por Semana	Encargado de laboratorio.
	Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas lixiviadas	Llevar al laboratorio muestras homogeneizadas de las aguas lixiviadas	Conocer el estado de las aguas lixiviadas	4 veces por Año	Encargado de laboratorio.
Aguas Subterráneas	Con pruebas de las aguas Subterráneas	Se prepara un pozo con barrena (diámetro > 150 mm) y se toma la prueba con una bomba sumergible	Conocimiento del impacto de las aguas lixiviadas a las capas freáticas	1 vez por Mes	Técnico encargado
Desecho	Peso de los desechos Ingresantes	Balanza con registro electrónico	Conocimiento de la cantidad exacta de los desechos producidos	Para cada carro que Ingresa	Encargado del registro de entrada de la basura
	Toma de pruebas en el sitio de descarga	Análisis manual (tamizado, clasificación manual y peso): Presencia de desechos peligrosos (jeringuillas, otros desechos hospitalarios, desechos	Hace un censo de qué tipo de residuos entra al relleno sanitario.	4 veces por año	Técnico encargado

		industriales) ; si hay clasificació n domiciliaria , presencia de fracciones no deseadas (desechos biodegradab les en la fracción no biodegradab le o vice- versa)			
--	--	---	--	--	--

Fuente: *Investigación propia (2019)*

4.2. Plan de Mitigación de Impactos

Esta parte se establecerá un plan para mantener la calidad del entorno mediano e inmediato que puede ser afectado, en cuanto a sus características fundamentales, de tal forma que se pueda comparar sobre un mismo agente como podría ser por ejemplo un cuerpo de agua, el comportamiento que éste mantiene durante la operación y el cierre, en cuanto a las características físicas, químicas y organolépticas de dicha agua.

Por estas razones, el plan de mitigación se repartirá en ciertas actividades, de manera periódica en tres etapas. Y entre sus otras funciones, estará la de controlar las medidas a implementar según el plan de seguimiento y control.

Medida 1. Establecimiento de un cronograma para la evaluación de la calidad de las aguas superficiales aledañas al área del relleno sanitario

Esta medida debe tener la realización mínima de parámetros fisicoquímicos, realizados a través de ensayos de laboratorio, con intervalos de 3 meses. Se debe realizar durante la etapa actual, clausura y post-clausura, de la quebrada San Pedro.

Se debe usar un registro de monitoreo de las aguas superficiales.

Objetivo: Controlar la posible contaminación de los cuerpos de aguas superficiales, al área del relleno sanitario, por el eventual vertimiento o pérdidas del relleno sanitario urbano de los lixiviados que llegan a la quebrada.

Medida 2: Establecimiento de un sistema cronológico de control y evaluación de la calidad microbiológica de las aguas superficiales

Para ello se utilizarán como indicadores los Coliformes fecales y Coliformes totales. Estas pruebas se llevaran a cabo intervalos de 3 meses.

Objetivo: Determinar la calidad microbiológica de los cuerpos de agua superficial en el área de influencia del proyecto, en la quebrada San Pedro.

Medida 3: Diseño de un cronograma de control de los lixiviados producidos en el relleno sanitario urbano durante la etapa de operación clausura y post- clausura

Este tipo de control tendrá como medida indicador es de: pH, alcalinidad, conductividad, solidos, DQO, DBO, Nitrógeno Amoniacal y Total, Nitritos y Nitratos, fósforo, grasas y aceites. Se debe realizar los análisis cada tres meses.

A pesar de no contar con una reglamentación del contenido específico del lixiviado, se puede tomar los límites permisibles del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la Ley 1333 del Medio Ambiente.

Objetivo: Determinar la cantidad y composición del lixiviado generado por la descomposición de los residuos sólidos del relleno sanitario.

4.3. Plan de Prevención de Riesgos

Cuadro IV-3: Plan de prevención de riesgos

Riesgos potenciales	Medida de mitigación
1.-Deslizamientos debido a aumentos en los niveles de infiltración de aguas fluviales.	1.-Cubrir con geo membrana, para controlar completamente la infiltración superficial
2.-Atrapamiento de personas por deslizamiento	2.-Línea de control topográfico de los taludes y cobertura con geo membrana o de arcilla compactada
3.-Sobrecarga de tubería de inyección	3.-Control de líquidos lixiviados y percolados mediante un sistema de medida de volumen, para así activar las bombas para la recirculación.

4.-Contaminación química, debido a polvo, gases y vapores, líquidos y humos.	4.-Cubrir el relleno y puesta en marcha del sistema de tratamiento de líquidos percolados.
5.-Contaminación de fuentes de agua.	5.-Puesta en marcha del sistema de tratamiento.
6.-Personas con virus, bacterias, hongos y parásitos.	6.-Control de accesos a lixiviados y utilización de equipos protección personal.
7.-Cerrando las laderas con piedras.	7.-Control de deslizamiento y derrame de lixiviados.
8.-Caída de una persona en la laguna de infiltración	8.-Cerrar el área de tratamiento de lixiviados, colocado de escaleras para facilitar la salida y utilizar equipos de emergencia
9.-Daños en los filtros o estructuras de descarga, lo cual permitirá el derrame de lixiviados.	9.-Utilizar un doble sistema de compuertas
10.-Malos olores que emanan del relleno sanitario.	10.-Dotar equipo de protección a trabajadores.

Fuente: *Investigación propia 2019.*

4.4. Plan de Contingencias

En el Plan de Contingencias, definirá las actividades, acciones y procedimientos a desarrollar en caso de presentarse desastres originados por la naturaleza o por acciones humanas con el fin de no parar el tratamiento y poder reestablecer en el menor tiempo posible el funcionamiento normal del mismo.

Para la atención de contingencias se debe contar con una serie de recursos tanto humanos como materiales los cuales pueden llegar a prevenir, planificar, corregir, atender mitigar y/o clausurar una contingencia o emergencia en el área.

Equipo necesario para respuesta a contingencias Se debe contar como mínimo con el siguiente equipo:

- Es indispensable contar con un sistema interno de alarma.
- Como equipo de comunicación se tendrá disponible radio, teléfono o radioteléfono o cualquier medio de comunicación como mecanismo para asistencia en caso de emergencia.

- La señalización deberá ser clara, es decir, presentar tarjetas de inspección, marcados con su respectiva ubicación de acuerdo a las normas internacionales (NFPA), instrucciones para su utilización. Se recomienda además contar con un kit de derrames que contenga:

- Telas y paños.
- Pala
- Absorbente granulado vegetal.
- Desengrasantes.
- Guantes de nitrilo.
- Máscara de seguridad.

Tomar en cuenta los siguientes accidentes y su plan de contingencias:

Incendios o Ignición a causa de los residuos almacenados:

Se puede considerar como una amenaza alta por las condiciones de disposición que se ha venido realizando a través de los años en el botadero a cielo abierto. La ignición depende del estricto cumplimiento de las condiciones de operación de la celda, así como por no seguir las recomendaciones del plan de manejo y del plan de seguimiento.

Medidas de prevención:

Utilización de elementos de protección personal. Cumplimiento de las normas de seguridad industrial. El líder de la brigada deberá establecer un cronograma de capacitaciones de manejo y control de emergencias en este caso incendios. Se informará a todo el personal vinculado al proyecto, las normas internas para la operación de la celda; entre esta estará la restricción de fumar dentro del área de la celda. Acciones en el momento de la emergencia: Llamar al cuerpo de bomberos de la Municipio .

Mientras los bomberos llegan al sitio, como medida inmediata se debe cubrir con tierra en abundancia (mínimo 80 cm. por encima de las llamas). Consolidar o compactar los residuos con un pisón de mano, de barril o con un buldócer, acción que se realiza hasta tener la certeza que el humo que sale sólo es vapor de agua. Después: Como procedimiento seguro, pasada una hora después de la compactación inicial se deberá volver a compactar para evitar futuros incendios. Los operarios de la celda, deberán someter estos focos de pequeños incendios a estricto control durante los días siguientes y cada vez que se observe humo repetir las

operaciones anteriores. Para apagar un gran incendio: (llamas altas que comprometen amplias extensiones y que no se pueden controlar por el método descrito anteriormente), se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Evitar que el incendio aumente su magnitud:

Esto se logra ubicando los sitios más vulnerables y de peligro sobre un plano y efectuando los trabajos necesarios para evitar que el fuego llegue a esos lugares. Se debe hacer énfasis en la protección de la infraestructura existente, identificando la dirección de los vientos y cortando la alimentación de oxígeno a los residuos que contribuye a la formación del fuego, aislando el incendio mediante la colocación de material de cobertura de la celda, suficiente con un buldócer entre el material que se está quemando y el que no se ha incendiado aún. Si se presenta personal quemado se le deben suministrar los primeros auxilios y luego ser llevado al el centro de salud más cercano.

En caso de inundaciones en la laguna de lixiviación

Contar con la señalización necesaria y el personal capacitado para lograr poner el plan de contingencias en el momento oportuno

Media de contingencia:

Primamente poner en funcionamiento la bomba para la recirculación de las aguas lixiviadas en el relleno, luego asegurarse que este en funcionamiento y no halla perdidas en la tubería.

Luego salir del lugar para que no halle accidentes menores o mayores.

El personal debe contar con la ropa de seguridad necesaria siempre.

4.5. Plan de Medidas Compensatorias, Restauradoras u otras

En este punto se describen las medidas adecuadas para atenuar o suprimir los efectos ambientales negativos de la actuación (sobre todo aquellos valorados como moderados y severos), tanto en lo referente a su diseño y ubicación como en cuanto a los procedimientos de anticontaminación, depuración y dispositivos genéricos de protección del medio ambiente.

En defecto de las anteriores medidas, se incluyen aquellas otras dirigidas a compensar dichos efectos, a ser posible con acciones de restauración, o de la misma naturaleza y efecto contrario al de la acción emprendida. De esta forma se relacionan y describen las medidas a

introducir en el proyecto (preventivas) y, en fase de funcionamiento de la instalación, (corrector y compensatorio), con los objetivos siguientes:

- Medidas dirigidas a mejorar el diseño hasta la clausura del relleno sanitario.
- Medidas para mejorar el funcionamiento durante la fase operacional.
- Medidas dirigidas a mejorar la capacidad de acogida del medio.
- Medidas dirigidas a la recuperación de impactos inevitables.
- Medidas compensatorias para los factores afectados por efectos inevitables e incorregibles.
- Medidas para el control y la vigilancia medioambiental, durante la fase de funcionamiento, clausura y post clausura.

En función de lo indicado anteriormente, se incluyen a continuación las medidas de mejora ambiental, planteadas para minimizar y corregir los efectos o impactos sobre el entorno de actuación del proyecto, encuadrándolas en función del elemento del medio ambiente a las que se dirigen o efecto que pretenden corregir o evitar. Se indica también la fase en las que deben ser adoptadas.

**CAPÍTULO V: SISTEMA DE
SEGUIMIENTO, VIGILANCIA,
CONTROL Y RESULTADOS
OBTENIDOS**

5.1. SISTEMA DE SEGUIMIENTO, VIGILANCIA Y CONTROL

El desarrollo del Plan de seguimiento permitirá asegurar que las medidas de control de las emisiones del relleno sean controladas. También está orientado a verificar el cumplimiento de las normativas ambientales que se aplican en este caso en particular, verificando conjuntamente la efectividad de las medidas de mitigación y finalmente, detectando en forma oportuna cualquier impacto que no se haya previsto, de tal manera que pueda ser controlado, tomando y ejerciendo las medidas pertinentes.

- Asegurar el cumplimiento de todas las medidas contempladas en el Plan de Manejo Ambiental.
- Dejar constancia documental de cualquier incidencia en su desarrollo.
- Hacer accesible la información.

Se redactarán los Informes al municipio.

Son habituales los siguientes:

Inicio de nuevas obras:

- 1.- Informe del estado pre operacional, incluyendo el análisis y mediciones realizadas, reportaje fotográfico, visitas al relleno sanitario una vez clausurado.
- 2.- Plan de vigilancia arqueológica de la fase de excavación del trazado de un nuevo uso para la post clausura del relleno sanitario, que incluye la identificación de lugares vulnerables para poder plantar árboles y construir parques.
- 3.- Plan de seguimiento y control ambiental de la fase de obras con indicación expresa de los recursos materiales y humanos a emplear en el mantenimiento del lugar.

Durante la ejecución de las obras:

Informes periódicos y/o mensuales, en los que se detallan al menos las medidas preventivas. Las materias mínimas a tratar son: protección arqueológica, prevención de la contaminación acuífera, protección de la vegetación y la fauna, protección de suelos, vulnerabilidad e integración paisajística.

El informe del Plan de Seguimiento Ambiental deberá contener al menos:

- Los resultados de las medidas preventivas realmente ejecutadas.

- Los resultados de la inspección final efectuada para la verificación de la limpieza de la zona del relleno sanitario y entorno inmediato, así como la comprobación de la retirada de restos de residuos, materiales o instalaciones ligados al relleno sanitario.
- Adjuntar la ficha de inspección del seguimiento ambiental del relleno sanitario.
- Debemos tener, en cuenta que los informes extraordinarios, se presentarán ante cualquier situación especial que pueda suponer riesgo de deterioro de cualquier factor ambiental.

En particular se prestará atención a las siguientes situaciones:

- Lluvias torrenciales que supongan riesgo de inundación y que produzca exceso de lixiviados.

El seguimiento y control de la captación y extracción de los lixiviados del Relleno Sanitario, tendrá diversas comprobaciones que el proyecto se está ejecutando sin errores:

Cuadro VI-4: Seguimiento y control de los lixiviados

Requisitos	Ministerio del Medio Ambiente	Dirección del Medio Ambiente	Municipio	Frecuencia	Forma de Control
Vigilancia del cumplimiento de las normas y leyes en la captación de aguas lixiviadas	X	X	X	Municipio.- Semanal MMA.- Ocasional DMA.- Dos veces al año	Visual Visita al sitio de descarga. Elaboración de informes.
Verificación del Sistema de aguas pluviales			X	Mensual	Visita al sitio de descarga. Visual.
Control de límite del relleno de la piscina de lixiviados			X	En época de estiaje una vez por semana. En época de lluvia diariamente	Visita al sitio de descarga. Medidor de caudal.
Control de tipos de residuos sólidos ingresan.	X	X	X	Municipio.- Frecuentemente MMA.- Ocasional	Visual. Realizando un estimado de cuanto y que

				DMA.- Ocasional	entro, para hacer una estadística comparativa. Visita al sitio de descarga.
Supervisión de cuanta basura entrada al relleno sanitario en toneladas	X	X	X	Municipio.- Frecuentemente MMA.- Ocasional DMA.- Ocasional	Pesado de los camiones diariamente en la balanza. Ver cuantos camiones entran por día.

Fuente: *Investigación propia 2019*

5.2. RESULTADOS OBTENIDOS

En los resultados obtenidos se pudo observar que el relleno sanitario cuenta con más de 10 años; que ya ésta tiene que verse de tener un tratamiento y reciclaje de varios residuos sólidos.

Además se pudo averiguar que las primeras zanjas no contaron y no cuentan con la permeabilidad correspondiente, permitiendo que los lixiviados se percolen a los suelos y aguas subterráneas y superficiales.

El relleno sanitario no cuenta con un cierre perimetral completo, hay partes que contiene llantas, otras están puestas las estacas de la malla perimetral y otros lugares tiene alambre, permitiendo así el ingreso de personas ajenas a los trabajadores de EMAT, que ellos recogen todo la parte de materia orgánica posible y animales de la zona (perros, chanchos).

En la caracterización de los lixiviados fisicoquímica y microbiológica se obtuvieron resultados buenos y malos, contiene muchos sólidos totales, un alto índice de DQO (237,0mg/l), contiene un gran proporción de nitritos(6,7mg/l) que son dañinos para la salud y además que contiene un alto índice de contaminación microbiológica por coliformes fecales(9,30E+04 NMP/100 ml) y totales (1,50E+05 NMP/100 ml); por otro lado se puede determinar que la arcilla tiene una permeabilidad natural (1,50E-06).

- Se puede identificar, analizar y valorar los impactos ambientales que ésta ocasionan a sus alrededores, ya que existiría una gran contaminación a la quebrada San Pedro y ésta pasa por la ciudad de Tarija y llega al río Guadalquivir, está aguas río abajo se usan para riego

y para los animales y cada celda genera 1 ml/día, año 5,78 ml y de esos entre el 40-60 % se va a nuestros acuíferos.

- Se ha establecido una estrategia de manejo ambiental, sería necesario hacer un tratamiento de estas aguas lixiviadas y darles un uso, como ser el riego de áreas verdes o para apagar incendios forestales.
- Se pudo proponer un sistema de seguimiento, vigilancia y control a lo largo de los años, desde la operación actual hasta la post clausura, para evitar una contaminación al contorno del relleno sanitario en transcurso de estos años y determinar que especies forestales de alto follaje se podría utilizar.
- Con el tratamiento óptimo se podrá darles un buen uso a las aguas lixiviadas evitando que éstas sigan proliferando microorganismos y una serie de vertedores, para así evitar ciertas enfermedades que hoy en día se les ve como ser el cólera, la diarrea, hasta erupciones de piel que los pobladores vecinos al relleno sanitario se les aparece.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

Se realizó un diagnóstico sobre la operación actual del Relleno Sanitario Urbano RSU de Pampa Galana, se vio que tiene algunas deficiencias, que se puede subsanar y tomar en cuenta para el nuevo relleno sanitario.

El relleno sanitario actual tiene una mala compactación de la arcilla se puede apreciar los residuos sólidos saliendo, bolsas estancadas en los churquis que se encuentran en el relleno sanitario.

Se analizó el agua lixiviada y se pudo caracterizar Fisicoquímica y microbiológica los lixiviados del Relleno Sanitario Urbano de Pampa Galana, se pudo determinar que la contaminación de aguas lixiviadas tiene un alto índice microbiológico.

Se identifico y se analizó los impactos ambientales ocasionados por los lixiviados del Relleno Sanitario Urbano de Pampa Galana, que estas aguas lixiviadas se depositan en la quebrada San Pedro y pasa por la ciudad llegando al Río Guadalquivir.

Se pudo establecer la estrategia de manejo ambiental de los lixiviados generados por el Relleno Sanitario Urbano de Pampa Galana, medidas de mitigación para evitar la contaminación.

Se elaboro la propuesta del sistema de seguimiento, vigilancia y control del sistema óptimo de recolección y tratamiento de lixiviados generados por el RSU de Pampa Galana en la ciudad de Tarija.

6.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda que en la operación de construcción de nuevas zanjas se debe hacer un estudio pertinente del lugar, para verificar si existen aguas subterráneas; para evitar que nuevos focos de factores que ponen en riesgo al Medio Ambiente y no exista ese tipo de contaminación.

En la construcción de nuevas zanjas se debe tener cuidado que se llenen con agua en época de lluvia, así impidiendo que se pueda utilizar esas zanjas, al menos que una bomba seque las zanjas.

Tomar en cuenta los datos de los lixiviados para el futuro manejo de los mismos en el nuevo relleno sanitario.

Se recomienda que al momento del cierre del relleno sanitario hacer un estudio para ver que tipo de vegetación sería la adecuada, para crear un área verde y con un parque.