

Evaluación del Impacto Ambiental del Relleno Sanitario y Manejo Integral de Residuos Sólidos en Ramiriquí Boyacá

Evaluation of the environmental impact of the sanitary landfill and integral management of waste in Ramiriquí Boyacá

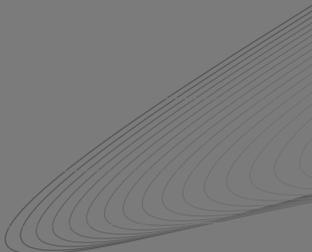
Avaliação do impacto ambiental do aterro sanitário e manejo integral de resíduos sólidos em Ramiriquí

Cesar Santiago Barrera Barrera

Estudiante de pregrado. Facultad de Ingeniería Civil.
Universidad Santo Tomás – Seccional Tunja.
Correo electrónico: cesar.barrera@usantoto.edu.co
Tunja – Colombia.

Andrés Mauricio Pérez Ramírez

Estudiante de pregrado. Facultad de Ingeniería Civil.
Universidad Santo Tomás – Seccional Tunja.
Correo electrónico: andres.perez@usantoto.edu.co
Tunja – Colombia.



Resumen

Para la presente propuesta se formula el estudio del impacto ambiental que genera la construcción, estadía y mantenimiento de un relleno sanitario y la propuesta del plan de gestión integral de residuos sólidos en Ramiriquí (Boyacá). Dicho trabajo se realizó con el fin de identificar el impacto que este tipo de construcción genera en distintos aspectos como lo son el biológico económico, sociocultural y paisajístico. En el caso de que se generara un impacto negativo buscar la forma adecuada para la mitigación o compensación del mismo y adicionalmente presentar una solución viable al tema de manejo de residuos sólidos, dándole un enfoque más profundo al aprovechamiento de residuos orgánicos y la disposición final de aquellos que no son susceptibles a aprovechamiento.

Este estudio consta de varias etapas; la primera correspondiente a una caracterización del municipio. Posteriormente realizar un diagnóstico en el cual se logró determinar el estado actual del servicio de aseo. En tercer lugar, se construyó un árbol de problemas, para de este modo formular el listado de impactos generados y efectos para su posterior mitigación.

Por último, se propuso la localización del relleno y la implementación de lombricultura como sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos.

Palabras clave: Relleno sanitario, residuos, aprovechamiento, impacto ambiental, mitigación, lombricultura.

Abstract

Key words:

Resumo

Palavras chave:

Para citar este artículo: Barrera-Barrera, C.S. & Pérez-Ramírez, A.M. "Evaluación del impacto ambiental del relleno sanitario y manejo integral de residuos sólidos en Ramiriquí Boyacá.". *L'Esprit Ingénieux*. Vol.1-2018, p.p 105-131

INTRODUCCIÓN

El incremento acelerado de la población a nivel mundial, es un problema grande, de esto se deriva la gran cantidad de residuos sólidos que se generan, y aquí nace la necesidad de encontrar alternativas que nos ayuden a controlar, mitigar y disminuir la cantidad de volumen de basura generada.

El presente trabajo tuvo como principal objetivo evaluar el impacto ambiental que provoca la construcción de un relleno sanitario y la disposición residuos sólidos. Esta investigación se orientó a mostrar la importancia de la evaluación de impacto ambiental de obras civiles, previniendo y mitigando los impactos negativos ambientales y sociales de dichas operaciones.

La metodología empleada inicio con la problemática actual en el municipio y el estudio de diversos factores actuantes, dicho esto se realizó la revisión teórica permitiendo la comparación de las metodologías de evaluación de impacto ambiental más relevantes, lo que permitió diagnosticar de acorde a la a las alternativas más viables.

Para el manejo de basuras a gran escala, se realizan los llamados rellenos sanitarios, que al final no terminan siendo la mejor solución, pero si la de más fácil aplicación, esto conlleva a que los rellenos se vean como una opción factible y se tienen en cuenta como primera opción a la hora de definir un espacio o un método para la disposición y trata de los residuos orgánicos, entrando a discutir y proponiendo alternativas que reduzcan el impacto de lo que en fin de términos es un botadero.

Los residuos sólidos orgánicos representan en el municipio de Ramiriquí el 40% del volumen total y la elaboración de una alternativa para el aprovechamiento de estos se hace de vital importancia, esto se ve directamente reflejado en la generación de lixiviados en el relleno, que gracias a la basura orgánica y a la lluvia aumentan su caudal.

La lombricultura es una alternativa a nivel mundial, y es aplicado en el proyecto para demostrar en qué manera se podrían llegar a aprovechar los residuos orgánicos y llegar a disminuir en gran medida los residuos generados por el municipio, mitigando el impacto ambiental que estos generan.

PROBLEMA

Descripción del problema:

Los residuos sólidos son generados debido a aspectos antropogénicos del hombre, estos se han producido desde los inicios de la humanidad y con el pasar del tiempo debido al crecimiento poblacional, el desarrollo de la industria y el aumento del consumo ha generado un aumento de los residuos sólidos. “La generación de residuos aumenta más rápidamente, no sólo por la inmigración poblacional descontrolada sino además por la mayor accesibilidad a ciertos bienes de consumo” [1]. Como consecuencia los problemas ambientales han incrementado a tal magnitud, que también genera problemas sociales y culturales. “Solo en América Latina la producción per cápita de basura se duplico en los últimos 30 años, alcanzando de medio a un kilo diario” [2].

Para el caso colombiano se tiene que, Según cifras de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, “para el año 2011 se registraron 26.537 ton/día de residuos presentados por los usuarios de las empresas del servicio de aseo, que para el año 2013 aumenta aproximadamente en un 0.7%, cuantificando finalmente 26.723 ton/día” [3]. Adicional a la problemática de generación de residuos se tiene que la disposición final de estos no se lleva a cabo de la manera

adecuada en la totalidad del territorio. “Para el año 2013 el 79,2% de los municipios realiza la disposición de residuos en rellenos sanitarios, plantas integrales y celdas de contingencia. Mientras que los municipios restantes no están realizando una disposición adecuada de sus residuos, lo cual genera graves problemas ambientales reflejados en la calidad del agua, aire y suelo, causando complicaciones en la salud de las comunidades” [4].

Ramiriquí es un municipio de Colombia, capital de la provincia de Márquez en el departamento de Boyacá, se ubica al sur- oriente de este departamento, actualmente según estadísticas del DANE cuenta con una población de 9700hab [5], de los cuales únicamente 5756 hab, cuentan con el servicio de recolección de basuras, debido a que dicho servicio en el municipio, únicamente se presta en la zona urbana.

La generación de residuos sólidos en el municipio de Ramiriquí es una de las problemáticas más significativas, dado que el incremento de estos residuos solo contribuye a la contaminación ambiental. En gran medida este incremento se debe a la falta de educación para separarlos en la fuente y hacer un aprovechamiento de los mismos. Es por ello que implementar un manejo integral de los residuos sólidos se hace necesario dado que esto permitiría un ahorro sostenible de la materia prima (recursos naturales), y una disminución significativa de los mismos a la hora de hacer la disposición final.

Según el PGIRS de Ramiriquí [6] existe para el 2015 una producción per cápita de residuos de 0,44kg/habitante-día. Por lo que se tiene una estimación de generación de residuos en la parte urbana de 66ton/mes al igual que en la parte rural. Dichos residuos dos días a la semana son transportados al Relleno Sanitario de Pírgua ubicado en la ciudad de Tunja. Con base en la distancia y los tiempos empleados al RS, y aplicando los modelos de costos de la CRA; se estima que el costo por tonelada de transporte para el municipio es de \$44.137 [7].

En la caracterización de residuos presentado por el PGIRS de Ramiriquí [8] se tiene que; los residuos orgánicos representan el 42% del total, el papel y cartón un 10%, el plástico un 13%, el metal un 1%, el vidrio un 3% y otros un 31%. Debido al alto porcentaje de residuos orgánicos producidos por los habitantes de este municipio, se espera que el caudal de lixiviados sea alto.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

En el municipio de Ramiriquí, en su historia reciente se han presentado dos sitios de disposición final para los residuos generados por sus habitantes. En la actualidad la disposición final de residuos sólidos del municipio de Ramiriquí (Boyacá) se efectúa en el relleno sanitario Pírgua de la ciudad de Tunja, el cual cuenta con licencia ambiental.

El Relleno Sanitario de Pírgua cuenta con una malla vial para el acceso de los vehículos a la zona de disposición de residuos, en este momento se están disponiendo residuos sólidos en la terraza 7 de la zona de ampliación, cuenta con sistemas de recolección, conducción de lixiviados, evacuación de gases e impermeabilización de fondo con geo membrana HDPE 40 mils, el lixiviado generado por el Relleno Sanitario llega hasta la Planta de Tratamiento de Lixiviados y los gases son captados para la quema y combustión del gas mediante una antorcha, convirtiendo así el metano en dióxido de carbono, aportando este proyecto denominado MDL (Mecanismos de desarrollo limpio) a la reducción del efecto invernadero.

El antiguo sitio de disposición final de residuos sólidos del municipio, era un botadero a cielo abierto cuyo predio es propiedad del Municipio, ubicada en la vereda Caicedos, en el sector occidental del municipio. Contaba con un área de 6.000 m² y se encontraba a una distancia de 2.5 Km desde el casco urbano. A 1.2 Km distante al predio del botadero municipal, discurría una fuente superficial del agua, a la cual se le cargaba el vertimiento directo de lixiviados,

además de la acumulación de residuos sólidos sin ningún tipo de confinamiento óptimo lo que generaba olores y vectores. Dadas estas razones, el sitio fue ordenado el cierre a raíz de una sentencia de acción de tutela No. 2001-0003-00 del 25 de mayo de 2001.

Actualmente existe vigente una Licencia Ambiental para el proyecto denominado “Sistemas de Manejo Integral y Regional de Residuos Sólidos de los municipios de la Provincia de Márquez (Boyacá)”; otorgada por el Ministerio de Medio Ambiente, mediante Resolución 0025 de 14 de enero de 2003 modificada con las resoluciones 075 de 2004 y 1575 de 2004; a la Asociación de Municipios de la Provincia de Márquez (ASOMARQUEZ), con el fin de realizar la instalación de una planta de Tratamiento Mecánico Biológica de Residuos Sólidos (PTMBRS), ubicada en el municipio de Ramiriquí en la vereda Peas en el kilómetro 8,2 de la vía Nacional sector Guayas, con una vigencia por el tiempo de duración del proyecto.

En el mismo sitio y con el mismo acto administrativo, se licenció la implementación de un relleno sanitario definitivo, para disponer el material no procesado de la PTMB, a través de la construcción de dos celdas de disposición final de residuos sólidos, con una vigencia de 25 años de conformidad a la generación de residuos sólidos para los municipios de Boyacá, Ciénega, Jenesano, Ramiriquí y Viracachá, sin embargo, el proyecto de aprovechamiento y disposición final está planteado como alternativa de disposición final para los municipios de la provincia de Márquez, dada la apremiante vigencia de la vida útil del relleno sanitario regional de Pírgua, ubicado en la ciudad de Tunja – Boyacá, donde la mayoría de estos municipios disponen sus residuos sólidos. En el año 2014, el municipio de Ramiriquí realizó la Licitación Pública LP-RAM- 05-2014, cuyo objeto fue “Construcción, terminación, adquisición y montaje de equipos del sistema integral y regional de residuos sólidos de los municipios de la Provincia de Márquez, en el municipio de Ramiriquí, departamento de Boyacá” por un valor de \$430.152.484,01 y una vigencia de 120 días, para la adecuación de la infraestructura general del sistema PTMBRS.

Esta licitación fue ganada por el Contratista Jorge Eliecer Angarita Mateus y otorgada la obra mediante Contrato de Obra Pública No. COP-RAM-001-2015 del 3 de febrero de 2015, la cual ha presentado suspensiones y aplazamientos por problemas con la comunidad, aspectos técnicos y de diseño en la ejecución de las obras, esto según lo informado por la Secretaría de Planeación de Administración Municipal de Ramiriquí la doctora Aidé Borda Duitama. Finalmente, y de acuerdo a determinaciones de la Administración Municipal, se busca adecuar la planta de aprovechamiento de residuos sólidos para su puesta en marcha, sin el uso de las celdas de disposición final, dado a condiciones de vida útil que se verían agotadas con la generación de los residuos sólidos de los municipios de la provincia de Márquez y problemas con la comunidad por el desarrollo de labores de disposición final.



Figura 1. Jerarquía de la gestión de los residuos.

Fuente: <http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/Cartillas/fotografia.pdf>

LOCALIZACIÓN

Ramiriquí es la capital de la Provincia de Márquez, se encuentra integrada por 24 veredas en su parte rural y ocho barrios en el casco urbano. De acuerdo al censo realizado por el DANE en 2015, cuenta con 9926 habitantes, de los cuales 5026 corresponden a los pertenecientes al casco urbano. Adicionalmente cuenta con una superficie de 146,5 Km². A una altitud media de 2325m.s.n.m. Su ubicación se encuentra en las coordenadas 5°24'03"N 73°20'08"O. A 27 km de Tunja (capital del departamento de Boyacá) [9].

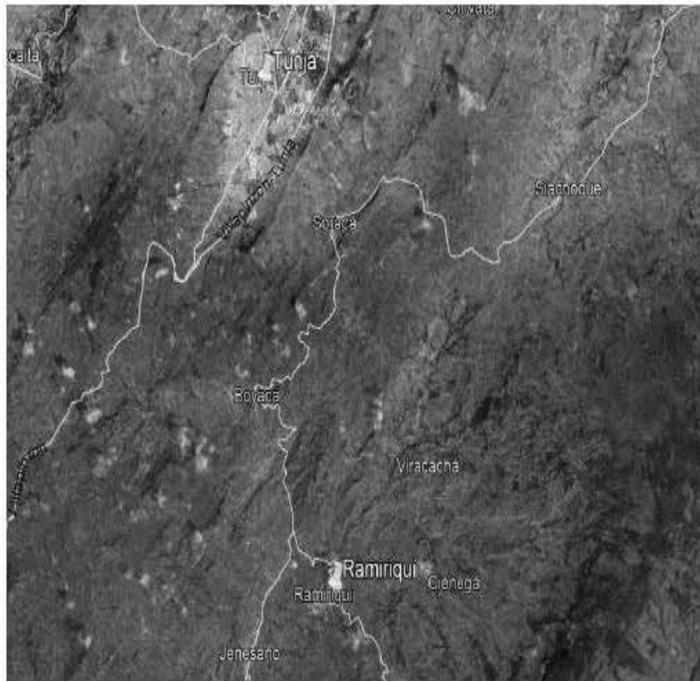


Figura. 2: localización. Fuente: adaptada de google earth

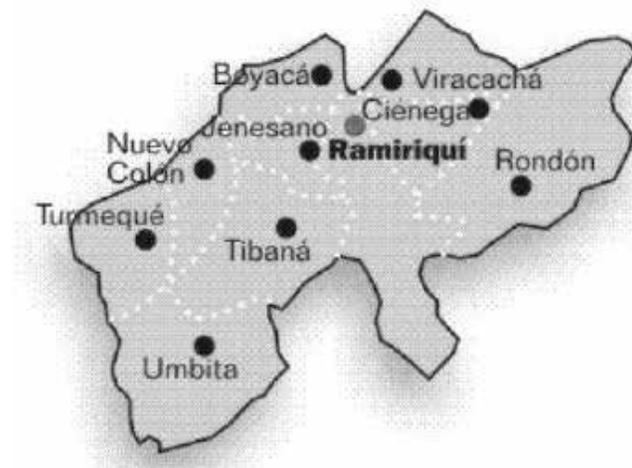


Figura. 3: localización del Municipio en la provincia de Márquez.

Fuente: página oficial de Ramiriquí disponible en: http://www.ramiriquiboyaca.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1- &x=2771759

En Ramiriquí La Unidad de Servicios Públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo (USP) es la entidad encargada de administrar la prestación del servicio de aseo y cuenta con un registro de la cantidad de suscriptores a las cuales se les presta el servicio de Aseo, la cual se encuentra caracterizada así:

CAT. SUScriptor	No.Suscriptores Marzo 2016
Residencial Estrato 1	53
Residencial Estrato 2	687
Residencial Estrato 3	405
Comercial	1
TOTAL	1146

Tabla 1. Cantidad de suscriptores del servicio de aseo en Ramiriquí.
Fuente: Autores con info. de la USP.

PROYECCIONES

Para fines del desarrollo del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos, se tiene en cuenta el crecimiento poblacional en un periodo de diseño determinado, adicionalmente la proyección de los residuos generados dado que para el diseño de un sitio de disposición final se debe conocer un aproximado de cantidad de residuos que va a atender dicho lugar.

Se llevará a cabo la proyección de la población del municipio de Ramiriquí al año 2036. Para realizar esta actividad se tuvo en cuenta lo dispuesto por el Título A del RAS 2000 correspondiente a la asignación del nivel de complejidad del municipio.

Años Proyección	Métodos				Promedio
	Aritmético	Geométrico	Exponencial	Wappus	
2017	6515,20	7112,06	7392,05	7417,66	7109
2018	6637,80	7319,09	7652,06	7671,12	7320
2019	6760,40	7532,21	7922,68	7936,67	7537
2020	6883,00	7751,61	8204,39	8215,22	7763
2021	7005,60	7977,47	8497,67	8507,75	7997
2022	7128,20	8209,99	8803,05	8815,38	8239
2023	7250,80	8449,37	9121,06	9139,31	8490
2024	7373,40	8695,81	9452,28	9480,90	8750
2025	7496,00	8949,51	9797,29	9841,67	9021
2026	7618,60	9210,71	10156,72	10223,31	9302
2027	7741,20	9479,61	10531,22	10627,73	9594
2028	7863,80	9756,45	10921,47	11057,06	9899
2029	7986,40	10041,48	11328,18	11513,75	10217
2030	8109,00	10334,92	11752,11	12000,57	10549
2031	8231,60	10637,04	12194,03	12520,67	10895
2032	8354,20	10948,08	12654,78	13077,69	11258
2033	8476,80	11268,33	13135,20	13675,85	11639
2034	8599,40	11598,05	13636,20	14320,01	12038
2035	8722,00	11937,53	14158,72	15015,91	12458
2036	8844,60	12287,05	14703,76	15770,27	12901

Tabla 2. Resumen proyección de la población por los diferentes métodos.
Fuente: Autores.

SELECCIÓN DE ÁREAS POTENCIALES PARA LA UBICACIÓN DEL RELLENO SANITARIO

Los criterios de selección se basaron en que el terreno presentara las siguientes características: pendientes de 3-12%; que la zona presentara formaciones conformadas por suelos arcillosos y limosos para garantizar la impermeabilidad; uso de suelo que no estuviera identificado como zonas de protección ambiental, ganadero o agrícola (en este caso no fue prioridad este criterio, ya que gran porcentaje de la cobertura del municipio es de uso agrícola y la cobertura correspondiente a bosques y herbazales quedan localizados en la zona de páramo); la localización de páramos; se generó mediante el software ArcGis, zonas de aislamiento para las fallas presentes de 60 m; zonas de protección de ríos de 500 m; zonas de aislamiento urbana de 1000 m y por último la precipitación media anual. Este criterio de selección se estimó por medio de lo establecido en el Decreto 0838 del 23 de marzo de 2005, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

A continuación, se presentan los distintos mapas del sector donde se propuso la localización del relleno sanitario y la disposición final de los residuos: Ver Anexo 1 (Zona de Aislamiento de fallas), Anexo 2 (Zona de Precipitación de Ríos), Anexo 3 (Zona de Aislamiento del área urbana), Anexo 4 (Cobertura de la Tierra), Anexo 5 (Formaciones Geológicas), Anexo 6 (Zona de Protección de Páramos), Anexo 7 (Pendientes), Anexo 8 (Precipitación media).

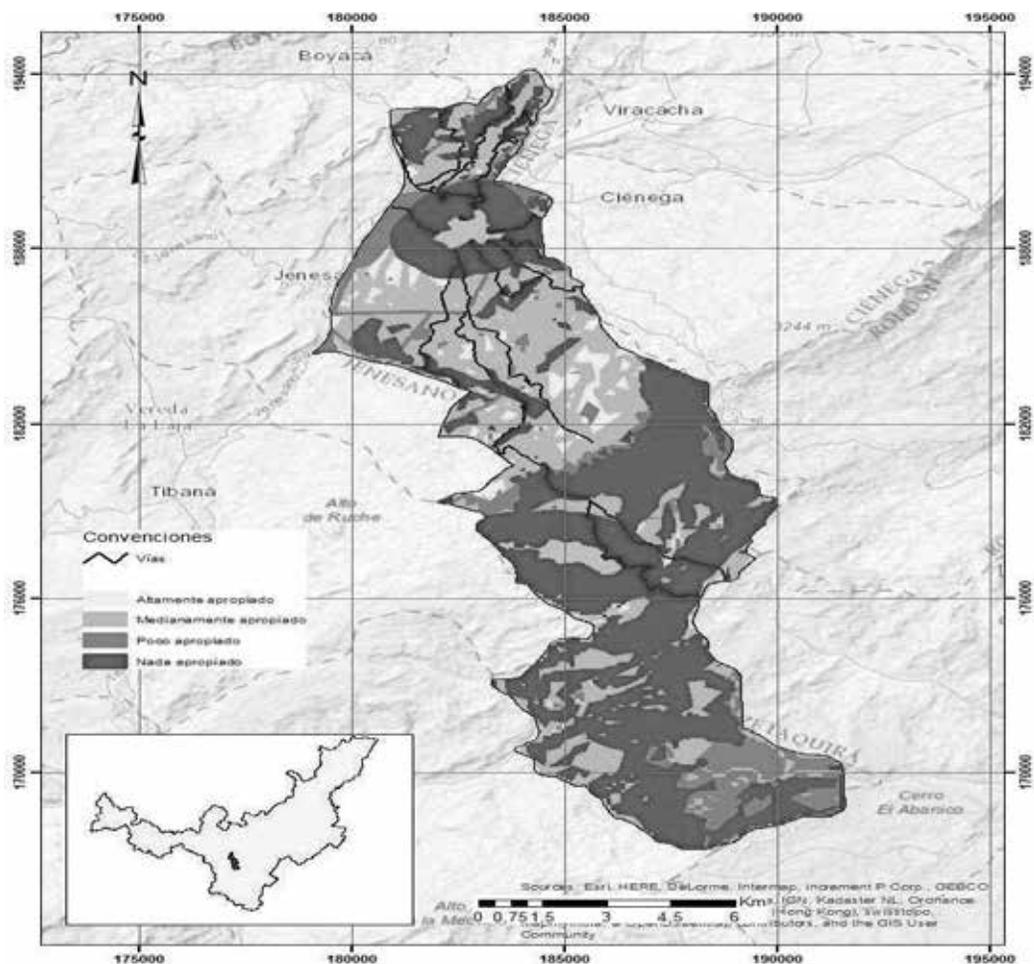


Figura 4. Método de superposición de mapas.
Fuente: Autores.

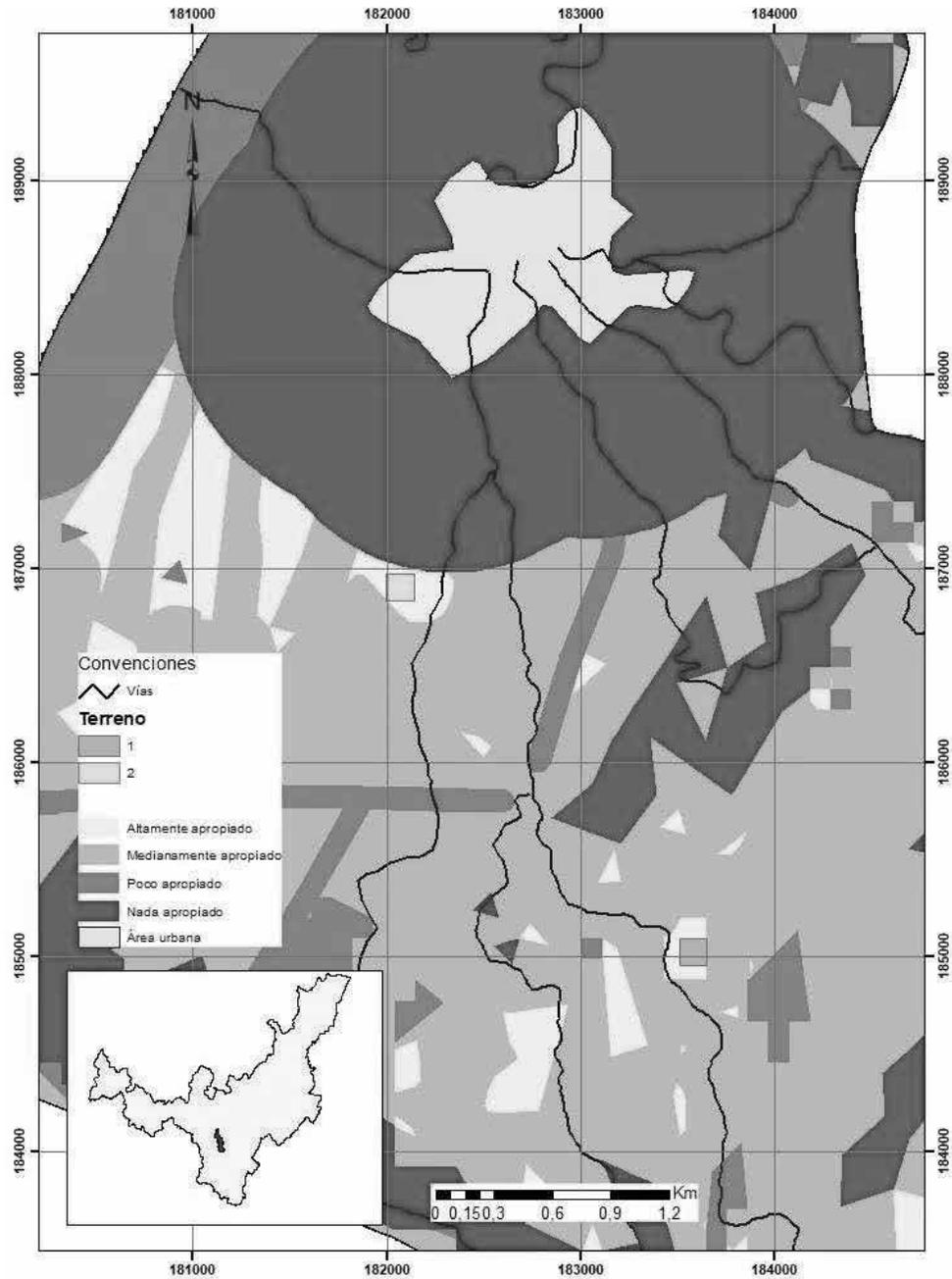


Figura 5. Áreas potenciales para el relleno sanitario.
Fuente: Autores.

De acuerdo a lo establecido en los diferentes mapas geológicos, se estableció por medio del método de superposición de mapas, las áreas potenciales para el Relleno Sanitario, la cual va contar con 3 vías de acceso, dispuestas para la entrada y salida de los diferentes vehículos solicitados para su funcionamiento.

ÁRBOLES DE FACTORES AMBIENTALES

Tabla 2. Árbol factores ambientales.

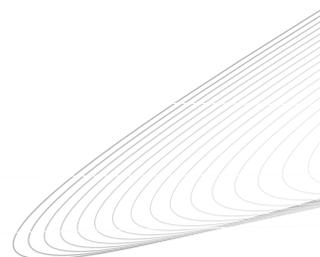
SISTEMA	MEDIO	ELEMENTO	FACTOR
Biofísico	Atmosfera	Calidad del aire	Alteración en la fase gaseosa
		Ruido	Alteración en la fase sólida
			Incremento de niveles de depresión sonora
Geofísicos	Suelos		Aumento de capa fértil del suelo
			Alteración de las características edáficas
			Contaminación
	Geomorfología		Activación de procesos erosivos
			Cambio en las geoformas
Hidrosférico	Hidráulica / paisaje		Alteración de las características hidráulicas de la microcuenca
			Mejoramiento de las visuales paisajísticas
			Drenaje subterráneo
Biótico	Vegetación		Cambio en la cantidad de biomasa
			Cambio de especies en la composición florística
	Fauna		Afectación de la vegetación por deposición de material particulado.
			fragmentación y/o pérdida de microhábitats
		Ahuyentamiento temporal de avifauna.	
			Creación de microhábitats.

Social	Incomodidad	Quejas por la comunidad
	Aumento de accidentes	Número de accidentes registrados
	Generación de expectativas	Solicitud de empleo
	Mejoramiento de la disposición de los residuos sólidos	Toneladas de residuos dispuestas
Económicos	Cambio en el uso del suelo	Direccionamiento del uso del suelo
	Afectación de la actividad turística	Disminución turística
	Generación de empleo	Número de personas vinculadas al proyecto
	Demanda de bienes y servicios	

	Generación de rentas	Compra de materias primas y contratación de servicios para la construcción de obras
	Cambio del valor de la tierra.	Ingresos por impuestos variación de los procesos de la tierra
Demografía	Población activa	Empleo
Territorial	Red viaria	Velocidad de tráfico
	Uso de suelos	Uso agrícola
Socio	Patrimonio	recursos

Fuente: Autoría propia

La tabla 2. Permite realizar la clasificación de acuerdo a los elementos intervenidos. Dicho esto, traerá como consecuencia factores que causaran impactos durante la construcción, operación, clausura y rehabilitación del relleno sanitario.



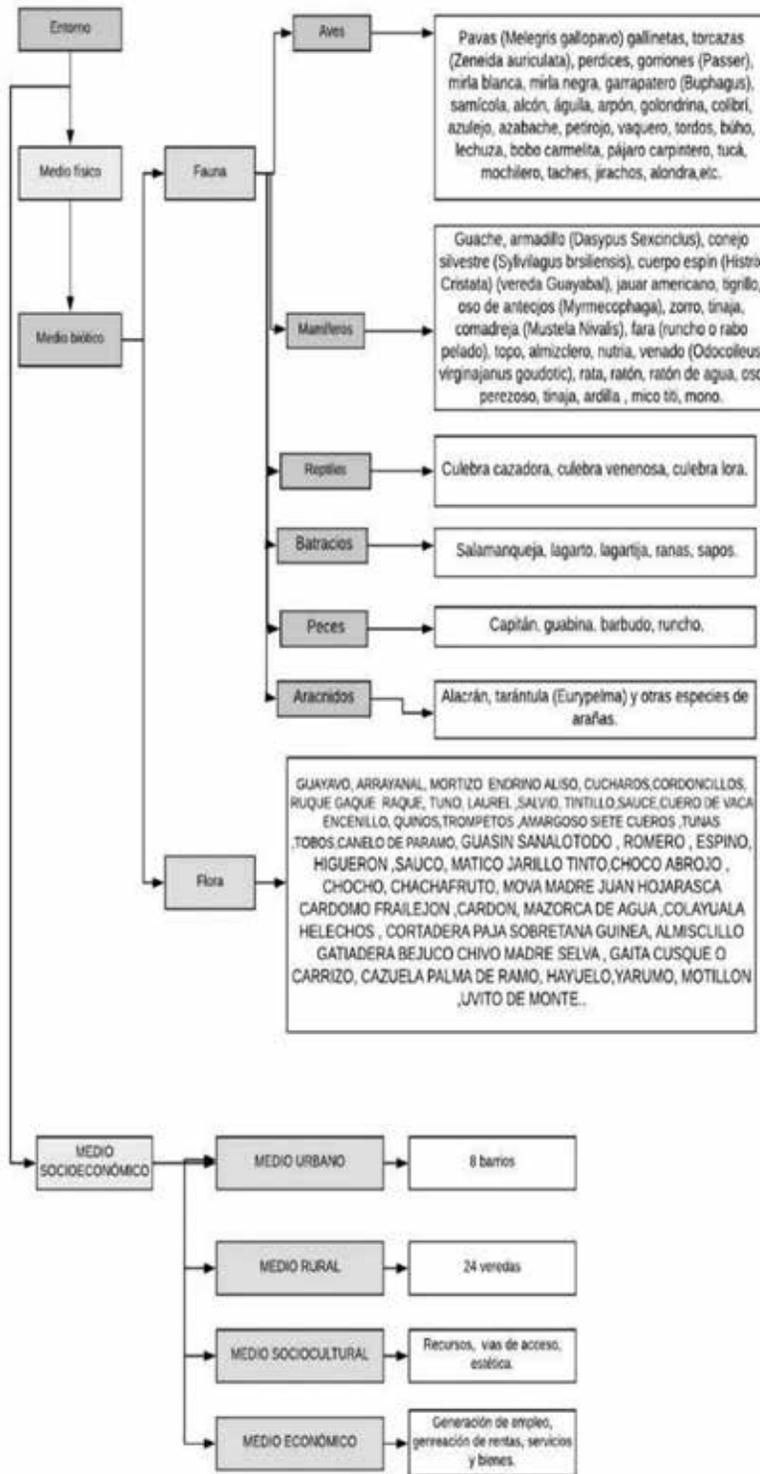


Figura 6. Diagrama de componentes ambientales para E.I.A. en el municipio
Fuente: Autores.

Para una mejor interpretación del árbol de factores ambientales se debe hacer una revisión al diagrama de componentes ambientales para E.I.A. en el municipio de Ramiriquí Boyacá, ya que van a ser directamente los componentes afectados en la construcción.

ANÁLISIS LISTA DE CHEQUEO SIMPLE PARA E.I.A.

La lista de chequeo simple permitió la revisión de los impactos potenciales, componentes ambientales y una serie de actividades, que son calificadas.

- La contaminación de aguas subterráneas o superficiales, se presenta debido al movimiento de tierras y derrame de lixiviados que pueden migrar dentro y abajo del vertedero o filtrarse a las reservas lacustres cercanas.
- La contaminación y alteración del suelo, se presenta por la desintegración de papeles, plástico, y materias livianas. En cuanto a la extracción de tierra para ser utilizada como material de cobertura, genera un impacto negativo, debido a que debe ser transportado, es decir, el material de cobertura es extraído del mismo terreno, y éste por mínimo que sea, representa afectaciones a la vegetación y a las infiltraciones de los agentes externos, como la posible absorción biológica de productos químicos.
- La producción de polvo por la circulación de vehículos recolección, descarga en las estaciones de transferencia y en los puntos del vertido impactan débilmente en el medio ambiente, ya que el terreno se encuentra en una zona alta, lo que permite que los vientos lleguen con mayor fuerza. La eliminación de la cobertura vegetal, impacta de manera negativa a los cultivos de frutas, ya que no son protegidos de las distintas solicitaciones provenientes del relleno.
- Las emisiones al aire y las emisiones que son causadas por el ruido, provenientes de motores, accesorios de los vehículos y equipos, representan un alto impacto. Esto es, debido al aumento en la circulación de los vehículos de transporte. En cuanto a la operación del relleno sanitario las máquinas que funcionan en la etapa de operación que ocupan gran parte del día. Estas emisiones afectan directamente a los animales silvestres circundantes de la zona.
- Se presenta afectaciones en la contaminación atmosférica, ya que los pozos que se

dedican a la extracción del biogás, proveniente de los residuos orgánicos, son quemados los cuales emiten dióxido de carbono a la atmósfera. Ésta es una de las afectaciones más importantes, ya que contribuye al calentamiento global al pertenecer al grupo de los Gases Efecto Invernadero; La generación de gases y sustancias volátiles, hace que se formen olores desagradables, acarreo de materiales peligrosos, pérdida de la vegetación.

En cuanto a impactos de salud, los trabajadores están expuestos a múltiples enfermedades por vectores y el contaminación. También se ve afectada la comunidad, debido a la generación de gases o partículas tóxicas que causan daños en la salud humana. De la misma forma la producción o derrame de lixiviados debe contar con un control para su tratamiento, ya que estos producen gran parte del impacto negativo en el proyecto.

- El crecimiento económico en la región se ve impactado de forma positiva, debido a que generan nuevos empleos y la construcción de nuevos proyectos ingenieriles que son de vital importancia para el funcionamiento del relleno sanitario. También trae consigo la inmigración de personas a la región.
- El impacto paisajístico se afecta en mayor medida, en cuanto al cambio en la topografía del terreno y por la construcción del relleno Sanitario que no es agradable a la vista. La ejecución de las celdas y el posterior vertido y enterramiento de los residuos sólidos, constituyen un impacto negativo en lo referente a la variación del relieve y la pendiente de los suelos naturales en una forma permanente.

MATRIZ DE LEOPOLD

El método se basa en el desarrollo de una matriz al objeto de establecer relaciones causa-efecto de acuerdo con las características particulares de cada proyecto. Puede ser considerada como una lista de control bidimensional, en una se muestran las características individuales de un proyecto (actividades propuestas, elementos de impacto, etc.),

mientras que en otra dimensión se identifica las categorías ambientales que pueden ser afectadas por el proyecto [10]. (Ver Anexo 9)

Análisis matriz de Leopold

Impactos Ecológicos

-Agua :El relleno sanitario al encontrarse en una distancia superior a la mínima dictada por las entidades ambientales de cuerpos y fuentes de agua, no generara un impacto significativo en este medio, teniendo magnitudes inferiores a 4 en cuanto a lo que se refiere a valores negativos, causando un impacto mínimo, los valores más altos se encuentran en contaminación ya que innegablemente como cualquier obra o proceso de construcción contamina en cierto nivel aunque sea bajo al únicamente afectar por infiltración principalmente en la descomposición de desechos. La alteración del cauce de cuerpos de agua, la temperatura, caudal, volumen, nivel freático, capacidad del acuífero y ecosistemas acuáticos es muy mínima al encontrarse alejado de la cuenca del río y al no necesitar durante su proceso gran demanda de este recurso, ya que no requiere gran cantidad de personal, ni maquinaria que requiera del mismo. Del mismo modo, el relleno causara un impacto positivo en el agua durante su etapa de clausura, rehabilitación y revegetación.

-Suelo: En el proceso de preparación del terreno se altera la calidad y estabilidad del suelo, mejorándolo y adecuando para que cuente con las condiciones idóneas para la construcción del relleno, la capa vegetal en el sector será removida totalmente, pero será mitigado mediante la reforestación, al no encontrarse en una zona de protección o un nivel significativo de vegetación afectado el impacto será mínimo. La forma cambiara según las adecuaciones, pero no causara impactos negativos. En el proceso de descomposición de la materia orgánica, a pesar de ser destinada al compostaje puede presentar infiltración contaminando el suelo en pequeña escala.

-Aire: Al ser un relleno sanitario, este generara durante su funcionamiento y descomposición de residuos lixiviados que contaminaran al aire de manera puntual, pero al estar enfocado en el reciclaje y compostaje, no tendrá trascendencia significativa a nivel local o regional, y tampoco por un tiempo prolongado.

Por su ubicación, al estar alejado de la zona urbana del municipio y a las viviendas de la zona los malos olores que pueden llegar a generarse no afectaran a la población, al igual que el nivel de ruido principalmente en la construcción y durante la recolección de residuos, no afectara a los animales del sector en gran magnitud al estar ubicado en una zona aislada de su hábitat. En cuanto a los impactos positivos en el aire se verán reflejados durante la etapa de clausura, rehabilitación y revegetación, pero su magnitud no será significativamente alta.

-Biótico: Debido a la construcción del relleno sanitario la cobertura vegetal, se ve afectada negativamente, ya que se debe hacer descapote del material de cobertura para la debida excavación y preparación del terreno, donde se tratarán desechos orgánicos. Este impacto ambiental afecta de manera puntual el sitio de disposición, pero no tendrá afectaciones hacia la comunidad circundante; La fauna silvestre se va ver significativamente afectada, debido a que la zona de construcción y operación, está ubicada en la parte rural, donde las especies silvestres tendrán que emigrar hacia las zonas aledañas. Este impacto traerá consecuencias a los animales, pero podrán reubicarse. La demanda de recursos naturales, no se verá afectada ni positiva ni negativamente, debido a que se necesitan servicios o recursos básicos que cualquier obra de construcción demanda.

Impactos Socioeconómicos

-Social: La ubicación de la población humana no estará afectada, debido a que la zona de influencia, no cuenta con construcciones de vivienda o construcciones donde habiten personas. La salud de los trabajadores o personas dispuestas a la construcción del relleno sanitario, se encontrarán expuestos en la construcción y operación del relleno sanitario, debido a que se cuenta con la utilización de materiales de construcción tóxicos para la salud, sin discriminar los lixiviados que se generan en la descomposición y tratamiento de los desechos. La alteración frente al crecimiento poblacional va tener un impacto negativo debido a que se van a generar una sobrepoblación de personas a la población. En cuanto a la generación de residuos va ser negativo, ya que va haber mayor tratamiento a los desechos.

-Económico: El crecimiento de las actividades económicas y de los niveles de empleo van a generar un impacto positivo, debido a que en la etapa de construcción se va necesitar personal como ingenieros, obreros, etc. Los niveles de empleo permanente se van a observar en la etapa de operación ya que se requiere tener personal constante para ejecutar las tareas en las que se basa el relleno sanitario. La demanda de transporte se va convertir en una necesidad básica para los trabajadores y la recolecta de los residuos, debido a que el relleno estará localizado en la zona rural, este también será considerado una fuente de empleo. El valor de tierras va aumentar en un porcentaje, ya que se va contar con una obra ingenieril con la que no cuenta todos los municipios y por tanto aumentara los predios circundantes.

Impactos Culturales

-Paisaje: La construcción del lleno sanitario, va a cambiar significativamente a escala visual el paisaje y urbanismo de la zona, debido a que pasara de ser un lugar silvestre, lleno de vegetación y especies, a un lugar árido por la entrada y salida del transporte y persona. Esto afectará de manera puntual el sitio de estudio, pero no afectará de manera local. El lugar va tener una vista poco agradable al público debido a que será un sitio de acopio, tratamiento de desechos orgánicos e inorgánicos.

Mitigación de impactos causados por la construcción, funcionamiento y operación del relleno sanitario

Agua: Realizando una adecuada disposición a los desechos que genere la construcción misma del relleno sanitario, evitando el uso de químicos contaminantes directamente sobre el terreno o cuerpos de agua ya que pueden contaminar por infiltración las aguas subterráneas. Seguir al pie de la letra las normas ambientales durante la construcción, funcionamiento y clausura del proyecto.

Seleccionar lugares apropiados para la captación de agua, controlando el consumo, minimizando los cambios en el patrón del drenaje y en lo posible evitar o limitar la captación en áreas sensibles, y de igual forma minimizar lo más posible la descarga de agua, poniendo un valor estándar.

Localizar un sector apto para construcción del relleno que se encuentre en lo posible alejado de los cuerpos de agua, ríos, nacimientos, quebradas, etc. Realizar la construcción o instalación de estructuras hidráulicas, que garanticen el flujo correcto del agua, de igual forma evitar la construcción de canales o rectificadores innecesarios, asegurar que el cauce esté libre de material vegetal, o cualquier elemento que lo obstaculice, es primordial que cualquier residuo que genere la construcción del mismo se encuentre alejado de los cuerpos de agua lo más posible y no prolongar el tiempo de estos en el sector.

Hacer un estudio previo sobre la localización de los cuerpos de agua en el sector de construcción, evitando localizar el relleno lo más alejado posible de los mismos, en el caso de no ser esto posible del todo es necesaria la construcción de estructuras hidráulicas adecuadas según lo solicitado, definiendo un valor para el consumo de agua y descarga de la misma, además de realizar monitoreo constante y limpiezas evitando que tanto las obras hidráulicas como los cuerpos de agua tengan represamientos gracias a material vegetal, o cualquier tipo de residuos.

Evitar el uso agentes químicos sobre los cuerpos de agua y el terreno, al igual que el derrame de sustancias contaminantes provenientes del tratamiento de desechos o los desechos mismos, aislándolos del terreno.

Limitar el consumo de agua tanto en el proceso de construcción como durante el funcionamiento, clausura y rehabilitación del relleno, evitando el uso excesivo del recurso y desperdicio de este, las construcciones de estructuras hidráulicas contribuirán a la correcta disposición del agua, además de la recolección y utilización de aguas lluvias que pueden ser usadas durante todo el proceso del relleno, evitando utilizar el agua proveniente de los cuerpos de agua en el sector.

Hacer un drenaje adecuado para bajar el nivel freático a una profundidad mayor que la altura máxima de ascensión capilar del suelo, previo a la construcción misma del relleno, tras los estudios pertinente de la localización del mismo y su ubicación pertinente.

Mediante la construcción de obras hidráulicas acordes al sector, que disminuyen la infiltración a los acuíferos, evitando la recarga por escorrentía o agua proveniente del mismo proceso constructivo.

Siguiendo las normas ambientales vigentes, evitando causar cambios en el cauce, caudal y volumen de agua en las fuentes de agua, realizando la revisión y estudios necesarios durante todo el proceso del relleno desde su construcción hasta la rehabilitación, realizando una correcta disposición de todos los agentes utilizados evitando la contaminación del recurso hídrico. Reducir el uso de detergentes, evitar los vertimientos de desechos agrícolas o ganaderos y mediante el tratamiento de aguas residuales en estaciones depuradoras de aguas residuales.

Suelo: Sustitución o desplazamiento del terreno o material, reducción de la humedad, refuerzo del suelo (compactación, vibro, compactación, etc., adición de cemento o cal, instalación de geo sintéticos. Mediante la construcción de muros y taludes reforzados con geo sintéticos y vegetación.

Rescate, acopio de capa de suelo vegetal y disposición en áreas de revegetación. El CONTRA-TISTA deberá controlar que las excavaciones, remoción de suelo y cobertura vegetal que se realicen en toda la zona de obra, principalmente en el área del obrador, campamento y depósito de excavaciones, sean las estrictamente necesarias para la instalación, montaje y correcto funcionamiento de los mismos.

Construcción de taludes; hidrosiembra o siembra; redes o mallas orgánicas o inorgánicas de protección, revestimientos con vegetación.

Realizando un manejo adecuado de los materiales de construcción evitando que estos tengan contacto o que este no sea muy prolongado, Durante la fase de construcción se debe garantizar, que el relleno no presente infiltraciones en el suelo de agentes contaminantes, ya que se debe estar aislado, mediante el reciclaje y el uso de la materia orgánica en compostaje se reducirá la contaminación emitida por el relleno, dado el caso que se presenten sustancias peligrosas el relleno contará con las correspondientes estructuras que faciliten el control de estas, donde el perso-

nal debe utilizar el equipo de protección necesario, para realizar la disposición final de este tipo de sustancias, informando a la entidad ambiental encargada.

Aire: Mantener los niveles de ruido dentro de los rangos establecidos en la legislación ambiental para minimizar las molestias a la ciudadanía y personal en obra. Para esto se debe realizar la ejecución de los trabajos que necesiten el empleo de equipos, vehículos y maquinaria que genere ruido, en un horario entre las 7:00 am. y las 6:00 pm. También se necesita dotar a los trabajadores de tapones auditivos para evitar posibles afectaciones.

Minimizar la generación de malos olores y gases, en el sitio donde se desenvuelven las actividades del Relleno Sanitario. Para mitigar este impacto es necesario que se recubra diariamente a los residuos sólidos inorgánicos que llegan a las plataformas con material de cobertura, formando una capa de alrededor de 10cm. El área de compostaje, la misma que será tipo invernadero, deberá permanecer cerrada para evitar que salgan malos olores hacia el exterior. Es importante señalar que si el proceso de compostaje se lo opera en función de las recomendaciones técnicas no se producirán malos olores.

Para el caso de que se genere biogás, el mismo que por la transformación de materia orgánica en condiciones anaerobias a metano, anhídrido carbónico y trazas de otros gases se produjere en las plataformas, (esto se presentará principalmente si se realiza el confinamiento de residuos orgánicos e inorgánicos en las plataformas), se realizará su drenaje y combustión a través de chimeneas que se construirán en la base de las plataformas con una separación de entre 20 a 30 m.; estas chimeneas tendrán un remate final con un tubo de hormigón de 400mm de diámetro.

La afectación de los cultivos, por la generación de emisiones aéreas contaminantes, pueden mitigarse formando una barrera de árboles alrededor del relleno sanitario con el fin de prevenir que lleguen su totalidad dichos contaminantes que son emanados por las máquinas, equipos de trabajo, etc.

Biótico: La afectación de la cobertura vegetal, sin lugar a dudas es una de las más difíciles

de mitigar, debido a que el relleno sanitario requiere un terreno árido para el tratamiento de los residuos orgánicos e inorgánicos.

Social: Para mitigar el deterioro de la salud humana se debe hacer el uso obligatorio de respiradores con filtros de polvo, protectores auriculares y anteojos de protección ocular, además del uso de casco y zapatos de trabajo. También se debe hacer una señalización y aislamiento de las áreas de trabajo. Tener presente el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional.

Cultural: El cambio significativo a escala visual del paisaje o la alteración de áreas de interés, deben ser restablecidas a la forma natural del terreno y la topografía en la medida de lo posible. Se debe mantener las pendientes, quebradas naturales del terreno, en forma similar a la topografía adyacente.

La vista que es perjudicial y ofensiva al público se debe mitigar sembrando árboles tipo conífera, en el borde del cerramiento perimetral y entre los espacios que irán quedando entre las plataformas que se vayan abriendo paulatinamente y sobre la superficie final que quede sobre estas. Además, se realizará la siembra de vegetación luego de que se realice la clausura de cada una de las plataformas (procedimiento que consiste en cubrir las plataformas con material de cobertura hasta una altura de 1.5 m. sobre el nivel actual del suelo y manteniendo el mismo perfil).

DISPOSICIÓN FINAL Y COMPOSTAJE

Disposición Final

La disposición final de residuos sólidos del municipio de Ramiriquí (Boyacá) se efectúa en la actualidad, en el relleno sanitario Pírgua de la ciudad de Tunja, el cual cuenta con licencia ambiental.

“El Relleno Sanitario de Pírgua cuenta con una malla vial para el acceso de los vehículos a la zona de disposición de residuos, en este momento se están disponiendo residuos sólidos en la terraza 7 de la zona de ampliación, cuenta con sistemas de recolección, conducción de lixiviados, evacuación de gases e impermea-

bilización de fondo con geo membrana HDPE 40 mils, el lixiviado generado por el Relleno Sanitario llega hasta la Planta de Tratamiento de Lixiviados y los gases son captados para la quema y combustión del gas mediante una antorcha, convirtiendo así el metano en dióxido de carbono, aportando este proyecto denominado MDL (Mecanismos de desarrollo limpio) a la reducción del efecto invernadero.”[11]

Lombricultura

Para nuestro caso de estudio, se seleccionó la lombriz roja californiana, esta es utilizada en alrededor del 80% de los criaderos del mundo, a continuación, se describen sus características:

Lombriz roja californiana

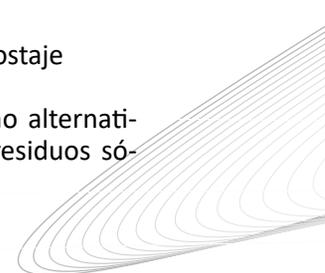
Esta lombriz tiene una característica muy particular, tiene los 2 sexos, pero, no le es posible auto fecundarse, “Aunque un mismo individuo tiene ambos sexos se reproduce por fertilización cruzada, donde ambos ponen un capullo, llamado cocón, cada 10 - 30 días. Cada capullo contiene de 2 a 10 lombrices que emergen a los 21 días, siendo individuos juveniles, que no podrán reproducirse hasta los 3 - 4 meses, cuando pasan a ser adultas.”[12]

Estos animales sufren una afectación bastante grande cuando se encuentran frente a la exposición de la luz solar (rayos ultravioletas), además, es de gran importancia constatar que el material que se va a disponer, además de las condiciones sea el requerido, y que cumpla con los requisitos técnicos mínimos, debido a que se trata de un proyecto de gran magnitud.

Estas lombrices tienen alrededor de 1 a 4 años de vida, dependiendo de las condiciones en las que se encuentre, cabe resaltar que la capacidad reproductiva de estos seres es bastante alta, podemos tener en un principio 1'000.000 de lombrices, al año ya serían 12 millones y a los 2 años serían un total de 144'000.000 millones.

Implementación de Lombricompostaje

En la producción de humus como alternativa de aprovechamiento de los residuos sólidos



lidos orgánicos, se tiene que “para el caso Colombiano esta nueva tendencia se produce porque los productos inorgánicos tienen precios elevados donde los agricultores presentan dificultades para adquirirlos como insumos”[13] por lo que la comercialización del humus a los agricultores resulta una propuesta técnica para el cuidado de sus cultivos debido a que “el compostaje contribuye a la capacidad de intercambio catiónico del suelo, y, por ende en la retención de los nutrientes, su función como una fuente importante de nitrógeno y fósforo y su rol en el mantenimiento de la agregación, estructura física y retención del agua en el suelo” [14]

CONCLUSIONES

- EL estudio de impacto ambiental que permite describir, identificar, interpretar y evaluar la contaminación generada por la presencia de un relleno sanitario en el municipio de Ramiriquí Boyacá y formular un plan de manejo integral de los residuos sólidos que contemple minimización, aprovechamiento y disposición final, para el casco urbano.
- Es necesario evaluar varias alternativas para solucionar y evaluar los problemas existentes en materia de gestión de residuos sólidos en el municipio.
- La importancia de la evaluación de impacto ambiental radica en las soluciones, propuestas y alternativas que se deben tomar a cabo para mitigar los posibles impactos generados por la construcción, funcionamiento, clausura y rehabilitación del relleno sanitario en el sector.
- El reciclaje y la lombricultura a parte de ayudar a minimizar la contaminación causada por los desechos, puede contemplarse como una alternativa económica generando ganancias al municipio además de contribuir con la generación de empleo.

REFERENCIAS

[1]. ROLLANDI, R. 2012. Problemática de la gestión de residuos sólidos urbanos en las

megas ciudades. Argentina. Disponible en: http://ic-latinoamerica.com/descargas/pdf/articulos_interes/201204_pr oblematica_de_la_gestion.pdf. Consulta: 2 de Junio de 2018.

[2]. YAULI, A. 2011. Manual para el manejo de desechos sólidos en la unidad educativa Darío Guevara, Parroquia Cochabamba, cantón Ambato, provincia Tungurahua. Riobamba. Ecuador. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/1298/1/26T00005.pdf>. Consulta: 2 de junio de 2018.

[3]ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI. 2015. La problemática de residuos sólidos. Colombia. Disponible en: http://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/32644/la_problemtica_de_residuos_slidos/. Consulta: 2 de Junio de 2018.

[4]. *Ibíd.*

[5]. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. 2006. Boletín Censo General 2005 Ramiriquí. Disponible en: http://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG20_05/15599T7T000.PDF. Consulta: 3 de Junio de 2018.

[6]. CONSULTORÍA Y DIRECCIÓN DE PROYECTOS SAS. 2015. Actualización al PGIRS de Ramiriquí. Colombia. Consulta: 3 de junio de 2018.

[7]. *Ibíd.*

[8]. *Ibíd.*

[9]. Página oficial de Ramiriquí. 2018. Disponible en: http://www.ramiriquiboyaca.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1&x=2771759. Consulta: 3 de Junio de 2018.

[10]. Río Negro Universidad Nacional. 2013. Disponible en: <http://unrn.edu.ar/blogs/matematica1/files/2013/04/5%C2%B0-Matriz-de-Leopold-con-plantilla.pdf>. Consulta: 6 de Junio de 2018.

[11]. CONSULTORIA Y DIRECCIÓN DE PROYECTOS SAS. 2015. Actualización al PGIRS de Ramiri-

quí. Colombia- Bogotá. Disponible en: http://turmequeboyaca.micolombiadigital.gov.co/sites/turmequeboyaca/content/files/000088/4370_plan-de-gestion-integral-de-residuos-solidos-pgirs.pdf. Consulta: 6 de junio de 2018.

[12]. COMPOSTADORES. 2015. La lombricultura. España Disponible en: <http://www.compostadores.com/descubre-el-compostaje/vermicompostaje/172-la-lombricultura.html>. Consulta: 6 de junio de 2018.

[13]. AYA, J. 2015. Estudios de factibilidad para producción y comercialización de abo-

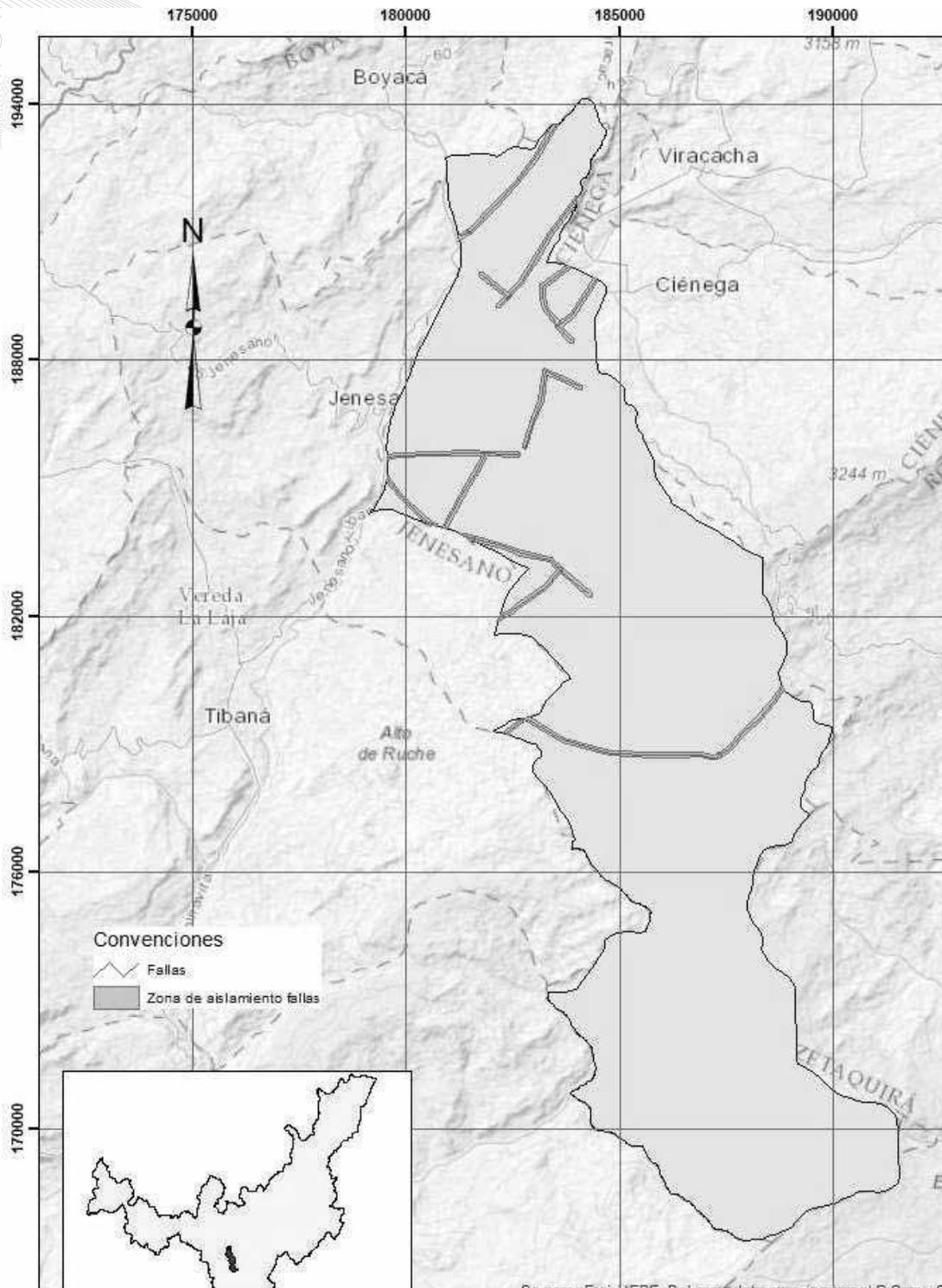
no orgánico a partir del humus de lombriz en el municipio de Ibagué – Tolima. Colombia. Disponible en: <http://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/3459/1/93238648.pdf>. Consulta: 6 de junio de 2018.

[14]. JARAMILLO, G; ZAPATA, L. 2008. Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. Universidad de Antioquía. Colombia. Disponible en: <http://unicesar.ambientalex.info/infoCT/Aprressolorgco.pdf>. Consulta: 6 de Junio de 2018.

ANEXOS

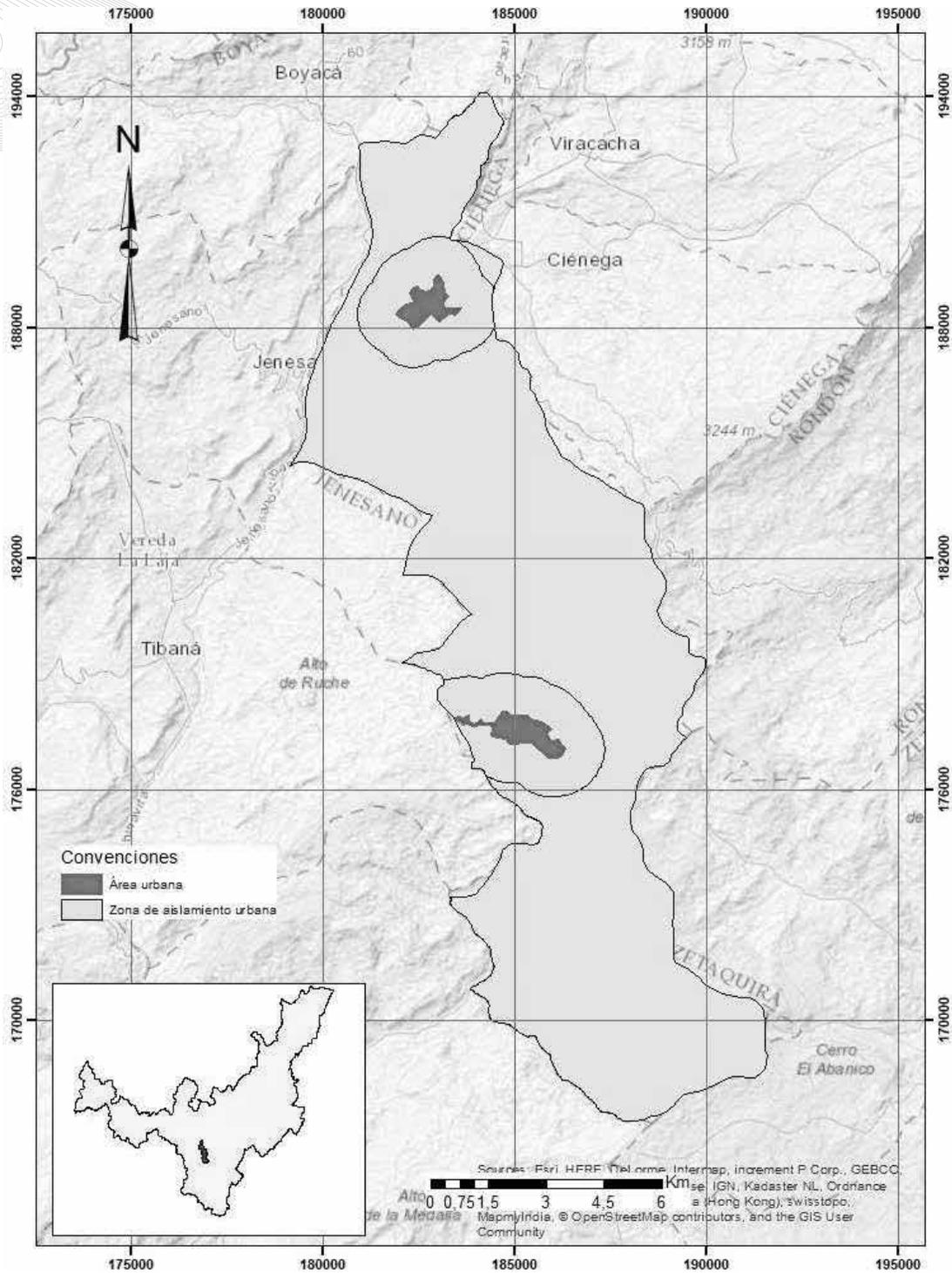
Anexo 1: Zona de Aislamiento de fallas.....	124
Anexo 2: Zona de protección de ríos.....	125
Anexo 3: Zona de aislamiento de área urbana.....	126
Anexo 4: Cobertura de la tierra.....	127
Anexo 5: Formaciones geológicas.....	128
Anexo 6: Zona de protección de páramos.....	129
Anexo 7: Pendientes.....	130
Anexo 8: Precipitación media.....	131

Anexo 1. :Zona de Aislamiento de fallas.



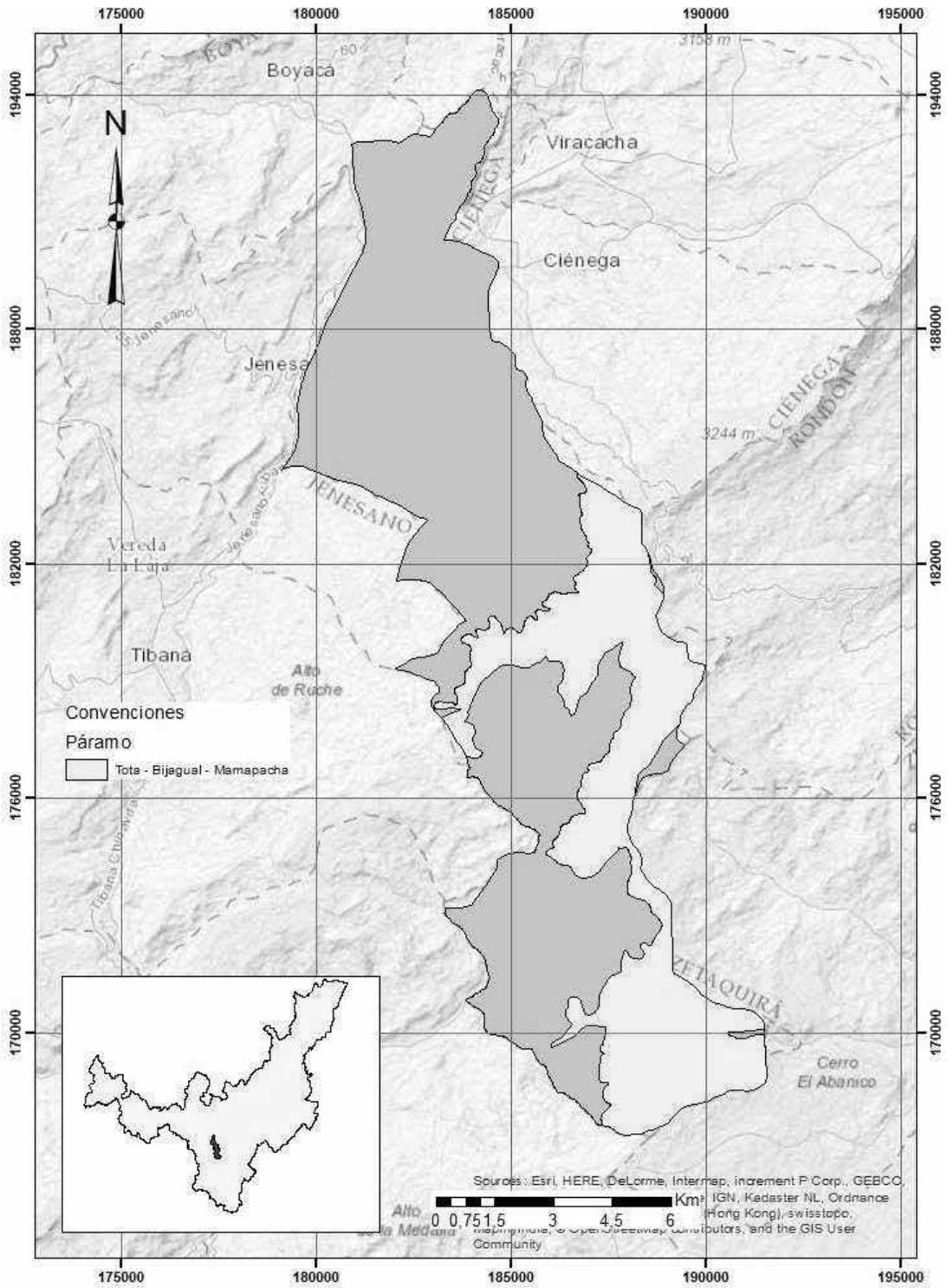
Fuente: Autores.

Anexo 3: Zona de aislamiento de área urbana.



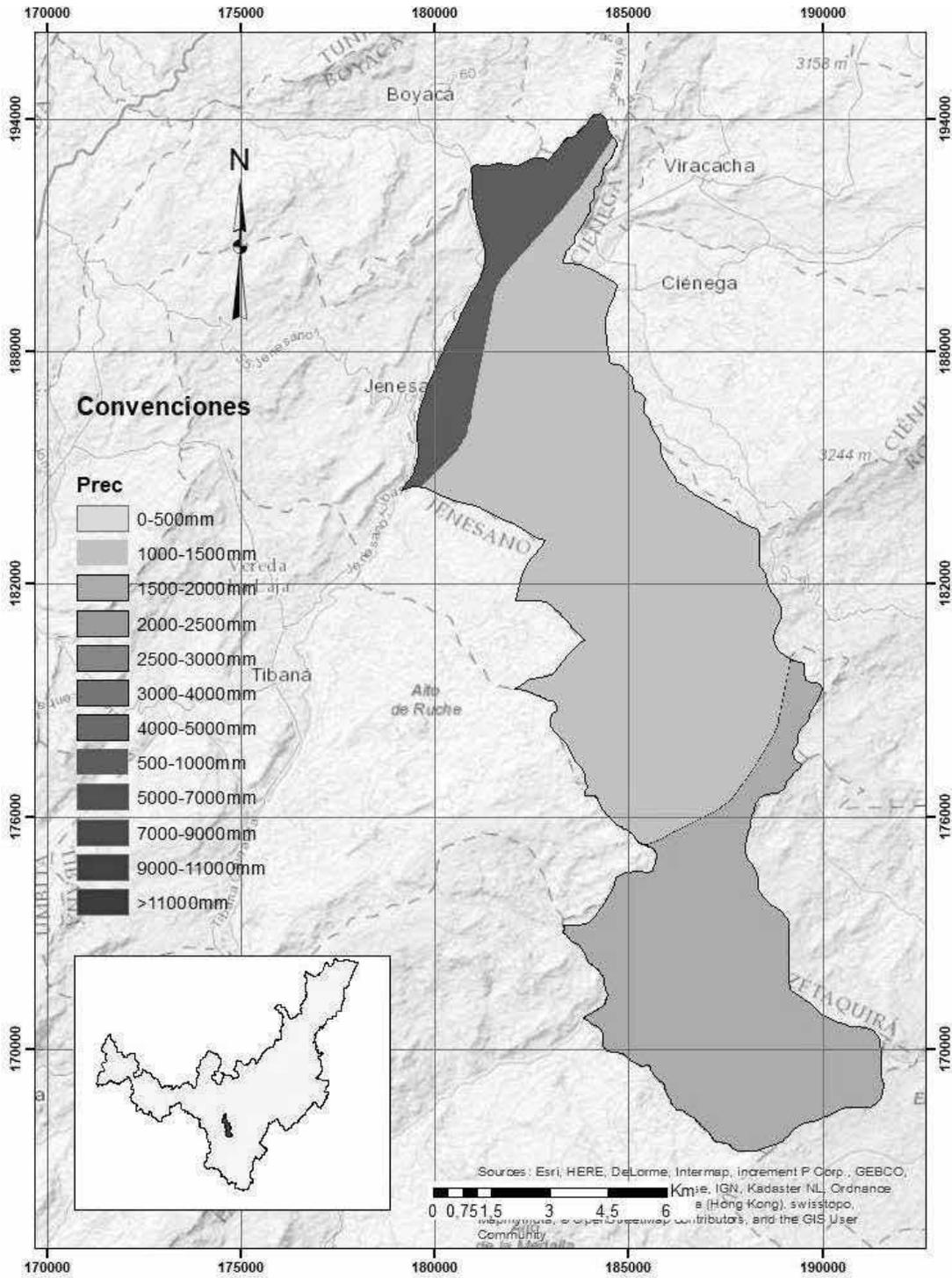
Fuente: Autores.

Anexo 6: Zona de protección de páramos.



Fuente: Autores.

Anexo 8: Precipitación media.



Fuente: Autores.