

Evaluación de la localización de un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos en el municipio de Tauramena Casanare, bajo los parámetros del decreto 838 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Daessy Bibiana Cifuentes Corredor

Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Junio 2024

Evaluación de la localización de un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos en el municipio de Tauramena Casanare, bajo los parámetros del decreto 838 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Daessy Bibiana Cifuentes Corredor

Proyecto de grado para optar el título de tecnóloga en saneamiento ambiental

Director:

Dairo José Benítez Villarreal

Ingeniero ambiental y de saneamiento

Especialista en salud ocupacional

Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Junio 2024

Resumen

El presente trabajo pretende determinar la ubicación óptima de un relleno sanitario en el municipio de Tauramena Casanare para la disposición final de los residuos sólidos municipales por medio de los parámetros establecidos en el decreto 838 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. El propósito fundamental de este decreto consiste en fomentar y simplificar la planificación, construcción y operación de sistemas de disposición final de residuos sólidos. Esta acción se concibe como una actividad complementaria al servicio público de aseo, y se ejecuta a través de la aplicación de la tecnología de relleno sanitario. Además, el decreto establece una normativa que regula el procedimiento que deben seguir las entidades territoriales para determinar las áreas potenciales aptas para la instalación de rellenos sanitarios. Este proyecto permitirá satisfacer las necesidades de disposición final de residuos sólidos de la comunidad Tauramenense, teniendo en cuenta el consentimiento de la comunidad afectada. Lo anterior, ya que el municipio de Tauramena cuenta con una planta industrial procesadora de residuos sólidos y un relleno sanitario que pronto cumplirá su vida útil, por lo que un nuevo relleno sanitario sería fundamental y beneficioso para satisfacer las necesidades de la comunidad en cuanto a saneamiento.

Se llevó a cabo un análisis de los elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos del municipio de Tauramena, Casanare. Durante este proceso, se identificaron sectores clave, como las zonas de protección de Aguablanca, Urama y San José, entre otros puntos relevantes. Esta información resultó fundamental para la selección de tres ubicaciones principales que fueron sometidas a una evaluación detallada.

Además, se pudo observar una notable diversidad de especies animales en el municipio, aunque lamentablemente algunas de ellas se encuentran amenazadas debido a la interacción con la comunidad local. Por otro lado, se constató que la actividad agrícola y ganadera tiene una presencia prominente, siendo estos sectores prioritarios sobre la actividad petrolera. Esto responde a una estrategia destinada a impulsar la economía local y mejorar la calidad de vida de la población residente.

Se realizó una revisión del manejo actual de los residuos sólidos en Tauramena, utilizando información proporcionada por la Empresa Municipal de Servicios Públicos de Tauramena (EMSET S.A.-E.S.P). Se determinó que se llevan a cabo procesos manuales con los residuos, los residuos orgánicos se utilizan para alimentar un lombricultivo y producir humus orgánico sólido.

Por último, se determinó la población a impactar mediante diferentes métodos de cálculo, incluyendo: Métodos lineales, Método de Wappus, Método logarítmico y Método geométrico

Estos cálculos se llevaron a cabo para cumplir con los requisitos previos necesarios para la instalación del relleno sanitario.

Palabras clave: relleno sanitario, residuos sólidos, disposición final de residuos.

Abstract

The present work aims to determine the optimal location of a sanitary landfill in the municipality of Tauramena Casanare for the final disposal of municipal solid waste through the parameters established in decree 838 of 2005 of the Ministry of Environment, Housing and Territorial Development. The fundamental purpose of this decree is to promote and simplify the planning, construction and operation of solid waste final disposal systems. This action is conceived as a complementary activity to the public sanitation service, and is executed through the application of landfill technology. In addition, the decree establishes regulations that regulate the procedure that territorial entities must follow to determine potential areas suitable for the installation of landfills. This project will satisfy the solid waste final disposal needs of the Tauramenense community, taking into account the consent of the affected community. The above, since the municipality of Tauramena has an industrial solid waste processing plant and a sanitary landfill that will soon reach its useful life, so a new sanitary landfill would be essential and beneficial to satisfy the needs of the community in terms of sanitation.

An analysis of the abiotic, biotic and socioeconomic elements of the municipality of Tauramena, Casanare was carried out. During this process, key sectors were identified, such as the protection zones of Aguablanca, Urama and San José, among other relevant points. This information was essential for the selection of three main locations that were subjected to a detailed evaluation.

In addition, a notable diversity of animal species could be observed in the municipality, although unfortunately some of them are threatened due to interaction with the local community.

On the other hand, it was found that agricultural and livestock activity has a prominent presence, these sectors being priority over oil activity. This responds to a strategy aimed at boosting the local economy and improving the quality of life of the resident population.

A review of the current management of solid waste in Tauramena was carried out, using information provided by the Municipal Public Services Company of Tauramena (EMSET S.A.-E.S.P). It was determined that manual processes are carried out with the waste, the organic waste is used to feed a vermiculture and produce solid organic humus.

Finally, the population to be impacted was determined using different calculation methods, including: Linear methods, Wappus method, logarithmic method and geometric method.

These calculations were carried out to meet the prerequisites necessary for the installation of the landfill.

Keywords: sanitary landfill, solid waste, final waste disposal.

Tabla de Contenido

Resumen	3
Abstract	5
Introducción	15
Alcance.....	17
Problema de la Investigación	18
Planteamiento del problema	18
<i>Pregunta General</i>	19
Justificación.....	20
Objetivos	22
Objetivo General	22
Objetivos Específicos	22
Marco de Referencia	23
Marco Teórico	23
Marco Conceptual	26
<i>Método Aritmético o Lineal</i>	26
<i>Método Logarítmico</i>	26
<i>Método Geométrico</i>	26
<i>Método Wappus</i>	26
<i>Contaminación</i>	26
<i>Disposición final de residuos</i>	27
<i>Relleno sanitario</i>	27
<i>Recolección</i>	27
<i>Residuos sólidos</i>	27

Marco Legal	28
Metodología	31
Métodos de Investigación.....	31
Localización del Proyecto	35
Diagnostico Socioambiental y del Manejo de los Residuos Sólidos del Municipio de Tauramena Casanare	38
Componente Abiótico, Biótico y Socioeconómico	39
<i>Componente Abiótico:</i>	39
Suelo.....	39
Suelo Urbano.....	39
Suelo de Expansión Urbana,	39
Suelo Rural	40
Suelos suburbanos	40
Suelo de Protección.....	40
<i>Componente Biótico:</i>	57
<i>Componente Socioeconómico:</i>	57
Manejo de los Residuos en Tauramena, Casanare	58
Planta industrial procesadora de residuos sólidos del municipio de Tauramena.....	59
Población del Municipio de Tauramena, Casanare.....	63
Proyección de la Población y Determinación del Volumen Óptimo para un Relleno Sanitario Basado en el Consumo Per Cápita y Datos Preexistentes	63
Aplicación del Método Lineal.....	64
Aplicación del Método Geométrico	65

Aplicación del Método Wappus	67
Método Logarítmico.....	68
Proyección de Población Final	70
Determinación del Volumen Óptimo	71
Nivel de Complejidad del Sistema para la Proyección de la Población: Medio	
Alto.....	71
Producción Per Cápita (ppc)	72
Cálculo de Consumo Durante los 30 Años	72
Cálculo de Volumen Necesario.....	73
Cálculo de Área Optima.....	73
Selección de Sitio Adecuado para la Disposición de Residuos Sólidos en Tauramena, Casanare, bajo los 12 Criterios del Artículo No. 5 del Decreto 838 de 2005.....	74
Evaluación del Lugar Optimo para la Ubicación del Relleno.....	74
<i>Capacidad.</i>	80
<i>Ocupación Actual del Área.</i>	81
<i>Accesibilidad Vial.</i>	82
<i>Condiciones del Suelo y Topografía.</i>	91
<i>Distancia Entre el Perímetro Urbano, Respecto del Área para la Disposición</i> <i>Final de Residuos Sólidos, Mediante la Tecnología de Relleno Sanitario.</i>	97
<i>Disponibilidad de Material de Cobertura.</i>	100
<i>Densidad Poblacional en el Área.</i>	105
<i>Incidencia en la Congestión de Tráfico en la Vía Principal.</i>	106
<i>Distancias a Cuerpos Hídricos.</i>	107
<i>Dirección de los Vientos.</i>	110

<i>Geoformas del Área Respecto al Entorno</i>	111
<i>Restricciones en la Disponibilidad del Área</i>	114
Conclusiones	120
Recomendaciones	123
Referencias Bibliográficas	124

Lista de Tablas

Tabla 1 Coordenadas planas en sistema MAGNA.....	42
Tabla 2. Predios adquiridos para la conservación de las cuencas hídricas	44
Tabla 3. Corrientes hídricas presentes en el municipio.....	49
Tabla 4: Suelo de protección en la categoría de conservación y protección ambiental	51
Tabla 5. Datos población Tauramena Casanare	63
Tabla 6. Proyección de la Población Método Lineal	65
Tabla 7. Proyección de la Población Método Geométrico	66
Tabla 8. Proyección de la Población Método Wappus.....	67
Tabla 9. Proyección de la Población Método Logarítmico.....	69
Tabla 10. Proyección de la Población Final.....	70
Tabla 11. Asignación del nivel de complejidad	71
Tabla 12. Puntaje Criterio No.1	80
Tabla 13. Puntaje Criterio No.2	81
Tabla 14. Puntaje Criterio No.3	84
Tabla 15. Puntaje Criterio No.4	92
Tabla 16. Puntaje Criterio No.5	97
Tabla 17. Puntaje Criterio No.6	102
Tabla 18. Puntaje Criterio No.7	106
Tabla 19. Puntaje Criterio No.8	107
Tabla 20. Puntaje Criterio No.9	108
Tabla 21. Puntaje Criterio No.10	111
Tabla 22. Puntaje Criterio No.11	112
Tabla 23. Puntaje Criterio No.12	117

Tabla 24.Puntaje final localización de áreas para disposición final de residuos sólidos.	117
---	-----

Lista de Figuras

Figura 1 Ruta metodológica proyecto de investigación	32
Figura 2 Ubicación municipio de Tauramena	35
Figura 3 Zona de descarga en la PIPRST	60
Figura 4 Proceso de Lombricultura dentro de la PIPRST	61
Figura 5 Celda en operación dentro de la Planta Industrial Procesadora de Residuos Sólidos	62
Figura 6 Municipio de Tauramena Casanare	76
Figura 7 Lugar No.1 Relleno Vereda Aceite Alto-Tauramena Casanare	77
Figura 8 Lugar No.2 Relleno Vereda Chaparral -Tauramena Casanare	78
Figura 9 Lugar No.3 Relleno Vereda Iquia -Tauramena Casanare.....	79
Figura 10 Inclinación vía - Lugar No.1 Relleno Vereda Aceite Alto	85
Figura 11 Inclinación vía - Lugar No.2 Relleno Vereda Chaparral	86
Figura 12 Inclinación vía - Lugar No.3 Relleno Vereda Iquia.....	87
Figura 13 Vía de acceso Lugar No.1 Relleno Vereda Aceite Alto	88
Figura 14 Vía de acceso Lugar No.2 Relleno Vereda Chaparral	89
Figura 15 Vía de acceso Lugar No.3 Relleno Vereda Iquia.....	90
Figura 16 Pendiente promedio del terreno Lugar No.1 Relleno Vereda Aceite Alto	93
Figura 17 Pendiente promedio del terreno Lugar No.2 Relleno Vereda Chaparral	94
Figura 18 Pendiente promedio del terreno Lugar No.3 Relleno Vereda Iquia	95
Figura 19 Mapa de susceptibilidad por Resistencia	96
Figura 20 Distancia perímetro urbano y lugar No. 1 Relleno Vereda Aceite Alto	98
Figura 21 Distancia perímetro urbano y lugar No. 2 Relleno Vereda Chaparral.....	99
Figura 22 Distancia perímetro urbano y lugar No. 3 Relleno Vereda Iquia	100
Figura 23 Distancia cantera y lugar No. 1 Relleno Vereda Aceite Alto	103

Figura 24 Distancia cantera y lugar No. 2 Relleno Vereda Chaparral	104
Figura 25 Distancia cantera y lugar No. 3 Relleno Vereda Iquia	105
Figura 26 Distancia cuerpo hídrico y lugar No. 1 Relleno Vereda Aceite Alto	108
Figura 27 Distancia cuerpo hídrico y lugar No. 2 Relleno Vereda Chaparral	109
Figura 28 Distancia cuerpo hídrico y lugar No. 3 Relleno Vereda Iquia.....	110
Figura 29 Geoforma del terreno Lugar No.1 Relleno Vereda Aceite Alto	112
Figura 30 Geoforma del terreno Lugar No.2 Relleno Vereda Chaparral.....	113
Figura 31	114

Introducción

Los elementos físicos, biológicos y químicos que están presentes en el planeta tierra son de total vitalidad para la supervivencia de los seres vivos. Por ende, contribuyen para el progreso de fauna y flora. Lo anterior define claramente lo que es el medio ambiente y la importancia que tiene ya que brinda a los seres humanos un entorno para subsistir y en el que no se implementan políticas contundentes para su cuidado y adecuado manejo. Es por esto que a diario se puede observar una inadecuada explotación de sus recursos y agentes químicos que afectan directamente el agua, el suelo y el aire.

En los últimos años, el medio ambiente ha sufrido un deterioro significativo debido al aumento de la población y el crecimiento urbano, lo que ha generado una mayor contaminación. Debido a esto los residuos sólidos que se producen a diario están deteriorando en gran parte los ecosistemas.

Un ejemplo de esto, es la situación por la que están pasando varios municipios en nuestro país. En este caso el municipio de Tauramena Casanare ya que debido a la falta de conciencia ambiental y cultura ciudadana se ha provocado que la proliferación de los residuos en las zonas urbanas y rurales, los manejos administrativos, ambientales y sociales de las empresas de servicios públicos generen un manejo deficiente de residuos sólidos hoy en día.

Por lo anterior se pretende dar a conocer con este proyecto una solución que le garantice a los habitantes del municipio de Tauramena la localización de un nuevo relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos bajo los parámetros del decreto 838 de 2005 del Ministerio de Ambiente, por medio del cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones, buscando crear conciencia ambiental y así mitigar el impacto de los residuos sólidos en el medio ambiente. Así mismo,

realizar un diagnóstico socio ambiental y del manejo actual de los residuos sólidos del municipio. Posteriormente con esta información calcular el volumen óptimo para el relleno de acuerdo al consumo per cápita.

Teniendo en cuenta las diferentes investigaciones realizadas sobre temas relacionados se usará la metodología empleada en (Jaramillo, 2002), con el fin de considerar aspectos fundamentales para el cálculo del volumen del relleno sanitario de acuerdo a la proyección de población y la producción per cápita que corresponde a la cantidad generada de residuos de un habitante por día.

La información anteriormente mencionada fue importante para el proceso de selección de las tres ubicaciones que fueron evaluadas con el decreto 838 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. El propósito de esta evaluación fue determinar cuál de los tres sectores era el más óptimo para la ubicación del relleno sanitario destinado a la disposición final de los residuos sólidos generados en el municipio de Tauramena. La elección de estas ubicaciones estratégicas se basó en la consideración de criterios ambientales y su función en la protección de los recursos naturales y la calidad de vida de la comunidad local. Finalmente, se cuenta con el análisis de resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto generando una serie de conclusiones y recomendaciones.

Alcance

El presente proyecto tiene como objetivo realizar una evaluación conforme y bajo los parámetros del Decreto 838 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia. Este ejercicio académico involucra y beneficia a la población tanto del sector urbano como rural de Tauramena al garantizar una gestión adecuada de los residuos, minimizando impactos negativos y maximizando beneficios para la comunidad. En caso de que la Administración Municipal decida adaptar este proyecto para su implementación, es necesario que se realicen cotizaciones detalladas y un análisis financiero completo del costo del predio en el momento de la intervención, ya que los costos pueden variar debido a condiciones del mercado y otros factores externos.

Además, es imperativo llevar a cabo estudios exhaustivos del entorno ambiental, dado que el proyecto contempla la recopilación de información ambiental crucial para el logro del primer objetivo. Este objetivo se centra en el análisis del contexto socioambiental y el estado actual de gestión de residuos sólidos en el municipio de Tauramena, Casanare. Asimismo, se abordarán los criterios ambientales pertinentes en concordancia con los parámetros establecidos en el Decreto 838 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Problema de la Investigación

Planteamiento del problema

El municipio de Tauramena Casanare ubicado en la zona sur-occidental del departamento Casanareño, actualmente presenta una problemática en cuanto al manejo de los residuos generados por la población Tauramenera.

Este problema se debe a que el municipio de Tauramena actualmente cuenta con una planta industrial procesadora de residuos sólidos y un relleno sanitario que pronto cumplirá su vida útil.

La ausencia de un nuevo relleno sanitario en el municipio conlleva diversas problemáticas. El almacenamiento de residuos sin tratar dificulta la gestión adecuada de lixiviados y el control de gases, generando potenciales riesgos ambientales y de salud para la comunidad. Además, se experimenta un aumento de costos al transportar estos desechos al relleno sanitario ubicado en Yopal, Casanare.

Por otra parte, en la revisión del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) del municipio de Tauramena, se destaca una preocupante falta de cumplimiento en el Programa 4, centrado en Aprovechamiento y disposición final. Específicamente, no se logra satisfactoriamente la viabilidad financiera y económica del prestador del servicio y la Planta Industrial de Residuos Sólidos. Además, se evidencia un incumplimiento en el control de impactos ambientales en el sitio de disposición final de residuos, representando riesgos para el entorno local. Es esencial abordar estas deficiencias de manera inmediata para asegurar un manejo de residuos sostenible y eficiente en Tauramena. Por lo tanto, se plantea la necesidad de identificar la ubicación óptima para la instalación de un nuevo relleno sanitario en Tauramena, Casanare.

Pregunta General

¿Cuál es la mejor ubicación para la implementación de un relleno sanitario en el municipio de Tauramena Casanare?

Justificación

Debido a que el municipio de Tauramena Casanare no cuenta con un nuevo lugar para la disposición final de los residuos sólidos, la Empresa Municipal de Servicios Públicos de Tauramena se vería obligada a realizar la disposición en la ciudad de Yopal Casanare lo que generaría algunos inconvenientes como el inadecuado manejo de los lixiviados y control de los gases, además de los costos elevados en cuanto al servicio de recolección, transporte y dispersión final.

Es importante mencionar que el municipio cuenta con una planta industrial procesadora de residuos sólidos y un relleno sanitario que pronto cumplirá su vida útil y que han sido elementos fundamentales en la estrategia de gestión de residuos del municipio, sin embargo, el inminente agotamiento de la capacidad del relleno sanitario plantea una amenaza significativa para la continuidad de un manejo efectivo de los residuos. Esta situación se traduce en consecuencias negativas tanto para el medio ambiente como para la calidad de vida de la población del municipio de Tauramena, por ende, sería favorable la ubicación de un relleno sanitario en este municipio ya que además de satisfacer las necesidades de la comunidad Tauramenera en cuanto a saneamiento, se podría satisfacer a parte de comunidad Casanareña como son los habitantes del municipio de Monterrey Casanare puesto que este se encuentra cerca de Tauramena y no cuenta con relleno sanitario por lo que debe realizar la disposición final de los residuos sólidos en el municipio de Villanueva Casanare.

Con este proyecto se solucionarían en su mayoría las problemáticas anteriormente mencionadas, disminuyendo la contaminación del suelo y atmosférica que se podría llegar a generar por los acopios de los residuos no tratados, que a su vez afectan directamente a la comunidad, es por este motivo necesario la implementación de un relleno sanitario en el

municipio de Tauramena Casanare.

Objetivos

Objetivo General

Evaluación de la localización de un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos del municipio de Tauramena Casanare.

Objetivos Específicos

Realizar un análisis del contexto socioambiental y del manejo actual de los residuos sólidos en el municipio de Tauramena, Casanare.

Calcular el volumen necesario para un relleno sanitario, considerando el consumo per cápita y los datos recolectados durante la fase inicial del estudio.

Proponer una ubicación óptima para la disposición final de los residuos sólidos del municipio de Tauramena, Casanare, en concordancia con los lineamientos establecidos en el Decreto 838 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Marco de Referencia

Marco Teórico

Es importante tener en cuenta para el presente proyecto diferentes investigaciones relacionadas, como lo es la “Propuesta para el diseño del nuevo relleno sanitario para el Municipio de Aguachica – Cesar” ya que (Diaz & Vallejo, 2017) propone un innovador diseño para un nuevo relleno sanitario ubicado en el municipio de Aguachica, Cesar. La urgencia de esta propuesta surge ante la proximidad del agotamiento del actual sitio de disposición de residuos sólidos, que se encuentra al límite de su vida útil. Con el objetivo de abordar esta problemática y continuar satisfaciendo las necesidades de saneamiento de la comunidad, los autores han llevado a cabo una proyección demográfica a 30 años. Utilizando el método corenostós, han determinado la cantidad de gases y lixiviados que se generarán a lo largo de la vida útil del relleno. Este análisis se realiza considerando dos escenarios: uno con la disposición exclusiva de material orgánico y otro que abarca todo tipo de material. En el diseño del cierre y postcierre del relleno, se ha seguido rigurosamente lo establecido en el Reglamento de Actividades de Saneamiento (RAS), con el propósito de minimizar los posibles impactos negativos asociados a la construcción de este proyecto.

Por otro lado, se encuentra (Navarro & Villamil, 2016) quienes llevaron a cabo un estudio de alternativas para la disposición de residuos sólidos en El Colegio, Cundinamarca. El objetivo fue identificar la opción más favorable al desarrollo sostenible del municipio, considerando su proximidad a la capital. El documento aborda la evaluación del sitio de disposición final según el Decreto 838 de 2005 y proporciona cálculos para el diseño del relleno sanitario, incluyendo su operación durante un período de diseño de 25 años. Se detallan aspectos como la vida útil del relleno con y sin aprovechamiento y se espera que la alcaldía de El Colegio considere dicho

estudio para implementar las medidas propuestas y mejorar la calidad de vida de la población local.

El municipio de Tauramena cuenta con una planta industrial procesadora de residuos sólidos ubicada a 1.5 Km del centro poblado de Paso Cusiana vía a la vereda la Iquía, que recibe las basuras provenientes del Centro Poblado de Paso Cusiana, veredas Iquía, Villa Rosa, Yaguaros, Raizal, CPF Cusiana y el Batallón de Infantería N° 44.

Esta planta recibe todo tipo de residuos y el manejo que se le ha dado a la misma, ha sido deficiente durante los últimos años al no tener los conocimientos adecuados por parte de sus empleados y líderes sobre el reciclaje y tratamiento de estos residuos, dándole un manejo equivocado y disposición final errónea. (Camacho & Lopez, 2020)

La planta industrial procesadora de residuos sólidos del municipio de Tauramena PIPRST, es de gran importancia para la producción del abono orgánico, la comercialización del residuo aprovechable y la disposición final del residuo. En la planta existen tres procesos importantes que son el eje central de la operación, en la cual encontramos la clasificación y selección de los residuos sólidos aprovechables (plástico, papel, cartón, vidrio y chatarra); en segunda medida está la transformación de los residuos orgánicos (compostaje y lombricultivo) y por último tenemos la disposición final de los residuos sólidos inservibles que van directamente al relleno sanitario. La empresa también presta sus servicios de recolección, tratamiento y disposición final de los residuos a los usuarios externos especialmente a las empresas petroleras cercanas que operan en la región. En la actualidad la planta industrial de residuos sólidos presenta consecuencias ambientales generando impactos negativos al medio ambiente, debido al uso insuficiente de máquinas, a la baja producción y disposición innecesaria de los residuos orgánicos e inorgánicos. Entre los impactos ambientales encontramos:

- Proliferación de vectores y olores ofensivos, debido a la acumulación de residuos por

varios días sin recibir un tratamiento previo y adecuado, es evidente que la generación de vectores y los malos olores se produzcan en gran cantidad, así como los lixiviados que son generados por los procesos del relleno sanitario.

- Contaminación visual, la contaminación visual ha generado grandes molestias entre la comunidad aledaña, debido a que la gran cantidad de residuos sólidos son expuesto en el relleno sanitario.

- Producción de lixiviados, los lixiviados son productos contaminantes que se producen durante descomposición y fermentación de la materia orgánica, debido a la propia humedad de los residuos y al agua lluvia que se filtran hacen que arrastren materiales biológicos y compuestos químicos.

Debido a todos estos aspectos mencionados anteriormente, se busca un enfoque en la Planta Industrial Procesadora de Residuos Sólidos sobre la gestión integral de los residuos donde se permita el apoyo de nuevas metodologías como el análisis del ciclo de vida de los residuos aprovechables que consisten en analizar la generación de estos residuos sólidos y los impactos que causan efectos negativos sobre el medio ambiente, los entes gubernamentales del municipio de Tauramena busca priorizar en concentrar mayores esfuerzos en utilizar la política de producción más limpia a la PIPRS, al aplicar esta política hace que a futuro tenga ventajas económicas y ambientales por prevención en la contaminación y el reciclaje de los residuos, y así permite evaluar todos los impactos ambientales, teniendo en cuenta los diferentes impactos que se han generado en los diferentes procesos de la operación (desde su origen hasta la disposición final del residuo). (Reyes, Calderón, & Corredor, 2018)

Marco Conceptual

Método Aritmético o Lineal

En esta metodología se supone un crecimiento balanceado en función de la mortalidad y la emigración. (Empresa de Servicios Públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo Libano Tolima, 2019)

Método Logarítmico

Aplicable a poblaciones con desarrollo y expansión apreciables. (Empresa de Servicios Públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo Libano Tolima, 2019)

Método Geométrico

Aplica generalmente a poblaciones con bastante dinámica o desarrollo. (Empresa de Servicios Públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo Libano Tolima, 2019)

Método Wappus

Este método se basa en función de la tasa de decrecimiento anual y el periodo de diseño. (Empresa de Servicios Públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo Libano Tolima, 2019)

Artículo, Óptima ubicación de un relleno sanitario para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá empleando sistemas de información geográfica (Gascón, Jiménez, & Pérez, 2015)

Contaminación

La contaminación se define como la perturbación del entorno natural provocada por sustancias o formas de energía, ya sea por acciones humanas o fenómenos naturales, en cantidades, concentraciones o niveles que pueden interferir con el bienestar y la salud de las personas. Esta alteración también puede amenazar la flora y fauna, degradar la calidad del entorno y afectar los recursos nacionales o privados. (Lopez, 1974)

Disposición final de residuos

La disposición final de residuos se refiere al procedimiento de aislar y confinar de manera definitiva los desechos sólidos, especialmente aquellos que no son susceptibles de aprovechamiento. Este proceso se lleva a cabo en sitios cuidadosamente seleccionados y diseñados con el propósito de prevenir la contaminación y reducir los riesgos para la salud humana y el medio ambiente. (Uribe, 2005)

Relleno sanitario

Un relleno sanitario se define como un lugar cuidadosamente seleccionado, diseñado y operado con fines de disposición final controlada de los residuos sólidos. Su función principal es asegurar que no represente peligro, daño o riesgo para la salud pública, al mismo tiempo que minimiza y controla los impactos ambientales. Para lograr esto, se aplican principios de ingeniería que incluyen la confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área mínima. Además, se implementan prácticas como la compactación diaria de los residuos, el control de gases y lixiviados, así como la aplicación de una cobertura final. (Uribe, 2005)

Recolección

La recolección se define como la acción de retirar y recoger basuras y residuos sólidos de uno o varios generadores, llevada a cabo tanto por el generador mismo como por la entidad encargada de prestar el servicio público. (Figuroa Bustos, 2008)

Residuos sólidos

Los residuos sólidos se refieren a cualquier objeto, material, sustancia o elemento en estado sólido o semisólido que es descartado o rechazado después de su consumo o uso en diversas actividades, como las domésticas, comerciales, industriales, institucionales o de servicios. Estos residuos pueden tener potencial para ser aprovechados o transformados, dando origen a un nuevo

bien con valor económico. (Uribe, 2005)

Marco Legal

El "Reglamento Técnico de Agua y Saneamiento 2000" hace referencia a una normativa específica que establece los requisitos técnicos y las pautas relacionadas con la gestión, el abastecimiento y el saneamiento del agua en un área o jurisdicción determinada. Estos reglamentos técnicos suelen ser emitidos por autoridades gubernamentales o entidades reguladoras para garantizar que la calidad del agua y los sistemas de saneamiento cumplan con ciertos estándares y regulaciones. El contenido exacto y los detalles específicos del "Reglamento Técnico de Agua y Saneamiento 2000" pueden variar según la ubicación y la jurisdicción a la que se aplica. Por lo general, estos reglamentos pueden abordar aspectos como:

1. Calidad del agua potable: Especificaciones sobre los estándares de calidad del agua potable, incluyendo niveles permitidos de contaminantes y tratamientos requeridos.
2. Infraestructura de abastecimiento de agua: Requisitos para el diseño, construcción y mantenimiento de sistemas de distribución de agua potable.
3. Saneamiento: Directrices para la recolección y tratamiento de aguas residuales, incluyendo la gestión de aguas negras y pluviales.
4. Seguridad de las instalaciones: Normas de seguridad relacionadas con la operación de plantas de tratamiento de agua y sistemas de distribución.
5. Protección de fuentes de agua: Promueve la conservación y protección de fuentes de agua, como ríos y embalses, para asegurar un suministro sostenible a largo plazo.
6. Normas de seguridad y salud ocupacional: Incluye regulaciones para garantizar la seguridad de los trabajadores que participan en la operación y el mantenimiento de sistemas de agua y saneamiento.

Por otro lado, la Resolución 0330 del 2000 y del 2017, la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009 y la Resolución 799 de 2021 la cual modifica la Resolución 0330 de 2017.

Finalmente, los criterios del Artículo 5°, que corresponde según (Uribe, 2005) a “los criterios y metodología para la localización de áreas para disposición final de residuos sólidos, mediante la tecnología de relleno sanitario del decreto 838 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, tiene como objetivo primordial fomentar y simplificar la planificación, construcción y operación de sistemas de disposición final de residuos sólidos. Estos sistemas son concebidos como una actividad complementaria del servicio público de aseo, haciendo uso de la tecnología de relleno sanitario.”

Adicionalmente, este decreto establece normativas que reglamentan el procedimiento a seguir por parte de las entidades territoriales. Su finalidad es definir de manera ordenada las áreas potenciales susceptibles para la ubicación de rellenos sanitarios. De esta manera, se busca una gestión eficiente de los residuos sólidos, asegurando un enfoque planificado que contribuya a la preservación del entorno ambiental y promueva la salud pública.

A continuación, se mencionan los 12 criterios del Artículo 5° según (Uribe, 2005) en el decreto 838 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial:

- ✓ “Capacidad
- ✓ Ocupación actual del área
- ✓ Accesibilidad vial
- ✓ Condiciones del suelo y topografía

- ✓ Distancia entre el perímetro urbano, respecto del área para la disposición final de residuos sólidos, mediante la tecnología de relleno sanitario
- ✓ Disponibilidad de material de cobertura
- ✓ Densidad poblacional en el área
- ✓ Incidencia en la congestión de tráfico en la vía principal
- ✓ Distancias a cuerpos hídricos
- ✓ Dirección de los vientos
- ✓ Geoformas del área respecto al entorno
- ✓ Restricciones en la disponibilidad del área” (Uribe, 2005)

Metodología

Métodos de Investigación

Esta investigación busca dar una solución al planteamiento de un problema durante el desarrollo de un estudio al cual se da respuesta por medio de sistemas empíricos, críticos y sistematizados donde se tiene la experiencia tanto cualitativa y cuantitativa. En relación a la ruta de investigación cuantitativa, (Sampieri, 2018) señala que:

El método cuantitativo representa un conjunto de procesos organizado de manera secuencial para comprobar ciertas suposiciones. Por lo que consta de diez fases, donde cada una precede a la siguiente y el orden es riguroso, aunque desde luego, se puede redefinir alguna etapa. Parte de una idea que se delimita y, una vez acotada, se generan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o perspectiva teórica. De las preguntas se derivan hipótesis y determinan y definen variables; se traza un plan para probar las primeras (diseño, que es como “el mapa de la ruta”); se seleccionan casos o unidades para medir en estas las variables en un contexto específico (lugar y tiempo); se analizan y vinculan las mediciones obtenidas (utilizando métodos estadísticos), y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis (p.45).

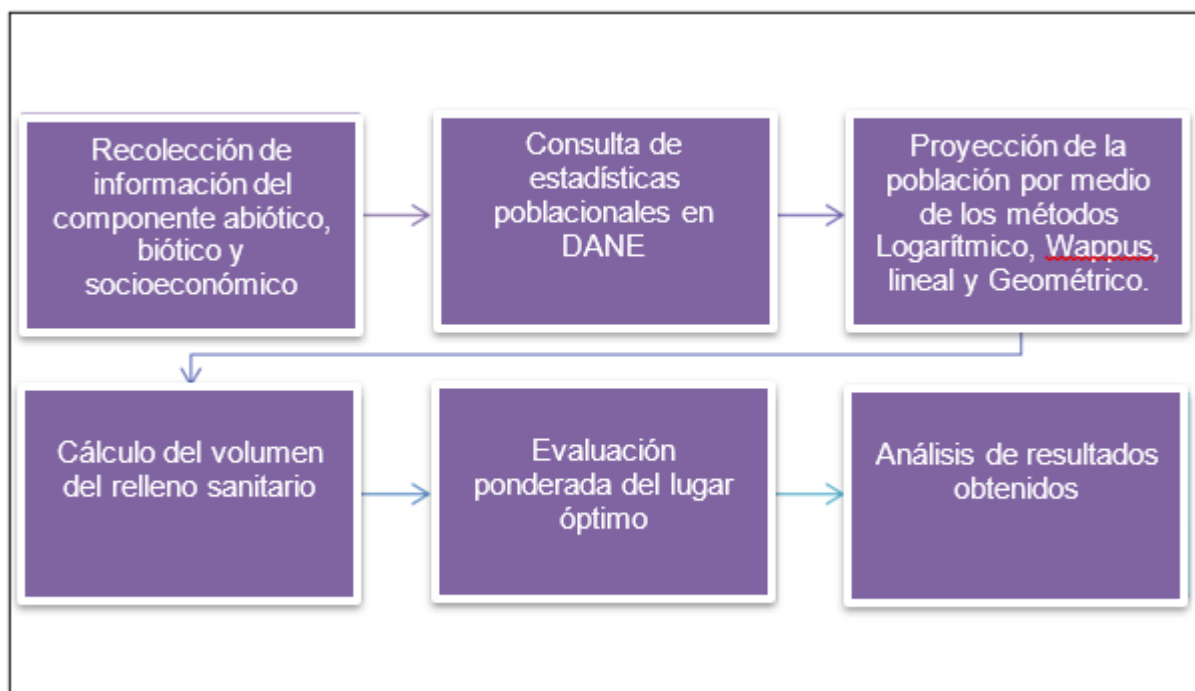
Dicho lo anterior, este proyecto tiene una orientación cuantitativa, ya que se utilizan métodos de recolección de información para comprobar una hipótesis respaldado de mediciones numéricas. También, se implementaron análisis de los 12 criterios del Artículo 5° según (Uribe, 2005), “que corresponde a los criterios y metodología para la localización de áreas para disposición final de residuos sólidos, mediante la tecnología de relleno sanitario del decreto 838 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial con la intención de obtener una investigación innovadora.”

Metodología

Con el fin de realizar la evaluación de la localización de un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos del municipio de Tauramena Casanare, se realizaron 6 actividades para el desarrollo de esta investigación, las cuales se mencionarán a continuación:

Figura 1

Ruta metodológica proyecto de investigación



Fuente: Propia (2023)

Actividad 1: Recolección de información relacionada al componente abiótico, biótico y socioeconómico, por medio de una solicitud a la alcaldía de Tauramena Casanare y/o revisión de investigaciones realizadas en este sector.

Además, se llevó a cabo una revisión del manejo actual de los residuos sólidos por medio de una visita de inspección ocular y/o información suministrada por la empresa o entidad encargada del manejo de los residuos sólidos.

Actividad 2: Consulta de información concerniente a la cantidad actual de población del municipio de Tauramena por medio de la alcaldía o información de censos la cual se encuentra en la página del DANE.

Actividad 3: Proyección de la población por medio de los métodos Logarítmico, Wappus, lineal y Geométrico. Para el cálculo de la proyección de población se tuvo en cuenta la literatura del (RAS, 2000) Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.

Actividad 4: Cálculo del volumen del relleno sanitario de acuerdo a la proyección de población y la producción per cápita que corresponde a la cantidad generada de residuos de un habitante por día.

Actividad 5: Evaluación ponderada del lugar óptimo para la ubicación de relleno de acuerdo a lo anteriormente mencionado y dando una puntuación según (Uribe, 2005) en los 12 criterios del Artículo 5°, que corresponde a los criterios y metodología para la localización de áreas para disposición final de residuos sólidos, mediante la tecnología de relleno sanitario del decreto 838 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y como se estipula en dicho decreto.

Los 12 criterios del decreto 838 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, corresponden a:

- “Capacidad
- Ocupación actual del área
- Accesibilidad vial
- Condiciones del suelo y topografía
- Distancia entre el perímetro urbano, respecto del área para la disposición final de residuos

sólidos, mediante la tecnología de relleno sanitario

- Disponibilidad de material de cobertura
- Densidad poblacional en el área
- Incidencia en la congestión de tráfico en la vía principal
- Distancias a cuerpos hídricos
- Dirección de los vientos
- Geoformas del área respecto al entorno
- Restricciones en la disponibilidad del área” (Uribe, 2005)

Según (Uribe, 2005) afirma que “El puntaje máximo de la evaluación será de 1.000 puntos. El puntaje obtenido por cada área potencial no indica el descarte o rechazo de alguna de las mismas, sino que indica una posición dentro de un orden de elegibilidad, de mayor a menor, de acuerdo con el valor del puntaje obtenido, y con base en este orden se incorporarán al POT, EOT o PBOT, según sea el caso, de cada entidad territorial.”

Actividad 6: Finalmente se realizó el análisis de los resultados obtenidos, conclusiones, recomendaciones y la realización del informe final.

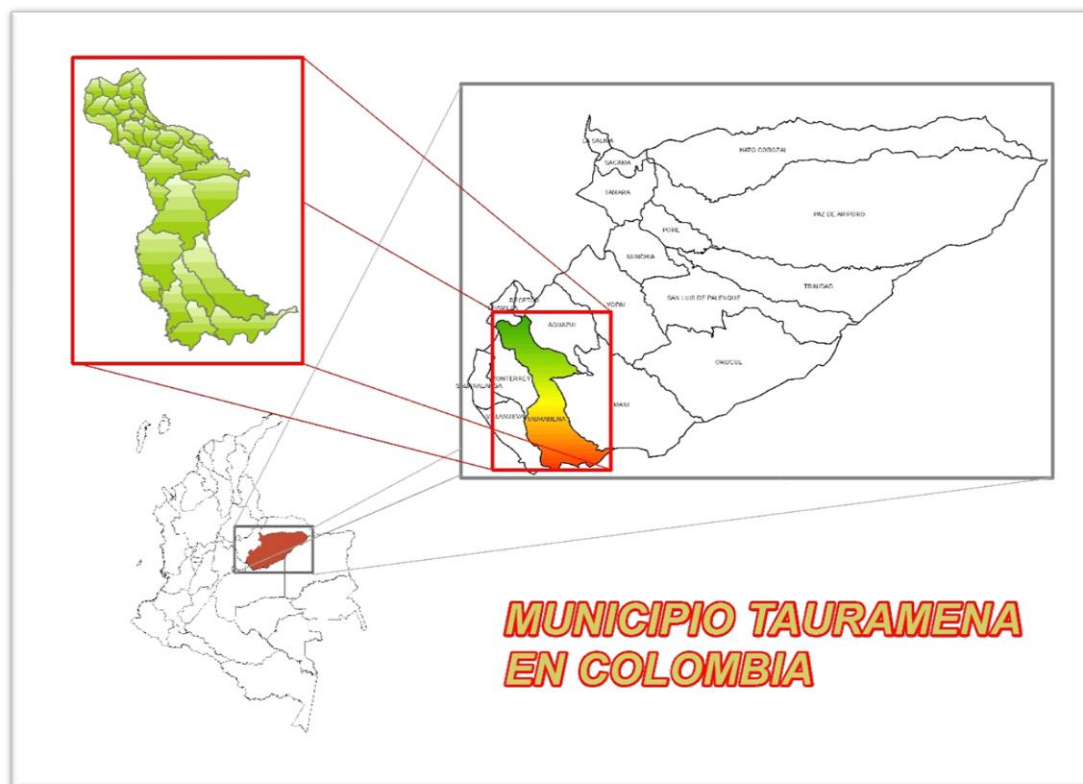
Localización del Proyecto

El área de estudio del proyecto se encuentra en el municipio de Tauramena ubicado en el departamento de Casanare, se ubica en la región natural conocida como Orinoquia Colombiana, tiene una extensión aproximada de 2607.2 km² y limita:

- Al Norte con Chámeza, Recetor y Aguazul,
- Al Este con Aguazul y Maní;
- Al Oeste con Villanueva, Monterrey

Figura 2

Ubicación municipio de Tauramena



Fuente: Alcaldía Municipal de Tauramena Casanare (2023)

Tauramena cuenta con áreas de protección ambiental establecidas por el Esquema de Ordenamiento Territorial, especialmente en las fuentes abastecedoras de acueductos e incluye la adquisición de predios que desde 1993 y cuenta con importantes inversiones con el propósito de proteger áreas y de conservar el recurso agua.

Este Esquema determina para el Municipio cinco ecosistemas denominados: bosques protectores de fauna y recurso hídrico, microcuencas abastecedoras de acueductos. Microcuencas de incidencia paisajística húmedales y reservas naturales.

Limites:

Según (Tauramena, 2024) “El municipio de Tauramena Casanare se encuentra ubicado en la zona suroccidental del departamento de Casanare tiene una extensión aproximada de 2607.2 Km² equivalentes al 5.8 % del total del departamento, cuya extensión es de 44640 Km². Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 460 y su Temperatura media: 25.3°C en su parte plana, con valores máximos que oscilan entre 33.6°C y 39.8°C y mínimos que oscilan entre 12°C y 19° C. El municipio de Tauramena, Casanare limita con el Municipio de CHAMEZA, partiendo de la desembocadura de la Quebrada La Raya en el río Salinero; con el Municipio de RECETOR, partiendo de la desembocadura del río Salinero en el río Cusiana; con el Municipio de AGUAZUL, partiendo de la desembocadura del caño Saboa en el río Cusiana; con el Municipio de MANI, partiendo de la desembocadura del caño Güira en el río Meta; con el Departamento del META, siguiendo el curso del Río Meta en toda su extensión limítrofe sobre el Municipio de Puerto López; con el Municipio de VILLANUEVA, partiendo de la desembocadura del Río Tacuya en el Río Túa; con el Municipio de SABANALARGA, partiendo de la desembocadura del río Tacuya en el río Túa y con el Municipio de MONTERREY, partiendo del

cerro "Pabellón".

Diagnostico Socioambiental y del Manejo de los Residuos Sólidos del Municipio de Tauramena Casanare

En el Municipio de Tauramena, la relación entre los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos no solo refleja la riqueza natural que la caracteriza, sino también la compleja red de influencias y conexiones que moldean su presente.

Por ello, en este capítulo se realiza un análisis de los componentes bióticos y abióticos, poniendo especial énfasis en cómo estos interactúan con los factores socioeconómicos con un enfoque en la evaluación de la ubicación óptima para un relleno sanitario destinado a la disposición final de los residuos sólidos. El diagnóstico de los elementos bióticos, que incluyen la diversidad de flora y fauna, se entrelaza con el estudio de los componentes abióticos, tales como el suelo, el agua y el clima, que sustentan y enmarcan la vida en esta región. Además, se aborda el manejo de los residuos sólidos, un aspecto de vital importancia para garantizar la sostenibilidad ambiental y el bienestar de la comunidad tauramenera.

Por otro lado, se lleva a cabo la recopilación de información, incluyendo datos demográficos fundamentales. La obtención de datos poblacionales se efectuó a través de fuentes confiables como la alcaldía local y registros censales disponibles en la página oficial del DANE. Este análisis numérico permite una comprensión clara de la cantidad poblacional, pieza clave para contextualizar la demanda de manejo de residuos sólidos y así tomar las decisiones concernientes a la gestión de recursos y la planificación de la ubicación del relleno sanitario

Este capítulo representa un paso fundamental hacia la visión integral de la complejidad ambiental y socioeconómica del Municipio de Tauramena, Casanare, y sienta las bases para la formulación concreta que guíe la localización efectiva de un relleno sanitario, promoviendo un futuro próspero y ambientalmente consciente para esta comunidad.

Componente Abiótico, Biótico y Socioeconómico

Con relación al diagnóstico socio ambiental y el manejo actual de los residuos sólidos del municipio de Tauramena Casanare, se realizó una investigación de acuerdo a las características geográficas del municipio, siendo relevante el factor abiótico, biótico y sociodemográfico, los cuales dan lugar al desarrollo del proyecto que tiene como fin proporcionar una localización optima, efectiva y eficaz para los residuos sólidos que provee la comunidad de Tauramena.

Componente Abiótico:

Suelo: Clasificación del suelo municipal. Clasifíquese el suelo del territorio del Municipio de Tauramena en suelo urbano, suelo de expansión urbana, suelo suburbano, suelo rural y suelo de protección.

Suelo Urbano, constituido por las áreas del territorio municipal destinadas a usos urbanos, que cuentan con infraestructura vial y de servicios, posibilitando el desarrollo de procesos de consolidación de áreas ya urbanizadas y procesos de urbanización en áreas vacantes, durante los próximos catorce años. El perímetro urbano del Municipio de Tauramena tiene un área de 327,9 HAS, que corresponde al perímetro de servicios o perímetro sanitario.

Suelo de Expansión Urbana, el suelo de expansión lo componen los terrenos o áreas destinadas al crecimiento físico del área urbana, en estrecha relación con su dinámica poblacional y las actividades que desarrollan los habitantes del Municipio, el cual se habilitará de manera programada y de la mano con la posibilidad de dotación de infraestructura para el sistema vial, de transporte, de servicios públicos domiciliarios, áreas libres, parques y equipamiento colectivo de interés público o social, las cuales se desarrollarán y se diseñarán a través de instrumentos de planificación específicos como los planes parciales.

Zona de Expansión Urbana 1: Que tiene un área aproximada de 17,55 hectáreas, que deben ser desarrolladas mediante plan parcial, una vez el grado de consolidación urbana del perímetro urbano llegue por lo menos a 70 habitantes por hectárea.

Zona de Expansión Urbana 2: Que tiene un área de 49,59 hectáreas, que se debe desarrollar mediante plan parcial, una vez el grado de consolidación urbana del perímetro urbano llegue por lo menos a 70 habitantes por hectárea.

Suelo Rural, son aquellas áreas que están destinadas a usos agrícolas, ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales renovables y actividades análogas. El área rural del Municipio de Tauramena es toda aquella zona que no se encuentra clasificada como Urbana o de Expansión Urbana.

Suelos suburbanos: Constituyen esta categoría las áreas ubicadas dentro del suelo rural, en las que se mezclan los usos del suelo y las formas de vida del campo y la ciudad, estos cuentan con un área de 69,55 hectáreas y hacen parte del suelo suburbano los siguientes corredores:

Corredor Suburbano sobre la Marginal del Llano

Corredor Suburbano Tauramena-Paso Cusiana

Corredor Suburbano vía alterna Tauramena- Monterrey.

Corredor Suburbano Tauramena-Monterralo.

Corredor Suburbano Tauramena-Chaparral-El Venado.

Corredor suburbano, cruce Chaparral sector la virgen.

Central del Llano (Caribayona (Villanueva)– Corocito – Piñalito – Urama – Vigía

Trompillos– Maní)

Corredor suburbano cabecera municipal vía al batallón

Suelo de Protección, corresponde al suelo localizado dentro del suelo urbano, de expansión o rural, que no tiene la posibilidad de urbanizarse con la localización de asentamientos humanos y

está constituido por aquellas áreas de protección y conservación ambiental de los recursos naturales renovables y del medio ambiente como bosques nativos, los suelos de producción, cuencas y microcuencas abastecedoras, entre otros.

Centros poblados, para el Municipio de Tauramena se definen los siguientes Centros Poblados:

Paso Cusiana: tiene un área de 11,77 Has.

Tunupe: tiene un área 15,85 Has.

Carupana: tiene un área 5,04 Has.

Raizal: tiene un área 5,43 Has.

Adicionalmente en el área Rural se establecen las siguientes categorías para los asentamientos poblacionales rurales del Municipio de Tauramena: Urama, Corocito, La Vigía y Chaparral.

Zonificación Ambiental: Suelo de protección, en la categoría de conservación protección ambiental. Hacen parte de esta categoría las siguientes áreas identificadas en el Municipio:

DMI de la Mata de la Urama (Aprox. 2.803 ha). Resolución de CORPORINOQUIA 200-12-01-07-008 del 16 de noviembre de 2007; Por medio de la cual se declara y se delimita como Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Renovables (DMI) el “Ecosistema Estratégico Mata de la Urama” y se adoptan otras determinaciones.

Área de protección forestal de (40 ha). Acuerdo N° 012 (26 de Agosto de 2005) “Por medio del cual se declara como área de reserva natural la mata de los Cajuches ubicada en la vereda Agua blanca del Municipio de Tauramena, Casanare”. Se aclara que esta área es forestal y no se contempla como reserva.

Área de protección forestal Área de la Cuenca Alta del Río Caja. La cual mediante Resolución 210 del año 1977 el INCORA, que según el artículo 2 numeral 2 “Por medio del cual se sustrae del régimen de colonización especial un predio rural en el municipio de Tauramena

(Casanare) de 3.000 Hectáreas aproximadamente y se destinan a la protección de los recursos renovables” la declaro en extinción de dominio y paso a ser parte del INDERENA, y a partir de la Ley 99 de 1993 paso a ser parte de la CAR. Con base en lo anterior, la Reserva - Cuenca Alta del Río Caja se haya ubicada en el Municipio de Tauramena, consta de 3.300 has, las cuales se georreferencian con las siguientes coordenadas planas en sistema MAGNA Colombia Bogota:

Tabla 1

Coordenadas planas en sistema MAGNA

Codigo	Este	Norte	Descripción
2	796706.430	1058841.960	Nacedero Rio Caja
16	797820.170	1059172.970	Rio Caja
17	798188.850	1059163.010	Rio Caja
18	798462.860	1059421.870	Rio Caja
19	798812.510	1059221.840	Intersección Quebrada – Rio
20	799696.250	1059395.490	Intersección Quebrada – Rio
21	799987.390	1059426.850	Rio Caja
22	800062.130	1059347.200	Rio Caja
23	800072.090	1058919.090	Rio Caja
24	800311.230	1058794.640	Rio Caja
25	800611.010	1058793.590	Intersección Quebrada - Rio
26	800706.550	1058734.200	Intersección Quebrada - Rio
3	800890.920	1058654.160	Intersección Quebrada - Rio
28	801189.710	1058191.000	Rio Caja

29	801494.740	1057174.230	Rio Caja
4	801577.730	1056742.230	Intersección Quebrada - Rio
5	801599.000	1056241.000	Intersección Quebrada - Rio
6	801984.200	1055888.530	Rio Caja
7	802288.070	1055958.430	Rio Caja
8	802791.240	1055540.090	Rio Caja
9	803377.330	1055561.060	Rio Caja
10	803732.920	1055403.370	Rio Caja
37	804474.620	1054764.000	Interseccion Quebrada - Rio
11	804626.750	1054634.380	Puente Rio Caja
12	804841.570	1054674.500	Interseccion Quebrada - Rio
40	804845.090	1054847.300	Quebrada Camino
41	805505.700	1057800.420	Quebrada Camino
42	805723.290	1059278.000	Nacedero Quebrada Guafalera
43	805676.240	1059650.940	Cuchilla De Las Cruces
44	801539.020	1061824.370	Cuchilla De Las Cruces
45	800818.440	1062300.510	Cuchilla De Las Cruces
46	800207.790	1062215.050	Cuchilla De Las Cruces
47	799743.690	1061909.830	Cuchilla De Las Cruces
48	797728.520	1061531.370	Cuchilla De Las Cruces
49	796735.930	1059656.890	Cuchilla De Las Cruces

Nota: Esta tabla muestra las coordenadas planas en sistema MAGNA. *Fuente:* Esquema de Ordenamiento Territorial- Acuerdo No. 001 del 25 de febrero de 2014.

Predios rurales ubicados en las zonas altas del Municipio. Adquiridas para preservar las

cuencas de los recursos hídricos, que a continuación se relacionan.

Tabla 2

Predios adquiridos para la conservación de las cuencas hídricas

	Ubicación	Nombre Predio	Matric. Inmobil.	Ced. Catastral
1	Montserrat	Los Diamantes	470-49549	01-003-0100-000
2	Montserrat	El Guayabal	470-0014167	001-003-080
3	Montserrat	La Palma	470-0047123	001-003-098
4	Montserrat	Buenos Aires	470-015127	001-003-0042000
5	Montserrat	Los Cerros	470-73310	001-004-029
6	Montserrat	Flor Amarillo	470-733309	001-004-011-000
7	Montserrat	La Suerte	470-75146	001-003-027
8	Montserrat	La Cristalina	470-57128	001-004-078
9	Montserrat	Villa Olga	470-77878	001-003-121
10	Montserrat	La Esperanza	470-15121	001-004-034
11	Montserrat	Mirador	470-78449	001-004-091
12	Montserrat	Canaan	470-74448	001-0004-090
13	Montserrat	El Cedro	470-78446	001-004-093
14	Montserrat	El Roble	470-78452	001-004-092
15	Montserrat	Los Chorros	470-79595	001-003-130
16	Montserrat	La Laguna	470-76433	001-004-085
17	Montserrat	La Mina	470-78451	001-004-089
18	Montserrat	El Vigador	470-78445	001-004-088
19	Montserrat	La Hondonada	470-75523	001-003-112

20	Monserate	Tierra Negra	470-14184	00-01-004-006
21	Monserate	Chaparraleña	470-73308	001-004-084
22	Monserate	Gangue	470-82336	001-004-108
23	Monserate	Planadas	470-47303	001-004-045
24	Monserate	Cacical	470-80380	001-003-133
25	Monserate	La Florida	470-76930	001-003-123
26	Monserate	Malabares	470-76932	001-003-125
27	Monserate	La Bombonera	470-76431	001-004-087
28	Monserate	La Reforma	470-74577	001-003-126
29	Monserate	El Pensamiento	470-15779	001-003-111
30	Monserate	Topacio	470-16588	001-003-039
31	Monserate	El Salitre	470-83544	001-004-096
32	Monserate	San Benito	470-75944	001-003-040
33	Monserate	El Guafal	470-83548	001-004-095
34	Monserate	Buenaventura	470-75945	001-003-136
35	Monserate	El Mirador	470-83585	001-004-097
36	Monserate	El Mirador-Guanipera	470-83545	001-004-098
37	Monserate	La Pradera	470-76929	001-003-124
38	Monserate	El Paraiso	470-81033	001-004-104
39	Monserate	La Fortuna	470-76432	001-004-086
40	Monserate	Las Ventas	470-84078	001-004-102
41	Monserate	Los Deseos	470-84079	001-004-103
42	Monserate	Lagunitas	470-76931	001-003-041

43	Monserate	El Cascajo	470-77747	001-004-120
44	Monserate	El Recuerdo	470-79076	01-003-135
46	Monserate	La Esmeralda	470-78453	001-0004-0112000
47	Monserate-Alto	San Agustin-La Maravilla	470-58623	00-01-0003-0102- 000
48	Oso-Monserate	La Cumbre	470-14037	001-003-026
49	Monserate (San Jose)	El Palmar	470-91059	001-004-065
50	El Oso	La Cumbre	470-15126	000100030024000
51	El Oso	La Libertad	470-5580	001-003-008
52	El Oso	Elrecuerdo	470-14469	001-003-0005-00
53	El Oso	Aguamaco	470-47108	001-008-098
54	El Oso	La Petrolera	470-74437	001-003-032
55	El Oso	Palma Roja	470-16837	001-003-007
56	Aguamaco	Agualinda	470-0016783	001-01-009-059
57	Aguamaco	Pedregal	470-36998	00-01-0008-0040-00
58	Aguamaco	La Florida	470-0057479	001-008-099
59	Aguamaco	El Cafetal	470-0000995	001-008-091
60	Jaguito	Acapulco	470-47044	00-01-0007-00188- 000
61	Jaguito	Gañaguete	470-002078	00-001-0007-0071- 000
62	Jaguito	Peña Blanca	470-75919	001-007-235

63	Jaguito	El Guamal	470-76895	001-007-168
64	Bendiciones	El Secreto	470-52208	001-007-070
65	Bendiciones	La Libertad	470-0038795	001-007-081
66	Bendiciones	La Libertad	470-0040239	001-007-082
67	Bendiciones	El Secreto	470-38108	00-01-0007-0095- 000
68	Bendiciones	Los Claveles	470-75521	001-007-232
69	Bendiciones	Piedra De La Virgen	470-33961	00-01-0007-0092-00
70	Bendiciones- (Jaguito)	Los Guayabos	470-84495	001-007-093
71	Visinaca	Coyoa	470-20513	001-006-045
72	Visinaca	Buenos Aires	470-14687	001-006-108
72	Visinaca	La Argentina	470-0014461	001-006-20
73	Visinaca	Visinaca	470-76095	001-006-181
74	Visinaca	El Retorno	470-76094	001-006-168
75	Visinaca	Buena Vista	470-25795	001-006-123
76	Visinaca	Algarrobo	470-75165	000100060169000
77	Zambo	La Fortaleza	470-49026	001-007-189
78	Zambo	SECRETO	470-75520	001-007-067
79	Zambo	Fortaleza I	470-75107	001-007-190
80	Zambo	Fortaleza Ii	470-75106	001-007-230
81	Zambo	Buenvista	470-76928	001-007-066
82	Zambo	El Crucero I	470-21212	001-007-145

83	Zambo	El Crucero Ii	470-75389	001-007-231
84	Zambo	La Isla	470-75729	00100060053000

Nota: Esta table muestra los predios adquiridos para la conservación de las cuencas hídricas en el municipio de Tauramena, Casanare. Fuente: Esquema de Ordenamiento Territorial- Acuerdo No. 001 del 25 de febrero de 2014

Áreas Forestales Protectoras: Según (Vallejo Lopez, 2014) “se entiende por área forestal protectora la zona que debe ser conservada permanentemente con bosques naturales o artificiales, para proteger estos mismos recursos u otros naturales renovables. En el área forestal protectora debe prevalecer el efecto protector y solo se permitirá la obtención de frutos secundarios del bosque”, la cual incluye:

Bosques de Galería. Se ubican alrededor de todas las fuentes hídricas, principalmente de los ríos Cusiana, Caja, Cacical y Chitamena, en las veredas Cuernavaca, Güira, La Vigía, Carupana, Tunupe, La Urama, Piñalito, Corocito, la Esmeralda y la Lucha.

Matas de Monte: Los Cajuches, Cerro del Aguamaco, Monte Largo, El Abejón, Alto de la Virgen.

Corresponden a todas las franjas alrededor de los nacimientos y las franjas paralelas de los cauces de Quebradas, ríos, caños y arroyos sean permanentes o no dentro del Municipio de Tauramena. La extensión de estas rondas corresponde a:

- Para los nacimientos de fuentes de agua una franja de protección de extensión de 100 metros a la redonda, medidos a partir de la periferia.
- Para los ríos una franja de protección no inferior a 100 metros de ancho, paralelas a las líneas de mareas máximas.
- 50 metros de franja de protección para Quebradas.

-30 metros de franja de protección a partir de la cota máxima de inundación para caños permanentes y/o temporales

-Una franja de 100 metros alrededor de los cuerpos de agua como humedales, lagunas y esteros.

Tabla 3

Corrientes hídricas presentes en el municipio

		Drenaje	
Rio Tacuya	Q. Brazuelo Del Túa	C. Güira	Q, Gotoreña
Q. Cacical	Q. La Tortola	Q. Aguaclarita	Q. La Tigrana
Q. La Suertana	Q. Tigre	Q. El Raizal	Q, Visinaca
Q. Los Pozones	Q. Los Chuvanos	Q, Buenos Aires	Q, El Tinajo
Q. De La Palmita	Q. Cñd. Y Toro	Q, Macuribas	Q, Guafal
Q. Guirripa	Caño De Las Maticas	Q, Mategordo	Q, La Carreña
Q. El Cedrito	Cñd. Los Bagres	Q, El Zanjón	Q, La Portana
Q. Los Laureles	Q. Morroco	Q, El Madroño	Q, Guapalera
Q. Boral	Q, El Huesero	Q, Balsimores	Q, Aguablanca
Q. Urano	Q, Las Camelias	Q, Punta De Güira	Q, Volcanera
Rio Sunce	Q, Piñalito	Cñd. De Las Garzas	Q, Honda
Rio Caja	Q, Clavelino	Q, Del Aceite	Q, La Quiquia
Q. El Muerto	Q, Jobal	Cñd. Agualinda	Q, Esmeralda
Q. Tauramenera	Q, El Huevo	Cñd. De La Tigra	Q, Los Micos
Rio Chitamena	Q, Mata Guelles	Cñd. De La Veremos	Q, La Marmaja

Q. La Tigra	Q, Los Lobos	Q, De Los Tembladores	Q, La Casadera
Q. Guafal	Cñd. Morichal	Caño De Orocuecito	
Q. Vigía	Q, Matepalma	Q, La Penecoa	Q, Resbalosa
	Q, Barrogrande	Cñd. El Miedo	Q, Cacal
Q. Boral	Q, Barrochico	Q, Titiributa	Q, La Batallera
Q. Laureles	Q, El Cedrito	Q, El Bracito	Q, San Agustín
Q. Los Curanos	Q, Macanalito	Cñd. Los Arrecifes	Q, Santa Rita
Q. Vegiguero	Q, La Palmareña	Cñd. Piñalito	Cñd. La Concepción
Q. Gacalito	Q, Iquía	Q, Saboa	Cñd. De Las Garzas
Q. Siete Pasos	Q, Garrapato		Q, Salitrana
Q. Cundayera	Q. Limonera	Q, El Miedo	
Q. La Sucia	Q. Iglesias		

Nota: Esta tabla muestra las corrientes hídricas presentes en el municipio de Tauramena, Casanare. *Fuente:* Esquema de Ordenamiento Territorial- Acuerdo No. 001 del 25 de febrero de 2014

Humedales, esteros, morichales, lagos y lagunas. Corresponde a todas las franjas de protección de 100 metros alrededor de TODOS los humedales, esteros, morichales lagos y lagunas existentes en el Municipio. El manejo de estas áreas debe dar prioridad entre otros a las siguientes:

-Estero de Baltimore localizado en la vereda Chitamena, noroccidente del Municipio de Tauramena, sobre la margen derecha del río Chitamena.

-Esteros Salero y los Patos, vereda Vigía Trompillos.

-Esteros los Caribes y Texas vereda Urama.

- Esteros los Curitos y Margaritas, Vereda Piñalito
- Estero el Encanto, Vereda Corocito.
- Estero Los Chigüiros, vereda la Esmeralda.
- El Humedal de la Palmareña localizado al occidente del área urbana del municipio.
- Lagunas El estribo, San Félix y Angostura Vereda Carupana
- Laguna Tunupe vereda Tunupe,
- Laguna la Ciega, Las Catalinas y Los Paisas, Vereda Piñalito.
- Laguna el Juncal Vereda Visinaca.
- Laguna: Laguna y Lagunitas, vereda Lagunitas.
- Lagunas las Marías, Vereda Corocito
- Laguna los Chigüiros, vereda la esmeralda.
- Laguna El Agua, limites veredas Corocito y Esmeralda

Microcuencas abastecedoras de acueductos en el Municipio de Tauramena, aguas arriba de la boca toma de los acueductos. Corresponde a las siguientes fuentes hídricas: ríos: Chitamena, Cacical y Caja; las Quebradas Cacical, Aguablanca, La Cazadera, La Guafalera, la Portana, Aguachica, Visinaca, La Limonera, La Lapa, el Zambo, Palmareña, Tauramenera y; los caños Delicias y Palmar.

Tabla 4

Suelo de protección en la categoría de conservación y protección ambiental

Categoría	Tipo de Área	Veredas
	Área de Reserva Natural	Aguablanca
	Distrito de Manejo	
	Integrado de la Mata de la Urama	Urama
Áreas de Manejo Especial		San jose
		Monserate alto y bajo
	Área de la Cuenca Alta del Río Caja	Guafal
		Bendiciones
		Visinaca
		Lagunitas y Aguamaco
		Cuernavaca, Güira, La Vigía, Carupana,
Áreas forestales protectoras.	Bosques de Galería	Tunupe, La Urama, Piñalito, Corocito, la Esmeralda y la Lucha.
	Matas de Monte	Todo el municipio
Cuerpos de Agua	Cuerpos de Agua	Todo el municipio
Áreas de infiltración y recarga de acuíferos		Guira, Raizal, Chitamena bajo, el oso, Aguamaco, Monserate la vega, Bendiciones, Monserate alto, Guafal del caja, San Jose, lagunitas, Jaguito, zambo, Visinaca,

 Microcuencas

abastecedoras de

acueductos en el

Municipio de

Tauramena, aguas

arriba de la boca

toma de los

acueductos.

Guira, Raizal, el Oso, Aguamaco,

Monserrate la vega, Bendiciones,

Monserrate alto, Jaguito, zambo, Visinaca,

Guafal del caja, San Jose, Lagunitas

Tunupe, Carupana, Piñalito, Corocito,

Urama, Esmeralda, Vigia, Guira, Lucha,

Cuervavaca, Delicias, Chitamena bajo,

Guichire, Batallera, Chitamena alto,

Áreas de riesgo

Yaguaros, Chaparral, Iquia, Palmar, Paso

mitigable

Cusiana, Aguablanca, el oso, Aguamaco,

Aceite alto, Juve, Monserrate la vega,

bendiciones, Monserrate alto, Jaguito,

Zambo, San Jose, Guafal, Visinaca,

Lagunitas y cabañas

Nota. Esta tabla muestra los suelos de protección en la categoría de conservación y protección ambiental *Fuente:* Esquema de Ordenamiento Territorial- Acuerdo No. 001 del 25 de febrero de 2014

Es importante resaltar la necesidad de conocer de fondo la utilización de estos componentes no solo para lograr el aprovechamiento de los recursos naturales, sino además para evitar deterioro o contaminación para el medio ambiente y así garantizar un desarrollo sostenible.

Por otro lado, teniendo en cuenta la población de Tauramena es importante garantizar los derechos estipulados en la Constitución Política de Colombia, dentro de los cuales se resalta la salud y un medio ambiente sano.

Por lo tanto, para la elaboración de la respectiva investigación en lo que respecta al componente abiótico se trae a colación el *documento técnico de soporte revisión y ajuste del Esquema de Ordenamiento Territorial – EOT del municipio de Tauramena – Casanare*, resaltando los siguientes aspectos como los más relevantes para el bloque consultado.

Cobertura Vegetal y Uso Del Suelo

Teniendo en cuenta que la cobertura vegetal y el uso del suelo son parte importante del paisaje, ya que se definen como un fragmento de la superficie terrestre con patrones de homogeneidad, conformada por un conjunto complejo de sistemas, producto de la actividad de los suelos, el agua, las plantas, los animales y el hombre, que por su fisonomía es reconocible y diferenciable de otras unidades vecinas.

Dicho lo anterior, es evidente estipular que la cobertura de la tierra comprende aquellos elementos que se encuentran sobre la superficie del suelo ya sean naturales o creados por el ser humano, es decir, tanto la vegetación natural denominada cobertura vegetal, hasta todo tipo de construcción o edificación destinada para el desarrollo de las actividades del hombre para satisfacer sus necesidades, a lo cual en forma genérica se denomina uso de la Tierra.

Por lo tanto, se traerán a colación las siguientes unidades más relevantes para la investigación en cuestión:

Bosques, donde la FAO define al bosque como las tierras que se extienden por más de 0,5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 m y una cubierta superior al 10 por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura. Dentro de los cuales para el municipio de Tauramena se lograron encontrar dos de ellos, en primer lugar, se encuentra El Bosque de Colina, donde se

lograron identificar tres estratos: el dominante, el suprimido y el herbáceo. En lo relativo al estrato arbóreo, las especies con los mayores Índices de Valor de Importancia para Especies (VIE) son Aceituno, Arrayán, Cucharo, Yarumo, Algarrobo, Flor blanco y Matapalo. Donde, el aceituno tiene el valor más alto con 17.74%, ya que dicha especie presenta las mayores áreas basales. El estrato herbáceo está conformado por aproximadamente siete (7) especies, con el predominio de las familias Commelinaceae y Araceae.

En segundo lugar, se encuentra el Bosque de Vega, donde Las especies arbóreas sobresalientes en este bosque son Ceibo blanco, Yopo, Sangretoro, Taray, Chirimoyo, Guásimo y Mapaso; siendo el Ceibo blanco la especie con el mayor VIE con 45.67%, ya que es la más abundante y registra las mayores áreas basales. La densidad arbórea promedio calculada fue de 190 individuos/Ha.

Pastos, donde, con ocasión del Municipio de Tauramena se logran identificar los pastos naturales y los manejados, con respecto al primero, es de resaltar que en este se ubican las especies herbáceas naturales que son dedicadas al pastoreo de tipo extensivo y que en ocasiones están acompañados por algunos árboles y arbustos esparcidos. En los pastos naturales dominan por cobertura el pasto sabana (*Abarena* sp.), la guaratara y otras dos especies no identificadas; en cuanto a las demás plantas herbáceas, en cobertura predomina la familia Compositae.

Sin embargo, en lo que respecta a los pastos manejados, se distingue que estos básicamente corresponden a aquellas áreas predominantemente cubiertas por pastos introducidos y naturales, dedicados a la ganadería de tipo extensivo, donde se realizan prácticas como rotación de potreros, control de malezas, introducción de especies mejoradas como *Braquiaria humidicola*, *Braquiaria decumbes*, *Brachiaria Brizanta*, *Brachiaria Llanero*, *Angleton*, *Alemán*, *Argentino*, *gordura*, *guinea*, *elefante*, *Imperial* y *Carimagua*.

Ahora bien, respecto a los suelos protegidos por pastos naturales, los cuales albergan una mayor

diversidad de especies de pastos (8 especies), en comparación con los pastos manejados (3 especies); mientras que otro tipo de plantas herbáceas se presentan en ambas unidades con aproximadamente el mismo número de especies.

Con relación a las Sabanas, se demarca que estas son llanuras cubiertas de una vegetación baja de gramíneas con arbustos y en algunas ocasiones por árboles esparcidos, las especies típicas y características de las Sabanas son árboles de escasa altura, perennifolios, algunos de hoja gruesa, con corteza suberosa.

Sin embargo, en el municipio en cuestión se destacan dos tipos de sabana, en primer lugar se encuentra la estacional, donde esta hace referencia a la Cobertura ubicada en relieve plano a levemente inclinado, con suelos bien a moderadamente drenados de textura media a gruesa, ácidos, con baja disponibilidad de nutrientes y sin saturación de agua; dado el régimen climático, que genera una época de humedad disponible en el suelo, sin alcanzar saturación y otra de déficit de humedad, en la cual se refleja la estacionalidad climática., su vegetación principalmente es de gramíneas y cyperáceas, las cuales se hallan acompañadas de algunos arbustos.

Por otro lado, se encuentra la sabana semiestacional, en la cual, los suelos que sostienen este tipo de cobertura son de drenaje pobre, con altos niveles de agua, en lugares donde hay depresiones forman pequeños cuerpos de agua en tiempo de sequía.

Las especies predominantes en el área son monocotiledóneas y dicotiledóneas. A nivel de densidad de individuos, dominan las monocotiledóneas, con un patrón de distribución aleatorio, favorecido por la permanente oferta de agua durante todo el año. Las dicotiledóneas, presentan menor densidad, y además tienden a distribuirse de manera agregada, debido a que tienen requerimientos nutricionales específicos o se reproducen por semillas.

Por otra parte, se enfatiza en otras coberturas de igual influencia para la ejecución de la investigación, tales como la cobertura hídrica, la cual está conformada por los efluentes pertenecientes a las distintas subcuencas identificadas en el Municipio de Tauramena y una zona

de Humedales o Esteros y Lagunas que se encuentran el paisaje de Llanura y que cubren buena parte del terreno en las veredas la Urama y La Esmeralda. Estas fuentes hídricas cobran gran importancia por constituir los nacedores de pequeñas quebradas que hacen parte de la Microcuenca del Caño de La Vigía y de la Subcuenca del Caño El Boral respectivamente.

Componente Biótico:

Este aspecto es de vital importancia debido a que su estudio permite conocer de fondo las especies que se encuentran en el municipio de Tauramena y así mismo el aprovechamiento de este componente, fomentando en la comunidad la conservación y protección de especies en extinción. Adicionalmente, es importante tener en cuenta que según el estudio arrojado por el aspecto en cuestión establece que el aprovechamiento se ha dividido en consumo doméstico, cacería deportiva y cacería con fines comerciales; de esta última actividad es importante aclarar que no se desarrolla de manera masiva ni continua, por lo que no se considera que exista aún un mercado importante para los animales, especialmente para las aves, que son quizá las de mayor demanda para tenerlas en casa como mascotas y cuyo destino más común es el Casco Urbano del Municipio. Dicho lo anterior, en el municipio de Tauramena se evidencia gran diversidad de animales perteneciente a las aves, peces, mamíferos, reptiles y batracios, los cuales cuentan en su gran mayoría con protección y otros ha venido siendo amenazados por la comunidad.

Componente Socioeconómico:

Teniendo en cuenta que el proyecto de investigación busca disminuir la contaminación a causa de los residuos desechados por la población del Municipio de Tauramena es de vital importancia tener en cuenta las variables sociodemográficas y así mismo el componente social, debido a que este juega un papel fundamental para la adecuada gestión de los residuos y la zona de mayor influencia con índice de presencia de los mismos. Por lo que este componente permite relacionar

y posibilitar las relaciones socioculturales de la ciudadanía.

El municipio de Tauramena, cuenta con una población total de 26.381 habitantes para el año 2023, según cifras del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE, 2019). Dicho dato es una proyección que se presenta desde el año 2018 donde la población era de 21.709 habitantes.

En cuanto al aspecto económico en el Plan de Desarrollo del año 2020-2023, que se encuentra publicado actualmente en la página de la alcaldía municipal de Tauramena (Tauramena, 2024) mencionan que “En el primer renglón de actividad económica en el municipio de Tauramena encontramos la actividad de agricultura y ganadería claro está sin tener en cuenta la actividad petrolera; por lo cual se considera que este renglón es el que puede dinamizar la economía en el municipio generando empleo y mejorando la calidad de vida de la población”

Manejo de los Residuos en Tauramena, Casanare

El manejo eficiente de los servicios públicos es un pilar fundamental para el desarrollo y bienestar de cualquier comunidad. En este sentido, la Empresa municipal de servicios públicos domiciliarios de Tauramena (EMSET SA ESP), es una sociedad por acciones de carácter público del Orden Municipal, con personería jurídica, de autonomía administrativa, además inició sus actividades en 1998 por lo cual ya cuenta con más de 18 años de Experiencia y trayectoria en el mercado, especializándose en servicios públicos de aseo, acueducto, alcantarillado, procesamiento de Residuos sólidos y producción de agua tratada y envasada en Tauramena, teniendo una cobertura total en el sector urbano, pese a que en el sector rural no está actualizado. No obstante, para el tema en estudio se hará un análisis en lo que respecta a la Planta Industrial Procesadora de Residuos Sólidos del Municipio de Tauramena.

Por otro lado, (Unión Temporal PGIRS Tauramena, 2015) afirma que “ El estado actual

de la prestación del servicio de recolección y transporte en el municipio de Tauramena es deficiente, por los siguientes aspectos: no se cuenta con macrorutas y microrutas conforme lo establece el Artículo 31 del decreto 2981; no se dispone de los mecanismos suficientes para garantizar el reemplazo en los casos de averías y el mantenimiento de los mismos, debido a que solo se tiene un vehículo con las características técnicas para la recolección y transporte de residuos”

Además, menciona que “Según la licencia ambiental la Planta Industrial Procesadora de Residuos Sólidos PIPRST cuenta con la siguiente infraestructura: Caseta de entrada y bascula, área de descargue, área de Separación de residuos reciclables, y de residuos orgánicos, relleno sanitario, área de secado, área de almacenamiento de humus, área administrativa, pozo profundo y tanque elevado.

En la actualidad no funcionan al 100% las áreas mencionadas ni la maquinaria y equipos con los que cuenta la PIPRST, debido a problemas técnicos (como la falta de agua), operativo (falta de personal) y económico.” (Unión Temporal PGIRS Tauramena, 2015)

Planta industrial procesadora de residuos sólidos del municipio de Tauramena.

El municipio de Tauramena cuenta con una infraestructura en su búsqueda de un manejo responsable de los residuos sólidos. El cual hace referencia a la planta industrial de residuos sólidos es una se encuentra ubicada en el Predio La Sabina del municipio de Tauramena, a 1.5 Km del centro poblado de Paso Cusiana vía a la vereda la Iquíá.

El municipio de Tauramena cuenta con un Reglamento Operativo de la Planta Industrial Procesadora de Residuos Sólidos de Tauramena- PIPRST, por medio del cual se plantean aquellos instrumentos de planeación, operación y seguimiento, que se llevan a cabo respecto a los procesos realizados en el sitio de disposición final de los residuos producidos en el municipio de

Tauramena Casanare, constituido por la PIPRST, planta industrial, procesadora de residuos sólidos.

Figura 3

Zona de descarga en la PIPRST



Fuente: (Unión Temporal PGIRS Tauramena, 2015)

Es importante tener en cuenta que esta planta se encuentra conformada por personal calificado y dividida en diferentes cargos, tales como técnico en báscula, ayudante operativo, técnico en seguridad y salud en el trabajo, operador de maquinaria amarilla y conductor de vehículo de carga y coordinador general, los cuales cumplen con funciones específicas ya que, son de vital importancia para el desarrollo y crecimiento de la planta en cuestión.

Ahora bien, con respecto al manejo de los residuos es de resaltar que en el relleno y en la planta se adelantan procesos manuales con los residuos; con los orgánicos para alimentación de lombricultivo y posteriormente producir humus orgánico sólido y con los ordinarios para ponerlos nuevamente en el mercado y se tratan única y exclusivamente residuos ordinarios urbanos; dicho lo anterior, no podrán hacer parte de los ingresos al relleno sanitario los siguientes residuos:

- a. Residuos de construcción que tenga dentro de su composición, elementos como cemento, cal o pegamento.
- b. Bolsas plásticas o de papel cartón que haya sido contenedor de cemento, cal o pegamento de lozas de enchapes.
- c. Residuos de material peligroso.
- d. No está permitido por la ley, el ingreso de personas a hacer separación de materiales a la trinchera.

Figura 4

Proceso de Lombricultura dentro de la PIPRST.



Fuente: (Unión Temporal PGIRS Tauramena, 2015)

En cuanto al sistema de captura, conducción y extracción de biogás (metano), se logra describir que una vez los residuos son depositados en el relleno sanitario, estos continúan con su proceso de descomposición y les ocurren cambios biológicos químicos y físicos, esta descomposición biológica, anaerobia de la materia orgánica biodegradable genera la producción de biogás, el cual puede ser extraído y almacenado para su aprovechamiento y para prevención de algunos problemas dentro del relleno por generar presiones al interior del mismo. Sin embargo,

cuando no se cuente con la tecnología y los recursos para instalar el dispositivo que pueda recoger este biogás, se deben, como mínimo instalar chimeneas distribuidas por toda el área de la trinchera y que se comuniquen con los canales internos de drenaje de lixiviados para que el agua que ingrese vaya directamente con este sistema y pueda salir. En lo posible el biogás debe quemarse de manera controlada, por lo que, si se da esta posibilidad, deben protegerse los terminales de las chimeneas con un tubo de hierro en forma de cuello de ganso.

En particular y con respecto a los residuos la empresa EMSET SA ESP ha implementado rutas selectivas para la recolección de estos en todos los domicilios del casco urbano y parte del área rural, incluyendo el centro poblado del Corregimiento de Paso Cusiana.

Dicho lo anterior, esta empresa cuenta con dos carros compactadores doble troque con una capacidad máxima de 14 toneladas cada uno y una planta de residuos sólidos, la cual cuenta entre otras cosas, con un área de recuperación de materiales, un área de lombricomposta y un área de disposición final de inservibles - trinchera.

Figura 5

Celda en operación dentro de la Planta Industrial Procesadora de Residuos Sólidos



Fuente: (Unión Temporal PGIRS Tauramena, 2015)

Población del Municipio de Tauramena, Casanare.

El municipio de Tauramena, según cifras del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas – (DANE, 2019), en sus censos y proyecciones realizadas presenta la siguiente información:

Tabla 5

Datos población Tauramena Casanare

AÑO	POBLACION
2005	17204
2010	19647
2018	21709
2020	24920
2021	25476
2022	25930
2023	26381

Fuente: (DANE, 2019)

Proyección de la Población y Determinación del Volumen Óptimo para un Relleno Sanitario Basado en el Consumo Per Cápita y Datos Preexistentes

Para el municipio de Tauramena, la búsqueda de soluciones ambientales sostenibles se entrelaza con el crecimiento poblacional en constante evolución. Por lo que, para abordar esta investigación con precisión y confiabilidad, es esencial comprender cómo se desarrollará la población en los próximos años. Para tal fin, este estudio se sumerge en el análisis demográfico, explorando diferentes métodos de proyección poblacional. Entre ellos, se destacan el método geométrico, el método Wappus y el método logarítmico. Teniendo en cuenta, que el método

geométrico se destaca por su simplicidad y aplicabilidad a tasas de crecimiento constantes a corto plazo. El método Wappus, al ser adaptable a cambios en tasas de crecimiento y considerar efectos a largo plazo, ofrece mayor precisión. Por su parte, el método logarítmico es idóneo para situaciones no lineales y cambios bruscos en tasas de crecimiento. Por lo que, estos permiten una proyección precisa y adaptable a patrones cambiantes en el crecimiento poblacional, trazando así una base sólida para la propuesta de localización de la disposición final de residuos sólidos.

Dado que este estudio se enfoca en el uso exclusivo de estos tres métodos, se proyecta para 30 años es decir para el año 2053 y con información de cada 5 años. Para dicho cálculo de proyección de población se tuvo en cuenta la literatura del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS (Ministerio de Vivienda, 2000)

Aplicación del Método Lineal

Se realizó la proyección teniendo en cuenta la siguiente formula:

Ecuación 1

Ecuación método lineal

$$P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} x (T_f - T_{uc})$$

Fuente: (RAS, 2000)

Donde:

P_f= Población correspondiente al año para el que se quiere realizar la proyección (habitantes).

P_{uc}= Población correspondiente a la proyección del DANE (habitantes).

P_{ci}= Población correspondiente al censo inicial con información (habitantes).

T_{uc}= Año correspondiente al último año proyectado por el DANE.

Tci= Año correspondiente al censo inicial con información.

Tf= Año al cual se quiere proyectar la información.

Tabla 6

Proyección de la Población - Método Lineal

Año	Población	Ka	2028	2033	2038	2043	2048	2053
2005	17204	509.833333	28931	31480	34029	36578	39127	41676
2010	19647	518	28971	31561	34151	36741	39331	41921
2018	21709	934.4	31053	35725	40397	45069	49741	54413
2020	24920	487	28816	31251	33686	36121	38556	40991
2021	25476	452.5	28644	30906	33169	35431	37694	39956
2022	25930	451	28636	30891	33146	35401	37656	39911
2023	26381							

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos de proyección poblacional a partir del método lineal.

Fuente: Propia.

Aplicación del Método Geométrico

Se realizó la proyección teniendo en cuenta la siguiente formula:

Ecuación 2

Ecuación método geométrico

$$P_f = P_{uc}(1 + r)^{T_f - T_{uc}}$$

Fuente: RAS (2000)

Donde:

r= Tasa de crecimiento anual en forma decimal.

Pf= Población correspondiente al año para el que se quiere realizar la proyección (habitantes).

Puc= Población correspondiente a la proyección del DANE (habitantes).

Pci= Población correspondiente al censo inicial con información (habitantes).

Tuc= Año correspondiente al último año proyectado por el DANE.

Tf= Año al cual se quiere proyectar la información.

La tasa de crecimiento anual se calcula de la siguiente manera:

Ecuación 3

Ecuación tasa de crecimiento anual

$$r = \left(\frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{(T_{uc}-T_{ci})}} - 1$$

Fuente: (RAS, 2000)

Donde:

Tci= Año correspondiente al censo inicial con información.

Tabla 7

Proyección de la Población - Método Geométrico

Año	Población	R	2028	2033	2038	2043	2048	2053
2005	17204	0.024034399	29708	33454	37672	42422	47770	53794
2010	19647	0.022929657	29548	33094	37067	41516	46499	52080
2018	21709	0.039753251	32059	38958	47342	57531	69912	84958
2020	24920	0.019172598	29009	31899	35076	38570	42412	46637
2021	25476	0.017606815	28787	31412	34277	37402	40813	44534

2022	25930	0.017392981	28757	31346	34169	37245	40599	44255
2023	26381							

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos de proyección poblacional a partir del método geométrico. *Fuente:* Propia.

Aplicación del Método Wappus

Se realizó la proyección teniendo en cuenta la siguiente formula:

Ecuación 4

Ecuación método wappus

$$P_f = P_o * \frac{(200 + i * t)}{(20 - i * t)}$$

Fuente: (Veolia, 2019)

Pf: Población futura (hab.).

Po : Población inicial de referencia (hab.)

i : Índice de crecimiento anual (%).

t : Periodo de diseño, a partir del año dato para la población inicial (años).

Tabla 8

Proyección de la Población - Método Wappus

Año	Población	I	2028	2033	2038	2043	2048	2053
2005	17204	2.339489886	29869	33963	38837	44737	52027	61260
2010	19647	2.250803859	29629	33371	37726	42862	49008	56493
2018	21709	3.886046995	32180	39569	49306	62722	82388	113997
2020	24920	1.898598468	29017	31937	35192	38842	42964	47656

2021	25476	1.745183871	28791	31436	34351	37582	41181	45216
2022	25930	1.724302728	28760	31364	34229	37396	40914	44847
2023	26381							

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos de proyección poblacional a partir del método wappus. *Fuente:* Propia.

Método Logarítmico

Se realizó la proyección teniendo en cuenta la siguiente formula:

Ecuación 5

Ecuación método logarítmico

$$P_f = P_{ci} x e^{kx(T_f - T_{ci})}$$

Fuente: (RAS, 2000)

Donde:

Pf= Población correspondiente al año para el que se quiere realizar la proyección (habitantes).

Pci= Población correspondiente al censo inicial con información (habitantes).

Tf= Año al cual se quiere proyectar la información.

Tci= Año correspondiente al censo inicial con información.

Donde k es la tasa de crecimiento de la población la cual se calcula como el promedio de las tasas calculadas para cada par de censos, así:

Ecuación 6

Ecuación tasa de crecimiento poblacional

$$k = \frac{\ln P_{cp} - \ln P_{ca}}{T_{cp} - T_{ca}}$$

Fuente: (RAS, 2000)

Donde:

Pcp = Población del censo posterior (proyección del DANE).

Pca = Población del censo anterior (habitantes).

Tcp = Año correspondiente al censo posterior.

Tca = Año correspondiente al censo anterior.

Ln = Logaritmo natural o neperiano.

Tabla 9

Proyección de la Población - Método Logarítmico

Año	Población	Kg	Proyección	Años proyección
2005	17204	0.026556548	32381	2028
2010	19647	0.012475283	37153	2033
2018	21709	0.068971886	42629	2038
2020	24920	0.022066139	48911	2043
2021	25476	0.017663767	56120	2048
2022	25930	0.017243455	64391	2053
2023	26381	0.02749618		

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos de proyección poblacional a partir del método

logarítmico. *Fuente:* Propia.

Proyección de Población Final

Teniendo en cuenta los valores anteriormente obtenidos se realizó un promedio por cada año de cada método y se realizó un promedio general de los cuatro métodos para conocer el valor de la proyección final de cada año, obteniendo los siguientes datos:

Tabla 10

Proyección de la Población Final

Años	Lineal	Geométrico	Wappus	Logarítmico	Promedio
2028	29175	29645	29708	32381	30227
2033	31969	33361	33607	37153	34022
2038	34763	37600	38274	42629	38317
2043	37557	42448	44024	48911	43235
2048	40351	48001	51414	56120	48971
2053	43145	54376	61578	64391	55872

Nota. Esta tabla muestra el valor promedio que arrojaron los métodos implementados para estudiar la proyección poblacional”. *Fuente:* Propia.

Se observo un resultado que no muestra un valor promedio o se observa que los resultados no tienen una tendencia definida o un comportamiento estadístico que refleje el crecimiento poblacional tendencial, por tanto, se decide adoptar el valor promedio calculado a partir de los resultados de la implementación de todos los métodos estadísticos para proyección poblacional sugeridos por el RAS.

Determinación del Volumen Óptimo

El cálculo del volumen del relleno sanitario para un periodo de 30 años se realizó teniendo en cuenta la proyección de población para el año 2053 el cual es de 55.872 habitantes y la producción per cápita que corresponde a la cantidad de residuos generada por un habitante al día.

Por lo cual, se tienen en cuenta las siguientes variables:

- ✓ Nivel de complejidad del sistema para la proyección de la población
- ✓ Producción per cápita (ppc)
- ✓ Cálculo de consumo durante los 30 años
- ✓ Cálculo de volumen necesario
- ✓ Cálculo de área optima

Nivel de Complejidad del Sistema para la Proyección de la Población: Medio Alto.

Lo anterior, de acuerdo al Título A del RAS 2000 en el capítulo A.3.1 correspondiente a Niveles de complejidad del sistema. (Ver Tabla 11)

Tabla 11

Asignación del nivel de complejidad

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana (1) (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios (2)
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

Fuente: (RAS, 2000)

Producción Per Cápita (ppc)

Se calculo teniendo en cuenta el peso de los residuos y el número total personas, utilizando la siguiente formula:

Ecuación 7

Ecuación Producción Per Cápita

$$PPC = \frac{Pw}{Np}$$

Fuente: (Luzardo & Castillo, 2013)

Donde:

PPC= Producción Per Cápita (kg/(persona*día))

Pw=Peso diario de residuos en (kg/día)

Np=Número de personas

Entonces, se reemplazó los valores teniendo en cuenta que según (CEPAL-DNP-CEMPRE, 2019) en Colombia, una persona genera en promedio 0,75 kg de residuos al día. Lo anterior, debido a que es un dato generado de una encuesta realizada a municipios sobre la gestión de residuos sólidos domiciliarios en Colombia, dicho documento es presentado por el Departamento Nacional de Planeación.

$$PPC = \frac{0.75 \text{ kg/día}}{1 \text{ habitante}}$$

$$PPC = 0.75 \frac{\text{kg}}{\text{habitante} * \text{día}}$$

Cálculo de Consumo Durante los 30 Años

Para conocer la cantidad de residuos al año 2053 fue necesario tener en cuenta la Producción Per

Cápita, la cantidad de habitantes según proyección al año 2053 y los días correspondientes a los 30 años, de esta manera las unidades de dicho calculo corresponden a kg.

$$0,75 \frac{kg}{habitante * dia} * 55872 \text{ habitantes} * 10950 \text{ dias} = \mathbf{458.848.800 \text{ kg}}$$

Cálculo de Volumen Necesario

Para realizar dicho calculo fue necesario tener en cuenta la siguiente formula:

$$V = \frac{\text{masa}}{\text{densidad}}$$

Según (Ministerio de Vivienda, 2000) la densidad promedio de los residuos sólidos es de $400 \frac{kg}{m^3}$

Por lo tanto,

$$V = \frac{458.848.800 \text{ kg}}{400 \frac{kg}{m^3}} = \mathbf{1.147.122 \text{ m}^3}$$

Cálculo de Área Óptima.

Teniendo en cuenta la Resolución 1096 del 2000 en la que se afirma en el artículo 189.-

Parámetros de diseño de rellenos sanitarios, que los niveles alto y medio alto de complejidad la altura máxima de la celda diaria debe ser de 3 m incluidos el espesor de los residuos a disponer y el material de cubierta requerido, pero de todas maneras la altura depende de la estabilidad del sitio.

Se toma 3 m de profundidad como máxima excavación para una celda, por lo tanto:

$$x^2 * 3 = 1.147.122 \text{ m}^3$$

$$\text{Longitud optima} = \sqrt{\frac{1.147.122}{3}} m^3 = 618,36 m$$

$$\text{Area optima} = 618.36 m * 618.36 m = 382.369,09 m^2$$

Selección de Sitio Adecuado para la Disposición de Residuos Sólidos en Tauramena,

Casanare, bajo los 12 Criterios del Artículo No. 5 del Decreto 838 de 2005.

Evaluación del Lugar Óptimo para la Ubicación del Relleno

La evaluación del lugar óptimo para la ubicación de relleno de acuerdo al área anteriormente calculada según la proyección de población para el año 2053, la producción per cápita y el consumo al año mencionado; se realizó dando una puntuación según los 12 criterios del Artículo 5°, que corresponde según (Uribe, 2005) a los criterios y metodología para la localización de áreas para disposición final de residuos sólidos, mediante la tecnología de relleno sanitario del decreto 838 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, como se describe a continuación:

Inicialmente de la página del Portal Único del Estado Colombiano, se descargó el archivo de la localización geográfica de las veredas del municipio de Tauramena Casanare, con el fin de abrir en Google Earth dicho documento y lograr realizar el análisis respectivo para evaluar el lugar óptimo para la ubicación del relleno.

Por lo tanto, fue necesario revisar la información concerniente al componente abiótico del municipio de Tauramena Casanare específicamente de los suelos que se encuentran en protección para realizar una filtración de las posibles veredas en las que es viable ubicar el relleno sanitario teniendo en cuenta los 12 criterios del decreto 838 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda

y Desarrollo Territorial, los cuales según (Uribe, 2005) corresponden a:

- ✓ “Capacidad
- ✓ Ocupación actual del área
- ✓ Accesibilidad vial
- ✓ Condiciones del suelo y topografía
- ✓ Distancia entre el perímetro urbano, respecto del área para la disposición final de residuos sólidos, mediante la tecnología de relleno sanitario
- ✓ Disponibilidad de material de cobertura
- ✓ Densidad poblacional en el área
- ✓ Incidencia en la congestión de tráfico en la vía principal
- ✓ Distancias a cuerpos hídricos
- ✓ Dirección de los vientos
- ✓ Geoformas del área respecto al entorno
- ✓ Restricciones en la disponibilidad del área”

Ahora bien, teniendo en cuenta la diversidad de entornos que comprenden las 35 veredas que conforman el municipio de Tauramena, se llevó a cabo un análisis para identificar los puntos más adecuados y factibles con el medio ambiente para establecer el relleno de residuos sólidos. Luego de un proceso de evaluación, las veredas que emergen con mayor viabilidad y menor impacto ambiental son Aceite Alto, Chaparral e Iquia.

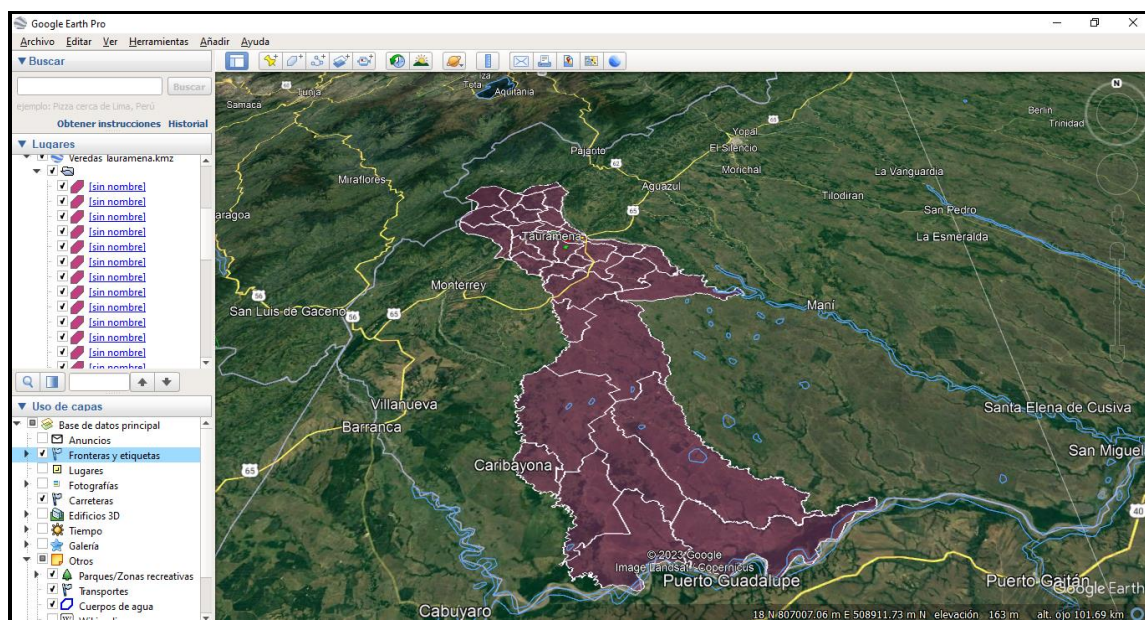
Finalmente, la selección de Aceite Alto, Chaparral e Iquia como opciones factibles para la ubicación del relleno de residuos sólidos resulta de un análisis comparativo en base a los criterios establecidos en el decreto 838 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo

Territorial, dentro de los cuales se encuentran criterios como la distancia desde la zona urbana del municipio, el grado de impacto potencial en la población local, entre otros. De esta manera se elabora un diagnóstico acerca del punto más favorable para la ubicación del relleno haciendo enfoque en las veredas mencionadas y verificando los puntajes obtenidos a partir del estudio realizado.

A continuación, podemos evidenciar la localización geográfica de las veredas del municipio de Tauramena Casanare.

Figura 6

Municipio de Tauramena Casanare



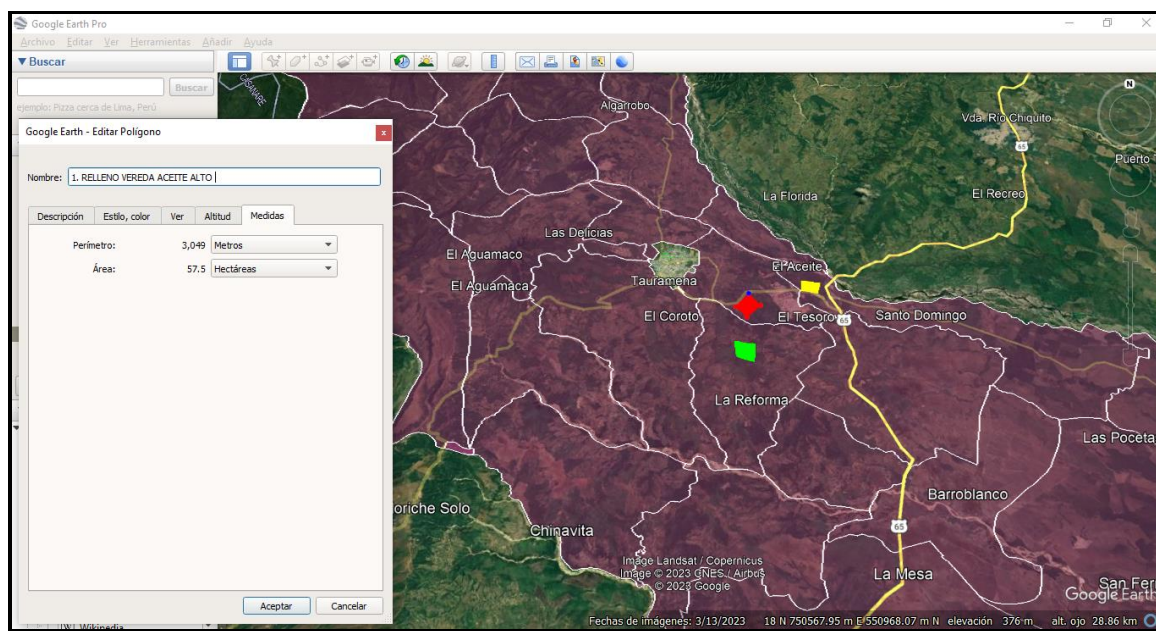
Fuente: Google Earth Pro (2023)

Se realizó un polígono por cada opción de ubicación de relleno en cada una de las veredas seleccionadas, teniendo en cuenta el área óptima que corresponde a 382.369,09 metros cuadrados es decir a 38,24 hectáreas.

El polígono de color rojo corresponde al Lugar No.1 Relleno Vereda Aceite Alto, el de color verde corresponde al Lugar No.2 Relleno Vereda Chaparral y el de color amarillo al Lugar No.3 Relleno Vereda Iquia-Tauramena Casanare. (Ver Ilustración 3, 4 y 5)

Figura 7

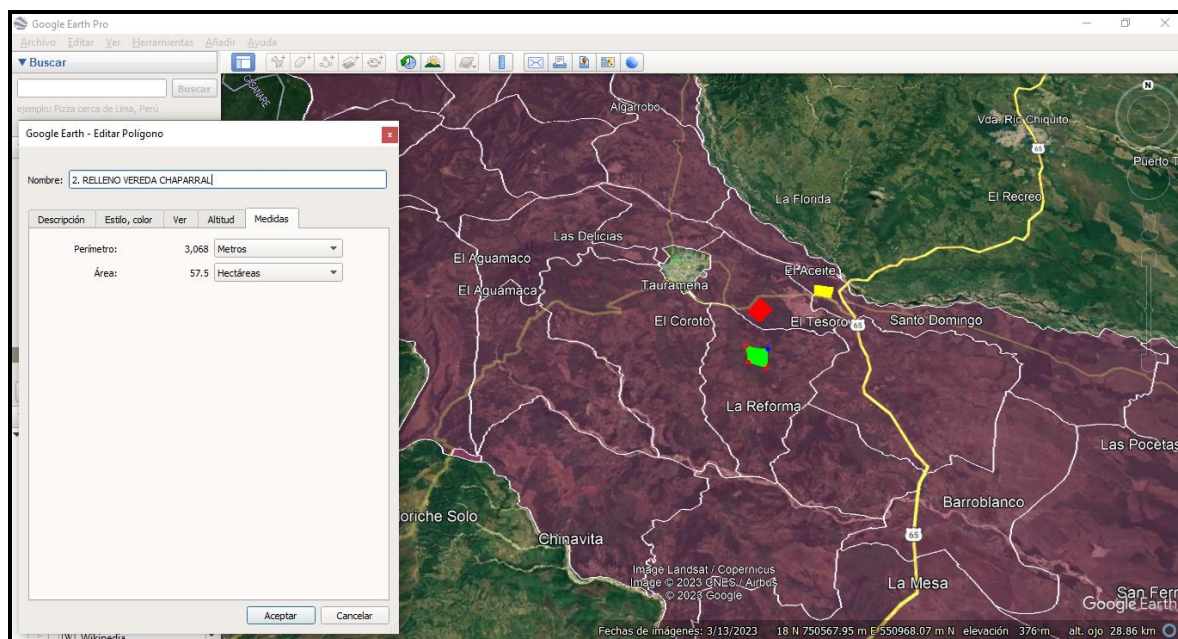
Lugar No.1 Relleno Vereda Aceite Alto-Tauramena Casanare



Fuente: Google Earth Pro (2023)

Figura 8

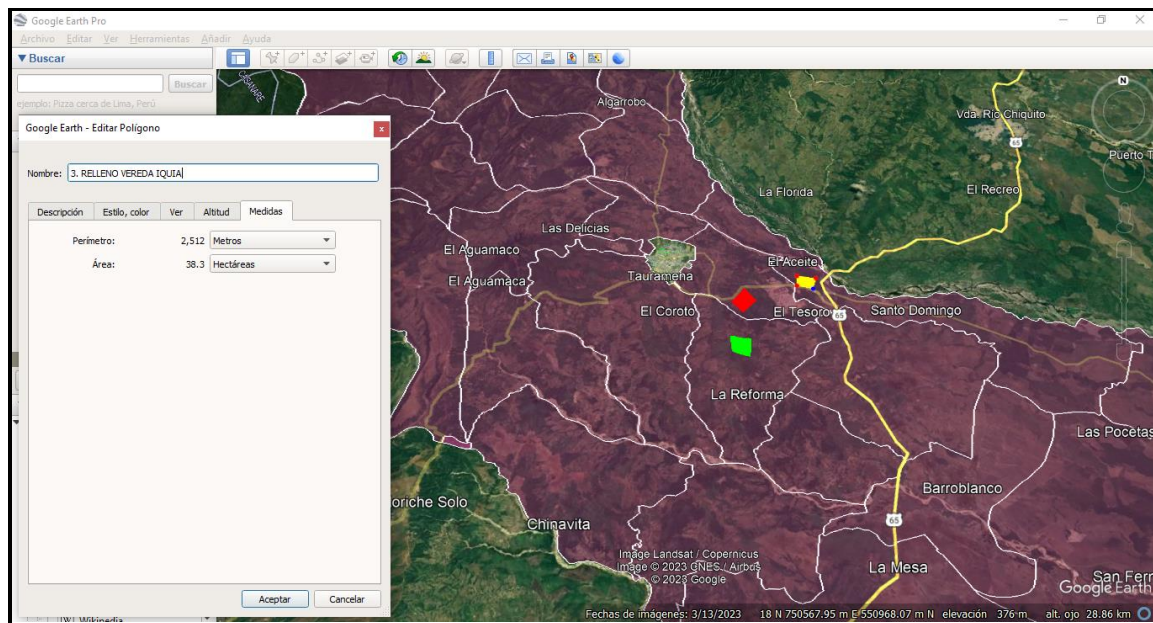
Lugar No.2 Relleno Vereda Chaparral -Tauramena Casanare



Fuente: Google Earth Pro (2023)

Figura 9

Lugar No.3 Relleno Vereda Iquia -Tauramena Casanare



Fuente: Google Earth Pro (2023)

Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación con los criterios del decreto 838 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Uribe, 2005):

“Artículo 5°. *Criterios y metodología para la localización de áreas para disposición final de residuos sólidos, mediante la tecnología de relleno sanitario.* Para la localización de áreas potenciales para disposición final de residuos sólidos, mediante la tecnología de relleno sanitario, las entidades territoriales, considerando la totalidad del área bajo su jurisdicción, tendrán en cuenta los criterios y la metodología de evaluación que se expone:

Capacidad.

El área donde se ubicará el relleno sanitario, debe ser suficiente para permitir que la vida útil de este sea compatible con la producción proyectada de residuos sólidos a disponer en el mismo, considerando tanto el municipio receptor como aquellos ubicados dentro de un radio de 60 kilómetros del mismo. Por lo tanto, este criterio se calificará en función de la cantidad de residuos sólidos que se puedan disponer dando 0 puntos para una capacidad igual o menor a 0.5 veces la producción de residuos producidos en treinta (30) años, hasta 200 puntos para una capacidad igual o mayor a 1.5 veces la producción de residuos sólidos producidos en treinta años (30) años, calificándose en forma lineal a partir de 0.5 veces la producción de residuos producidos en los treinta (30) años.

Para cuantificar en esta fase la cantidad de residuos sólidos producidos para el período de 30 años, se utilizará el parámetro de producción per cápita definido en la Tabla F.1.2 y las proyecciones de población de acuerdo con los métodos establecidos en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS, según el nivel de complejidad del proyecto de las entidades territoriales que dispondrán en el relleno sanitario.” (Uribe, 2005)

Tabla 12.

Puntaje Criterio No.1

	Puntaje
Veredas viables ubicación relleno	
Vereda Aceite Alto	200

Vereda Chaparral	200
Vereda Iquia	0

Nota. Esta tabla muestra el puntaje de las veredas focalizadas en el criterio No. 1 “capacidad”.

Fuente: Propia.

Análisis: Se otorgó la puntuación a la Vereda Aceite Alto y Chaparral de 200 puntos debido a que el Área del relleno corresponde a 57.5 hectáreas, correspondiente a 1.5 veces la producción de residuos sólidos producidos al año 2053. La vereda Iquia, el área del relleno corresponde a 38.3 hectáreas. (Ver Ilustración 3, 4 y 5).

Ocupación Actual del Área.

Según (Uribe, 2005) “Determina las actividades que actualmente se vienen realizando con el objeto de prever posibles impactos sobre la comunidad o los recursos naturales dando un puntaje así:

- Suelo Rural	80 puntos
- Suelo Suburbano	40 puntos
- Suelo Urbano	20 puntos
- Otros suelos de	0 puntos (Uribe, 2005)”

protección

Tabla 13

Puntaje Criterio No.2

Veredas viables ubicación relleno	Puntaje
Vereda aceite alto	80

Vereda chaparral	80
Vereda Iquia	80

Nota. Esta tabla muestra el puntaje de las veredas focalizadas en el criterio No. 2 “ocupación actual del área”. *Fuente:* Propia.

Análisis: Se le otorgó la puntuación de 80 a las tres veredas debido a que se encuentra en suelo rural. (Ver Ilustración 3, 4 y 5)

Accesibilidad Vial.

Según (Uribe, 2005) “Este criterio corresponde a la facilidad y economía que la persona prestadora del servicio público de aseo en el componente de recolección y transporte, tiene para llevar los residuos sólidos al área en que se efectuará dicha disposición final, mediante la tecnología de relleno sanitario. El criterio se divide en los siguientes subcriterios:

Condiciones de la vía principal (puntaje máximo 20 puntos)

- Pavimentada 20 puntos

- Sin pavimentar 8 puntos

Pendiente promedio de la vía principal (puntaje máximo 20 puntos)

- 0-3% 20 puntos

- 3,1-5% 12 puntos

- 5,1-7% 8 puntos

- 7,1 y mayores 0 puntos

Distancia de la vía de acceso (puntaje máximo 20 puntos)

- 0 a 5 km	20 puntos
- 5,1 al 10 km	12 puntos
- 10,1 a 15 km	4 puntos
- mayor de 15 km	0 puntos

Pendiente promedio de la vía de acceso (puntaje máximo 20 puntos)

- 0-3%	20 puntos
- 3,1-5%	12 puntos
- 5,1-7%	8 puntos
- 7,1 y mayores	0 puntos

Número de vías de acceso (puntaje máximo 20 puntos)

- 2 o más vías	20 puntos
- Una vía	8 puntos
- No hay vías	0 puntos

Condiciones de la vía de acceso (puntaje máximo 20 puntos)

- Pavimentada	20 puntos
- Afirmado	12 puntos
- Carreteable	8 puntos
- Trocha/no existe	0 puntos”

Fuente: (Uribe, 2005)

Tabla 14

Puntaje Criterio No.3

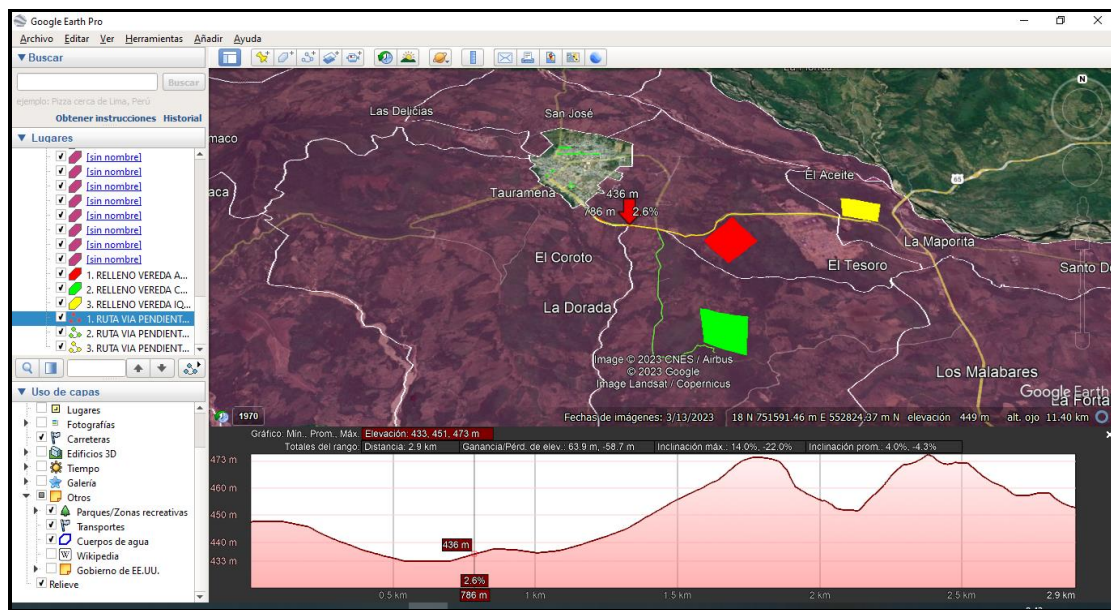
Veredas viables ubicación relleno	Subcriterio	Puntaje	Puntaje total vereda
Vereda aceite alto	Condiciones de la vía principal	20	72
	Pendiente promedio de la vía principal	12	
	Distancia de la vía de acceso	20	
	Pendiente promedio de la vía de acceso	20	
	Número de vías de acceso	0	
	Condiciones de la vía de acceso	0	
	Condiciones de la vía principal	20	
Vereda chaparral	Pendiente promedio de la vía principal	20	72
	Distancia de la vía de acceso	20	
	Pendiente promedio de la vía de acceso	12	
	Número de vías de acceso	0	
Vereda Iquia	Condiciones de la vía de acceso	0	72
	Condiciones de la vía principal	20	
	Condiciones de la vía principal	20	

Pendiente promedio de la vía principal	12
Distancia de la vía de acceso	20
Pendiente promedio de la vía de acceso	20
Número de vías de acceso	0
Condiciones de la vía de acceso	0

Nota. Esta tabla muestra el puntaje de las veredas focalizadas en el criterio No. 3 “accesibilidad vial”. *Fuente:* Propia.

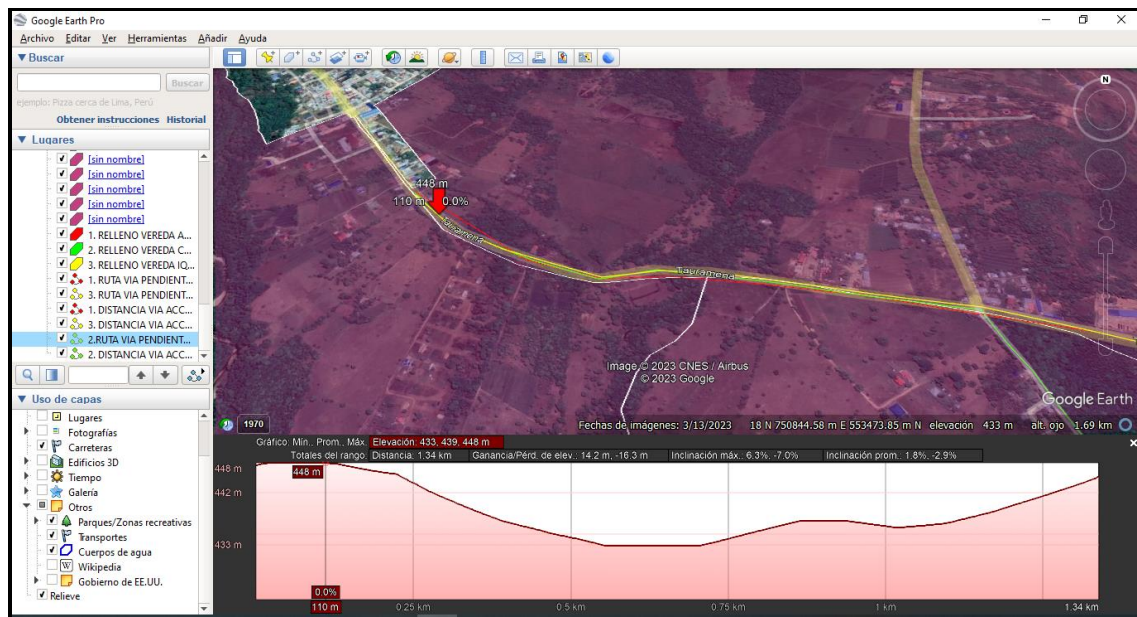
Figura 10

Inclinación vía - Lugar No.1 Relleno Vereda Aceite Alto



Fuente: Google Earth Pro (2023)

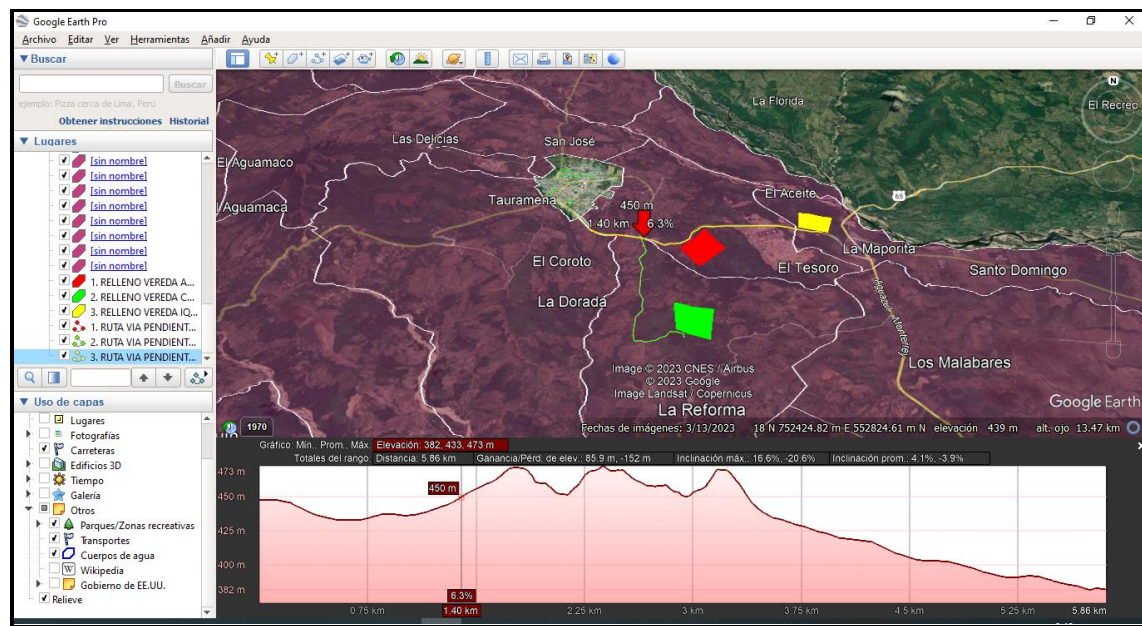
Figura 11

Inclinación vía - Lugar No.2 Relleno Vereda Chaparral

Fuente: Google Earth Pro (2023)

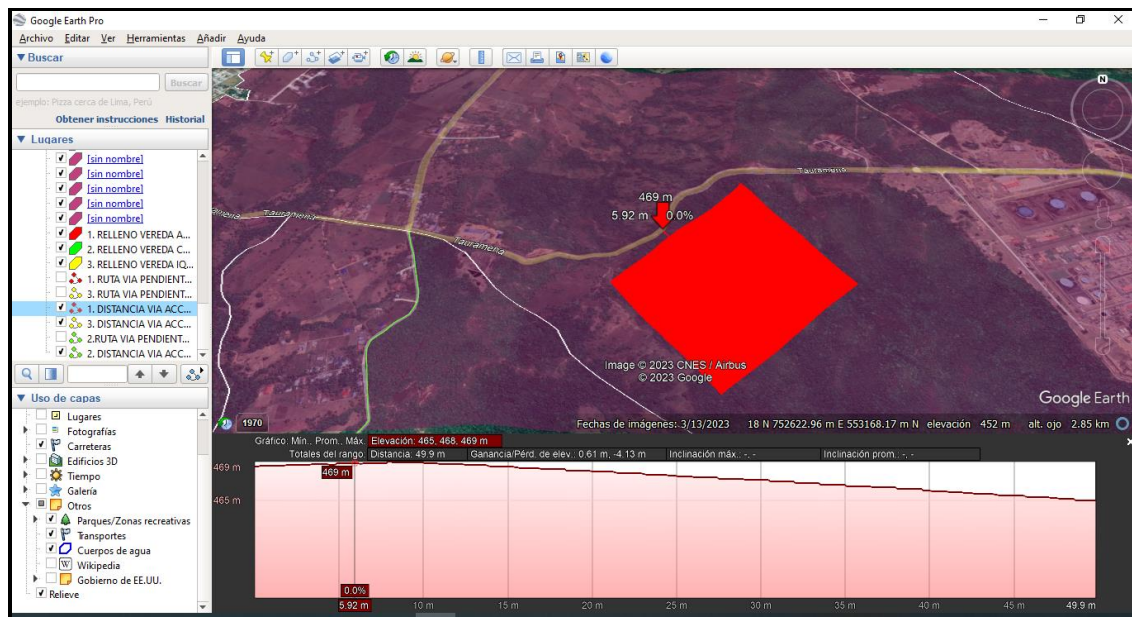
Figura 12

Inclinación vía - Lugar No.3 Relleno Vereda Iquia



Fuente: Google Earth Pro (2023)

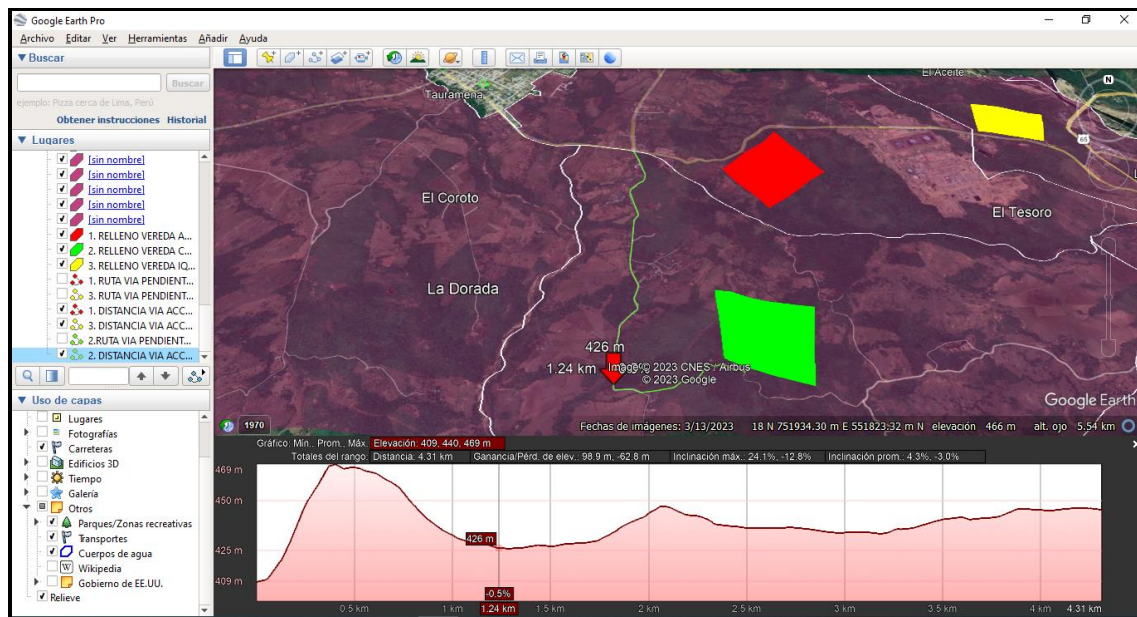
Figura 13

Vía de acceso Lugar No.1 Relleno Vereda Aceite Alto

Fuente: Google Earth Pro (2023)

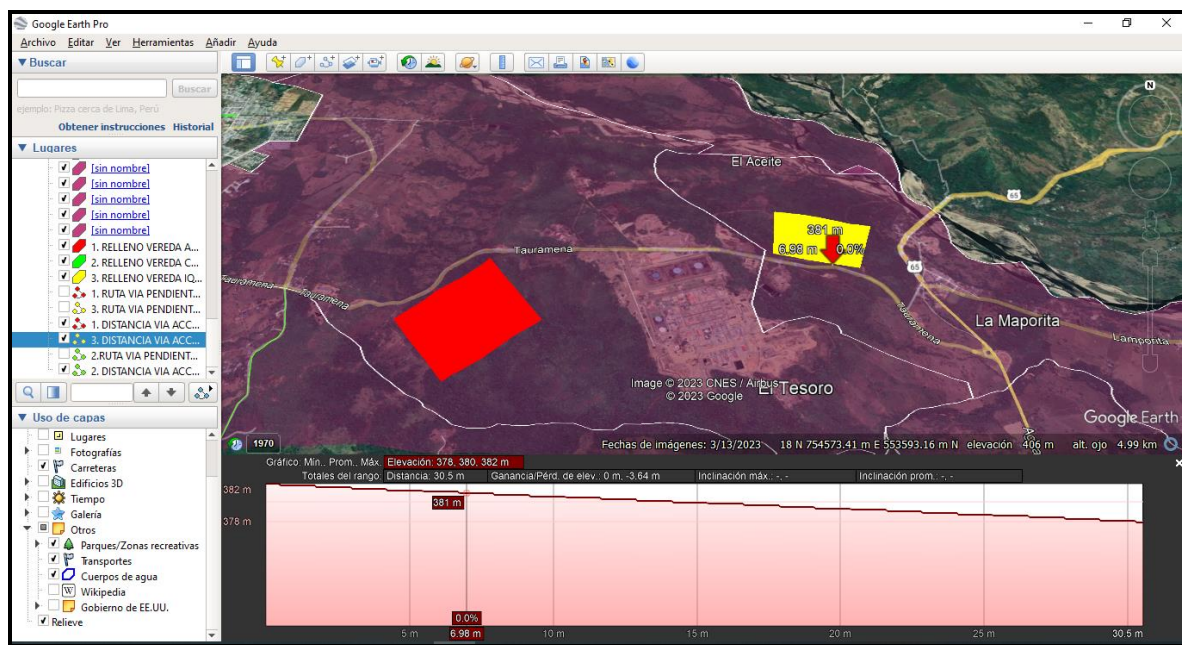
Figura 14

Vía de acceso Lugar No.2 Relleno Vereda Chaparral



Fuente: Google Earth Pro (2023)

Figura 15

Vía de acceso Lugar No.3 Relleno Vereda Iquia

Fuente: Google Earth Pro (2023)

Análisis: Se dio la puntuación teniendo en cuenta si la vía principal es pavimentada y teniendo en cuenta el porcentaje de inclinación promedio obtenido en Google Earth Pro como se puede evidenciar en la Ilustración No. 6, 7 y 8 en donde se tiene que para la vereda Aceite Alto es de 4%, vereda Chaparral 1.8% y vereda Iquia 4.1%.

Para los criterios de vía de acceso se tiene que para la vereda Aceite Alto la inclinación promedio es de 0%, vereda Chaparral 4,3% y vereda Iquia 0%, y distancias de 49,9 metros, 4,31 kilómetros y 30,5 metros respectivamente. (Ver Ilustración No. 9, 10 y 11)

Condiciones del Suelo y Topografía.

Según (Uribe, 2005) “Este criterio determina las facilidades de construcción, operación y trabajabilidad en el área en que se efectuará dicha disposición final, mediante la tecnología de relleno sanitario, calificadas bajo los siguientes subcriterios:

Pendiente promedio del terreno (puntaje máximo 40 puntos):

- 0,1%-3%	40 puntos
- 3,1% -7%	30 puntos
- 7,1%-12%	20 puntos
- 12,1%-25%	10 puntos
- Mayor de 25%	0 puntos

Facilidad para el movimiento de tierras del área en que se efectuará dicha disposición final, mediante la tecnología de relleno sanitario (puntaje máximo 40 puntos):

- Muy fácil	40 puntos
- Fácil	32 puntos
- Regular	20 puntos
- Difícil	12 puntos
- Imposible	0 puntos” (Uribe, 2005)

Tabla 15

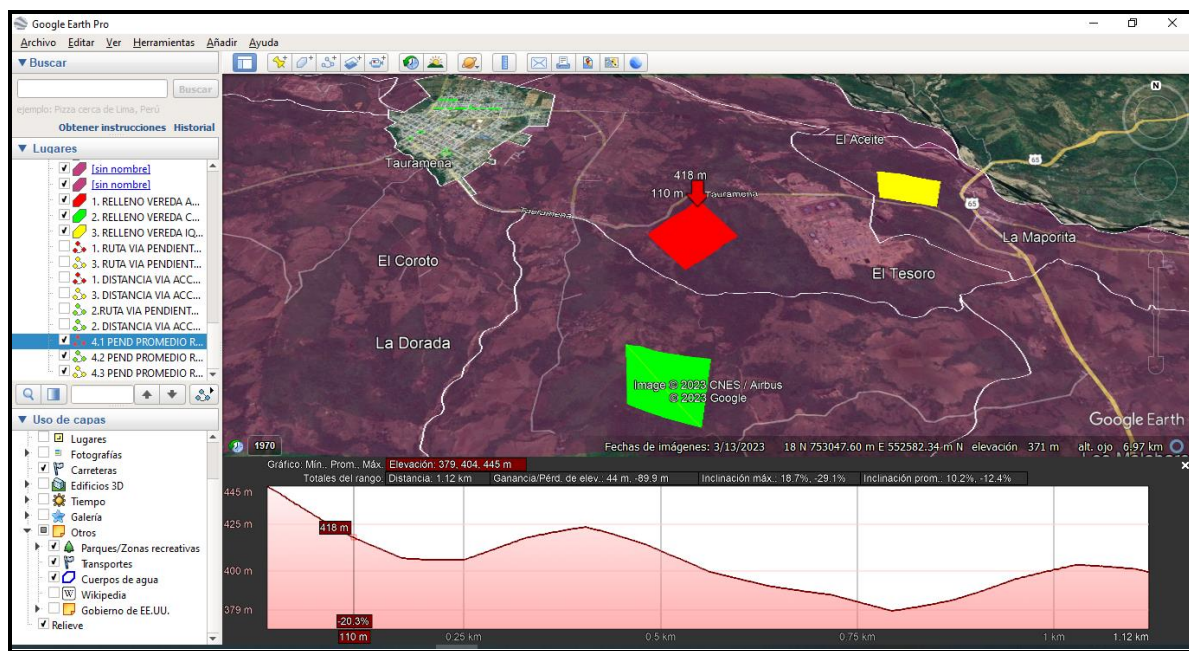
Puntaje Criterio No.4

Veredas viables ubicación relleno	Subcriterio	Puntaje	Puntaje total vereda
	Pendiente promedio del terreno	20	
Vereda aceite alto	Facilidad para el movimiento de tierras del área en que se efectuará dicha disposición final, mediante la tecnología de relleno sanitario	20	40
	Pendiente promedio del terreno	30	
Vereda chaparral	Facilidad para el movimiento de tierras del área en que se efectuará dicha disposición final, mediante la tecnología de relleno sanitario	20	50
	Pendiente promedio del terreno	30	
Vereda iquia	Facilidad para el movimiento de tierras del área en que se efectuará dicha disposición final, mediante la tecnología de relleno sanitario	20	50

Nota. Esta tabla muestra el puntaje de las veredas focalizadas en el criterio No. 4 “condiciones del suelo y topografía”. *Fuente:* Propia.

Figura 16

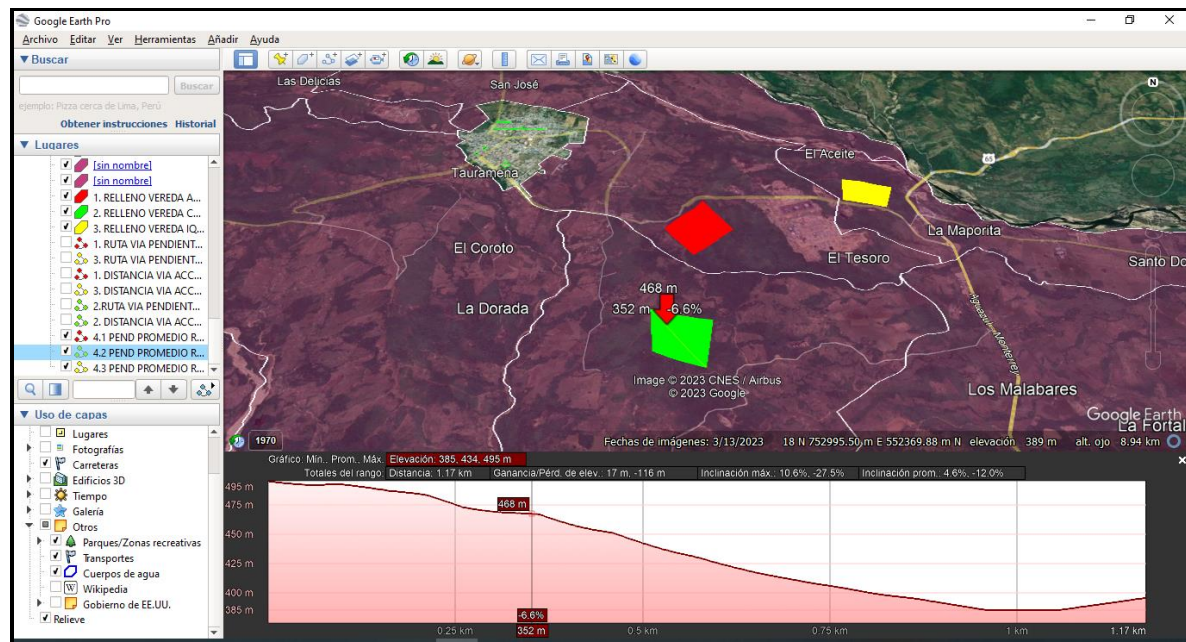
Pendiente promedio del terreno Lugar No.1 Relleno Vereda Aceite Alto



Fuente: Google Earth Pro (2023)

Figura 17

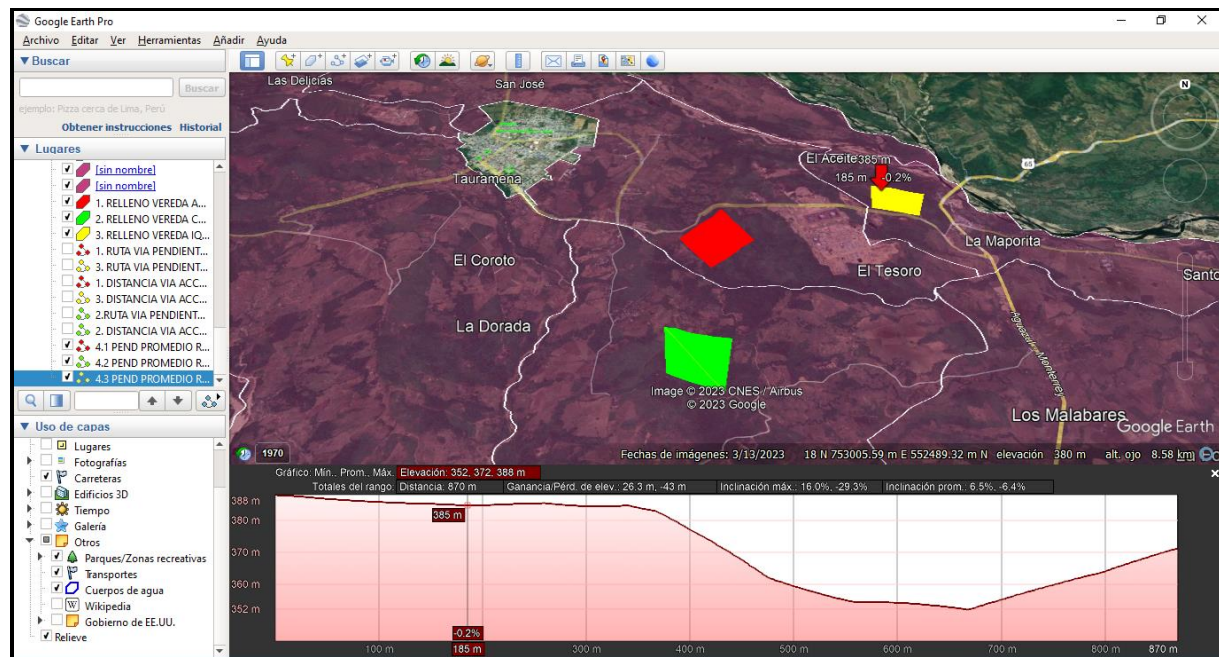
Pendiente promedio del terreno Lugar No.2 Relleno Vereda Chaparral



Fuente: Google Earth Pro (2023)

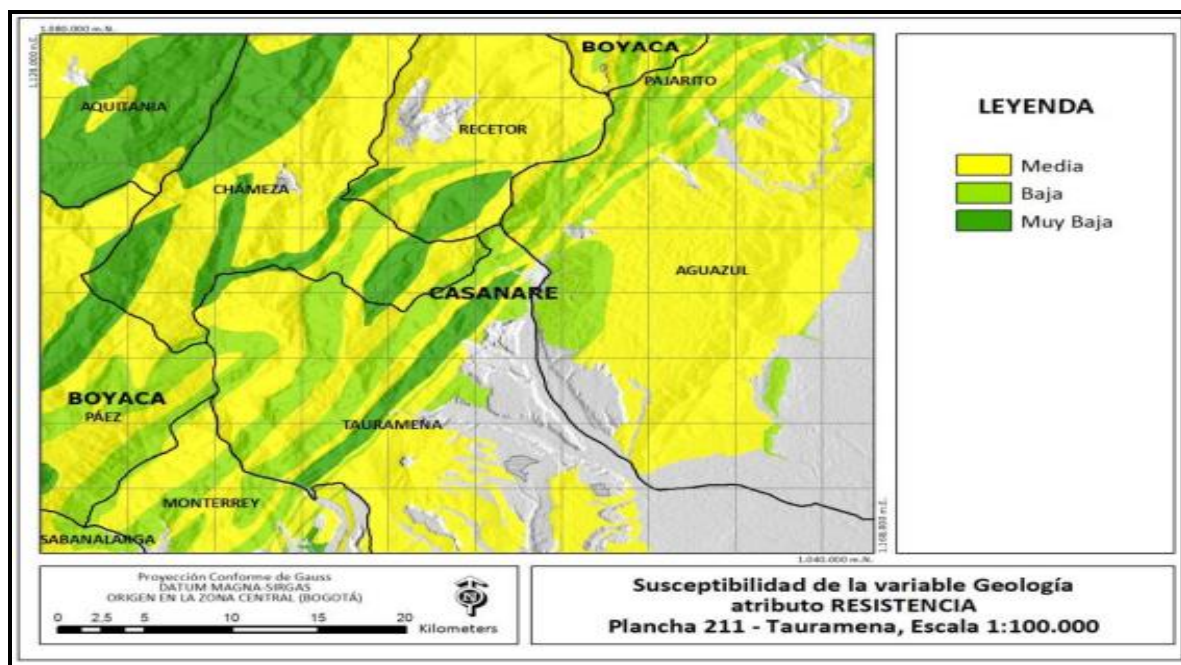
Figura 18

Pendiente promedio del terreno Lugar No.3 Relleno Vereda Iquia



Fuente: Google Earth Pro (2023)

Figura 19

Mapa de susceptibilidad por Resistencia

Fuente: Plancha 211, Tauramena Casanare-SIG (2023)

Análisis: Se otorgó la puntuación teniendo en cuenta el porcentaje de inclinación promedio obtenido en Google Earth Pro como se puede evidenciar en la Ilustración No. 12, 13 y 14 en donde se tiene que para la vereda Aceite Alto es de 10.2%, vereda Chaparral 4.6% y vereda Iquia 6.5%.

En cuanto a la Facilidad para el movimiento de tierras del área en que se efectuará dicha disposición final, mediante la tecnología de relleno sanitario, se tuvo en cuenta el Mapa de susceptibilidad por Resistencia (SIG, 2016) encontrando que en donde se localizaron las tres

opciones de relleno se presentan rocas de media susceptibilidad al factor resistencia, por lo que se tomó el valor de regular correspondiente a 20 puntos.

Distancia Entre el Perímetro Urbano, Respecto del Área para la Disposición Final de Residuos Sólidos, Mediante la Tecnología de Relleno Sanitario.

Según (Uribe, 2005) “Este criterio se asocia a los costos de transporte en que incurriría la persona prestadora del servicio público de aseo para llevar los residuos sólidos desde el perímetro urbano, incluida la zona de expansión urbana, al área en la que se efectuará la disposición final de residuos sólidos:

- 2 km a 5 km	140 puntos
- 5,1 km a 10 km	100 puntos
- 10,1 km a 25 km	60 puntos
- 25,1 km a 50 km	20 puntos
- Mayores a 50 km	0 puntos” (Uribe, 2005)

Tabla 16

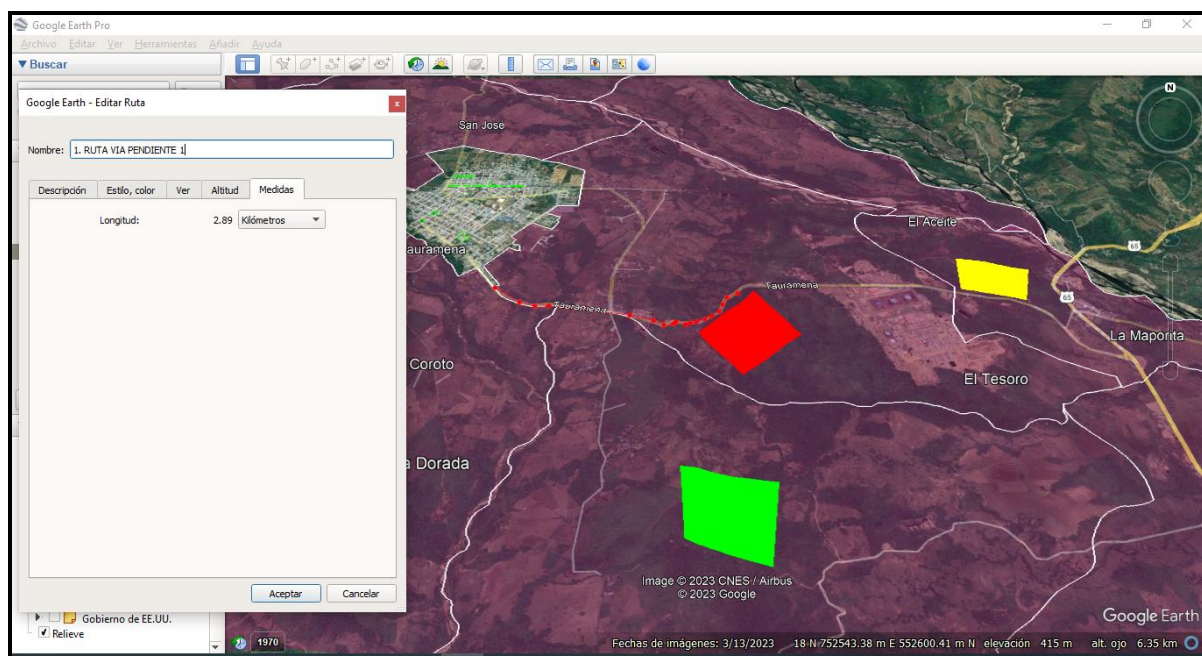
Puntaje Criterio No.5

Veredas viables ubicación relleno	Puntaje
Vereda aceite alto	140
Vereda chaparral	100
Vereda Iquia	100

Nota. Esta tabla muestra el puntaje de las veredas focalizadas en el criterio No. 5 según (Uribe, 2005) “distancia entre el perímetro urbano, respecto al área para la disposición final de residuos sólidos, mediante la tecnología de relleno sanitario”. *Fuente:* Propia.

Figura 20

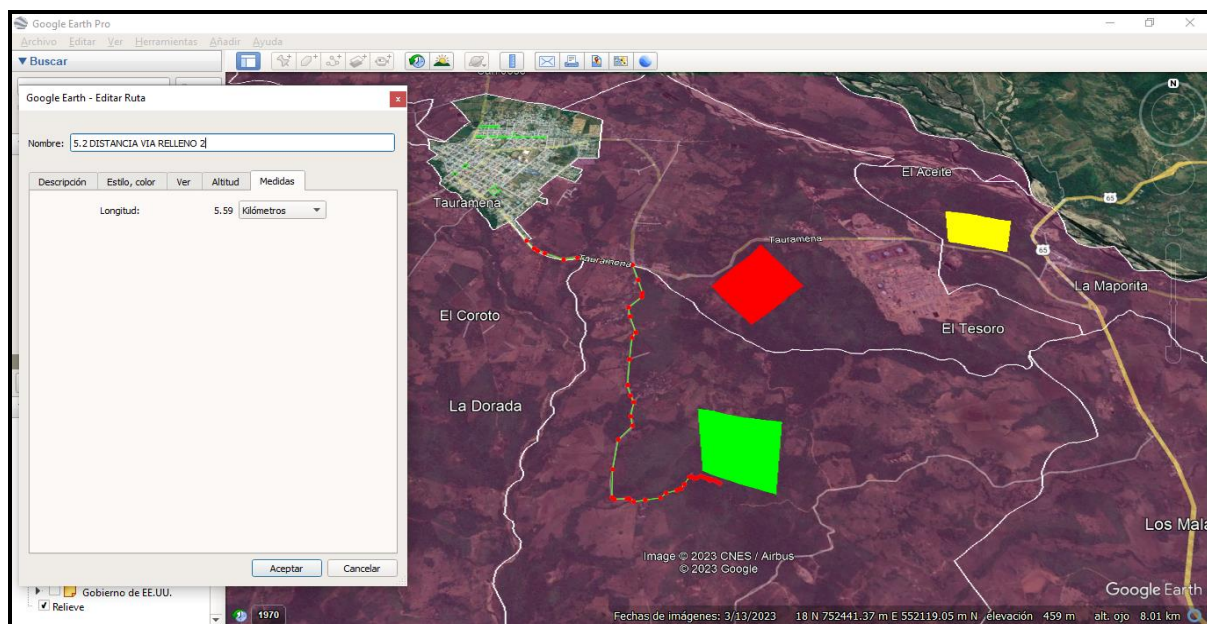
Distancia perímetro urbano y lugar No. 1 Relleno Vereda Aceite Alto



Fuente: Google Earth Pro (2023)

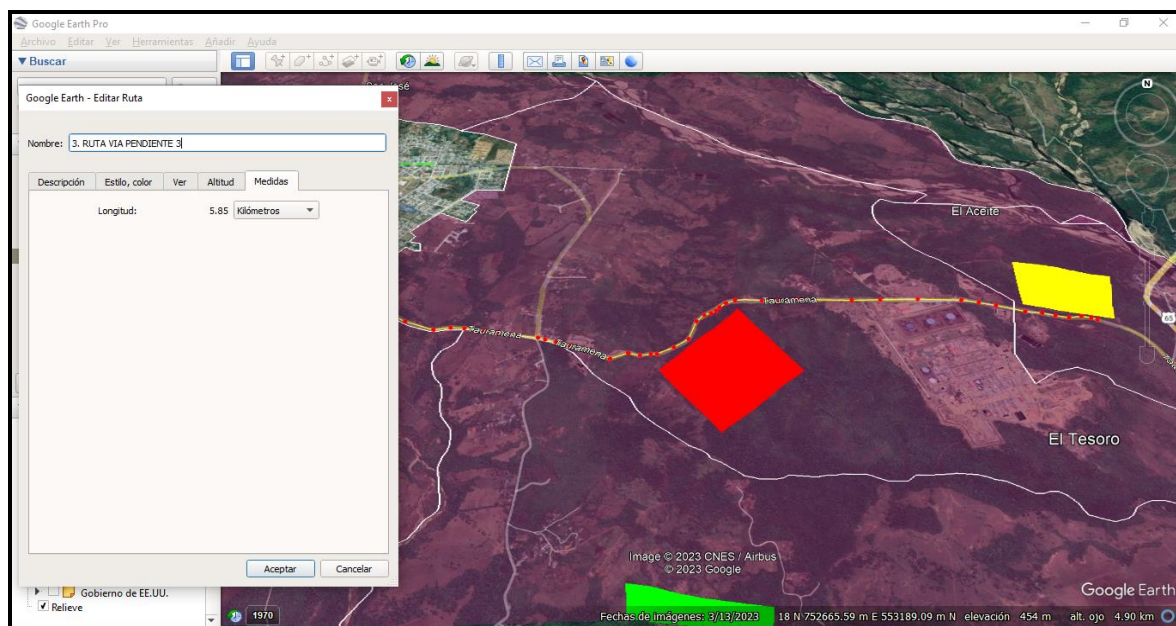
Figura 21

Distancia perímetro urbano y lugar No. 2 Relleno Vereda Chaparral



Fuente: Google Earth Pro (2023)

Figura 22

Distancia perímetro urbano y lugar No. 3 Relleno Vereda Iquia

Fuente: Google Earth Pro (2023)

Análisis: Se otorgó la puntuación teniendo en cuenta la distancia entre el perímetro urbano y la ubicación del relleno obtenido en Google Earth Pro como se puede evidenciar en la Ilustración No. 15, 16 y 17 en donde se tiene que para la vereda Aceite Alto es de 2.89 kilómetros, vereda Chaparral 5.59 kilómetros y vereda Iquia 5.85 kilómetros.

Disponibilidad de Material de Cobertura.

Según (Uribe, 2005) “Este criterio se asocia a los costos de transporte en que incurre la persona prestadora del servicio para obtener y llevar el material de cobertura necesario para dar cumplimiento a las especificaciones técnicas y ambientales en los procesos de operación diaria y cierre y clausura del relleno sanitario, calificado bajo dos subcriterios así:

Distancia del sitio de obtención de material de cobertura hasta el área de disposición final
(puntaje máximo 60 puntos)

- 0 km a 2 km	60 puntos
- 2,1 km a 4 km	40 puntos
- 4,1 km a 6 km	20 puntos
- 6,1 km a 10 km	10 puntos
- Mayor de 10 km	0 puntos

Calidad del material de cobertura medida por su textura (puntaje máximo 40 puntos)

- Recebo granular	40 puntos
- Arcilla arenosa	32 puntos
- Limo arenoso	20 puntos
- Arcilla	16 puntos
- Limo arcilla	8 puntos
- Limos	0 puntos” (Uribe, 2005)

Tabla 17

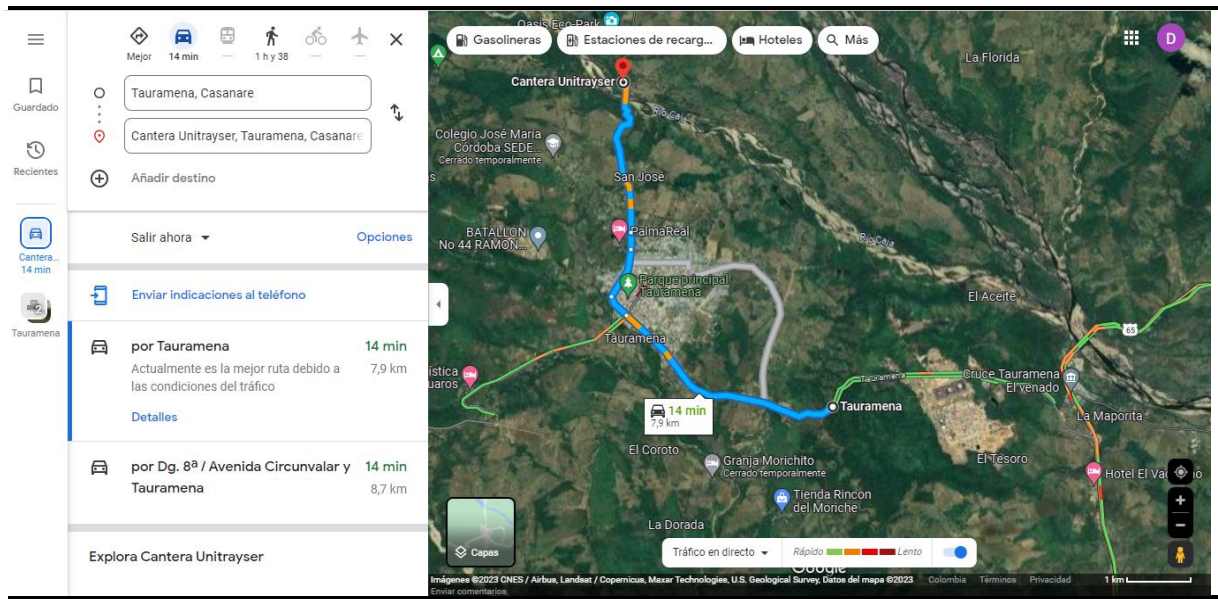
Puntaje Criterio No.6

Veredas Viables			
Ubicación	Subcriterio	Puntaje	Puntaje total vereda
Relleno			
Vereda aceite alto	Distancia del sitio de obtención de material de cobertura hasta el área de disposición final	10	50
	Calidad del material de cobertura medida por su textura	40	
Vereda chaparral	Distancia del sitio de obtención de material de cobertura hasta el área de disposición final	0	40
	Calidad del material de cobertura medida por su textura	40	
Vereda iquia	Distancia del sitio de obtención de material de cobertura hasta el área de disposición final	0	40
	Calidad del material de cobertura medida por su textura	40	

Nota. Esta tabla muestra el puntaje de las veredas focalizadas en el criterio No. 6 “disponibilidad de material de cobertura”. *Fuente:* Propia.

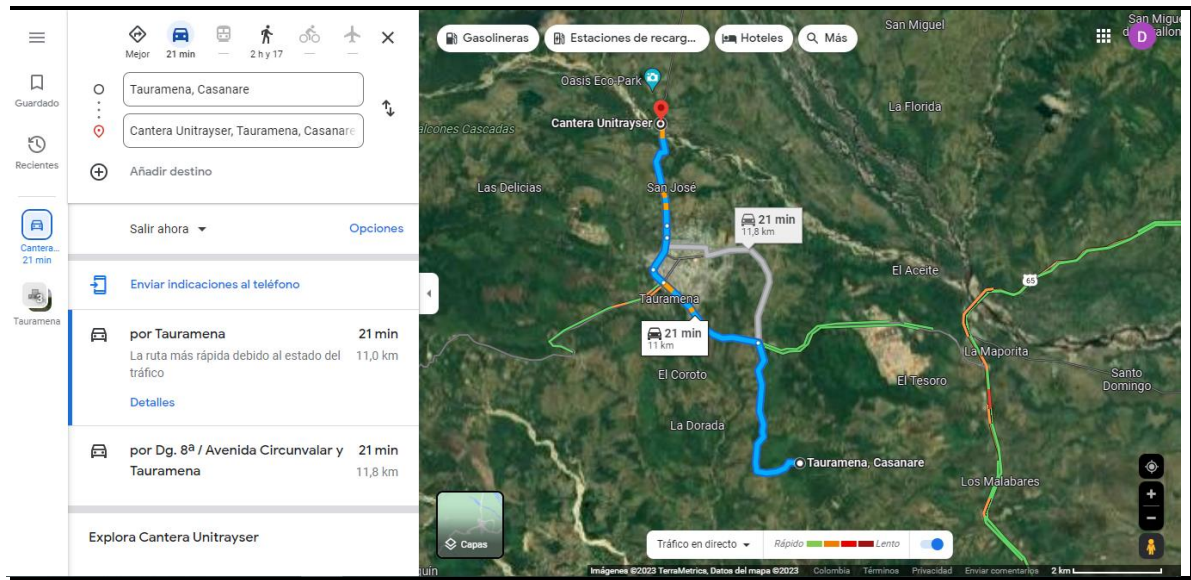
Figura 23

Distancia cantera y lugar No. 1 Relleno Vereda Aceite Alto



Fuente: Google Maps (2023)

Figura 24

Distancia cantera y lugar No. 2 Relleno Vereda Chaparral

Fuente: Google Maps (2023)

- 2,1 habitantes/hectárea a 5 habitantes/hectárea	20 puntos
- Mayor de 5 habitantes/hectárea	0 puntos” (Uribe, 2005)

Tabla 18

Puntaje Criterio No.7

Veredas Viables ubicación relleno	Puntaje
Vereda aceite alto	40
Vereda chaparral	40
Vereda Iquia	40

Nota. Esta tabla muestra el puntaje de las veredas focalizadas en el criterio No. 7 “densidad poblacional en el área”. *Fuente:* Propia.

Análisis: Se otorgó la puntuación teniendo en cuenta que en la ubicación del relleno propuesto para las diferentes veredas no tienen ninguna afectación poblacional, puesto que en (Google Earth Pro, 2023) no se evidencia viviendas en dichos sectores.

Incidencia en la Congestión de Tráfico en la Vía Principal.

Según (Uribe, 2005) “Este criterio determina la incidencia que puede tener sobre el tráfico de la vía principal, el desplazamiento de los vehículos que transportarán desde el perímetro urbano hasta el del área en la que se efectuará la disposición de residuos sólidos, cuantificados así:

Ninguna	40 puntos
Moderada	20 puntos
Grande	0 puntos” (Uribe, 2005)

Tabla 19

Puntaje Criterio No.8

Veredas viables ubicación relleno	Puntaje
Vereda aceite alto	40
Vereda chaparral	40
Vereda Iquia	40

Nota. Esta tabla muestra el puntaje de las veredas focalizadas en el criterio No. 8 “incidencia en la congestión de tráfico en la vía principal”. *Fuente:* Propia.

Análisis: Se otorgó la puntuación teniendo en cuenta que en la ruta de la vía principal de la ubicación del relleno propuesto para las diferentes veredas no tienen ninguna afectación en cuanto a congestión de tráfico.

Distancias a Cuerpos Hídricos.

Según (Uribe, 2005) “Este criterio establece la relación que tendrá el área en la que se efectuará la disposición final de residuos, respecto a las fuentes hídricas permanentes y superficiales existentes en la zona, cuantificándose de la siguiente forma:

- Mayor de 2.000 metros	60 puntos
- 1.000 metros a 2.000 metros	40 puntos
- 500 metros a 999 metros	20 puntos
- 50 metros a 499 metros	10 puntos
- menor de 50 metros	0 puntos” (Uribe, 2005)

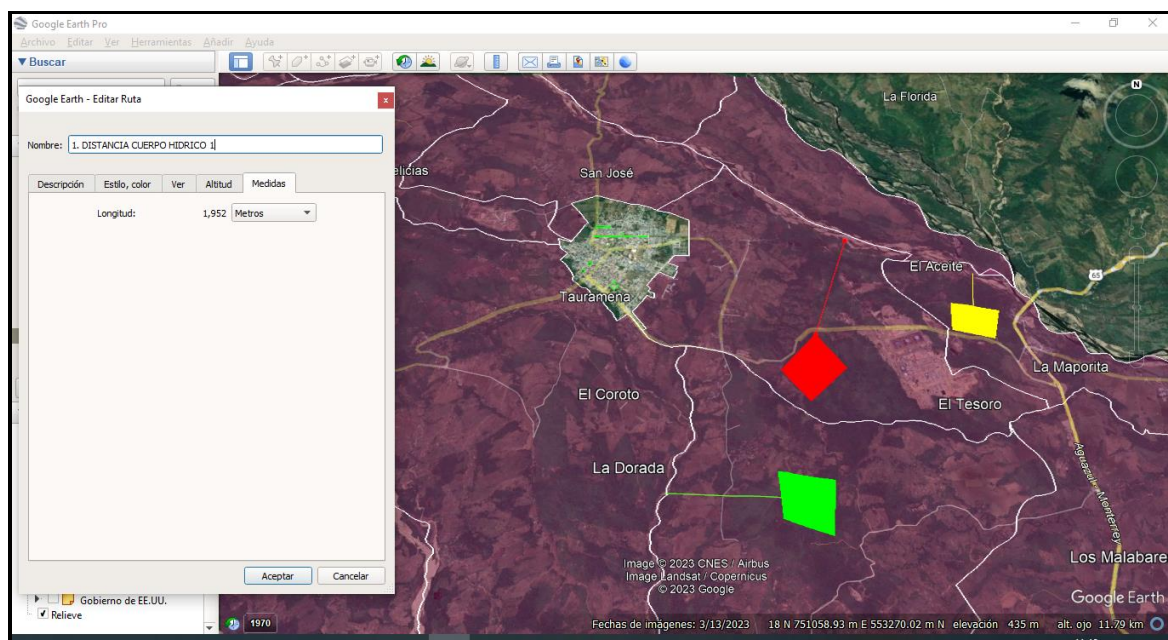
Tabla 20

Puntaje Criterio No.9

Veredas viables ubicación relleno	Puntaje
Vereda aceite alto	40
Vereda chaparral	40
Vereda Iquia	20

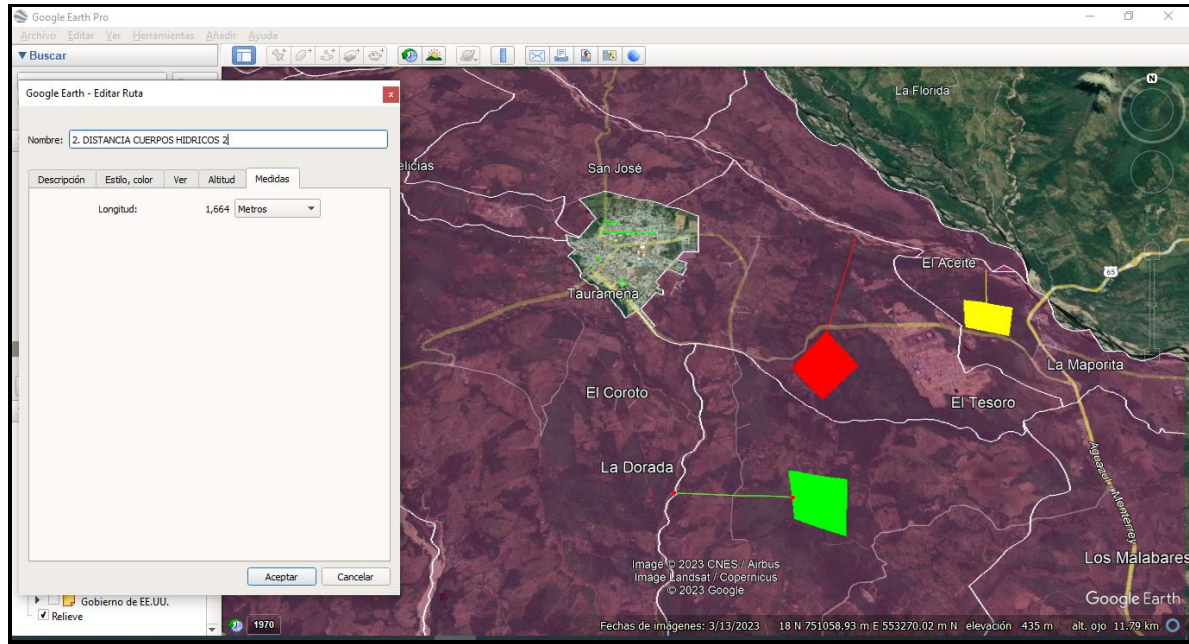
Nota. Esta tabla muestra el puntaje de las veredas focalizadas en el criterio No. 9 “distancias a cuerpos hídricos”. *Fuente:* Propia.

Figura 26

Distancia cuerpo hídrico y lugar No. 1 Relleno Vereda Aceite Alto

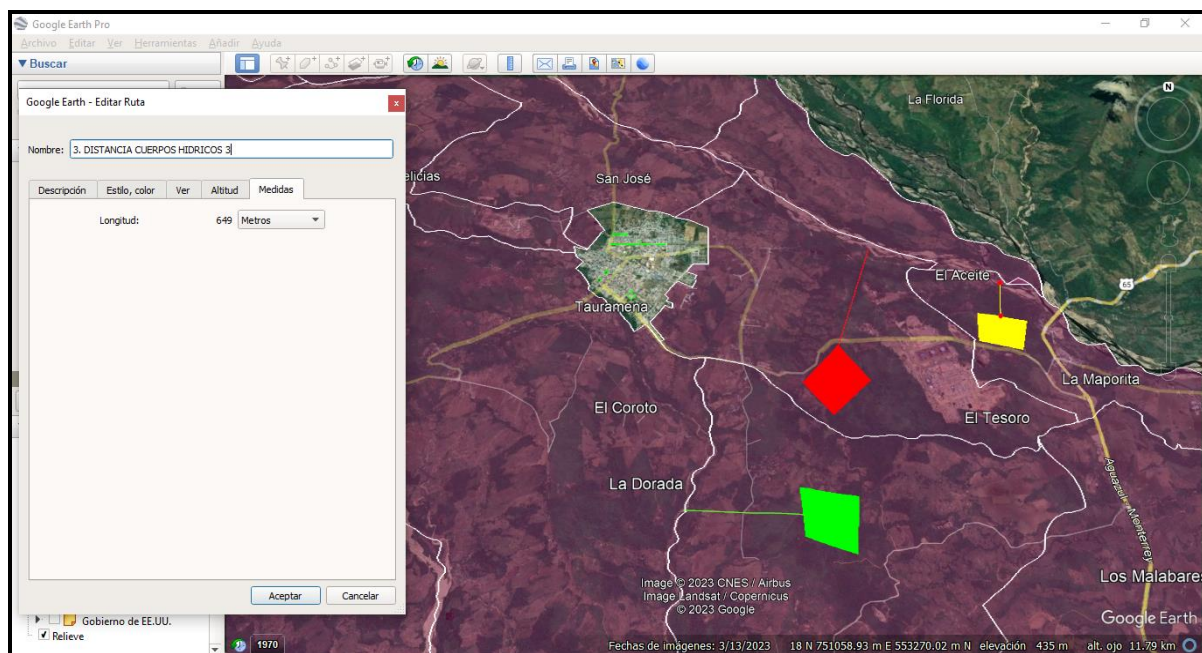
Fuente: Google Earth Pro (2023)

Figura 27

Distancia cuerpo hídrico y lugar No. 2 Relleno Vereda Chaparral

Fuente: Google Earth Pro (2023)

Figura 28

Distancia cuerpo hídrico y lugar No. 3 Relleno Vereda Iquia

Fuente: Google Earth Pro (2023)

Análisis: Se dio la puntuación teniendo en cuenta la distancia entre cuerpos hídricos y la ubicación del relleno propuesto para las diferentes veredas, como se puede evidenciar en la Ilustración No. 22, 23 y 24 en donde se tiene que para la vereda Aceite Alto es de 1.952 metros, vereda Chaparral 1.664 metros y vereda Iquia 649 metros.

Dirección de los Vientos.

Según (Uribe, 2005) “Este criterio determina la incidencia que puede tener la dirección de los vientos con respecto al casco urbano, en la operación de la infraestructura instalada en el área en que se efectuará la disposición final de residuos:

- Dirección en sentido contrario al casco urbano más cercano 40 puntos
- Dirección en sentido del casco urbano más cercano 0 puntos” (Uribe, 2005)

Tabla 21

Puntaje Criterio No.10

Veredas Viables Ubicación Relleno	Puntaje
Vereda aceite alto	40
Vereda chaparral	40
Vereda Iquia	40

Nota. Esta tabla muestra el puntaje de las veredas focalizadas en el criterio No. 10 “dirección de los vientos”. *Fuente:* Google Earth Pro, 2023.

Análisis: Se otorgó la puntuación teniendo en cuenta que según (Weather, 2023)“La dirección del viento promedio por hora predominante en Tauramena es del este durante el año.”

Geoformas del Área Respecto al Entorno.

Según (Uribe, 2005) “Este criterio hace referencia a la incidencia que puede tener sobre el paisaje y el entorno, calificándose respecto a la zona urbana, la operación de la infraestructura ubicada en el área en que se efectuará la disposición final de residuos, así:

- Zona quebrada y encajonada 40 puntos
- Zona en media ladera parcialmente encajonada 32 puntos

- Zona en media ladera abierta 20 puntos
- Zona plana y abierta 12 puntos” (Uribe, 2005)

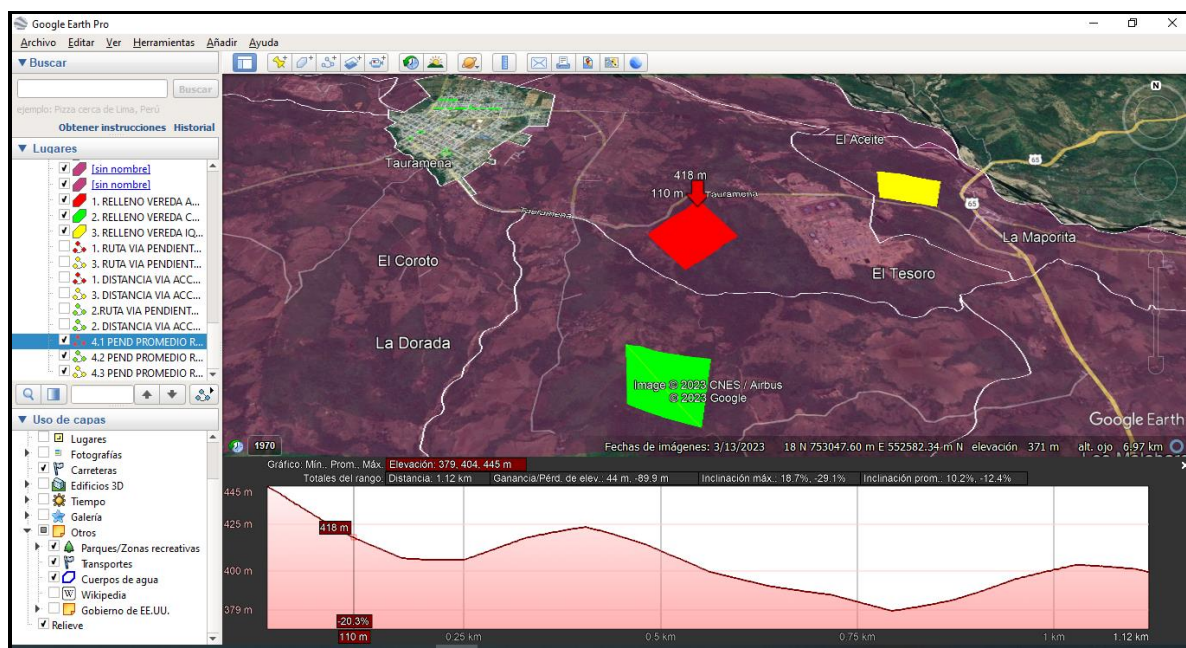
Tabla 22

Puntaje Criterio No.11

Veredas Viables Ubicación Relleno	Puntaje
Vereda aceite alto	32
Vereda chaparral	20
Vereda Iquia	32

Nota. Esta tabla muestra el puntaje de las veredas focalizadas en el criterio No. 11 “geoformas del área respecto al entorno”. *Fuente:* Google Earth Pro, 2023.

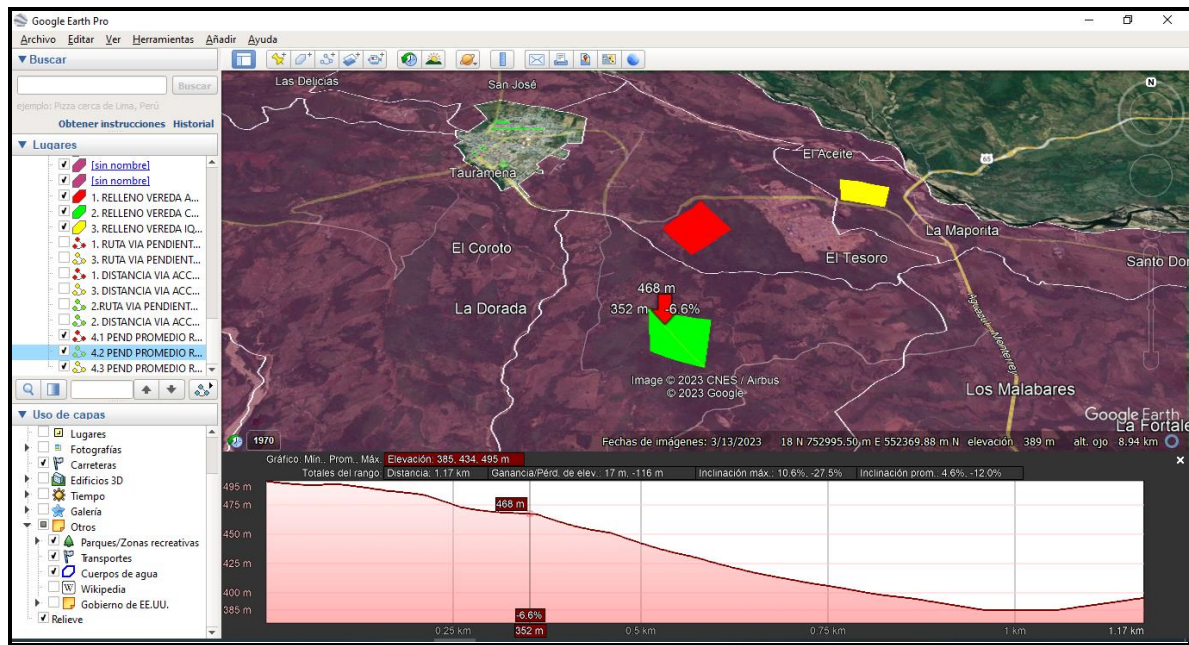
Figura 29

Geoforma del terreno Lugar No.1 Relleno Vereda Aceite Alto

Fuente: Google Earth Pro (2023)

Figura 30

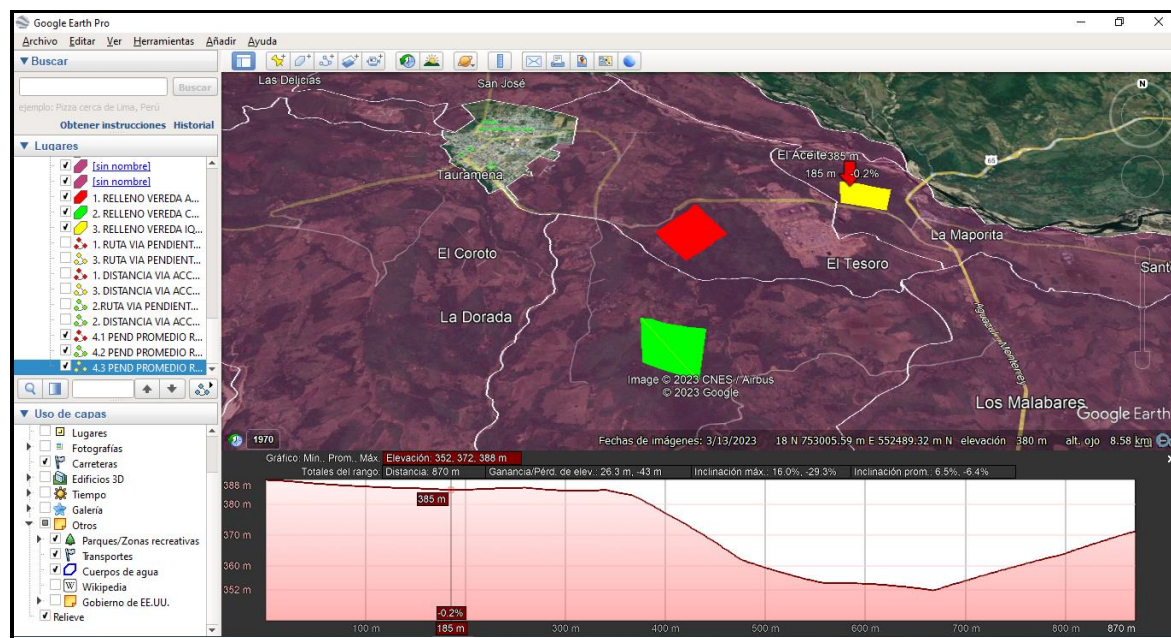
Geoforma del terreno Lugar No.2 Relleno Vereda Chaparral



Fuente: Google Earth Pro (2023)

Figura 31

Geoforma del terreno Lugar No.3 Relleno Vereda Iquia



Fuente: Google Earth Pro (2023)

Análisis: Se otorgó la puntuación teniendo en cuenta la Ilustración No. 26, 27 y 28 en donde se puede observar la geoforma del terreno de cada uno de los posibles lugares para el relleno.

Restricciones en la Disponibilidad del Área.

Según (Uribe, 2005) “Este criterio hace referencia a las restricciones del área en que se efectuará la disposición final de residuos, con base en las definidas en el Artículo 6° Numeral 2 del presente decreto, calificándose de acuerdo con el número de posibles restricciones así:

- No existen restricciones

60 puntos

- | | |
|------------------------------------|-----------|
| - Existe una restricción | 40 puntos |
| - Existen dos restricciones | 20 puntos |
| - Existen más de dos restricciones | 0 puntos |

El puntaje máximo de la evaluación será de 1.000 puntos. El puntaje obtenido por cada área potencial no indica el descarte o rechazo de alguna de las mismas, sino que indica una posición dentro de un orden de elegibilidad, de mayor a menor, de acuerdo con el valor del puntaje obtenido, y con base en este orden se incorporarán al POT, EOT o PBOT, según sea el caso, de cada entidad territorial.

Artículo 6°. Prohibiciones y restricciones en la localización de áreas para disposición final de residuos sólidos. En la localización de áreas para realizar la disposición final de residuos sólidos, mediante la tecnología de relleno sanitario, se tendrán en cuenta las siguientes:

Restricciones. Corresponden a las áreas donde si bien se pueden localizar, construir y operar rellenos sanitarios, se debe cumplir con ciertas especificaciones y requisitos particulares, sin los cuales no es posible su ubicación, construcción y operación:

Distancia al Suelo Urbano. Dentro de los mil (1.000) metros de distancia horizontal, con respecto al límite del área urbana o suburbana, incluyendo zonas de expansión y crecimiento urbanístico, distancia que puede ser modificada según los resultados de los estudios ambientales específicos.

Proximidad a Aeropuertos. Se deberá cumplir con la normatividad expedida sobre la materia por la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil o la entidad que haga sus veces.

Fuentes Subterráneas. La infraestructura instalada, deberá estar ubicada a una altura mínima de cinco (5) metros por encima del nivel freático.

Áreas Inestables. Se deberá procurar que las áreas para disposición final de residuos sólidos, no se ubiquen en zonas que puedan generar asentamientos que desestabilicen la integridad de la infraestructura allí instalada, como estratos de suelos altamente compresibles, sitios susceptibles de deslizamientos y aquellos donde se pueda generar fenómenos de carsismo.

Zonas de Riesgo Sísmico Alto. En la localización de áreas para disposición final de residuos sólidos, se deberá tener en cuenta el nivel de amenaza sísmica del sitio donde se ubicará el relleno sanitario, así como la vulnerabilidad del mismo.

Parágrafo. En el evento en que, por las condiciones geotécnicas, geomorfológicas e hidrológicas de la región, se deba ubicar infraestructura para la disposición final de residuos sólidos en áreas donde existen restricciones, se garantizará la seguridad y estabilidad de la infraestructura en la adopción de las respectivas medidas de control, mitigación y compensación que exija la autoridad ambiental competente.” (Uribe, 2005)

Tabla 23

Puntaje Criterio No.12

Veredas Viables Ubicación Relleno	Puntaje
Vereda aceite alto	60
Vereda chaparral	60
Vereda Iquia	40

Nota. Esta tabla muestra el puntaje de las veredas focalizadas en el criterio No. 12 “restricciones en la disponibilidad del área”. *Fuente:* Google Earth Pro, 2023.

Análisis: Se otorgó la puntuación teniendo en cuenta el Artículo 6° Numeral 2 del Decreto 838 de 2005, en donde se encontró que la vereda Aceite Alto y vereda Chaparral no presentan restricciones y la vereda Iquia presenta restricción en cuanto a la Distancia al suelo urbano, ya que presenta una distancia menor a 1000 metros con el sector “El venado”.

A continuación, se presenta una consolidación de la evaluación anteriormente realizada:

Tabla 24.

Puntaje final localización de áreas para disposición final de residuos sólidos.

Criterio no.	Descripción	Puntaje Vereda	Puntaje Vereda	Puntaje Vereda
		Aceite Alto	Chaparral	Iquia
1	Capacidad	200	200	0
2	Ocupación actual del área	80	80	80
3	Accesibilidad vial	72	72	72

4	Condiciones del suelo y topografía	40	50	50
5	Distancia entre el perímetro urbano, respecto del área para la disposición final de residuos sólidos, mediante la tecnología de relleno sanitario	140	100	100
6	Disponibilidad de material de cobertura	50	40	40
7	Densidad poblacional en el área	40	40	40
8	Incidencia en la congestión de tráfico en la vía principal	40	40	40
9	Distancias a cuerpos hídricos	40	40	20
10	Dirección de los vientos	40	40	40
11	Geoformas del área respecto al entorno	32	20	32
12	Restricciones en la disponibilidad del área	60	40	40
Total puntaje		834	762	554

Nota. Esta tabla muestra el puntaje final de cada una de las veredas focalizadas para la

localización para la disposición final de residuos sólidos en el municipio de Tauramena. *Fuente:*
Propia.

De dicha evaluación se obtuvo un puntaje para la vereda Aceite Alto de 834, vereda Chaparral de 762 y vereda Iquia de 554.

Conclusiones

Se logro realizar la recolección de información relacionada al componente abiótico, biótico y socioeconómico de Tauramena, por medio de una solicitud a la Alcaldía de Tauramena Casanare y revisión de información en la página de dicha entidad. Con dicha información fue posible conocer los sectores en los que están categorizados como suelos de protección, la fauna, la flora, la cantidad de población para el presente año y las actividades económicas en dicha región.

En cuanto al componente socio-ambiental, es crucial destacar que se conoció que el municipio de Tauramena muestra un crecimiento demográfico significativo. Según las cifras del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) correspondientes al año 2019, se proyecta que la población total alcance los 26,381 habitantes para el año 2023. Esta proyección se ha incrementado desde 2018, cuando la población se estimaba en 21,709 habitantes. Este aumento poblacional refleja la dinámica y la importancia de la comunidad en el municipio.

Se llevo a cabo la revisión del manejo actual de los residuos sólidos por medio de una solicitud a la Empresa Municipal de Servicios Públicos de Tauramena - EMSET S.A.-E.S.P; en donde se evidenció que el municipio de Tauramena cuenta una Planta Industrial Procesadora de Residuos Sólidos ubicada en a 1.5 Km del centro poblado de Paso Cusiana vía a la vereda la Iquía. En cuanto al manejo de los residuos fue posible evidenciar que se adelantan procesos manuales con los residuos; con los orgánicos para alimentación de lombricultivo y posteriormente producir humus orgánico sólido y con los residuos ordinarios urbanos para ponerlos nuevamente en el mercado y se tratan única y exclusivamente residuos ordinarios urbanos.

Se conoció la cantidad de población del municipio de Tauramena Casanare del presente año y de los años 2005, 2010, 2018, 2020, 2021 y 2022 por medio de indagación por la página del DANE. Lo anterior, fue información relevante para llevar a cabo la proyección de la

población al año 2053 por medio de los métodos Logarítmico, Wappus, lineal y Geométrico.

Se logro el objetivo de realizar la proyección de población por los diferentes métodos anteriormente mencionados y teniendo en cuenta la literatura del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y calcular la producción per cápita. De esta manera, fue posible conocer el consumo al año 2053 el cual corresponde a 458.848.800 kg, dato que fue necesario para conocer el volumen y finalmente el área del relleno en el que se obtuvo un valor de 382.369,09 m^2 lo que corresponde 38.24 hectáreas.

De acuerdo a lo anterior fue posible realizar la evaluación del lugar óptimo para la ubicación de relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos del municipio de Tauramena bajo los parámetros del decreto 838 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; en donde se tuvo en cuenta las veredas o sectores que se encuentran categorizados como suelo de protección según el Esquema de Ordenamiento Territorial de Tauramena Casanare.

Se escogieron las veredas Aceite Alto, Chaparral e Iquia, para la Evaluación del lugar óptimo para la ubicación del relleno en el que se obtuvo mayor puntaje en la vereda Aceite Alto como se puede evidenciar en la tabla No. 24. La vereda Iquia fue la que menor puntuación obtuvo ya que se encuentra afectada por la cercanía al rio caja, presenta una restricción en la disponibilidad del área, la distancia entre el perímetro urbano y la cantera es mucho mayor a los demás lugares. Es importante mencionar que actualmente en la vereda Iquia se encuentra localizada la Planta Industrial Procesadora de Residuos Sólidos, pero no es un lugar optimo especialmente por su cercanía al rio caja.

El presente proyecto tiene un impacto positivo en el aspecto ambiental al mejorar la gestión de residuos, prevenir la contaminación del suelo y del agua, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y promover la conservación de los ecosistemas locales.

En cumplimiento de los parámetros establecidos en el Decreto 838 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, se han evaluado diversos criterios del área ambiental con el propósito de contribuir a su preservación y mejora.

Entre estos criterios, se destaca el análisis del apartado 3.1.1 referente a la capacidad del relleno sanitario. Esta capacidad ampliada del relleno sanitario no solo beneficiaría significativamente a la comunidad del municipio de Tauramena, sino que también tendría un impacto positivo significativo en el aspecto ambiental. Se espera que proporcione un mejor manejo de los residuos sólidos y una mayor capacidad para su disposición, lo que reduciría el riesgo de contaminación del suelo, agua y aire en la zona. En consecuencia, se anticipa que esta iniciativa contribuirá de manera positiva al desarrollo sostenible y al bienestar tanto de la población local como del entorno ambiental.

Por otro lado, en el apartado 3.1.9, referente a las 'Distancias a Cuerpos Hídricos', se evalúa la relación del área de disposición final de residuos con las fuentes hídricas permanentes y superficiales existentes en la zona. Se ha asignado una puntuación de 40 puntos a la Vereda Aceite Alto, considerando que la distancia entre los cuerpos hídricos y la ubicación propuesta para el relleno sanitario es de 1.952 metros, lo cual beneficia ambientalmente la protección del recurso hídrico.

Finalmente, en el apartado 3.1.10, se analiza la 'Dirección de los Vientos', donde se ha otorgado un puntaje de 40 a la Vereda Aceite Alto. Esta puntuación se basa en la dirección del viento, que se mueve en sentido contrario al casco urbano del municipio de Tauramena, lo que resulta en un beneficio ambiental al reducir la posibilidad de olores molestos para la población.

Recomendaciones

Después de una evaluación exhaustiva, se recomienda la vereda Aceite Alto, con coordenadas geográficas de 5°00'03.1"N y 72°43'14.7"W, como el lugar óptimo para la ubicación del nuevo relleno sanitario destinado a la disposición final de los residuos sólidos generados en el municipio de Tauramena. Este sitio, con un área de 57.5 hectáreas, ha sido seleccionado con el objetivo de cumplir con el Aspecto No.1 del Decreto 838 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, que establece los parámetros de capacidad para los rellenos sanitarios.

Se recomienda que, al llevar a cabo la evaluación definitiva del sitio para el relleno sanitario, se tomen en consideración los aspectos socioambientales actualizados, así como la población actual del municipio de Tauramena y la gestión de los residuos sólidos. Este enfoque resulta fundamental para analizar adecuadamente la problemática y para tener en cuenta estos aspectos al proyectar la población y calcular el volumen requerido para el relleno sanitario, en consonancia con la proyección de población. Lo anterior, garantiza la toma de decisiones informadas y sostenibles que benefician tanto al entorno ambiental como a la comunidad local.

Referencias Bibliográficas

Amaya, T. (2020). Plan de desarrollo municipal 2020-2023. Alcaldía Municipal de Tauramena, Casanare.

Camacho, & Lopez. (2020). *Programa ambiental para el reciclaje y transformación de los residuos plasticos PET, generados en el municipio de Tauramena, Casanare.*

CEPAL-DNP-CEMPRE, N. (2019). Encuesta a municipios sobre gestión de residuos sólidos domiciliarios. CEPAL, DNP, CEMPRE.

conPes (2016). Política Nacional Para la Gestión Integral de Residuos sólidos.

DANE. (2019). Demografía y población.

Diaz, L., & Vallejo, A. (2017). *Repositorio Universidad Catolica de Colombia.*

Empresa de Servicios Públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo Libano Tolima. (2019).
Libano, Tolima.

Figueroa Bustos, M. (2008). *Repositorio Unisucre.*

FOY. (1998). *Agenda 21.*

Gascón, Jiménez, & Pérez. (2015). Óptima ubicación de un relleno sanitario para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá empleando sistemas de información geográfica. *Dialnet*, 38-45.

Jaramillo, J. (2002). *GUÍA PARA EL DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE RELLENOS.* ANTIOQUIA, COLOMBIA.

Lopez, A. (1974). *Función Pública.*

- Luzardo, & Castillo. (2013). Evaluación del manejo de residuos sólidos en la Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga.
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2000). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y*
Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2000). Reglamento Técnico del Sector de
Agua Potable y Saneamiento Básico [recurso electrónico]: TÍTULO A. Colombia.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2000). Reglamento Técnico del Sector de Agua*
Potable y Saneamiento Básico [recurso electrónico]: TÍTULO B. Colombia.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2000). Reglamento Técnico del Sector de Agua*
Potable y Saneamiento Básico [recurso electrónico]: TÍTULO F. Colombia.
- Ministerio de desarrollo económico. (2000). Resolución 1096 de 2000. Colombia. Saneamiento*
Básico [recurso electrónico].
- Navarro, C., & Villamil, J. (2016). *Ciencia la Salle.*
- RAS. (2000).
- Reyes, E., Calderón, Y. P., & Corredor, D. C. (2018). Criterios de implementación ISO 14001:2015 Caso de estudio - Planta Industrial de Procesamiento de Residuos Sólidos del municipio de Tauramena.
- Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación.* Mexico: McGRAW-HILL
INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C. V.
- Sanclemente, Ararat, & Balanta. (2018).). *Evaluación preliminar de residuos sólidos En la plaza de mercado del municipio de puerto tejada.* Cauca.

Servicio Geológico Colombiano. (2016). *Anexos de la memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 plancha 211 – Tauramena.*

Tauramena. (2024). *Alcaldia Municipio de Tauramena.*

Ulloa, J. (2005). LOS RELLENOS SANITARIOS. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 4(1), 2-17.

Unión Temporal PGIRS Tauramena, 2. (2015). *Alcaldia Municipal de Monterrey Casanare.*

Uribe, A. (2005). Decreto 838 de 2005.

Vallejo Lopez, G. (2014). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.*

Veolia. (2019).). *Plan base para la oferta y la demanda del sistema de acueducto de la ciudad de Sincelejo. Colombia.*

Weather, S. (2023). El clima y el tiempo promedio en todo el año en Tauramena.