

DISEÑO DE RUTAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS COMO APOORTE A LA
ACTUALIZACIÓN DEL PGIRS EN EL MUNICIPIO DE OROCUE, CASANARE



PRESENTADO POR:

DANNY ANDREA ORTIZ DELGADILLO

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA

PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL

PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER

2022

DISEÑO DE RUTAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS COMO APOORTE A LA
ACTUALIZACIÓN DEL PGIRS EN EL MUNICIPIO DE OROCUE, CASANARE



PRESENTADO POR:

DANNY ANDREA ORTIZ DELGADILLO

Trabajo de grado como requisito para optar al

Título de INGENIERIA AMBIENTAL

Director: FIDEL ANTONIO CARVAJAL

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA

PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL

PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER

2022

Nota de Aceptación

Firma de Director

Firma de Jurado

Firma del Jurado

Pamplona, 18 de Junio 2022

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por ser mi inspirador y darme fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

A mi Madre por haberme dado la vida, por haberme forzado como la persona que soy hoy en día, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A mi Padre, por los ejemplos de perseverancia y disciplina que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mi Hermano por ser el ejemplo en momentos difíciles, además de su apoyo incondicional.

A mi Director del presente proyecto, y demás profesores que me compartieron muchas enseñanzas, gracias por su tiempo, por su apoyo, así como la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

A mis amigos y compañeros de estudio porque lo logramos juntos, con mucho esfuerzo, perseverancia y dedicación logramos nuestro gran objetivo.

A la Universidad de Pamplona UNIPAMPLONA y en especial al Programa de Ingeniería Ambiental por permitirme ser parte de una generación de triunfadores.

Agradecimientos

En primera estancia a Dios, por haber permitido nacer en el seno de una gran familia y brindarme la sabiduría, dedicación, bondad y amor, por darme la mano y levantarme cada vez que desfallecía, por permitir hacer realidad la culminación de mi proyecto de Grado.

A mi Madre PATRICIA DELGADILLO ROMERO y hermano JEISSON ARNOLD ORTIZ DELGADILLO, quienes siempre creyeron en mí y estuvieron presente a lo largo de mi carrera.

Gracias a la Alcaldía Municipal de Orocué, muy especial a la Secretaria de Planeación DIANA DOMINGA CEDEÑO ESTRADA, y el Ingeniero LUIS FELIPE MONROY CASTRO quienes me orientaron en cada actividad con Responsabilidad y valores, brindando de su conocimiento y experiencia, base fundamental en mi perfil profesional y ético.

Gracias al personal Administrativo y Operario de la Empresa Municipal de Servicios Públicos-EMSPO, quienes estuvieron dispuestos a brindar su apoyo e información, a resolver cualquier inquietud.

Gracias a la Universidad de Pamplona y Director del Trabajo de Grado-Ingeniero FIDEL ANTONIO CARVAJAL SUAREZ, quien a través de un proceso integral de formación se culminó en totalidad el proyecto de Grado “Diseño de rutas de recolección de residuos sólidos como aporte a la actualización del PGIRS en el municipio de Orocué, Casanare”, será un valioso aporte de conocimientos, experiencias e investigación.

Tabla de Contenido

RESUMEN DEL PROYECTO.....	11
INTRODUCCIÓN	12
JUSTIFICACIÓN	13
OBJETIVO GENERAL	15
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	15
MARCO REFERENCIAL.....	16
MARCO TEORICO.....	16
<i>Plan de Gestión Integral de Residuos Solido-PGIRS.....</i>	<i>16</i>
<i>Procedimiento para la formulación y actualización del PGIRS</i>	<i>17</i>
<i>Pasos para elaborar un PGIRS</i>	<i>18</i>
<i>Gestión de residuos sólidos Municipales.....</i>	<i>18</i>
<i>Actores y responsabilidades en la gestión de residuos solidos</i>	<i>19</i>
<i>Residuos solidos.....</i>	<i>20</i>
<i>Composición y clasificación</i>	<i>20</i>
<i>Propiedades físicas, químicas y biológicas</i>	<i>21</i>
<i>Manejo de los residuos solidos.....</i>	<i>22</i>
<i>Diseño de rutas: procedimiento para el diseño y gestión de rutas de recolección de residuos sólidos urbanos</i>	<i>23</i>
<i>Recolección y Métodos de recolección</i>	<i>24</i>
<i>Frecuencia de recolección.....</i>	<i>25</i>
MARCO CONCEPTUAL	26
MARCO CONTEXTUAL.....	28
<i>Generalidades de la Zona de Estudio.....</i>	<i>28</i>
MARCO LEGAL	29
ANTECEDENTES	34
FASE 1. DIAGNOSTICO	38
FASE 2. IMPLEMENTAR LA HERRAMIENTA SIG	39
FASE 3. GENERAR MAPAS DE RUTAS	39
FASE 4. ACOMPAÑAR VISITAS DE CAMPO.....	40
FASE 1: DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO DE RUTAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO.....	42
<i>Lista de Chequeo.....</i>	<i>44</i>
CONCLUSIONES.....	128
RECOMENDACIONES.....	131
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	132

Lista de Tablas

Tabla 1. Composición general de los residuos sólidos	21
Tabla 2. Marco Normativo Residuos Solidos	29
Tabla 3. Actividades Programadas en el PGIRS	42
Tabla 4. Micro rutas de Recolección y Transporte.	44
Tabla 5. Métodos, utilizados para el levantamiento de la Información (diagnostica), de los residuos sólidos.	45
Tabla 6. Formato Lista de Chequeo	46
Tabla 7. Diagnostico de Rutas	48
Tabla 8. Diagnostico, Ruta 1.0.....	50
Tabla 9. Diagnostico Ruta 2.0.....	52
Tabla 10. Diagnostico Ruta 3.0.....	54
Tabla 11. Tiempo, Distancia y Velocidad de cada Microruta	56
Tabla 12. Capacidad del Vehículo recolector	57
Tabla 13. Tiempo de Recolección	59
Tabla 14. Formato registro recuperadores ambientales	125

Lista de Figuras

Figura 1. Procedimiento: Formulación y actualización del PGIRS	17
Figura 2. Actores y responsabilidades	19
Figura 3. Ubicación de la zona de estudio	28
Figura 4. Esquema de Metodología	37
Figura 5. Mapa de Micro ruteo diseñado por EMSPO	43
Figura 6. Puntos Referenciados, día Lunes.....	50
Figura 7. Ruta día Miércoles.....	51
Figura 8. Puntos, día Miércoles	52
Figura 9. Ruta día Viernes	53
Figura 10. Puntos Criticos de los Barrios Jose Eustacio y Minuto de Dios.....	53
Figura 11. Puntos referenciados, Viernes	54
Figura 12. Recolección de residuos aprovechables	54
Figura 13. Instrumentos de medición.....	55
Figura 14. Edición vías en Google Earth.....	57
Figura 15. Disposición final en el Relleno Sanitario	58
Figura 16. Buscador en Google Earth.....	60
Figura 17. Mapa Municipio de Orocue	61
Figura 18. Generar Recorte.....	61
Figura 19. Delimitación área de estudio	62
Figura 20. Recorte.....	63
Figura 21. Software arcGIS	63
Figura 22. Conectar carpeta	64
Figura 23. Campo KML a Layer.....	65
Figura 24. Ejecución del proceso KML a Layer.....	66
Figura 25. Exportar Data.....	66
Figura 26. Guardando Dato (Saving Data)	67
Figura 27. Agregar Clip para manzana	67
Figura 28. Agregar Clip	68
Figura 29. Clase característica (Feature Class).....	68
Figura 30. Clip Barrio	69
Figura 31. Layer To KML	70
Figura 32. Manzanas del Municipio	71
Figura 33. Edición capa Manzana_ Clip 1.....	71
Figura 34. Activación shapefile_ MANZANA_Clip1.....	72
Figura 35. Selección de contorno y color	72
Figura 36. Aplicación contorno y color rojo.....	73
Figura 37. StarEditing.....	73
Figura 38. Edición vértices capa_ MANZANA_ CLIP1.....	74
Figura 39. Agregar Basemap	74
Figura 40. StarEditing para la capa NOMENCLATURA_VIAL_CLIP1	75
Figura 41. Edición de Vías.....	76
Figura 42. Actualización de MANZANAS y VIAS	76

Figura 43. Ajuste de Calles	77
Figura 44. Edición vía TRANSVERSAL 15a	78
Figura 45. Edición via TRANSVERSAL 15a	78
Figura 46. Conversión de puntos_GPS	79
Figura 47. Agregar puntos Waypoints	80
Figura 48. Puntos (Waypoints) cargados en arcGIS	80
Figura 49. Ventana Emergente	81
Figura 50. Puntos Unidos.....	81
Figura 51. Layer Properties.....	82
Figura 52. Puntos ubicados en el nodo	82
Figura 53. Ubicación punto 01.....	83
Figura 54. Project.....	85
Figura 55. Creación File Geodatabase	86
Figura 56. Feature Dataset	87
Figura 57. Feature Class	88
Figura 58. Network Dataset	89
Figura 59. Cuadro de dialogo.....	90
Figura 60. Cuadro de dialogo.....	90
Figura 61. Cuadro de dialogo New Network Dataset	90
Figura 62. Cuadro de dialogo.....	91
Figura 63. Atributo LONGITUD.....	91
Figura 64. Campo (VIASP)	92
Figura 65. Atributo Oneway	92
Figura 66. Agregar Nuevo atributo (Add New Attribute)	93
Figura 67. Cuadro de dialogo.....	94
Figura 68. Cuadro dialogo (Propiedades, dirección de red)	94
Figura 69. Atributo_Tiempo	95
Figura 70. Cuadro dialogo_Finish	95
Figura 71. Cuadro de dialogo_New Dataset	96
Figura 72. Cuadro de dialogo_ Adding Network.....	96
Figura 73. Activado Network Analyst	96
Figura 74. New Vehicle Routing Problem.....	97
Figura 75. Cuadro de dialogo.....	97
Figura 76. Cuadro dialogo, descripción.....	98
Figura 77. Mapa editando el campo de orden.....	99
Figura 78. Mapa editando el campo de Rutas	100
Figura 79. Edición Label Features in the Layers	100
Figura 80. Atributos de Red.....	101
Figura 81. Mapa de vias.....	102
Figura 82. Registro de puntos de recolección de residuos.....	103
Figura 83. Mapa ruta de recolección No actualizada.....	104
Figura 84. Mal estado de Vias	105
Figura 85. Microruta 1.0 Actualizada, día Lunes	106
Figura 86. Micro ruta 2.0 actualizada, día Miércoles	107
Figura 87. Microruta actualizada	107
Figura 88. Microruta 3.0 actualizada, día viernes.....	108

Figura 89. Gestión Integral de Residuos solidos	110
Figura 90. Poster Informativo	111
Figura 91. Capacitación de residuos solidos.....	112
Figura 92. Capacitación, Manejo de residuos solidos.....	112
Figura 93. Planilla de asistencia, comunidad.....	113
Figura 94. Capacitación, gestión integral- red de jóvenes	114
Figura 95. Planilla de asistencia, red de jovenes	115
Figura 96. Salud y seguridad en el trabajo.....	116
Figura 97. Capacitación, personal de aseo.....	117
Figura 98. Planilla Asistencia personal-EMSPO	117
Figura 99. Campaña plástica ¡NO MAS!.....	118
Figura 100. Acta de reunión, manejo de residuos.....	124
Figura 101. Registro datos, recuperadores ambientales.....	126
Figura 102. registro base de datos, recuperadores	126

RESUMEN DEL PROYECTO

En el contexto de Gestión Integral de Residuos Sólidos, cada municipio y distrito de Colombia debe elaborar y mantener actualizado un Plan para la Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS, sin embargo, se ha identificado que el municipio de Orocué no ha actualizado el PGIRS desde el año 2014. Además, si lo han implementado, su nivel de ejecución de acuerdo a los cronogramas establecidos de los casos es bajo.

El presente proyecto tiene como objetivo Diseñar las rutas de recolección de residuos sólidos, como aporte a la actualización del PGIRS, en el Municipio de Orocué, Casanare a través de la herramienta SIG Network Analyst y la extensión Vehicle Routing Problem (VRP).

Así mismo, se realizó el trabajo en 5 fases con diferentes actividades entre cada una de ellas, en la primera fase se efectuará el diagnóstico del estado actual del municipio y se determinarán los parámetros como velocidad del vehículo recolector, tipo de vías, longitud de vías, capacidad del carro recolector y horario de trabajo para la aplicación del software SIG y la herramienta Network Analyst, en la segunda fase se aplicará el software arcGIS, seguidamente, en la tercera fase se generarán los mapas de las micro rutas necesarias para la recolección de residuos, y finalmente se realizarán capacitaciones en la zona urbana y elaboración de actas de Reunión en comunidades indígenas.

Palabras Claves: PGIRS, Network Analyst, ArcGIS, micro ruta, residuos sólidos.

INTRODUCCIÓN

La generación de residuos sólidos ha evolucionado a lo largo de los años paralelamente a la urbanización, debido al crecimiento poblacional nos ha llevado a excesos de consumo.

El crecimiento poblacional del municipio de Orocue ha incrementado en los últimos años por la alta emigración de venezolanos, aumentando la generación de residuos sólidos urbanos, generando tiraderos de basura, incrementando el tiempo al detener el vehículo recolector en un lugar, y realizar recorridos en zonas que no están dentro de las rutas originales, haciendo que la recolección sea ineficiente. Aunque este problema siempre ha existido, en la actualidad se ha convertido en un inconveniente por el aumento de gastos en combustible y operacionales.

El problema de ruteo de vehículos (VRP), es utilizado para hallar un conjunto de rutas óptimas para la distribución y/o recolección de residuos, estas están representadas en nodos en el caso de VRP y tienen que cumplir una serie de restricciones, para que cumplan con un tiempo mínimo, una distancia mínima, esto se relaciona con algunos inconvenientes que se dan en la realidad a la hora de la recolección de residuos.

Esta propuesta está enfocada en mejorar la operación del servicio prestado a la comunidad del municipio de Orocue.

JUSTIFICACIÓN

El plan de gestión integral de residuos sólidos, es una herramienta fundamental en el marco de la responsabilidad social y ambiental. Por ello, contiene un conjunto ordenado de objetivos, programas, actividades, fases de operación, control, implementación y seguimiento de los residuos, ya que, por medio de un diagnóstico inicial, se puede elaborar estrategias para minimizar y aprovechar los residuos, desde su transporte hasta una adecuada disposición final de los mismos, y dependerá del volumen y características de los residuos generados.

Tras identificar las inconformidades por parte de los habitantes de Orocue, en cuanto, a la inadecuada gestión integral de los residuos sólidos y evidenciar el incumplimiento de la actualización e implementación del PGIRS municipal, se plantea, que este debía ser actualizado o modificado parcialmente, ya que, la dinámica de asentamiento poblacional varía con respecto al tiempo; Así mismo el inadecuado manejo de residuos, altera el paisaje y el ecosistema, afectando la salud de la Población Orocuesña, por tanto, el problema que enmarca la ejecución del presente proyecto emerge con el fin de actualizar e implementar el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) del Municipio de Orocue, Casanare, con el propósito de cumplir con lo establecido en la Guía para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los PGIRS y continuar la gestión de los residuos sólidos de acuerdo a las necesidades socioambientales que se presentan en el Municipio.

Teniendo en cuenta, el crecimiento demográfico, se requiere del diseño de microrutas de recolección de residuos sólidos, ya que, es herramienta base que permite planificar los recursos

disponibles para realizar el transporte de los residuos de una manera eficiente en cuanto a tiempos. Además, el trazado técnico de esta microruta, consigue prestar la totalidad de cobertura del servicio de recolección en el municipio, mejora la calidad de vida de la población, ya que, se logra la minimización de malos olores, menor emisión de gases por el vehículo compactador, menor riesgo de contraer enfermedades y por último mejorar la circulación vial.

Por otro lado, los residuos no recolectados, constituyen un problema de salud pública, ya que, estos ayudan a la proliferación de vectores de enfermedades como, insectos, roedores y aves de carroña. Así mismo, estos residuos son susceptibles a taponamiento de drenajes y alcantarillado fluvial y mal aspecto visual.

La normativa colombiana enfocada a el manejo de residuos sólidos debe emplear en cada municipio del país con las modificaciones a considerar pertinentes. Bajo este contexto, se apoya en la elaboración de actas de Reunion en comunidades indígenas sobre el manejo de residuos, las cuales deben contar como mínimo con lo establecido en el convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) artículo 7, numeral uno, planes y programas de desarrollo nacional y regional susceptibles de afectarles directamente (Porrás & Chamorro, 2011)

Finalmente la recolección selectiva, el aprovechamiento de residuos sólidos, el diseño de rutas para residuos aprovechables, la separación de la fuente, las campañas con recicladores en temas de educación ambiental, son acciones que permiten reducir el impacto ambiental sobre los recursos naturales, además generar una fuente de recursos para la población.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar las rutas de recolección de residuos sólidos, como aporte a la actualización del PGIRS, en el Municipio de Orocué, Casanare.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar el diagnóstico del funcionamiento de rutas de recolección de residuos sólidos en el municipio.
- Implementar la herramienta de SIG Network Analyst y la extensión Vehicle Routing Problem (VRP) para modelar las redes de transporte y simular el sistema vial.
- Generar mapas de las rutas y micro rutas optimizadas según los tiempos y distancia de recolección de residuos sólidos.
- Acompañar las visitas de campo programadas en la zona Urbana para desarrollar capacitaciones en gestión de residuos sólidos

MARCO REFERENCIAL

MARCO TEORICO

Plan de Gestión Integral de Residuos Solido-PGIRS

Los Planes de Gestión Integral de Residuos Solidos (PGIRS) son instrumentos de planeación municipal o regional que buscan garantizar el mejoramiento continuo del manejo de residuos y la prestación del servicio de aseo en los ámbitos municipal o regional.(Marin, C. 2015)

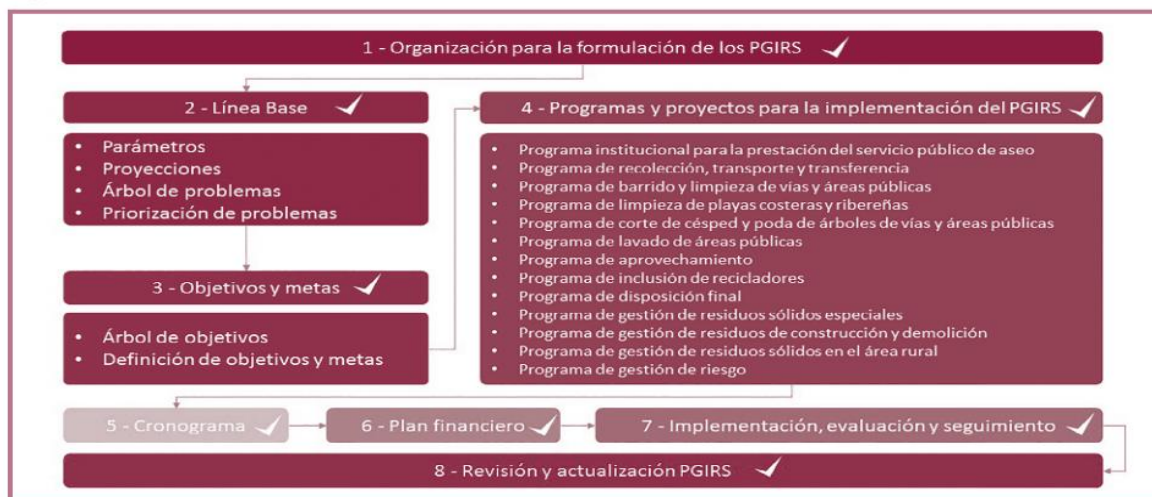
Es responsabilidad de los municipios velar porque la prestación del servicio público de aseo se dé en el marco de una adecuada planeación y gestión integral de los residuos solidos en todo su territorio, a partir de principios de calidad, eficiencia, solidaridad y sostenibilidad en función de garantizar la presencia de la comunidad en la gestión y fiscalización del servicio, lo que permite el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos. .(Marin, C. 2015)

De acuerdo con lo establecido en el Decreto 2981 del 2013, el Plan de Gestión Integral de Residuos Solidos debe desarrollarse a partir de un diagnostico integral inicial, de la evaluación de la situación actual para encontrar las debilidades y fortalezas, de la identificación de posibles escenarios futuros, del diseño y puesta en marcha de programas, actividades organizadas en un plan de acción para el corto, mediano y largo plazo y de la aplicación de un sistema de medición de resultados o programas de seguimiento y monitoreo, que permita avanzar hacia condiciones óptimas en un esquema de mejoramiento continuo, teniendo como base la Ley 142 de 1984 y la Política para la Gestión Integral de Residuos solidos establecidas por el Gobierno Nacional. (Cali,2019).

“En Colombia, se iniciaron a desarrollar los planes de gestión municipales y departamentales, a partir de la entrada de la Resolución 1045 de 2003, la cual reglamento la elaboración, implementación y actualización de los PGIRS, basándose en un diagnóstico inicial, en su proyección hacia el futuro y un plan financiero. Dicha Resolución se contempló con el Decreto 2981 de 2013, el cual reglamento la prestación del servicio público de aseo, fortaleciendo uno d ellos componentes mas importantes de los PGIRS ” (Bonivento, 2005)

Procedimiento para la formulación y actualización del PGIRS

.Figura 1. Procedimiento: Formulación y actualización del PGIRS



Fuente: Marin, C. 2015

Pasos para elaborar un PGIRS

Por el cual se adopta la metodología para la elaboración del PGIRS, el cual debe realizarse a partir del diagnóstico inicial, de la evaluación de la situación inicial para encontrar las debilidades y fortalezas, de la identificación de los escenarios futuros, del diseño y puesta en marcha de programas, proyecto y actividades organizadas en un plan de acción corto, mediano y Largo plazo. (Cuellar, 2016)

Gestión de residuos sólidos Municipales

En la actualidad el manejo adecuado de residuos sólidos municipales es uno de los temas de mayor relevancia en términos ambientales y sanitarios.

“Para abordar el manejo de los residuos sólidos municipales no es suficiente conocer los aspectos técnicos de la recolección, limpieza de calle y disposición final. Se requiere también aplicar los nuevos conceptos relacionados al financiamiento de los servicios, los enfoques descentralizados y mayor participación del sector privado, los factores concomitantes de salud, del ambiente, de pobreza en áreas marginales urbanas y de educación y participación comunitaria. (Área Metropolitana del Valle de Aburra, 2016).

Actores y responsabilidades en la gestión de residuos solidos

Los actores y previas responsabilidades se describen en la siguiente figura 2.

Figura 2. Actores y responsabilidades

El municipio	Empresa de servicio público, incluyendo recicladores de oficio formalizados	Generador
Responsabilidades: • Formular, diseñar, adoptar y comunicar el PGIRS. • Establecer los mecanismos de seguimiento y control apropiados. • Diseñar e implementar las medidas de ajuste y mejora, conforme a los resultados para mejorar la implementación del PGIRS. • Generar espacios de participación ciudadana y espacios que permitan permanentemente mantener informada a la comunidad sobre los avances en la gestión integral de residuos.	Responsabilidades: • Cumplir con los servicios de recolección y transporte en las rutas y horarios designados. • Diseñar un plan de financiamiento para el recambio de vehículos de recolección y equipos. • Formular y planificar la actividad de aprovechamiento y tratamiento de residuos, definiendo el ruteo, frecuencias y sitios de disposición final alternativa. • Cumplir con el programa de poda de árboles y césped, barrido y lavado. • Disponer para aprovechamiento los residuos de plazas de mercado y poda de árboles y césped conforme a lo estipulado por la Resolución 754 de 2015.	Responsabilidades: • Prevenir la generación de residuos. • Separación y almacenamiento. • Cumplimiento de horarios para la presentación de residuos.

Fuente: Marin, C. 2015

Problemas de la gestión de Residuos

Los problemas asociados a la gestión de residuos solidos en la sociedad actual son complejos, por ejemplo, la cantidad y naturaleza diversa de los residuos, desarrollo de zonas urbanas dispersas, limitaciones de fondos para los servicios públicos, impactos de la tecnología, entre otros. En consecuencia, si la gestión de residuos solidos ha de realizarse de una forma eficaz y ordenada, las relaciones y los aspectos fundamentales implicados deben ser identificados y

ajustados para la uniformidad de los datos, y a su vez, ser comprendidos de forma clara. (Toro & Galvez, 2016)

Residuos solidos

Son aquellos residuos comúnmente conocidos que son desechados a diario, abarca productos plásticos, envases de comida, residuos orgánicos como céspedes y ramas de jardines, muebles, electrodomésticos, envases. (Afon & Okewole, 2007)

Composición y clasificación

Los residuos sólidos urbanos se componen de los residuos de tipo doméstico, comercial y alguno de tipo industrial no peligrosos o recogidos por las entidades públicas o privadas.

En la tabla 1 los residuos sólidos, se clasifican en:

- Urbanos: residenciales, comerciales e institucionales
- Industriales peligrosos: Tóxicos, explosivos, inflamables, radiactivos, patógenos.
- Agrícolas: Los residuos sólidos principales se componen de material inorgánico y orgánico.

Tabla 1. Composición general de los residuos sólidos

COMPOSICION GENERAL	COMPOSICION TOPICA	COMPOSICION ESPECIFICA
ORGANICOS	Alimentos putrescibles	Alimentos, vegetales
	Papel y Cartón	Papel, Cartón
	Plásticos	PET, PVC, PP, Otros
	Telas/ropa	Productos textiles, alfombras, gomas, pieles
	Residuos de jardín	Restos de jardín
	Madera	Madera
	Restos Orgánicos	Huesos
INORGANICOS	Metales	Latas, metales ferrosos, aluminio, metales no ferrosos
	Vidrios	Incoloros coloreados
	Suciedad	Tierra, Cenizas, piedras
	No clasificadas	Objetos voluminosos

Fuente: (Cuellar, 2016).

Propiedades físicas, químicas y biológicas

➤ Propiedades Físicas

Las características físicas fundamentales de los Residuos Sólidos Urbanos incluyen: pesos específico, contenido de humedad, tamaño de partícula y distribución del tamaño.

➤ **Propiedades Químicas**

La información de la composición química de los componentes que conforman los residuos sólidos urbanos, es importante para evaluar las opciones de procesamiento y recuperación. Dependiendo de su composición final (incineración, compostaje), se hacen los siguientes análisis:

-Análisis físico

-Punto de ebullición

-Análisis elemental

-Contenido energético

➤ **Biológicas**

-Biodegradabilidad de los componentes

-Producción de olores

-Reproducción de moscas (Cuellar, 2016)

Manejo de los residuos sólidos

El manejo de residuos sólidos está comprendido por todas las actividades funcionales u operativas relacionadas con la manipulación de los residuos sólidos desde el lugar donde son generados hasta la disposición final de los mismos. (Saenz & Urdaneta, 2014)

Diseño de rutas: procedimiento para el diseño y gestión de rutas de recolección de residuos sólidos urbanos

Las personas prestadoras del servicio de aseo en la actividad de aprovechamiento en el Distrito corresponden a las personas autorizadas conforme al artículo 15 de la Ley 142 de 1994, incluidas las organizaciones de recicladores de oficio, sujetas a la inspección, control y vigilancia de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.(Pineda, M. 2021)

Según Sakurai Kunitoshi (1980), las etapas del procedimiento para el diseño de las rutas de recolección son cinco. Se inicia con la sectorización, en la cual se determinan los límites de los sectores y subsectores, luego una diagramación, en la cual se siguen algunas reglas para su elaboración, después se verifican las rutas, se implementan y por último se evalúan las rutas ya implantadas. (Martínez, M. 2017)

Según SEDESOL (1997), las etapas del procedimiento para el diseño de las rutas de recolección son dos:

-Etapal, Macroruteo: Requerido para diseñar macro rutas, los cuales consisten en la asignación de vehículos recolectores a diversas áreas de la ciudad para realizar la recolección, se puede hacer partiendo de una población de una zona de la Ciudad, de la producción por residuos en kg/habitante por día y de la frecuencia del servicio.

-Etapal 2, Microruteo: Recorrido específico que deben cumplir diariamente los vehículos de recolección en las áreas de la población donde han sido asignados. El objetivo es recolectar los residuos sólidos generados por los habitantes de dicha área, utilizando métodos heurísticos y modelos matemáticos. (Martínez, M. 2017)

Recolección y Métodos de recolección

Dependiendo la zona en donde se va a realizar la recolección, se pueden presentar diferentes métodos, por ejemplo, los métodos mecanizados y semimecanizados se utilizan normalmente en sectores urbanos a diferencia de los sectores rurales, en los cuales se efectúa según la demanda del servicio y el grado de tecnificación de los equipos, los métodos de recolección se clasifican así:

- **Método de Esquina o de parada Fija** (demanda discreta semimecanizada con alta participación del usuario): Se puede decir que es el método más económico y, es aquel mediante el cual los usuarios del sistema llevan sus recipientes hasta donde el vehículo recolector se estaciona para prestar el servicio. (Rodríguez, A. 2017)
- **Método de Acera** (demanda semimecanizada con mediana participación del usuario): En este método, el personal operativo del vehículo recolector toma los recipientes con basura que sobre la acera han sido colocados por los usuarios del servicio, para después trasladarse hacia el vehículo recolector, con el fin de vaciar el contenido dentro de la tolva o sección de carga de dicho vehículo. (Rodríguez, A. 2017)
- **Método Intradomiciliario o de Llevar y Traer:** Este método es semejante al anterior, con la variante de que los operarios del vehículo recolector, entran hasta las casas por los recipientes con basura, regresándolos hasta el mismo sitio de donde los tomaron, una vez de haberlo vaciado dentro de la caja del vehículo. Naturalmente este método de recolección suele resultar más costoso que el de acera. (Rodríguez, A. 2017)
- **Método de contenedores:** El método de contenedores, es semejante al de esquina, ya que, el vehículo recolector debe detenerse en ciertos puntos predeterminados para llevar a cabo la prestación del servicio. (Rodríguez, A. 2017)



Frecuencia de recolección

En el sistema de recolección se debe tener en cuenta una de las etapas importantes, la cual es la frecuencia de recolección, ya que de esta depende que el volumen de basuras acumuladas no sea excesivo, previniendo la proliferación de vectores.

En cuanto a la regularidad con la que se debe recolectar la basura se presentan las siguientes alternativas:

- **Recolección Diaria:** Es el sistema que busca alcanzar en la mayoría de las ciudades medias y grandes. Los camiones recolectores deben recorrer la totalidad de las rutas diariamente, excepto los domingos; Para efecto prácticos, puede decirse que los lunes se recolecta un 100% más de basura, que el resto de los días de la semana. (Rodríguez, A. 2017)
- **Recolección cada tercer día:** El camión recolector pasa un día si y otro no, a excepción de los domingos, por lo que equivale que pasa tres veces por semana. (Rodríguez, A. 2017)
- **Recolección dos veces por semana:** El camión establece un horario de servicio en el que eligen dos días a la semana cada dos o tres días. (Rodríguez, A. 2017)

MARCO CONCEPTUAL

Para efectos de este proceso, se adoptan las siguientes definiciones:

ArcGIS: Es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Como la plataforma líder mundial para crear y utilizar sistemas de Información Geográfica (SIG), ArcGIS es utilizada por personas de todo el mundo para poner el crecimiento geográfico al servicio de los sectores del gobierno, la empresa, la ciencia, la educación y los medios. (esri)

Basura: Todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios e instituciones de salud, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o recirculación a través de un proceso productivo. Son residuos solidos que no tienen ningún valor comercial, no se reincorporan al ciclo económico ni productivo.

Macro rutas: Es la división geográfica de una ciudad, zona o área de prestación del servicio para la distribución de los recursos y equipos a fin de optimizar la actividad de recolección de residuos, barrido y limpieza de vías y áreas públicas.(RAS, 2000)

Micro rutas: Es la descripción detallada a nivel de calles y manzanas del trayecto de un vehiculo o cuadrilla, para la prestación del servicio público de recolección de residuos; del barrido y

limpieza de vías y áreas públicas y/o corte de césped y poda de árboles ubicados en las vías y áreas públicas. (RAS, 2000)

Recolección: Toda operación consistente en recoger, clasificar, agrupar o preparar residuos para su transporte. (RAS, 2000)

Residuo sólido: Cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido que se abandona, bota o rechaza después de haber sido consumido o usado en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios e instituciones de salud y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con un valor económico.

SIG: Un sistema de información geográfica es un sistema empleado para describir y categorizar la Tierra y otras geografías con el objetivo de mostrar y analizar la información a la que se hace referencia espacialmente. Este trabajo se realiza fundamentalmente con los mapas.

MARCO CONTEXTUAL

Generalidades de la Zona de Estudio

El Municipio de Orocue -Casanare, se encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas $4^{\circ}47'23''$ N y $71^{\circ}20'21''$ O; Orocue se encuentra localizado a 6 horas de Yopal, o por via fluvial a 2 horas desde el Algarrobo por el Rio Cravo Sur (ver figura 3), a través de estos recorridos tendrá la oportunidad de observar la abundante vegetación de bosques de galerías y de sabanas. (Gobernación de Casanare, 2019)

Figura 3. Ubicación de la zona de estudio



Fuente:Autor, 2022

MARCO LEGAL

Tabla 2. Marco Normativo Residuos Solidos

TEMA GENERAL	TITULO DE LA NORMA	AÑO	DESCRIPCION
Tratados y Protocolos en Colombia	Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su eliminación:		El convenio, en vigor desde mayo de 1992 busca proteger la salud de las personas y el medio ambiente frente a los efectos perjudiciales de los desechos peligrosos. Las disposiciones del Convenio giran en torno a la disminución de la generación de desechos peligrosos y la promoción de la gestión ambientalmente racional de los desechos peligrosos, la restricción de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos, y la aplicación de un sistema regulatorio para los movimientos permisibles de desechos peligrosos.
	Protocolo de Kyoto		Establece metas vinculantes de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero para los países industrializados, reconociendo que son los principales responsables de los elevados niveles de emisiones que hay actualmente en la atmósfera y bajo el principio de las responsabilidades comunes

			pero diferenciadas. (Observatorio del principio 10 en América Latina y el caribe)
	Acuerdo de Paris (de la convención marco sobre el cambio climático):		En este acuerdo se concluyó con la adopción de la Decisión y del Acuerdo de Paris. Dicho acuerdo regirá a partir de 2020 y pretenderá mantener el aumento de la temperatura global muy por debajo de los 2°C, aumentando la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promoviendo la resiliencia al clima. (Observatorio del principio 10 en América Latina y el caribe)

TEMA GENERAL	TITULO DE LA NORMA	AÑO	DESCRIPCION
Normas en Colombia	Decreto 1505 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	2002	Modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de los residuos sólidos y se dictan otras disposiciones
	Decreto 1505	2003	Se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre la disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones
	Decreto 838	2005	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones
	Decreto 596	2016	La cual trata el incrementar las tasas de aprovechamiento de los residuos sólidos en el país.
	Resolución 541	1994	Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, 44 Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.

	Resolución 754	2014	Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos”. Este decreto se complementa con el 2981 de 2013 define el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos como el “instrumento de planeación municipal o regional que contiene un conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos, actividades y recursos definidos por uno o más entes territoriales para el manejo de los residuos sólidos, basado en la política de gestión integral de los mismos, el cual se ejecutará durante un periodo determinado, basándose en un diagnóstico inicial, en su proyección hacia el futuro y en un plan financiero viable que permita garantizar el mejoramiento continuo del manejo de residuos y la prestación del servicio de aseo a nivel municipal o regional, evaluado a través de la medición de resultados.
--	-----------------------	-------------	---

TEMA GENERAL	TITULO DE LA NORMA	AÑO	DESCRIPCION
Normas en Colombia	Resolución 1045 de Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT	2003	Por el cual se adopta la metodología para la elaboración de los PGIRS y se toman otras determinaciones.
	Resolución 799	2012	Establece que los residuos deben ser separados en la fuente y se deben encontrar limpio y seco para su posterior disposición en bolsas de color blanco y ser entregado al Servicio Público de Aprovechamiento.

Fuente: Autor, 2022

ANTECEDENTES

Mundial

La gestión de los residuos sólidos es un problema universal que atañe a todo habitante del planeta. Y con mas del 90% de los desechos sólidos que se vierten o queman a cielo abierto en los países de ingreso bajo, son los pobres y los mas vulnerables quienes se ven más afectados. (Banco Mundial, 2018) [1]

Según, Sameh Wahba, Director de Desarrollo Urbano y Territorial, Gestión de Riesgos de Desastres, y Resilencia del Banco Mundial, afirmo “la gestión inadecuada d ellos desechos está produciendo la contaminación de los océanos del mundo, obstruyendo los drenajes y causando inundaciones, transmitiendo enfermedades, aumentado las afecciones respiratorias por causa de la quema, perjudicando le desarrollo económico, por ejemplo el aspecto turístico“ (Banco Mundial,2018). [1]

Por tanto, a nivel mundial se ha acelerado en las ultimas décadas, así, lo anuncio un informe de la Organización Britanica Verisk Maplecroft “la voluntad y habilidad de los países para manejar sus desechos sólidos“ , según el estudio, los resultados demuestran que en términos de gestión de residuos, Estados Unidos ocupada una posición baja comparado con otros países desarrollados.(BBC, News Mundo, 2019) [2]

Internacional

En el trabajo “ Mejora del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos empleando herramienta SIG, un caso de estudio “ realizado por Juan Antonio Araiza Aguilar y Miguel Eduardo Jose Zambrano en México, en el año 2014, “ Una de las causas de la contaminación ambiental en México es el aumento por la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Desde los años 50, la producción se ha incrementado en casi 13 veces, pasando de 8,200 a 109,000 t/d. Sin embargo, el eje fundamental no radica en las grandes cantidades generadas, sino en el trabajo que demanda manipular en los ámbitos municipales y estatales. Bajo este contexto, en el presente documento se realizo la propuesta de mejora del sistema de recolección de los RSU en dos localidades del municipio de Villa Flores y Chiapas, empleando datos geográficos en combinación con el software SIG para lograr la disminución de tiempo en el recorrido. (Araiza A & Zambrano J, 2015)

Nacional

En Colombia, desde hace casi medio siglo se ha intentado dirigir el manejo de residuos solidos a través de la legislación, con la cual se pretende minimizar el problema que afecta actualmente al medio ambiente y consecuentemente a la sociedad.

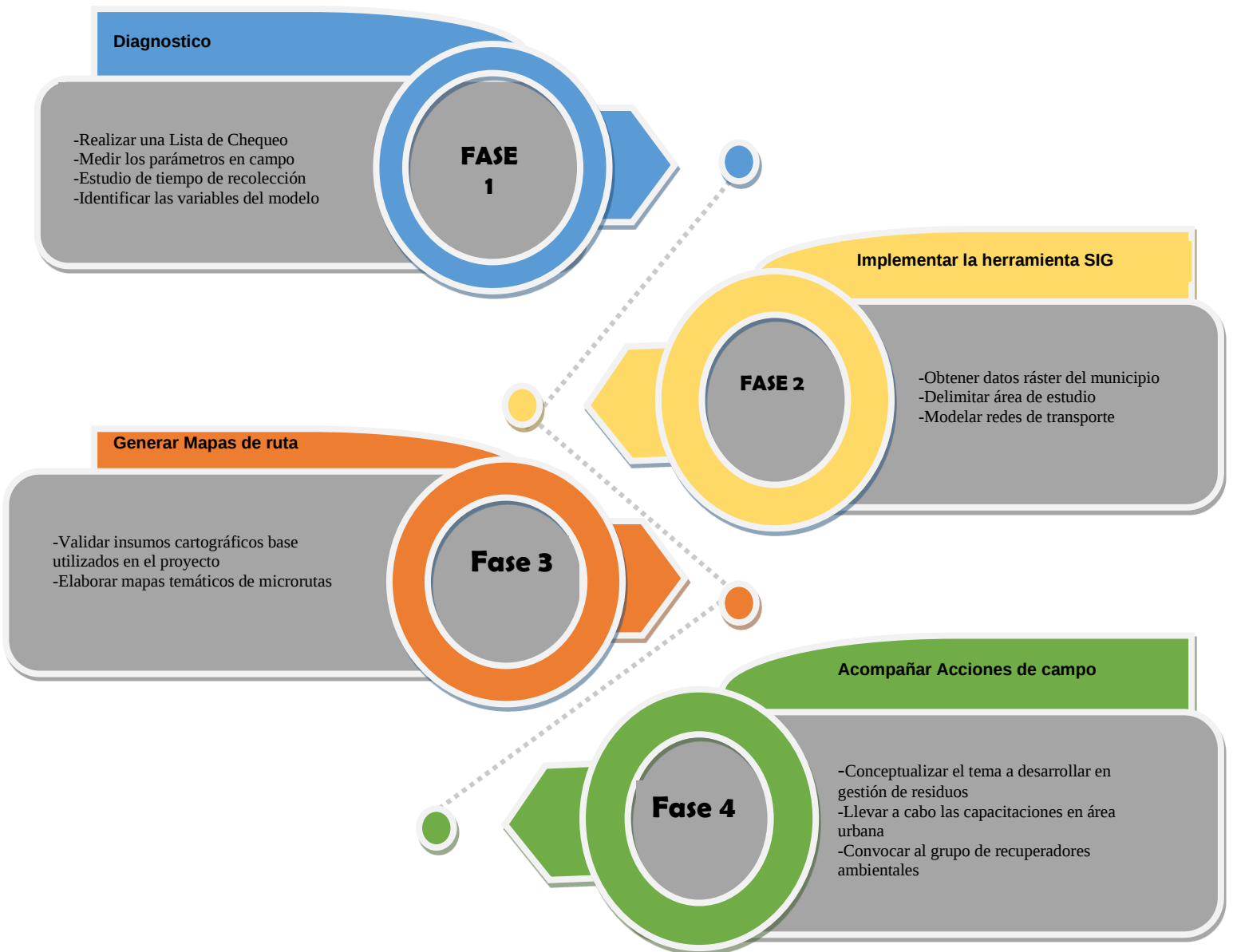
Finalmente, en el estudio, “diseño de un modelo de recolección de las rutas selectivas de los residuos aprovechables; como apoyo a las asociaciones de recicladores de la ciudad de Tunja-

Boyaca”, realizado por Leydi Milena Pineda López y Cristian Fabian Aranda, estudiantes de la universidad nacional Abierta y a Distancia-UNAD, en el año 2017 se da a “Optimizar el diseño de rutas selectivas para la recolección de residuos sólidos aprovechables”, donde se inicia con el seguimiento a las asociaciones de reciclaje y caracterización de los barrios, con el fin de obtener información sobre los puntos más críticos de acceso tanto para los recolectores formales como los informales, también se analiza si las asociaciones con las que cuenta actualmente la ciudad están cumpliendo a cabalidad con el propósito asignado. (López, L & Aranda, R 2017)

METODOLOGIA

Para el diseño de las de rutas de recolección de residuos sólidos y apoyo técnico en la actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del municipio de Orocué, se llevarán a cabo las siguientes fases, partiendo de los objetivos del presente proyecto, las cuales se exponen a continuación (ver figura 4)

Figura 4. Esquema de Metodología



Fuente. Autor, 2022

Para el diseño de rutas de recolección de residuos sólidos como aporte a la actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) del Municipio de Orocue, Casanare. Se llevarán a cabo las siguientes cuatro fases principales:

Fase 1. Diagnostico

En esta fase, se lleva a cabo una lista de chequeo para recolectar información de la situación actual del municipio de Orocue. Dentro de esta fase se realiza la medición de parámetros en campo como:

- velocidad del vehículo: Por medio del GPS, se obtendrá la información de velocidades, características del recorrido de las rutas, permitiendo determinar los tramos donde el proceso es más lento.

- Recolector, tipo de vías: A través de mapas de infraestructura vial suministrados por la Alcaldía Municipal de Orocue contempladas en el Plan de Ordenamiento Territorial.

- Longitud de Via: La información será obtenida de Ordenamiento territorial del municipio y procesada en el sistema de información geográfica y actualizada mediante una imagen de alta resolución (Google Earth) para obtener las respectivas longitudes de las vías.

- capacidad del carro recolector: Se consulta las respectivas cualidades de los vehículos de recolección de la entidad EMSPO, Empresa Municipal de Servicios Públicos de Orocue.

- horario de trabajo: Se obtiene la información de los horarios establecidos por el operador del servicio y consignados en el contrato de condiciones de la empresa EMSPO.

También se hará el estudio de tiempo de recolección con el fin de determinar el tiempo muerto y restarlo al tiempo total del recorrido. Por tanto, los parámetros mencionados anteriormente se registran en un formato de campo denominado ``Diagnostico de Rutas de recolección y transporte de Residuos Sólidos del Municipio de Orocue´´.

Fase 2. Implementar la herramienta SIG

Se realizará una síntesis diagnóstica teniendo en cuenta la fase uno, en apoyo con el software de licencia libre arcGIS, con el fin de brindar soluciones que permitan plasmar las microrutas selectivas de recolección del municipio, obteniendo datos raster actualizado del municipio para delimitar el área el estudio; se modelará las redes de transporte a partir de la herramienta Network analyst por medio de una validación manual.

Fase 3. Generar Mapas de Rutas

Se elaborará mapas temáticos de rutas y microrutas según distancias optimizados, a partir de la validación de insumos como coordenadas y muestra cartográfica que corresponda al plano, utilizando la herramienta SIG, Network Analyst y la extensión Vehicle Routing Problem (VRP).

El Network Analyst es una de esas extensiones creadas para el análisis de rutas y de tiempos de respuesta y nos ayuda a aclarar preguntas como; la ruta para llegar más rápido de un punto a otro, los lugares que se encuentran más cerca o a determinado tiempo, la cobertura de lugares y en caso de emergencia que ruta debe tomar una ambulancia para llegar más rápido a un incidente (Giraldo & Lopez, 2015).

Así mismo, la extensión ArcGIS Network Analyst permite un dataset de red y realizar los análisis en un dataset de red. La mejor manera de aprender sobre Network Analyst es utilizarlo, y tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ Utilizar ArcCatalog para crear y generar un dataset de red a partir de las clases de entidad almacenadas dentro de una geodatabase.
- ✓ Definir reglas de conectividad y atributos de red para el dataset de red.
- ✓ Realizar diversos análisis de red en ArcMap utilizando la barra de herramientas de Network Analyst.
- ✓ Aprender a utilizar las herramientas de geoprocésamiento de Network Analyst para crear modelos que automatizan los análisis.(esri, 2011)

Fase 4. Acompañar Visitas de Campo

En esta fase, se plantea realizar capacitaciones en el área Urbana, previamente se prepara el material didáctico para llevar a cabo las capacitaciones según el cronograma propuesto por la entidad sobre gestión de residuos sólidos.

Por otro lado, se realizara la consulta de fuentes primarias y secundarias en tiempo y lugar de información urbana y rural relacionada con gestión de residuos, se procederá a convocar el grupo de recuperadores ambientales del municipio con el fin de oficializar el grupo con estatutos.

RESULTADOS Y ANALISIS

FASE 1: DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO DE RUTAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO.

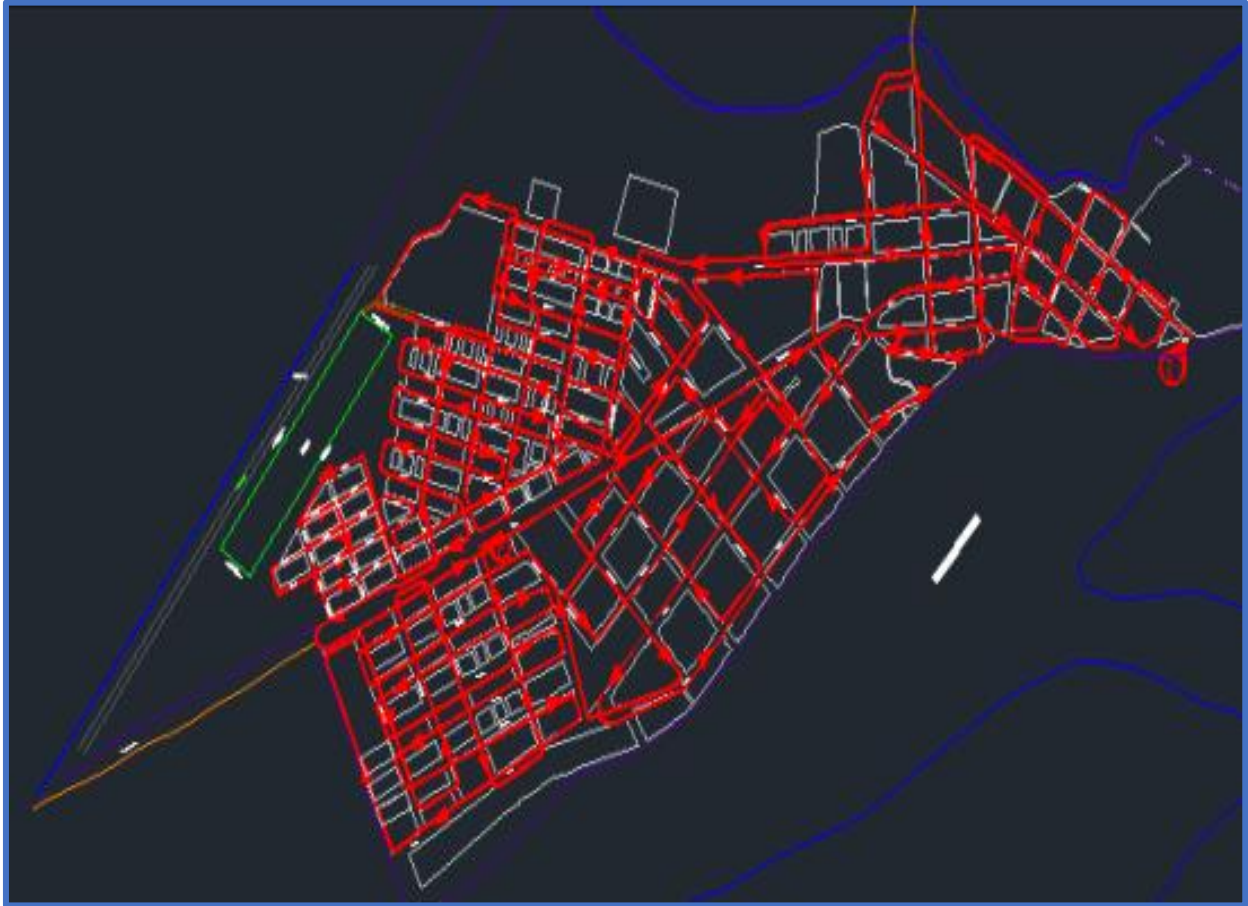
Estos resultados responden al Primer objetivo del presente documento, se realizó un estudio previo de la última actualización del año 2020 del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, cuyo resultado evidencia la necesidad de realizar una actualización del sistema de recolección de residuos con el diseño de las respectivas rutas; A continuación se describen las actividades que se encuentran atrasadas en cuanto a su ejecución (ver tabla 3)

Tabla 3. Actividades Programadas en el PGIRS

	República de Colombia. Departamento de Casanare ALCALDIA MUNICIPAL DE OROCUE						 Nit. 892099392-4	
PROGRAM A	PROYECT O	ACTIVIDAD ES	AÑO				VERIFICACIÓ N	OBSERVACIÓ N
			2021	2022	2023	2024		
Programa de Recolección y Transporte	Proyecto RT-001: Sistema de recolección selectiva de residuos	Actualizar Rutas de Recolección	X	X		x	Revisión de Registros	En proceso de Actualización
	Proyecto RT-002: Sistema de Recolección selectiva	Diseñar y actualizar rutas selectivas de recolección	X	x	X	x	Revisión de Registros	El municipio realiza recolección de residuos orgánicos los días lunes y viernes y los miércoles de residuos inorgánicos Figura 5

Fuente: EMSPO

Figura 5. Mapa de Micro ruteo diseñado por EMSPO



Fuente: EMSPO

Microrutas de recolección y Transporte. La Unidad de servicios públicos presta el servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final en la zona urbana a usuarios de los estratos 1,2 y 3, y usuarios de actividades económicas tiene una cobertura del 100%. La frecuencia de recolección es Lunes y Viernes recolección de Orgánicos- miércoles recolección de Inorgánicos. En las mismas rutas de recolección presta sus servicios a los supermercados

Tabla 4. Micro rutas de Recolección y Transporte.

Vehículo	Barrio	Frecuencia						
		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Dom
FVZ	Bello Horizonte, Tierra Blanca, Candelaria, La							
FORWARD	Unión, San Gregorio, Centro, Escalones, La Manga, Santa Rita, Jacinto Moreno,	O		I		O		

Fuente: PGIR, 2020

Orgánicos



Inorgánicos



Lista de Chequeo

Así mismo, se diseñó una lista de chequeo con el propósito de inspeccionar el estado actual de la recolección y transporte de los residuos. Se identificó por medio de una matriz los componentes que se evalúan de acuerdo a la Guía para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización del Plan de gestión integral residuos sólidos (PGIRS) del Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (ver tabla 6 y Apéndice A).

Tabla 5. Métodos, utilizados para el levantamiento de la Información (diagnostica), de los residuos sólidos.

No.	COMPONENTE	OBSERVACION	HERRAMIENTA DE RECOLECCION	REGISTRO FOTOGRAFICO	
				SI	No
1	Generación	Directa	Formato 1. Lista de Chequeo	x	
2	Aprovechamiento	Directa		x	
3	Recolección y Transporte	Directa		x	
4	Disposición Final	Directa		x	

Fuente: Autor, 2022

Tabla 6. Formato Lista de Chequeo

 FORMATO INSTRUMENTO DE CAMPO, PLANTA DE RESIDUOS SOLIDOS DEL MUNICIPIO DE OROCUE				
Responsable:			EMSP0-FO-01	
Fecha:	Hora Inicio:	Hora Finalización:		
Aspecto a Evaluar	CUMPLE		Observaciones	Registro Fotográfico
	SI	NO		
GENERACION				
Se Identifican los contenedores para la disposición de los residuos solidos				
Se cuenta con la ruta para la recolección de residuos solidos				
Cuenta el Centro de Acopio de residuos reciclables, con condiciones óptimas para el almacenamiento				
APROVECHAMIENTO				
Se tiene un contenedor destinado para los residuos solidos aprovechables				
Se entrega los residuos reciclables a la asociación de recuperadores ambientales u otras asociaciones				
El personal esta capacitado para el aprovechamiento de residuos solidos (capacitaciones, talleres)				
Se lleva control de las cantidades de los residuos aprovechados (registro en formatos)				

RECOLECCION Y TRANSPORTE				
Usan los EPP adecuada para la recolección de los residuos (Uniforme, guantes, gorro, tapabocas, botas, careta respiratoria)				
Realizan el procedimiento de recolección con las normas basicas de seguridad. (evitan riego de fluidos, no arrastran las bolsas)				
Los operarios, cumplen con los dias de recolección de residuos de acuerdo a la ruta establecida.				
Los residuos solidos son entregados correctamente en la zona de descarga				
DISPOSICION FINAL				
Cuenta con áreas de accesos restringido y con elementos de señalización				
Tiene iluminación y señalización adecuado				
Cuenta con equipos de extinción de incendios recargados bien ubicados y señalizados				
Cuenta con Manual de Limpieza y desinfección para el almacenamiento de residuos solidos				
Realizan la entrega de acopio de registro de residuos con los datos correctos y completos según el formato establecido por la empresa.				
La empresa cuenta con un Plan de Contingencia y Emergencia				
Fuente: Guía para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de gestión integral residuos sólidos (PGIRS)				

Fuente: Autor, 2022

Medir Parámetros en Campo

Se medió y registro en cada punto de recolección de residuos parámetros como: Barrio, N° punto, dirección, tipo de vía, estado de vía, Hora inicio, Hora final y tiempo (minutos); con la implementación del formato (tabla 8) según los criterios dados con anterioridad para ser diligenciado en la actualización de rutas o cuando las condiciones de la Empresa lo ameriten a manera de informe de Actualización del PGIRS y finalmente se tomó la evidencia mediante registro fotográfico.

Tabla 7. Diagnostico de Rutas

	FORMATO “DIAGNOSTICO DE RUTAS DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL MUNICIPIO DE OROCUÉ”							 EMSPO-FO-02
RUTA N° - DIA-TIPO DE RESIDUOS								
Fecha:								
VEHICULO (Tipo)								
Barrio	N° Punto	Dirección	Tipo de via	Estado_via	Hora Inicio	Hora Final	A.M/P.M	Tiempo (min)
Responsable:								

Fuente: Autor, 2022

Micro Ruta 1.0

La **Micro ruta 1.0** comprende los barrios de: Bello Horizonte, Tierra Blanca, Candelaria, La Unión, San Gregorio, Centro, Escalones, La Manga, Villa Docente, Santa Rita, José Eustacio, Jacinto Moreno tiene una distancia de 20095,633 metros(m), de las cuales las vías de algunos Barrios no se encuentra pavimentada en su totalidad, la entrada en operación de esta ruta fue el 28 de Marzo del año 2022. La dirección de inicio de la microruta es en el predio ubicado en la Calle 4ªB- barrio Bello Horizonte en un tiempo de recorrido de (01:00) minuto (min) y culmina en el predio ubicado en la dirección Calle 4A18-66 con un tiempo de recorrido de nueve (0:09) minutos (min) y una velocidad media del recorrido de 35,567 (m/min); Los días de frecuencia de la micro ruta son los días lunes, entre las 2 A.M hasta las 12 del mediodía. (ver Apéndice B)

La mayor parte del recorrido corresponde a la dirección Calle 4a No. 13-22_barrio la Unión con un tiempo de (13:00) minutos (min), ya que, el vehículo recolector presento fallas mecánicas. En cuanto a el tiempo de descarga de los residuos sólidos en la Planta de Residuos Sólidos, la primera descarga fue en un tiempo de doce (00:12) minutos (min) y la segunda fue de cuarenta y cinco (00:45) minutos (min), descarga que obtuvo mayor tiempo, debido a fallas técnicas del vehículo. Finalmente se tiene un total de 126 puntos marcados con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), con un tiempo total de recorrido de nueve (9) horas con cincuenta y cinco (55) minutos (min).

Tabla 8. Diagnostico, Ruta 1.0

Ruta realizada el día Lunes
Barrios: Bello Horizonte, Tierra Blanca, Candelaria, La Unión, Centro, Escalones, La Manga, Santa Rita, San Gregorio, Villa Docente, Antonio Leccioni, Jose Estacio, Jacinto Moreno
Ruta 1.0, puntos Referenciados con GPS,día Lunes Figura 6. Puntos Referenciados, día Lunes  Fuente: Google Earth Pro, 2022
Descripción: El día Lunes 28 de Marzo se llevo a cabo la ruta 1.0 la cual tiene una cobertura de 13 barrios, estan son desarrolladas caminando, puerta a puerta por parte de dos operadores. La cual tiene un tiempo de recolección de residuos de 565 minutos (min)
Según diagnostico y analisis no se determina el pesaje de los residuos solidos recolectados en la semana.
Debilidades: No se hace un cubrimiento total de cada uno de los barrios, ya que se identifican vias No pavimentadas,por ende, los operarios pasan por alguna de las vias principales o ya se tiene conocimiento de algunos puntos criticos donde los usuarios depositan los residuos solidos. Las rutas realizadas cumplen con el horario establecido de 2 A.M hasta las 12 P.M, pero hay retardos por parte del carro recolector al momento de presentar fallas mecanicas por fallas mecanicas. Estas rutas son las rutas más agotadoras en cuanto a la parte fisica del operario, ya que, se recolectan los residuos generados del día Viernes, sabado y Domingo.
Observaciones: Barrios como Minuto de Dios, Antonio Leccioni, Jacinto Moreno no transita el carro recolector, ya que algunas vias se encuentran en estado No pavimentadas. Actualmente se encuentra en fase de planificación el proyectos de Pavimentación para el barrio Antonio Leccioni

Fuente: Autor, 2022

Micro Ruta 2.0

La **Micro ruta 2.0** comprende los barrios de: Bello Horizonte, Tierra Blanca, Candelaria, La Unión, San Gregorio, Centro, Escalones, La Manga, Villa Docente, Santa Rita, José Eustacio, Jacinto Moreno tiene una distancia de 17332,061 metros (m), de las cuales algunas vías no se encuentran pavimentadas en su totalidad, la entrada en operación de esta ruta fue el 09 de Marzo del año 2022. La dirección de inicio de la microruta es en el predio ubicado en la Calle 4ªB- barrio Bello Horizonte en un tiempo de recorrido de ocho (0:08) minutos (min) y culmina en el predio ubicado en la dirección Calle 4A18-66 con un tiempo de recorrido de seis (0:06) minutos (min) y una velocidad media del recorrido de 31,005 (m/min); Los días de frecuencia de la micro ruta son los días Miércoles, entre las 2 A.M hasta las 12 del mediodía (ver Apéndice B2) . A continuación, se presenta el Registro Fotográfico utilizado en la Ruta día Miércoles (ver figura 7)

Figura 7. Ruta día Miércoles



Fuente: Autor, 2022

Tabla 9. Diagnostico Ruta 2.0

Ruta realizada el día Miércoles en la Semana
Barrios: Bello Horizonte, Tierra Blanca, Candelaria, La Unión, Centro, Escalones, La Manga, Santa Rita, San Gregorio, Villa Docente, Antonio Leccioni, Jose Estacio, Jacinto Moreno
Ruta 2.0, <i>Puntos Referenciados con GPS, día Miércoles</i>
Figura 8. Puntos, día Miércoles  Fuente: Google Earth Pro, 2022
Descripción: Las rutas realizadas el día Miércoles 23 de Marzo las cuales tienen una cobertura de 13 barrios, están desarrolladas caminando, puerta a puerta por parte de dos operadores. La cual tiene un tiempo de recolección de residuos de 559 minutos (min)
Según diagnostico y analisis se registro 126 puntos, el cual el punto 117 que corresponde a el Barrio Jose Eustacio Rivera, Diagonal 4C 20-10, no pasa el carro recolector por que la via se encontraba en mal estado.
Debilidades: No se cuenta con un numero especifico de operarios, estas rutas se basan en la extensión del barrio donde se trabaja con dos operarios para agilizar la recolección. La falta de educación ambiental hacia los usuarios hace difícil la recolección debido a que la población pierde la continuidad de separación en la fuente.
Observaciones:
Barrios como Candelaria y Centro, realizan recolección de residuos aprovechables (carton, PET) y son recolectados por la empresa ORINOQUIA, PROYECTOS Y SOLUCIONES.

Fuente: Autor, 2022

Micro Ruta 3.0

La **Micro ruta 3.0** comprende los barrios de: Bello Horizonte, Tierra Blanca, Candelaria, La Unión, San Gregorio, Centro, Escalones, La Manga, Villa Docente, Santa Rita, José Eustacio, Jacinto Moreno tiene una distancia de 13364,763 metros (m), de las cuales algunas vías no se encuentran pavimentadas en su totalidad, la entrada en operación de esta ruta fue el 13 de Mayo del año 2022. La dirección de inicio de la microruta es en el predio ubicado en la Calle 4ªB- barrio Bello Horizonte en un tiempo de recorrido de cinco (0:05) minutos (min) y culmina en el predio ubicado en la dirección Calle 4A18-66 con un tiempo de recorrido de un (0:01) minuto (min) y una velocidad media del recorrido de 24,300 (m/min). A continuación, se presenta el Registro Fotográfico utilizado en la Ruta día Viernes (ver figura 9) y puntos críticos (ver figura 10)

Figura 9. Ruta día Viernes



Fuente: Autor, 2022

Figura 10. Puntos Críticos de los Barrios Jose Eustacio y Minuto de Dios



Fuente: Autor, 2022

Tabla 10. Diagnostico Ruta 3.0

Ruta realizada el dia Viernes en la Semana
Barrios: Bello Horizonte, Tierra Blanca, Candelaria, La Unión, Centro, Escalones, La Manga, Santa Rita, San Gregorio, Villa Docente, Antonio Leccioni, Jose Estacio, Jacinto Moreno
Ruta: 3.0 <i>Puntos Referenciados con GPS , dia Viernes</i> Figura 11.Puntos referenciados, Viernes  Fuente: Google Earth Pro, 2022
Descripción: Las rutas realizadas el dia Viernes 13 de Mayo las cuales tienen una cobertura de 13 barrios, estan son desarrolladas caminando, puerta a puerta por parte de dos operadores. La cual tiene un tiempo de recolección total de residuos de 559 minutos (min) (ver Apendice B3)
Según diagnostico y analisis se tomaron 126 puntos, el cual el punto 117 que corresponde a el Barrio Jose Eustacio Rivera, Diagonal 4C 20-10, no pasa el carro recolector por que la via se encontraba en mal estado.
Debilidad: La falta de educación ambiental dificulta la recolección debido a que no se tiene una ruta definida en los barrios Jacinto Moreno, Jose Eustacio Rivera y la población no separa los residuos..
Observaciones: La ruta para el Barrio Jacinto Moreno, Jose Eustacio Rivera y Antonio Leccioni no están claramente establecidas. (ver figura 9) -Se realizo la recolección de Residuos Aprovechables en las Rutas del Barrio el Centro y Candelaria
REGISTRO FOTOGRAFICO Figura 12. Recolección de residuos aprovechables  Fuente: Autor, 2022

Fuente: Autor, 2022

Velocidad del Vehículo

La velocidad del vehículo se determinó conociendo los tiempos y las distancias de cada punto de recolección, mediante la relación de distancia sobre tiempo en unidades de metros por minuto (m/min).

$$V = \frac{X}{t} \quad \text{Ecu. 01}$$

Donde

V= Velocidad (m/min)

X= Distancia (m)

t = tiempo (min)

Por medio del GPS (ver figura 13) se obtuvo la localización de cada uno de los puntos y mediante cronometro se midió el tiempo de recorrido entre cada punto referenciado, por tanto, se registró en la tabla 11, el tiempo, distancia y velocidad determinada según la ecuación 0.1 (Ecu.01).

Figura 13.Instrumentos de medición



Fuente: Autor, 2022

Tabla 11. Tiempo, Distancia y Velocidad de cada Microruta

Vehículo VZ FORWARD			
Micro Ruta	Tiempo (min)	Distancia (m)	Velocidad (m/min)
1.0	565	20095,633	35,567
2.0	559	17332,061	31,005
3.0	550	13364,763	24,300

Fuente: Autor, 2022

Longitud de vías

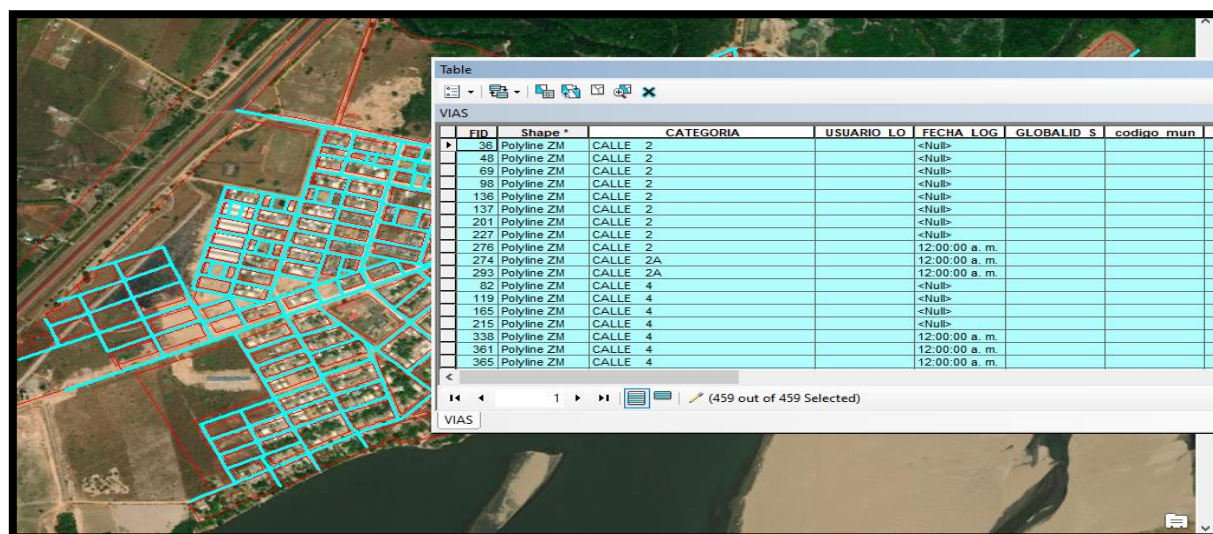
Se editó a partir de una imagen de Google Earth de alta resolución, además se editaron las vías urbanas del Municipio.

Procedimiento de Edición Vías en Google Earth (Ver figura 14)

Ahora se seleccionó toda la nomenclatura vial.

- ⊗ Clic derecho sobre la capa **Nomenclatura_Vial_Clip1**
- ⊗ Clic en Open **Attribute Table**
- ⊗ Se selecciono el icono Select All, con el fin de verificar que vías faltan por editar en el mapa base.

Figura 14. Edición vías en Google Earth



Fuente: Autor, 2022

Capacidad del Carro recolector y Horario de trabajo

La Empresa Municipal de Servicios Públicos-EMSPO E.S.P cuenta con 1 vehículo recolector para dar el servicio de recolección de residuos, pero cuando este vehículo está fuera de servicio por mantenimiento o fallas mecánicas se dispone de dos volquetas para la recolección de residuos. Las características del Carro recolector se muestran en la tabla 12

Tabla 12. Capacidad del Vehículo recolector

Vehículo	Capacidad en toneladas (t)	Estado actual
FVZ FORWARD (modelo 2019)	8	Funcionando
Volqueta	8	Buen Estado
Volqueta	8	Buen Estado

Fuente: Autor, 2022

La Empresa Municipal de Servicios Públicos-EMSPO E.S.P, entidad prestadora de acueducto, alcantarillado y aseo, es la encargada de brindar la recolección diaria de residuos sólidos a la comunidad del Municipio de Orocué-Casanare. La recolección se hace diariamente de manera separada para los residuos orgánicos e inorgánicos según la frecuencia establecida.

Figura 15. Disposición final en el Relleno Sanitario



Fuente: Autor, 2022

Los días de recolección de los residuos sólidos orgánicos son los lunes y viernes, los residuos inorgánicos los días Miércoles, en el horario de 02:00 A.M hasta las 12:00 del mediodía, una vez se realiza la recolección, los residuos son transportados a la Planta de residuos sólidos ubicado a 5Km del Casco Urbano entre la Vía Orocué- Vereda Remolino, perímetro rural del municipio, su localización geográfica esta entre las coordenadas N 04°48,986' y W 071°22,676'; El relleno dispone de celdas de disposición final que ya cumplieron su vida útil (ver figura 15).

Tiempo de Recolección

El estudio de tiempo de recolección se determinó con la diferencia entre el tiempo de recolección y tiempo muerto. Por tanto, los parámetros mencionados anteriormente se registran en la tabla 13''Tiempo de recolección''.

Tabla 13. Tiempo de Recolección

Micro ruta	Tiempo Muerto (min)	Tiempo de Recolección (min)	Tiempo Total del recorrido (min)
<i>1.0 día Lunes</i>	30	565	535
<i>2.0 día Miércoles</i>	5	559	554
<i>3.0 día Viernes</i>	25	550	525

Fuente: Autor, 2022

A partir de la información señalada en la tabla anterior, la micro ruta 3.0 tiene un tiempo total de recorrido para la recolección de residuos solidos de 525 minutos (min) , ya que, el día Jueves 12 de Mayo del año en curso se programó y realizo una jornada de aseo en los Barrios del Municipio de Orocue. Por tanto la diferencia de tiempo es menor a diferencia de la micro ruta del día Lunes y Miércoles. Del mismo modo, cabe resaltar que el vehículo funciono en su totalidad debido a el mantenimiento realizado a inicios del mes de Mayo.

Variables del Modelo

En esta fase, a partir del registro de los tiempos de cada una de las microrutas se define los parámetros necesarios para utilizar la Herramienta SIG Network Analyst de las vías del municipio.

Uno de los parámetros más importantes para la realización del Network Analyst es la Velocidad, se determinó mediante las distancias obtenida de ArcGIS y tiempo total de recorrido entre cada punto de recolección.

FASE 2: IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE SIG NETWORK ANALYST Y LA EXTENSIÓN VEHICLE ROUTING PROBLEM (VRP) PARA MODELAR LAS REDES DE TRANSPORTE Y SIMULAR EL SISTEMA VIAL.

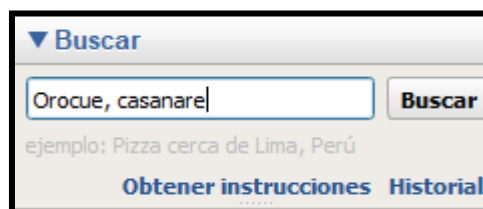
Dato Raster del Municipio

En cuanto a la obtención de datos raster, se recurrió a la secretaria de planeación del municipio, donde se solicitó el dato raster (plano cartográfico) en formato PDF y PNG con fines académicos por medio de los canales de comunicación estipulados por la misma secretaria. Posteriormente, se realizó la actualización del plano, incluyendo las nuevas urbanizaciones, esto para dar cumplimiento al diseño de las rutas de recolección de Residuos Sólidos.

Paso 1: exportar mapa base de Google Earth a arcGIS

- ⊗ En el navegador de su referencia escriba www.google.com/intl/es/earth/
- ⊗ Ingrese **Orocue, Casanare** (Ver figura 16)

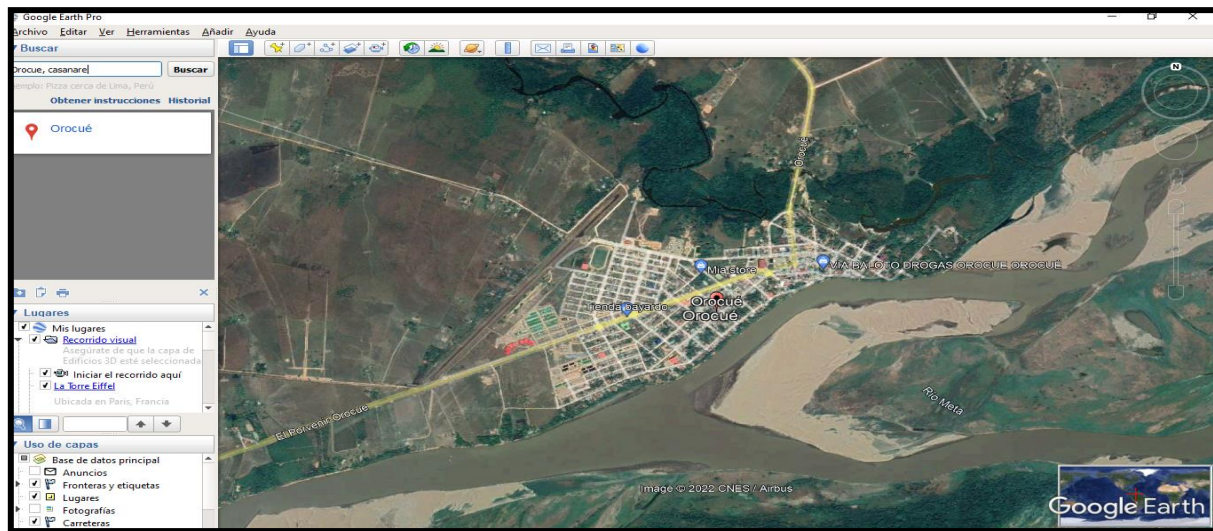
Figura 16. Buscador en Google Earth



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ Una vez haya ingresado, haga click en el icono **Buscar**, como se observa en la imagen anterior. Al hacer click será dirigido al Municipio de Orocue. (ver figura 17)

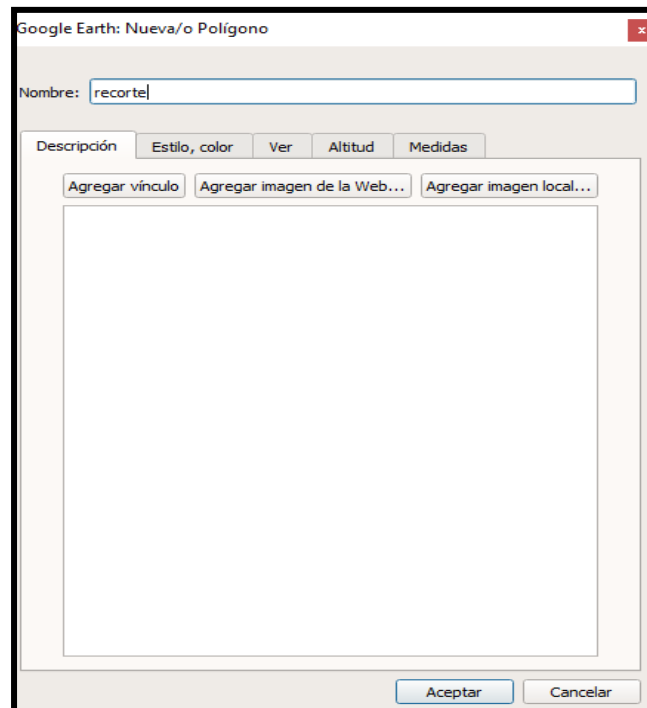
Figura 17. Mapa Municipio de Orocué



Fuente. Autor, 2022

⊗ Se hizo, clic en el icono agregar polígono, escriba en Nombre: **recorte** (ver figura 18)

Figura 18. Generar Recorte



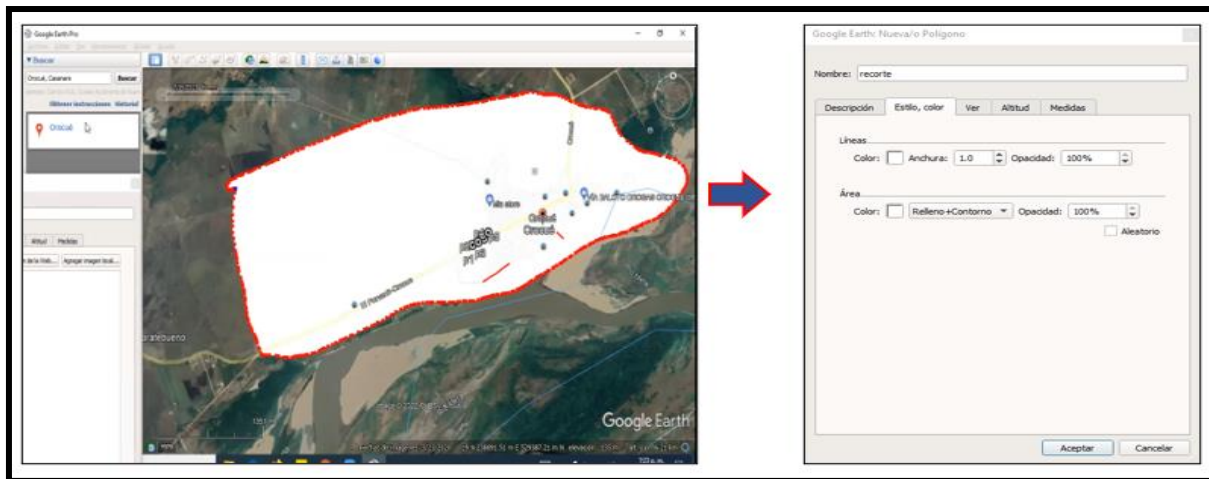
Fuente: Autor, 2022

Delimitar el área de estudio

Para delimitar el área de estudio se realizó lo siguiente:

- ⊗ Se seleccionó el área de estudio. Haga click en agregar polígono; Se selecciono la pestañas **estilo color**. Seleccione anchura y color de su preferencia. Click en **aceptar** (ver figura 19)

Figura 19. Delimitación área de estudio

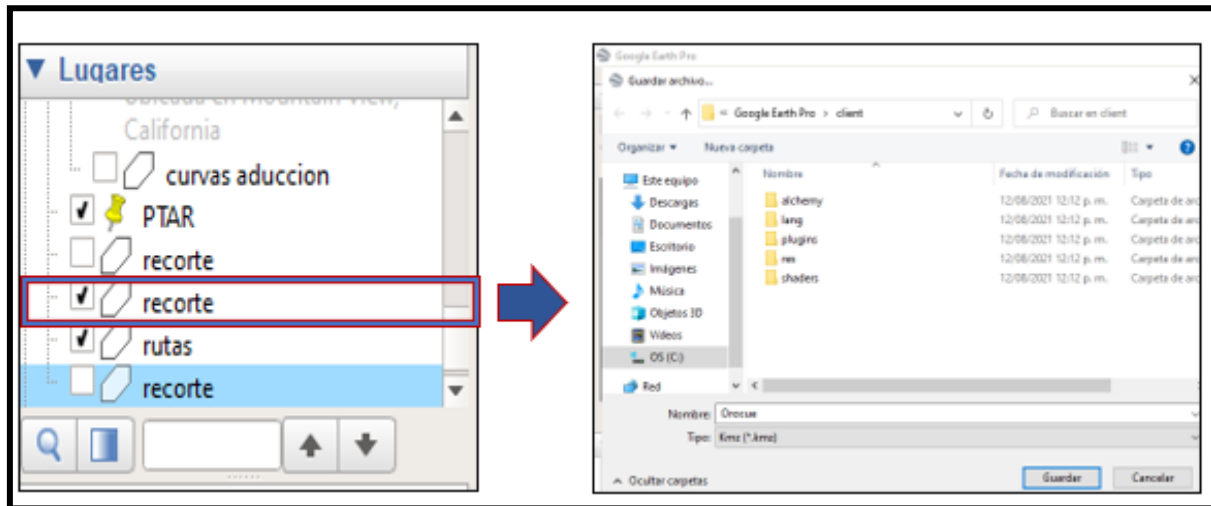


Fuente: Google Earth. Orquídea, Casanare [mapa online]

- ⊗ Una vez definida el área, anchura y color, haga clic **recorte**. Se dio clic derecho **guardar lugar como**.

Al hacer clic en guardar lugar como, se dirigió a una nueva ventana, indica el nombre, **orquídea**. Clic en **guardar** (ver figura 20)

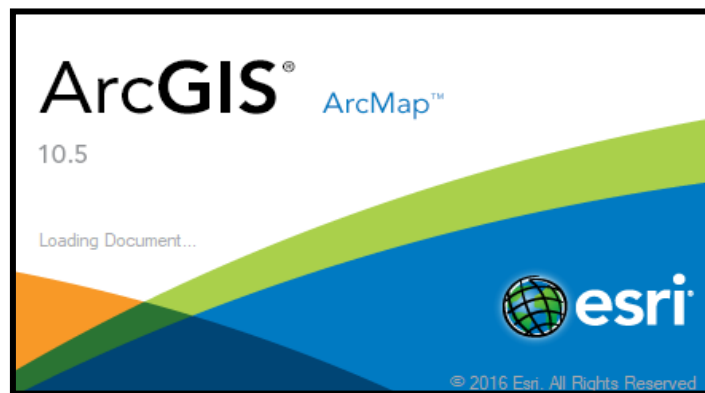
Figura 20. Recorte



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ Se abrió el software arcGIS versión de su preferencia. (ver figura 21)

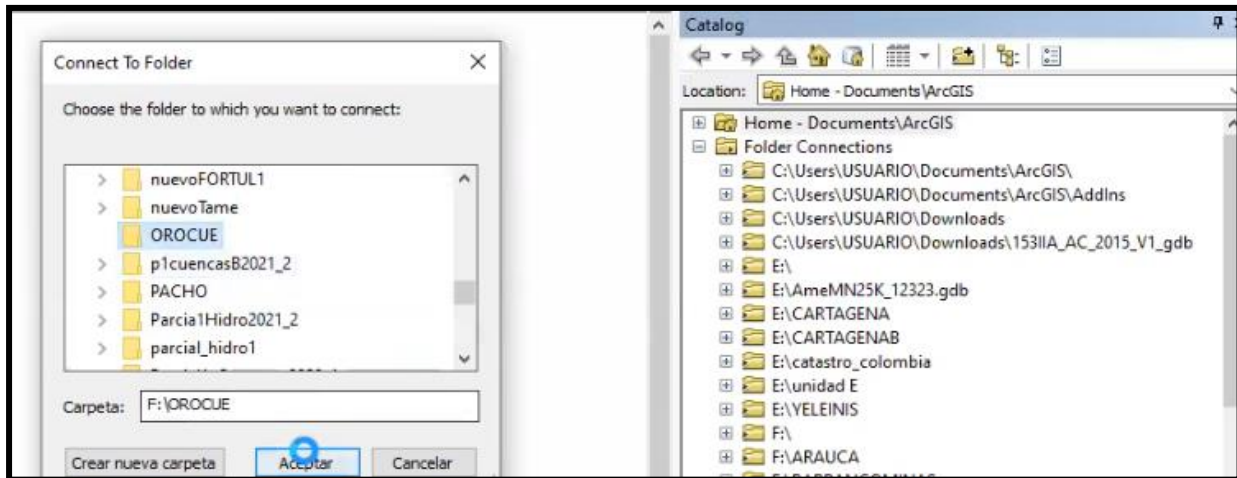
Figura 21. Software arcGIS



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ Se realizó la respectiva proyección de coordenadas a trabajar, en el campo **Table Of Contents**, clic derecho en icono Layers. Posteriormente seleccione properties. Aparece una ventana emergente, seleccione Coordinate System: **MAGNA Colombia Bogota**
- ⊗ Se hizo clic en el icono **catalog** y luego en **connect to Folder**. Conectará la carpeta guardada en el paso anterior como **_Orocue** (ver figura 22)

Figura 22. Conectar carpeta



Fuente: Autor, 2022

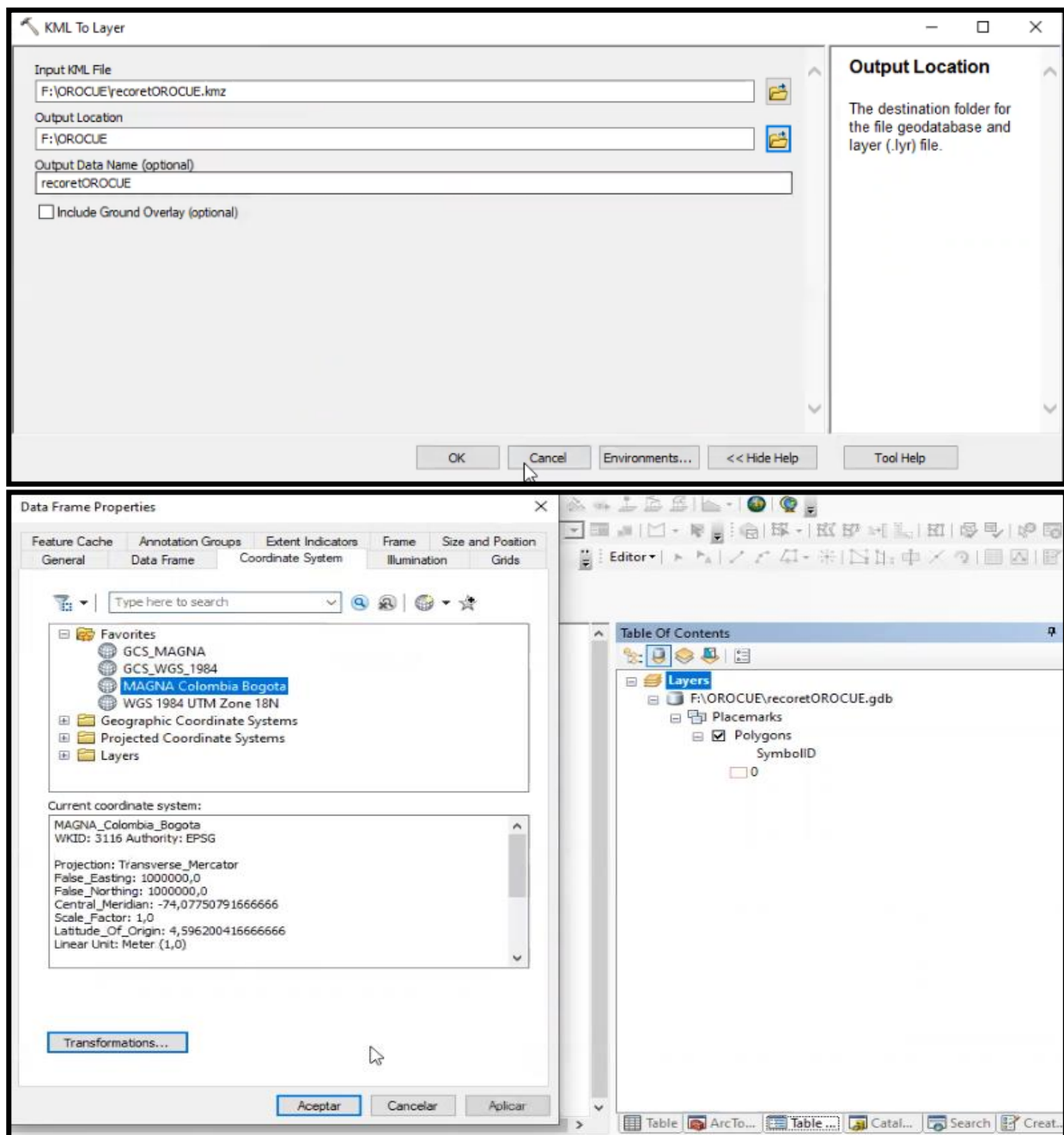
- ⊗ Se hizo clic en el botón **arcToolbock**. Se observa el bloque de contenido que se pueden realizar en el proyecto.



arcToolbock

- ⊗ Se seleccionó **KML To Layer**. Aparece una ventana emergente, en el campo **input KML File** agregar el recorte realizado en el paso anterior. (ver figura 21) Clic en **Output Location** (ruta de origen donde se guardará todo el proyecto) denominado_orocue. Clic en **ok** (ver figura 23)

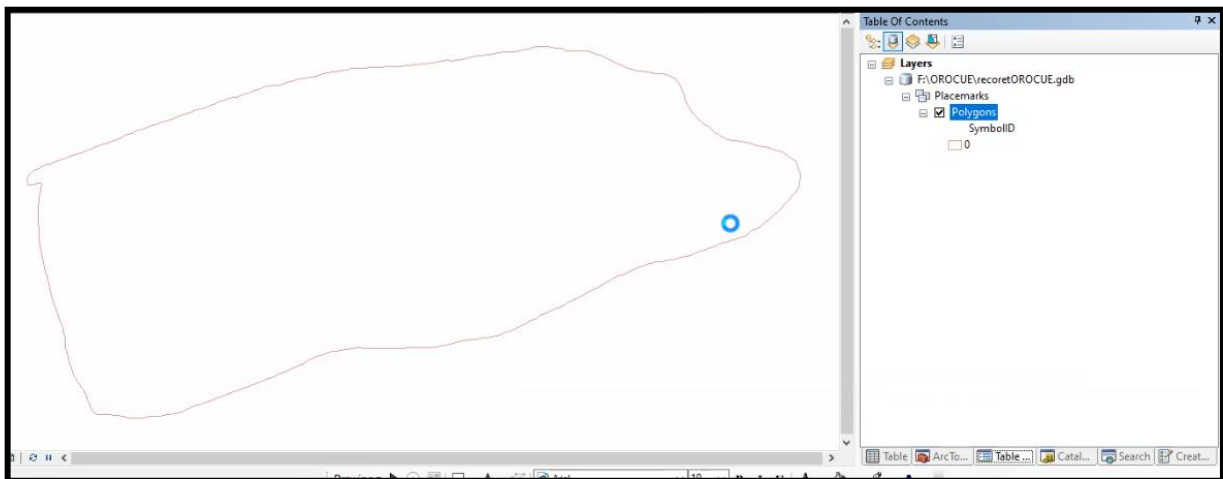
Figura 23. Campo KML a Layer



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ A continuación, el proceso **KML To Layer** debidamente ejecutado tomará tiempo y deberá lucir similar al gráfico (ver figura 24)

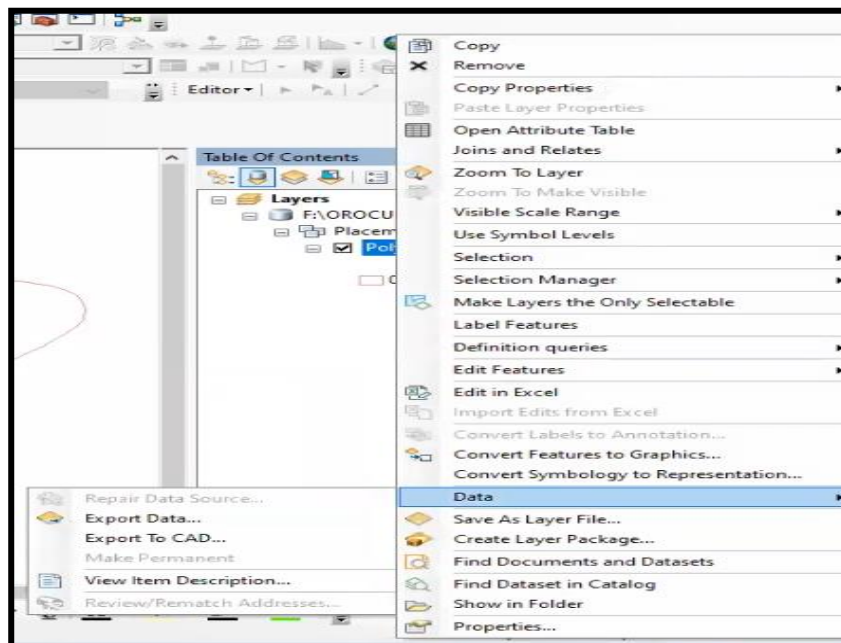
Figura 24. Ejecución del proceso KML a Layer



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ Para “polygons” se creó un **shapfile**. Se selecciono Polygons, clic derecho aparece una ventana emergente clic en **Data**, seguidamente **Export Data** (ver figura 25)

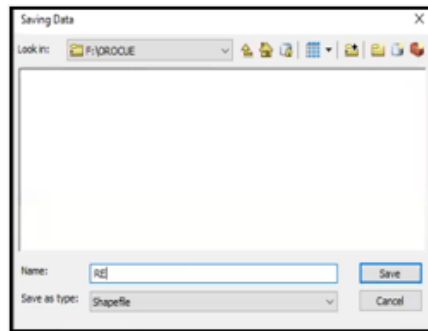
Figura 25. Exportar Data



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ En la ventana emergente **Saving Data** (ver figura 26), guarde la capa: RECORTE. Se dio clic en **sabe**

Figura 26. Guardando Dato (Saving Data)

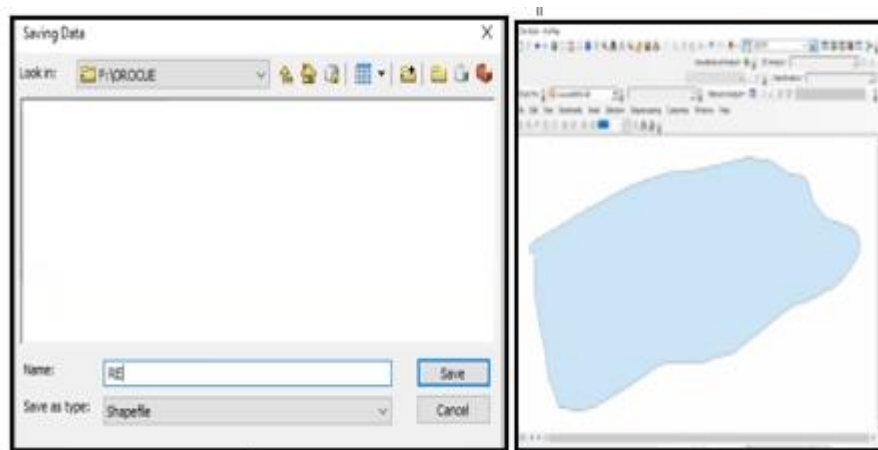


Fuente: Autor, 2022

Paso 2: Agregar Manzanas, Nomenclatura vial, Barrio

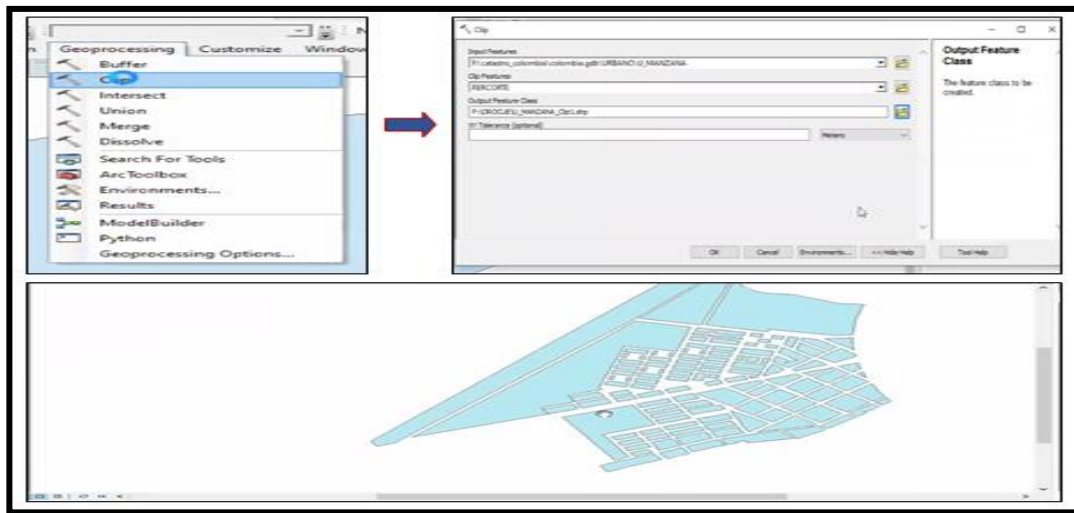
- ⊗ Ya que el archivo de catastro Colombia esta descargado y el RECORTE está listo, agregar un **clip**. Haga clic en **Geoprocessing_clip**. En la ventana elegir **Input Features_** Catastro Colombia/URBANO/MANZANA. En **clip Features** elegir RECORTE. Seguidamente en **Output Feature Class** se guardará como Manzana_clip1 (ver figura 27 y 28)

Figura 27. Agregar Clip para manzana



Fuente: Autor, 2022

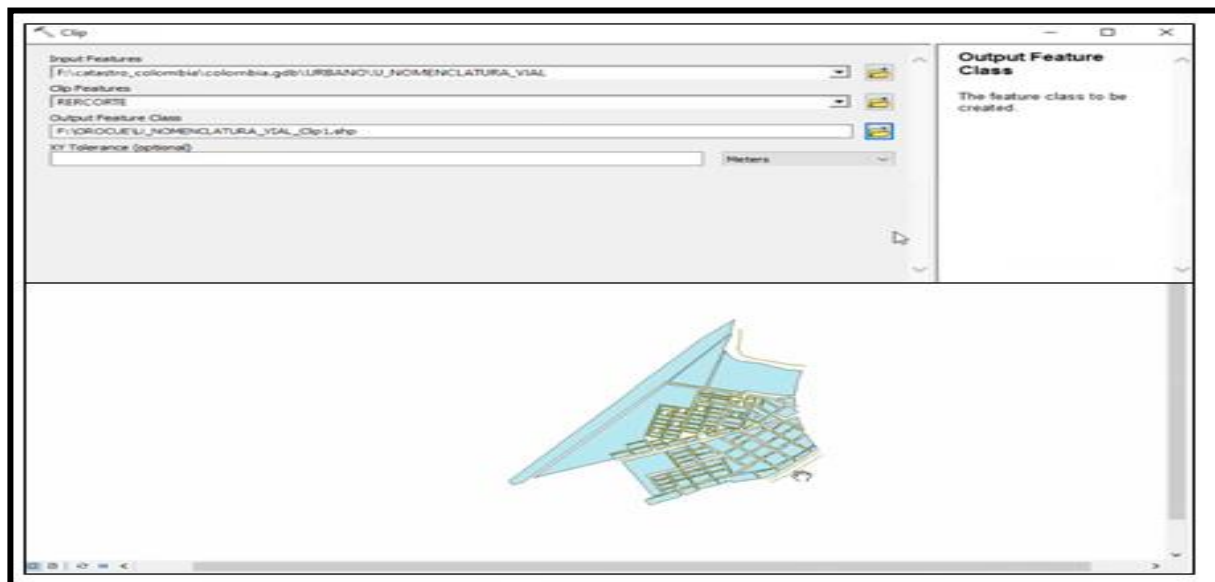
Figura 28. Agregar Clip



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ Haga clic en **Geoprocessing_clip**. En la ventana **Input Features** se eligió _Catastro Colombia/URBANO/NOMENCLATURA_VIAL. En **clip Features** se eligio RECORTE. Seguidamente en **Output Feature Class** se guardará como NOMENCLATURA_VIAL_clip (Ver figura 28)

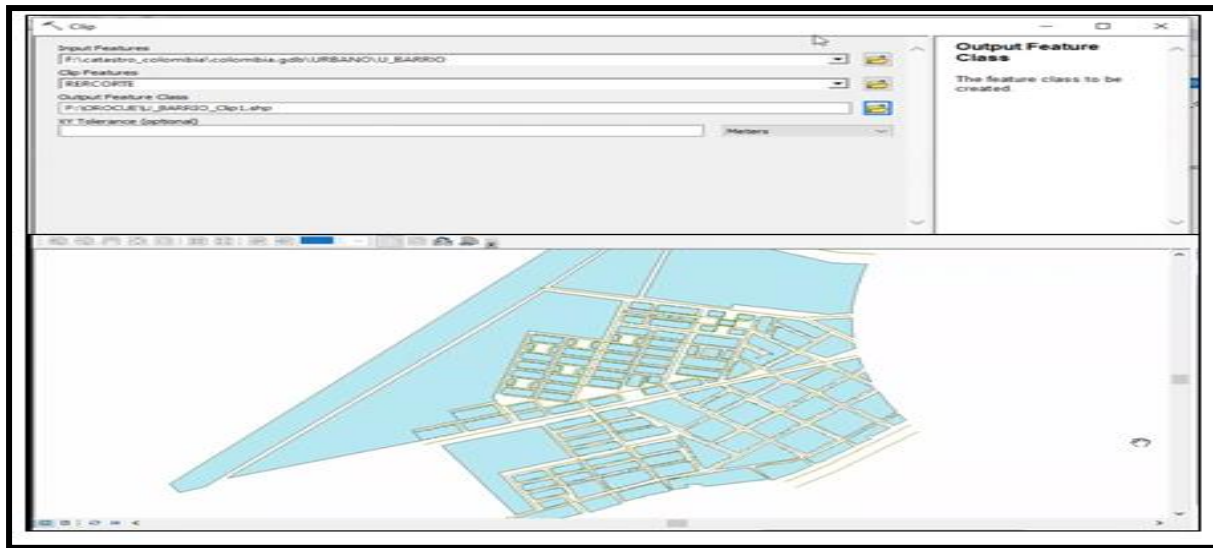
Figura 29. Clase característica (Feature Class)



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ Haga clic en **Geoprocessing_clip**. En la ventana elegir **Input Features_** Catastro Colombia/URBANO_BARRIO. En **clip Features** elegir RECORTE. Seguidamente en **Output Feature Class** se guardará como BARRIO _c (Ver figura 30)

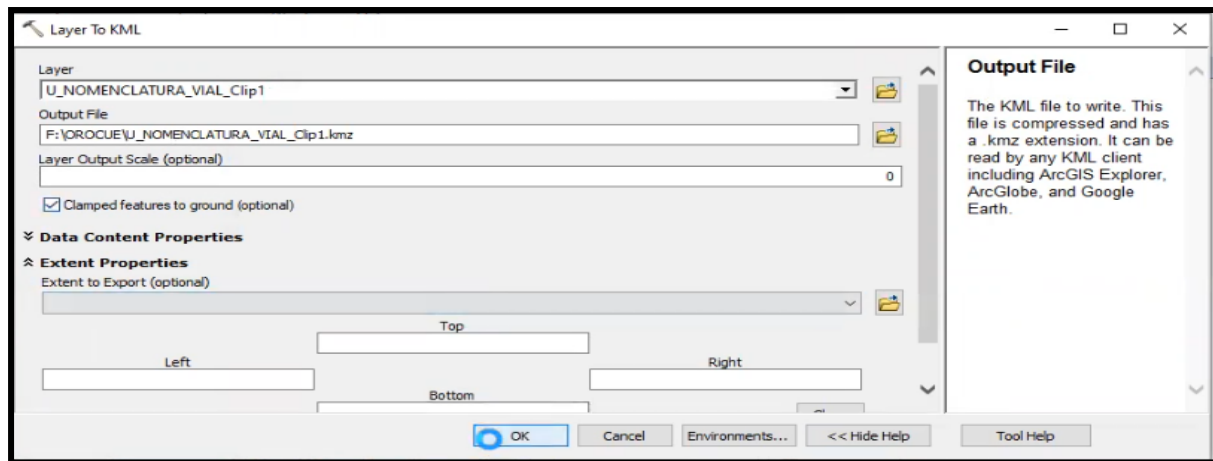
Figura 30. Clip Barrio



Fuente. Autor

- ⊗ En el icono **arcToolbock**, se seleccionó **Layer To KML**. En **Layer** se eligió la ruta **NOMENCLATURA_VIAL_CLIP1**, en **output File** haga clic en **NOMENCLATURA_VIAL_CLIP1**, luego haga clic en **OK**. (ver figura 31)

Figura 31. Layer To KML



Fuente: Autor, 2022

Paso 3: Abrir Manzanas_Clip1 en Google Earth

Se Busco **Manzana_clip1** realizada en arcGIS

- ⊗ En el navegador de su preferencia se escribió www.google.com/intl/es/earth/
- ⊗ Haga clic en la pestaña **archivo_abrir**
- ⊗ Se buscó el proyecto: **OROCUE**

Aparece una ventana emergente, va a elegir **_MANZANA_Clip1**. Clic en **abrir**

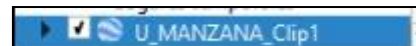
Este mapa contiene (imagen izquierda) las manzanas del municipio. (ver figura 32)

Figura 32. Manzanas del Municipio



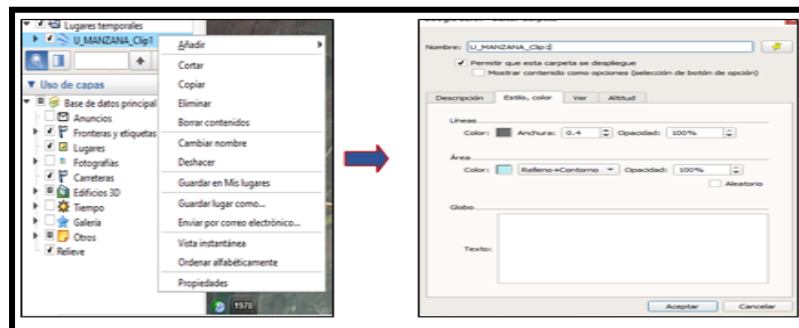
Fuente: Google Earth. Orocué, Casanare [mapa online]

Ahora se editó la capa agregada_Manzana_Clip1 (ver figura 33)



- ⊗ Clic derecho en el icono **MANZANA_Clip1**. En propiedades aparece una ventana, se hizo clic en **Estilo, color** y elija un color diferente para cambiar el color utilizado en el mapa.
- ⊗ Clic en el botón **Aceptar**

Figura 33. Edición capa Manzana_Clip 1

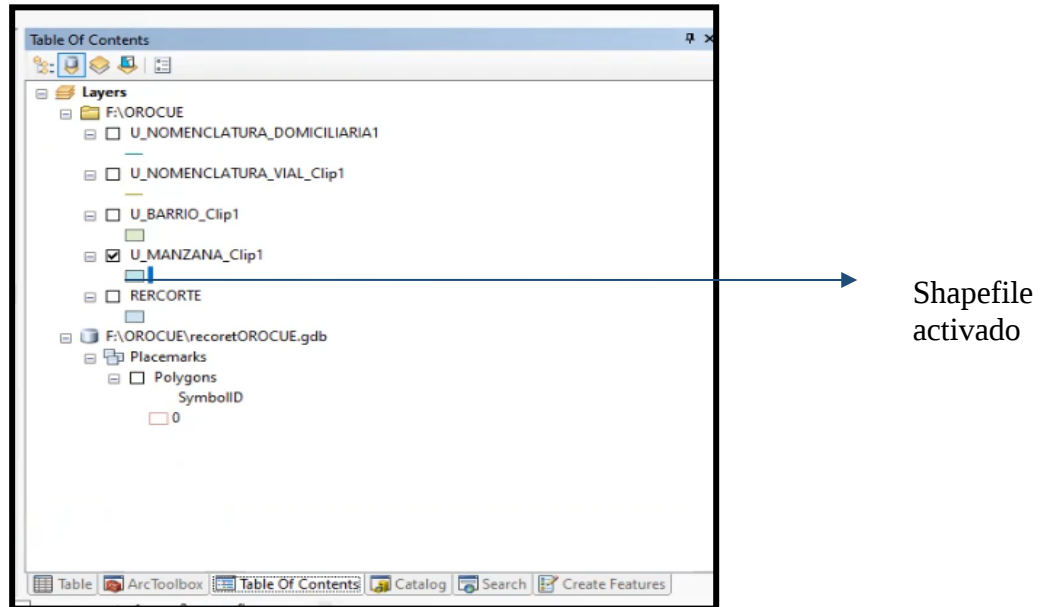


Fuente: Autor, 2022

cartografía Base a partir del dato ráster, se personalizo para mejor resultado desde el software ArcGIS.

- ⊗ Haga clic en **table of Contents**
- ⊗ Se activo solo el shapefile_ MANZANA_Clip1 (ver figura 34)

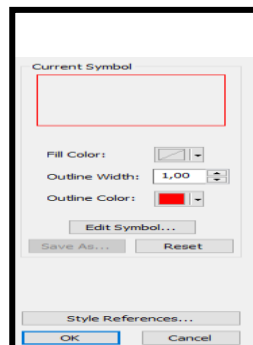
Figura 34. Activación shapefile_ MANZANA_Clip1



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ Click en el cuadro 
- ⊗ Se Seleccionó contorno y color de su preferencia (ver figura 35)

Figura 35. Selección de contorno y color



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ Se selecciono el mapa base: **Imagery with Labels**
- ⊗ Clic en **Add**
- ⊗ Aparece una ventana emergente, clic en **Close** (ver figura 36)

Figura 36. Aplicación contorno y color rojo



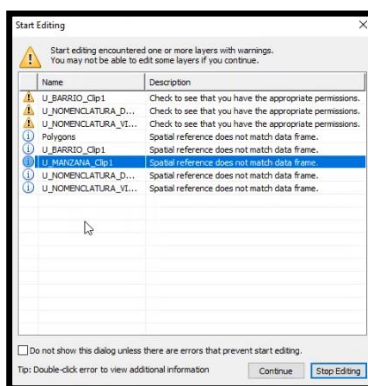
Fuente: Autor, 2022

Se actualizo la capa _MANZANA_Clip 1:

- ⊗ Clic en el **editor**.
- ⊗ Clic en StartEditing (ver figura 37)



Figura 37. StarEditing

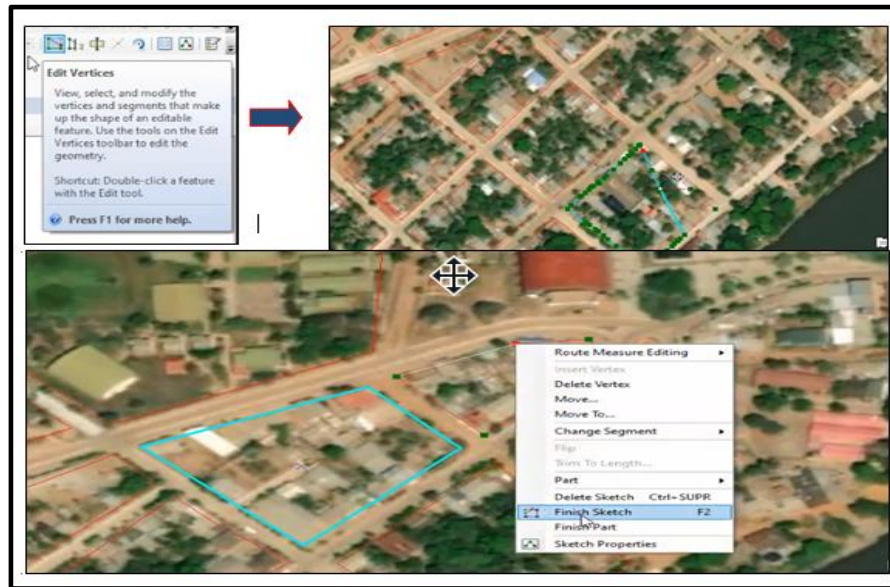


Fuente: Autor, 2022

- ⊗ Se seleccionó **_MANZANA_Clip 1**
- ⊗ Clic en **Continue**

- ⊗ Clic en el icono **Edit Vertices**.
- ⊗ Una vez editado, se hizo clic derecho (aparece una ventana emergente)
- ⊗ Clic en **Finish Sketch**
- ⊗ Clic en **Save Edits** (ver figura 38)

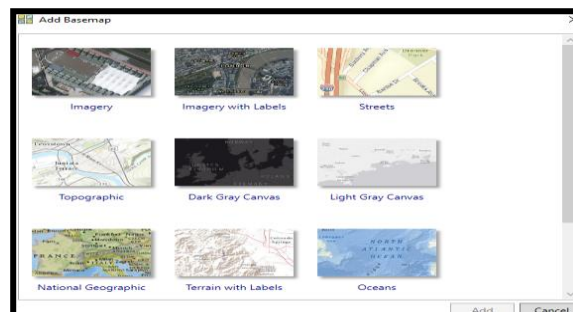
Figura 38. Edición vértices capa_ MANZANA_ CLIP1



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ Se seleccionó base de fondo: Clic en el icono **File**
- ⊗ Clic en **Add Data**
- ⊗ Clic en **add Basemap** (ver figura 39)

Figura 39. Agregar Basemap



Fuente: Autor, 2022

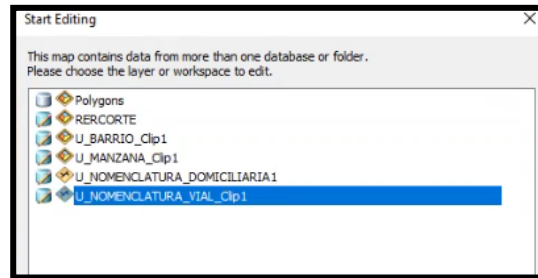
Ahora se actualizo la capa: Nomenclatura_Vial_Clip1

⊗ Clic en el **editor**.



⊗ Clic en StartEditing (ver figura 40)

Figura 40. StarEditing para la capa NOMENCLATURA_VIAL_CLIP1



Fuente: Autor, 2022

⊗ Se seleccionó **_NOMENCLATURA_VIAL_Clip 1**

⊗ Clic en **OK**

⊗ Clic en **Continue**

⊗ Clic en el icono **Edit Vertices**.

⊗ Una vez se editó, clic derecho (aparece una ventana emergente)

⊗ Clic en **Finish Sketch**

⊗ Clic en **Save Edits**

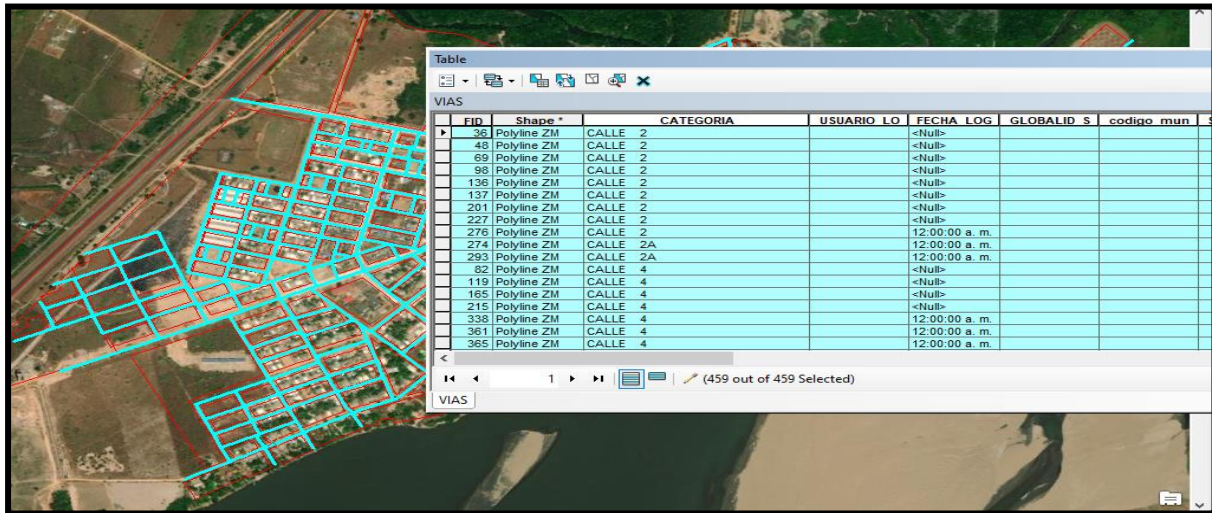
Ahora se seleccionó toda la nomenclatura vial.

⊗ Clic derecho sobre la capa **Nomenclatura_Vial_Clip1**

⊗ Clic en **Open Attribute Table**

- ⊗ Se seleccionó el icono Select All, con el fin de verificar que vías faltan por editar en el mapa base. (ver figura 41)

Figura 41. Edición de Vías



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ Clic en el icono **Edit Vertices**.
- ⊗ Una vez se editó, clic derecho (aparece una ventana emergente)
- ⊗ Clic en **Finish Sketch**
- ⊗ Clic en **Save Edits**

El siguiente mapa, contiene la actualización de manzanas y vías (Nomenclatura_vial_clip1)
(ver figura 42)

Figura 42. Actualización de MANZANAS y VIAS



Fuente: Autor, 2022

Al momento de editar una vía se abrió la tabla de atributo (**Attribute Table**) y se editó en la columna de **Texto**. Para este caso se da doble clic sobre la casilla.

Ahora que se ha actualizado la capa MANZANAS y VIAS, vamos ajustar las VIAS con el fin de que estas queden conectadas a la red para que se pueda modelar con la extensión VRP.

Nota: Si no están ajustadas las calles, la extensión va a modelar con errores.

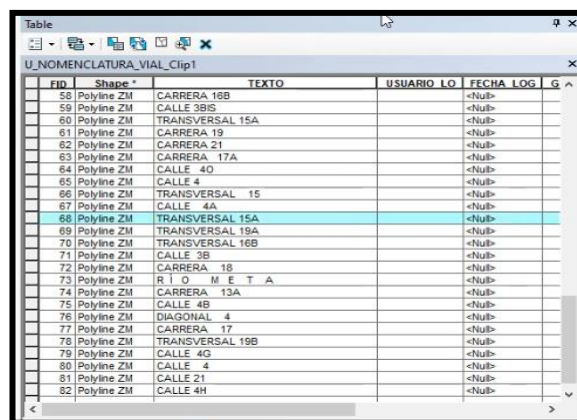
Se ajustó las calles a partir de.

- ⊗ Se abrió la tabla de atributos de **_NOMENCLATURA_VIAL_Clip 1**. Una vez se abre esta tabla de atributos, aparece una tabla emergente (Table).

Se ajustó las calles a partir de.

- ⊗ Se Abrió la tabla de atributos de **_NOMENCLATURA_VIAL_Clip 1**. Una vez se abrió esta tabla de atributos, apareció una tabla emergente (Table). (ver figura 43 a la 45)

Figura 43. Ajuste de Calles

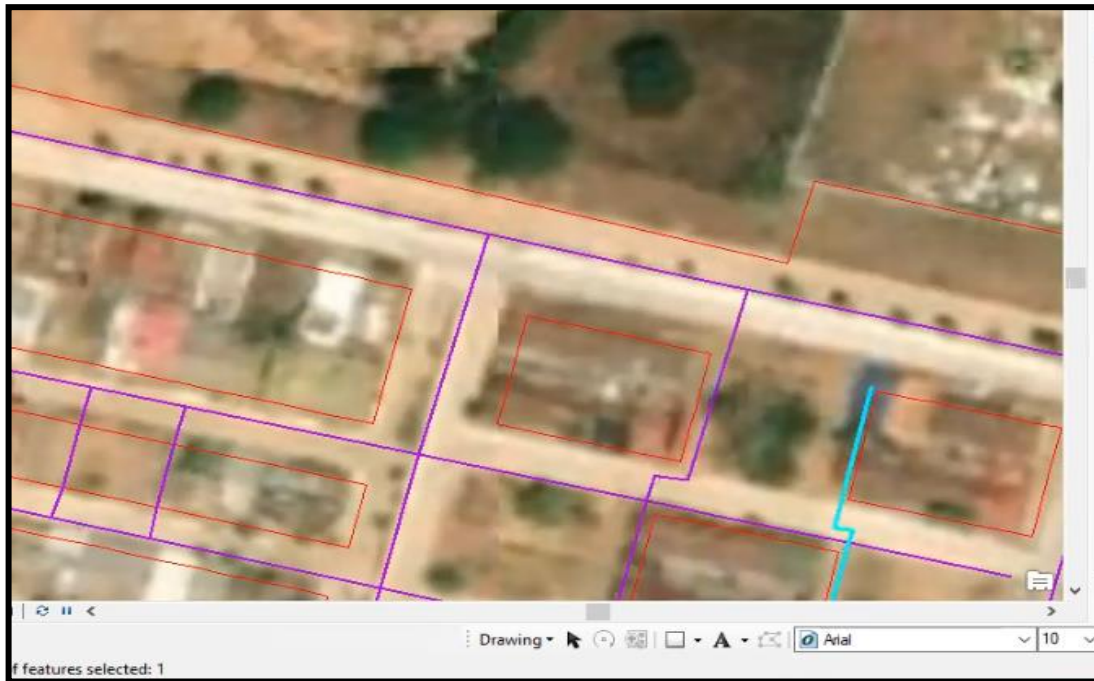


FID	Shape *	TEXTO	USUARIO LO	FECHA LOG	G
58	Polyline ZM	CARRERA 16B		<Null>	
59	Polyline ZM	CALLE 38B		<Null>	
60	Polyline ZM	TRANSVERSAL 15A		<Null>	
61	Polyline ZM	CARRERA 19		<Null>	
62	Polyline ZM	CARRERA 21		<Null>	
63	Polyline ZM	CARRERA 17A		<Null>	
64	Polyline ZM	CALLE 40		<Null>	
65	Polyline ZM	CALLE 4		<Null>	
66	Polyline ZM	TRANSVERSAL 15		<Null>	
67	Polyline ZM	CALLE 4A		<Null>	
68	Polyline ZM	TRANSVERSAL 15A		<Null>	
69	Polyline ZM	TRANSVERSAL 19A		<Null>	
70	Polyline ZM	TRANSVERSAL 16B		<Null>	
71	Polyline ZM	CALLE 3B		<Null>	
72	Polyline ZM	CARRERA 18		<Null>	
73	Polyline ZM	R I O M E T A		<Null>	
74	Polyline ZM	CARRERA 13A		<Null>	
75	Polyline ZM	CALLE 4B		<Null>	
76	Polyline ZM	DIAGONAL 4		<Null>	
77	Polyline ZM	CARRERA 17		<Null>	
78	Polyline ZM	TRANSVERSAL 16B		<Null>	
79	Polyline ZM	CALLE 4G		<Null>	
80	Polyline ZM	CALLE 4		<Null>	
81	Polyline ZM	CALLE 21		<Null>	
82	Polyline ZM	CALLE 4H		<Null>	

Fuente: Autor, 2022

- ⊗ Clic en **start Editing**
- ⊗ Haga clic sobre la vía, por ejemplo TRANVERSAL 15^a (ver figura 44)

Figura 44. Edición vía TRANSVERSAL 15a



Fuente: Autor, 2022

Figura 45. Edición via TRANSVERSAL 15a



Fuente: Autor, 2022

Una vez se seleccionó esta vía, aparece en color azul

- ⊗ Clic sobre **Edit Vertices**
- ⊗ Seleccione la vía (TRANSVERSAL 15A)

- ⊗ Arrastre el cursor hasta conectar con la otra vía, de esta manera como se observa en la figura. (ver figura 44)

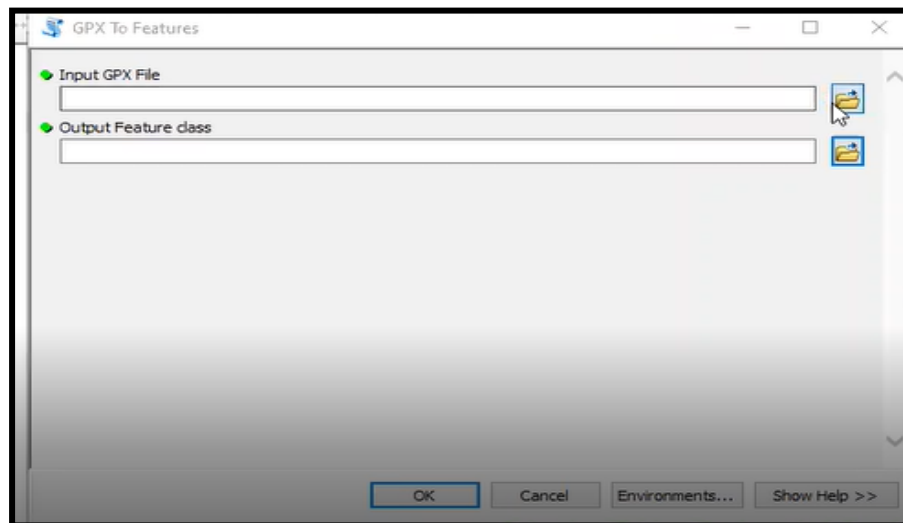
Se Realizara el mismo procedimiento para conectar cada una de las vías. Importante abrir Google Earth Pro, con el fin de verificar el nombre de las vías

Modelar Redes de Transporte

Primero, se accedió a ArcToolbox y se abrio los puntos registrados en el GPS

- ⊗ Se abrio **ArcToolbox**, clic en **Conversión Tool** y luego clic en **From GPS** aparece una ventana emergente. (ver figura 46)

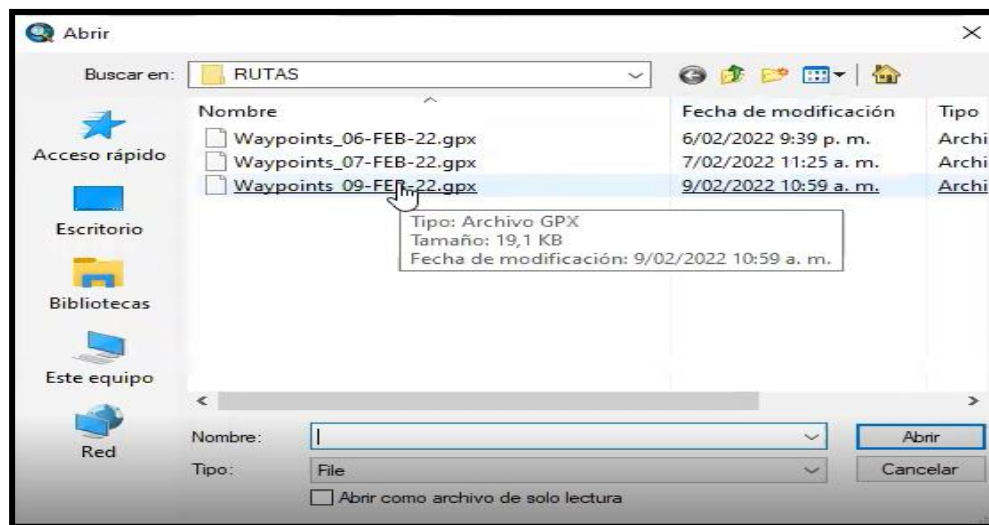
Figura 46. Conversión de puntos_GPS



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ En el campo de Input GPX File se agregó los puntos registrados en el GPS, para el ejercicio se agregó Waypoints 09-FEB-2022 clic en abrir. (ver figura 47)

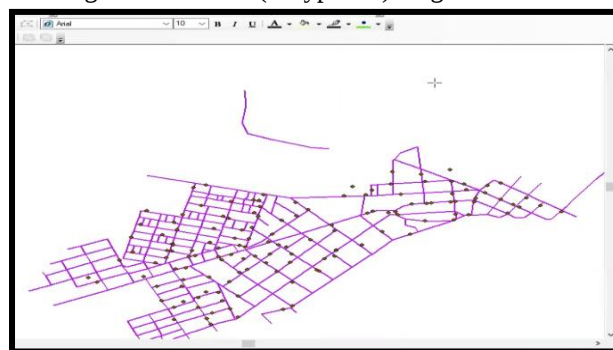
Figura 47. Agregar puntos Waypoints



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ En el campo **Output Feature class** se agregó el nombre de los puntos. Para el ejercicio y posteriormente se guardó con el Nombre PUNTOS_R1
- ⊗ Clic en **save**
- ⊗ Clic en **Ok**
- ⊗ Después se dio clic en **Ok**, los puntos registrados del GPS (Waypoints) van a cargar en el mapa. (ver figura 48)

Figura 48. Puntos (Waypoints) cargados en arcGIS

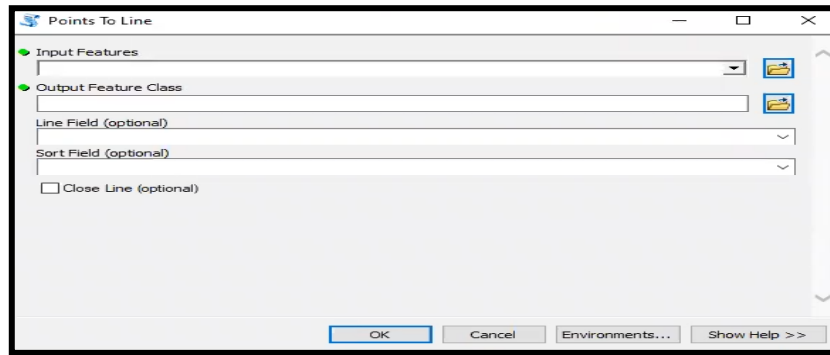


Fuente: Autor, 2022

Se unió los puntos a partir de la herramienta ArcToolbox

- ⊗ Clic en **Data Management**
- ⊗ Clic en **Points To Line**
- ⊗ Aparece una ventana emergente (ver figura 49)

Figura 49. Ventana Emergente

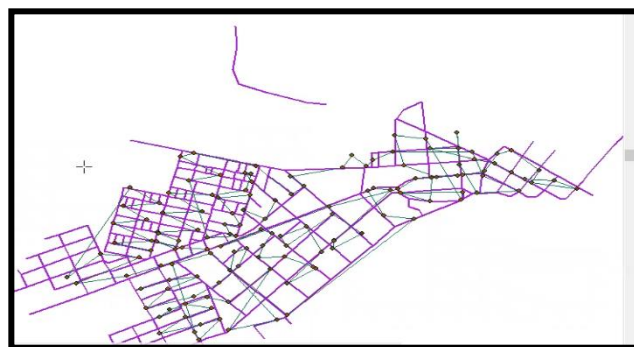


Fuente: Autor, 2022

- ⊗ En el campo **Input Features** agrega los PUNTOS_R1
- ⊗ En el campo **Output Feature class** agrega el nombre de los puntos. Para el ejercicio se guardó con el Nombre RUTA_1
- ⊗ Clic en **save**
- ⊗ Clic en **Ok**

Después de dar clic en **Ok**, los puntos quedaron unidos de la siguiente manera (ver figura 50)

Figura 50. Puntos Unidos

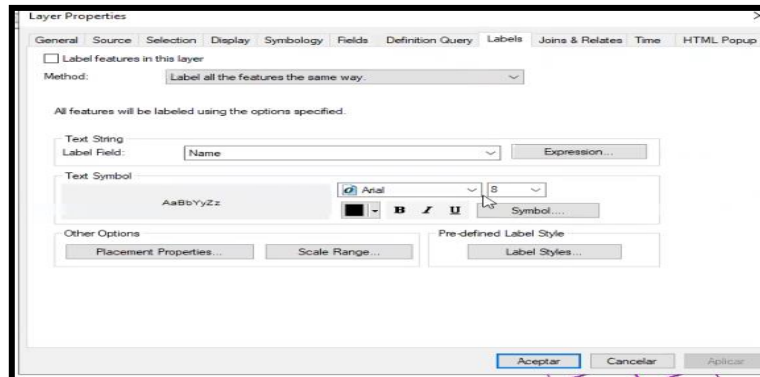


Fuente: Autor, 2022

Ahora que tiene los puntos unidos, se ubicó cada punto sobre el nodo

- ⊗ Clic en la capa PUNTOS_R1
- ⊗ Clic en propiedades, aparece una ventana emergente “Layer Properties” (ver figura 51)
- ⊗ Clic en **labels**

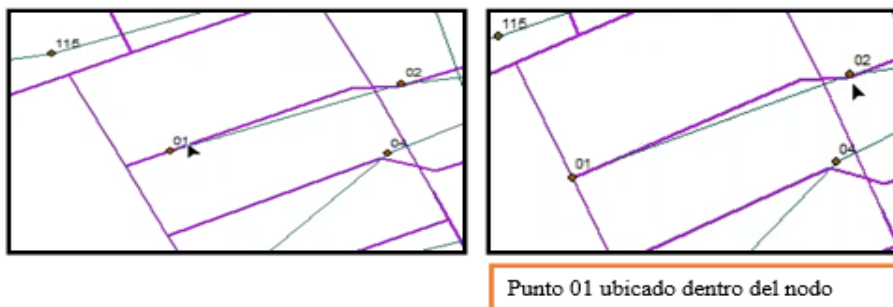
Figura 51. Layer Properties



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ Clic sobre el recuadro **Label features in this layer**
- ⊗ En el icono **Label Field** se colocó **Name**
- ⊗ Clic en **Aplicar**
- ⊗ Clic en **Aceptar**, los puntos quedan en el mapa (ver figura 52) de la siguiente manera:

Figura 52. Puntos ubicados en el nodo

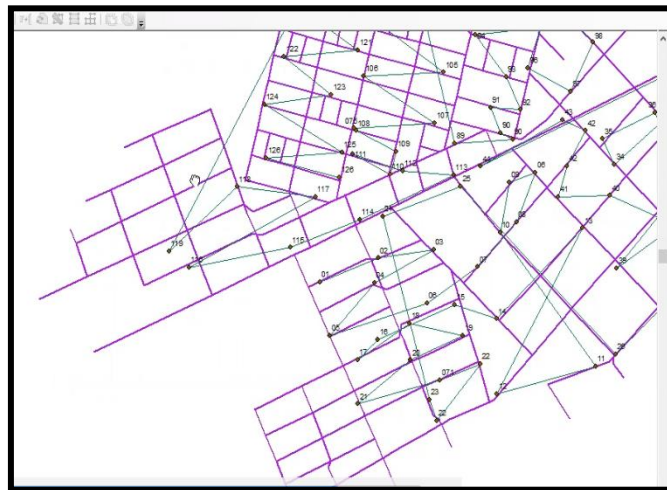


Fuente: Autor, 2022

- ⊗ Clic en **editor**

- ⊗ Clic en **Start Editing**
- ⊗ Se seleccionó la capa PUNTOS_R1
- ⊗ Clic en Continue
- ⊗ Se seleccionó el punto 01
- ⊗ Se arrastró con el puntero el punto 01 de tal manera que quede en el nodo (ver figura 53)

Figura 53. Ubicación punto 01



Fuente: Autor, 2022

NOTA: Se Realizó el mismo procedimiento para los puntos faltantes, al finalizar guarde los cambios.

Se separo las vías para trabajarla como Análisis de redes

- ⊗ Abrir Editor, aparece una ventana emergente_**Star Editing**
- ⊗ Se seleccionó la capa que se va a editar_**VIAS**
- ⊗ Clic en **Continue**
- ⊗ Clic en **Planarize Lines**
- ⊗ Clic en **ok**
- ⊗ Clic en **Aceptar**

Se agregó Tabla de Atributos

⊗ En la tabla de atributos se agregó lo siguiente:

Highway: Se agrega de tipo Residencial por el uso del suelo.

F_NODO y T_NODO: Se agregó un cero (0) para estos dos campos.

Oneway: como las vías, algunas son ida y vuelta se agrega BI

CATEGORIA: se identificó si es una vía Secundaria se agrega AVENIDA si es Residencial se agregó CALLE.

JERARQUIA: Se agregó AVENIDA (2) y para CALLE (3)

FT MINUTOS: En este campo se realiza el siguiente cálculo

$$t = \frac{X}{V}$$

Donde:

t= tiempo

X= espacio

V= velocidad

TF_MINUTOS: se aplicó la ecuación anterior por qué es lo mismo de ida y vuelta en la misma vía

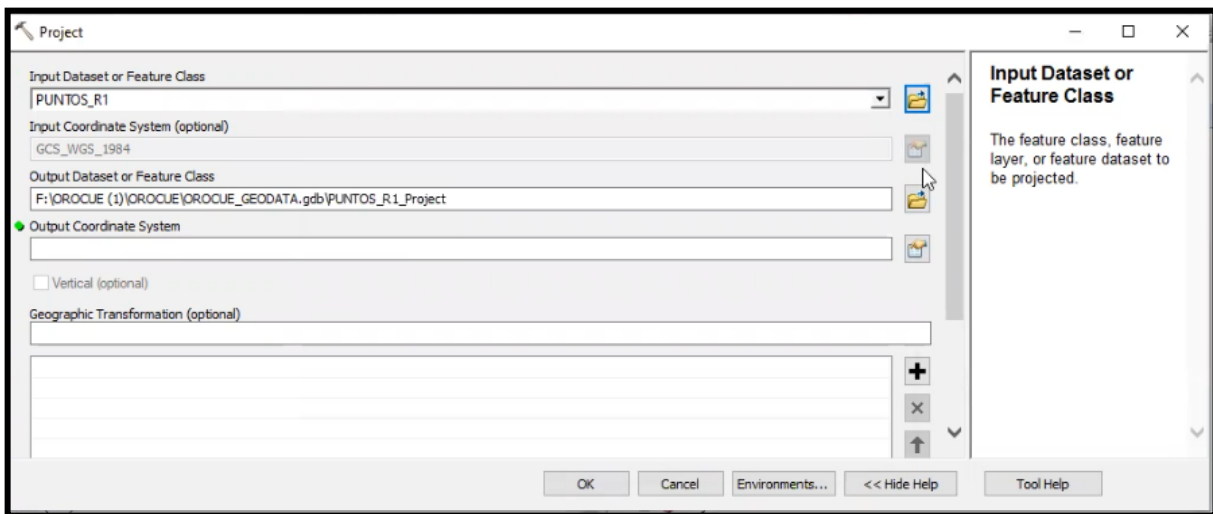
LONGITUD: Este atributo se calcula a partir de **Calculate Geometry**.

Se creo Network Analyst

Antes de crear el Network Analyst, se proyectó la capa_PUNTOS_R1 y VIAS

- ⊗ Clic en la herramienta **ArcToolbox**
- ⊗ Clic en **Data Management Tools**
- ⊗ Clic en **Projections and Transformations**
- ⊗ Clic en **Project** (ver figura 54)
- ⊗ Aparece la siguiente ventana emergente

Figura 54. Project



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ Clic en Input **Dataset or Feature Class**, se seleccionó la capa PUNTOS_R1
- ⊗ Clic en Output **Dataset or Feature Class**, se agregó el nombre de los puntos. Para el ejercicio se guardó con el Nombre PUNTOS_R1P
- ⊗ Clic en **Output Coordinate System**, se agregó las coordenadas a trabajar. Para el ejercicio se trabajó MAGNA Colombia Bogotá
- ⊗ Clic en **Aceptar**
- ⊗ Clic en **Ok**

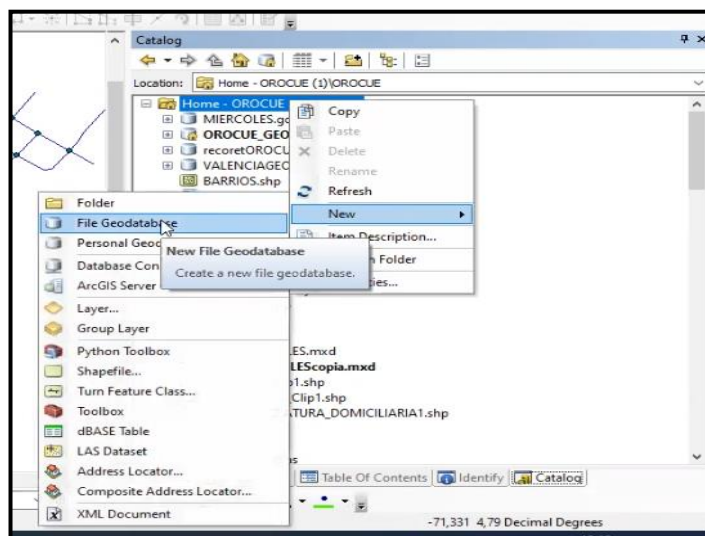
Para proyectar VIAS:

- ⊗ Clic en Input **Dataset or Feature Class**, se selecciono la capa VIAS
- ⊗ Clic en Output **Dataset or Feature Class**, se agregó el nombre de los puntos. Para el ejercicio se guardó con el Nombre VIAS_P
- ⊗ Clic en **Output Coordinate System**, se agregó las coordenadas a trabajar. Para el ejercicio se trabajó MAGNA Colombia Bogota
- ⊗ Clic en **Aceptar**
- ⊗ Clic en **Ok**

Una vez proyectada las capas PUNTOS_R1P y VIAS_P se elimina las capas anteriores (PUNTOS_R1 Y VIAS)

- ⊗ En la Herramienta **Catalog**, se ubicó la carpeta donde ha guardado el proyecto. Para el ejercicio se guardó el Dataset con el nombre **OROCUE**.
- ⊗ Clic con el botón derecho en el Dataset de OROCUE y haga clic en **Nuevo > File Geodatabase** (ver figura 55)

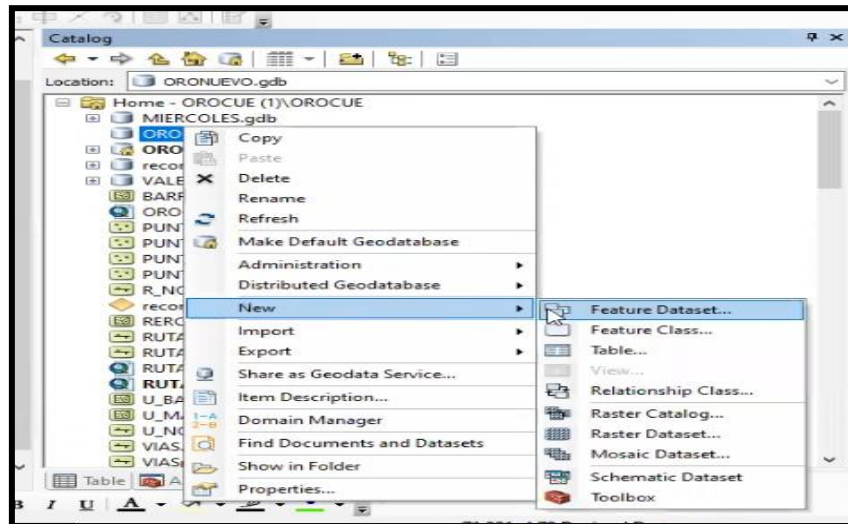
Figura 55. Creación File Geodatabase



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ Se creó un **Geodatabase** para el ejercicio y se guardó el Dataset con el nombre **_OROCUENUEVO**
- ⊗ Clic con el botón derecho en el Geodatabase: **OROCUENUEVO** (ver figura 56)

Figura 56. Feature Dataset



Fuente: Autor, 2022

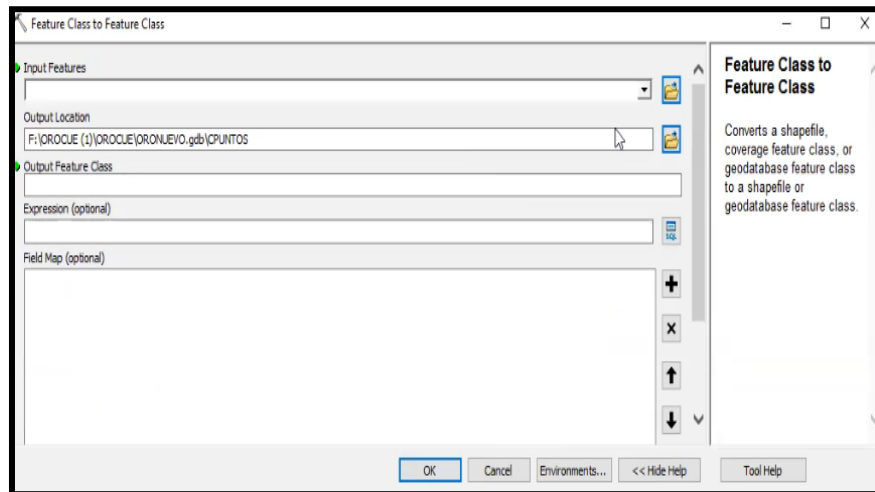
- ⊗ Crear un New Feature Dataset. Para el ejercicio se guardó con el nombre de **_CPUNTOS**
- ⊗ Clic en siguiente
- ⊗ Se seleccionó MAGNA Colombia Bogotá
- ⊗ Clic en **siguiente**
- ⊗ Clic en **Finish**

De esta manera queda creado el Feature Dataset **_CPUNTOS**

Importar el Dataset CPUNTO y CVIAS

- ⊗ Clic con el botón derecho en el Dataset CPUNTOS
- ⊗ Clic en Import
- ⊗ Se selecciono Feature Class (single). (Ver figura 57)

Figura 57. Feature Class



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ Clic en **Input Feature**, se seleccionó la capa PUNTOS_R1P
- ⊗ Clic en Output **Feature Class**, agregar el nombre de los puntos. Para el ejercicio se guardó con el Nombre **PUNTOSR1I**
- ⊗ Clic en **Ok**

Para importar el Dataset CVIAS:

- ⊗ Clic en **Input Feature**, se seleccionó la capa VIASP
- ⊗ Clic en Output **Feature Class**, agregar el nombre de los puntos. Para el ejercicio se guardó con el Nombre **VIASP1I**
- ⊗ Clic en **Ok**

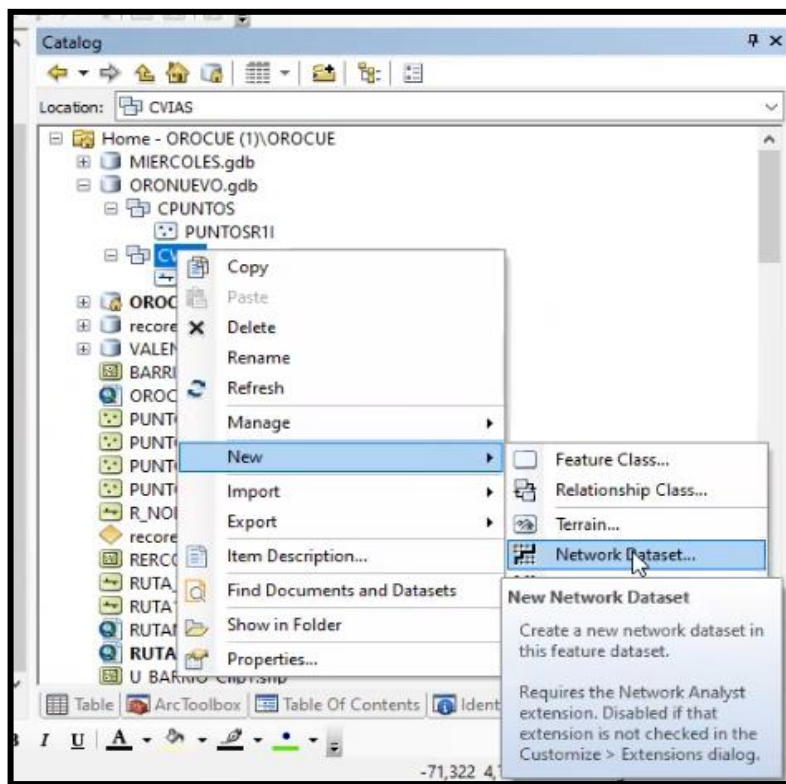
Una vez importado los datos PUNTOS_R1P y VIAS_P se desactivaron estas capas.

Nota: Para crear el Network Analyst se trabajó con la capa **CVIAS**

*Network Analyst puede modelar, redes de transporte y realizar análisis sobre ella. En este paso se creó el **Network Dataset**.*

- ⊗ En la capa CVIAS, clic con el botón derecho, aparece una ventana emergente
- ⊗ Clic en **New**
- ⊗ Se seleccionó **Network Dataset** (ver figura 58)

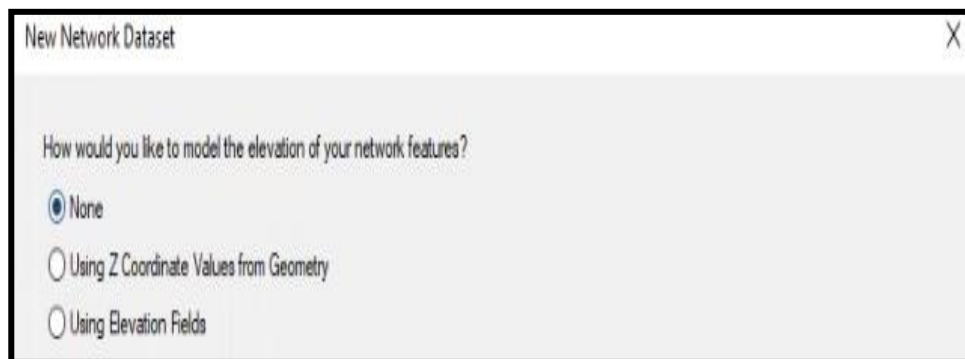
Figura 58. Network Dataset



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ En el cuadro de dialogo, escriba la siguiente información:
CVIAS_ND1
- ⊗ Clic en **siguiente**
- ⊗ En el cuadro de dialogo, clic en **siguiente** (ver figura 59)

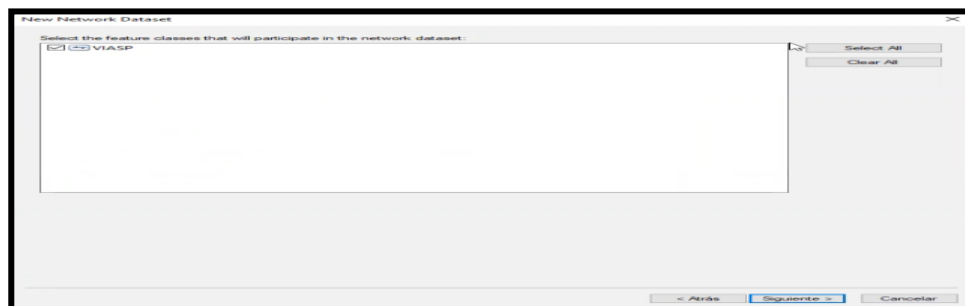
Figura 59. Cuadro de dialogo



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ En el siguiente cuadro de dialogo, se seleccione **No**

Figura 60. Cuadro de dialogo



Fuente: Autor,2022

- ⊗ En el siguiente cuadro de dialogo, se seleccionó **None** y luego dar clic en **siguiente**. (ver figura 61)

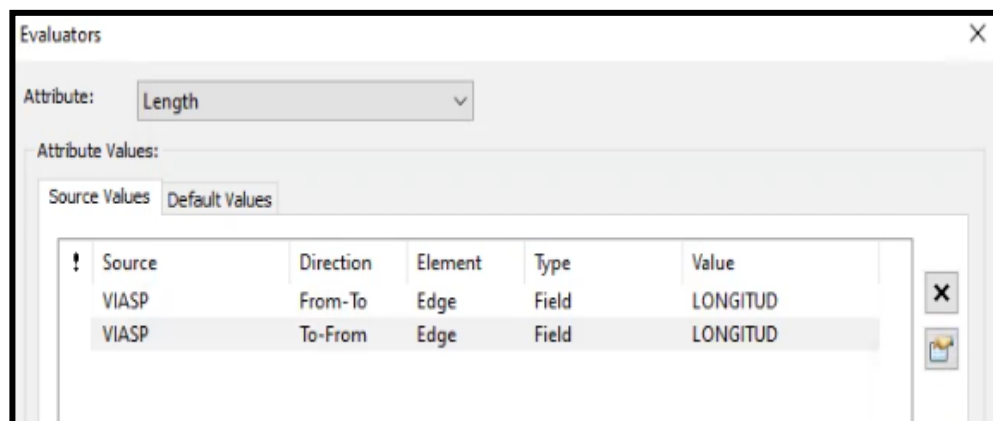
Figura 61. Cuadro de dialogo New Network Dataset



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ En el siguiente cuadro de dialogo, se muestra la página para configurar los atributos de red;
Los atributos de red son propiedad de la red que controla el modelamiento.
 - ⊗ Se hizo doble clic en el campo **Length**, a continuación, clic en **Value** para examinar cómo se determina los valores de atributos de red.
- Se abre el cuadro de diálogo Evaluadores (ver figura 62)

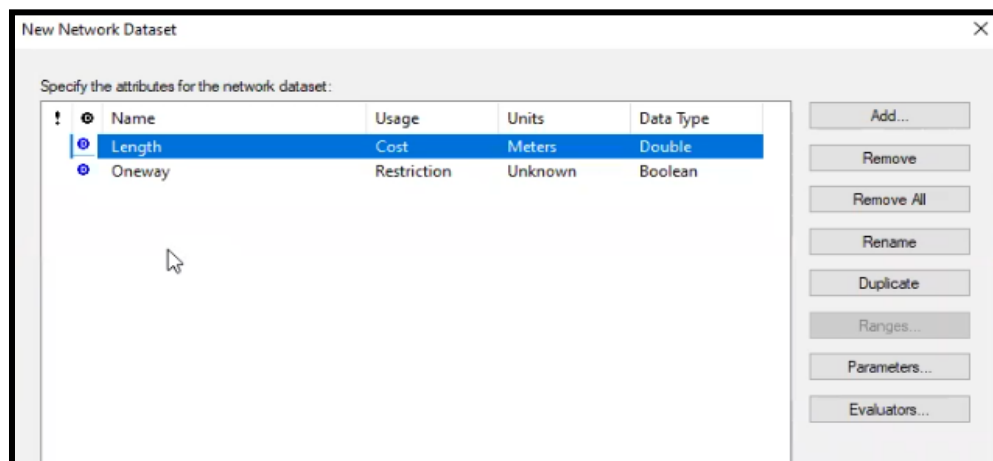
Figura 62. Cuadro de dialogo



Fuente: Autor, 2022

En el siguiente cuadro de dialogo, en el campo **Fields**, se seleccionó el atributo **LONGITUD**. (ver figura 63)

Figura 63. Atributo LONGITUD

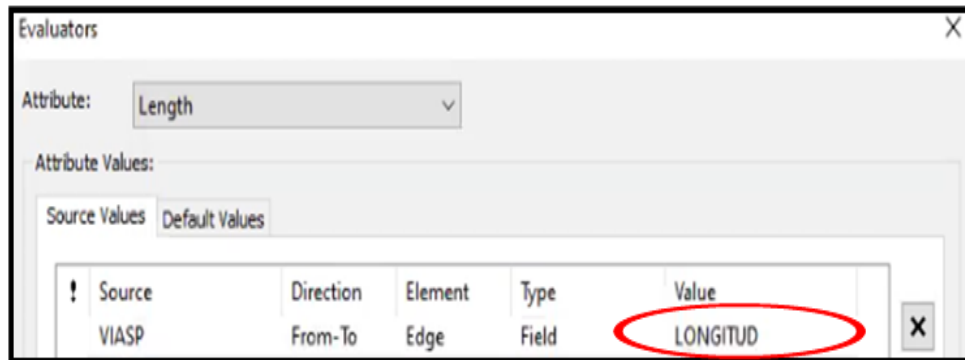


Fuente: Autor, 2022

- ⊗ Clic en **Ok**

Ahora que realizo el procedimiento anterior, el cuadro de dialogo el valor del primer campo (VIASP) será LONGITUD. (Ver figura 64)

Figura 64. Campo (VIASP)



Fuente: Autor, 2022

Nota: Para el Segundo campo (VIASP) realizar el mismo procedimiento

Ahora va a configurar el atributo de red denominado_ **Oneway** (Ver figura 65)

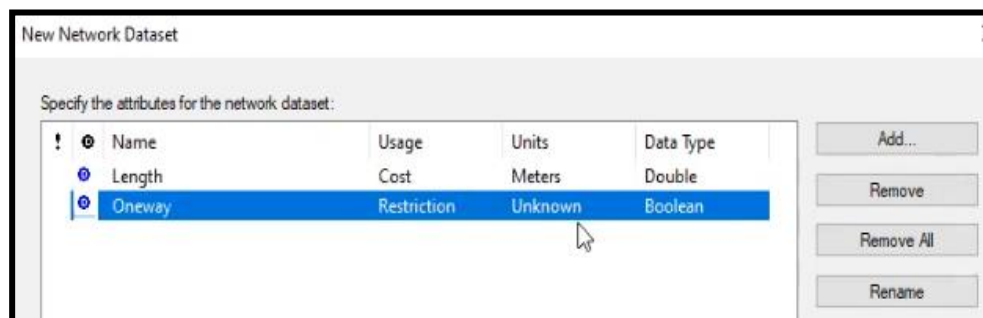
- ⊗ Clic en **Add**
- ⊗ Se edito el cuadro de dialogo con la siguiente información:

Name: Tiempo

Units: Minutos

Data Type: Doubl

Figura 65. Atributo Oneway

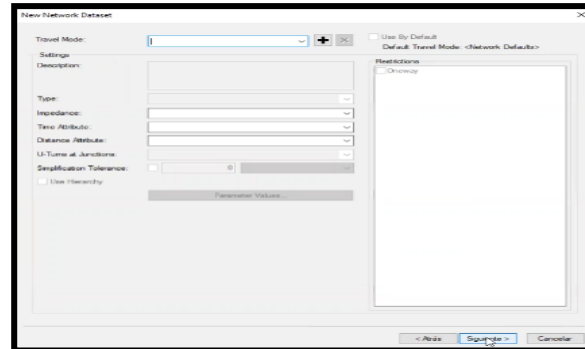


Fuente: Autor, 2022

Una vez realizado el paso anterior, aparece el nuevo atributo que hemos creado como TIEMPO.

Para corregir este atributo se realizará lo siguiente: (ver figura 66)

Figura 66. Agregar Nuevo atributo (Add New Attribute)

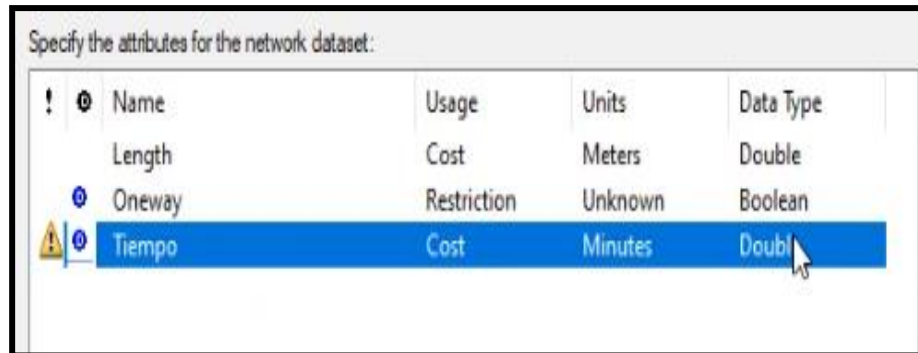


Fuente: Autor, 2022

- ⊗ Doble clic sobre el atributo
- ⊗ En el cuadro de dialogo para el primer atributo VIASP en el valor: **Type**, se seleccionó_
Field
- ⊗ En el Valor se seleccionó el icono
- ⊗ En el icono Field, se seleccionó **FT MINUTOS**
- ⊗ Clic en Ok
- ⊗ Para el segundo atributo VIASP en el valor: **Type**, se seleccionó_ **Field** En el Valor se
seleccionó el icono
- ⊗ En el icono Field, seleccione **TF MINUTOS**
- ⊗ Clic en **Apply**
- ⊗ Clic en **Ok**
- ⊗ Clic **en siguiente**

Aparece este cuadro de dialogo (ver figura 67)

Figura 67. Cuadro de dialogo



Fuente: Autor, 2022

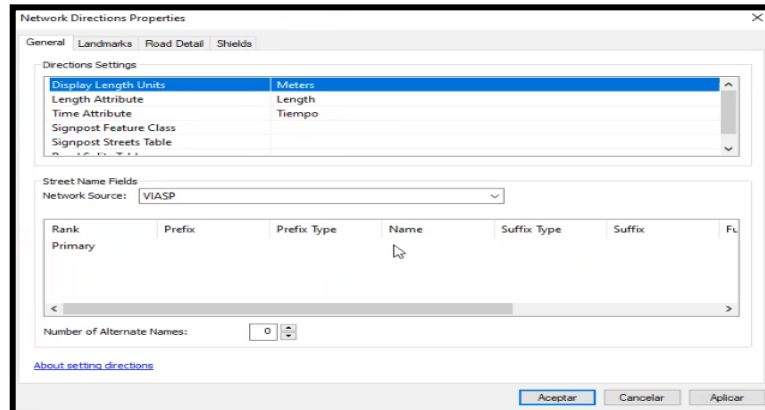
- ⊗ Clic en **siguiente**
- ⊗ Clic en Directions
- ⊗ Se editó el cuadro de dialogo con la siguiente afirmación

Display Length Units: Meters

Length Attribute: Length

Time Attribute: Tiempo

Figura 68. Cuadro dialogo (Propiedades, dirección de red)



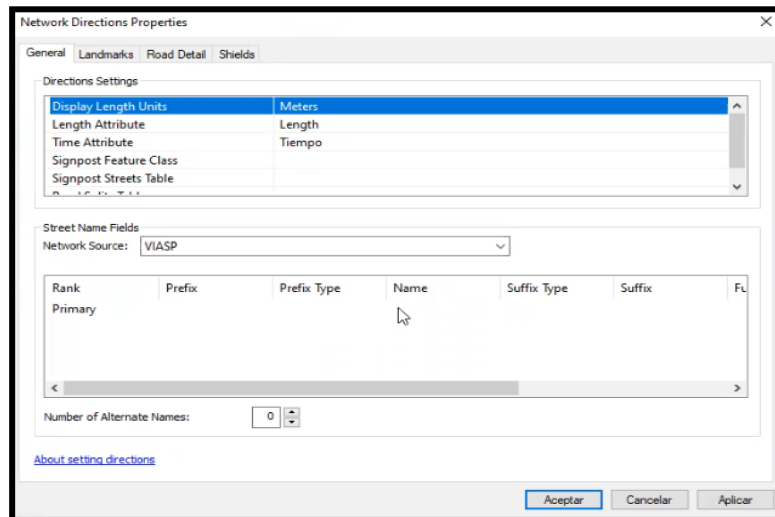
Fuente, Autor 202

- ⊗ Clic en **siguiente**
- ⊗ Clic en Directions
- ⊗ Va editar el cuadro de dialogo con la siguiente afirmación

Display Length Units: Meters

Length Attribute: Length, **Time Attribute:** Tiempo (ver figura 69)

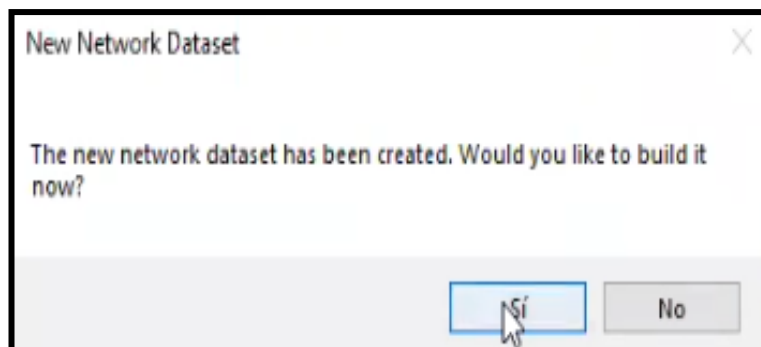
Figura 69. Atributo_Tiempo



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ Clic en **Aplicar**
- ⊗ Clic en **Aceptar**
- ⊗ Clic en **Siguiente**
- ⊗ Clic en **Finish**, en el siguiente cuadro de dialogo. (ver figura 70)

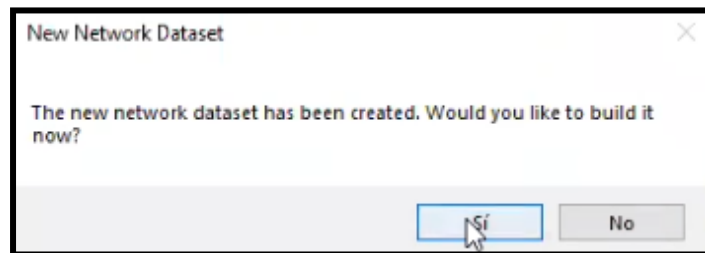
Figura 70. Cuadro dialogo_Finish



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ En el siguiente cuadro de dialogo, clic en **Si**. (ver figura 71)

Figura 71. Cuadro de dialogo_New Dataset



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ En el cuadro de dialogo, clic en **Si**. (ver figura 72). Posteriormente se activo el Network Analyst (ver figura 73)

Figura 72. Cuadro de dialogo_ Adding Network

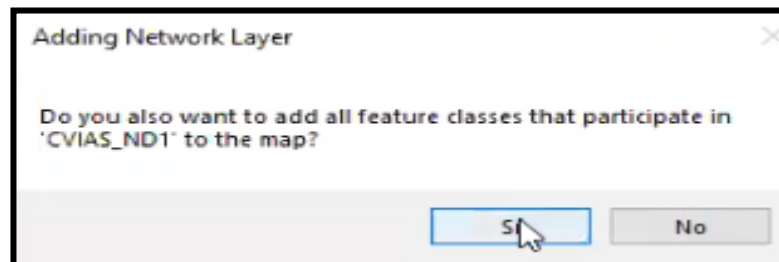
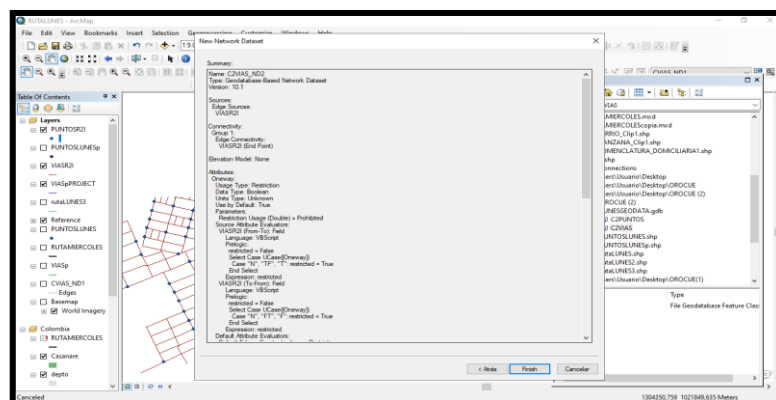


Figura 73. Activado Network Analyst

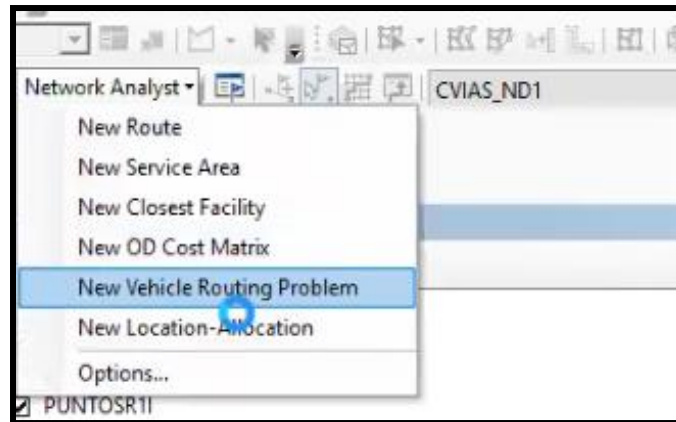


Fuente: Autor, 2022

- ⊗ Clic en el icono Network Analyst

- ⊗ Se selecciono New Vehicle Routing Problem (VRP) (ver figura 74)

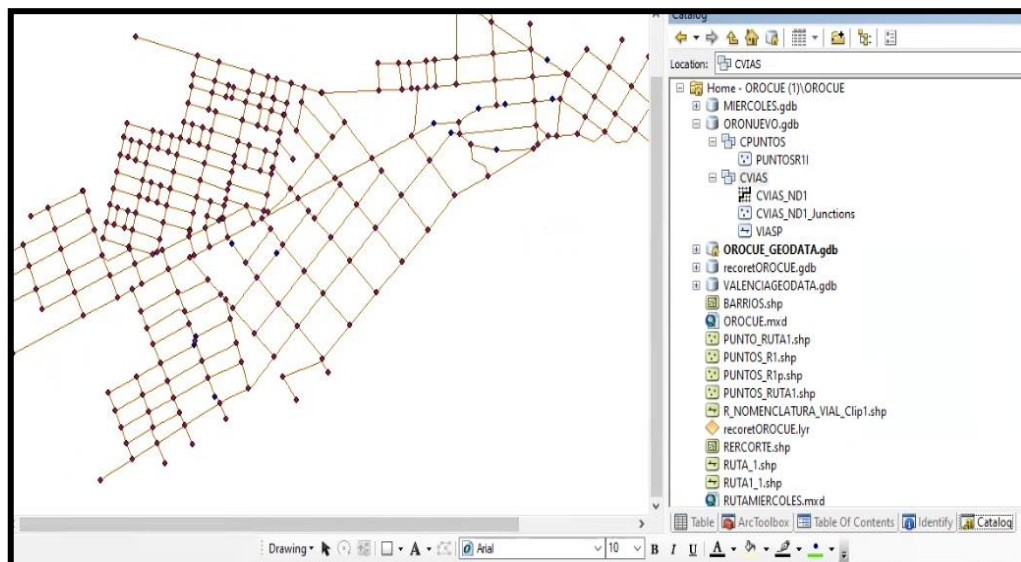
Figura 74. New Vehicle Routing Problem



Fuente: Autor, 2022

Una vez se seleccionó la extensión VRP, apareció el siguiente cuadro de dialogo. (Ver figura 75)

Figura 75. Cuadro de dialogo



Fuente: Autor, 2022

- ⊗ Se seleccionó el icono Networ Analyst Window
- ⊗ Se edito el cuadro de dialogo de acuerdo a su modelamiento. Para el ejercicio se editó

Order, Routes y VIAS_P

¿Cómo se editó Order?

- ⊗ Clic en el botón derecho
- ⊗ Selecciono Load Locations
- ⊗ En el siguiente cuadro de dialogo (ver figura 76), edite la siguiente información:
 - Load From: **PUNTOSR1I**
 - Name: Name
 - Description: Comment

Figura 76. Cuadro dialogo, descripción

Load Locations

Load From: **PUNTOSR1I**

☒ Only show point layers

☐ Only load selected rows

Sort Field:

Property	Field	Default Value
Name	Name	
Description	Comment	
ServiceTime		
TimeWindowStart1		
TimeWindowEnd1		
TimeWindowStart2		
TimeWindowEnd2		
MaxRelocationTime1		

Location Position

☒ Use Geometry

Search Tolerance: 5000 Meters

☐ Use Network Location Fields

Property	Field
SourceID	
SourceOID	
PosAlong	
SideOfRoad	

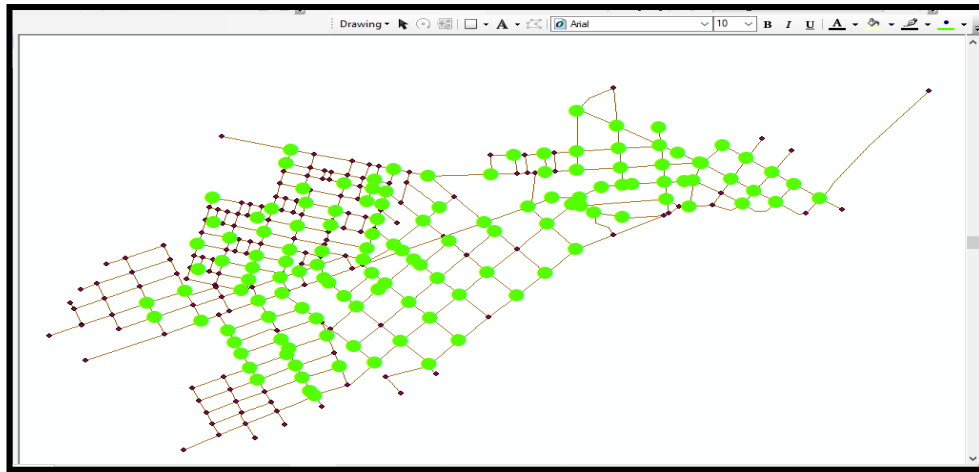
Advanced... [About load locations](#) OK Cancel

Fuente: Autor, 2022

- ⊗ Se seleccionó **OK**

Una vez editado el campo **_orders** el mapa queda de la siguiente manera. (Ver figura 77)

Figura 77. Mapa editando el campo de orden



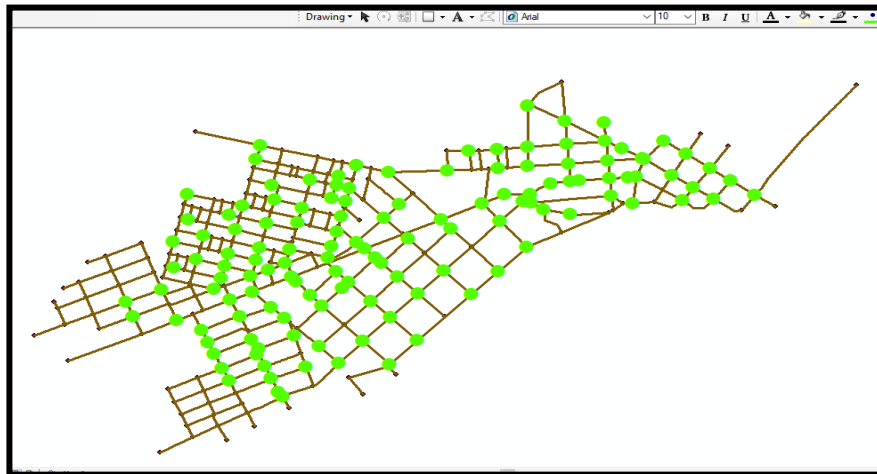
Fuente: Autor, 2022

¿Cómo editar Routes?

- ⊗ Clic en el botón derecho
- ⊗ Se selecciono Load Locations
- ⊗ En el siguiente cuadro de dialogo, edite la siguiente información:
 - Name: TEXTO
 - StartTime: 2:00 A.M
 - LatesStartTime: 12:00 A.M
 - Maxordercount: 126 (Puntos)
 - MaxTotalTime: FT_MINUTOS
 - MaxTotalDistance: LONGITUD

Una vez editado el campo **_Routes** el mapa queda de la siguiente manera. (Ver figura 78)

Figura 78. Mapa editando el campo de Rutas

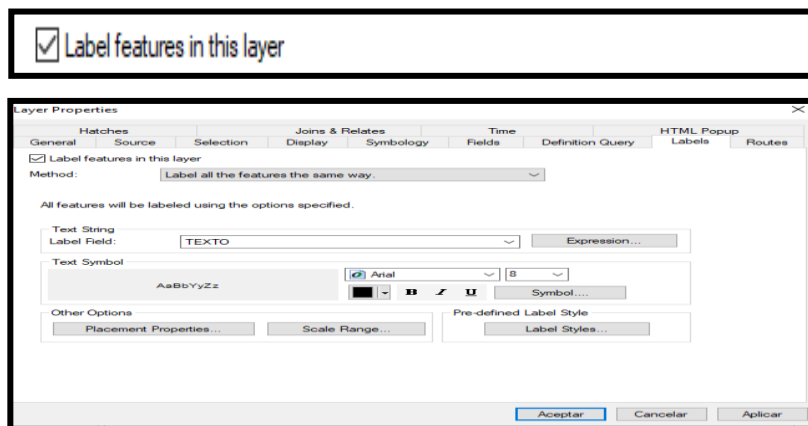


Fuente: Autor, 2022

- ⊗ Clic en el botón derecho
- ⊗ Seleccione **Properties**
- ⊗ Clic en el Icono **Labels**
- ⊗ Se seleccióno marcando: **Label features in the layers** (ver figura 79)

-El tipo de letras y Tamaño, será de su preferencia

Figura 79. Edición Label Features in the Layers



Fuente: Autor, 2022

Análisis: El proceso de modelamiento de Rutas de Recolección de Residuos Solidos en la Zona Urbana del Municipio de Orocue, se realizó usando la extensión Vehicle Routing Problem (VRP) de arcGIS, el procedimiento empleado sirvió para optimizar las mejores rutas de recolección de

residuos por el núcleo urbano, a partir de la configuración de la tabla de atributos temática base de VIAS PROYECTADAS I (VIASPI). (Ver figura 80)

La fase consistió en implementar la herramienta de Sig Network Analyst y la extensión Vehicle Routing Problem (VRP) para modelar las redes de transporte y simular el sistema vial. Cabe mencionar que antes de generar el Network Dataset, se modificaron o acondicionaron los atributos a la red vial, tales como:

Dirección: Se identifican las direcciones donde se hace el recorrido

Highway: Se agrega de tipo Residencial por el uso del suelo.

F_NODO y T_NODO: Se agregó un cero (0) para estos dos campos.

Oneway: como las vías, algunas son ida y vuelta se agrega BI

JERARQUIA: Se agregó AVENIDA (2) y para CALLE (3)

FT MINUTOS: En este campo se realiza el siguiente cálculo

$$t = \frac{x}{v}$$

Donde:

t= tiempo

X= espacio

V= velocidad

Figura 80. Atributos de Red

Tipo de carretera		Jerarquía o importancia del tipo de calle				Longitud del tramo de la calle			
TEXTO	Highway	Oneway	F nodo	T nodo	Jerarquia	FT MINUTOS	TF MINUTOS	LONGITUD	VELOCIDAD
CALLE 3	RESIDENCIAL	BI	0	0	3	2,26402822794685	2,26402822794685	110,029507849989	0,728
CALLE 3	RESIDENCIAL	BI	0	0	3	1,74283340142979	1,74283340142979	34,6999604760862	0,728
CARRERA 20	RESIDENCIAL	BI	0	0	3	1,13709022653241	1,13709022653241	55,2614479192484	0,728
CALLE 21	RESIDENCIAL	BI	0	0	3	0,916819907047801	0,916819907047801	44,5565306626161	0,728
CALLE 3BIS	RESIDENCIAL	BI	0	0	3	1,86641008666683	1,86641008666683	90,7056638019213	0,728
CARRERA 20	RESIDENCIAL	BI	0	0	3	0,888686990028392	0,888686990028392	43,1892990283898	0,728
CALLE 21	RESIDENCIAL	BI	0	0	3	0,862118346818729	0,862118346818729	41,8980895370434	0,728
CALLE 3	RESIDENCIAL	BI	0	0	3	1,99385572496549	1,99385572496549	96,899394377598	0,728
CARRERA 19	RESIDENCIAL	BI	0	0	3	1,07777927326873	1,07777927326873	62,378994901587	0,728
CALLE 3BIS	RESIDENCIAL	BI	0	0	3	1,84402017182895	1,84402017182895	89,6175363307149	0,728
CARRERA 19	RESIDENCIAL	BI	0	0	3	0,743438884664106	0,743438884664106	36,1303863557909	0,728
CALLE 3A	RESIDENCIAL	BI	0	0	3	1,91267786472916	1,91267786472916	92,9542315479722	0,728
CARRERA 20	RESIDENCIAL	BI	0	0	3	0,886197503056946	0,886197503056946	43,0683124510645	0,728
CALLE 21	RESIDENCIAL	BI	0	0	3	0,970967135701066	0,970967135701066	47,1880318279361	0,728
CALLE 3	RESIDENCIAL	BI	0	0	3	2,49021718636248	2,49021718636248	121,02206504003	0,728
CARRERA 18	RESIDENCIAL	BI	0	0	3	0,898424513182919	0,898424513182919	43,6625328161767	0,728

Dirección

Sentido de las calles

Tiempo en ambos sentidos de las calles

TF_MINUTOS: se aplicó la ecuación anterior por qué es lo mismo de ida y vuelta en la misma vía

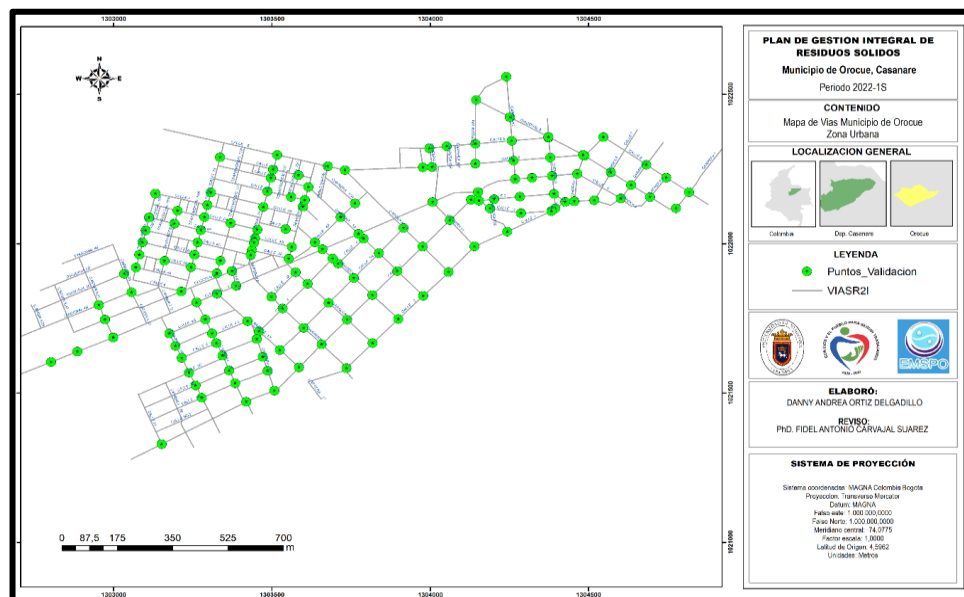
LONGITUD: Este atributo se calcula a partir de **Calculate Geometry**.

FASE 3: GENERACIÓN DE MAPAS MICRO RUTAS OPTIMIZADAS SEGÚN LOS TIEMPOS Y DISTANCIA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.

Validar insumos cartográficos base utilizados en el proyecto

Para la generación de micro rutas se consideró que se generaría cada una de estas según los puntos registrados en el GPS del recorrido de residuos a recolectar. A su vez, se estipula que la adecuada validación depende de las características estipuladas dentro del procedimiento realizado a partir de la validar el mapa de vías de (ver figura 81) utilizando puntos de control tomados con el GPS (ver figura 82)

Figura 81. Mapa de vías



Fuente: Autor, 2022

Figura 82. Registro de puntos de recolección de residuos

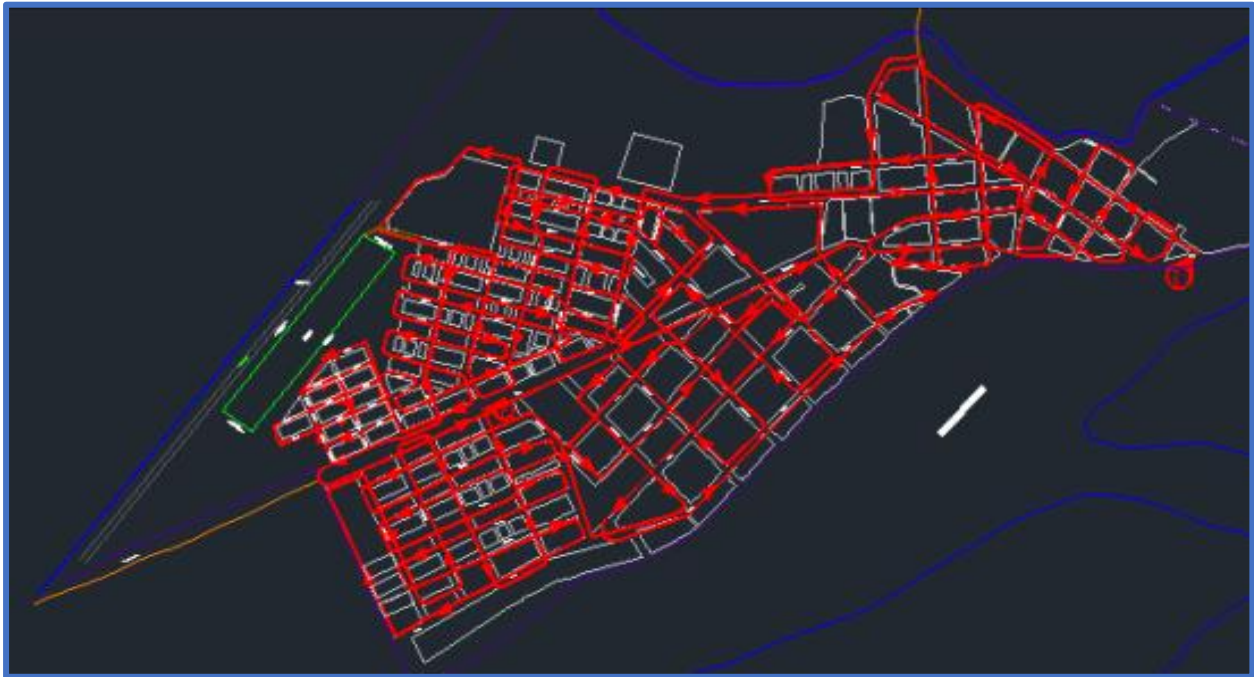


Fuente: Autor, 2022

Elaborar mapas temáticos de micro rutas

El Municipio de Orocue, debido al aumento demográfico y la demanda de terrenos para la construcción de viviendas, se ha visto la necesidad de formar nuevas urbanizaciones, lo cual se ve la obligación de modificar los recorridos del vehículo recolector e incluso diseñar nuevas micro rutas, con el fin de abarcar todo el perímetro urbano. Cumpliendo con lo estipulado en el Decreto 2981 de 2013 (ver figura desde la 85 a 87). Finalmente, a partir de la metodología descrita en la fase 2 y la herramienta ‘‘Network Analyst’’, se obtiene los mapas temáticos, este procedimiento se ejecutó mediante el software arcGIS arcMap 10.5, donde, los mínimos requeridos en el desarrollo de estos mapas/layouts deben comprender grilla, dirección, escala y leyenda que logre categorizar y marcar aquellos elementos de interés para la comprensión del gráfico, la cual presenta optimización en tiempo y espacio recorrido por parte del vehículo recolector.

Figura 83. Mapa ruta de recolección No actualizada



Fuente: EMSPO

En la figura 83 se evidencia el plano de la ruta de recolección de residuos sólidos para el Municipio de Orocué, esta ruta fue diseñada por la empresa prestadora del servicio de aseo-EMSPO, recorre el casco urbano del municipio, pero debido a expansiones urbanas no se ha actualizado la cartografía base para los barrios como, Jose Eustacio, Jacinto Moreno, Antonio Leccioni y Minuto de Dios, por tanto, esta ruta no cumple en su totalidad, ya que, algunas vías se encuentran en regular o en su efecto malo (ver figura 84), por lo cual es difícil el acceso en algunos barrios.

Figura 84. Mal estado de Vias



Fuente: Autor, 2022

Figura 85. Microruta 1.0 Actualizada, día Lunes

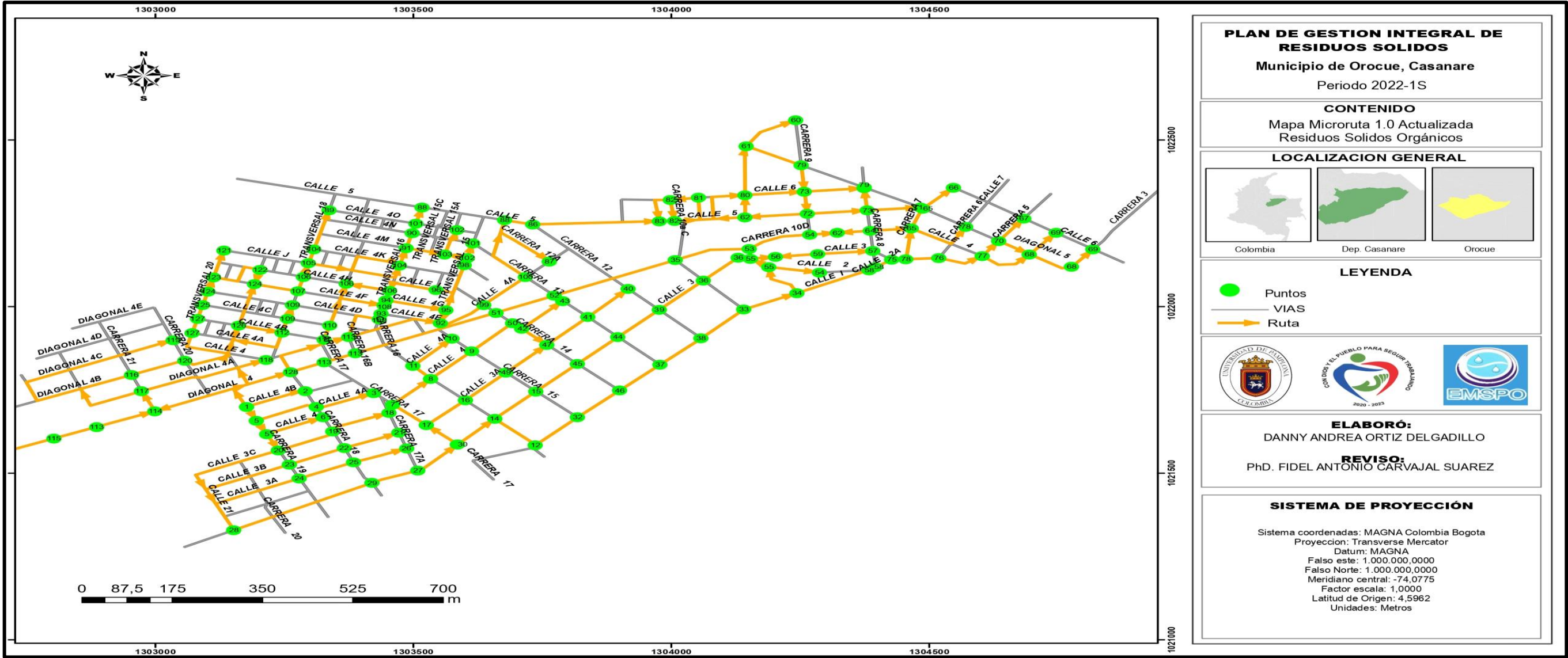
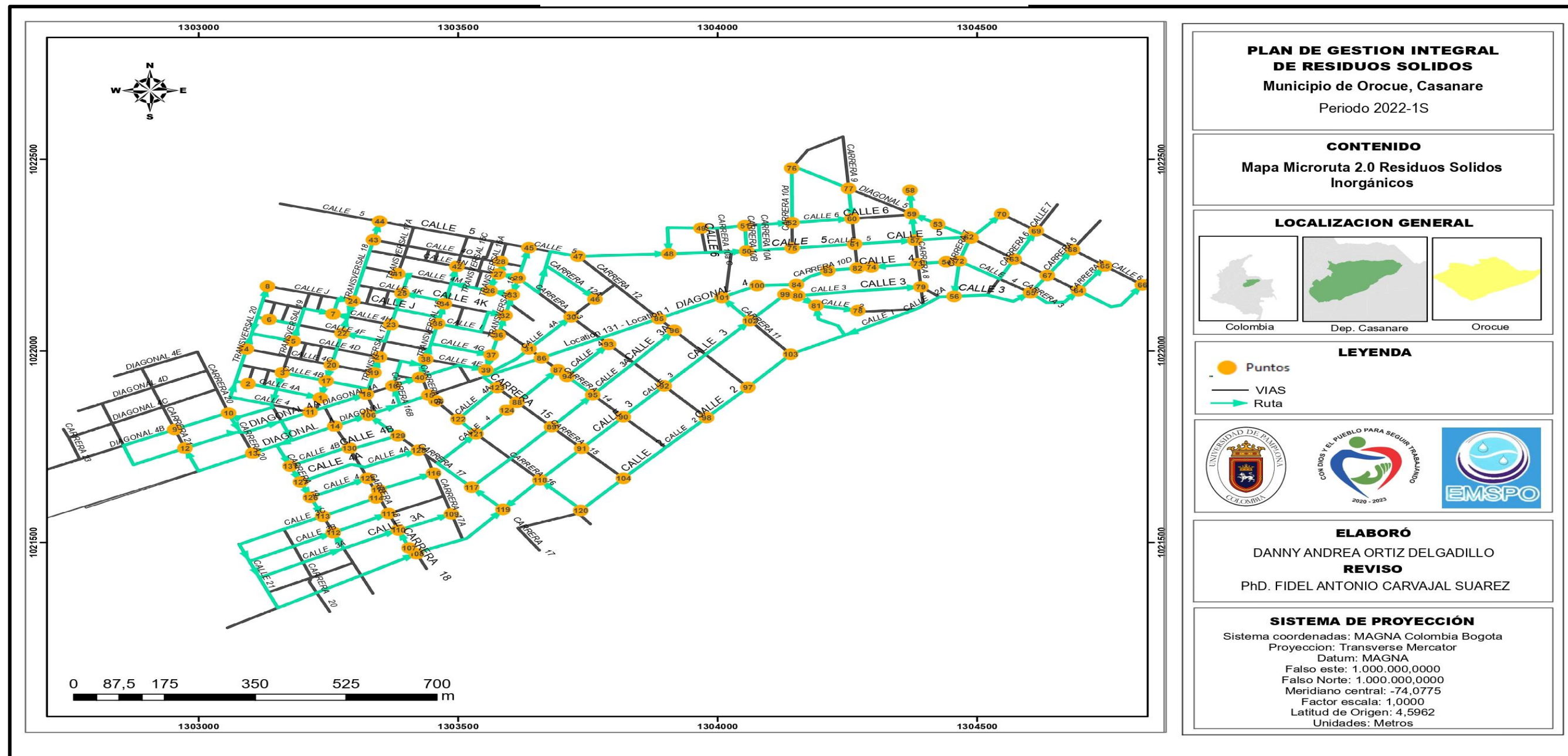


Figura 86. Microruta 2.0 actualizada, día Miércoles



Fuentes: Autor, 2022



Los mapas realizados en cada ruta que se diseño fue para el dia lunes, miercoles y viernes, con una distancia de aproximadamente 20095.633, 17332.061, 13364.763 metros (m).

Ruta propuesta día Lunes por VRP utilizando el SIG.

La anterior ruta muestra el recorrido de la ruta del día Lunes con las diferentes direcciones (ver APENDICE C)

Ruta propuesta día Miércoles por VRP utilizando el SIG.

La anterior ruta muestra el recorrido de la ruta del día Miércoles con las diferentes direcciones . (ver APENDICE C1)

Ruta propuesta día Viernes por VRP utilizando el SIG.

La anterior ruta muestra el recorrido de la ruta del día Viernes con las diferentes direcciones (ver APENDICE C2)

FASE 4: ACOMPAÑAMIENTO, VISITAS DE CAMPO PROGRAMADAS EN LA ZONA URBANA PARA DESARROLLAR CAPACITACIONES EN GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.

Conceptualizar el tema a desarrollar en gestión de residuos

Para conceptualizar el tema sobre la gestión de residuos solidos como estrategia de educación ambiental en los habitantes de la zona Urbana del Municipio de Orocue, se realizó el material didáctico (diapositivas y poster informativo). El material de esta actividad se presenta a continuación en la actividad denominada ´´preparar el material didáctico idóneo´´.

Preparar el material didáctico idóneo

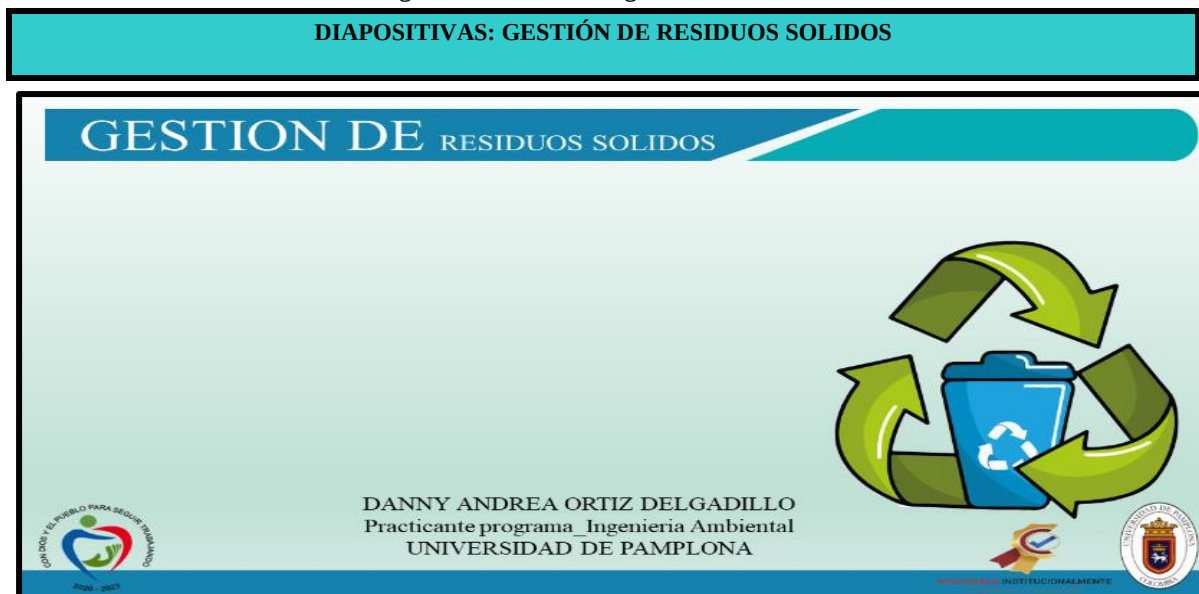
A continuación, se describe el material didáctico desarrollado en las capacitaciones programadas en la Gestión Integral de Residuos Sólidos. El material didáctico fue: diapositivas y poster Informativo diseñado en la herramienta ofimática de Microsoft PowerPoint

Diapositivas: Gestión de Residuos Sólidos

La temática de la capacitación (ver figura 89) de educación ambiental e información fueron las siguientes:

- 01) Legislación
- 02) Clasificación
- 03) Código de Policía
- 04) Código de Colores
- 05) Residuos Aprovechables
- 06) Residuos Posconsumo

Figura 89. Gestión Integral de Residuos sólidos



Fuente: Autor, 2022

Poster Informativo: Este Poster se realizó con el fin de concientizar la población al uso excesivo de plástico. (ver figura 90)

Figura 90. Poster Informativo



Fuente: Autor, 2022

Llevar a cabo las capacitaciones en área urbana

Capacitación 1 - Gestión Integral de Residuos Solidos: Se explicaron conceptos básicos ¿Qué son los residuos solidos?, ¿la diferencia entre basura y residuo?, Clasificación según el código de colores, estrategia de las 3R, residuos aprovechables como, papel, cartón y plástico. La

capacitación prevista se realizó con la participación activa de la comunidad Orocuesense, Jóvenes de la Red Nacional para el Ambiente- Nodo Urbano y Personal de Aseo

Capacitación-Gestión Integral de Residuos Solidos
MUNICIPIO: OROCUE
FECHA: 15 -03-2022
LUGAR: AUDITORIO MUNICIPAL
PERSONAL CAPACITADO: COMUNIDAD EN GENERAL

REGISTROS FOTOGRAFICOS

Figura 91. Capacitación de residuos solidos



Fuente: Autor , 2022

Figura 92. Capacitación, Manejo de residuos solidos



Fuente: Autor , 2022

Danny Andrea Ortiz Delgadillo

RESPONSABLE

Se realizó la capacitación en la Comunidad del área rural en la cual se informó sobre la Gestión integral de residuos sólidos. La capacitación fue realizada el día Martes 15 de Marzo a las 9:00 A.M en las instalaciones del auditorio municipal.

A continuación se presenta el registro de asistencia por el personal asistido (ver figura 93):

Figura 93. Planilla de asistencia, comunidad

REUNIÓN		COMITÉ	TIPO DE ACTIVIDAD		
			CAPACITACIÓN	CONSEJO	OTRO
Nombre de la Actividad:		Gestión Integral de Residuos Sólidos			
Nombre de Responsable de Actividad:		Denny Andrey Ortiz Delgadillo			
Lugar de la Actividad:		Zona Urbana Municipal de Orocué / Auditorio Municipal			
Duración en horas:		Fecha: 15/03/2022			
N°	Nombre y Apellido	Numero de identidad	Cargo	Firma	
	Alvaro Acosta Lopez	18255884	Presidente B. Villa		
	Miller Humberto Cruz	7484975	Presidente B. bello Horizonte		
	Luisa Marina Huano	23388933	Presidente B. la Unión		
	Carolina Guevara	7804545	Presidente B. San Juan		
	Lorena Ballesteros	23835705	Presidente B. Santa Rita		
	Angelina M. Herrera	17348612	Pres. JAC La Manga		
	Marco Flores Guio		Pres. JAC B. Los Escalones		
	Arnon J. Lopez	33645938	Pres. JAC B. El Centro		
	Graciela Lopez	2429983	Secretaria JAC B. La Candelaria		
	Hilda Quintero	07250613	Presidente B. T. Llanos		
Con Dios y el Pueblo, Para Seguir Trabajando					
Dirección: Carrera 8a No. 2a -15 Palacio Municipal - Telefax: (098) 6365088 - 6365203 Código Postal: 853050					
E-Mail: alcadia@orocue-casanare.gov.co - Página Web: www.orocue-casanare.gov.co					
Código:	GAS-FO-001	Página	1 de 2	Fecha: 30/08/2013	

REUNIÓN		COMITÉ	TIPO DE ACTIVIDAD		
			CAPACITACIÓN	CONSEJO	OTRO
Nombre de la Actividad:		Gestión Integral de Residuos Sólidos			
Nombre de Responsable de Actividad:		Denny Andrey Ortiz Delgadillo			
Lugar de la Actividad:		Zona Urbana Municipal de Orocué / Auditorio Municipal			
Duración en horas:		Fecha: 15/03/2022			
N°	Nombre y Apellido	Numero de identidad	Cargo	Firma	
	Xiomara Pérez Martínez	1119323361			
	Sara Valentina Narango Garcia	1029646898			
	Angie Rojas	1119323081			
	Marcela Daza	1119322581			
	Eileen Dayana Pérez Martínez	1119323360			
	María Paula Hurtado	1125549668			
	Yany Deyani Caba	1119323352			
	Alejandro Garavito Socé	1129823817			
	Lisbeth Stange Silva Robles	7229662796			
	Luisa Marina Huano	23388933			
Con Dios y el Pueblo, Para Seguir Trabajando					
Dirección: Carrera 8a No. 2a -15 Palacio Municipal - Telefax: (098) 6365088 - 6365203 Código Postal: 853050					
E-Mail: alcadia@orocue-casanare.gov.co - Página Web: www.orocue-casanare.gov.co					
Código:	GAS-FO-001	Página	1 de 2	Fecha: 30/08/2013	

Se realizo la capacitación con Jovenes de la Red Nacional para el ambiente (RNJA) en la cual se informo sobre la Gestión integral de residuos sólidos. La capacitación fue realizada el dia Martes 22 de Marzo a las 9:00 A.M en las instalaciones del auditorio municipal.

Gestión Integral de Residuos Solidos
MUNICIPIO: OROCUE
FECHA: 22 -03-2022
LUGAR: BIBLIOTECA MUNICIPAL
PERSONAL CAPACITADO: RED NACIONAL DE JOVENES PARA EL AMBIENTE (RNJA)

REGISTROS FOTOGRAFICOS

Figura 94. Capacitación, gestión integral- red de jóvenes



Fuente: Autor , 2022

Danny Andrea Ortiz Delgadillo

RESPONSABLE

A continuación se presenta el registro de asistencia para el personal asistido (ver figura 95):

Figura 95. Planilla de asistencia, red de jóvenes

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE		LISTADO DE ASISTENTES				MADSIG Sistema Integrado de Gestión		
Versión: 6		Proceso: Administración del Sistema Integrado de Gestión				Código: F-E-SIG-05		
Vigencia: 17/03/2020								
LUGAR:	FECHA:	HORA:						
TEMA:	TERRITORIAL:	PRESIDE:						
EQUIPO ACOMPAÑANTE:								
NOMBRES	ENTIDAD / MUNICIPIO	CARGO	DEPENDENCIA	TELÉFONO / CELULAR	CORREO ELECTRÓNICO	ASISTENCIA		FIRMA
						PRESENCIAL	VIRTUAL	
Fabian Parare	Orocúe	Voluntario	RNJA	302911555	fabian.parare@hotmail.com	X		[Firma]
Danny Arce	Orocúe	Voluntario	RNJA	3145591314	dannyarce@gmail.com	X		[Firma]
Carmen Lora	Orocúe	Voluntario	RNJA	3136460962	higuera44@gmail.com	X		[Firma]
Rodrigo León	Orocúe	Voluntario	RNJA	3222635898	-/-/-	X		[Firma]
Karen Medina	Orocúe	Voluntario	RNJA	3229158580	medinamaria23@gmail.com	X		[Firma]
Lisbeth Sango	Orocúe	Voluntaria	RNJA	3105316474	lisselsango@gmail.com	X		[Firma]
Shuen Aljondro	Orocúe	Voluntario	RNJA	3115853315	rodrygoshuen@gmail.com	X		[Firma]
Paula Hurtado	Orocúe	Voluntario	RNJA	3232310151	-/-/-	X		[Firma]
Alejandro Crataquito	Orocúe	Voluntario	RNJA	3125369933	-/-/-	X		[Firma]
Karen Perez	Orocúe	Voluntario	RNJA	3104998356	-/-/-	X		[Firma]
Marcela Daiza	Orocúe	Voluntario	RNJA	3025288000	-/-/-	X		[Firma]
Xiomara Perez	Orocúe	Voluntario	RNJA	3025229300	-/-/-	X		[Firma]

Los datos personales serán tratados de acuerdo a la política de protección de datos personales establecida por la entidad la cual podrá ser consultada a través del MADSIG en el documento con código "DS-E-GET-01" o en el link <http://www.micambiente.gov.co/index.php/component/content/article/648-proteccion-de-datos-personales> de conformidad con lo definido por la Ley 1581 de 2012 y el Decreto Reglamentario 1377 de 2013

Página 1 de 2

Fuente: Autor , 2022

Capacitación 2: Salud Ocupacional y Seguridad Industrial en el Trabajo

Se abordó la temática (Ver figura 96) correspondiente a Salud Ocupacional y Seguridad Industrial en el Trabajo en temáticas como:

- 01) ¿Qué es Salud y Seguridad Industrial en el trabajo?
- 02) Componentes
- 03) Higiene y seguridad Industrial
- 04) Prevención en el trabajo
- 05) Accidentes de Trabajo

Esta capacitación tuvo como finalidad informar sobre las medidas de seguridad a tener en cuenta en cada proceso o actividad a desarrollar. Los operarios y el conductor para la recolección de residuos recibieron también por su parte la capacitación necesaria, con recomendaciones sobre la recolección de residuos, aspectos de salud y seguridad con el manejo de los residuos sólidos, días de recolección y rutas.

Figura 96. Salud y seguridad en el trabajo



Fuente: Autor, 2022

Salud Ocupacional y Seguridad Industrial en el Trabajo
MUNICIPIO: OROCUE
FECHA: 21 -04-2022
LUGAR: INSTALACIONES EMSPO
PERSONAL CAPACITADO: PERSONAL DE ASEO-EMSPO

REGISTROS FOTOGRAFICOS

Figura 97. Capacitación, personal de aseo



Fuente: Autor , 2022

A continuación se presenta el registro de asistencia por el personal asistido (ver figura 98):

Figura 98. Planilla Asistencia personal-EMSPO

		República de Colombia. Departamento de Casanare. ALCALDIA MUNICIPAL DE OROCUE FORMATO DE CONTROL -MANEJO DE RESIDUOS		
TIPO DE ACTIVIDAD REUNIÓN ☐ COMITÉ ☐ CAPACITACIÓN ☒ CONSEJO ☐ OTRO ☒ Cua?				
Nombre de la Actividad: MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS				
Nombre de Responsable de Actividad: Daniel Andres Ortiz Delgadillo				
Lugar de la Actividad:				
Duración en horas:				
Fecha:				
N°	Nombre y Apellido	Numero de identidad	Cargo	Firma
1	Pedro Jaimir Suarez V.	74770591	Auxiliar Fontanería	Pedro S.
2	Yuan Jairo Guarapara H	1006499321	Revisor Residuos Solidos	Yuan G.
3	Jesús Tapias	24344126	Fontanero.	Jesús
4	Ramon Guerra	17329981	Fontanero.	Ramon
5	Vicente Hugo Bohargua R	24846230	aseo	Vicente
6	Ronald E. Gomez	14946753	OPERADOR	Ronald E.
7	UNO GEDERO COLON	1119323826	DIRECTOR AAA - EMSPO	Unio
Con Dios y el Pueblo. Para Seguir Trabajando				
Dirección: Carrera 8a No. 2a-15 Palacio Municipal - Telefax: (056) 6365068 - 6365203 Código Postal: 853050 E-Mail: alcaldia@orocue-casanare.gov.co - Página Web: www.orocue-casanare.gov.co				
Código:	GAS-PO-001	Página:	1 de 2	Fecha: 30/06/2013

Fuente: Autor, 2022

Poster Informativo: El Martes 17 de Mayo se realizó con apoyo de los Jovenes de la RNJA Nodo Urbano la campaña, Plastico ¡NO MAS! Y recolección de los mismos a fin de concientizar a la población del uso excesivo del plástico, cabe señalar, que desde el inicio de la campaña los jóvenes de la red acordaron que ellos mismo generarían un cambio, reduciendo el consumo de vasos desechables, ya que cada uno de ellos porta su vaso lavable para cualquier actividad.

Campaña Plastico ¡NO MAS!

REGISTROS FOTOGRAFICOS

Figura 99. Campaña plástica ¡NO MAS!



Fuente: Autor , 2022

Elaborar actas (diseñar el formato) de Reunión con resguardos indígenas

Se realizo el formato (tabla 14) el cual consiste en un acta de reunión para registrar la información sobre el manejo de los residuos solidos en la comunidad del Resguardo Indígena Piñalito.

Tabla 14. Diseño Acta de Reunión

ACTA N° _____	
Proyecto	
Tema	
Hora	
Fecha	
Lugar	

PARTICIPANTES

Nombre y Apellidos	Firma

Fuente: Autor, 2022

AGENDA DE LA REUNIÓN

Orden del Día

N°	Asunto	Tiempo Estimado	Responsable
1	Saludo a la comunidad (Presentación del orden del día)	10 min	Danny Ortiz
2	Saludo por parte del Representante de la Comunidad	10 min	Representante Comunidad
3	Exposición de la Temática de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Municipio	20 min	Danny Ortiz
3.1	Normatividad	5 min	Danny Ortiz
3.2	Caracterización y Clasificación de Residuos	10 min	Danny Ortiz
3.3	Impactos de los residuos sólidos sobre el medio ambiente	5 min	Danny Ortiz
4.	Participación de los pueblos indígenas en la Gestión Integral de Residuos	10 min	Danny Ortiz
5.	Finalización de la reunión	20 min	Danny Ortiz

Objetivos Principales

Socialización del tema de Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Resguardo Indígena de Piñalito

DESARROLLO DE LA REUNION

Elaboro: Danny Andrea Ortiz Delgadillo

Apoyo a la Gestión como pasante en Ingeniería Ambiental

El Acta de Reunión se llevó a cabo en el Resguardo Indígena Piñalito (ver formato 3), en esta reunión se relacionó el manejo de residuos sólidos, clasificación en las que pueden ser aprovechados según el código de colores y buenos hábitos ambientales. Teniendo en cuenta que estas medidas contribuyen a reducir impactos ambientales y elaboración de compostaje, una estrategia que además de aprovechar residuos orgánicos, aporta nutrientes a la tierra mediante la obtención de abono natural.

Formato 3

ACTA N° 1	
Proyecto	Diseño de rutas de recolección de residuos sólidos como aporte a la actualización del PGIRS en el municipio de Orocue, Casanare
Tema	Manejo de Residuos Sólidos
Hora	08:00 A.M
Fecha	08 de Mayo de 2020
Lugar	Colegio del Resguardo Piñalito

PARTICIPANTES

Nombre y Apellidos	Firma
Jesús Pónare Pónare	Jesús Pónare
Guillermo Caibana	Guillermo Caibana
Adriana Agudelo P.	Adriana Agudelo P.
José Omar Yavimar	José Omar Yavimar
ANGELICA PÓNARE	ANGELICA PÓNARE
Luz Dary Erenuma	Dary.
Maria Rosalva Erenuma	Maria Rosalva Erenuma
Nelly Garabito E.	Nelly Garabito E.
Salvadora Guacahare P.	Salvadora Guacahare P.
Nombre y Apellidos	Firma
Aníbal Pónare	Aníbal Pónare
Elvis Arley Cúneros	Elvis Arley Cúneros
Francisco Caribana	Francisco Caribana
MHermelinda Jorapa	MHermelinda Jorapa
Susana Guisela Caribana	Susana Guisela Caribana
Neydi Caribana Pónare	Neydi Caribana Pónare
Nancy Caibana G.	Nancy Caibana G.
Sorís Jorapa P.	Sorís Jorapa P.
Eulalia Renuma	Eulalia Renuma
Maria Leopoldina Jorapa	Leopoldina
Maria Claudia Pónare	Maria Claudia Pónare
Nelly Mildred Jorapa	Nelly Mildred Jorapa
Mabel Pónare	Mabel Pónare
Karen Andrea Y.	Karen Andrea Y.
Aníbal Guacahare	Aníbal Guacahare
José D. Caribana	José D. Caribana

Objetivos Principales

Socialización del tema de Manejo de Residuos Sólidos en el Resguardo Indígena de Piñalito

DESARROLLO DE LA REUNION

En el Resguardo Indígena de Piñalito, en las Instalaciones del Colegio del resguardo (ver figura xx) siendo las 08:00 am, del día 08 de Mayo de 2022, se reunieron las personas que fueron convocadas para realizar la Reunión de Manejo de Residuos solidos Acta N° 1

DANNY ANDREA ORTIZ DELGADILLO pasante en el programa de Ingeniería Ambiental: muy buenos días para todos los participantes de hoy 08 de Mayo de 2022, agradecerles a todos por su puntualidad y la asistencia a continuación, me voy a permitir hacer el llamado a lista de los participantes que conforman la Comunidad del Resguardo Indígena:

JERSY PONARE PONARE- **PRESENTE**

GUILLERMO CARIBANA -**PRESENTE**

ADRIANA AGUDELO -**PRESENTE**

JOSE OMAR YAVIMAY -**PRESENTE**

ANGELICA PONARE-**PRESENTE**

LUZ DARY ERRENUMA-**PRESENTE**

MARIA ROSALITA ERRENUMA-**PRESENTE**

NELLY GUACABARE-**PRESENTE**

SALENTIANO GUACABARE-**PRESENTE**

ALFREDO ERRENUMA-**PRESENTE**

LINA YARSADIZ ERRENUMA-**PRESENTE**

DAVID ERRENUMA-**PRESENTE**

CARMEN RODRIGUEZ-**PRESENTE**

WENDY YAVIMAY-**PRESENTE**

ALIRIO PONARE-**PRESENTE**

ANILFA PONARE-**PRESENTE**

ELVIS ARLEY CISNEROS-**PRESENTE**

FRANCISCO CISNERO- **PRESENTE**

HERMELINDA JOROPA-**PRESENTE**

SUSANA CARIBANA-**PRESENTE**

NEYDI CARIVANA-**PRESENTE**

SARIS JOROPA-**PRESENTE**

EULALIA RENUMA-**PRESENTE**

MARIA LEOPOLDINA DARAPO-**PRESENTE**

MARIA CLAUDIA PONARE-**PRESENTE**

NELLY MILDRED DARAPO-**PRESENTE**

MABEL PONARE-**PRESENTE**

KAREN ANDREA-**PRESENTE**

ARIALDO GUACABARE-**PRESENTE**

JOSE CARIBANA-**PRESENTE**

Intervención JERSY PONARE PONARE: vamos a trabajar en la clasificación de Residuos

Aprovechables

Damos por terminado esta reunión N°1, cada uno de los miembros dieron sus respectivas opiniones y las diferentes medidas que se deben tener en cuenta para mitigar impactos por el mal manejo de los residuos. Agradecer a todos por su asistencia y su participación

ACTA N° 1.
MUNICIPIO: OROCUE / RESGUARDO INDIGENA-PIÑALITO
FECHA: 08 de Mayo de 2022
LUGAR: INSTALACIONES COLEGIO DE PIÑALITO
PERSONAL: COMUNIDAD

REGISTROS FOTOGRAFICOS

Figura 100. Acta de reunión, manejo de residuos



Fuente: Autor , 2022

Convocar al grupo de recuperadores ambientales

Actualmente no se cuenta con una base de datos de los grupos de recicladores del área urbana, por tanto se diseño un formato (ver tabla 22) que consta de:

-Nombre grupo/Recuperador: En esta sesión se incluye el nombre de la empresa recuperadora o nombre completo de la persona que realiza la actividad de reciclaje.

-Nit: se debe referenciar el Numero de Nit. Solo aplica para las empresas que desarrollan actividades de Reciclaje

-Dirección: Se debe incluir la dirección o barrio

-Email: Se debe incluir la cuenta de correo electrónico.

-Teléfono: Es un dato personal que se tiene en cuenta para mejor comunicación.

-Numero de personas que trabajan: Es la cantidad de personas que trabajan en la actividad de reciclaje.

-Tipo de residuos: Se identifica el tipo de residuo a reciclar, como: Cartón, chatarra, plástico, etc.

Tabla 14. Formato registro recuperadores ambientales

RECUPERADORES AMBIENTALES								
NOMBRE GRUPO/ RECUPERADOR	NIT			Direccion	email	Telefono	Numero de personas que trabajan	Tipo de Residuos
	SI	NO	Numero Nit					
Responsable: Danny Andrea Ortiz Delgadillo								

Fuente: Autor, 2022

Elaborado el Formato, se procedió a aplicarlo en las empresas o recuperadores de oficio (ver figura 103 a 104) que operan en el Municipio de Orocué. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14. Formato Registro recuperadores ambientales

RECUPERADORES AMBIENTALES								
NOMBRE GRUPO/ RECUPERADOR	NIT			Direccion	email	Telefono	Numero de personas que trabajan	Tipo de Residuos
	SI	NO	Numero Nit					
RECICLADOS Y CHATARRERIA PAULITO	X		1117325656-2	Tierra blanca	recicladasychatarreriapaulito@gmail.com	3125779070	3	Aluminio, cobre, baterias, plastico (PET)
ORINOQUIA, PROYECTOS Y SOLUCIONES OROCUE	X			Centro	-			
Luis Hernando Guacarapare		X		San Gregorio		3125221971	1	Carton, plastico (PET)
Arturo Diaz Andrade		X		San Gregorio			1	Carton, plastico (PET)
Henry Ariza		X		San Gregorio			1	Cobre, aluminio, Carton
Jhoan Sebastian		X		San Gregorio			1	Carton, plastico (PET)
Alejandra Quintana	X		1000378486	Tierra blanca			2	Aluminio, cobre, baterias,
Ana Doria Jimenez		X		San Gregorio			1	Carton, plastico (PET)

RECUPERADORES AMBIENTALES
MUNICIPIO: OROCUE
FECHA: 30 de Marzo de 2022
LUGAR: AREA URBANA
PERSONAL: RECUPERADORES AMBIENTALES

REGISTROS FOTOGRAFICOS

Figura 101. Registro datos, recuperadores ambientales



Fuente: Autor , 2022

Figura 102. registro base de datos, recuperadores



Fuente: Autor , 2022

CONCLUSIONES

El objetivo principal de este proyecto fue el diseño de rutas de recolección de residuos sólidos en el Municipio de Orocue, ya que un mal ajuste en el microrutas puede traer consigo graves daños al sistema de colecta, desde pérdida de tiempo del personal , reducción en la cobertura del servicio, incremento de los costos, hasta la proliferación de tiraderos a cielo abierto en diferentes puntos de la zona de estudio.

Respecto a el Diagnostico de la Situación actual del servicio de rutas de recolección de residuos sólidos en el Municipio el cual se evaluó en la Fase: Realizar el diagnóstico del funcionamiento de rutas de recolección de residuos sólidos, se pudo observar en el trabajo de campo registrado en el formato Diagnostico de rutas de recolección y transporte'', que el sistema de frecuencia de recolección cumple con los aspectos referentes según el Decreto 2981 de 2013, ya que, la frecuencia mínima de recolección y transporte de residuos es de tres (3) veces por semana. Por otro lado, se encontró deficiencia en la cobertura ya que no permitía cumplir con la ampliación permanente de la cobertura teniendo en cuenta, aspectos en el crecimiento poblacional; De los resultados obtenidos de las tres microrutas de recolección, se concluye que el tiempo de recolección de la ruta del día Lunes es mayor con respecto a la ruta del día Miércoles y Viernes, sin embargo se presentan puntos críticos en las tres rutas para los Barrios Minuto de Dios y Jacinto Moreno.

El método propuesto de SIG Network Analyst empleó datos geográficos actualizados (red de vías, la ubicación de los puntos en GPS) en combinación con el análisis basado en la extensión Vehicle Routing Problem (VRP) para modelar las redes de transporte y simular el sistema vial.

Cabe señalar que de momento en el análisis efectuado se consideró únicamente el equipamiento existente a nivel local (un solo carro recolector además de una frecuencia de recolección 3/7).

Mediante la aplicación de la herramienta SIG Network Analyst proporciona el cálculo de tiempo de recolección empleados en cada microruta, estas variaron dependiendo del tipo de viabilidad existente siendo la asignación para el día lunes de 565 minutos (min), 559 minutos (min) para el día miércoles y 550 (min) para el día viernes. Cabe resaltar que en el estudio de ruteo la ruta del día Lunes empleo mayor tiempo, ya que, se recolectan los residuos generados en el fin de semana.

Los mapas generados de rutas de recolección de residuos sólidos en el municipio, incluye: tres microrutas como, microruta 1.0 día lunes , 2.0 día Miércoles y 3.0 día viernes teniendo en cuenta que la recolección de residuos orgánicos se realizará el día Lunes-Viernes y los residuos inorgánicos el día Miércoles. En cuanto a la distancia, la microruta del día Lunes presento mayor distancia (20095,633 metros) comparado con las micorutas del día Miércoles y Viernes.

El desarrollo del plan para capacitaciones permitió que, a través de campañas y recolección de residuos aprovechables se reforzara la importancia de clasificar según el código de colores, en especial el aprovechamiento de residuos orgánicos, con el fin de ejecutar un proyecto de compost, cuyos actores principales son los jóvenes de la Red de Ambiente.

Se realizo visita a el Resguardo Indígena Piñalito, encontrando que realizan la separación de residuos solidos según el código de colores, además residuos como plástico, papel, cartón,

metales caracterizados como residuos potencialmente aprovechables son entregados a la Empresa ORINOQUIA, PROYECTOS Y SOLUCIONES.

El esquema de recolección actual de aprovechamiento se presenta de dos tipos de métodos; En la empresa RECICLADOS Y CHATARRERIA PAULITO la recolección la realizan a partir de rutas y en la Empresa ORINOQUIA, PROYECTOS Y SOLUCIONES OROCUE cuenta con puntos estratégicos para la respectiva recolección, cada una presenta diferencias como los ingresos, el peso y el tipo de residuos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un monitoreo de las rutas para mantener un equilibrio en el sistema de recolección ya que al mejorar la eficiencia del sistema se está reduciendo el impacto ambiental del mismo.

Se requiere conocimiento de aplicación de los formatos y los elementos que los conforman, así como las características del carro recolector vehicular destinada al servicio de recolección.

Se recomienda otro vehículo recolector como apoyo para si brindar un mejor servicio y mayor cobertura del municipio de Orocué Casanare.

Se recomienda que la metodología utilizada para el diseño de las rutas de recolección sea adoptada como modelo a seguir por la Empresa de Servicios Públicos-EMSPO, con el fin de cubrir todo el perímetro urbano del Municipio.

Los datos cargados en el sistema de información geográfica ArcGIS deben ser renovados cada vez que surjan modificaciones a los datos existentes con el objetivo de contar con información actualizada de acuerdo a las condiciones que presten el servicio, igualmente se deberán cargar nuevos datos a medida que vaya aumentando la cobertura del servicio de la ruta de recolección selectiva.

La educación ambiental y sensibilización es un proceso que debe ser continuo y permanente, es por esto que se debe continuar trabajando con la Comunidad de la Zona Urbana del Municipio con el objetivo principal de obtener eficiencia en la ruta de recolección.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Porras & Chamorro (2011). Apuntes sobre la consulta previa con grupos étnicos . recuperado de http://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/noticias/apuntes_sobre_consulta_previa_con_grupos_etnicos.pdf

Marin, C. (2015). *Guia para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS)*. Recuperado de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Guia_para_la_formulacion_implementacion.pdf

Cali (2019). La gestión integral de los residuos sólidos. Recuperado de https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/32647/la_gestin_integral_de_los_residuos_solidos
Castro, S. (2017). *Gestion integral de residuos solidos*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/326423858.pdf>

Bonivento (2005). *Guía para la implementación de la Metodología de formulación de los planes de gestión integral de los residuos solidos (PGIRS), estudio de caso. Facultad Facultad de Ingeniería Ambiental. Universidad del Bosque. Bogotá DC*. Recuperado de: <http://www.andi.com.co/Ambiental/SiteAssets/Paginas/default/CONPES%203874.pdf>

Toro & Galvez, (2016). *Guia general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Recuperado de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/S1500804_es.pdf

Afon & Okewole (2007). Estimating the quantity of solid waste generation in Oyo, Nigeria. Waste management & research : the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA. Recuperado de <https://doi.org/10.1177/0734242X07078286>

Cuellar, (2016). *Pasos para realizar un PGIRS*.
Recuperado de https://prezi.com/2rdzqewf_mh6/pasos-para-realizar-un-pgirs/

Saenz & Urdaneta, (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el caribe. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/737/73737091009.pdf>

Pineda, M. (2021). *Propuesta para la optimización de los puntos de recolección de residuos sólidos aprovechables en la Macro ruta, centro en la Ciudad de Sogamoso*. Maestría en gerencia de proyecto. Recuperado de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/42473/rjpinedam.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Martínez, M. (2017) Diseño y gestión de las principales rutas para la recolección de residuos sólidos urbanos en Santa Clara. [diplomado]. Recuperado de <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/2856/Marileni%20Mart%c3%adnez%20Morales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rodríguez, A. (2017). *Propuesta de ruteo para la recolección de residuos sólidos en el Municipio de la Mesa, Cundinamarca*. Trabajo de grado. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15477/1/05-12-2017%20%20PROPUESTA%20DE%20RUTEO%20PARA%20LA%20RECOLECCION%20D E%20RESIDUOS%20SOLIDOS%20URBANOS%20EN%20EL%20MUNICIPIO%20DE%20L A%20MESA%2c%20CUNDINAMARCA%20%283%29%20%281%29.pdf>

Gobernación de Casanare (2019), recuperado de <https://www.casanare.gov.co/ElCasanare/Paginas/Orocue.aspx>

Observatorio del principio 10 en América Latina y el caribe [consultado el 01 de diciembre de 2020] recuperado de <https://observatoriop10.cepal.org/es/countries/36/treaties>

Banco Mundial, (2018). *Los desechos un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos*. Recuperado de <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>

BBC News, Mundo, (2019). Crisis mundial de la basura, 3 cifran impactantes sobre el rol de Estados Unidos. Recuperado de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-48914734>

Araiza A & Zambrano J, M.E (2015). *Mejora del Servicio de recolección de residuos solidos*

urbanos empleando herramientas SIG. Un caso de estudio, UNIVERSIDAD AUTONOMA DE YUCATAN. Repositorio Institucional. Recuperado de

FILE:///F:/USERS/USUARIO/DOCUMENTS/PRACTICAS/ARTICULOS/46750925005.PDF

López, L & Aranda, R (2017). Diseño de un modelo de recolección de las rutas selectivas de los residuos aprovechables; como apoyo a las asociaciones de recicladores de la Ciudad de Tunja-Boyaca, Universidad Abierta y a Distancia. Recuperado de
file:///C:/Users/Usuario/Downloads/1049630220.pdf

Giraldo, & López,(2015). estimación de rutas y tiempos de respuesta de los organismos de socorro en la ciudad de manizales, apoyado en. obtenido de
http://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/2495/castellanos_laura_2015.pdf?sequence=2&isallowed=y

Esri (2011). Tutorial de Network Analyst. Recuperado de
http://www.comunidadism.es/wp-content/uploads/downloads/2012/01/67012997-Tutorial-Network-Analyst-10.pdf