

**PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR  
TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE  
FUSAGASUGÁ**

**GENCY MARCELA RAMÍREZ VELASCO  
KAREN DANIELA SABOGAL CRUZ**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
TECNOLOGÍA EN CARTOGRAFÍA  
FUSAGASUGÁ  
2017**

**PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR  
TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE  
FUSAGASUGÁ**

**GENCY MARCELA RAMÍREZ VELASCO  
KAREN DANIELA SABOGAL CRUZ**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OBTENER  
EL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN CARTOGRAFÍA**

**DIRECTOR DE PROYECTO  
Ing. Topográfico SÓCRATES CARDONA  
Especialista en avalúos**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
TECNOLOGÍA EN CARTOGRAFÍA  
FUSAGASUGÁ  
2017**

NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

Sócrates Cardona  
Director de proyecto

---

Lorena Becerra  
Jurado

---

Francisco Sarmiento  
Jurado

## **DEDICATORIA**

*Dedico esta tesis primeramente al creador de todas las cosas a Dios por ser siempre ese sentimiento de alegría, tranquilidad y serenidad en cada momento de esta etapa de vida que esta próxima a culminar espero ser digna por tan valioso esfuerzo en mi formación profesional.*

*A mis padres Blanca Stella Velasco y Luis Fernando Ramírez Sánchez por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional en todo lo que hago, a mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.*

*A mi amiga y compañera de tesis Karen Daniela Sabogal Cruz que gracias al equipo que formamos y la compañía durante todo este arduo camino logramos llegar al final y la meta que nos propusimos.*

*A mis profesores, por su tiempo, por su apoyo y sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.*

**GENCY MARCELA RAMÍREZ VELASCO**

## **DEDICATORIA**

*Con el desarrollo de esta tesis, considero que he llegado a un punto fundamental de mi vida, pues aquellas metas trazadas en mi proyecto de vida, poco a poco se van poniendo en marcha, es por ello que dedico mi tesis a esas personas que han sido un pilar importante durante mi evolución como persona y ahora como profesional.*

### **A DIOS**

*Por haberme apoyado en todo, por cesar mi impaciencia en momentos turbios y llenarlos de tranquilidad y paz, por permitir que yo llegara hasta este punto y agradezco a Dios por haberme dado los mejores padres del mundo, los cuales nunca han abandonado mis ideales y proyectos de vida.*

### **A MIS PAPITOS SANDRA CRUZ Y HELADIO SABOGAL**

*Les dedico a ustedes amados papitos esta tesis, por estar ahí siempre en todos aquellos momentos de mi vida, es así que desde siempre y para siempre he dedicado todos y cada uno de mis triunfos, pues sin ustedes nada de esto sería posible, gracias por no abandonarme, y sentir todas mi derrotas y logros como tuyas, esto es por ustedes.  
¡LOS AMO!*

### **A GENCY RAMIREZ**

*Por su paciencia y apoyo durante el desarrollo de la tesis, le dedico nuestro proyecto de grado (Propuesta de diseño de alcantarillado para el sector Trinidad), gracias por ser una gran amiga y compañera, en este proceso profesional. ¡COLEGA!*

### **A 'LOS MELOS'**

*Muchachos dedico esta tesis a ustedes, compañeros de aventuras, este proceso educativo sin ustedes no hubiese sido el mismo, gracias por sus risas, detalles y demás, los llevo para siempre en mi corazón, Gency, Caspa, Pasca, Chucho y Porras, ¡Éxitos para ustedes!*

**KAREN DANIELA SABOGAL CRUZ**

## **AGRADECIMIENTOS**

*En la presente tesis primeramente me gustaría agradecer a ti Dios Por bendecirme para llegar donde he llegado, por qué hiciste realidad este sueño anhelado.*

*Agradezco a la Universidad de Cundinamarca por darme la oportunidad de estudiar y culminar mi carrera.*

*A mi director de tesis al Ing. Sócrates Cardona por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidades y conocimientos y ser un guía para la realización de la tesis.*

*Agradezco a todos los que fueron mis compañeros de clase durante todos los niveles de Universidad ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante con mi carrera.*

*Por ultimo Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.*

**GENCY MARCELA RAMÍREZ VELASCO**

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco a Dios por el apoyo incondicional, en cada uno de mis logros, a mis amados padres, los cuales han forjado mi vida de valores y principios, además agradezco por estar siempre ahí a mi lado, ustedes son la mejor familia que la vida y Dios pudieron dar, estoy muy agradecida con mi destino, pues siempre mis mayores anhelos desde mis pequeños triunfos han sido por ustedes y para ustedes, son el motor de mi vida. Los Amo*

*Hoy con esta tesis culmina un proceso e inicia uno como profesional, por ello agradezco a la Universidad de Cundinamarca, la cual ha sido como un segundo hogar, y a ustedes maestros una segunda familia que forjo mi vida de valores y principios.*

*A mi novio Alejandro por haber estado a mi lado durante este proceso, gracias amor por estar ahí 18.*

**KAREN DANIELA SABOGAL CRUZ**

## RESUMEN

Esta investigación aborda los sistemas de alcantarillado como un medio encargado de mitigar la contaminación. Pues a través del tiempo se ha podido percibir el uso inadecuado de fosas o pozos sépticos y es así como poco a poco la naturaleza, en especial el agua ha perdido su valor, entrando en un periodo de escasez que no cesa, como lo plantea el director del programa de las naciones unidas para el medio ambiente“ (Steiner)”. Actualmente los municipios se encargan de lograr ciudades sustentables, olvidando quizás las zonas rurales que también generan contaminación al medio ambiente, es así como este proyecto plantea una propuesta de diseño de alcantarillado para el sector Trinidad, ubicado en la vereda Bochica del municipio de Fusagasugá.

La propuesta del diseño de alcantarillado se rige bajo la normatividad vigente, como los es la “Resolución No. 1096 DE 2000 del 17 de noviembre- Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), a través del uso de herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica).

Se realizaron visitas predio a predio, para ubicar las casas, pozos sépticos, trampa de grasas, baños, marraneras y pozos sépticos de las marraneras, además gracias a la información suministrada por los habitantes se pudo determinar que hay poca información, en cuanto al manejo y uso correcto de pozos sépticos.

El sector Trinidad se dividió en 3 rutas con el fin de optimizar trabajo y recopilar la información de manera organizada, durante el recorrido se realizaron toma de puntos (Waypoints) con el GPS navegador el cual tiene una precisión de hasta 3 metros, a su vez se generó un registro fotográfico, que permitió la ubicación de las casas, pozos sépticos, trampa de grasas, baños, marraneras y pozos sépticos de las marraneras, a través de un visor web.

El producto final, son mapas que recopilan la información necesaria de la ubicación de las casas, pozos sépticos, trampa de grasas, baños, marraneras y pozos sépticos de las marraneras, el trazado de la red de alcantarillado y la ubicación de zonas óptimas para la construcción de dos PTAR (Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales).





PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ

**TABLA DE CONTENIDO**

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>19</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA</b> .....	<b>20</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>21</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>22</b>
<b>3.1. Objetivo general</b> .....	<b>22</b>
<b>3.2. Objetivos específicos</b> .....	<b>22</b>
<b>4. MARCO REFERENCIAL</b> .....	<b>23</b>
<b>4.1. Antecedente global, orientaciones sobre agua y saneamiento para América Latina y el Caribe.</b> .....	<b>23</b>
4.1.1. Alcantarillado convencional .....	24
4.1.2. Alcantarillado condominial .....	24
4.1.3. Alcantarillado de pequeño diámetro .....	25
<b>4.2. Antecedente regional, alternativas tecnológicas en agua y saneamiento para el sector rural</b> .....	<b>26</b>
<b>4.3. Antecedente local, expediente de centro recreativo valle de Eli, ubicado en el municipio de Fusagasugá</b> .....	<b>27</b>
<b>5. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>28</b>
<b>6. MARCO LEGAL</b> .....	<b>33</b>
<b>7. MARCO ESPACIAL</b> .....	<b>35</b>
<b>7.1. Ubicación</b> .....	<b>35</b>
7.1.1. Ubicación Fusagasugá .....	35
7.1.2. Ubicación de las veredas sur orientales del municipio de Fusagasugá.....	36
7.1.3. Ubicación vereda Bochica, en las veredas sur orientales de Fusagasugá .....	37
7.1.4. Ubicación sector Trinidad, en la vereda Bochica del municipio de Fusagasugá .....	39
<b>7.2. Rutas del sector</b> .....	<b>40</b>
7.2.1. Registro fotográfico ruta 1.....	41
7.2.2. Registro fotográfico ruta 2 (vía principal) .....	45
7.2.3. Registro fotográfico ruta 3.....	49
<b>8. RECURSOS</b> .....	<b>51</b>
<b>8.1. Recursos humanos</b> .....	<b>51</b>
<b>8.2. Recursos institucionales</b> .....	<b>52</b>
<b>9. DISEÑO METODOLÓGICO</b> .....	<b>53</b>
<b>9.1. Técnicas e instrumentos empleados en el proyecto</b> .....	<b>54</b>
9.1.1. Técnicas empleadas .....	54
9.1.2. Instrumentos empleados .....	55
<b>9. 2. POST-PROCESO DE DATOS</b> .....	<b>59</b>
9.2.1. Origen empleado .....	59
9.2.2. Proceso de digitalización.....	60
9.2.2. Toma de puntos .....	61
9.2.3. Visor web .....	65



**PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ**

9.2.4. Propuesta de diseño de alcantarillado.....	66
9.2.5. Determinación zonas aptas para la construcción de las PTAR (Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales). ....	78
<b>10. ANÁLISIS Y RESULTADOS .....</b>	<b>92</b>
<b>10.1. mapa ubicación y descripción de puntos gps, del sector Trinidad .....</b>	<b>92</b>
<b>10.2. Mapa tipos de predios de acuerdo a las visitas en el sector Trinidad .....</b>	<b>95</b>
<b>10.3. Mapa distribución de pozos sépticos y otros sistemas de depuración de aguas residuales en el sector trinidad .....</b>	<b>97</b>
<b>10.4. Visor web.....</b>	<b>99</b>
<b>10.5. Propuesta de diseño de alcantarillado para el sector trinidad, ubicado en la vereda Bochica del municipio de Fusagasugá .....</b>	<b>100</b>
<b>10.6. Mapa lugares óptimos para la construcción de las PTAR (plantas de tratamiento de aguas residuales) .....</b>	<b>102</b>
<b>11. CONCLUSIONES .....</b>	<b>104</b>
<b>12. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>105</b>



PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA  
VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Opción tecnológica y nivel de servicio .....	23
Tabla 2. Densidad demográfica. ....	26
Tabla 3. Ventajas y desventajas de las letrinas.....	28
Tabla 4. Nivel de complejidad del sistema.....	30
Tabla 5. Coeficiente de retorno. ....	31
Tabla 6. Profundidad de la cota clave.....	31
Tabla 7. Marco Legal.....	33
Tabla 8. Rutas del sector.....	40
Tabla 9. Cartera de campo.....	63
Tabla 10. Tabla de cálculo AutoCAD .....	77
Tabla 11. Especificaciones técnicas para la elaboración de la PTAR.....	78
Tabla 12. Enfermedades de los porcinos, fuente CEPIS .....	94
Tabla 13. Especificaciones técnicas para la elaboración de la PTAR.....	103



**PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ**

**LISTA DE GRAFICAS**

Grafica 1. Distriucion de las viviendas, por tipo sanitario, según areas..... 26



**PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ**

**LISTA DE ECUACIONES**

Ecuación 1. Caudal Domestico..... 31



## LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Metodología.....	58
Diagrama 2. Digitalización.....	60
Diagrama 3. Visor web.....	65
Diagrama 4. Preparar hoja de trabajo .....	68
Diagrama 5. Reconocer el sistema de alcantarillado, software AutoCAD.....	69
Diagrama 6. Numeración de pozos .....	71
Diagrama 7. Indicar cota rasante .....	72
Diagrama 8. Flujo de las tuberías .....	73
Diagrama 9. Tabla de calculo .....	76
Diagrama 10. Zona de influencia .....	80
Diagrama 11. Dissolve .....	81
Diagrama 12. Dissolve a ráster.....	82
Diagrama 13. Conversión de las curvas de nivel a raster .....	84
Diagrama 14. Slope .....	85
Diagrama 15. Euclidean distance .....	86
Diagrama 16. Reclasificación.....	88
Diagrama 17. Alegraba de mapas.....	89
Diagrama 18 De raster a vector .....	91
Diagrama 19. Recorte de vectores .....	91
Diagrama 20. Características de predios de acuerdo a las visitas en el sector Trinidad	96
Diagrama 21. Distribución de pozos sépticos y otros sistemas de depuración de aguas residuales en el sector .....	98



## LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Sistema de alcantarillado convencional.....	24
Imagen 2. Sistema de alcantarillado condominial.....	25
Imagen 3. Alcantarillado de pequeño diámetro.....	25
Imagen 4. Unidades básicas de una fosa séptica.....	29
Imagen 5. ArcGIS.....	55
Imagen 6. ArcMAP.....	56
Imagen 7. ArcCATALOG.....	56
Imagen 8. ArcSCENE.....	56
Imagen 9. AutoCAD.....	57
Imagen 10. CivilCAD.....	57
Imagen 11. GPS Etrex.....	61
Imagen 12. Waypoints de campo.....	64
Imagen 13. Capas (Vías, ríos, predios, curvas de nivel), software AutoCAD.....	68
Imagen 14. Escala asignada, software AutoCAD.....	69
Imagen 15. Ventana de configuración.....	70
Imagen 16. Configuración de pozos.....	70
Imagen 17. Numeración de pozos.....	71
Imagen 18. cota rasante.....	72
Imagen 19. Indicar cota rasante.....	74
Imagen 20. Flujo de tuberías.....	74
Imagen 21. Ventana, cálculos de alcantarillado.....	76
Imagen 22. Cálculos de alcantarillado.....	77
Imagen 23. Shape de vías.....	78
Imagen 24. Shape de curvas de nivel.....	78
Imagen 25. Shape de quebradas.....	79
Imagen 26. Shape de pozos de visita.....	79
Imagen 27. Shape de ríos.....	79
Imagen 28. Ventana zona de influencia.....	80
Imagen 29. Resultado de la zona de influencia.....	81
Imagen 30. Resultado Dissolve.....	82
Imagen 31. Dissolve a raster.....	83
Imagen 32. Resultado de del raster.....	83
Imagen 33. Topo to raster.....	84
Imagen 34. Resultado topo to ráster.....	85
Imagen 35. Slope.....	86
Imagen 36. Euclidean distance.....	87
Imagen 37. Resultado Euclidean distance.....	87
Imagen 38. Ventana de reclasificación.....	88
Imagen 39. Resultado reclasificación.....	89
Imagen 40. Calculadora de raster.....	90
Imagen 41. Resultado algebra de mapas.....	90
Imagen 42. De raster a vector.....	91



PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ

**LISTA DE MAPAS**

Mapa 1. Corregimientos del municipio de Fusagasugá.....	35
Mapa 2. Ubicación de las veredas sur orientales del municipio de Fusagasugá .....	36
Mapa 3. Ubicación vereda Bochica, en el corregimiento sur oriental de Fusagasugá ...	37
Mapa 4. Ubicación de los sectores de la vereda Bochica.....	38
Mapa 5. Ubicación del sector Trinidad en la vereda Bochica del municipio de Fusagasugá. elaboración propia .....	39
Mapa 6. Rutas .....	40
Mapa 7. Orígenes de Colombia. ....	59
Mapa 8. Rutas .....	61
Mapa 9. Ubicación y descripción de puntos GPS, del sector Trinidad .....	92
Mapa 10. Características de predios de acuerdo a las visitas en el sector Trinidad .....	95
Mapa 11. Distribución de pozos sépticos y otros sistemas de depuración de aguas residuales en el sector Trinidad .....	97
Mapa 12. Visor web .....	99
Mapa 13. Propuesta de diseño de alcantarillado para el sector Trinidad, ubicado en la vereda Bochica del municipio de Fusagasugá.....	100
Mapa 14. Zonas óptimas para la construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.....	102



## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Ruta 1, conexión vía principal .....	41
Fotografía 2. Ruta 1, intersección.....	41
Fotografía 3. Ruta 1, vía carretable .....	42
Fotografía 4. Ruta 1, casa, finca la esmeralda, Propietario: Buenaventura Castro .....	42
Fotografía 5. Ruta 1, Baño, finca piedra grande, Propietario: Carmen Cruz .....	43
Fotografía 6. Ruta 1, Pozo séptico, finca la palma lote 11, propietario: Mariela Torres	43
Fotografía 7. Ruta 1, Marraneras, Finca Tierra Negra, propietario: María Elina Garzón .....	44
Fotografía 8. Finca San Felipe, Propietario Raquel La Torre .....	44
Fotografía 9. Ruta 2, Vía principal .....	45
Fotografía 10. Ruta 2, Vía principal .....	45
Fotografía 11. Ruta 2, Puesto de Salud .....	46
Fotografía 12. Ruta 2, Escuela Trinidad.....	46
Fotografía 13. Ruta 2, Pozo séptico, Finca La Rochela, propietario: Sonia Botero.....	47
Fotografía 14. Ruta 2, Trampa de grasa, Finca La Palma, propietario.....	47
Fotografía 15. Ruta 2, Casa, finca Villa Flor, propietario: Gricelio Carvajal .....	48
Fotografía 16. Ruta 2, vía principal, salón comunal.....	48
Fotografía 17. Ruta 3 .....	49
Fotografía 18. Ruta 3, casa, finca La Yolita, propietario: Henry Rodríguez.....	49
Fotografía 19. Ruta 3, intersección vía principal.....	50
Fotografía 20. Ruta 3, pozo séptico, finca El Naranjo, propietario: María Isabel Hurtado .....	50
Fotografía 21. Reconocimiento de terreno .....	51
Fotografía 22. Toma de puntos.....	62
Fotografía 23. Toma de puntos.....	62
Fotografía 24. Medición de longitudes, ruta 2, vía principal .....	66
Fotografía 25. Medición de longitudes, ruta 3 .....	66
Fotografía 26. Medición de longitudes, ruta 2, vía principal .....	67
Fotografía 27. Medición de longitudes, ruta 2, vía principal .....	67
Fotografía 28. Medición de longitudes, ruta .....	67



## PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ

### INTRODUCCIÓN

Actualmente las ciudades se han ido expandiendo, a causa de la migración campo-ciudad, haciendo que los municipios se preocupen por todos aquellos fenómenos e impactos que surgen a diario en los cascos urbanos, no obstante, es importante tener en cuenta que la población que habita en los sectores rurales, también genera contaminación y es vital preservar los recursos naturales, como lo es el agua.

De acuerdo con lo anterior, se deben tener en cuenta, todos aquellos impactos ambientales negativos generados en los sectores rurales, por lo tanto, se hace indispensable determinar aquellas fuentes que permitan y garanticen un buen vivir, el agua es uno de los recursos fundamentales en el existir del ser humano, por ello se deben implementar estrategias que logren la preservación del medio ambiente.

Este proyecto plantea una propuesta de diseño de alcantarillado en el sector Trinidad ubicado en la vereda Bochica del municipio de Fusagasugá, debido al uso inadecuado de pozos sépticos. Esta investigación busca disminuir los riesgos de salubridad en los habitantes del sector, a través del uso de herramientas (SIG) Sistema de Información Geográfica.

La propuesta de diseño de alcantarillado en el sector Trinidad, se rige a partir de una serie de investigaciones que sustentan la metodología empleada, como lo es la “Resolución No. 1096 DE 2000 del 17 de noviembre- Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) el cual explica los requisitos técnicos que deben cumplir los diseños, las obras y procesamientos correspondientes al sector de “agua potable, saneamiento básico y actividades complementarias” (RAS, 2000), es decir, que este proyecto se basa en la normatividad vigente frente a las obras de diseño de alcantarillado, con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes y lograr así una correcta disposición de aguas residuales del sector Trinidad, ubicado en la vereda Bochica del municipio de Fusagasugá.



## PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ

### 1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Según la (National Geographic) hablando en términos globales, los glaciares se están derritiendo, el nivel del mar aumenta, las selvas se están secando y la fauna y la flora luchan para seguir este ritmo, ello se debe al calentamiento global. El incremento de la temperatura afecta de manera directa el ecosistema, es así que es preciso tomar decisiones sobre el manejo del agua, además con el transcurrir del tiempo, la población ha ido incrementando de manera significativa, es decir, que al duplicarse la población, la calidad de vida y el medio ambiente se ven afectados drásticamente, según las Naciones Unidas en el informe sobre la población del año 2001, varios de los impactos son: la degradación de la tierra, la deforestación, la contaminación del aire, el agotamiento del agua potable y la reducción de la biodiversidad. son grandes desafíos medioambientales. (Naciones Unidas, 2001)

Si bien es cierto que, en este siglo, las grandes ciudades se han expandido a causa de la migración campo-cuidad, y que la industrialización se ha encargado de contaminar el ambiente, no se puede dejar a un lado la población que habita en los sectores rurales, puesto que también generan contaminación y es vital preservar los recursos naturales, como lo es agua, por ello que este proyecto aborda una propuesta de diseño de alcantarillado, con el fin de mitigar la contaminación a causa del uso inadecuado de pozos sépticos, en el sector Trinidad, ubicado en la vereda Bochica del municipio de Fusagasugá, y pretende resolver la siguiente incógnita:

¿Puede un sistema de alcantarillado veredal mitigar la contaminación ambiental a causa del uso inadecuado de pozos sépticos en el sector Trinidad?



## PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ

### 2. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto pretende ubicar alternativas que permitan preservar el medio ambiente a través de una propuesta de diseño de alcantarillado, conducido a una PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales).

Los habitantes del sector Trinidad, ubicado en la vereda Bochica del municipio de Fusagasugá, utilizan pozos sépticos como un sistema de disposición de aguas residuales, los cuales deben ser desocupados por carro tanques, con el fin de evitar reboses de los pozos, especialmente en época de lluvia. Durante el desarrollo de este proyecto y en cada una de las visitas en los predios, gracias a la información suministrada de los habitantes se puede enmarcar que no hay un uso adecuado de pozos sépticos, puesto que hay escase de información y preocupación por todos aquellos impactos que se puedan presentar en el futuro, como son enfermedades o problemas de salubridad que afecten la calidad de vida de la población. Además, a nivel mundial existen empresas privadas que comercializan el agua y su consumo, y no se entiende que el agua no es un bien económico, sino un patrimonio de la sociedad y la naturaleza que tiene como fin cubrir las necesidades básicas de la humanidad, es por ello que este trabajo aborda los sistemas de alcantarillado como un medio encargado de mitigar la contaminación ambiental y la preservación del agua, al hacer una correcta disposición de aguas utilizando una PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales).



## PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo general

Elaborar una propuesta de diseño de alcantarillado sanitario en el sector Trinidad, ubicado en la vereda Bochica del municipio de Fusagasugá, a través de análisis espacial, con el fin de disminuir el impacto negativo que estas aguas generan en la vereda y alrededores, debido al uso inadecuado de pozos sépticos y a su vez determinar zonas idóneas para la construcción de una PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales).

#### 3.2. Objetivos específicos

- Generar a partir del DEM (Modelo de Elevación Digital) las curvas de nivel, por medio del software ArcGIS, orientado a la identificación de pendientes y zonas de cauce, a través de cartografía base.
- Diseñar una base de datos espacial, que permita ubicar la distribución de las casas, pozos sépticos, trampa de grasas, baños, marraneras y pozos sépticos de las marraneras.
- Elaborar la cartografía de la propuesta de diseño de alcantarillado mediante análisis espacial, herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica).
- Determinar zonas aptas para la elaboración de una PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales), por medio del Software ArcGIS extensión ArcMAP y visualizado en un mapa cartográfico.



#### 4. MARCO REFERENCIAL

Es oportuno identificar todos aquellos impactos que de manera directa inciden en la sociedad a causa de los elementos antrópicos, ya que el ser humano es el único que transforma el medio como mejor le parece, y es así como poco a poco los recursos naturales se han ido escaseando como lo es el agua a raíz del uso inadecuado y poca información de cómo debe tratarse correctamente. Esta investigación aborda los sistemas de alcantarillado como un medio encargado de mitigar tanta contaminación, reflejado como un fenómeno global regional y local, que afecta de manera directa la sociedad y buenas costumbres.

##### 4.1. Antecedente global, orientaciones sobre agua y saneamiento para América Latina y el Caribe.

En el año 2008 Teresa C. Lampoglia, Roger Agüero y Carlos Barrios, realizan una investigación para América latina y el Caribe acerca de orientaciones sobre agua y saneamiento para zonas rurales, con el fin de determinar cómo es el manejo de dichas aguas y como esto afecta de manera directa el ambiente, teniendo en cuenta los niveles de servicio en saneamiento unifamiliar y multifamiliar para establecer las opciones tecnológicas en saneamiento que brinden de manera óptima servicios de calidad: (Lampoglia, Agüero , & Barrios, 2008).

Tabla 1. Opción tecnológica y nivel de servicio

OPCIÓN TECNOLÓGICA		NIVEL DE SERVICIO	
CON SISTEMA DE RECOLECCIÓN	Alcantarillado convencional	Multifamiliar	Disposición de excretas y de aguas residuales
	Alcantarillado condominial		
	Alcantarillado de pequeño diámetro		
SIN SISTEMA DE RECOLECCIÓN	Unidad sanitaria y pozo séptico	Unifamiliar	Disposición de excretas y de aguas residuales
	Baños ecológicos con biodigestor		
	Letrina de hoyo seco ventilado	Unifamiliar	Disposición de excretas
	Letrina de pozo anegado		
	Letrina de cierre hidráulico		
	Letrina compostera		

Fuente: (Lampoglia, Agüero , & Barrios, 2008, pág. 36)

Según (Lampoglia, Agüero , & Barrios, 2008), las soluciones sin red de recolección, en su mayoría, se limitan a resolver el problema de la disposición de excretas, mientras la recolección con red de tuberías permite dar una solución a las aguas residuales generadas en todas las actividades domésticas.

La selección de una u otra opción tecnológica debe considerar los siguientes factores:

- Tamaño de la comunidad.
- Dispersión de las viviendas.
- Disponibilidad de agua.
- Recursos disponibles.
- Capacidad de los beneficiarios para la operación y mantenimiento.

Es oportuno tener en cuenta que la correcta disposición final de las aguas servidas, garantizan una mejor calidad de vida en los habitantes, es por ello que debe ser apropiado contar con un sistema de recolección, ya sea alcantarillado convencional, alcantarillado condominial, o alcantarillado de pequeño diámetro dependiendo los factores mencionados anteriormente.

#### 4.1.1. Alcantarillado convencional

En zonas rurales y pequeñas localidades, cuando el número de viviendas aumenta y se reduce la dispersión, y cuando las viviendas están dotadas de unidades sanitarias, es necesario proveer un sistema para recolección de las aguas residuales generadas. El alcantarillado convencional es el sistema usualmente utilizado en zonas urbanas, siendo también empleado en algunos casos en zonas rurales o pequeñas comunidades, dicho sistema cuenta con las siguientes especificaciones técnicas: (Lampoglia, Agüero , & Barrios, 2008, pág. 37).

- Se asienta en el centro de las calles a una profundidad mínima de 1.20m
- Las aguas se recolectan en cajas de registros.
- El diámetro mínimo de las redes es de 200mm.
- Las conexiones domiciliarias 150 mm.

#### Sistema de alcantarillado convencional

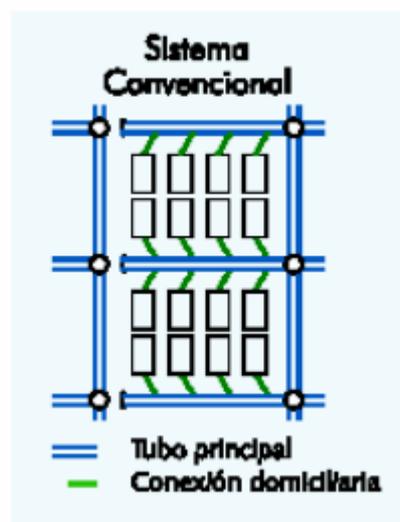


Imagen 1. Sistema de alcantarillado convencional

Fuente: (Lampoglia, Agüero , & Barrios, 2008, pág.37)

#### 4.1.2. Alcantarillado condominial

El sistema de alcantarillado condominial es una propuesta de infraestructura de bajo costo, que considera la integración de aspectos técnicos y sociales en su implementación. Con relación al sistema convencional, el alcantarillado condominial permite un ahorro en los costos de inversión alrededor de 40% y hasta más. Por otro lado, la incorporación del componente social resulta en mayor uso de la infraestructura, garantizando la rentabilidad

económica y social para el proyecto, la especificación técnica de este sistema se divide en dos: (Lampoglia, Agüero , & Barrios, 2008, pág. 38).

- Ramal condominial: atiende un condominio (una manzana o un grupo de viviendas), la red de diámetro debe ser 100 mm y se conecta a la red pública por medio de cajas.
- Red pública: un solo punto que es el que conduce los desagües hasta el sistema de tratamiento, para hacer una correcta disposición final.

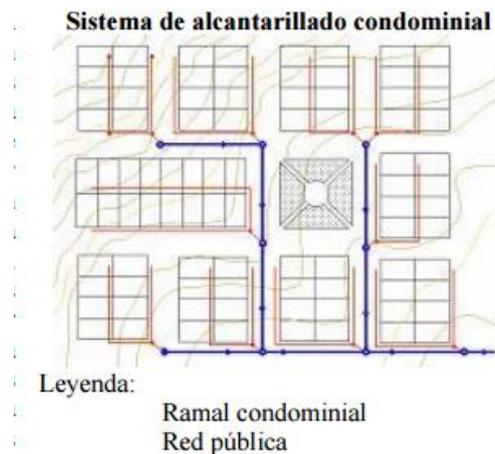


Imagen 2. Sistema de alcantarillado condominial.

Fuente: (Lampoglia, Agüero , & Barrios, 2008, pág. 38)

#### 4.1.3. Alcantarillado de pequeño diámetro

En el sistema de alcantarillado de pequeño diámetro, las aguas residuales son previamente sedimentadas en un tanque séptico unifamiliar, instalado a la salida de la caja de registro. La descarga del tanque se conecta a la red de alcantarillado, que tiene un diámetro mínimo de 100 mm. Cuando los tanques sépticos están situados en la parte trasera de las propiedades, los colectores pueden ser asentados en áreas protegidas, a menores profundidades. (Lampoglia, Agüero , & Barrios, 2008, pág. 41).

#### Alcantarillado de pequeño diámetro

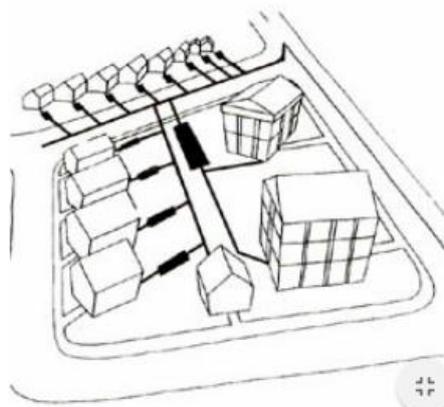


Imagen 3. Alcantarillado de pequeño diámetro.

Fuente: (Lampoglia, Agüero , & Barrios, 2008, pág. 41)

#### 4.2. Antecedente regional, alternativas tecnológicas en agua y saneamiento para el sector rural

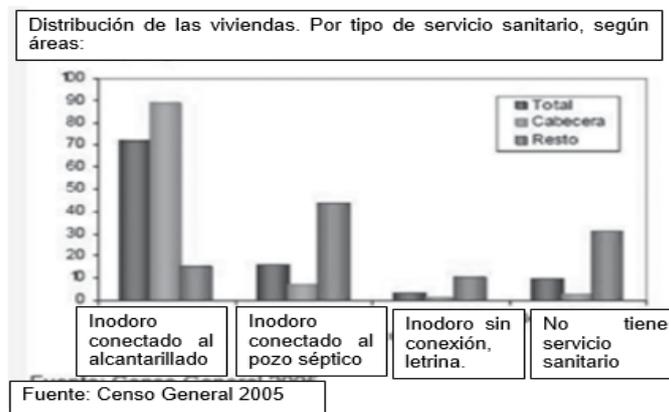
Según la ministra de ambiente Beatriz Uribe en el año 2010, el proyecto alternativas tecnológicas en agua y saneamiento para el sector rural, determina todas aquellas tecnologías que se deben tener en cuenta para el saneamiento de aguas servidas en el sector rural, puesto que actualmente es indispensable actuar frente a diversos fenómenos que atentan contra el buen vivir de una sociedad, siendo necesario preocuparse por las comunidades campesinas puesto que no solo las ciudades presentan contaminación a causa de las aguas residuales, sino que además las zonas rurales presentan impactos ambientales negativos a raíz del uso inadecuado de pozos sépticos o letrinas, el desarrollo de esta investigación abarca las zonas rurales a nivel Colombia, teniendo en cuenta a la entidad encargada de regular ciertos aspectos del país y que fundamentan la investigación, el DANE es una de las instituciones generadores de información más amplia con la que cuenta el país actualmente (Uribe, 2010)

Fue oportuno el registro de ciertos datos estadísticos que el DANE aporta para el desarrollo del proyecto, para la señora Beatriz Uribe el censo realizado el 30 de junio de 2005 contribuye de manera significativa para determinar la densidad demográfica y la distribución de las viviendas, por tipo de servicio sanitario, según áreas.

Tabla 2. Densidad demografica.

Población	42.090.502
Cabecera	31.566.276
Resto	10.524.226
Hogares	10.731.044
Viviendas	10.537.735
Unidades Económicas	1.591.043
Unidades Agropecuarias <sup>3</sup>	1.742.429

Fuente: (Uribe, 2010, pág. 3)



Grafica 1. Distriucion de las viviendas, por tipo sanitario, según areas

Fuente: (Uribe, 2010, pág. 9)



## PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ

Los resultados de la investigación según la ministra de ambiente Beatriz Uribe, arrojan muchas ventajas al implementar sistemas de saneamiento para las aguas servidas a través de tecnologías que lo permitan:

Los sistemas de alcantarillado no convencionales se basan en tecnologías apropiadas que permiten ahorros en agua y en varios aspectos de su construcción como excavaciones poco profundas, entibados de zanja sencillos, diámetros menores que los utilizados en los convencionales y reducción en la cantidad y tamaño de las estructuras de mantenimiento con base en las características propias de esas tecnologías.

Con el uso de computadores y de los actuales programas de diseño se puede llegar a cálculos más confiables y más precisos para las condiciones hidráulicas de auto limpieza. (Uribe, 2010).

### **4.3. Antecedente local, expediente de centro recreativo valle de Eli, ubicado en el municipio de Fusagasugá**

Según el director de control de calidad Fabio Becerra La Corporación Autónoma Regional (CAR) Cundinamarca extensión Fusagasugá, realiza seguimientos continuos a la comunidad con el fin de verificar el cumplimiento de la normatividad del país y en especial la legislación relacionada con los vertimientos líquidos como lo son el decreto 3930 de 2010 y el decreto 1594 de 1984, los cuales se encuentran vigentes, por ello es preciso una revisión de la zona, como lo es el caso del expediente del centro recreativo valle de Eli, este es un lugar turístico hotelero localizado en Jardines de Tocarema vía novilleros diagonal a la salida del terminal de transportes de Fusagasugá. Se encuentra ubicado a 15 minutos del centro de Fusagasugá, por la vía de las Palmas, la verificación de dichos sitios, inicia a partir de un proyecto que debe pasar el área a inspeccionar en este caso el centro recreativo, luego la CAR hace revisión de campo, la cual debe contrastar correctamente a la información proporcionada en el escrito, y así tomar muestras que se llevan al laboratorio y definen el cumplimiento. (Becerra, 2016)

Actualmente el centro recreacional no cuenta con un sistema de alcantarillado teniendo en cuenta que por la ubicación de Valle de Eli, y el uso del suelo que tiene según lo contemplado en los PSMV (Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos) del municipio, se proyecta el inicio de la prestación del servicio de alcantarillado después del año 2020 y es así como estos proyectos pretenden implementar un sistema de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y este debe cumplir con ciertas responsabilidades como, informar las necesidades o novedades que se presenten en el sistema, tener en cuenta el manual de operación de las PTAR, vigilar el comportamiento de los equipos en caso de cualquier riesgo, conservar el orden y aseo en los lugares de trabajo y servicios, especialmente en el área de la PTAR, en función a esto es importante realizar estrategias de prevención para los sistemas de vertimiento y elaborar infraestructura ambiental para el agua, es decir que es importante hacer un manejo adecuado de las aguas servidas para evitar contaminaciones futuras, que perjudiquen el ambiente. (Becerra, 2016).



## 5. MARCO TEÓRICO

Dado que el análisis central del presente trabajo hace referencia al uso inadecuado de pozos sépticos, representación y creación de una propuesta de diseño de alcantarillado para la vereda Bochica sector Trinidad, es necesario aclarar algunos conceptos que sirvan de base para la interpretación de la lectura.

La primera temática son los sistemas autónomos de tratamiento los cuales hacen referencia a técnicas de depuración de aguas residuales y grises generadas por las viviendas, tal y como lo plantea (Salvador, 2005) coordinador del proyecto abastecimiento de agua y saneamiento, dichas soluciones son letrinas y fosas sépticas.

Salvador expone que las letrinas se caracterizan por ser un agujero en el suelo donde se depositan, excretas fecales, urinarias humanas, y aguas grises, dichos líquidos se percolan, es decir que los fluidos se filtran en el suelo. Según (Salvador, 2005), se estima que una letrina de 5 metros de profundidad y 300 mm de diámetro es llenada por una familia de 5 miembros en tan solo 2 años. (Salvador, 2005).

Tabla 3. Ventajas y desventajas de las letrinas

Ventajas	Inconvenientes
Se puede excavar rápidamente si se dispone equipos de perforación	Molestias por moscas
Apropiada para situaciones de emergencia	Olores
	Corta vida útil
	Riesgo de contaminación de las aguas subterráneas

Fuente: (Oliet, 2000, pág. 102)

Una fosa séptica según (Salvador, 2005) es un compartimento subterráneo al que llegan las aguas residuales domésticas o comunitarias a través de una conducción. Éstas son tratadas parcialmente por la decantación de los sólidos que se depositan en el fondo en forma de lodos. (Salvador, 2005).

Según (Umbría, 2016) una fosa séptica, es una caja rectangular de varios compartimientos que reciben las excretas y las aguas grises. Se construyen generalmente enterrados, utilizando el bloque revestido con mortero o en concreto. El tanque séptico tiene como objetivo reciclar las aguas grises y las excretas para eliminar de ellas los sólidos sedimentales en uno a tres días. (Umbría, 2016).

Además, el autor expone 3 unidades básicas de una fosa séptica, (Umbría, 2016).

- Cámara de grasas o trampa de grasas: Recolector de aguas provenientes de la cocina, y duchas.
- Tanque séptico: Recolector de las aguas provenientes del inodoro y lavamanos.

- Filtro anaerobio de flujo ascendente: La función de este filtro, consiste en reducir los contaminantes de las aguas servidas a través de cuerpos porosos (piedras) y microorganismos adheridos a la superficie. (Rotoplast, 2016).



Imagen 4. Unidades básicas de una fosa séptica

Fuente: (Rotoplast, 2016)

Según la Corporación Autónoma Regional CAR, es indispensable el uso adecuado de pozos sépticos y trampas grasas, puesto que es fundamental la correcta disposición de las aguas residuales. Un tanque séptico es un depósito en donde el material sedimentable que contienen las aguas residuales se decantan produciendo un líquido libre de sedimentos que puede infiltrarse con facilidad en el subsuelo mientras que una trampa de grasas son tanques pequeños donde la grasa sale a la superficie y es retenida, mientras el agua aclarada sale por una descarga inferior y debe estar ubicado al punto de generación (cocinas, talleres) y aguas de sedimentación primaria. (CAR).

Según el (RAS, 2000), se considera sistema in situ a letrinas, tanques y pozos sépticos, los cuales son de bajo costo, no obstante dichos sistemas se consideran temporales o transitorios, debido a que el uso de la tierra tiende a ser urbano. (pág. 12).

Dentro de los sistemas de tratamiento, es fundamental entender en que consiste el alcantarillado sanitario, (Terence, 1999) expone que “las alcantarillas pretendían inicialmente transportar las aguas lluvias, pero debido a que los desperdicios eran arrojados a las calles, con frecuencia estas alcantarillas llevaban material orgánico”, es decir que no basta solo con la implementación de un diseño de alcantarillado sino que además es preciso la aplicación de técnicas en saneamiento PTAR (Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales) que ayuden a una disposición final correcta, debido a que aguas abajo se pueden generar gran cantidad de enfermedades.



## PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ

Es fundamental tener en cuenta que es posible tratar las aguas residuales hasta el punto de hacerlas adecuadas para cualquier propósito, como lo plantean (Barriga , Plazas, & Rivera, 2006), en el proyecto titulado diseño de alcantarillado sanitario, red de distribución de agua potable, programación y presupuesto de obra para el barrio villa Carol ubicado en el municipio de Garzón (Huila). Los cuales plantean tres sistemas de alcantarillado según el tipo de agua que se transporte.

- **Alcantarillado sanitario:** sistema de recolección diseñado especialmente para llevar aguas residuales domesticas e industriales.
- **Alcantarillado pluvial:** sistema de recolección diseñado únicamente para transportar aguas lluvias.
- **Alcantarillado combinado:** alcantarillado que conduce paralelamente las aguas residuales (domesticas e industriales) y las aguas lluvias.

Según (López, 1995, pág. 266) la elección del sistema de alcantarillado que se va a emplear, dependerá del tamaño, topografía y condiciones económicas del lugar, puesto que la red del alcantarillado, además de los colectores y tuberías, está constituida por otras estructuras hidráulicas diseñadas para permitir el correcto funcionamiento del sistema:

- Pozos de inspección.
- Cámaras de caída.
- Aliviadero frontal o lateral.
- Sifones invertidos.
- Sumideros y rejillas.
- Conexiones domiciliarías

Los sistemas de alcantarillado según él (RAS, 2000) se deben adoptar en aquellos sitios, donde no exista un sistema de recolección apropiado para la evacuación de aguas residuales. (pág. 13).

Según el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (RAS, 2000), se debe hacer una estimación de la población, para ello se puede recurrir a el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística), y así identificar la distribución espacial de la demanda. (RAS, 2000), ello con el fin de elegir el nivel de complejidad que se va a emplear.

Tabla 4. Nivel de complejidad del sistema.

Nivel de Complejidad del Sistema	Población en la zona urbana <sup>2</sup> (habitantes)	Capacidad económica de los suscriptores <sup>3</sup>
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

Fuente: (RAS, 2000, pág. 15)

El (RAS, 2000) expone que, la construcción y operación de sistemas de tratamiento que sirvan a poblaciones mayores de 200.000 habitantes requiere Licencia Ambiental, a la respectiva corporación (pág. 17).



**PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ**

En el diseño de redes de acueducto, alcantarillado, energía, gas y telecomunicaciones. Se debe medir la distancia entre la cota clave de la tubería de la red de alcantarillado de aguas residuales o lluvias y la cota de batea de la tubería. (pág. 39).

El volumen de aguas residuales aportadas a un sistema de recolección y evacuación está integrado por las aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales. Su estimación debe basarse, en información histórica de consumos. (pág. 50).

El cálculo del caudal de diseño de aguas residuales domésticas para cada uno de los tramos que conforman la red de alcantarillados de aguas residuales, la demanda de agua potable es vital para calcular dicho caudal de diseño (pág. 50).

$$Q_D = \frac{C_R \times P_S \times D_{NETA}}{30}$$

donde:

- $Q_D$  = Caudal de aguas residuales domésticas (m<sup>3</sup>/día).
- $C_R$  = Coeficiente de retorno (adimensional).
- $P_S$  = Número de suscriptores proyectados al período de diseño (suscriptores).
- $D_{NETA}$  = Demanda neta de agua potable proyectada por suscriptor (m<sup>3</sup>/suscriptor/mes).

Ecuación 1. Caudal Domestico

Fuente: (RAS, 2000, pág. 51)

El coeficiente de retorno dependerá del nivel de complejidad adoptado:

Tabla 5. Coeficiente de retorno.

Nivel de Complejidad del Sistema	Coeficiente de retorno
Bajo y Medio	0,80
Medio Alto y Alto *	0,85

Fuente: (RAS, 2000, pág. 52)

La pendiente juega un papel fundamental para la elaboración de las redes de alcantarillado, ello permite definir la pendiente mínima y máxima de las tuberías, puesto que las tuberías deben tener auto limpieza. (pág. 61).

La profundidad de la cota clave, en las instalaciones debe considerar los tramos de las redes, es decir las vías.

Tabla 6. Profundidad de la cota clave.

Servidumbre	Profundidad a la cota clave del tramo (m)
Vías peatonales o zonas verdes	0,75
Vías vehiculares	1,20

Fuente: (RAS, 2000, pág. 62)

Los colectores son un conducto cerrado circular, semicircular, rectangular, entre otro, que recibe los caudales, de las aguas servidas domiciliarias (RAS, 2000).



## PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ

La distancia entre colectores según (SIAPA) Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado, establecen que la distancia máxima de separación en línea recta es de 80 m, y el (RAS, 2000) expone que en curvas la distancia máxima es de 10 m, puesto que se debe evitar que el agua se apose y tenga un flujo constante.

Ante la construcción e implementación de los sistemas de alcantarillado, se adoptó la teoría del Higienismo, la cual consiste en las grandes epidemias que se extienden en el saneamiento de aguas servidas (Segura, 2008), es decir, todas aquellas causas y fenómenos que inciden día a día en el entorno y que se han venido presentado a través del tiempo, es así como es indispensable considerar que, la salud ha de ser un factor importante para el desarrollo de la humanidad, sustentada a partir de la teoría del Higienismo y fundamentada por aquellos impactos negativos que inciden en el medio ambiente.

De acuerdo a esta teoría es oportuno mencionar las PTAR (Plantas De Tratamiento De Aguas Residuales), según la fundación de humedales de Bogotá, la PTAR del Salitre en Bogotá, es un complejo tecnológico constituido por procesos unitarios sencillos conformados por un tratamiento preliminar los cuales tienen como objeto remover del agua residual material que pueda causar dificultades de operación y mantenimiento en los procesos posteriores. Así mismo, cuenta con un tratamiento primario que se refiere a la remoción parcial de sólidos suspendidos y materia orgánica mediante la coagulación, floculación y sedimentación. (salitre).



**PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ**

**6. MARCO LEGAL**

Tabla 7. Marco Legal

Fuente: (Constitución Política de la Republica de Colombia, 1991) ;(RAS,2000)

<b>LEYES Y RESOLUCIONES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<p align="center"><b>LEY 388 DE 1997 (Julio 18) EL CONGRESO DE COLOMBIA.</b></p>	<p>El capítulo IV habla sobre la clasificación de suelos donde el Artículo 34 da a conocer el suelo suburbano y las áreas donde se evidencia el uso de suelo y las formas de vida de lo urbano y lo rural que garanticen el suministro de los servicios públicos domiciliarios y así mismo teniendo en cuenta la ley 99 de 1993 que esta fue creada por el ministerio del medio ambiente y el Sistema Nacional Ambiental SINA que fue pactada para la protección y conservación del medio ambiente y sus recursos naturales renovables.</p>
<p align="center"><b>RESOLUCIÓN NO. 1096 DE 2000 DEL 17 DE NOVIEMBRE- REGLAMENTO TÉCNICO PARA EL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RAS.</b></p>	<p>Este reglamento habla de señalar los requisitos técnicos que deben cumplir los diseños, las obras y procesamientos correspondientes del sector de agua potable y saneamiento básico y sus actividades complementarias, señaladas en el artículo 14, y los numerales 14, 19, 14.22, 14.23, y 14.24 de la ley 142 de 1994 que son las entidades prestadoras de los servicios públicos municipales y acuerdo al acueducto o alcantarillado.</p>
<p align="center"><b>LEY 142 DE 1994 SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS EN COLOMBIA</b></p>	<p>Título ix Capítulo I trata estrictamente sobre el agua potable y saneamiento teniendo en cuenta el Artículo 162 Funciones del Ministerio de Desarrollo, y del Viceministerio de Vivienda, Desarrollo Urbano y Agua Potable. esta Ley, en relación con los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo urbano, y además todas aquellas que las complementen siguiendo el hilo con el Artículo 164 se habla de una incorporación de costos con el fin de la protección de las cuencas y fuentes del agua para poder tener las tarifas de los sistemas de acueducto o alcantarillado e igualmente para el servicio de aseo de estos sistemas irán a la mano de lo nombrado en el Artículo 166. La Valorización para inversiones en agua potable y alcantarillado. Los municipios podrán diseñar esquemas de financiación de inversiones en agua potable y alcantarillado, utilizando el sistema de valorización de predios de acuerdo con lo dispuesto por la ley.</p>



**PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ**

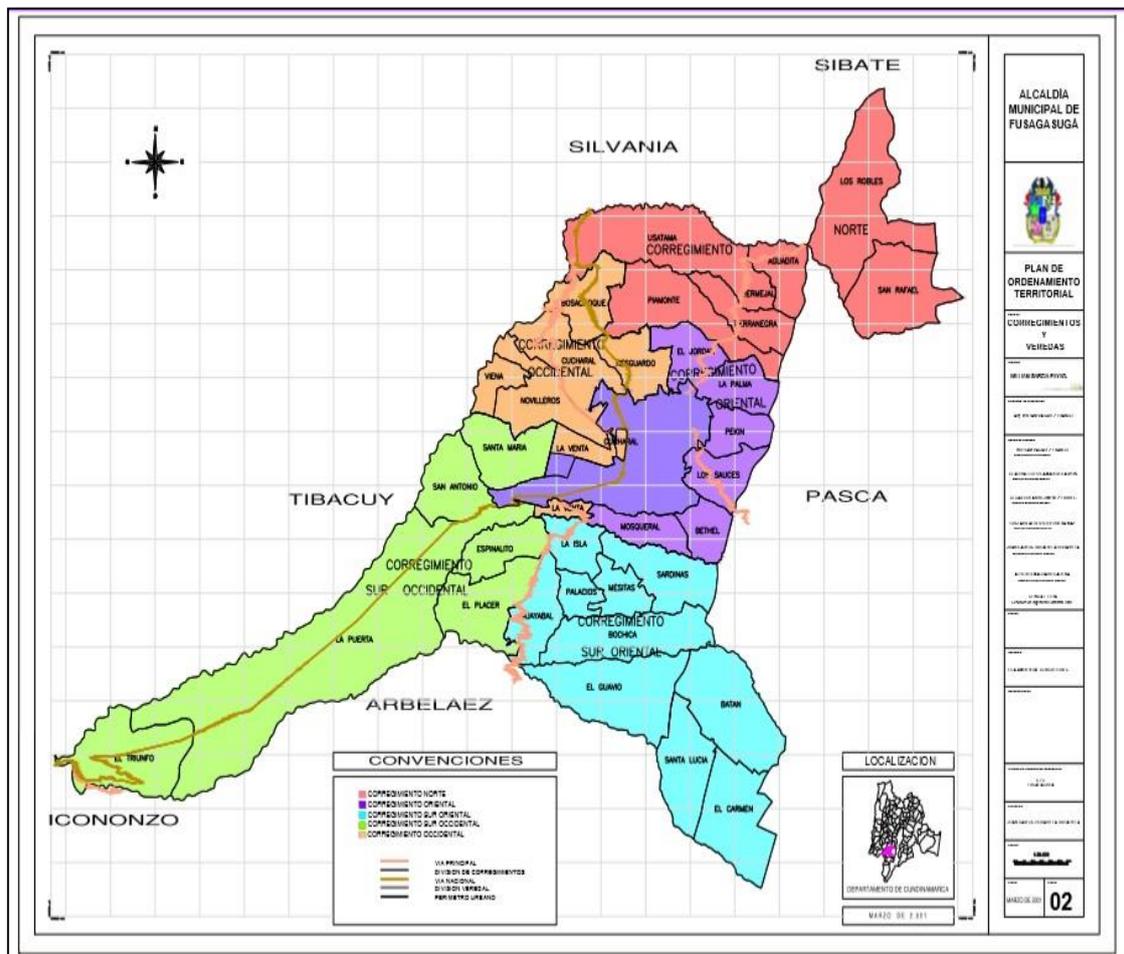
<p align="center"><b>DECRETO 3930 DE 2010</b> <b>(octubre 25)</b></p>	<p>Que corresponde al Estado garantizar la calidad del agua para consumo humano y, en general, para las demás actividades en que su uso es necesario. Así mismo, regular entre otros aspectos, la clasificación de las aguas, señalar las que deben ser objeto de protección y control especial, fijar su destinación y posibilidades de aprovechamiento, estableciendo la calidad de las mismas y ejerciendo control sobre los vertimientos que se introduzcan en las aguas superficiales o subterráneas, interiores o marinas, a fin de que estas no se conviertan en focos de contaminación que pongan en riesgo los ciclos biológicos, el normal desarrollo de las especies y la capacidad oxigenante y reguladora de los cuerpos de agua.</p>
<p align="center"><b>DECRETO 1594 DE 1984</b> <b>(junio 26)</b></p>	<p>Este decreto se entiende a los recursos, por tallas aguas superficiales, subterráneas, marinas y es taurinas, incluidas las aguas servidas. La sigla EMAR utilizada en el presente Decreto, corresponde a la entidad encargada del manejo y administración del recurso. Que reglamenta los usos del agua y el manejo de los residuos líquidos, quienes recolecten, transporten y dispongan de residuos líquidos, tendrán que seguir los lineamientos establecidos en las normas referentes al vertimiento, y además obtener el permiso correspondiente expedido por la autoridad competente</p>
<p align="center"><b>NORMA TÉCNICA I.S. 020</b> <b>TANQUES SÉPTICOS</b></p>	<p>Capítulo 1 Nombra todas las generalidades como son en el Artículo 1. Los objetos para esclarecer los criterios del diseño, construcción y operación de un tanque séptico. Artículo 2. El alcance para una alternativa del tratamiento de aguas residuales ya sea en zonas rurales o urbanas. Artículo 3. Definiciones de las características de pozos sépticos y sus complementos.</p>

## 7. MARCO ESPACIAL

### 7.1. Ubicación

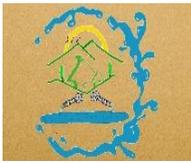
#### 7.1.1. Ubicación Fusagasugá

El municipio de Fusagasugá se encuentra localizado en la región andina del departamento de Cundinamarca siendo cabecera de provincia del Sumapaz con una distancia de 64km por vía terrestre de la capital departamental y de republica Bogotá D.C. una altura sobre el nivel del mar de 1.728 m y, sus coordenadas son: Latitud 04°20'27" y Longitud 74°21'51"W. El área municipal es de 206 km<sup>2</sup> y limita al Norte con Silvania y Sibaté (Cundinamarca), al Este con Pasca, al Sur con Arbeláez (Cundinamarca) y al Oeste con Tibacuy (Cundinamarca) e Icononzo (Tolima), Fusagasugá cuenta con 5 corregimientos y 36 veredas. (Diccionario Del Instituto Geográfico Agustín Codazzi)



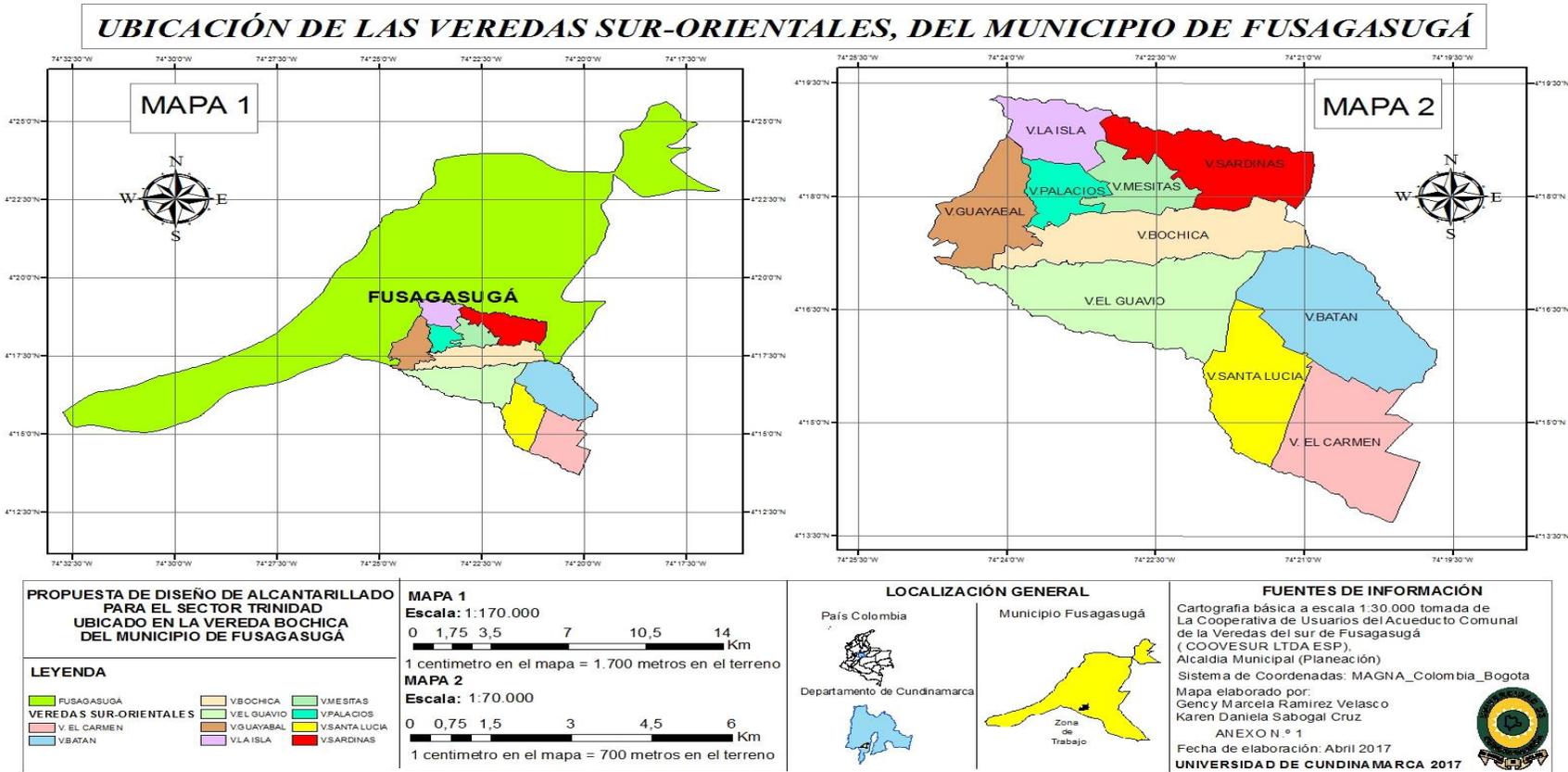
Mapa 1. Corregimientos del municipio de Fusagasugá

Fuente: (Alcaldía de Fusagasugá)



### 7.1.2. Ubicación de las veredas sur orientales del municipio de Fusagasugá

El municipio de Fusagasugá en el corregimiento Sur Oriental cuenta con 10 veredas que son Vereda La Isla, Vereda Guayabal, Vereda Sardinas, Vereda Mesitas, Vereda Palacios, Vereda Guavio, Vereda Batán, Vereda Santa Lucía, Vereda El Carmen y la Vereda Bochica.



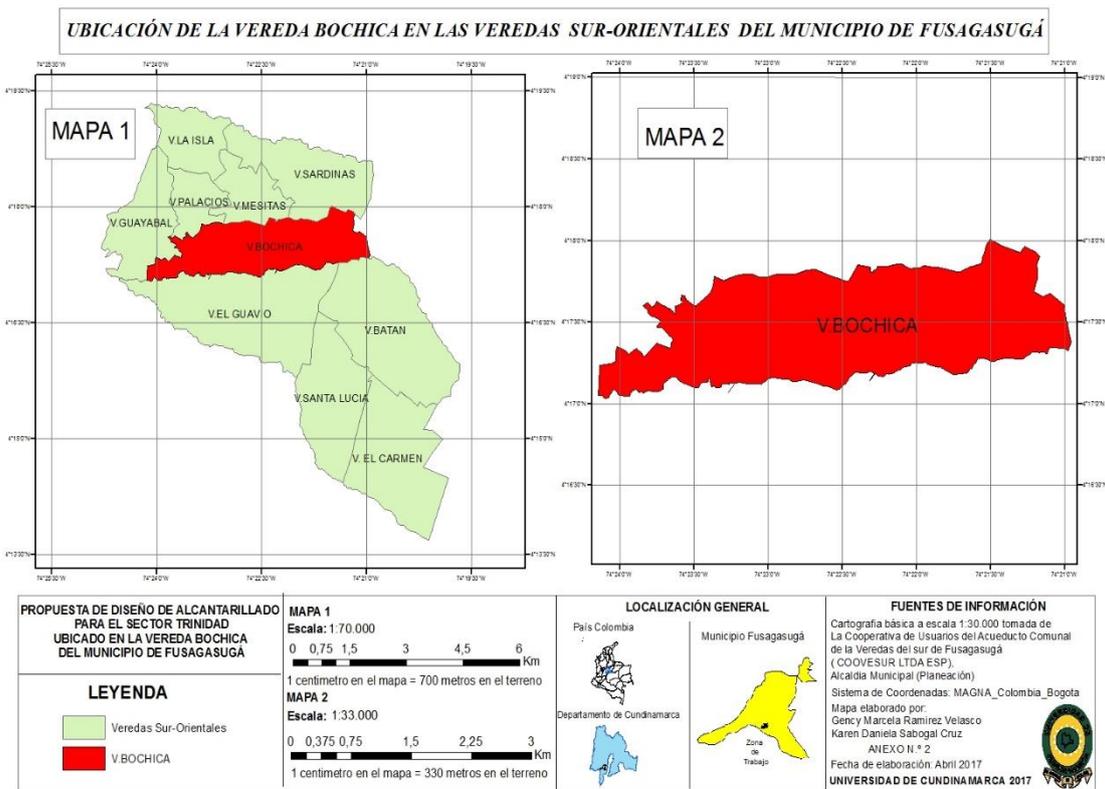
Mapa 2. Ubicación de las veredas sur orientales del municipio de Fusagasugá

Fuente: elaboración propia.

### 7.1.3. Ubicación vereda Bochica, en las veredas sur orientales de Fusagasugá

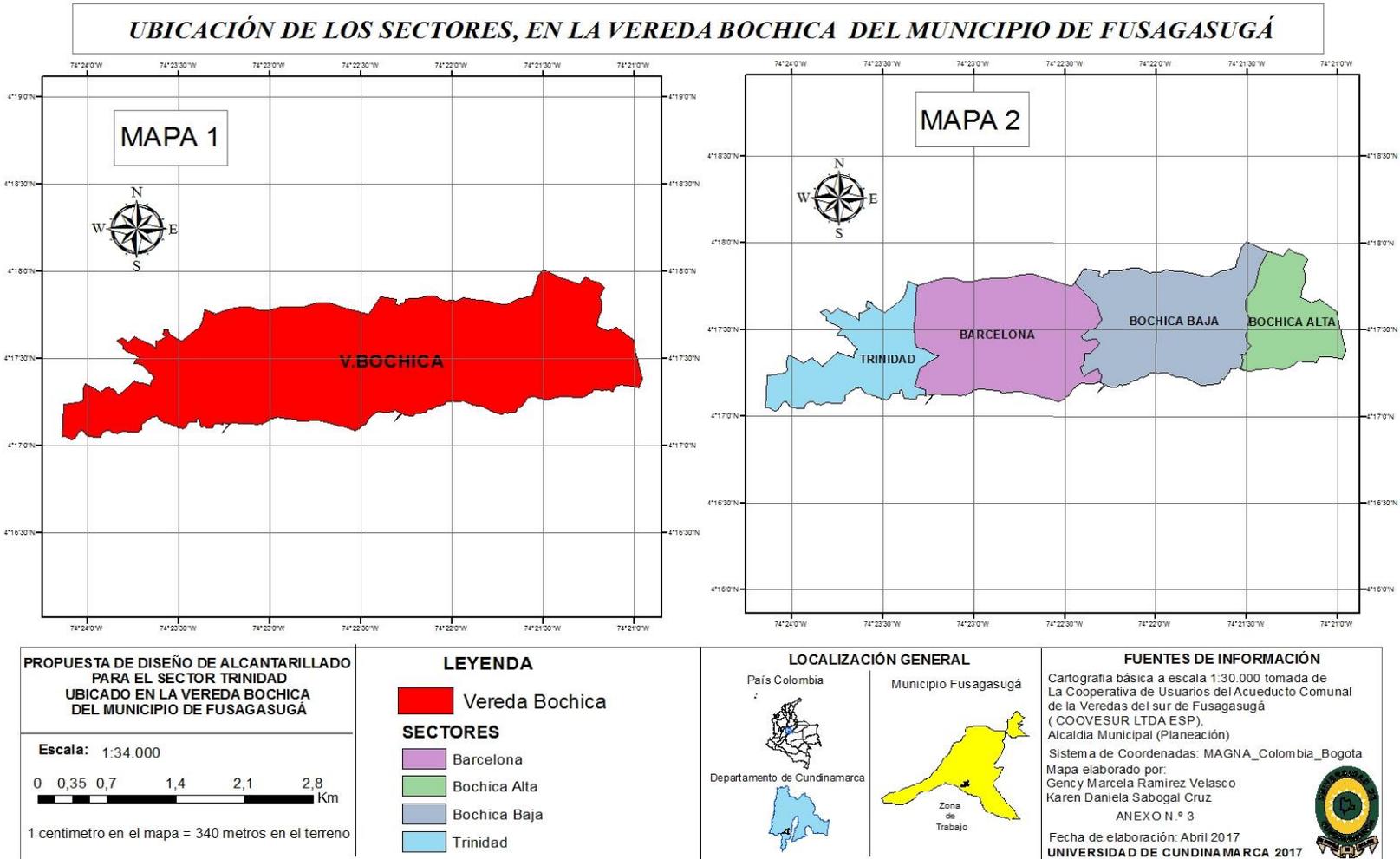
Según el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), la vereda se encuentra incluida en la Asociación Bochica, ubicada en la parte sur de Fusagasugá hacia los límites con el municipio de Arbeláez, situada a una altura comprendida entre 1400-1800 m, predominan pendientes comprendidas entre el 7-12% y cuenta con un área total de 603,327,50m. (POT, pág. 13)

Los habitantes de esta vereda la han sectorizado, creando juntas de acción comunal con el fin de atender sus necesidades y disponer mejor organización sobre sus intereses en la vereda actualmente se encuentra dividido en 4 sectores, Sector Bochica Alta, Sector Bochica Baja, Sector Barcelona y Sector Trinidad.



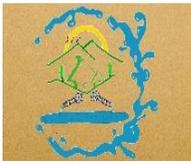
Mapa 3. Ubicación vereda Bochica, en el corregimiento sur oriental de Fusagasugá

Fuente: elaboración propia



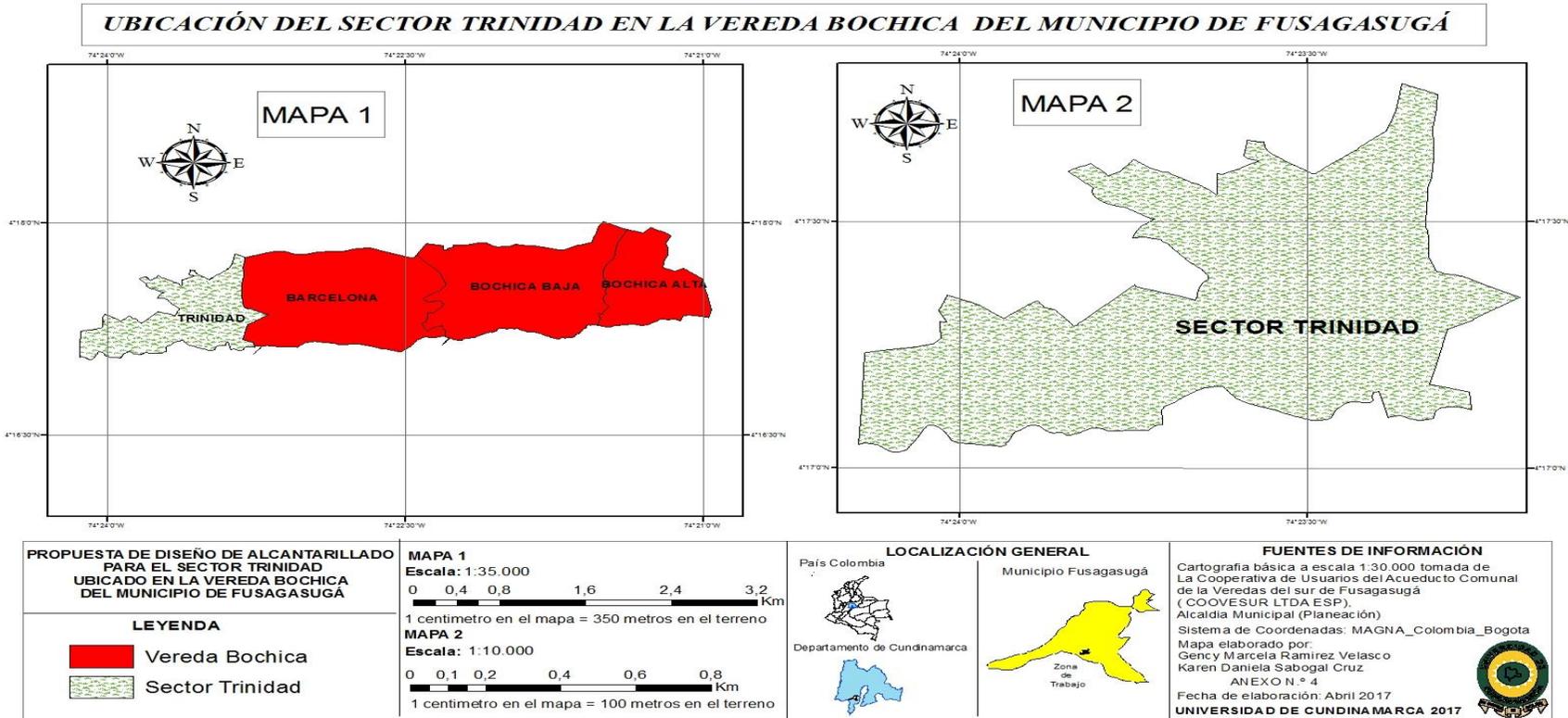
Mapa 4. Ubicación de los sectores de la vereda Bochica

Fuente: elaboración propia.



### 7.1.4. Ubicación sector Trinidad, en la vereda Bochica del municipio de Fusagasugá

Este proyecto se implementa en el Sector Trinidad con una Propuesta de Diseño de alcantarillado, el cual se ha dividido en 3 rutas.



Mapa 5. Ubicación del sector Trinidad en la vereda Bochica del municipio de Fusagasugá. elaboración propia

Fuente: elaboración propia.

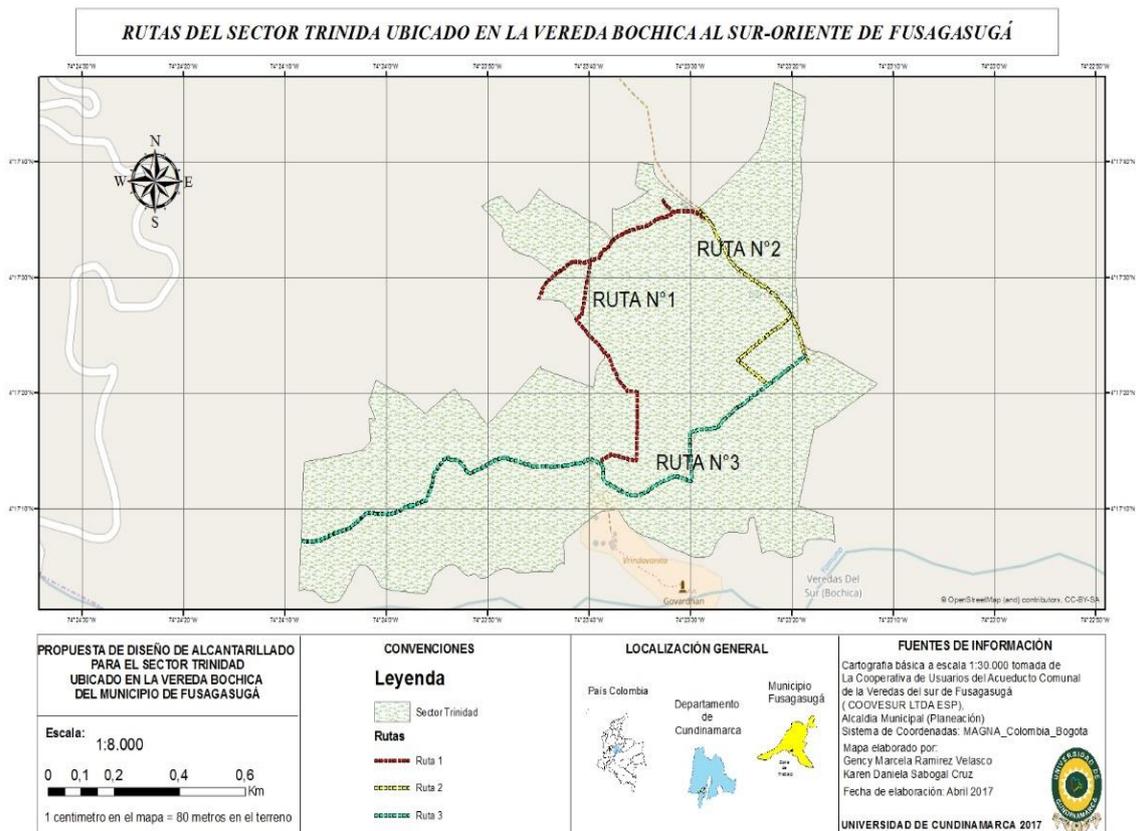
## 7.2. Rutas del sector

Para el desarrollo de este proyecto el sector Trinidad, se divido en 3 rutas con el fin recolectar la información de la ubicación de las casas, baños, pozos sépticos, marraneras y pozos sépticos de las marraneras, de forma organizada y rápida.

Tabla 8. Rutas del sector

RUTA	LONGITUD DE LA VÍA	PREDIOS	PUNTOS GPS
1	1396,168092	28	51
2	873,614562	10	26
3	1982,912442	30	47
Total	4252,722882	68	124

Fuente: Elaboración propia



Mapa 6. Rutas

Fuente: elaboración propia

### 7.2.1. Registro fotográfico ruta 1



Fotografía 1. Ruta 1, conexión vía principal



Fotografía 2. Ruta 1, intersección



Fotografía 3. Ruta 1, vía carreteable



Fotografía 4. Ruta 1, casa, finca la esmeralda, Propietario: Buenaventura Castro



Fotografía 5. Ruta 1, Baño, finca piedra grande, Propietario: Carmen Cruz



Fotografía 6. Ruta 1, Pozo séptico, finca la palma lote 11, propietario: Mariela Torres



Fotografía 7. Ruta 1, Marraneras, Finca Tierra Negra, propietario: María Elina Garzón



Fotografía 8. Finca San Felipe, Propietario Raquel La Torre

### 7.2.2. Registro fotográfico ruta 2 (vía principal)



Fotografía 9. Ruta 2, Vía principal



Fotografía 10. Ruta 2, Vía principal



Fotografía 11. Ruta 2, Puesto de Salud



Fotografía 12. Ruta 2, Escuela Trinidad



Fotografía 13. Ruta 2, Pozo séptico, Finca La Rochela, propietario: Sonia Botero



Fotografía 14. Ruta 2, Trampa de grasa, Finca La Palma, propietario



Fotografía 15. Ruta 2, Casa, finca Villa Flor, propietario: Gricelio Carvajal



Fotografía 16. Ruta 2, vía principal, salón comunal

### 7.2.3. Registro fotográfico ruta 3



Fotografía 17. Ruta 3



Fotografía 18. Ruta 3, casa, finca La Yolita, propietario: Henry Rodríguez



Fotografía 19. Ruta 3, intersección vía principal



Fotografía 20. Ruta 3, pozo séptico, finca El Naranjo, propietario: María Isabel Hurtado



## 8. RECURSOS

### 8.1. Recursos humanos

Gency Marcela Ramírez Velasco  
**Estudiante Tecnología En Cartografía**

Karen Daniela Sabogal Cruz  
**Estudiante Tecnología En Cartografía**

Sócrates Cardona (**Docente-Director De Proyecto**)  
Juan Ricardo Barragán (**Docente Coordinador Del Programa**)

Lorena Becerra (**Docente-Jurado**)  
Francisco Javier Sarmiento Parra(**Docente-Jurado**)

Jesús Heladio Sabogal Ramírez (**Anterior Inspector De Redes Del Sector**)



Fotografía 21. Reconocimiento de terreno



## PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ

### 8.2. Recursos institucionales

- Universidad de Cundinamarca, presta los instrumentos necesarios (GPS, Equipos De Cómputo, etc.)
  
- Alcaldía municipal de Fusagasugá: Plan De Ordenamiento Territorial Documentación cartográfica de la oficina de planeación
  
- IGAC instituto geográfico Agustín Codazzi. Cartografía de municipios de interés.
  
- COOVESUR, cartografía base y consumo de agua potable en el sector.
  
- SISBEN, población en el sector.



## 9. DISEÑO METODOLÓGICO

La metodología empleada en este proyecto tiene un componente descriptivo con base en el componente cuantitativo, ya que el desarrollo de este trabajo se constituye por la observación, es decir la recopilación de datos en el objeto de estudio y a su vez el trabajo de campo empleado. En este caso se tendrán en cuenta las siguientes variables: altura sobre el nivel del mar (m.s.n.m), pendiente, longitud de las vías (metros), consumo per cápita que corresponde al caudal en metros cúbicos consumidos por la población, cota rasante, número de habitantes, y coordenadas.

El proyecto es de tipo descriptivo, puesto que se realizaron recorridos y visitas en el sector Trinidad, con el fin de determinar cómo es el manejo de aguas servidas a través de los pozos sépticos y la medición de la longitud de las vías. La información suministrada por los habitantes del sector y los datos obtenidos por el navegador GPS el cual tiene una precisión entre tres y cinco metros, se empleó como ubicación de casas, pozos sépticos, trampa de grasas, baños, marraneras y pozos sépticos de las marraneras.

La información secundaria recolectada corresponde a cartografía base, POT plan de ordenamiento territorial y PDT plan de desarrollo territorial, suministrada por la alcaldía de Fusagasugá, IGAC Instituto Geográfico Agustín Codazzi y COOVESUR Cooperativa de Usuarios de la Acueducto Comunal de las Veredas del Sur de Fusagasugá, el cual suministra el agua potable a las veredas del corregimiento sur oriental de Fusagasugá, ello con el fin de estructurar una base de datos generada a partir de la digitalización del sector (vías, predios, curvas de nivel, drenajes, ríos y quebradas).

El sector trinidad fue dividido en 3 rutas para optimizar trabajo y recopilar la información de manera organizada, puesto que cada una de las visitas fue predio a predio haciendo capturas de puntos e imágenes (waypoints con GPS navegador – fotografías con cámara Sony) y así determinar la ubicación de las casas, pozos sépticos, trampa de grasas, baños, marraneras y pozos sépticos de las marraneras. Ello con el fin de establecer el uso y manejo de aguas servidas.

La elaboración del diseño del alcantarillado se rige, según lo estipulado en el (RAS, 2000) Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, el software empleado para el trazado de la red de alcantarillado es AutoCAD, extensión CivilCAD. Para esta elaboración se tuvieron en cuenta las siguientes variables: Numero de población, caudal de consumo y longitud de las vías.

- El número de población que habita en el sector es fundamental puesto que se debe tener en cuenta en la elaboración del alcantarillado y así estimar una población futura además de la flotante, teniendo en cuenta que el último censo realizado por el DANE Departamento Administrativo Nacional de Estadística fue en el año 2005, fue necesario recopilar los datos arrojados por el SISBEN, con el fin de tener una base de datos actualizada.
- El caudal de consumo, se adquirió de COOVESUR, es decir que se estableció un promedio mensual de metros cúbicos consumidos, en un año.
- Para obtener la longitud de la vía, fue necesario, medir cada una de las rutas, con una cinta métrica, por el eje de la vía, puesto que los alcantarillados, se diseñan y construyen en el centro de estas.



## PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ

Luego de obtener el diseño del alcantarillado es indispensable determinar qué zonas son idóneas para la elaboración de dos PTAR Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, debido a que se debe hacer una correcta disposición de estas aguas a los diferentes causes, además la Trinidad posee contrapendiente siendo imposible evacuar dichas aguas a una sola PTAR. Para poder establecer los sitios posibles para las PTAR, se utilizó el álgebra de mapas, herramienta del ArcGIS extensión ArcMAP.

### 9.1. Técnicas e instrumentos empleados en el proyecto

La recolección de los datos en un proceso de investigación, es un aspecto fundamental, ya que es lo que le da validez y sustentabilidad al proyecto que se está abordando, la etapa de recopilación de información, requiere de una serie de técnicas e instrumentos que permiten determinar el estudio. En este caso para la elaboración de la propuesta del diseño de alcantarillado en el sector Trinidad, ubicado en la vereda Bochica del municipio de Fusagasugá, se empleó la técnica de observación durante los recorridos realizados en las 3 rutas, con el fin de determinar cómo era el manejo de pozos sépticos en la vereda, y así poder establecer su ubicación geográfica en un mapa y visor web de ArcGIS online.

#### 9.1.1. Técnicas empleadas

La técnica cuantitativa permite al investigador la medición de los datos previamente establecidos, basados en análisis, criterios estadísticos y patrones determinados, durante el desarrollo de la investigación. De acuerdo con lo anterior este proyecto empleo dicha técnica, puesto que al realizarse la visita predio a predio, se pudo fijar cómo es el manejo de pozos sépticos en el sector, además una vez obtenida la medición de las rutas, la población total y el caudal de consumo se logró establecer la propuesta de diseño de alcantarillado para el sector Trinidad.

La revisión bibliográfica y proyectos referentes al estudio, permitieron diseñar y estructurar la base de datos de esta investigación, algunas de estas son:

- Orientaciones sobre agua y saneamiento para zonas rurales, (Lampoglia, Agüero, & Barrios, 2008).
- Alternativas tecnológicas en agua y saneamiento para el sector rural, (Uribe, 2010)
- Expediente del centro recreativo valle de Eli (Becerra, 2016)
- Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (RAS, 2000)
- Abastecimiento de agua y alcantarillado (Terence, 1999)

Cabe resaltar que gracias a la Cartografía base suministrada por la Alcaldía de Fusagasugá, IGAC Instituto Geográfico Agustín Codazzi y COOVESUR cooperativa que suministra el agua potable a las veredas del corregimiento sur oriental de Fusagasugá, fue posible la ubicación y ejecución de la propuesta de diseño de alcantarillado para el sector Trinidad.

### 9.1.2. Instrumentos empleados

Así mismo en la elaboración del proyecto se tuvieron en cuenta los siguientes equipos y software:

#### 9.1.2.1 GPSmap 76CSx:

Es un navegador que dispone de receptor GPS de alta sensibilidad, (adquisición rápida de señal satelital) altímetro barométrico, brújula electrónica, y generación de rutas con indicaciones giro a giro, en condiciones ideales (día despejado o cobertura vegetal baja), se consigue minimizar el error de lectura a solo 3 m a la redonda.

#### 9.1.2.2 Cámara fotográfica Digital:

Una cámara digital es una cámara fotográfica que, captura y almacenas fotografías en películas químicas, aprovecha el proceso de la fotografía digital para generar y almacenar imágenes para esta investigación se utilizó un cámara con resolución de 10 mega pixeles

#### 9.1.2.1 ArcGIS

ArcGIS es un completo programa, software y sistema que permite recopilar, organizar, administrar, representar, presentar, analizar, compartir y distribuir información geográfica, cartográfica y de ciencias afines.

Actualmente es la plataforma líder a nivel mundial y es utilizada en diferentes aspectos y usos por distintas personas de distintos campos



Imagen 5. ArcGIS.

Fuente (ESRI)

De este software se utilizaron tres programas en especial

- ArcMAP
- ArcCATALOG
- ArcSCENE

#### 9.1.2.4 ArcMAP

ArcMAP es la sección principal de ArcGIS, es el lugar donde se visualiza y exploran los diferentes datos geográficos o de composición espacial, además es sitio donde se crean los distintos diseños de mapas, la impresión y publicación, además en esta sección contiene los elementos básicos de un mapa que son:

- La escala numérica
- La escala gráfica
- Coordenadas
- La indicación del norte

- La proyección



Imagen 6. ArcMAP

Fuente (ESRI)

#### ***9.1.2.5 ArcCATALOG***

Esta aplicación es utilizada para la organización y administración de la información espacial

Las principales aplicaciones de ArcCatalog son las siguientes:

- Organizar el contenido de los sistemas de información geográfica
- Administrar los diferentes esquemas de geodatabase (bases de datos)
- Buscar y agregar contenido a aplicaciones de ArcGIS
- Documentar contenidos
- Administrar servidores SIG.
- Administrar metadatos basados en estándares



Imagen 7. ArcCATALOG.

Fuente (ESRI)

#### ***9.1.2.6 ArcSCENE***

Es una aplicación de ArcGIS donde se puede visualizar y representar información espacial de tres dimensiones, adecuado para generar escenas con perspectiva que permiten navegar e interactuar con la entidad 3D y los datos de ráster.

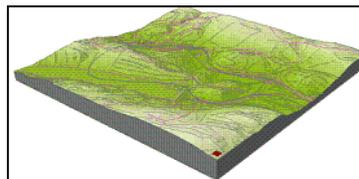


Imagen 8 . ArcSCENE.

Fuente (ESRI)

### ***9.1.2.7 Diseño Asistido Por Computador:***

Es un software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D. Actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk. El nombre AutoCAD surge como creación de la compañía Autodesk, donde Auto hace referencia a la empresa y CAD a dibujo asistido por computadora (por sus siglas en inglés computer assisted drawing), teniendo su primera aparición en 1982.1 AutoCAD es un software reconocido a nivel internacional por sus amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios o la recreación de imágenes en 3D; es uno de los programas más usados por arquitectos, ingenieros, diseñadores industriales y otros.



Imagen 9. AutoCAD.

Fuente (Alejandro, 2015)

### ***9.1.2.8 CivilCAD***

Es el software diseñado para crear funciones adicionales que automatizan y simplifican las tareas dentro de AutoCAD, cubriendo diversas necesidades del profesional de la Ingeniería Civil y Topografía de habla hispana; utilizado por dependencias de gobierno, constructoras y universidades.



Imagen 10. CivilCAD.

Fuente (CivilCAD)

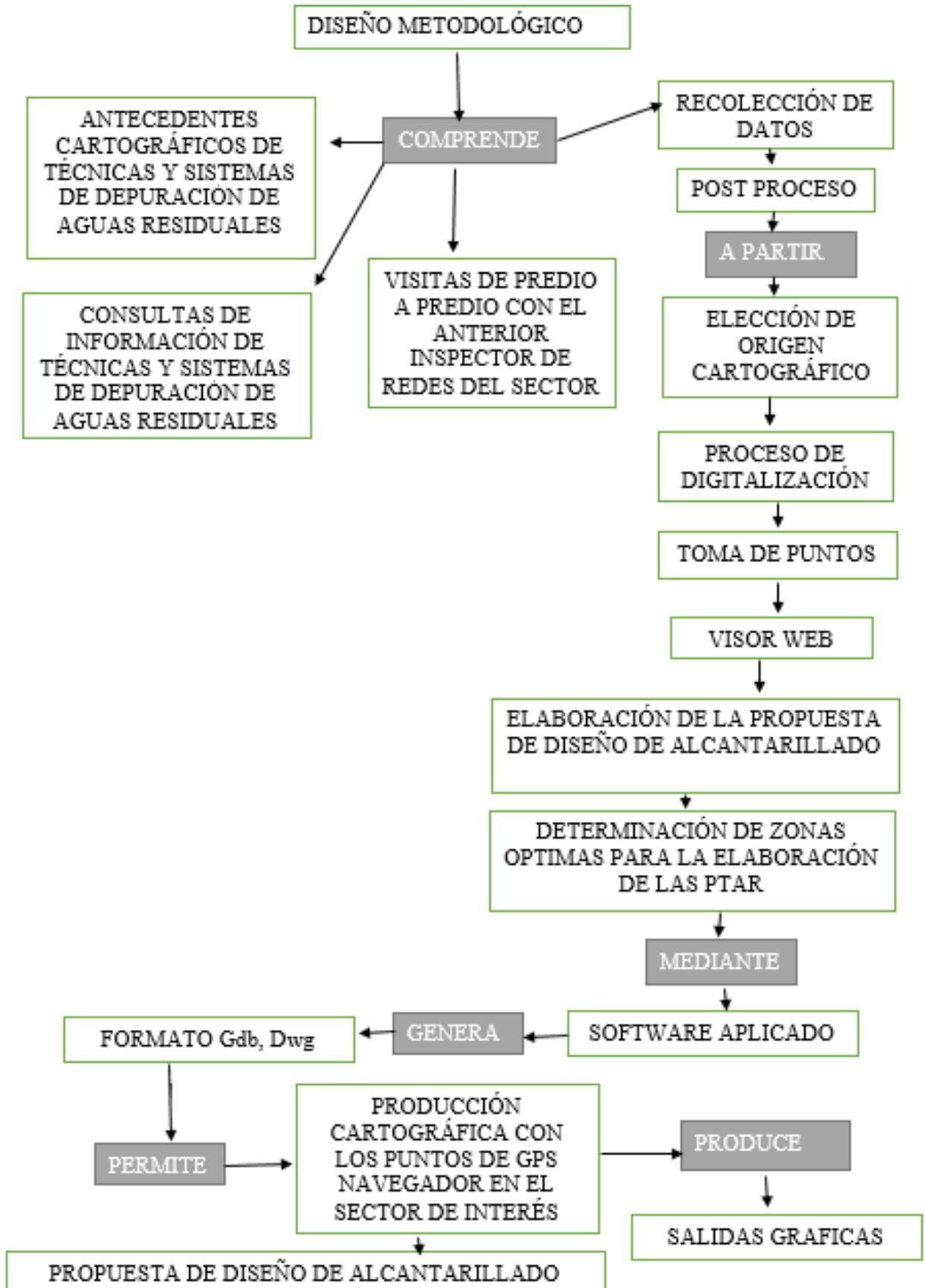


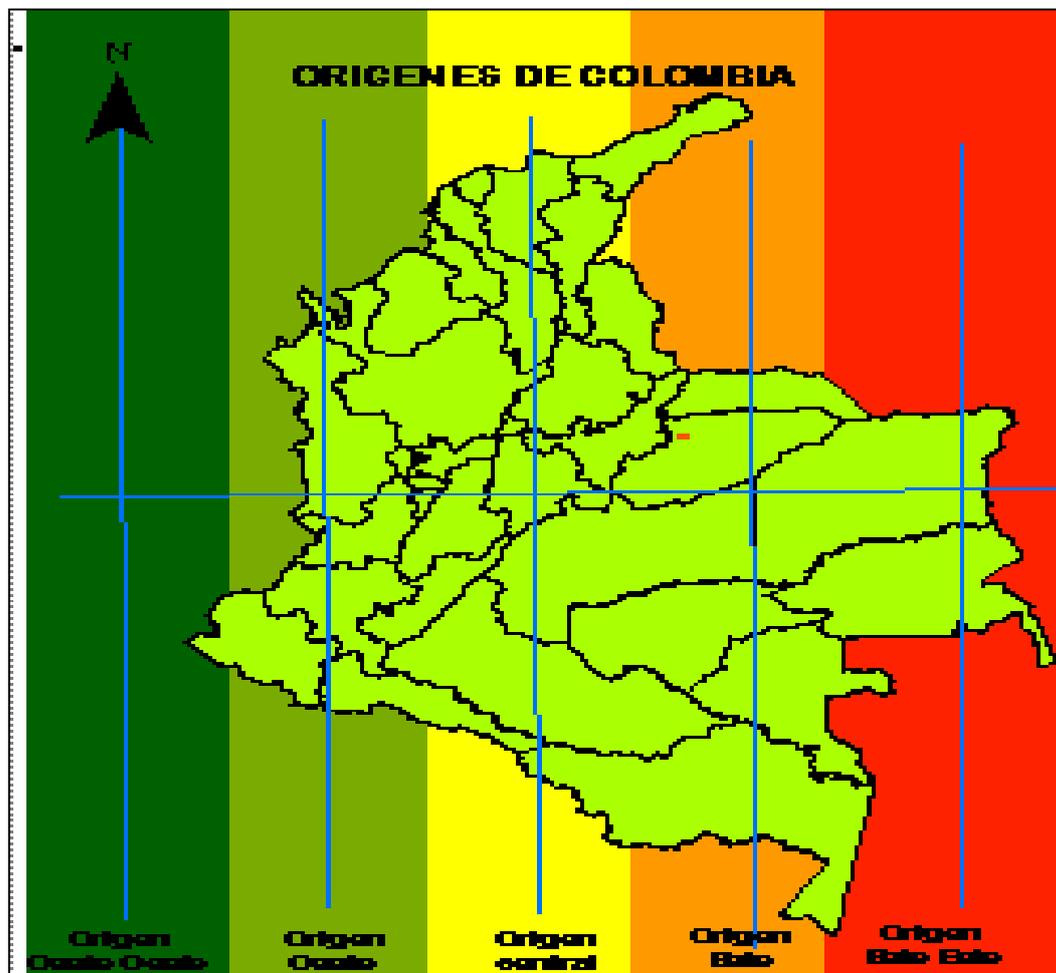
Diagrama 1. Metodología

## 9. 2. POST-PROCESO DE DATOS

La producción cartográfica de los diferentes mapas, que se llevaron a cabo durante el desarrollo de este proyecto demandan una labor, que requiere más de una etapa para su creación, es así que se indicara como es el proceso para realizarla. La elaboración del uso y manejo de pozos sépticos, diseño del alcantarillado y determinación de zonas idóneas para la elaboración de las PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales), se ejecutó de la siguiente manera:

### 9.2.1. Origen empleado

Es importante tener en cuenta los orígenes de Colombia, pues es fundamental, determinar cuál es el más idóneo, para la zona de trabajo, en este caso, se utilizó origen central, que corresponde a (Magna Colombia Bogotá), pues es donde se encuentra la zona de trabajo en este caso el departamento de Cundinamarca, como se observa en el mapa de los 5 orígenes, la tonalidad amarilla representa el empleado.



Mapa 7. Orígenes de Colombia.

Fuente: (Universidad Nacional de Colombia sede Amazonia)

### 9.2.2. Proceso de digitalización

Una vez obtenida la cartografía base del sector, la cual fue suministrada por alcaldía de Fusagasugá, IGAC Instituto Geográfico Agustín Codazzi y COOVESUR cooperativa que abastece el agua potable a gran parte de las veredas sur oriental de Fusagasugá, se digitalizo, el sector (vías, predios, curvas de nivel, drenajes, ríos, quebradas), y otras zonas de interés como limites, veredales y del sector.

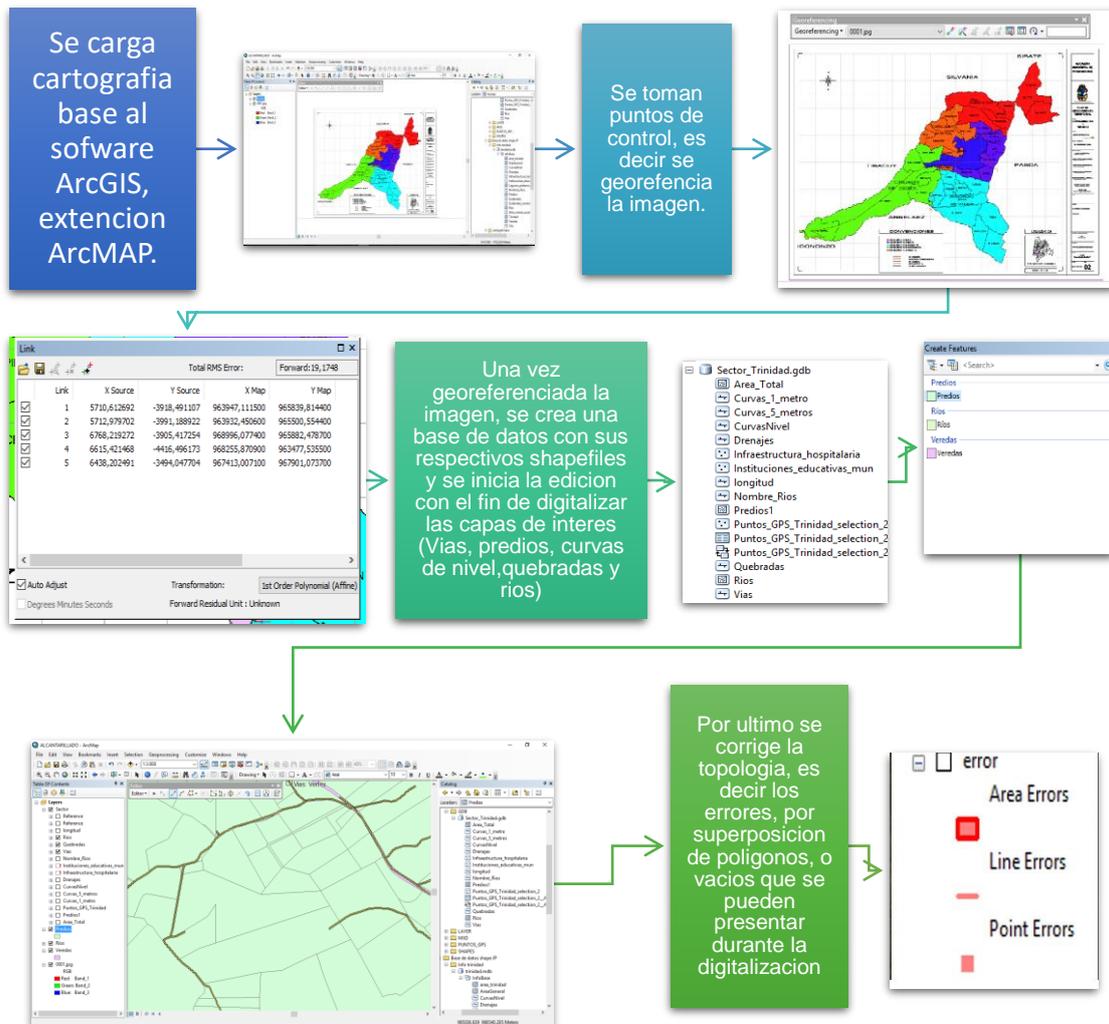
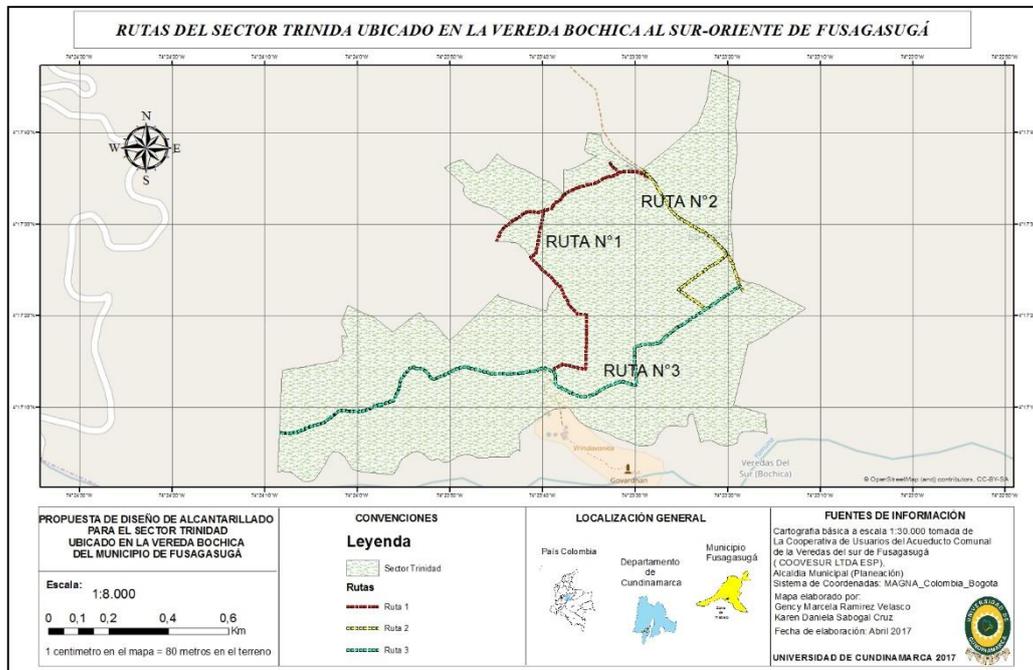


Diagrama 2. Digitalización.

Fuente: elaboración propia

### 9.2.2. Toma de puntos

Luego de obtener la digitalización completa del sector, se determinó cómo sería la toma de puntos, en este caso se divide el sector en 3 rutas con el fin de obtener una base de datos organizada.



Mapa 8. Rutas

Fuente: Elaboración propia

Se realizó una visita predio a predio, con el fin de determinar cómo es el manejo de pozos sépticos en el sector Trinidad, utilizando un GPS navegador y a su vez fotografías, que permiten la ubicación y distribución del manejo de aguas servidas en el sector



Imagen 11. GPS Etrex.

Fuente: (GARMIN)



Fotografía 22. Toma de puntos



Fotografía 23. Toma de puntos

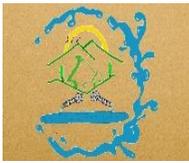
Para la recolección de datos se generó la siguiente cartera de campo:

- \*Nombre de la finca
- \*Nombre r agua: nombre de la persona que figura en la empresa de agua potable COOVESUR, con el fin de hacer un empalme de datos en cuanto a los metros cúbicos de agua potable consumidos durante un año.
- \*Punto GPS: el que indica el navegador
- \*Descripción del punto: si es una casa, baño, pozo séptico de la casa, trampa de grasas, marraneras y pozo séptico de las marraneras.
- \*N: representa la coordenada norte arrojada por el GPS navegador.
- \*W: representa la coordenada este arrojada por el GPS navegador.
- \*Altura
- \*Foto: fotografía correspondiente al punto.

Tabla 9. Cartera de campo

NOMBRE FINCA	NOMBRE R. AGUA	PUNTO GPS	DESCRIPCION DEL PUNTO	N	W	Altura	Foto
La aspriella	Mirian la Aspriella	024	Pozo septico	0966192	0964805	1538	
La aspriella	Mirian la Aspriella	025	Casa	0966210	0964800	1516	

Fuente: Elaboración propia



Una vez estructurada toda la base de datos de los wayponits e imágenes tomadas, se genera la cartografía del manejo de pozos sépticos en el sector, a través del software ArcGIS, extensión ArcMAP.

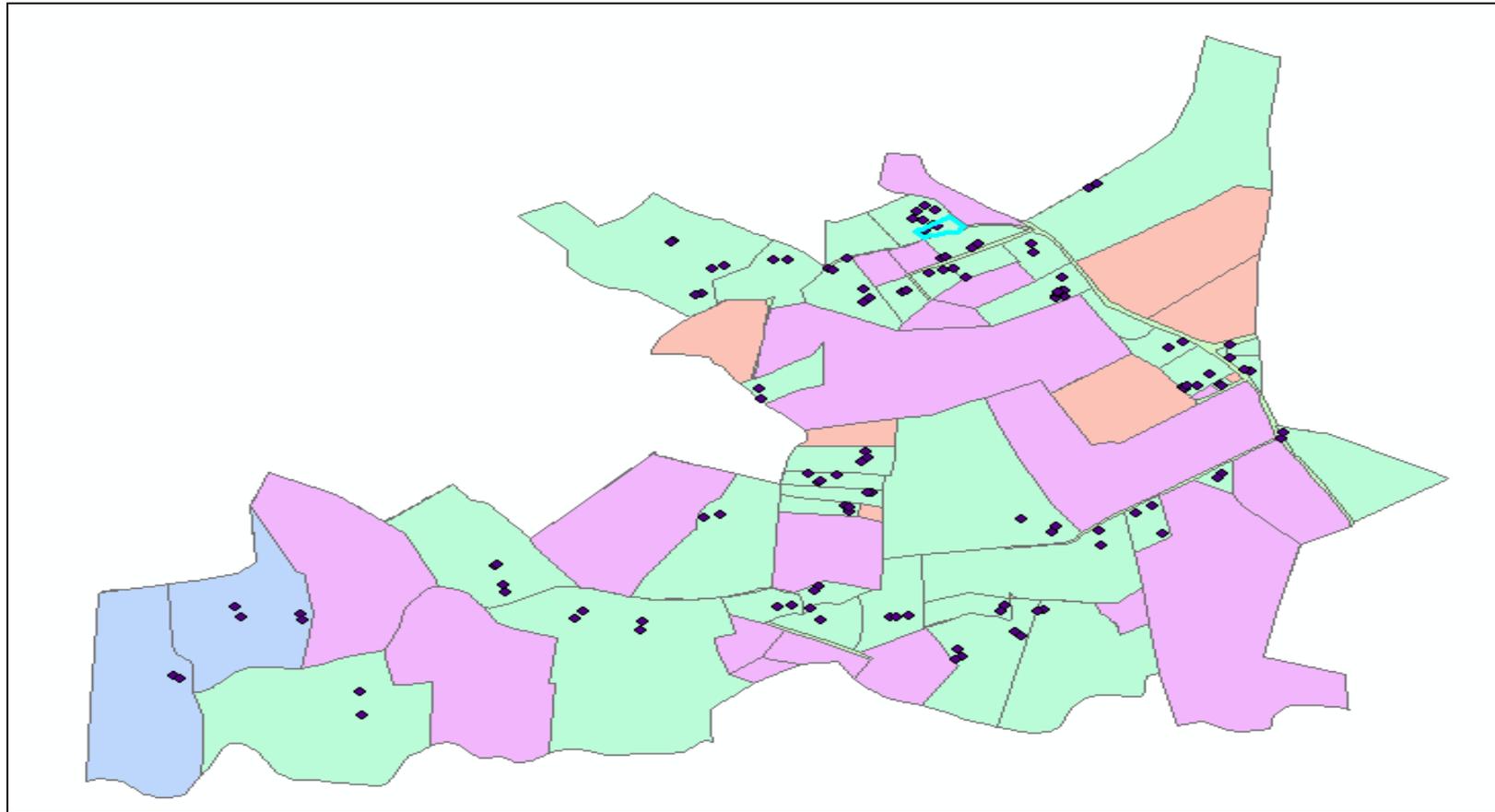
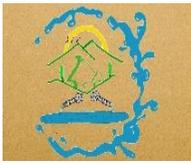


Imagen 12. Wayponits de campo

Fuente: Elaboración propia



### 9.2.3. Visor web

El registro fotográfico se realizó para interactuar con ArcGIS online, es decir, que se creó un visor virtual el cual lleva en sus atributos, las coordenadas, altura, nombre de la finca, nombre del propietario y la fotografía correspondiente.



Diagrama 3. Visor web

Fuente: Elaboración propia

#### 9.2.4. Propuesta de diseño de alcantarillado

La elaboración de la propuesta del diseño alcantarillado se basó a partir del (RAS, 2000), utilizando los software AutoCAD y ArcGIS.

- Antes de iniciar el correspondiente proceso en el software, fue necesario la medición de las vías, por el eje de estas, puesto que el sistema de alcantarillado va por la mitad de la vía (eje).



Fotografía 24. Medición de longitudes, ruta 2, vía principal



Fotografía 25. Medición de longitudes, ruta 3



Fotografía 26. Medición de longitudes, ruta 2, vía principal



Fotografía 27. Medición de longitudes, ruta 2, vía principal



Fotografía 28. Medición de longitudes, ruta

- Se abre el software AutoCAD, con extensión CivilCAD y se suben las respectivas capas.



Imagen 13. Capas (Vías, ríos, predios, curvas de nivel), software AutoCAD

➤ Fuente: Elaboración propia

- Se prepara la hoja de trabajo, dejando el que trae por defecto, y se asigna la escala, en este caso 1:2000.



Diagrama 4. Preparar hoja de trabajo

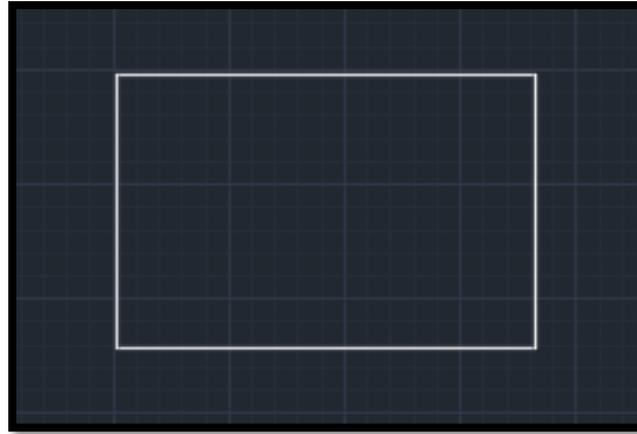


Imagen 14. Escala asignada, software AutoCAD

Fuente: Elaboración propia

- Se busca la función reconocer, ello con el fin de identificar, el sistema de alcantarillado.

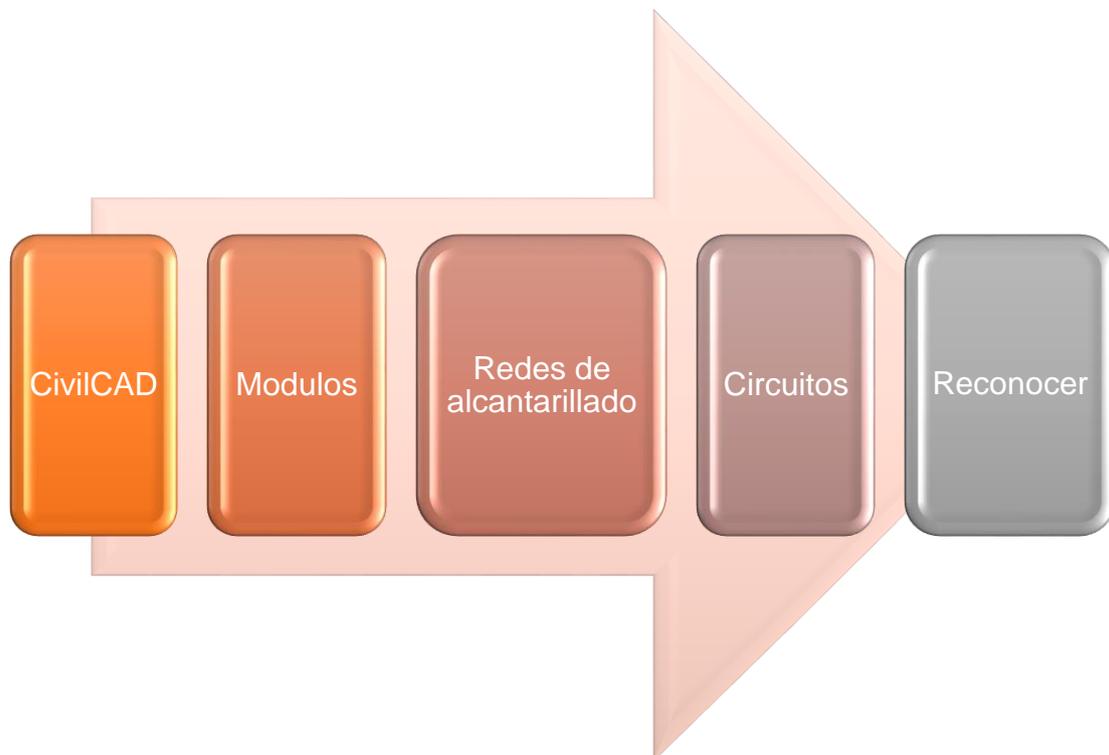


Diagrama 5. Reconocer el sistema de alcantarillado, software AutoCAD

Fuente: Elaboración propia

- La ventana que se despliega, permite estipular, el color de los pozos y el diámetro de cada uno.

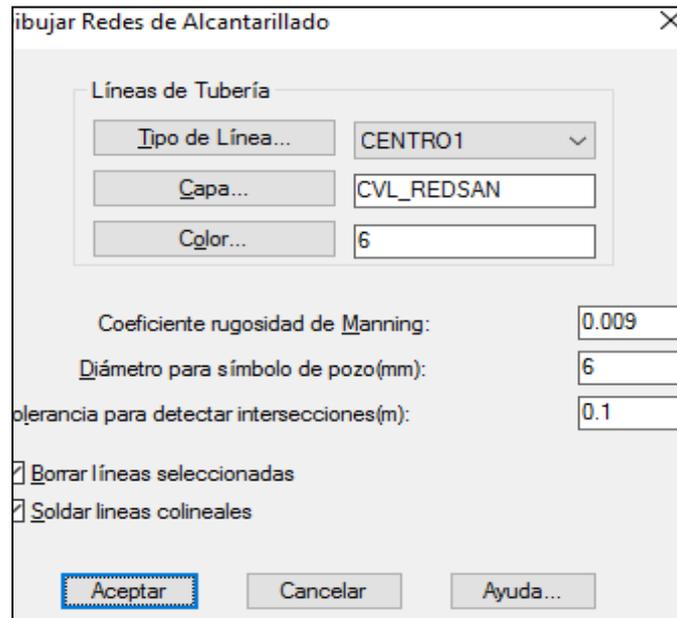


Imagen 15. Ventana de configuración

Fuente: Elaboración propia

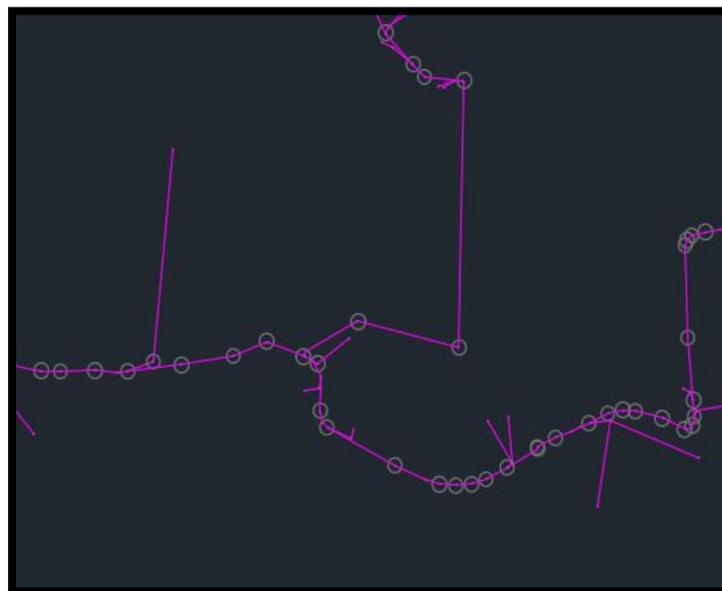


Imagen 16. Configuración de pozos

Fuente: Elaboración propia

- Una vez obtenidos los pozos, es fundamental numerarlos:

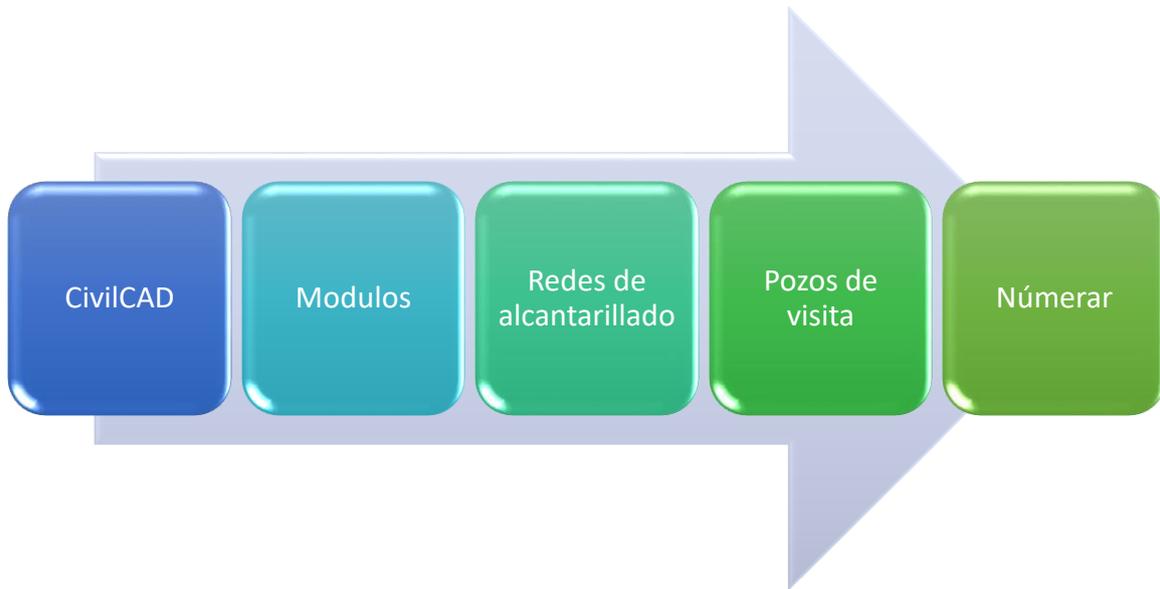


Diagrama 6. Numeración de pozos

Fuente: Elaboración propia

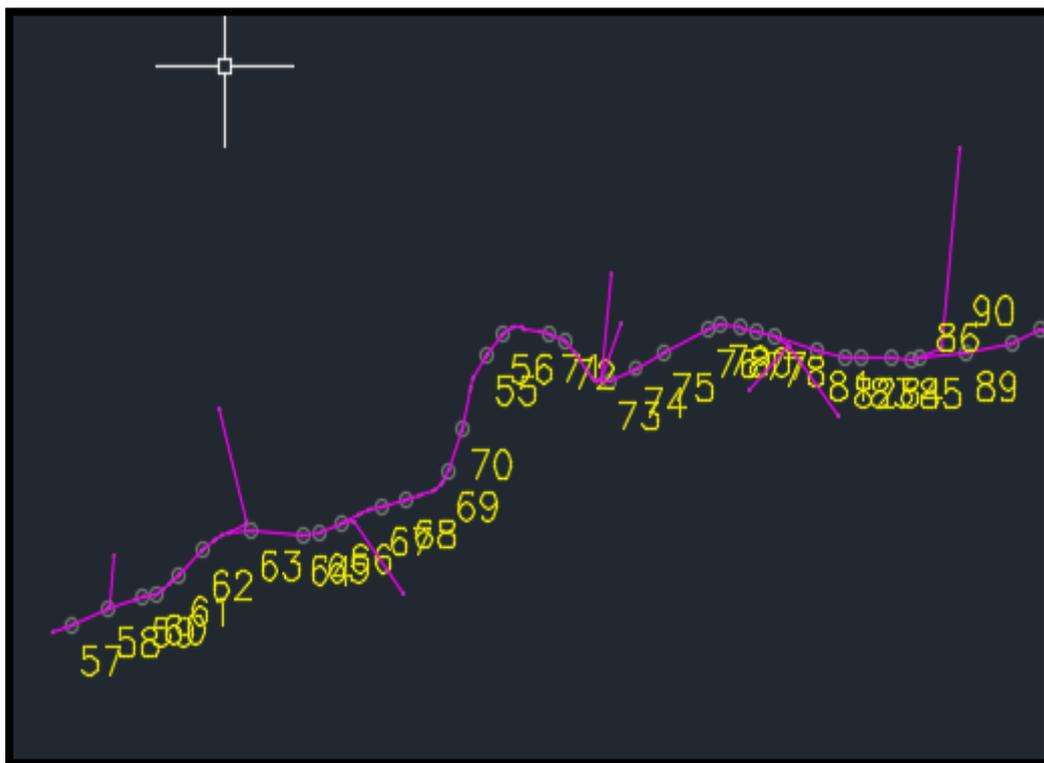


Imagen 17. Numeración de pozos

Fuente: Elaboración propia

- Se ubica la cota rasante, de cada uno de los pozos:

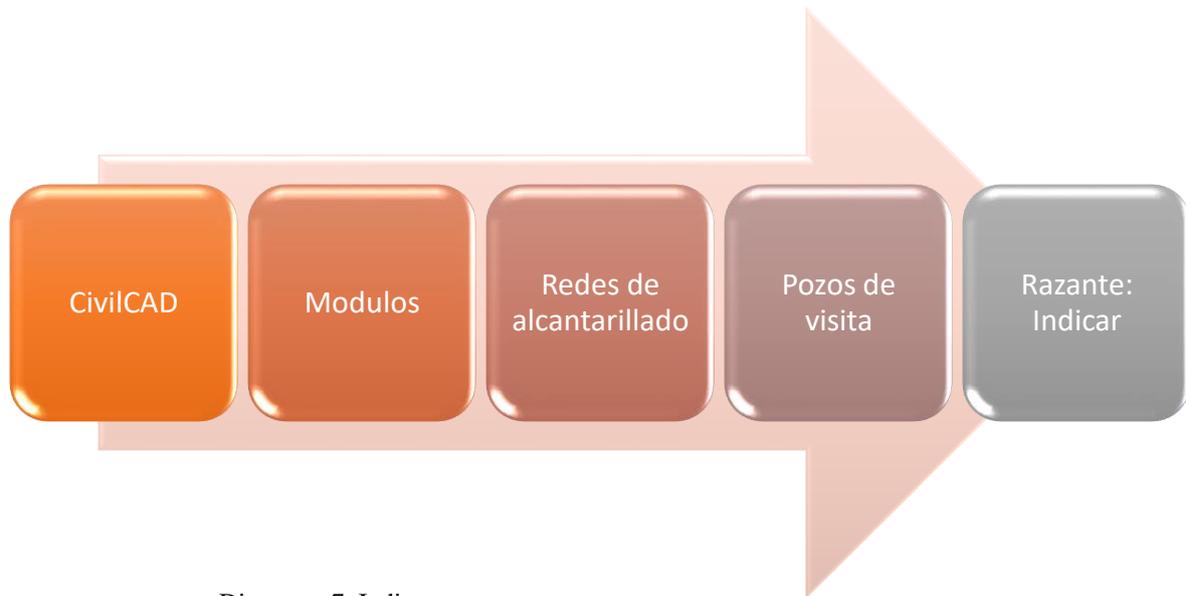


Diagrama 7. Indicar cota rasante

Fuente: Elaboración propia

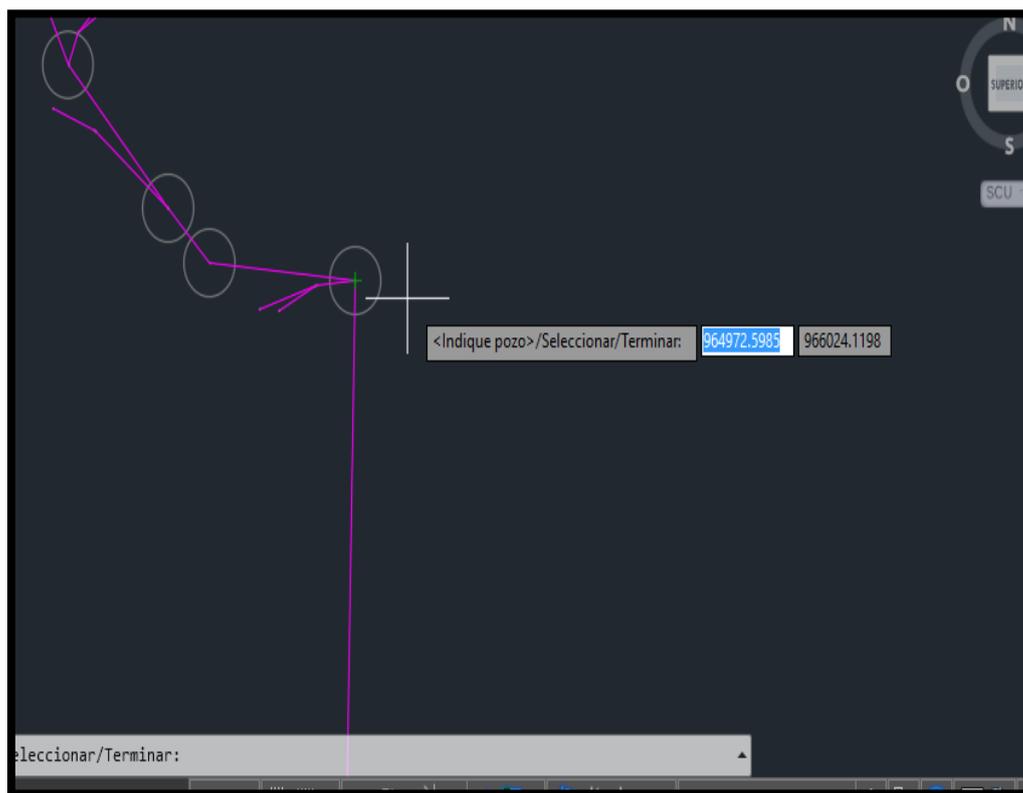


Imagen 18. cota rasante

Fuente: Elaboración propia

- Se indica el flujo de las tuberías

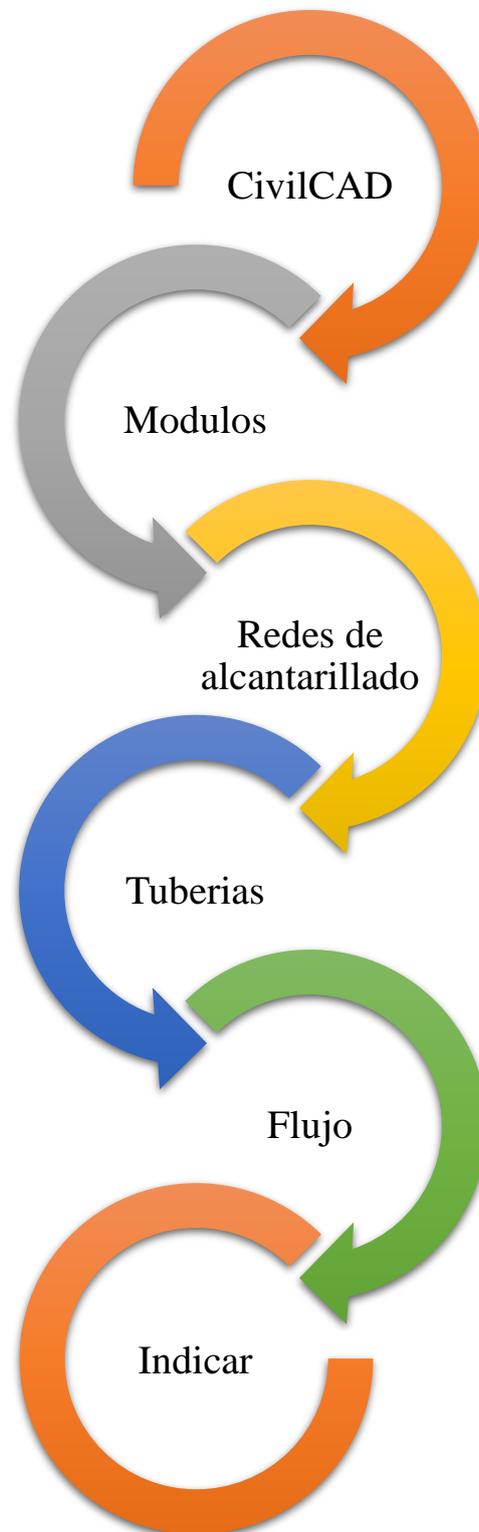


Diagrama 8. Flujo de las tuberías

Fuente: Elaboración propia



Imagen 19. Indicar cota rasante

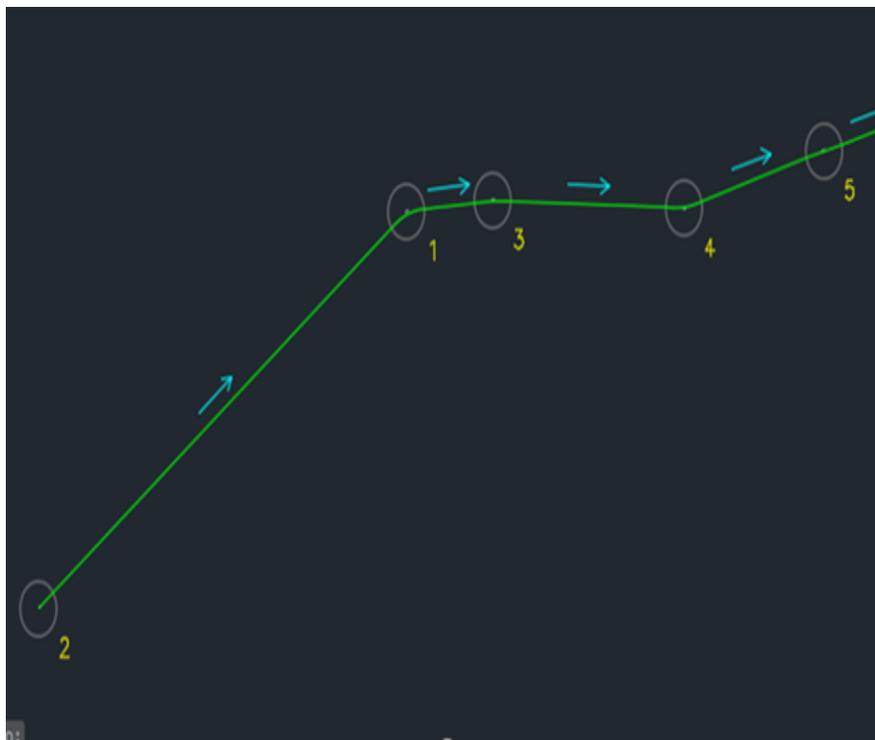


Imagen 20. Flujo de tuberías



PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ

- Se genera la tabla de cálculo para la red de alcantarillado, teniendo en cuenta la cantidad de usuarios, y caudal de consumo de metros cúbicos en un mes de agua potable, para dicho cálculo se empleó la ecuación 1 según el (RAS, 2000, pág. 51).

$$Q_D = \frac{C_R \times P_S D_{NETA}}{30}$$

donde:

- $Q_D$  = Caudal de aguas residuales domésticas (m<sup>3</sup>/día).
- $C_R$  = Coeficiente de retorno (adimensional).
- $P_S$  = Número de suscriptores proyectados al período de diseño (suscriptores).
- $D_{NETA}$  = Demanda neta de agua potable proyectada por suscriptor (m<sup>3</sup>/suscriptor/mes).

- El número total de habitantes se obtuvo de los registros del SISBEN, puesto que el último censo realizado por el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) fue en el año, 2005, es decir se considera una base de datos muy desactualizada.

SISBEN= 875 habitantes en el sector Trinidad

- El número de habitantes permite definir el nivel de complejidad, tal y como se expone en la tabla #4 de este documento, correspondiente al (RAS, 2000, pág. 15)

Nivel de Complejidad del Sistema	Población en la zona urbana <sup>2</sup> (habitantes)	Capacidad económica de los suscriptores <sup>3</sup>
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

- Promedio del caudal (metros cúbicos consumidos), se obtuvo de COOVESUR, cooperativa que suministra el agua potable a las veredas correspondientes a la comuna sur oriental del municipio de Fusagasugá, en este caso incluye el sector Trinidad.

Demanda de agua potable= 1179,5m<sup>3</sup>

- El coeficiente de retorno es el expuesto en este documento en la tabla #5, y corresponde a los estipulado en el (RAS, 2000, pág. 52), en este caso el coeficiente es 0,80 , pues el nivel de complejidad corresponde a bajo

➤ .

Nivel de Complejidad del Sistema	Coeficiente de retorno
Bajo y Medio	0,80
Medio Alto y Alto *	0,85

- Por tanto, el resultado del cálculo efectuado es:

Caudal domestico =27521 m<sup>3</sup>

- Es así que el proceso que se debe llevar en AutoCAD, extensión CivilCAD:

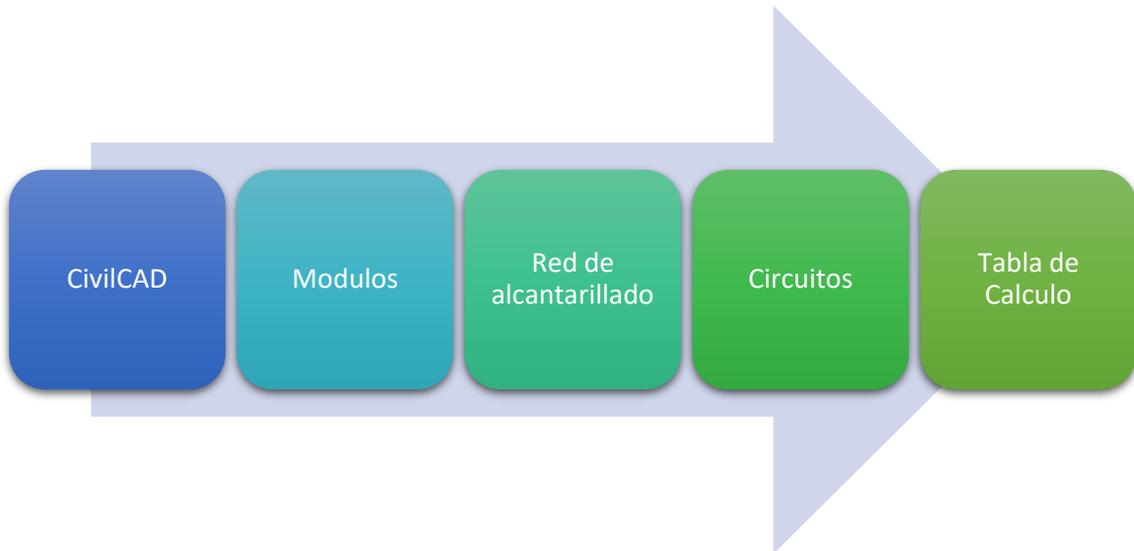


Diagrama 9.Tabla de calculo

- Al desplegarse el siguiente diagrama, se debe incluir los habitantes, y el caudal doméstico, para este caso representa el caudal de consumo, esto a su vez genera una tabla automática, (si los datos aparecen en rojo, significa que no cumple la función del alcantarillado).

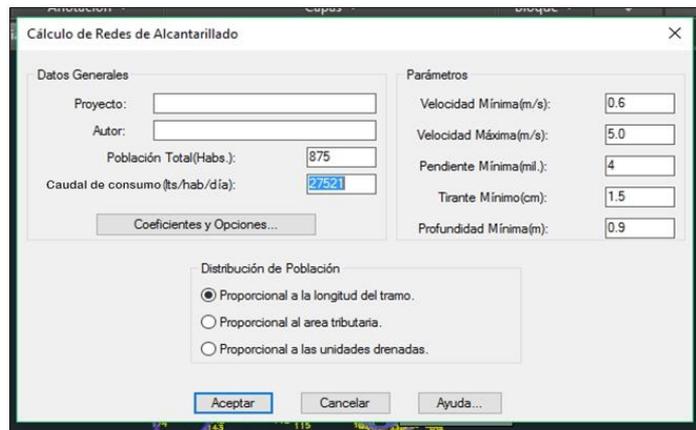


Imagen 21. Ventana, cálculos de alcantarillado

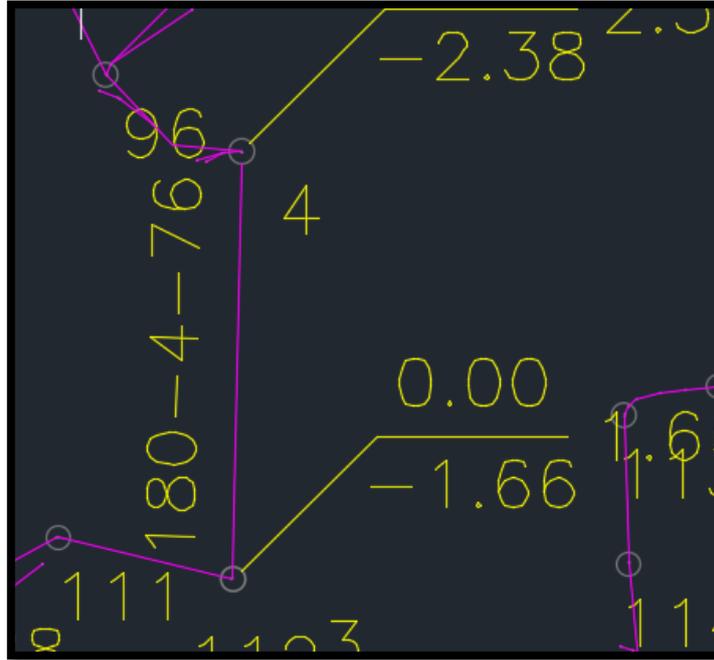


Imagen 22. Cálculos de alcantarillado

Tabla 10. Tabla de cálculo AutoCAD

A	B	C	D			F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
			HABITACIONAL														
			HABITACIONAL			Coef. Previsión = 1.20											
			POBLACION = 875 Hab			Coef. Harmon = 3.80											
			DENSIDAD POBLACION = 0.13 Hab/m			Long. total red = 6508.78m											
			DOTACION = 27521 l/Hab/Día														
			APORTACION = 22017 l/Hab/Día														
			Qmin = 111.49 lps			GASTO MINIMO = 111.49 lps											
			Qmed = 222.97 lps			GASTO MEDIO = 222.97 lps											
			Qmax inst = 847.29 lps			GASTO MAX. INST = 847.29 lps											
			Qmax prev = 1018.75 lps			GASTO MAX. PREV. = 1018.75 lps											
NOMBRE DE LA CALLE	TRAMO	LONGITUD(m)			POBLACION	COEF. HARMON	GASTOS(lps)			COTAS TERRENO(m)		PENDIENTE(m/km)		DIAMETRO			
		Tramo	Tributaria	Total			Qmed	Qmin	QMax Prev	Inicial	Final	Terreno	Propuesta	Cálculo (cm)	Comercial (cm)	Pulg.	
	281-280	6	571	577	78	3,800	19,774	9,887	90,168	0,000	0,000	0,000	4	30,231	30	12"	
	280-279	24	577	601	81	3,800	20,593	10,296	93,903	0,000	0,000	0,000	4	30,695	38	15"	
	279-278	26	601	627	84	3,800	21,473	10,736	97,916	0,000	0,000	0,000	4	31,180	38	15"	
	278-277	40	627	667	90	3,800	22,851	11,426	104,203	0,000	0,000	0,000	4	31,917	38	15"	
	277-276	10	667	677	91	3,800	23,203	11,602	105,808	0,000	0,000	0,000	4	32,100	38	15"	
	276-275	18	677	695	93	3,800	23,807	11,904	108,561	0,000	0,000	0,000	4	32,411	38	15"	
	275-274	1	695	696	94	3,800	23,853	11,927	108,771	0,000	0,000	0,000	4	32,434	38	15"	
	274-273	12	696	708	95	3,800	24,274	12,137	110,691	0,000	0,000	0,000	4	32,648	38	15"	
	273-269	16	708	724	97	3,800	24,822	12,411	113,187	0,000	0,000	0,000	4	32,922	38	15"	
	269-268	36	724	761	102	3,800	26,071	13,035	118,883	0,000	0,000	0,000	4	33,534	38	15"	
	268-267	24	761	785	106	3,800	26,900	13,450	122,662	0,000	0,000	0,000	4	33,930	38	15"	
	267-266	14	785	799	107	3,800	27,374	13,687	124,826	0,000	0,000	0,000	4	34,153	38	15"	
	266-265	25	799	824	111	3,800	28,243	14,122	128,789	0,000	0,000	0,000	4	34,555	38	15"	
	265-264	16	824	840	113	3,800	28,792	14,396	131,290	0,000	0,000	0,000	4	34,806	38	15"	
	264-261	7	840	848	114	3,800	29,048	14,524	132,461	0,000	0,000	0,000	4	34,922	38	15"	
	261-260	39	848	887	119	3,800	30,389	15,195	138,576	0,000	0,000	0,000	4	35,518	38	15"	
	260-259	38	887	925	124	3,800	31,688	15,844	144,496	0,000	0,000	0,000	4	36,079	38	15"	
	259-258	26	925	951	128	3,800	32,591	16,295	148,614	0,000	0,000	0,000	4	36,461	38	15"	
	258-97	28	951	979	132	3,800	33,560	16,780	153,033	0,000	0,000	0,000	4	36,864	38	15"	
	93-92	11	0	11	2	3,800	1,500	1,500	6,840	0,000	0,000	0,000	4	11,494	20	8"	
	92-91	8	11	20	3	3,800	1,500	1,500	6,840	0,000	0,000	0,000	4	11,494	20	8"	

### 9.2.5. Determinación zonas aptas para la construcción de las PTAR (Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales).

- Se determinan las especificaciones a tener en cuenta, en este caso:

Tabla 11. Especificaciones técnicas para la elaboración de la PTAR

Vías	80m
ríos	100m
Quebradas	70m
Pozos de visita	50m
Pendiente	0-10%

- En ArcGIS, extensión ArcMAP, se suben las capas con las cuales se realizaran las especificaciones de la PTAR.

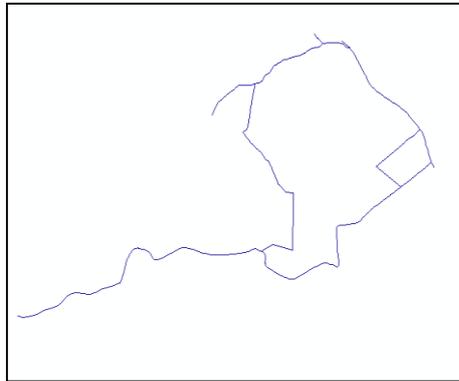


Imagen 23. Shape de vías

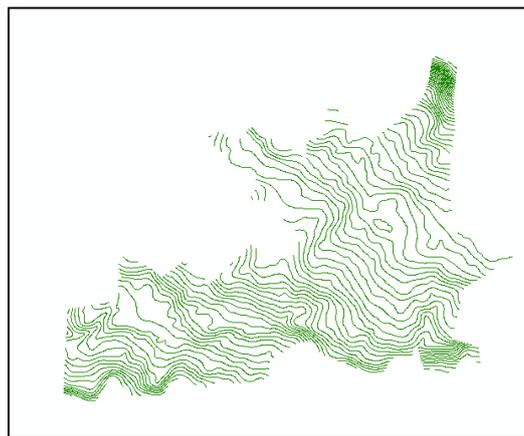


Imagen 24. Shape de curvas de nivel

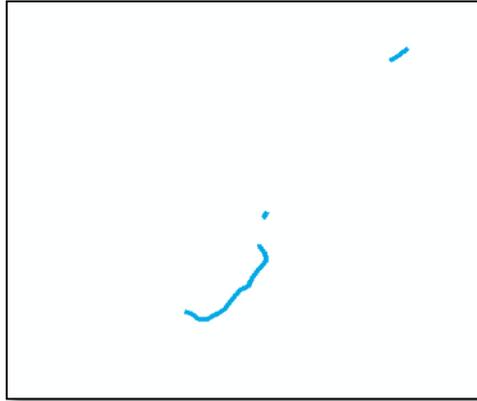


Imagen 25. Shape de quebradas

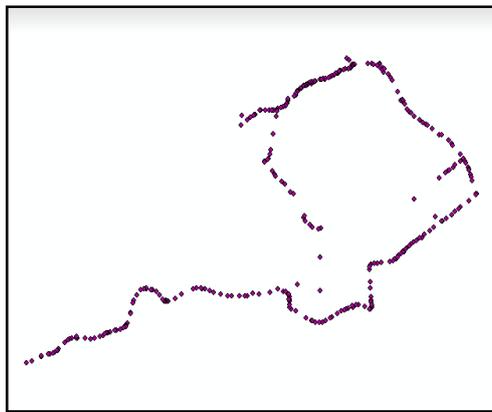


Imagen 26. Shape de pozos de visita

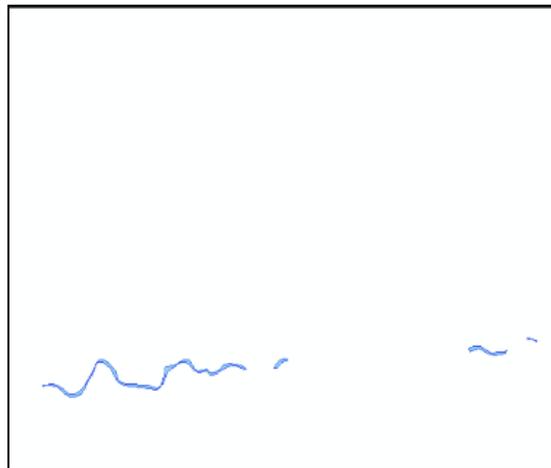


Imagen 27. Shape de ríos

- Se hace un Buffer, o zona de influencia, este campo se adicionan los atributos ya mencionados.

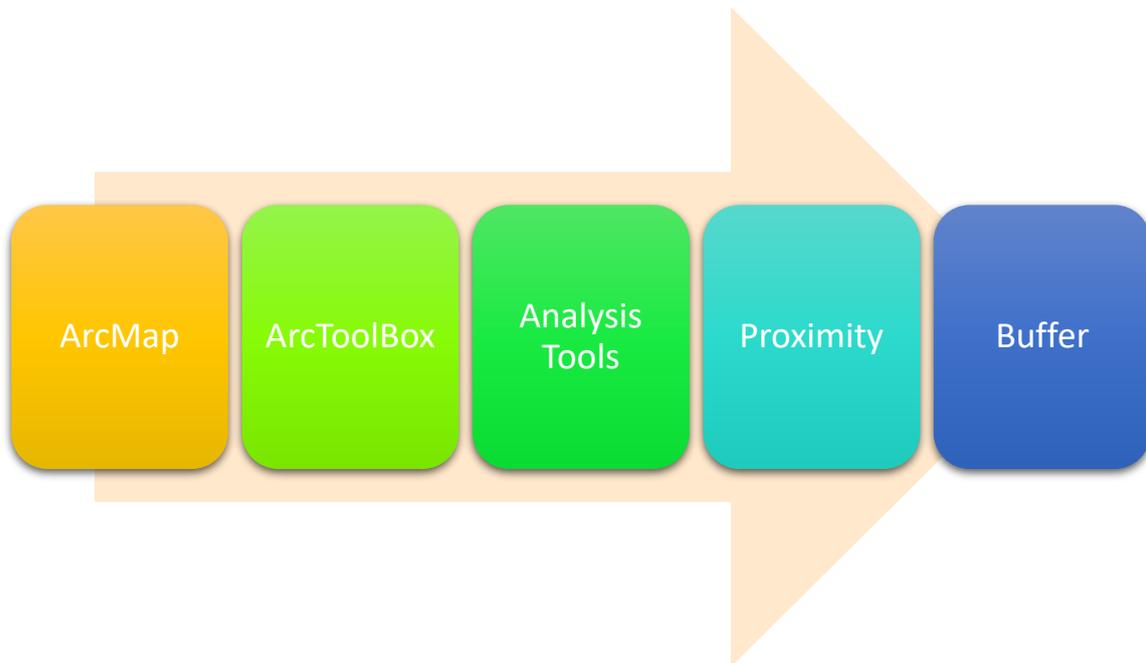


Diagrama 10. Zona de influencia

- Al desplegarse el recuadro se “arrastra” el Shape, y se adiciona la característica a emplear, solo para (vías, ríos, quebradas, pozos de visita) a las curvas de nivel se le hace otro tratamiento.

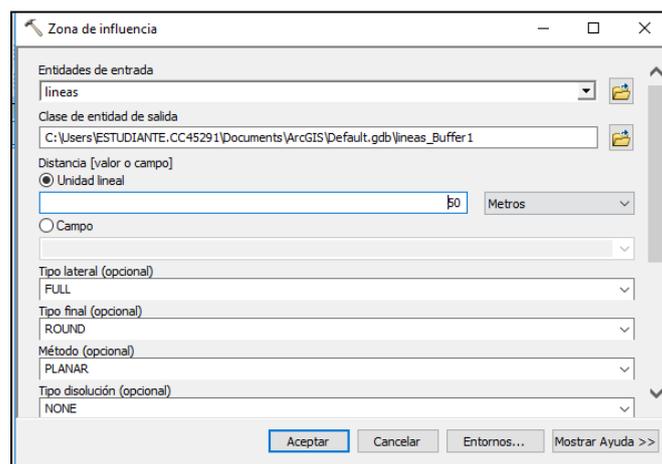


Imagen 28. Ventana zona de influencia

- El resultado de la zona de influencia es:

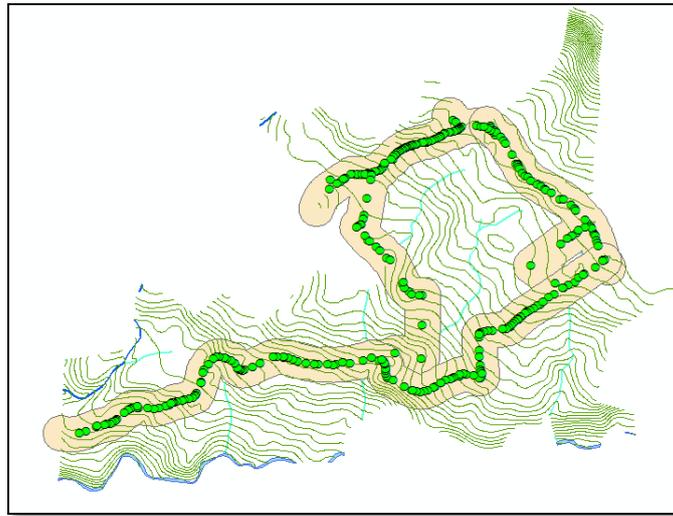


Imagen 29. Resultado de la zona de influencia

- Se disuelve la capa para dejar un solo polígono.

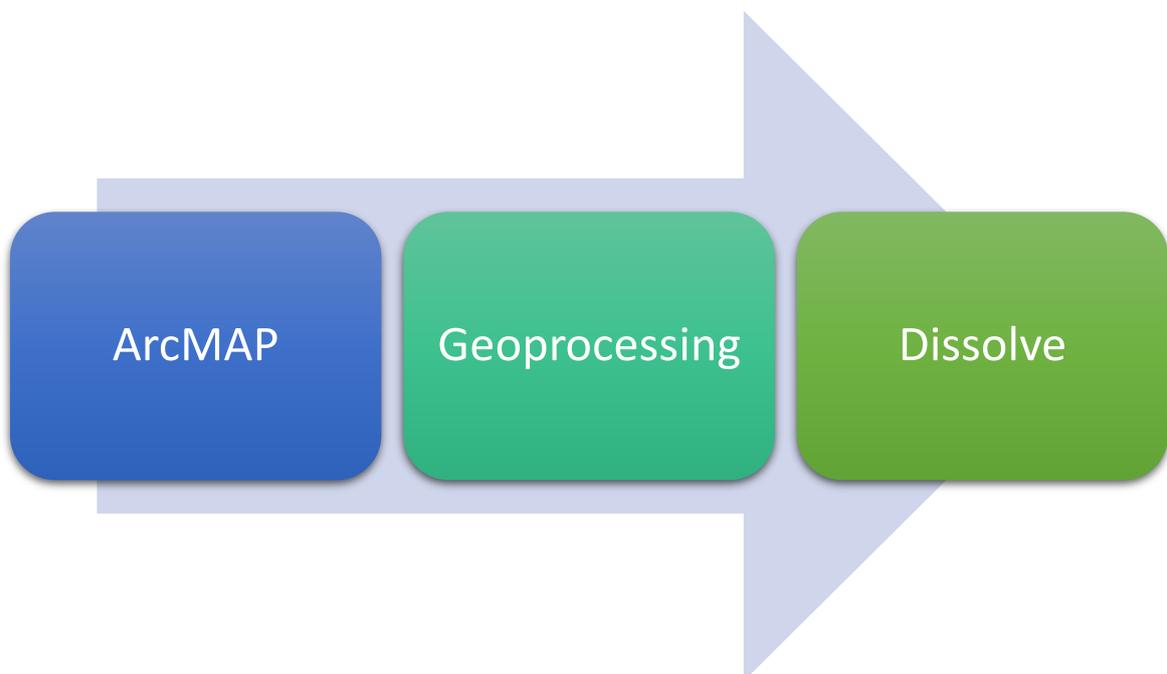


Diagrama 11. Dissolve

- El resultado del Dissolve, es:

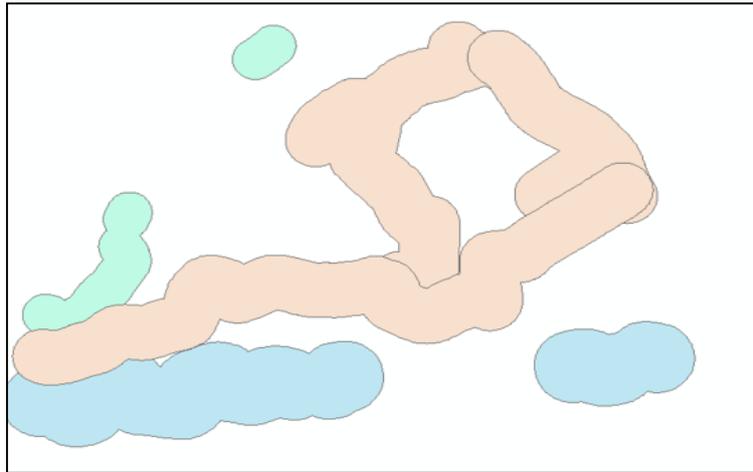


Imagen 30. Resultado Dissolve

- El resultado de los Dissolve se transforma a tipo ráster

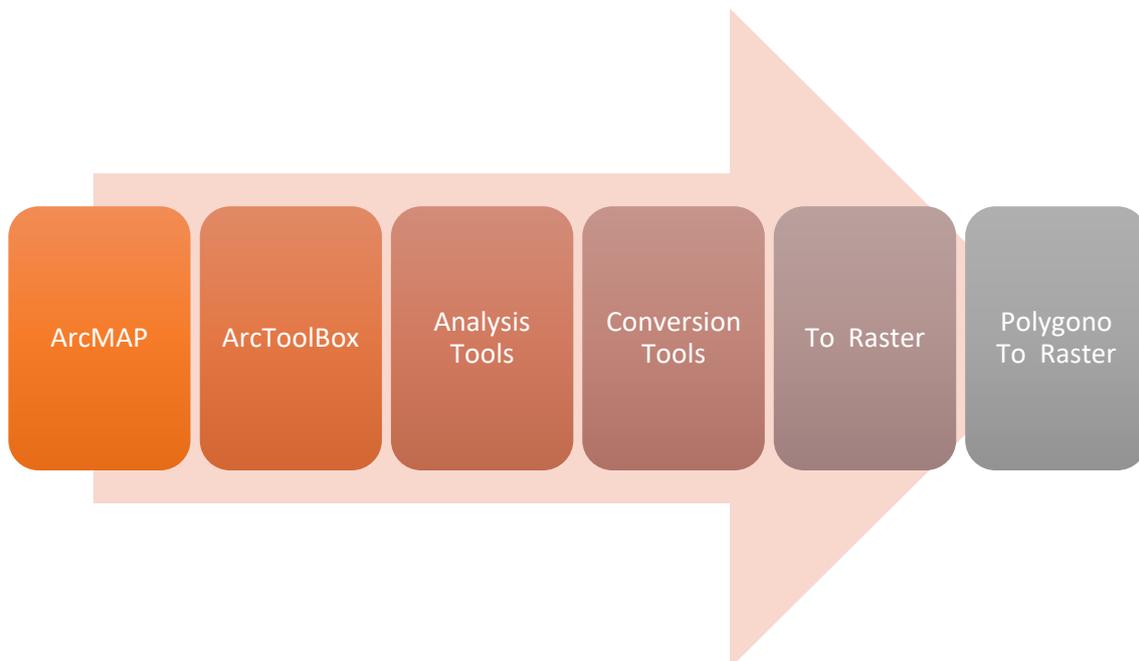


Diagrama 12. Dissolve a ráster

- En la ventana que se despliega se adiciona el Shape en este caso los dissolve, con el fin de convertirlos en raster

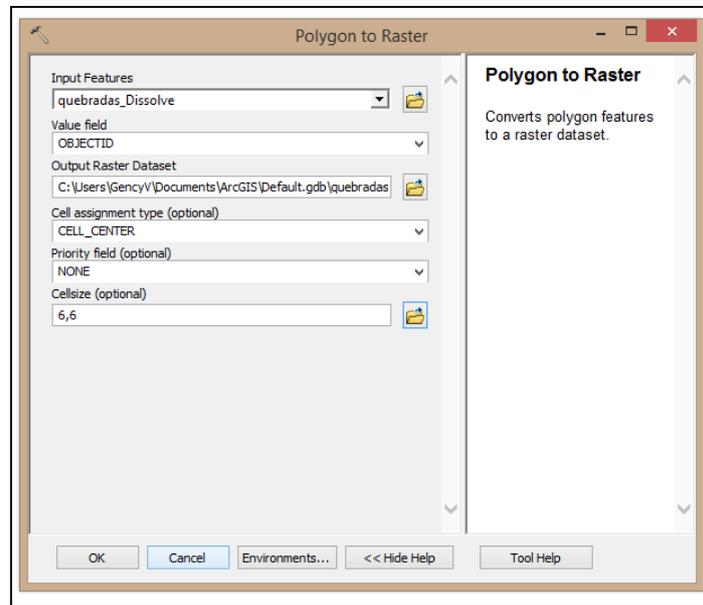


Imagen 31. Dissolve a raster

- El ráster que se obtienes es:

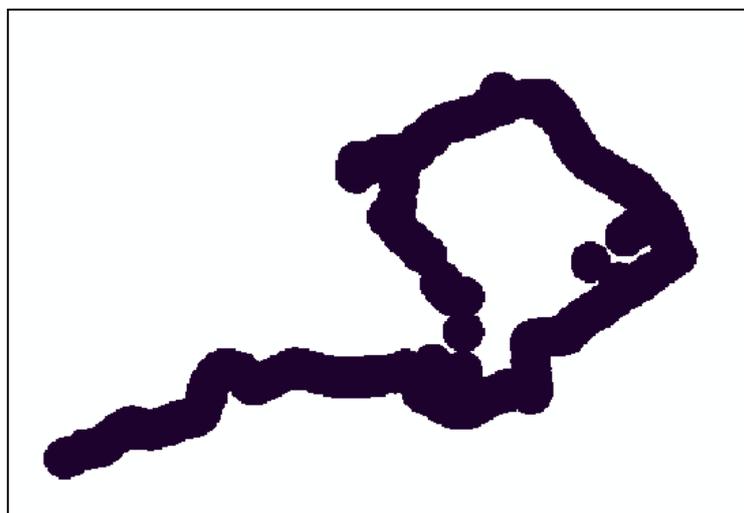


Imagen 32. Resultado de del raster

- El tratamiento para las curvas es, se pasa el Shape a Ráster:

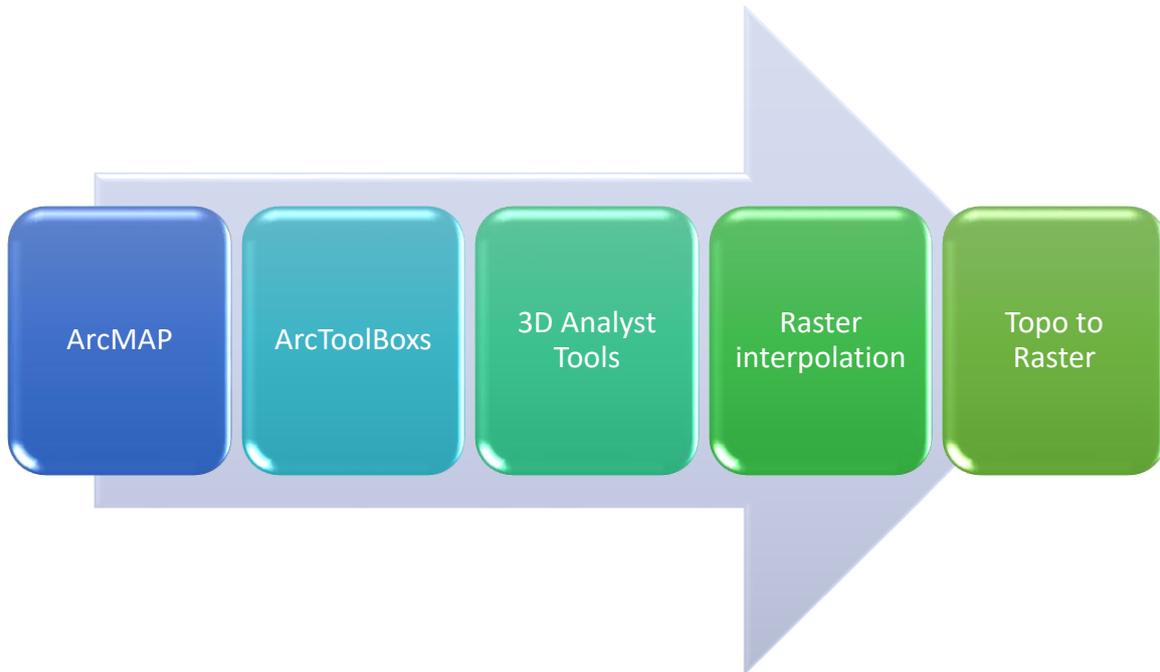


Diagrama 13. Conversión de las curvas de nivel a raster

- En la ventana que se despliega, se traslada el Shape de curvas de nivel.

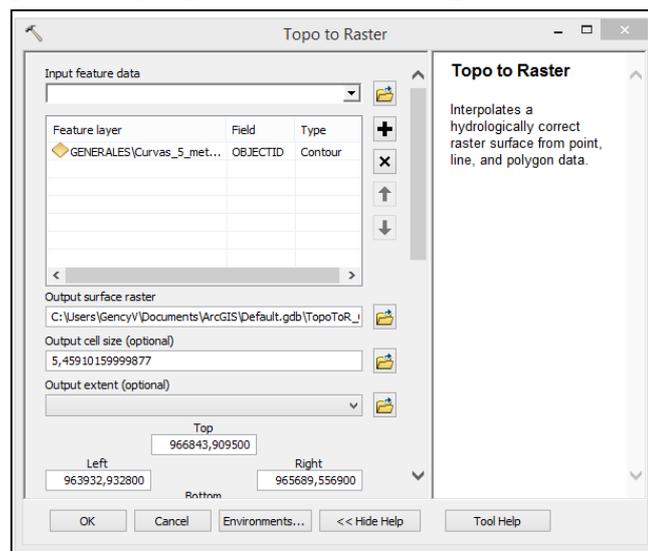


Imagen 33. Topo to raster

- El resultado de la herramienta topo to ráster, ello indica niveles hipsométricos de las alturas

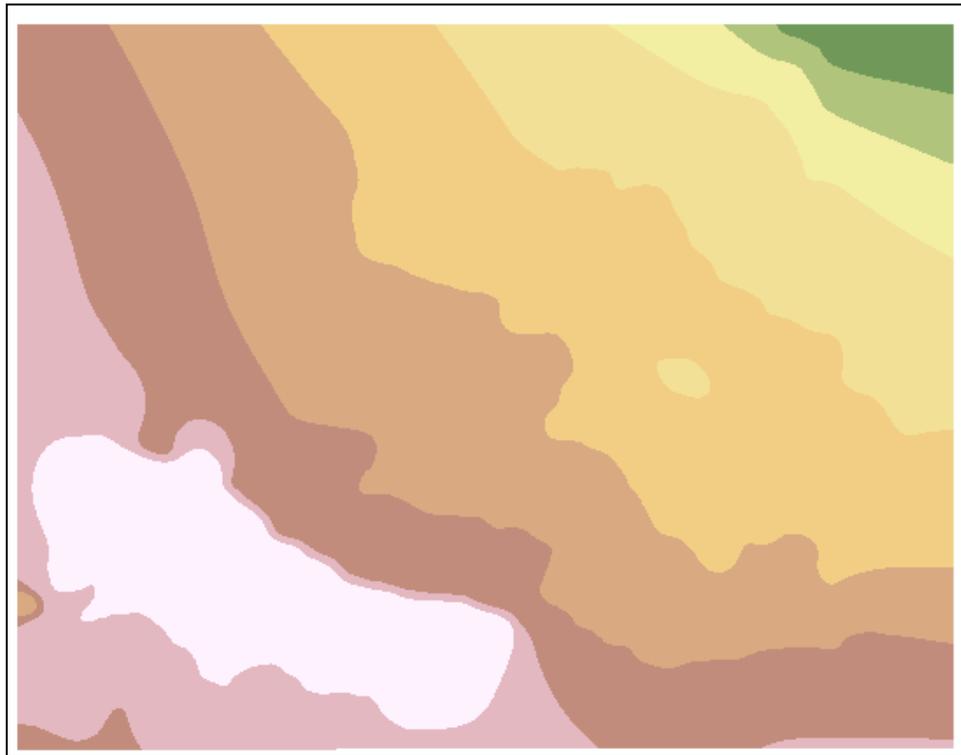


Imagen 34. Resultado topo to ráster

- Se utiliza la herramienta Slope, para determinar las pendientes de las curvas

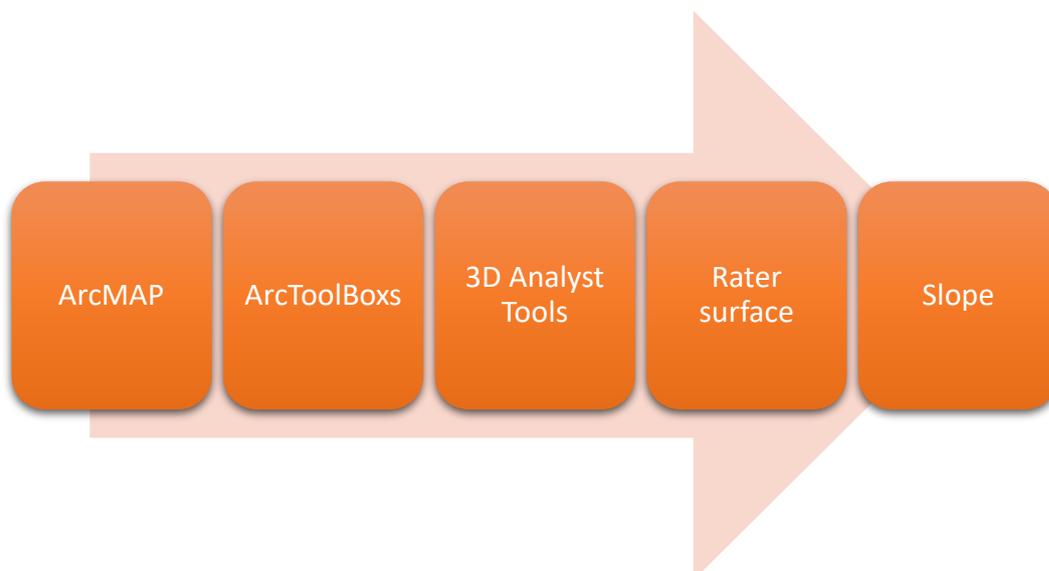


Diagrama 14. Slope

- En la venta que se despliega se traslada el ráster de las curvas de nivel

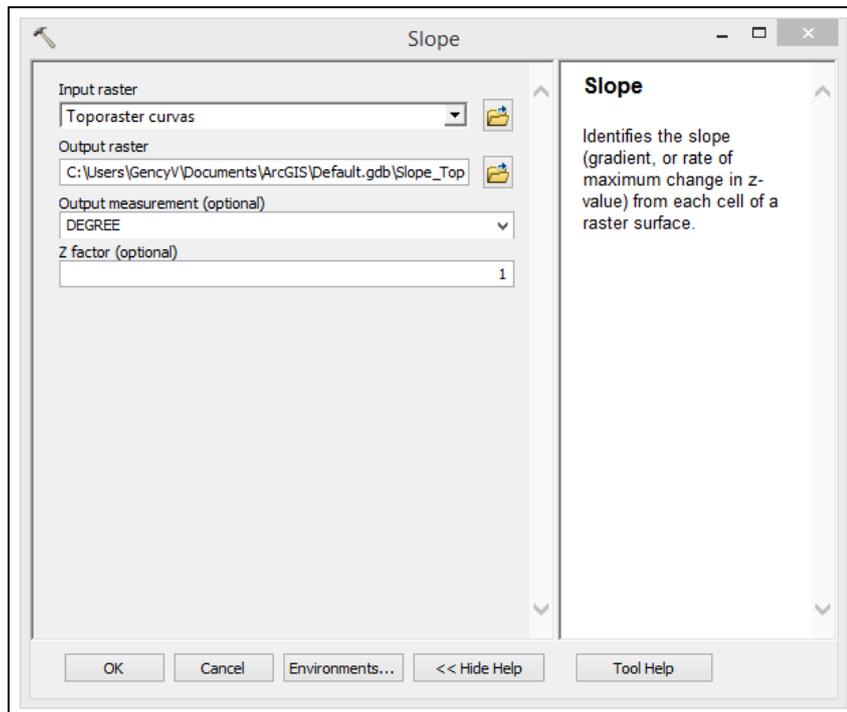


Imagen 35. Slope

- Ahora se realiza el Euclidean, el cual permite determinar una distancia de áreas, que serviría para reclasificar el terreno.

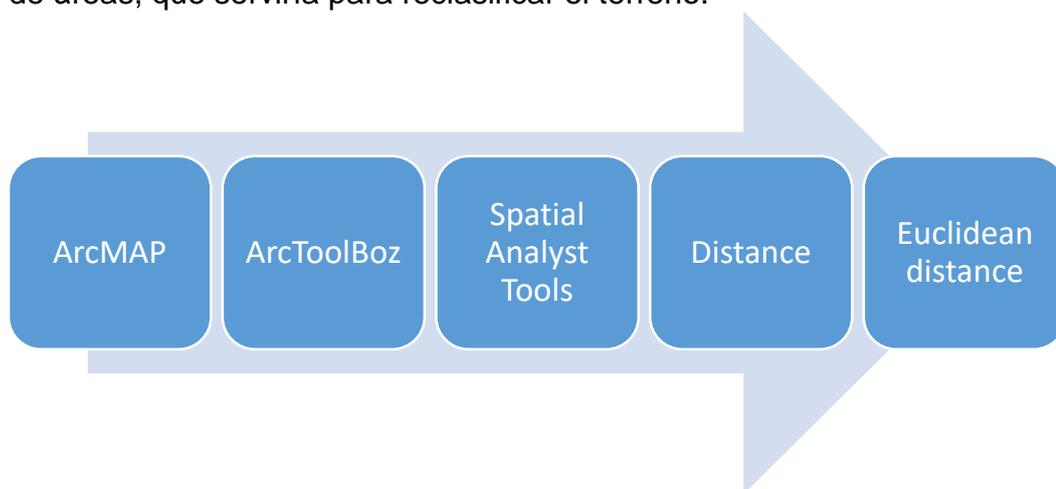


Diagrama 15. Euclidean distance

- En la ventana que se despliega, se “traslada” el ráster.

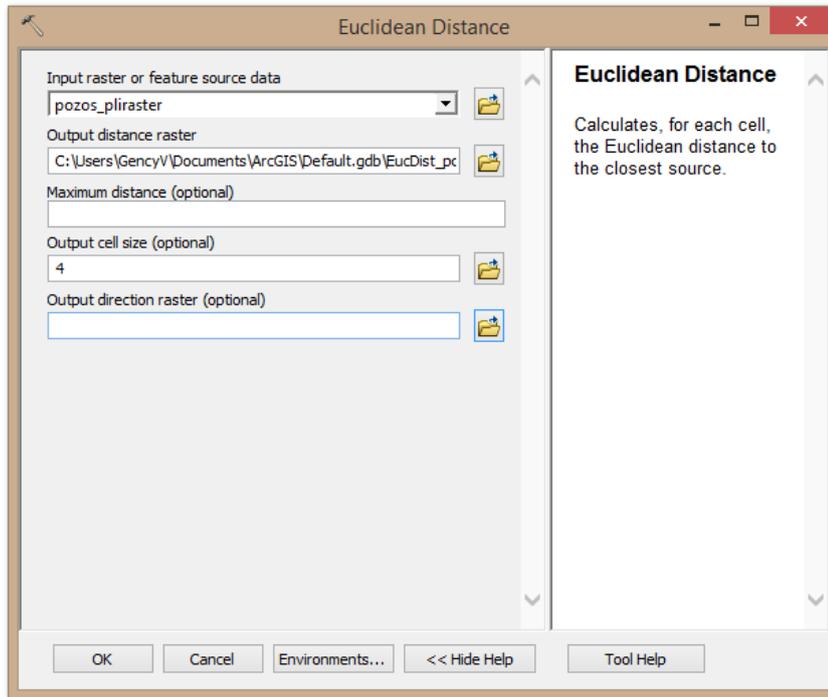


Imagen 36. Euclidean distance

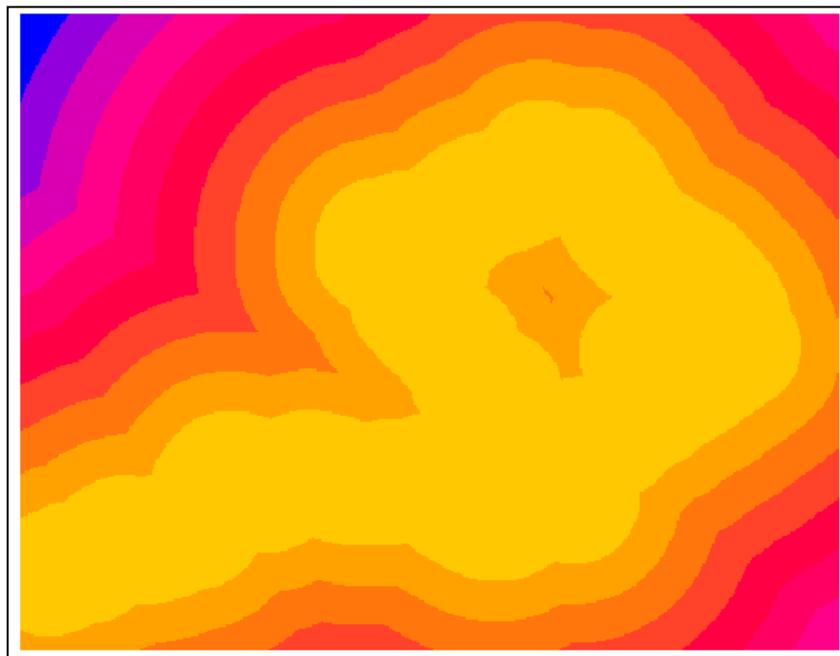


Imagen 37. Resultado Euclidean distance

Luego de obtener la distancia Euclidiana, se hacen las respectivas reclasificaciones en este caso, se asignan dos valores, y se le determina 1 no sirve, 2 sirve, con el fin de ejecutar el álgebra de mapas, un total de 10 al color que cumple todas las condiciones.

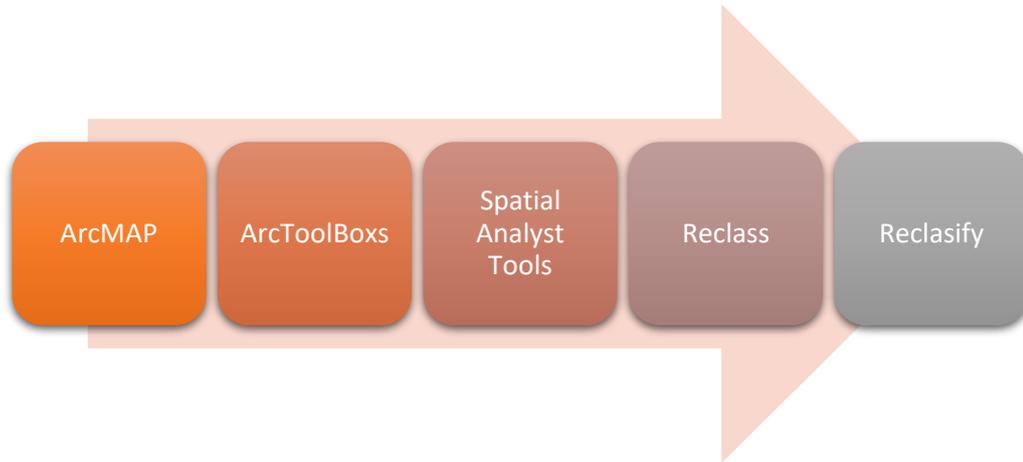


Diagrama 16. Reclasificación

- En la ventana que se despliega se traslada la distancia euclidiana

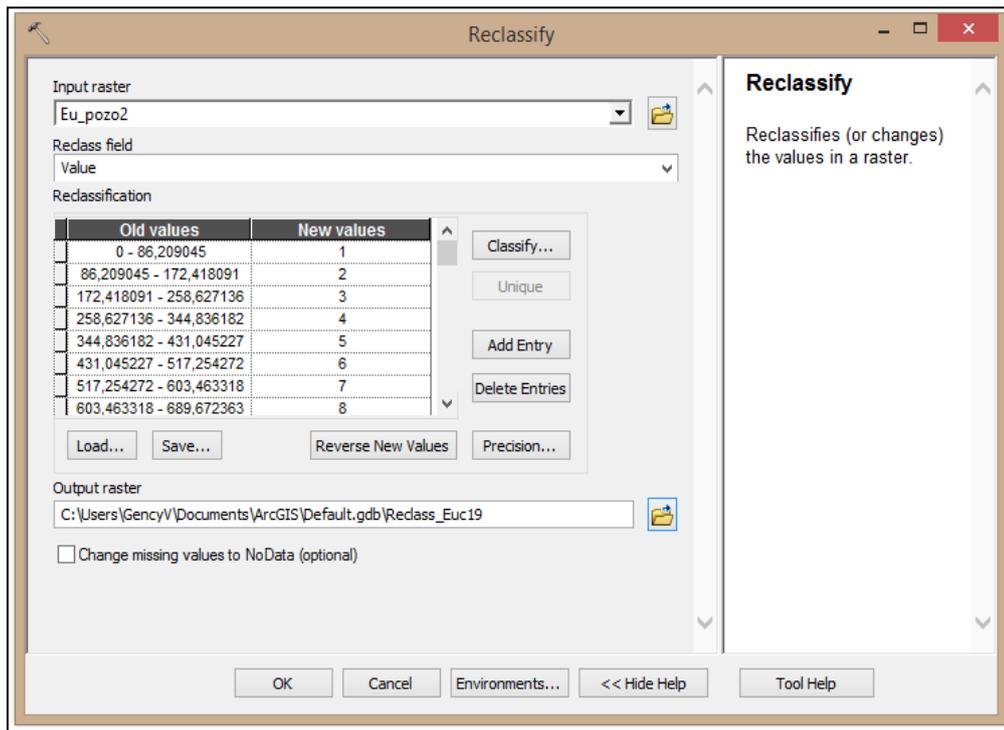


Imagen 38. Ventana de reclasificación

- El resultado que arroja la reclasificación son dos áreas, en este caso 1 no sirve rosado, 2 sirve azul.

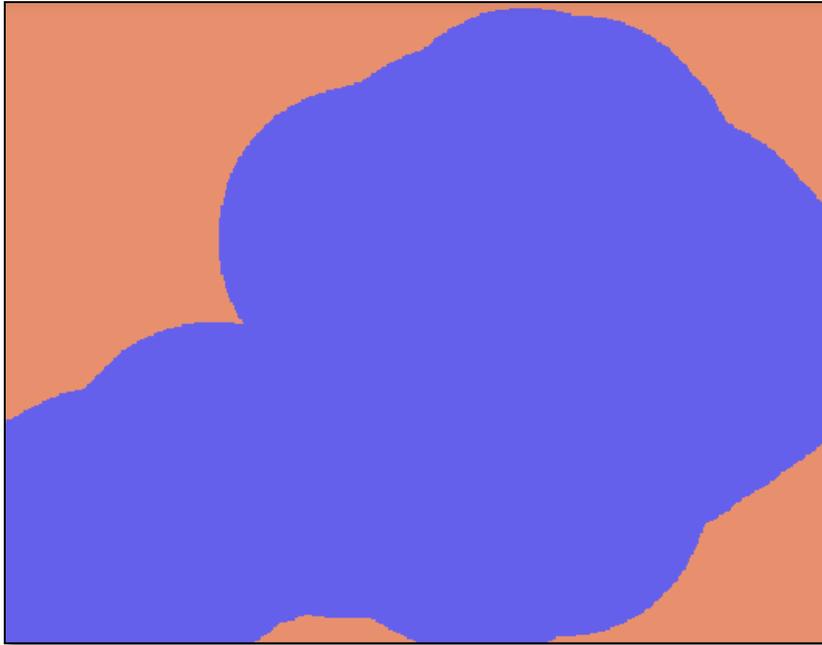


Imagen 39. Resultado reclasificación

- Una vez se obtienen las reclasificaciones se realiza el álgebra de mapas, es decir se suman todas las reclasificaciones tipo ráster

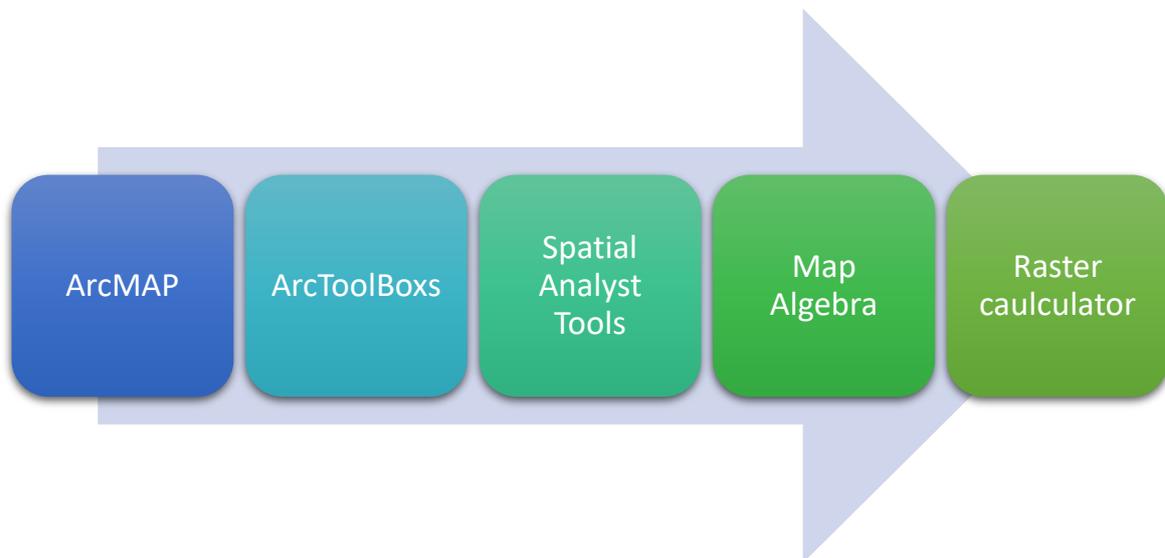


Diagrama 17. Alegraba de mapas

- En la ventana que se despliega, se observa cómo se adicionan los raster

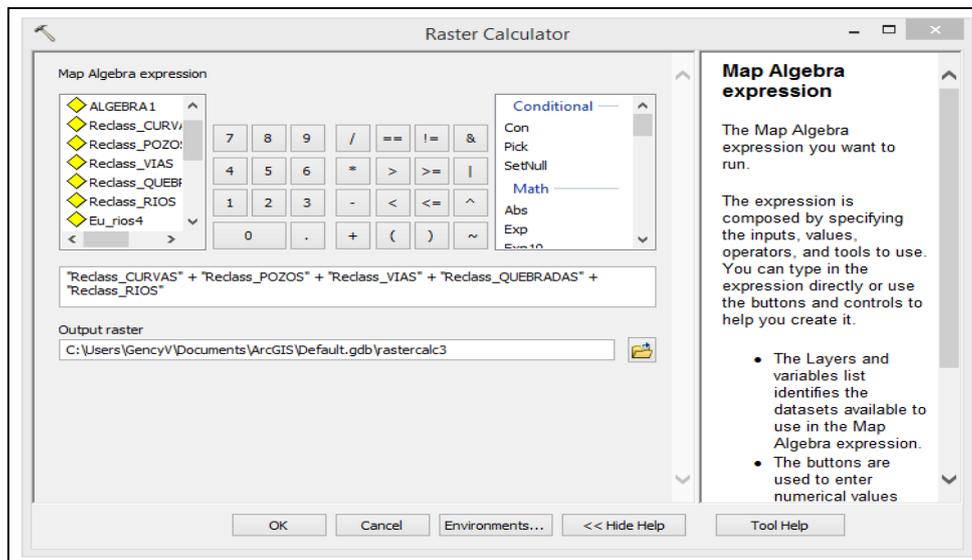


Imagen 40. Calculadora de raster

- El resultado que se obtienen son una gama de colores que como se mencionó anteriormente, cumplen ya sea con 1,2,3,4 o 5 condiciones.

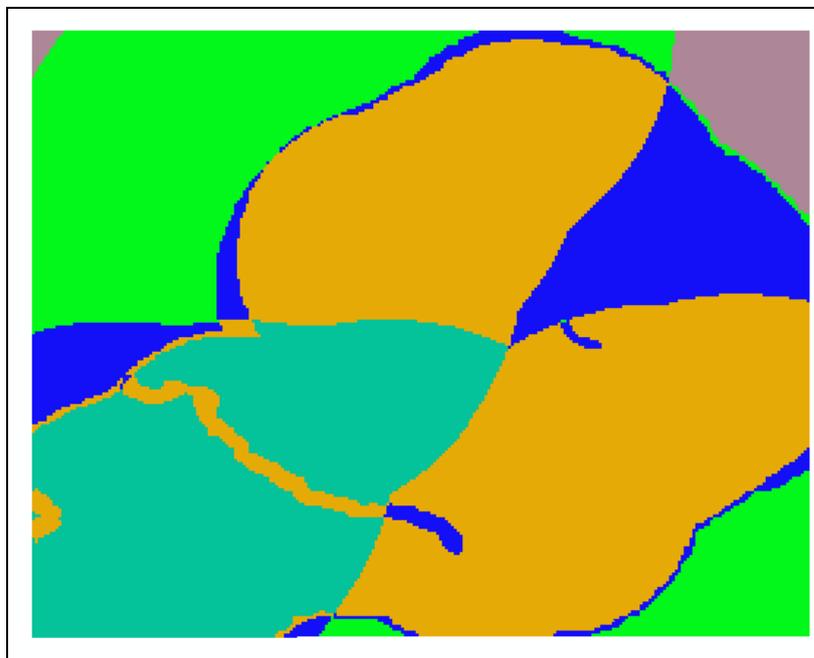


Imagen 41. Resultado algebra de mapas

- Como el resultado que se obtiene es una distancia más amplia de la que se empleó inicialmente en los shapes, debido a la distancia euclidiana aplicada es necesario pasar ese ráster a vector con el fin de recortar las zonas optimas, con el Shape de área total del sector Trinidad.

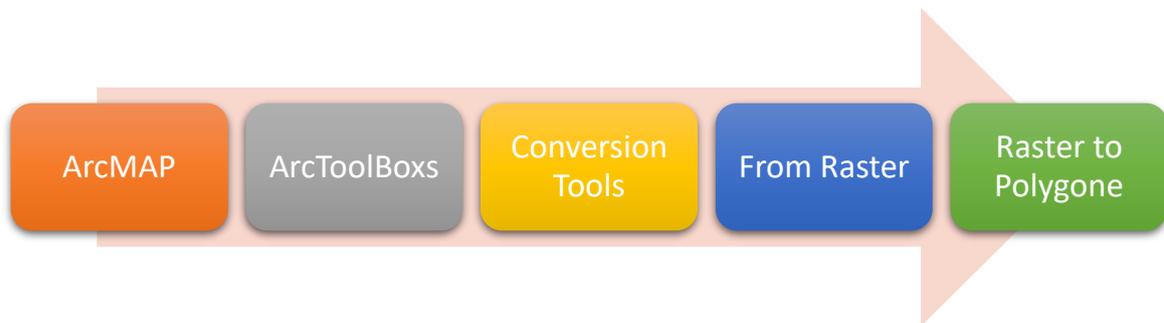


Diagrama 18 De raster a vector

- El resultado que se obtiene es el raster convertido a vector

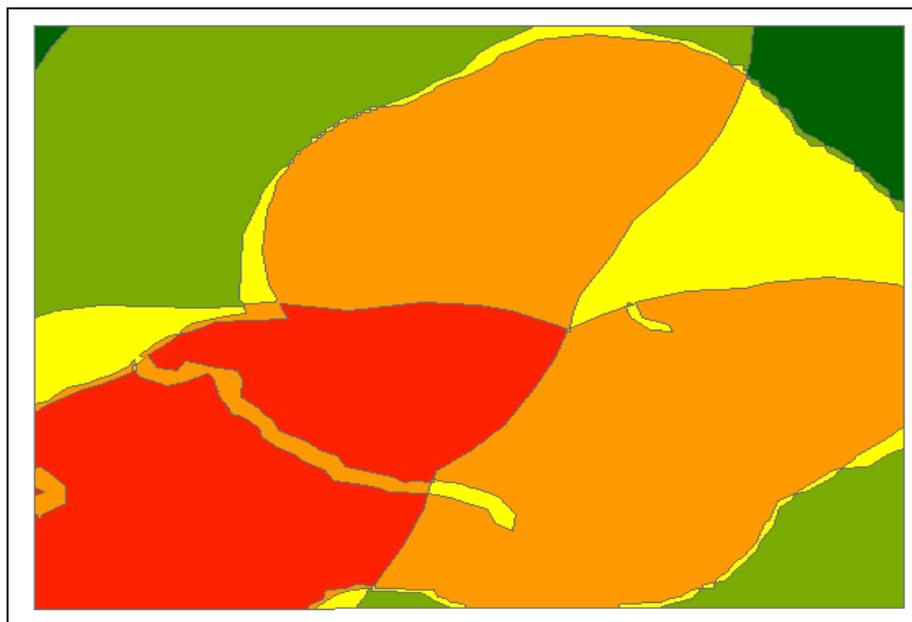


Imagen 42. De raster a vector

- El proceso que se llevó acabo para realizar el recorte, es:

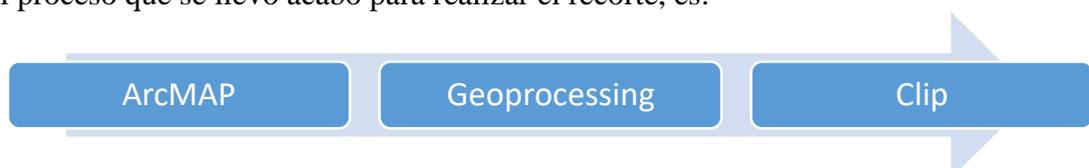


Diagrama 19. Recorte de vectores



## 10. ANÁLISIS Y RESULTADOS

### 10.1. mapa ubicación y descripción de puntos gps, del sector Trinidad



Mapa 9. Ubicación y descripción de puntos GPS, del sector Trinidad

Fuente: Elaboración propia



## PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ

En esta cartografía, se obtiene la ubicación de los wayponits tomados con el GPS navegador, se puede observar la distribución de cada uno de los puntos. Este mapa es el resultado del trabajo de campo ejecutado en el sector. Se realizaron visitas predio a predio con el fin de determinar cómo era el manejo de pozos sépticos, ello quiere decir que se buscaba identificar la ubicación geográfica de cada uno de los puntos, incorporando el atributo correspondiente.

La información suministrada por los habitantes, ayudo a determinar los atributos correspondientes a cada uno de los puntos, como:

- Descripción: Este atributo corresponde a la identificación del objeto de estudio en este caso (casa, baño, pozo séptico, trampa de grasa, marraneras, y pozo séptico de las marraneras)
  - ❖ Casa: Al cargar la información de puntos, se pudo observar que hay predios o fincas que poseen dos casas, ya sea por haber vendido hace poco el predio, herencia, o incluso se encuentra la casa principal y la del mayordomo.
  - ❖ Pozo séptico: Sin duda alguna es fundamental identificar, la ubicación de los pozos sépticos, pues es el factor principal que sustenta esta investigación.
  - ❖ Trampa de grasa: La distribución es esencial puesto que se debe colectar en un tanque diferente al pozo séptico.
  - ❖ Baño: En los sectores rurales, anteriormente al edificar la vivienda, se acostumbraba a construir el baño fuera de esta, por esta razón en la distribución de puntos, hay un atributo que corresponde al baño.
  - ❖ Marraneras: Sin duda alguna el ingreso económico de los habitantes de las veredas, se basa en cultivos o criaderos de animales, en este caso el sector Trinidad, cuenta con la incorporación de marraneras en sus predios, lo cual es importante identificar, debido a que familias carentes de medios formales de trabajo encuentran una manera de subsistir pese a los riesgos sanitarios que pueden identificarse.
  - ❖ Pozos sépticos de las marraneras: los sitios de disposición inadecuados que prestan un servicio en condiciones insalubres y que favorecen, entre otros, el desarrollo de actividades no tecnificadas e informales como es el caso de la crianza de cerdos, son agentes portadores de enfermedades, ya que se alimentan de residuos sólidos, algunas de las enfermedades son: Teniasis, toxoplasmosis y triquinosis, de acuerdo con lo anterior es fundamental la identificación de los pozos sépticos de las marraneras. (Riesgos a la salud por la crianza de cerdos) CEPIS Centro Panamericano De Ingeniería Sanitaria Y Ciencias Del Ambiente



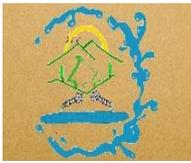
PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ

Tabla 12. Enfermedades de los porcinos, fuente CEPIS

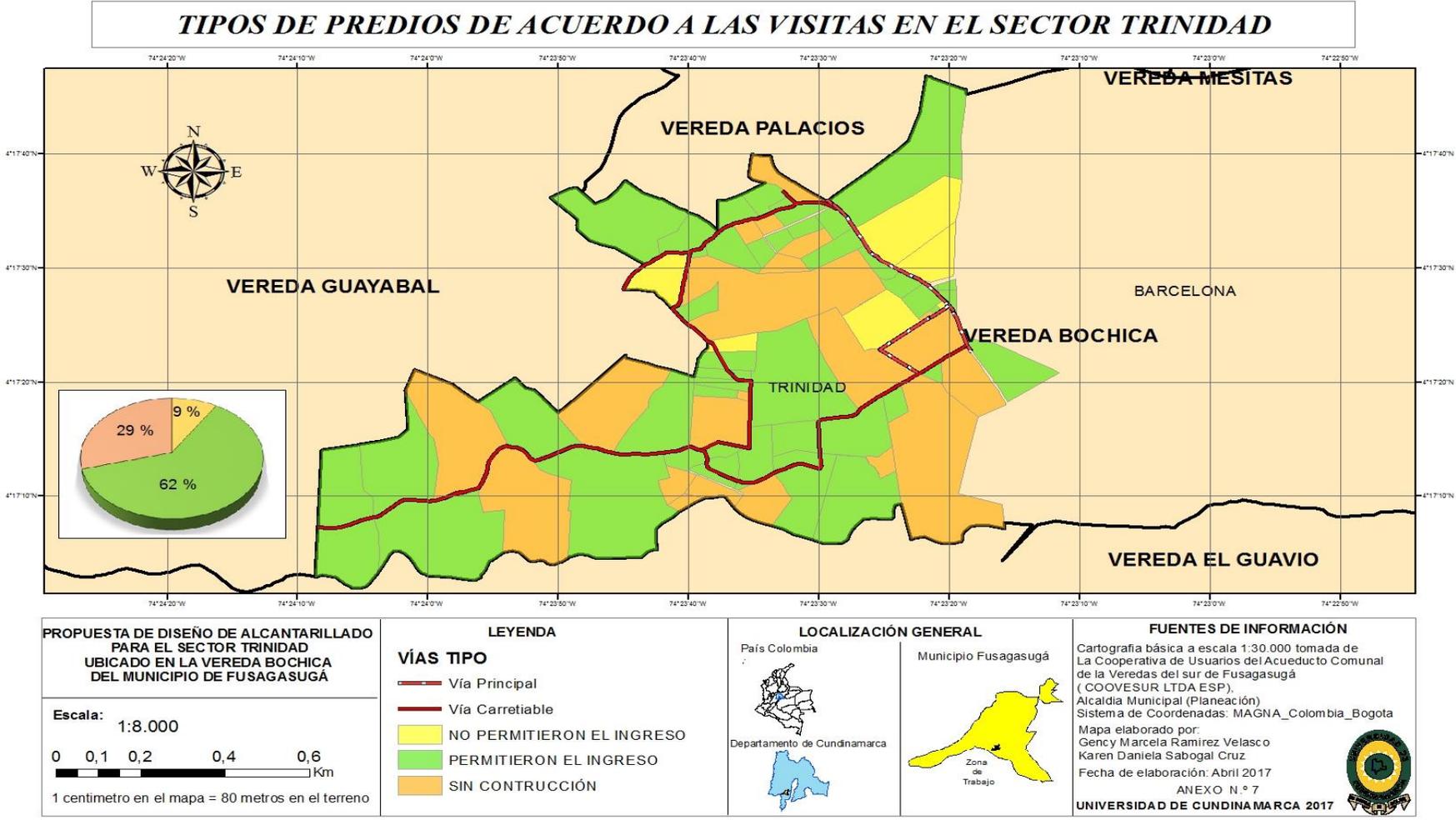
ENFERMEDAD	DESCRIPCIÓN
Teniasis	La teniasis es una <u>enfermedad parasitaria</u> intestinal
Toxoplasmosis	La toxoplasmosis es una <u>enfermedad</u> parasitaria
Triquinosis	La triquinosis es una <u>enfermedad</u> <u>parasitaria</u>

Fuente: Elaboración propia

- Coordinadas: Norte y este
- Altura: Elevación sobre el nivel del mar del punto
- Nombre de la finca
- Foto: fotografía correspondiente al punto



10.2. Mapa tipos de predios de acuerdo a las visitas en el sector Trinidad



Mapa 10. Características de predios de acuerdo a las visitas en el sector Trinidad

Fuente: Elaboración propia

En este mapa se puede observar algunos de los sucesos ocurridos en campo, es decir que por medio de esta cartografía se pretende describir, acontecimientos importantes, denominados tipos de predios de acuerdo a las visitas en el sector Trinidad:

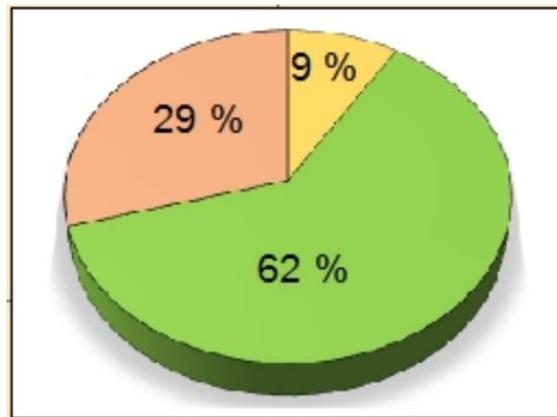
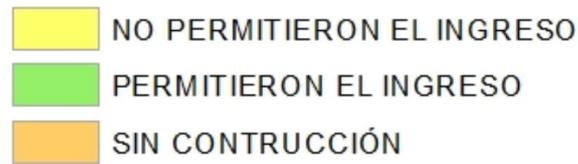


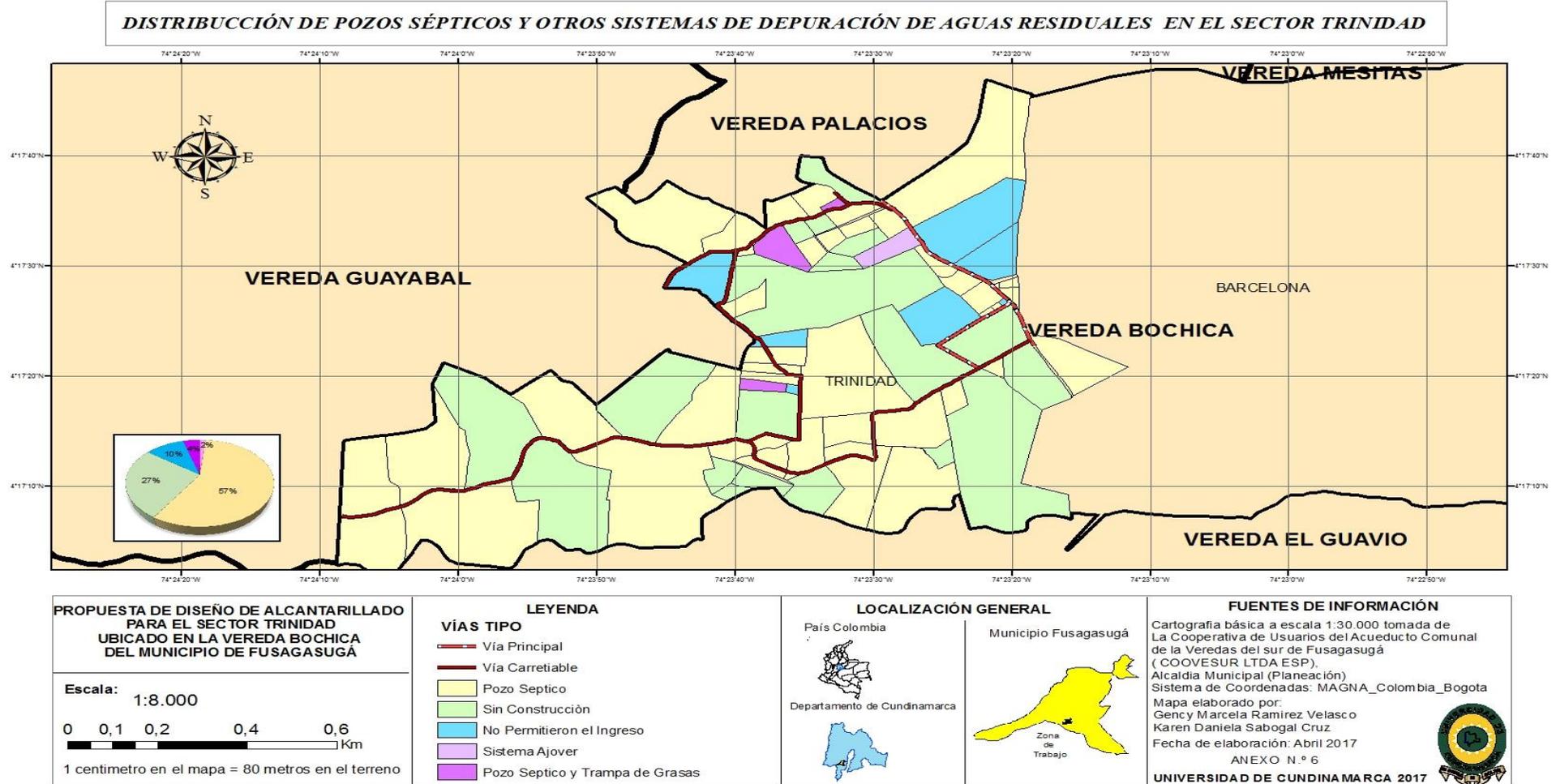
Diagrama 20. Características de predios de acuerdo a las visitas en el sector Trinidad

Fuente: Elaboración propia

- **NO PERMITIERON EL INGRESO:** En este caso el 9% de los predios visitados, no permitieron el ingreso por: desconfianza, problemas con la CAR, y en algunos casos las viviendas no estaban habitadas.
- **PERMITIERON EL INGRESO:** Corresponde al 62% de la población visitada, la cual permitió el ingreso a cada uno de los predios para realizar la respectiva recolección de información.
- **SIN CONSTRUCCIÓN:** Corresponde al 29% de los predios, los cuales no tienen edificaciones.



### 10.3. Mapa distribución de pozos sépticos y otros sistemas de depuración de aguas residuales en el sector trinidad



Mapa 11. Distribución de pozos sépticos y otros sistemas de depuración de aguas residuales en el sector Trinidad

Fuente: Elaboración propia

Según las visitas realizadas en el sector y como se logra observar en los diferentes niveles hipsométricos, se puede analizar que, el sector tiene distribución de pozos sépticos, trampa de grasas, y otros sistemas de la siguiente forma, donde el 100% equivale a 68, que es el total de los predios

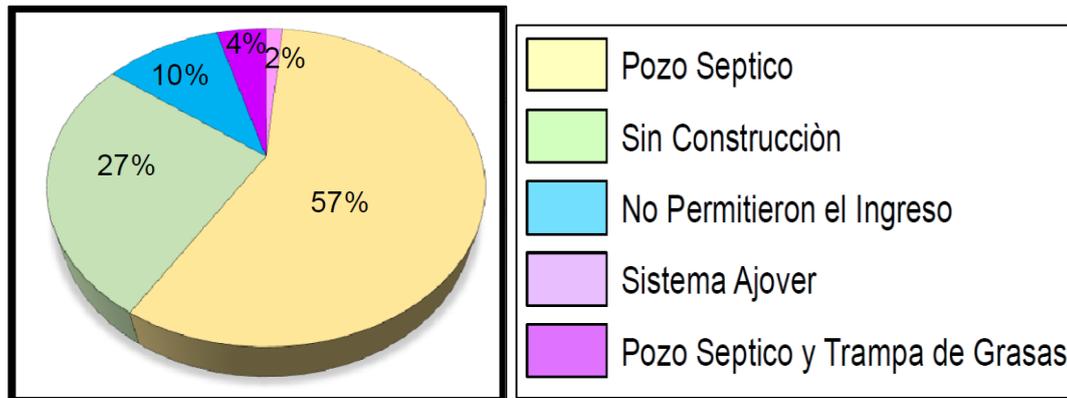
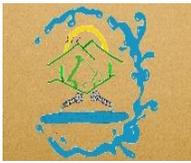


Diagrama 21. Distribución de pozos sépticos y otros sistemas de depuración de aguas residuales en el sector

Fuente: Elaboración propia

- **POZO SÉPTICO:** Como se observa en el diagrama, el 57% de los predios hace disposición a pozos sépticos, es decir que no emplea trampa de grasas para la recolección de las aguas correspondientes a duchas, lavamanos, y lavaplatos, toda la recolección va directo a un solo tanque.
- **SIN CONSTRUCCIÓN:** El 27 % de los predios no tiene construcción por tanto aún no hay información de disposición de aguas residuales.
- **NO PERMITIERON EL INGRESO:** Corresponde al 10% de los predios, el cual fue imposible recaudar la correspondiente información.
- **SISTEMA AJOVERT:** Tan solo el 2% de la población hace una correcta disposición de aguas servidas, este sistema se confirma por una serie de tanques, donde se le hace respectivo tratamiento, con el fin de evacuar el agua para riego de los jardines del mismo predio.



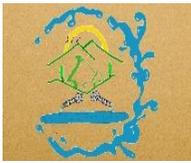
### 10.4. Visor web

Disponible en: [arcg.is/15uLPL](https://arcg.is/15uLPL)

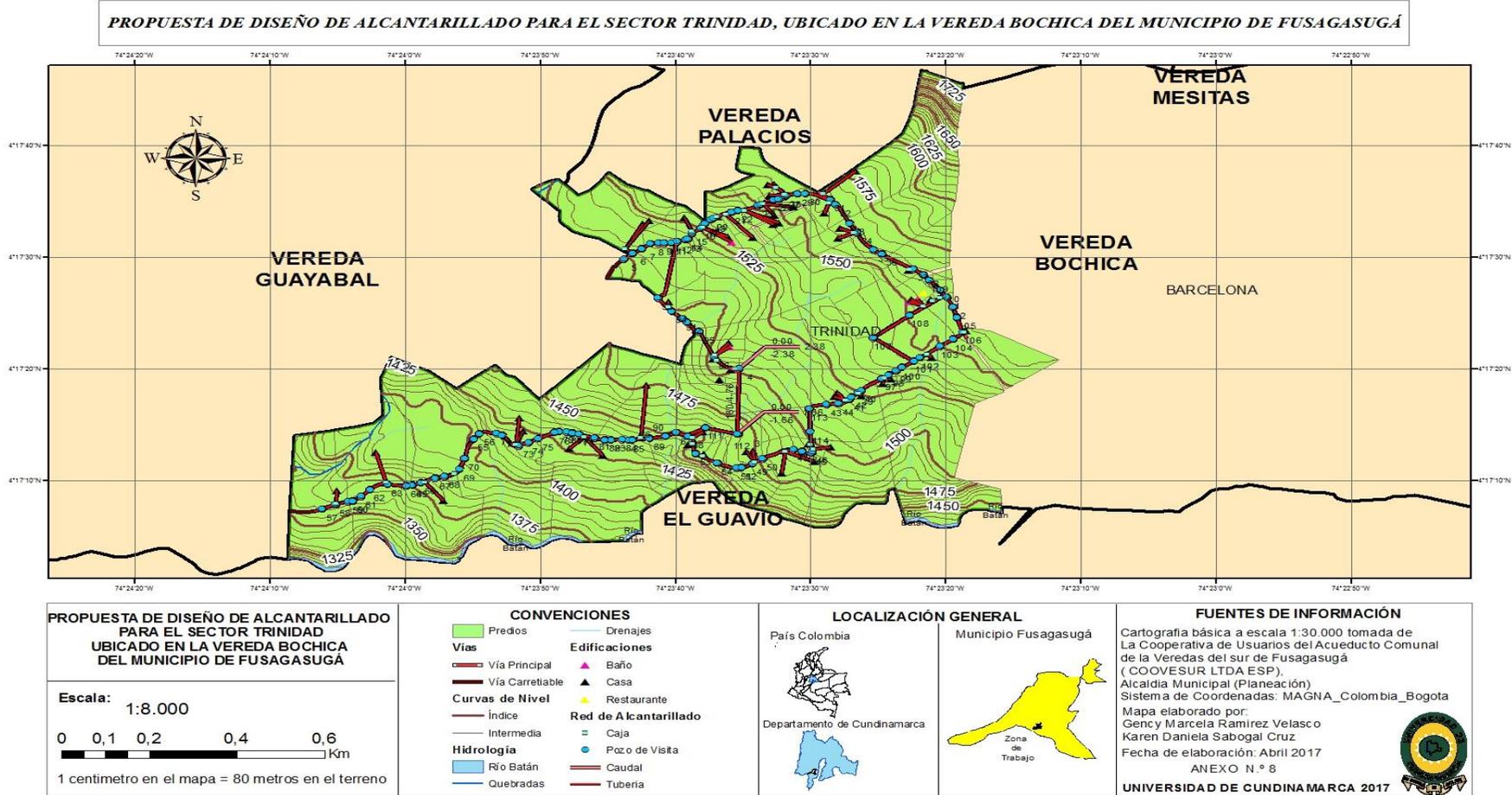


Mapa 12. Visor web

Fuente: Elaboración propia



10.5. Propuesta de diseño de alcantarillado para el sector trinidad, ubicado en la vereda Bochica del municipio de Fusagasugá



Mapa 13. Propuesta de diseño de alcantarillado para el sector Trinidad, ubicado en la vereda Bochica del municipio de Fusagasugá

Fuente: Elaboración propia



## PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ

El análisis de este mapa se basa en todos los datos recopilados y arrojados, según el tratamiento realizado, para obtener la propuesta de diseño de alcantarillado en el sector Trinidad, ubicado en la vereda Bochica del municipio de Fusagasugá.

Este mapa permite visualizar la red de alcantarillado planteada, los tipos de vía, la hidrología, edificaciones y curvas de nivel a 5m acotadas cada 25 m.

La finalidad de esta propuesta, es lograr una correcta disposición de aguas servidas, en el sector, puesto que es oportuno tener en cuenta todas aquellas enfermedades que se pueden presentar en el futuro, a raíz del uso inadecuado de pozos sépticos.

En la cartografía de la propuesta del diseño de alcantarillado se agregan los pozos de visita, colectores y tuberías, según las especificaciones técnicas del (RAS, 2000)

Los resultados arrojados, según los cálculos estimados a través del caudal de consumo, ecuación 1 son:

Población del sector: 875 habitantes (SISBEN)

Densidad poblacional: 0.13 Habitantes/metro

Dotación (Caudal) = 27521 litros/Habitante/Día

$Q_{min}$  (Caudal mínimo) = 111.49 litros por segundo

$Q_{med}$  (Caudal medio) = 222.97 litros por segundo

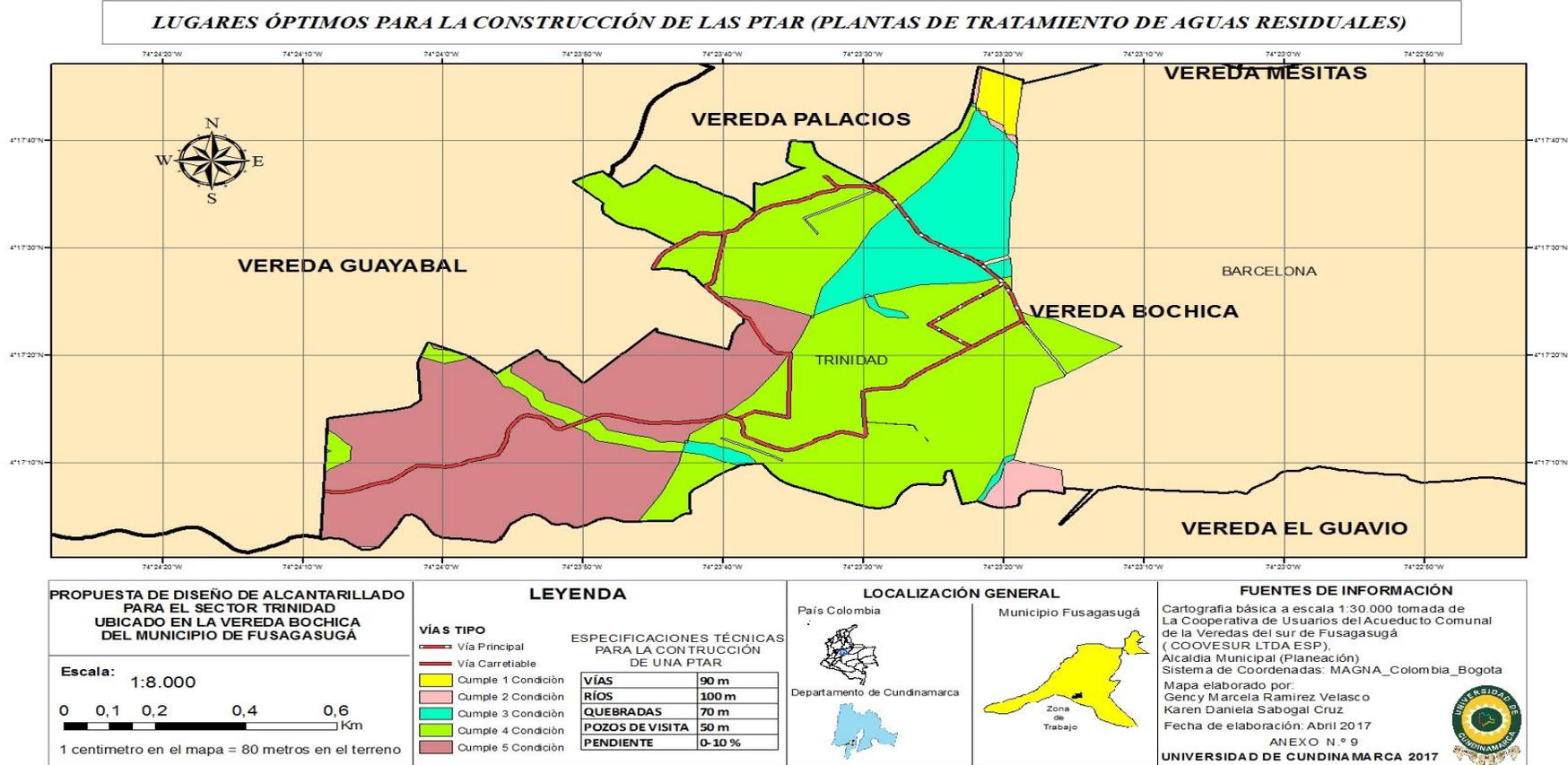
Longitud total de la red = 6506.78m

Tuberías para los tramos: 8 pulgadas (casa-colector), 12 pulgadas (colector- red principal) y 15 pulgadas (tubería principal).

Al implementar la red de alcantarillado conducida a la PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales), se lograría una disposición correcta a los diferentes causes, en este caso el río Batán.



### 10.6. Mapa lugares óptimos para la construcción de las PTAR (plantas de tratamiento de aguas residuales)



Mapa 14. Zonas óptimas para la construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

Fuente: Elaboración propia



**PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ**

En este mapa se determinan las zonas adecuadas para la construcción de dos PTAR (Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales), puesto que el sector posee contrapendiente, haciendo imposible que estas aguas evacuen a una solo PTAR, por tanto.

Gracias a la herramienta del algebra de mapas del ArcGIS extensión ArcMAP, se logró determinar qué zonas son idóneas para la construcción de las PTAR, ya que se le atribuyeron características, en este caso especificaciones técnicas, para su elaboración, dependiendo las características del terreno, vías, ríos, quebradas, y la propuesta de la red de alcantarillado, de la siguiente forma:

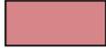
Tabla 13. Especificaciones técnicas para la elaboración de la PTAR

Vías	80m
ríos	100m
Quebradas	70m
Pozos de visita	50m
Pendiente	0-10%

Como se observa en el mapa, se atribuyen 5 colores, que corresponden a las 5 características de las especificaciones:

Tonalidad amarilla: solo cumple 1 condición, es decir que existen áreas en la plancha donde solo hay una característica ya sea de (vías, ríos, quebradas, pozos de visita y pendiente).

Tonalidad rosada clara: solo cumple dos condiciones para este caso, se da que hay áreas de la plancha donde solo hay 2 características ya sea: (vías-ríos), (vías-quebradas), (vías-pozos de visita), (ríos-quebradas), (ríos-pozos de visita), (quebradas-pozos de visita), (quebradas-pendientes) y (pozos de visita-pendiente).

	Cumple 1 Condición
	Cumple 2 Condición
	Cumple 3 Condición
	Cumple 4 Condición
	Cumple 5 Condición

Tonalidad azul aguamarina: solo cumple 3 condiciones para este caso, se da que hay áreas de la plancha donde solo hay 3 características ya sea: (vías-ríos-quebradas), (vías-ríos-pozos de visita), (vías-ríos-pendiente) (ríos-quebradas-pozos de visita), (ríos-quebradas-pendiente) y (quebradas-pozos de visita-pendiente).

Tonalidad verde limón: solo cumple 4 condiciones para este caso, se da que hay áreas de la plancha donde solo hay 4 características ya sea: (vías-ríos-quebradas- pozos de visita), (vías-ríos-quebradas-pendientes), (vías-quebradas-pozos de visita, pendientes), (ríos-quebradas-pozos de visita-pendiente) y (vías, ríos, pozos de visita-pendientes).

Tonalidad rosada oscura: cumple todas las condiciones especificadas, es decir que las PTAR, se pueden construir en las zonas donde se observa el respectivo color.

Es así como esta propuesta de diseño de alcantarillado cumpliría con los requerimientos adecuados, para hacer una correcta disposición de aguas servidas, a los diferentes causes, en este caso el rio Batán.



## 11. CONCLUSIONES

Este proyecto incluye diversos núcleos temáticos vistos en clase, y desarrollados en esta investigación, es decir que se abordaron y se integraron módulos fundamentales para la evolución como profesionales en este caso tecnológico en cartografía, el cual atribuye diversas técnicas, que logran cumplir las metas propuestas.

La producción cartográfica resultante, generada con los datos recolectados e información adquirida dio cumplimiento a los objetivos, esta se generó mediante software académico ArcGIS y AutoCAD, lo cual proporcionó las salidas gráficas.

El resultado de la de ubicación de casas, baños, pozos sépticos, trampas de grasa, marraneras y pozos sépticos de las marraneras, arrojados a partir del trabajo de campo dan a concluir que en el sector Trinidad no hay un uso adecuado de pozos sépticos, ya sea por falta de interés o escasez de información acerca de la contaminación que se puede generar. En cada una de las visitas realizadas se pudo percibir, el desconocimiento de trampas de grasas, además se encontró pozos rebosados, y a su vez se apreció que en algunos casos los habitantes sabían acerca del uso incorrecto de la disposición final de aguas residuales, al no permitir el ingreso.

La cartografía tiene grandes aplicaciones, en diversas ciencias, es por eso que este proyecto interactuó con otras herramientas que permitan visualizar el espacio geográfico de forma virtual, por medio del visor creado en ArcGIS online.

La elaboración de la propuesta de diseño de alcantarillado, se rige a partir de lo estipulado en el (RAS, 2000), con el fin de seguir la normatividad vigente, pretende generar alternativas contra la contaminación del medio ambiente al hacer una disposición correcta de aguas residuales a los diferentes cauces, pues es importante tener en cuenta que los pozos sépticos deben considerarse temporales debido a que con el transcurrir del tiempo el uso del suelo tiende a ser urbano, además sumado a esto como se encuentran construidos actualmente los pozos sépticos en el sector generan contaminación en las aguas subterráneas.

La generación de las zonas óptimas para la construcción de las PTAR (Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales), son consideradas para este proyecto la culminación de los objetivos propuestos, pues a través del estudio de pozos sépticos en el sector se logró sustentar él porque es fundamental la instauración de redes de alcantarillado en los sectores rurales, conducidas a una PTAR, al hacer una correcta disposición a los cauces, pues no solo los cascos urbanos generan contaminación sino que además las veredas también producen contaminación que atentan contra el buen vivir y las costumbres de una población. Además, es oportuno mencionar que las empresas que suministran el agua potable, deberían garantizar una correcta disposición de estas aguas, y entender que el agua no es un bien económico, sino que por el contrario es un recurso fundamental para el sostenimiento de los seres vivos, que habitan este planeta.

Por ultimo este proyecto pretende dejar un mensaje de concientización para todos aquellos que lean este proyecto.

<<Los seres humanos aprovechan todos los recursos naturales que este planeta brinda, por tanto, deben ser comprometidos con el ecosistema, protegiendo y cuidando todo aquello que este nos ofrece. Cuidar el medio ambiente ayuda que las futuras generaciones, conozcan este mundo el cual posee grandes maravillas naturales, ¡Ellos también tienen derecho!, preserva el agua.>> Ramírez Gency, Sabogal Karen 2017.



## 12. BIBLIOGRAFÍA

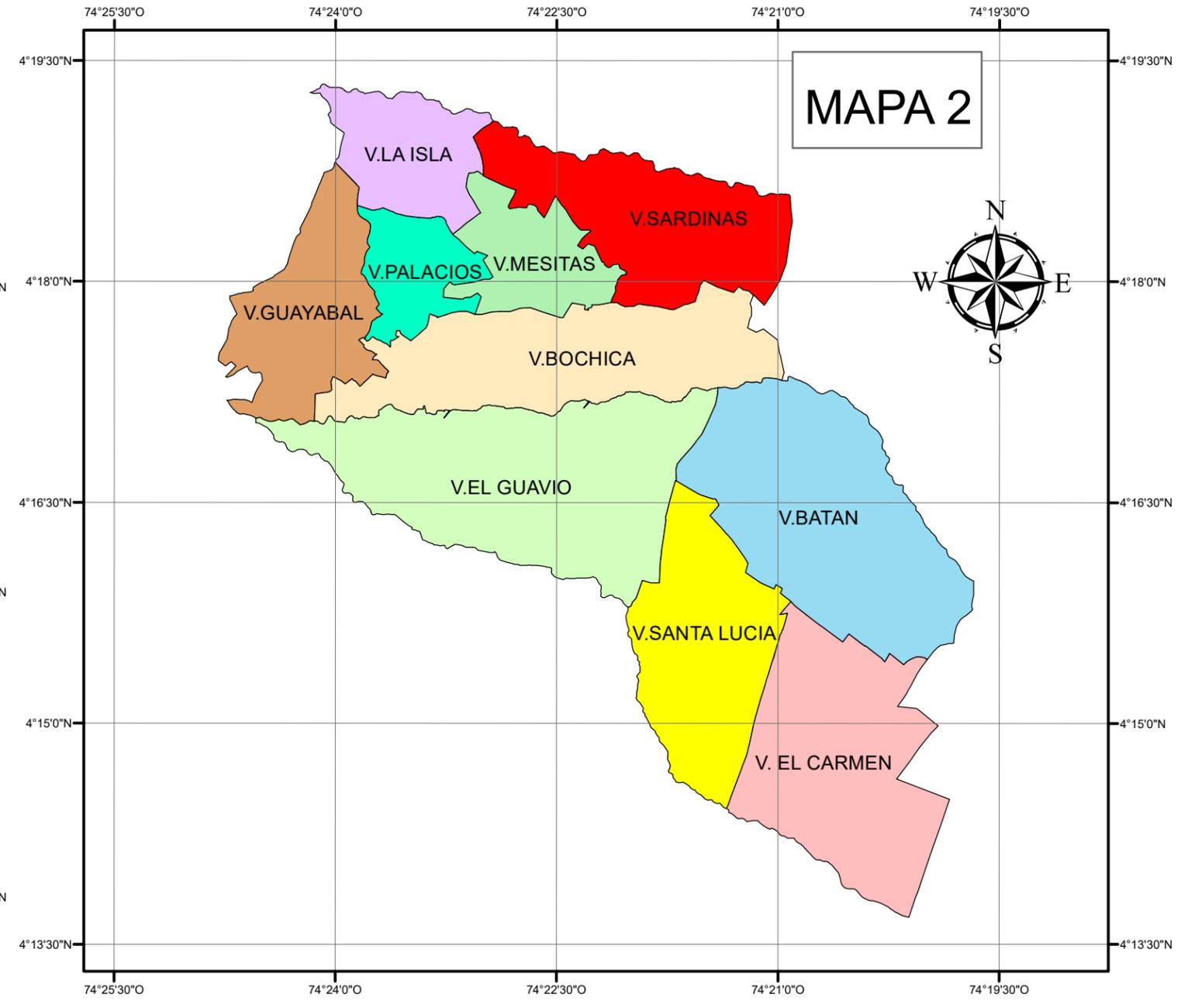
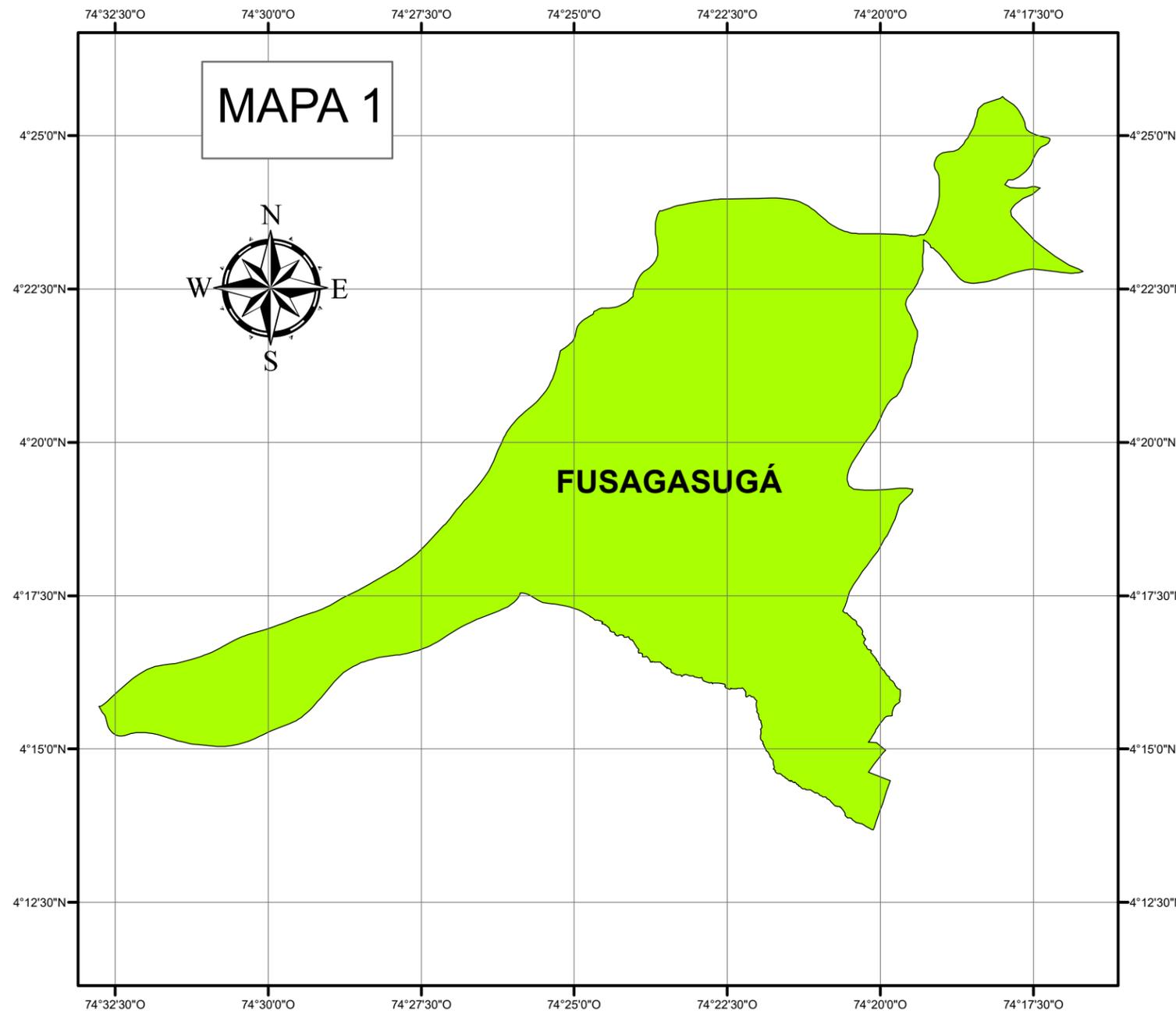
- Ahora noticia. (s.f.). Obtenido de <http://www.ahoranoticias.cl/noticias/tendencias/194390-conductor-termino-con-su-auto-en-insolito-lugar-por-seguir-ruta-de-gps.html>
- Alejandro. (9 de Junio de 2015). *Blog plastica*. Obtenido de <http://plasticaalejandro.blogspot.com.co/2015/06/programas-de-diseno-vectorial.html>
- Barriga, J., Plazas, O., & Rivera, W. (2006). *DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO DE OBRA PARA EL BARRIO VILLA CAROL UBICADO EN EL MUNICIPIO DE GARZÓN (HUILA)*. Obtenido de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15492/40012009.pdf?sequence=2>
- Becerra, F. (27 de Octubre de 2016). Director de contro de calidad (CAR).
- CAR. (s.f.). Obtenido de <https://www.car.gov.co/tools/marco.php?idcategoria=16637>
- CivilCAD. (s.f.). Obtenido de <http://civilcad.com.mx/civilcad/>
- Constitucion Politica de la Republica de Colombia*. (1991).
- Diccionario Del Instituto Geográfico Agustín Codazzi*. (s.f.). Obtenido de <http://www.igac.gov.co/digeo/app/index.html>
- ESRI. (s.f.). Obtenido de <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>
- Fundacion humedales de Bogotá*. (18 de Abril de 2012). Obtenido de [http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/html/resources/PTAR/guia\\_concPTARSalitre.pdf](http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/html/resources/PTAR/guia_concPTARSalitre.pdf)
- Fusagasugá, A. d. (s.f.). *Alcaldia de Fusagasugá*.
- GARMIN. (s.f.). Obtenido de <https://buy.garmin.com/es-MX/MX/p/8705>
- Geographic, N. (s.f.). *National Geographic*. Obtenido de <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/que-es-el-calentamiento-global>
- Lampoglia, T., Agüero, R., & Barrios, C. (2008). *ORIENTACIONES SOBRE AGUA Y SANEAMIENTO*. Obtenido de [http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d21/019\\_SER\\_OrientacionesA&Szonasrurales/Orientaciones%20sobre%20A&S%20para%20zonas%20rurales.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d21/019_SER_OrientacionesA&Szonasrurales/Orientaciones%20sobre%20A&S%20para%20zonas%20rurales.pdf)
- López, R. (1995). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Bogotá.
- Oliet. (2000). Obtenido de [https://previa.uclm.es/profesorado/igarrido/tecnocooperacion/Modulo\\_4\\_ISF\\_vdef.pdf](https://previa.uclm.es/profesorado/igarrido/tecnocooperacion/Modulo_4_ISF_vdef.pdf)



PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ

- POT. (s.f.). *Plan de Ordenamiento Territorial*. Obtenido de [http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/pot%20E2%80%93%20fusagasuga%20E2%80%93%20cundinamarca%20E2%80%93%20sistema%20biof%C3%ADsico%20E2%80%93%20\(78%20p%C3%A1g%20E2%80%93%20352%20kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/pot%20E2%80%93%20fusagasuga%20E2%80%93%20cundinamarca%20E2%80%93%20sistema%20biof%C3%ADsico%20E2%80%93%20(78%20p%C3%A1g%20E2%80%93%20352%20kb).pdf)
- Republica de Colombia, M. d. (2000). *RAS*. Obtenido de [http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/4.\\_Sistemas\\_de\\_acueducto.pdf](http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/4._Sistemas_de_acueducto.pdf)
- Rotoplast. (2016). Obtenido de <http://www.rotoplast.com.co/sistema-septico-domiciliario/>
- Rotoplast. (2016). Obtenido de <http://www.rotoplast.com.co/sistema-septico-domiciliario/>
- salitre, P. e. (s.f.). *fundación humedales*. Obtenido de <http://humedalesbogota.com/2012/04/18/la-ptar-el-salitre-y-el-rio-bogota/>
- Salvador, I. (2005). *Abastecimiento de aguas y saneamiento*. Obtenido de [https://previa.uclm.es/profesorado/igarrido/tecnocooperacion/Modulo\\_4\\_ISF\\_vdef.pdf](https://previa.uclm.es/profesorado/igarrido/tecnocooperacion/Modulo_4_ISF_vdef.pdf)
- SANITARIA, C. C. (s.f.). *Riesgos a la salud por la crianza de cerdos*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd67/libro.pdf>
- Segura. (2008). Obtenido de [http://www.madrimasd.org/blogs/salud\\_publica/2008/12/25/110208](http://www.madrimasd.org/blogs/salud_publica/2008/12/25/110208)
- SIAPA. (s.f.). *Lineamientos Técnicos para Factibilidades*. Obtenido de [http://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo\\_3.\\_alcantarillado\\_sanitario.pdf](http://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_3._alcantarillado_sanitario.pdf)
- Steiner, A. (s.f.). *El Litoral*. Obtenido de <http://www.ellitoral.com/index.php/diarios/2009/03/18/opinion/OPIN-02.html>
- Terence. (1999). *Abastecimiento de agua y alcantarillado*. Bogotá.
- Umbría, E. (2016). Obtenido de <https://www.slideshare.net/ejuc75/calculo-de-tanque-septico-56611944>
- Unidas, N. (2001). *Naciones Unidas*. Obtenido de <https://mpsp.webs.uvigo.es/rev01-1/FNUAP-01-1.pdf>
- Universidad Nacional de Colombia sede Amazonia*. (s.f.). Obtenido de <http://www.unal.edu.co/siamac/sig/faq.html>
- Uribe, B. (2010). *Alternativas tecnológicas en agua y saneamiento para el sector rural*. Obtenido de [http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/100811\\_titulo\\_j\\_ras%20\\_.pdf](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/100811_titulo_j_ras%20_.pdf)

# UBICACIÓN DE LAS VEREDAS SUR-ORIENTALES, DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ



**PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ**

**LEYENDA**

<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:#90EE90; border:1px solid black;"></span> FUSAGASUGÁ	<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:#FFDAB9; border:1px solid black;"></span> V. BOCHICA	<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:#90EE90; border:1px solid black;"></span> V. MESITAS
<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:#FFB6C1; border:1px solid black;"></span> V. EL CARMEN	<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:#D2B48C; border:1px solid black;"></span> V. GUAYABAL	<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:#00CED1; border:1px solid black;"></span> V. PALACIOS
<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:#ADD8E6; border:1px solid black;"></span> V. BATAN	<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:#DDA0DD; border:1px solid black;"></span> V. LA ISLA	<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:#FF0000; border:1px solid black;"></span> V. SARDINAS

**MAPA 1**  
Escala: 1:170.000

0 1,75 3,5 7 10,5 14 Km

1 centimetro en el mapa = 1.700 metros en el terreno

**MAPA 2**  
Escala: 1:70.000

0 0,75 1,5 3 4,5 6 Km

1 centimetro en el mapa = 700 metros en el terreno



**FUENTES DE INFORMACIÓN**

Cartografía básica a escala 1:30.000 tomada de La Cooperativa de Usuarios del Acueducto Comunal de la Veredas del sur de Fusagasugá (COOVESUR LTDA ESP), Alcaldía Municipal (Planeación)

Sistema de Coordenadas: MAGNA\_Colombia\_Bogota

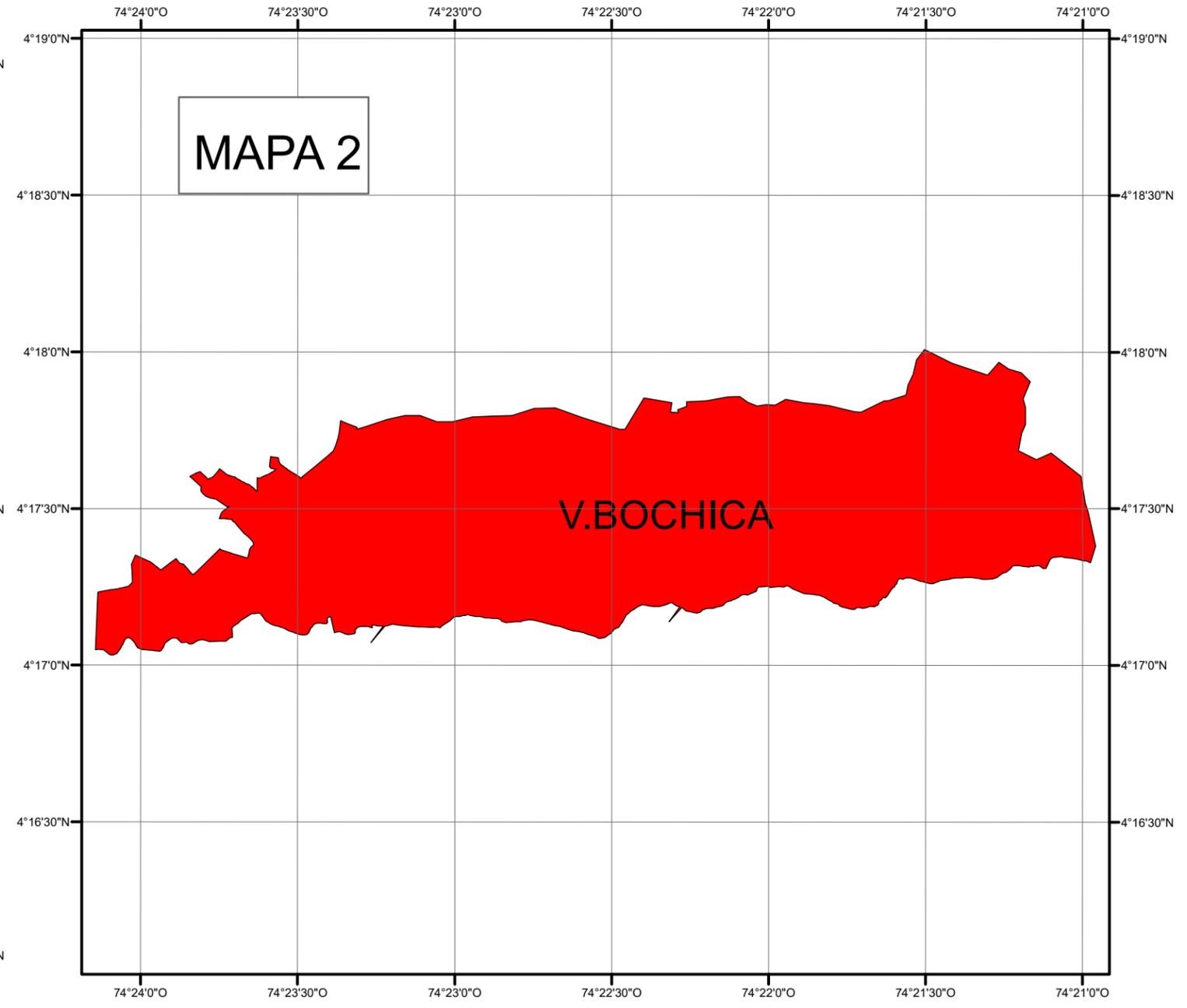
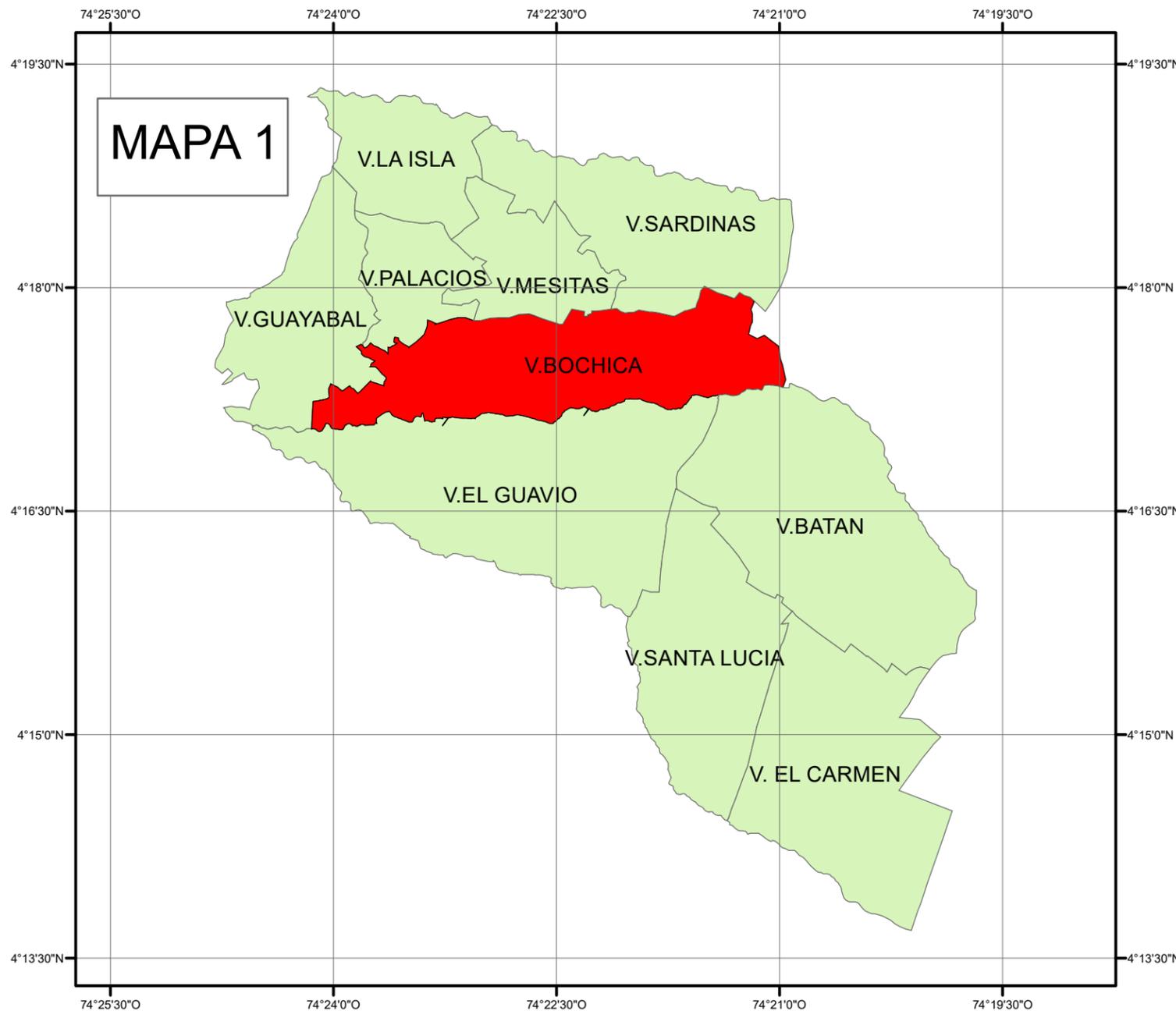
Mapa elaborado por:  
Gency Marcela Ramirez Velasco  
Karen Daniela Sabogal Cruz

ANEXO N.º 1

Fecha de elaboración: Abril 2017

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA 2017**

# UBICACIÓN DE LA VEREDA BOCHICA EN LAS VEREDAS SUR-ORIENTALES DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ



**PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO  
PARA EL SECTOR TRINIDAD  
UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA  
DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ**

## LEYENDA

- Veredas Sur-Orientales
- V. BOCHICA

### MAPA 1

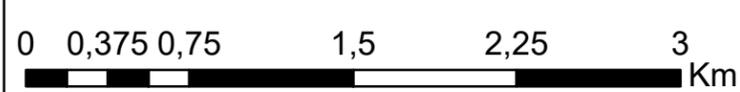
Escala: 1:70.000



1 centimetro en el mapa = 700 metros en el terreno

### MAPA 2

Escala: 1:33.000



1 centimetro en el mapa = 330 metros en el terreno

### LOCALIZACIÓN GENERAL

País Colombia



Departamento de Cundinamarca



Municipio Fusagasugá



Zona de Trabajo

### FUENTES DE INFORMACIÓN

Cartografía básica a escala 1:30.000 tomada de La Cooperativa de Usuarios del Acueducto Comunal de la Veredas del sur de Fusagasugá (COOVESUR LTDA ESP), Alcaldía Municipal (Planeación)

Sistema de Coordenadas: MAGNA\_Colombia\_Bogota

Mapa elaborado por:  
Gency Marcela Ramirez Velasco  
Karen Daniela Sabogal Cruz

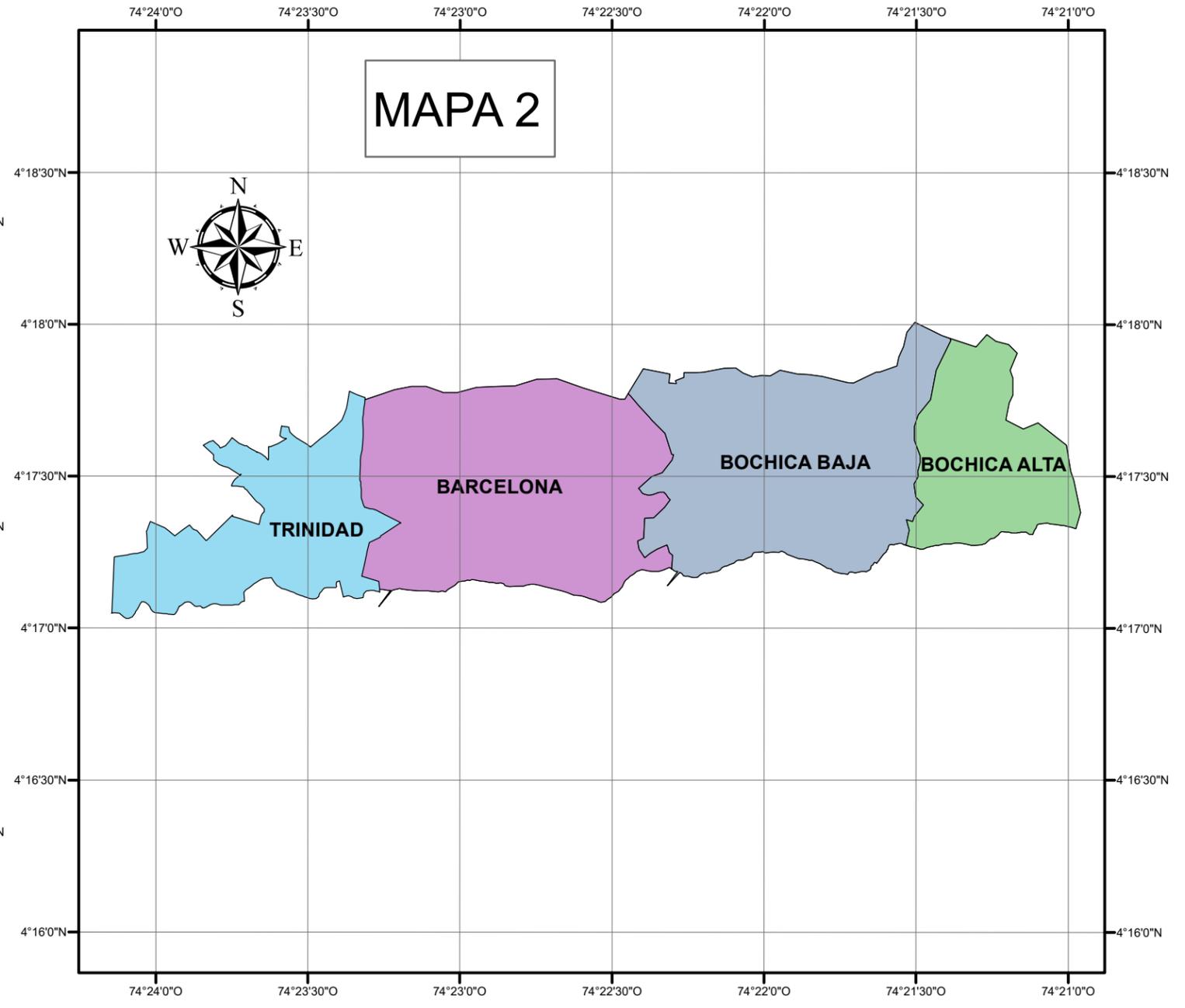
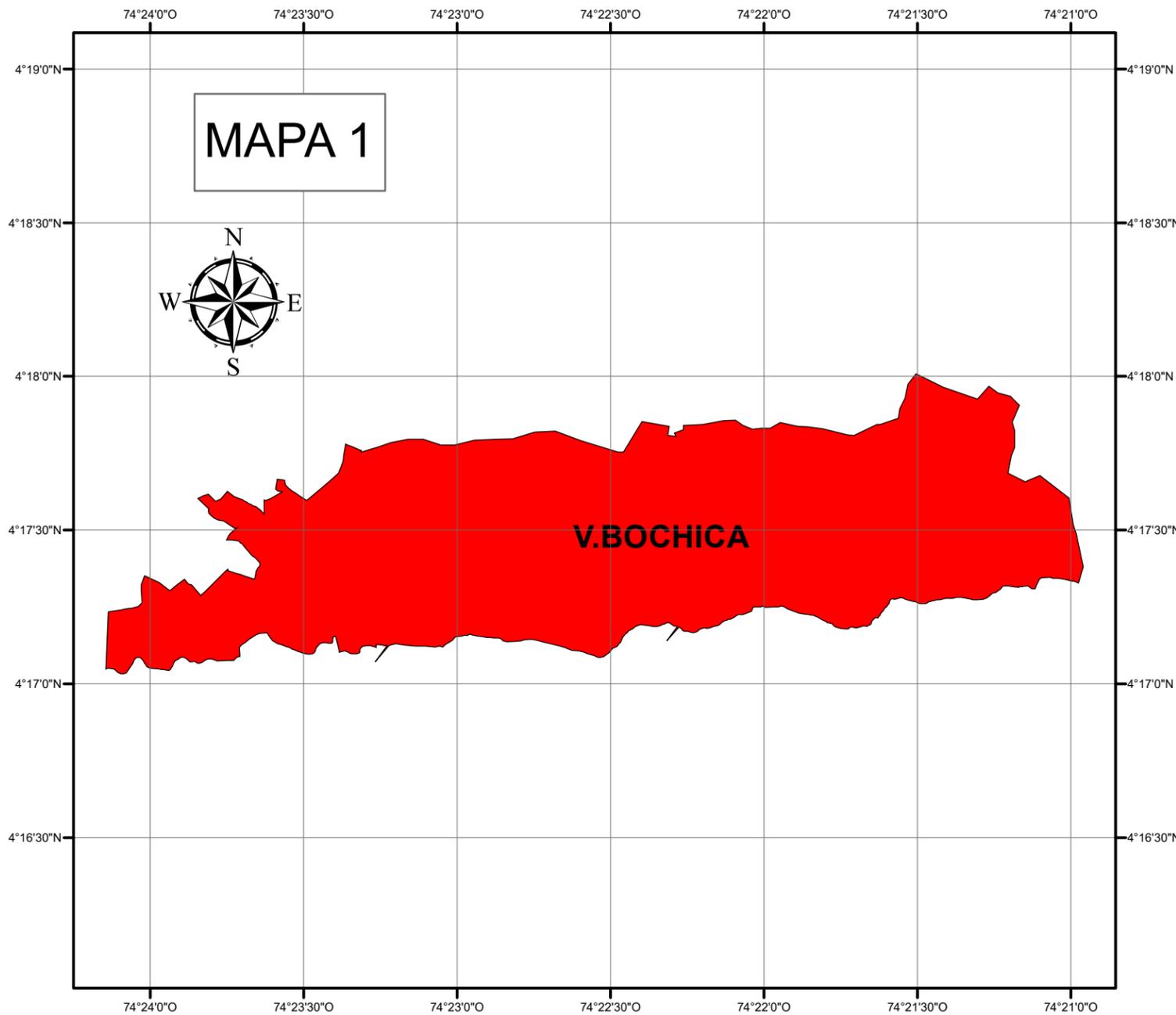
ANEXO N.º 2

Fecha de elaboración: Abril 2017

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA 2017**

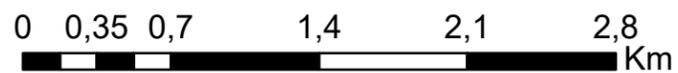


# UBICACIÓN DE LOS SECTORES, EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ



**PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO  
PARA EL SECTOR TRINIDAD  
UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA  
DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ**

**Escala:** 1:34.000



1 centimetro en el mapa = 340 metros en el terreno

## LEYENDA

- Vereda Bochica
- SECTORES**
- Barcelona
- Bochica Alta
- Bochica Baja
- Trinidad

## LOCALIZACIÓN GENERAL



## FUENTES DE INFORMACIÓN

Cartografía básica a escala 1:30.000 tomada de La Cooperativa de Usuarios del Acueducto Comunal de la Veredas del sur de Fusagasugá (COOVESUR LTDA ESP), Alcaldía Municipal (Planeación)

Sistema de Coordenadas: MAGNA\_Colombia\_Bogota

Mapa elaborado por:  
Gency Marcela Ramirez Velasco  
Karen Daniela Sabogal Cruz

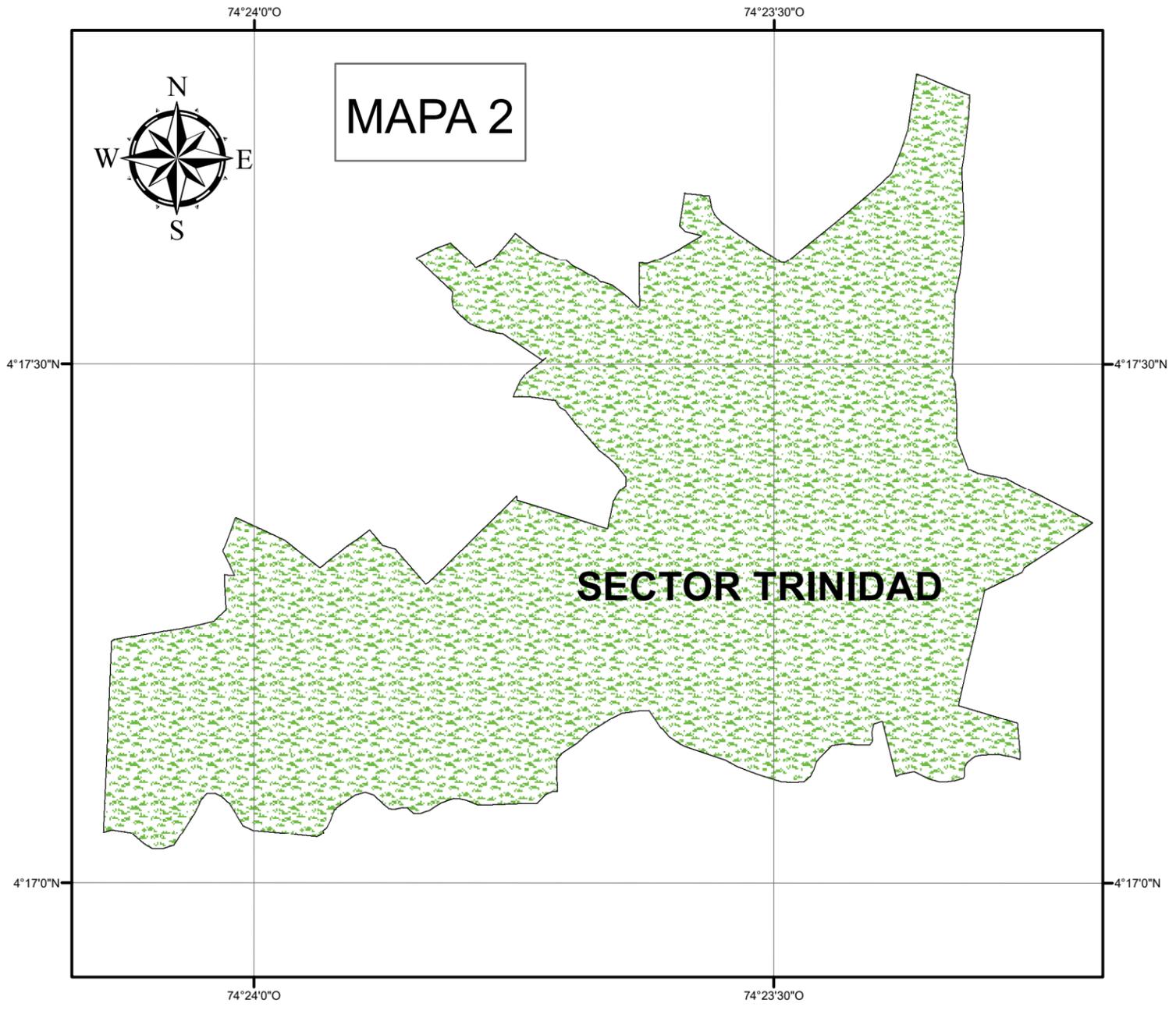
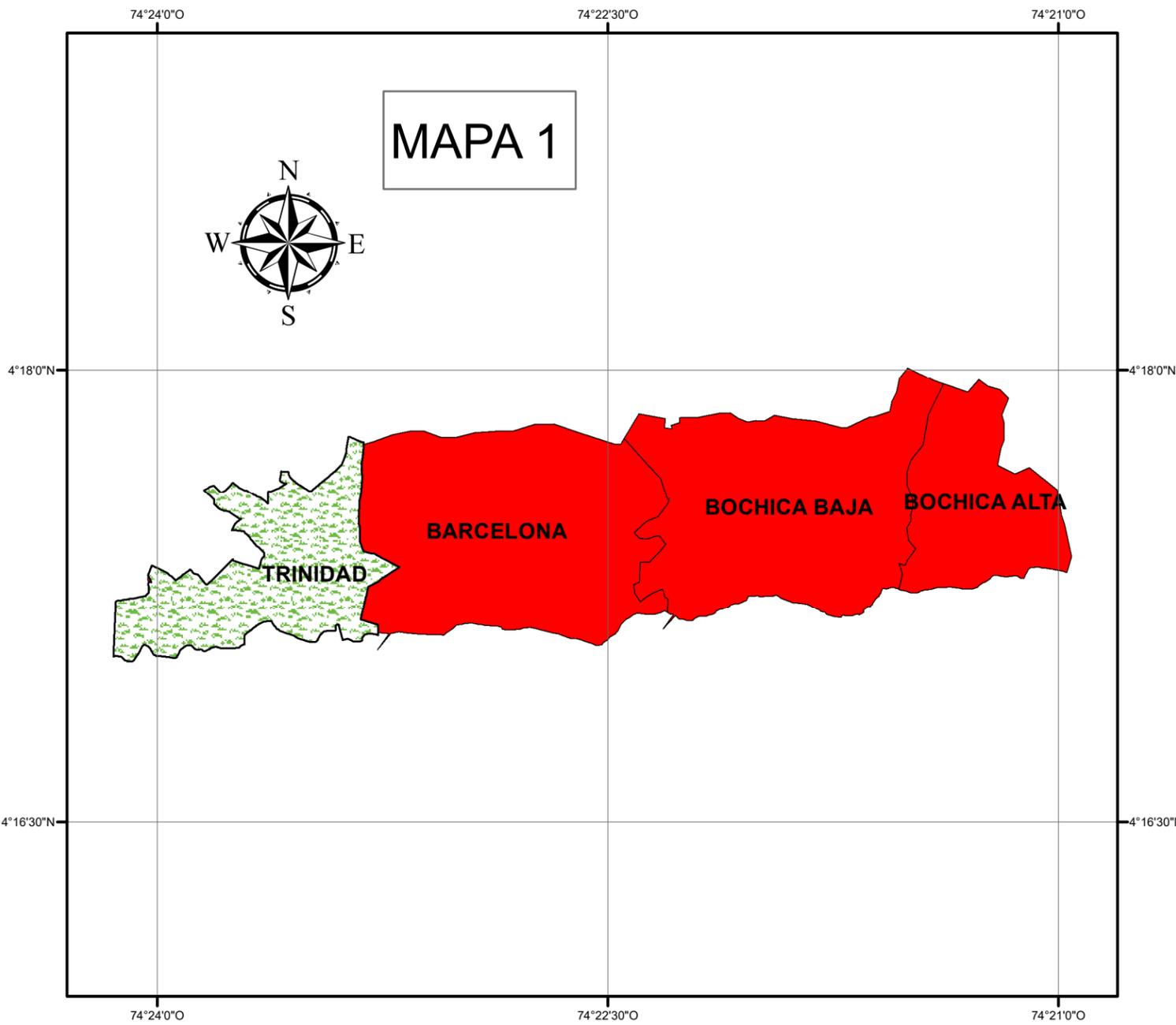
**ANEXO N.º 3**

Fecha de elaboración: Abril 2017

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA 2017**



# UBICACIÓN DEL SECTOR TRINIDAD EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ



**PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ**

**LEYENDA**

- Vereda Bochica
- Sector Trinidad

**MAPA 1**  
Escala: 1:35.000

0 0,4 0,8 1,6 2,4 3,2 Km

1 centimetro en el mapa = 350 metros en el terreno

**MAPA 2**  
Escala: 1:10.000

0 0,1 0,2 0,4 0,6 0,8 Km

1 centimetro en el mapa = 100 metros en el terreno

**LOCALIZACIÓN GENERAL**

País Colombia

Departamento de Cundinamarca

Municipio Fusagasugá

Zona de Trabajo

**FUENTES DE INFORMACIÓN**

Cartografía básica a escala 1:30.000 tomada de La Cooperativa de Usuarios del Acueducto Comunal de la Veredas del sur de Fusagasugá (COOVESUR LTDA ESP), Alcaldía Municipal (Planeación)

Sistema de Coordenadas: MAGNA\_Colombia\_Bogota

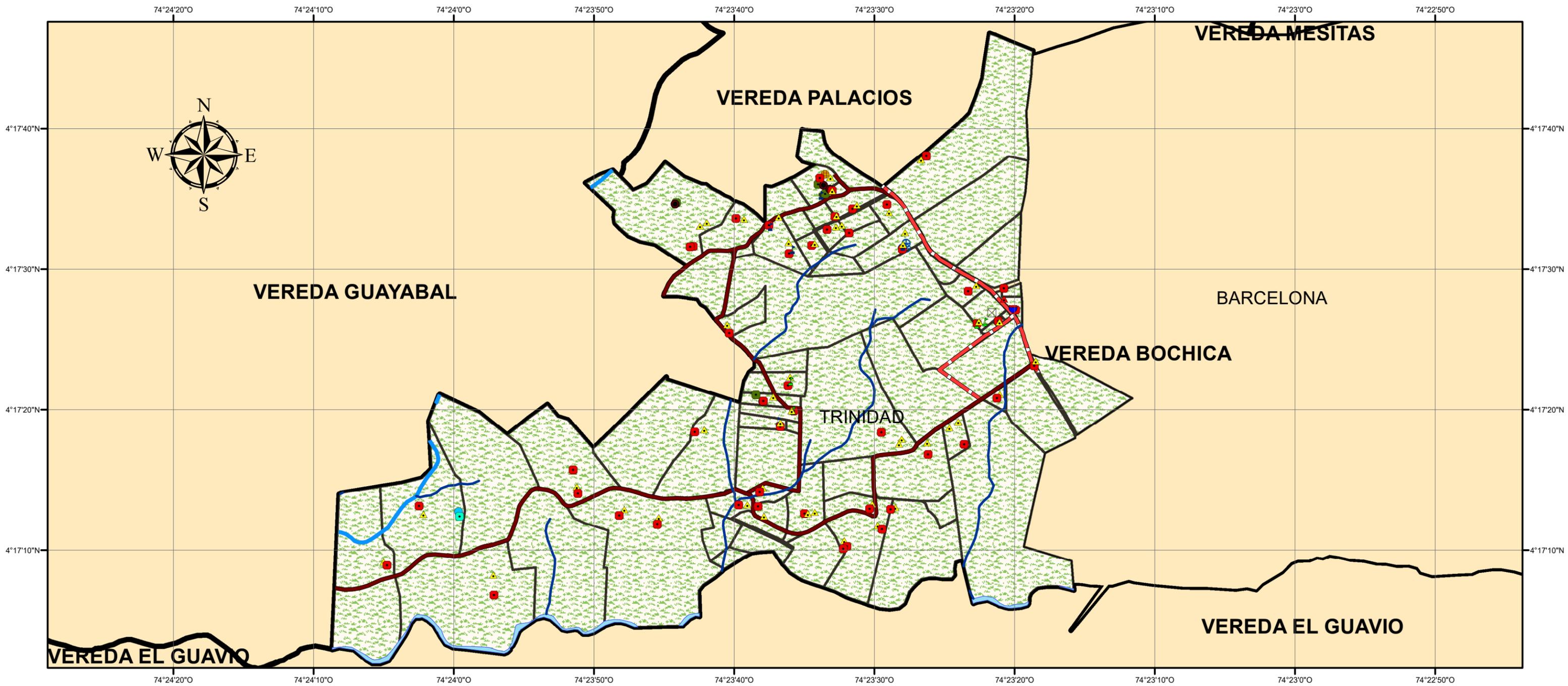
Mapa elaborado por:  
Gency Marcela Ramirez Velasco  
Karen Daniela Sabogal Cruz

ANEXO N.º 4

Fecha de elaboración: Abril 2017

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA 2017**

# UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE PUNTOS GPS, DEL SECTOR TRINIDAD

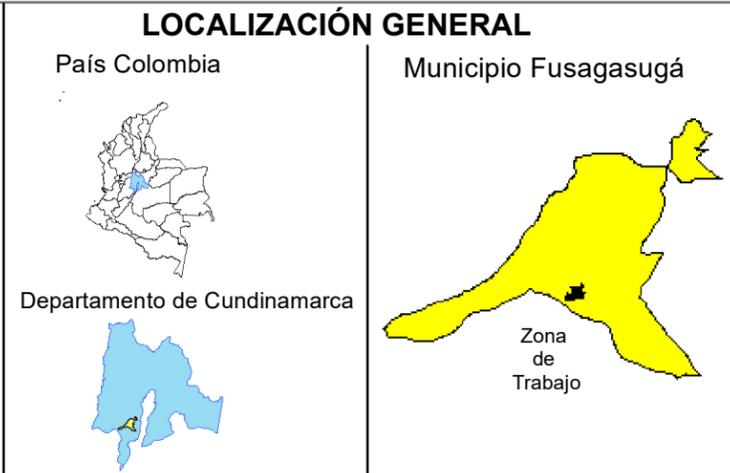


**PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ**

**Escala: 1:8.000**

1 centimetro en el mapa = 80 metros en el terreno

CONVENCIONES		
Sector Trinidad	Casa	Pozo Septico
Vía Principal	Filtro	Pozo Septico Marraneras
Vía Carretable	Inspección de la Policía	Pozo Septico Piscina
Ríos	Manguera (Aguas grasas)	Restaurante
Quebradas	Marraneras	Salon Comunal
Drenajes	Piscina	Trampa de Grasas
Baño		Infraestructura Hospitalaria



**FUENTES DE INFORMACIÓN**

Cartografía básica a escala 1:30.000 tomada de La Cooperativa de Usuarios del Acueducto Comunal de la Veredas del sur de Fusagasugá (COOVESUR LTDA ESP), Alcaldía Municipal (Planeación)

Sistema de Coordenadas: MAGNA\_Colombia\_Bogota

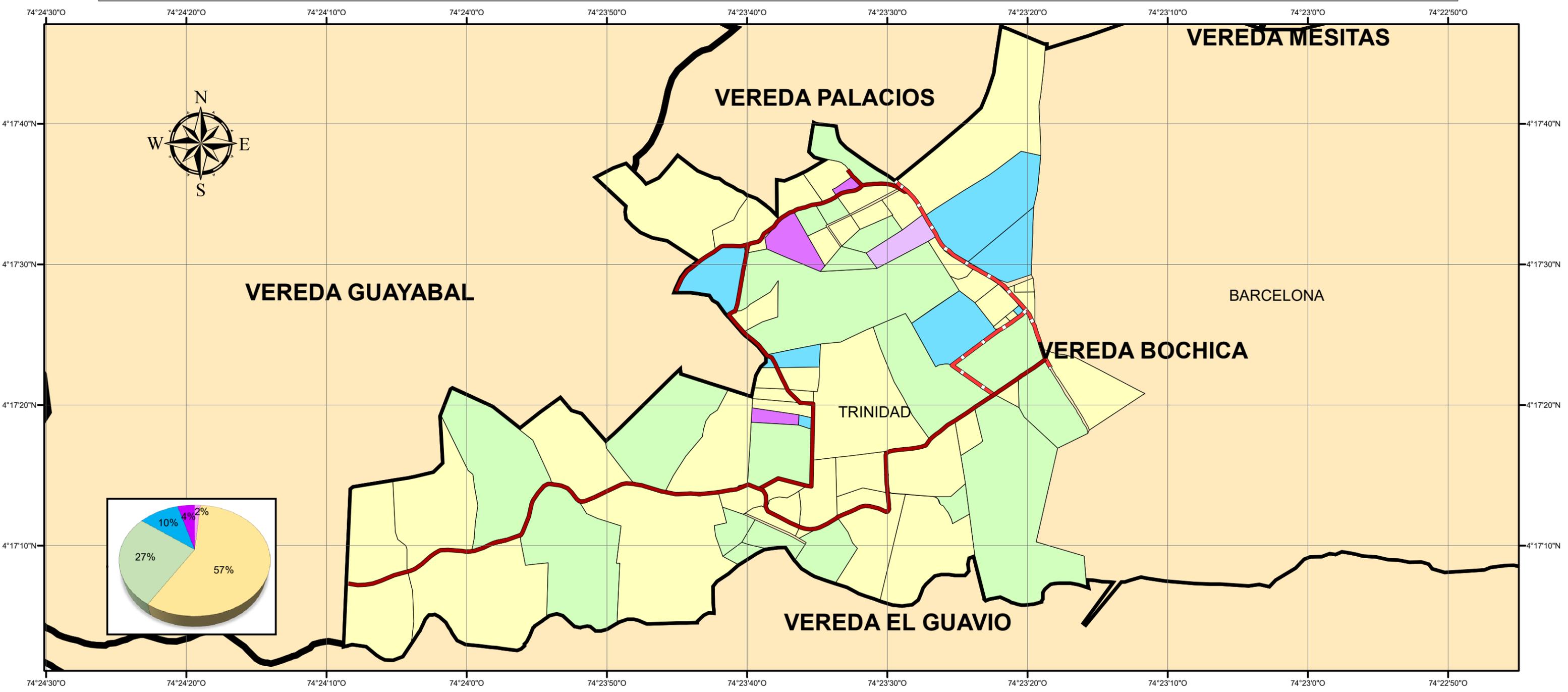
Mapa elaborado por:  
Gency Marcela Ramirez Velasco  
Karen Daniela Sabogal Cruz

ANEXO N°5

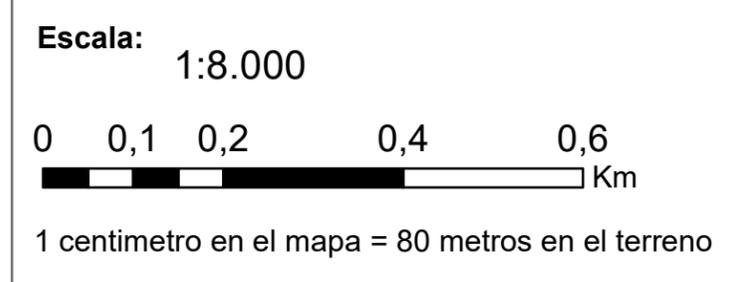
Fecha de elaboración: Abril 2017

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA 2017**

# DISTRIBUCIÓN DE POZOS SÉPTICOS Y OTROS SISTEMAS DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR TRINIDAD



**PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ**



**LEYENDA**

**VÍAS TIPO**

- Vía Principal
- Vía Carretable
- Pozo Septico
- Sin Construcción
- No Permitieron el Ingreso
- Sistema Ajoover
- Pozo Septico y Trampa de Grasas

**LOCALIZACIÓN GENERAL**

País Colombia

Departamento de Cundinamarca

Municipio Fusagasugá

Zona de Trabajo

**FUENTES DE INFORMACIÓN**

Cartografía básica a escala 1:30.000 tomada de La Cooperativa de Usuarios del Acueducto Comunal de la Veredas del sur de Fusagasugá (COOVESUR LTDA ESP), Alcaldía Municipal (Planeación) Sistema de Coordenadas: MAGNA\_Colombia\_Bogota

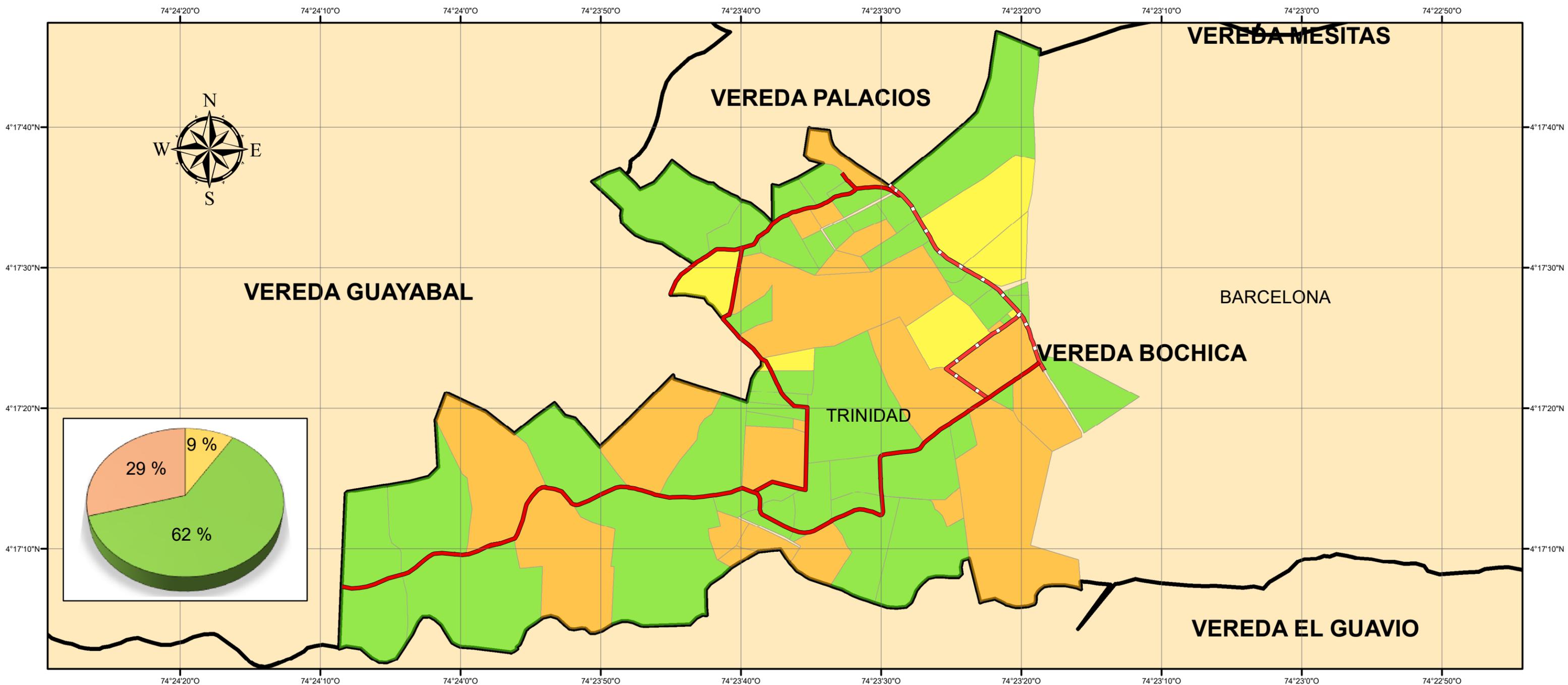
Mapa elaborado por:  
 Gency Marcela Ramirez Velasco  
 Karen Daniela Sabogal Cruz

Fecha de elaboración: Abril 2017

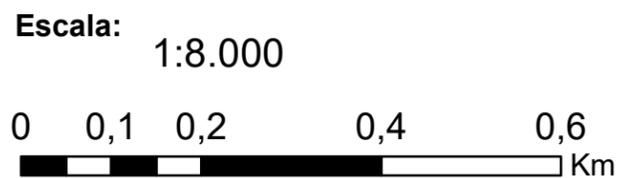
ANEXO N.º 6

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA 2017**

# TIPOS DE PREDIOS DE ACUERDO A LAS VISITAS EN EL SECTOR TRINIDAD



**PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ**



1 centimetro en el mapa = 80 metros en el terreno

## LEYENDA

### VÍAS TIPO

- Vía Principal
- Vía Carretable
- NO PERMITIERON EL INGRESO
- PERMITIERON EL INGRESO
- SIN CONTRUCCIÓN

## LOCALIZACIÓN GENERAL

País Colombia



Departamento de Cundinamarca



Municipio Fusagasugá



## FUENTES DE INFORMACIÓN

Cartografía básica a escala 1:30.000 tomada de La Cooperativa de Usuarios del Acueducto Comunal de la Veredas del sur de Fusagasugá (COOVESUR LTDA ESP), Alcaldía Municipal (Planeación) Sistema de Coordenadas: MAGNA\_Colombia\_Bogota

Mapa elaborado por:  
Gency Marcela Ramirez Velasco  
Karen Daniela Sabogal Cruz  
Fecha de elaboración: Abril 2017

ANEXO N.º 7  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA 2017**



**PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD, UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ**



**PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ**

**Escala:** 1:8.000



1 centimetro en el mapa = 80 metros en el terreno

**CONVENCIONES**

- |                        |                              |
|------------------------|------------------------------|
| Predios                | Drenajes                     |
| <b>Vías</b>            | <b>Edificaciones</b>         |
| Vía Principal          | Baño                         |
| Vía Carretable         | Casa                         |
| <b>Curvas de Nivel</b> | Restaurante                  |
| Índice                 | <b>Red de Alcantarillado</b> |
| Intermedia             | Caja                         |
| <b>Hidrología</b>      | Pozo de Visita               |
| Río Batán              | Tubería                      |
| Quebradas              | Caudal                       |

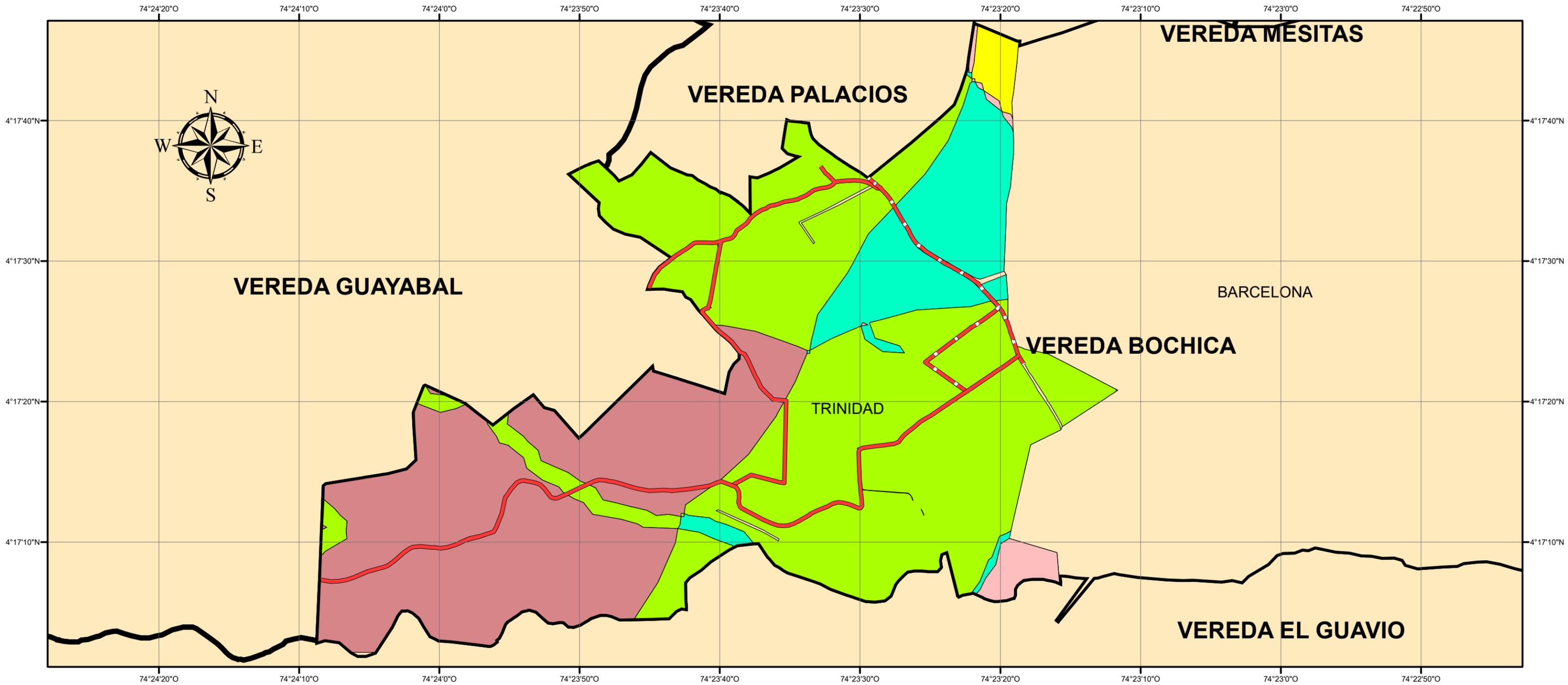
**LOCALIZACIÓN GENERAL**



**FUENTES DE INFORMACIÓN**

Cartografía básica a escala 1:30.000 tomada de La Cooperativa de Usuarios del Acueducto Comunal de la Veredas del sur de Fusagasugá (COOVESUR LTDA ESP), Alcaldía Municipal (Planeación) Sistema de Coordenadas: MAGNA\_Colombia\_Bogota  
Mapa elaborado por:  
Gency Marcela Ramirez Velasco  
Karen Daniela Sabogal Cruz  
Fecha de elaboración: Abril 2017

# LUGARES ÓPTIMOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS PTAR (PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES)



## PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO PARA EL SECTOR TRINIDAD UBICADO EN LA VEREDA BOCHICA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ

Escala: 1:8.000



1 centimetro en el mapa = 80 metros en el terreno

## LEYENDA

### VÍAS TIPO

- Vía Principal
- Vía Carretable
- Cumple 1 Condición
- Cumple 2 Condición
- Cumple 3 Condición
- Cumple 4 Condición
- Cumple 5 Condición

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONTRUCCIÓN DE UNA PTAR

<b>VÍAS</b>	<b>90 m</b>
<b>RÍOS</b>	<b>100 m</b>
<b>QUEBRADAS</b>	<b>70 m</b>
<b>POZOS DE VISITA</b>	<b>50 m</b>
<b>PENDIENTE</b>	<b>0-10 %</b>

## LOCALIZACIÓN GENERAL

País Colombia



Departamento de Cundinamarca



Municipio Fusagasugá



## FUENTES DE INFORMACIÓN

Cartografía básica a escala 1:30.000 tomada de La Cooperativa de Usuarios del Acueducto Comunal de la Veredas del sur de Fusagasugá (COOVESUR LTDA ESP), Alcaldía Municipal (Planeación) Sistema de Coordenadas: MAGNA\_Colombia\_Bogota

Mapa elaborado por:  
Gency Marcela Ramirez Velasco  
Karen Daniela Sabogal Cruz  
Fecha de elaboración: Abril 2017

ANEXO N.º 9  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA 2017**

