LUIS FERNANDO
LOZANO R.
ARQUITECTO

# INFORME FINAL

CONTRATO DE CONSULTORIA N. 542 DEL 14 DE JULIO DE 2025 CUYO OBJETO ES " CONTRATAR LA REVISION, ACTUALIZACION Y AJUSTE DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION DEL COLECTOR NORTE DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE EL ESPINAL-TOLIMA

**Contrato**
CONTRATO 822-2025

## OBJETO DEL CONTRATO:

CONTRATAR LA INTERVENTORIA TECNICA, ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA AL CONTRATO DE CONSULTORIA N. 542 DEL 14 DE JULIO DE 2025 CUYO OBJETO ES " CONTRATAR LA REVISION, ACTUALIZACION Y AJUSTE DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION DEL COLECTOR NORTE DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE EL ESPINAL-TOLIMA.

**LUIS FERNANDO LOZANO RÍOS**
INTERVENTOR

MUNICIPIO EL ESPINAL
DEPARTAMENTO DE TOLIMA
DICIEMBRE DE 2025

**Calle 6 No. 7-09 B/San Rafael Cel. 3015006546** Lozrios194@gmail.com
**Espinal – Tolima**

## CONTROL DE CAMBIOS

| VERSIÓN ACTUAL | FECHA | NATURALEZA DEL CAMBIO |
|---|---|---|
| 00 | 05 de diciembre de 2025 | Versión Inicial |
| | | |
| | | |

REVISÓ

Interventor
**LUIS FERNANDO LOZANO RÍOS**

APROBÓ

Supervisor del Contrato No. 822 de 2025
**RICARDO JOSÉ GUTIÉRREZ PARRA**

## TABLA DE CONTENIDO

**INTRODUCCIÓN** ..... **4**

**OBJETIVOS** ..... **5**

**ALCANCE** ..... **6**

**1. PRODUCTOS EVALUADOS Y ACEPTADOS** ..... **7**

**2. COMPONENTE INSTITUCIONAL** ..... **8**

2.1 INFORME FINANCIERO ..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.2 Esquema organizacional ..... 9

**3. COMPONENTE TÉCNICO** ..... **10**

**3.1 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN** ..... **10**

**3.2 DIAGNÓSTICO SITUACIONAL Y CATASTRO DE REDES** ..... **14**

**3.4 ESTUDIO DE SUELOS** ..... **18**

3.4.1 Cimentación de estructuras de pozos de inspección ..... 20

3.4.2 Cimentación para tubería de drenaje ..... 20

**3.5 ESTUDIO ESTRUCTURAL** ..... **20**

**3.6 ESTUDIO HIDRAULICO** ..... **22**

3.6.1 Marco Normativo ..... 25

3.6.2 Cumplimiento de Criterios Hidráulicos ..... 25

3.6.3 Especificaciones de Pozos de Inspección ..... 25

**CONCLUSIONES** ..... **26**

## INTRODUCCIÓN

El presente informe se elabora con el fin de documentar la entrega y revisión del producto realizado por STOA LIMITADA INGENIERÍA DE AVANZADA como resultado del **CONTRATO DE CONSULTORIA N. 542 DEL 14 DE JULIO DE 2025 CUYO OBJETO ES " CONTRATAR LA REVISION, ACTUALIZACION Y AJUSTE DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION DEL COLECTOR NORTE DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE EL ESPINAL-TOLIMA.**

## OBJETIVOS

Realizar control técnico, administrativo y financiero de los productos elaborados por medio del **CONTRATO DE CONSULTORÍA 542 DEL 14 DE JULIO DE 2025,** los cuales corresponden a la alternativa más viable para el diseño del Colector Norte del Alcantarillado Sanitario en el casco urbano del municipio de El espinal – Tolima.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar revisión del diagnóstico propuesto del sistema de alcantarillado.
- Revisión de proyección de población.
- Evaluar cálculo de aportes sanitarios.
- Evaluar cálculo de aportes pluviales.
- Identificar planteamiento de alternativas de diseño.
- Realizar revisión de parámetros de diseño.
- Realizar revisión de diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario
- Realizar revisión de presupuestos, memorias y análisis de precios unitarios.

## ALCANCE

De acuerdo con la Minuta del contrato No. 822-2025, el interventor deberá realizar el seguimiento, control y verificación técnica, administrativa y financiera de todas las actividades, productos y entregables establecidos en el contrato de consultoría No. 542 del 14 de julio de 2025.

Para el presente producto se estableció como alcance la revisión, evaluación y ajuste correspondientes a los **ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL COLECTOR NORTE DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE EL ESPINAL – TOLIMA,** con el fin de seleccionar la alternativa más viable desde el punto de vista de técnico, ambiental, social, económico y predial.

## 1. PRODUCTOS EVALUADOS Y ACEPTADOS

Para el presente informe de diseño del colector norte del municipio del Espinal, Tolima, se abordó y realizó un análisis y diagnóstico integral de las alternativas del colector norte presentados por el consultor en el contrato de consultoría no. 457-2022, analizando factores técnico – económicos de las alternativas presentadas y se realizaron comparaciones específicas con el catastro de redes, suministrado por la empresa de servicios públicos. Por otro lado, se realizaron conclusiones claras correspondientes a los requerimientos para garantizar una red funcional que mitigue problemáticas medio-ambientales y garantice un tratamiento adecuado de las aguas residuales del municipio.

Así mismo se presentó un diagnóstico general de los hallazgos obtenidos en campo, los cuales fueron fundamentales para realizar un análisis técnico-económico de las alternativas presentadas con el fin de determinar las desventajas y problemáticas de las mismas.

Finalmente, se concluyó la necesidad de proponer decisiones paralelas a los diseños presentados con el fin de mitigar las desventajas encontradas con el fin de que sean concedidos los permisos correspondientes para la ejecución del proyecto. Mismas que fueron plasmadas en el informe de memoria de diseño Anexo 1.

En la siguiente carpeta digital reposan los productos que se describen a continuación y que contienen la información total del proyecto REVISIÓN, ACTUALIZACIÓN Y AJUSTE DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL COLECTOR NORTE DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE EL ESPINAL, TOLIMA.

https://drive.google.com/drive/folders/14ZVg70jvt-79ZcwZgNGCBO0cFIIZbnb3

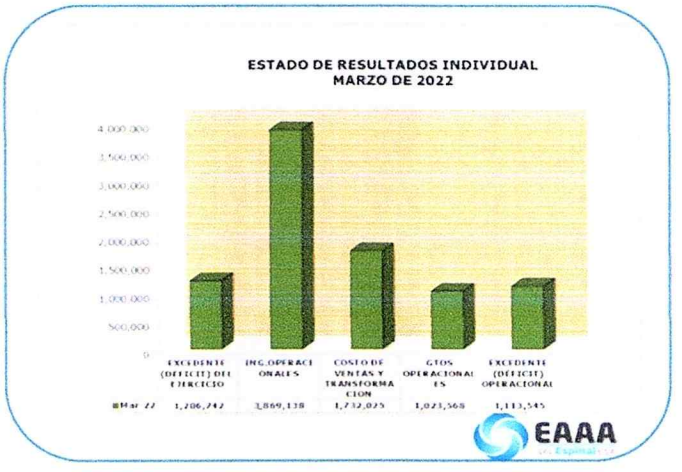
1. DOCUMENTALES Y LEGALES certificados que aplican para el presente proyecto.
2. INSTITUCIONALES: documentación correspondiente a la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo del Municipio de Espinal.
3. TÉCNICOS: información técnica de los diseños realizados para el proyecto.
4. AMBIENTALES: información ambiental vigente del municipio.
5. FINANCIERO: cierre presupuestal del proyecto, así como cronograma de obra, y especificaciones técnicas.

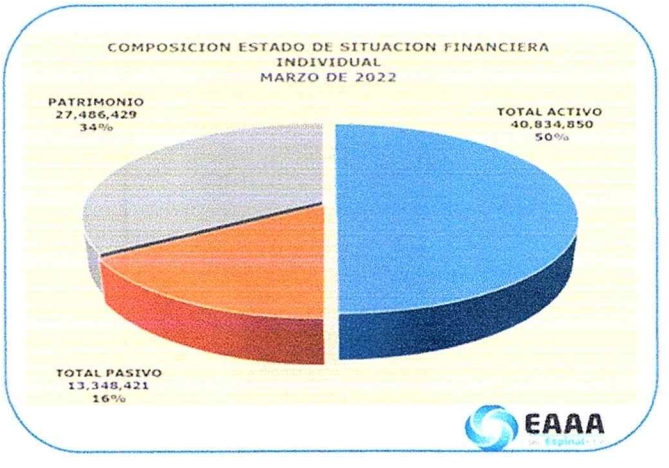
## 2. COMPONENTE INSTITUCIONAL

**Diagnostico Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de El Espinal ESP**

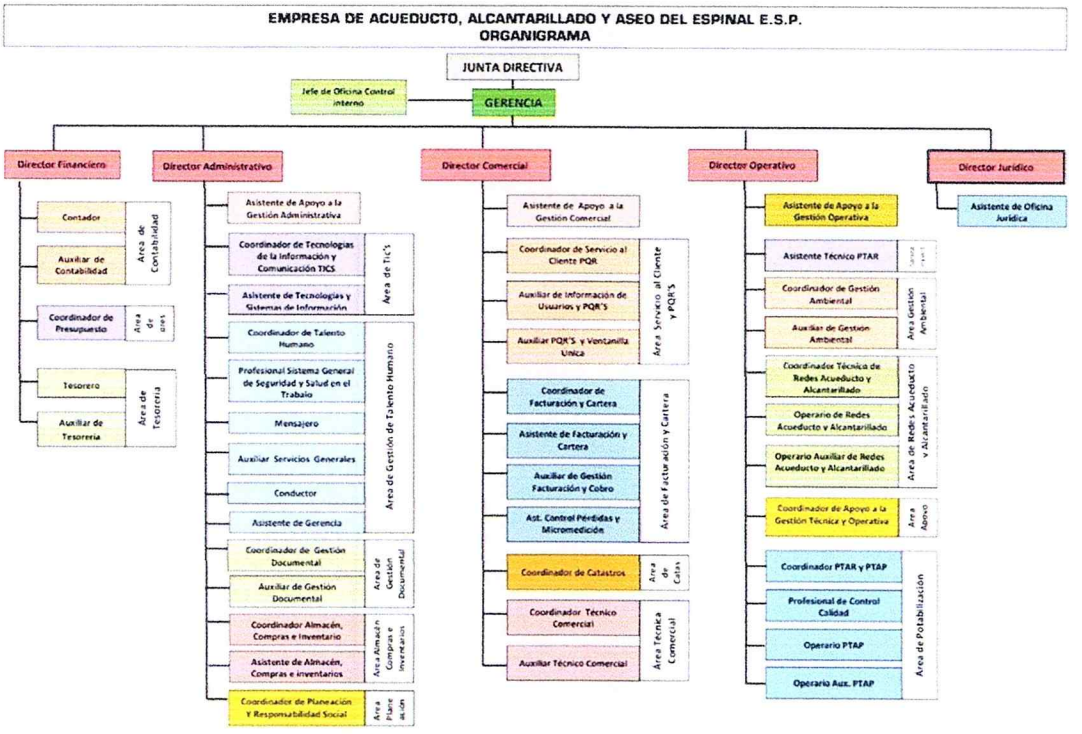
El diagnóstico de las Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de El Espinal ESP, se enfoca en la gestión de los servicios de agua potable y saneamiento básico, enfrentando desafíos como la modernización de la infraestructura, cobertura y tarifas, requiriendo análisis detallados de su situación financiera, técnica y administrativa, para asegurar el cumplimiento normativo (RAS 330 de 2017) y la calidad del servicio a los ciudadanos.

El informe financiero con el cual se presento el proyecto tiene como fecha primer trimestre de 2022, la siguiente es la situación financiera de la empresa.



## 2.1 Esquema organizacional



# 3. COMPONENTE TÉCNICO

## 3.1 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

La proyección de la población es una estimación del tamaño y estructura futura de un grupo demográfico, basada en tendencias históricas y supuestos sobre fecundidad, mortalidad y migración, utilizando diversos métodos, es posible planificar servicios como agua, salud y educación. Organismos como el DANE en Colombia generan estas proyecciones, mostrando tendencias clave como la desaceleración del crecimiento y la baja fecundidad.

| TASAS DE CRECIMIENTO DEL MUNICIPIO DE EL ESPINAL | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CENSO | POBLACION | | | TASAS DE CRECIMIENTO GEOMETRICO | | | TASAS DE CRECIMIENTO EXP | | | TASAS DE CRECIMIENTO ARITMETICO | | |
| AÑO | Cabecera | Rural | Total | Cabecera | Rural | Total | Cabecera | Rural | Total | Cabecera | Rural | Total |
| 1973 | 34,681 | 9,938 | 44,619 | | | | | | | | | |
| | | | | 0.85% | 1.55% | 1.02% | 1.34% | 4.93% | 2.29% | 355.18 | 219.82 | 575.00 |
| 1985 | 40,733 | 17,963 | 58,696 | | | | | | | | | |
| | | | | 0.66% | 0.30% | 0.56% | 0.80% | 1.61% | 1.05% | 300.94 | 56.58 | 357.52 |
| 1993 | 43,422 | 20,437 | 63,859 | | | | | | | | | |
| | | | | 0.62% | -0.12% | 0.40% | 2.09% | 0.00% | 1.48% | 289.68 | -24.28 | 265.40 |
| 2005 | 55,787 | 20,439 | 76,226 | | | | | | | | | |
| | | | | -0.74% | -0.23% | -0.60% | -0.74% | -0.23% | -0.60% | -394.08 | -46.85 | -440.92 |
| 2018 | 50,664 | 19,830 | 70,494 | | | | | | | | | |
| PROMEDIO | | | | 0.35% | 0.37% | 0.34% | 0.87% | 1.58% | 1.05% | 137.93 | 51.32 | 189.25 |

Tasas de crecimiento del municipio de El Espinal

**METODO ARITMETICO**

**RESULTADO NUMERICO**

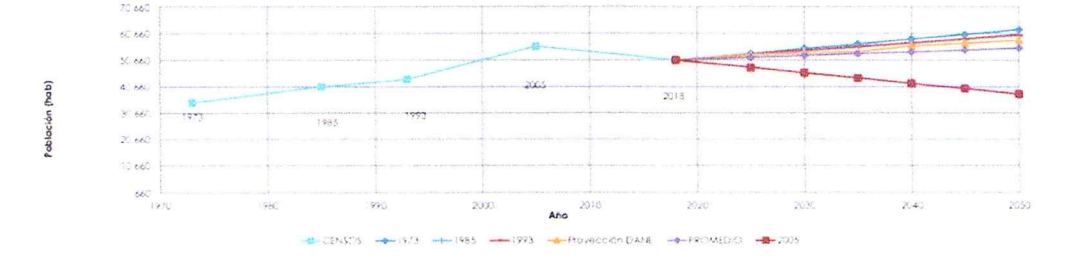
| CENSOS | POBLACION | K | 1973 | 1985 | 1993 | 2005 | 2018 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 | 2050 | r2 | Desviacion |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1973 | 34.681 | 355.2 | 34.681 | 40.733 | 43.422 | 55.787 | 50.664 | 53.150 | 54.925 | 56.702 | 58.478 | 60.254 | 62.030 | 0.89836 | 12.6% |
| 1985 | 40.733 | 300.9 | 34.681 | 40.733 | 43.422 | 55.787 | 50.664 | 52.771 | 54.225 | 55.780 | 57.285 | 58.789 | 60.294 | 0.87641 | 9.5% |
| 1993 | 43.422 | 289.7 | 34.681 | 40.733 | 43.422 | 55.787 | 50.664 | 52.692 | 54.140 | 55.589 | 57.037 | 58.485 | 59.934 | 0.87095 | 8.8% |
| 2005 | 55.787 | -394.1 | 34.681 | 40.733 | 43.422 | 55.787 | 50.664 | 47.905 | 45.935 | 43.965 | 41.994 | 40.024 | 38.054 | 0.00397 | -30.9% |
| 2018 | 50.664 | | | | | | | | | | | | | | |
| Proyeccion DANE | | 235.60 | 34681 | 40733 | 43422 | 55787 | 50664 | 52423 | 53296 | 53786 | 55.847 | 57.025 | 58.203 | 0.83447 | 5.7% |
| PROMEDIO | | 138 | 34.681 | 40.733 | 43.422 | 55.787 | 50.664 | 51.630 | 52.319 | 53.009 | 53.699 | 54.388 | 55.078 | 0.75635 | 0.0% |
| DESVIACION | | 35.02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.491 | 4.220 | 6.049 | 7.824 | 9.607 | 11.386 | | |

El **Método Aritmético** supone un crecimiento vegetativo balanceado por la mortalidad y la emigración. La ecuación para calcular la población proyectada es la siguiente:

$$P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_o}{T_{uc} - T_o}(T_f - T_{uc})$$

Donde, Pf es la población (hab) correspondiente al año para el que se quiere proyectar la población, Puc es la población (hab) correspondiente al último año censado con información, Po es la población (hab) correspondiente al censo inicial con información, Tuc es el año correspondiente al último año censado con información, To es el año correspondiente al censo inicial con información y Tf es el año al cual se quiere proyectar la información.

**RESULTADO GRAFICO**




Método aritmético de proyección cabecera municipal – Elaborado por Stoa Ingeniería De Avanzada Ltda.

**MÉTODO GEOMÉTRICO**

**RESULTADO NUMERICO**

| CENSOS | POBLACION | r | 1973 | 1985 | 1993 | 2005 | 2018 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 | 2050 | r2 | Desviación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1973 | 34.681 | 0.85% | 34.681 | 40.733 | 43.422 | 55.787 | 50.664 | 53.741 | 56.052 | 58.463 | 60.978 | 63.601 | 66.337 | 0.924 | 15.1% |
| 1985 | 40.733 | 0.66% | 34.681 | 40.733 | 43.422 | 55.787 | 50.664 | 53.064 | 54.847 | 56.691 | 58.596 | 60.565 | 62.601 | 0.900 | 8.6% |
| 1993 | 43.422 | 0.62% | 34.681 | 40.733 | 43.422 | 55.787 | 50.664 | 52.900 | 54.558 | 56.267 | 58.030 | 59.848 | 61.723 | 0.892 | 7.1% |
| 2005 | 55.787 | -0.74% | 34.681 | 40.733 | 43.422 | 55.787 | 50.664 | 48.103 | 46.354 | 44.668 | 43.043 | 41.478 | 39.969 | 0.026 | -30.7% |
| 2018 | 50.664 | | | | | | | | | | | | | | |
| Proyección DANE | | 0.46% | 34681 | 40733 | 43422 | 55787 | 50664 | 52423 | 53296 | 53786 | 56.019 | 57.313 | 58.637 | 0.840 | 1.7% |
| PROMEDIO GEOM. | | 0.35% | 34.681 | 40.733 | 43.422 | 55.787 | 50.664 | 51.952 | 52.953 | 54.022 | 55.162 | 56.373 | 57.658 | 0.871 | 0.0% |
| DESVIACION | | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.592 | 4.446 | 6.308 | 8.180 | 10.062 | 11.961 | | |

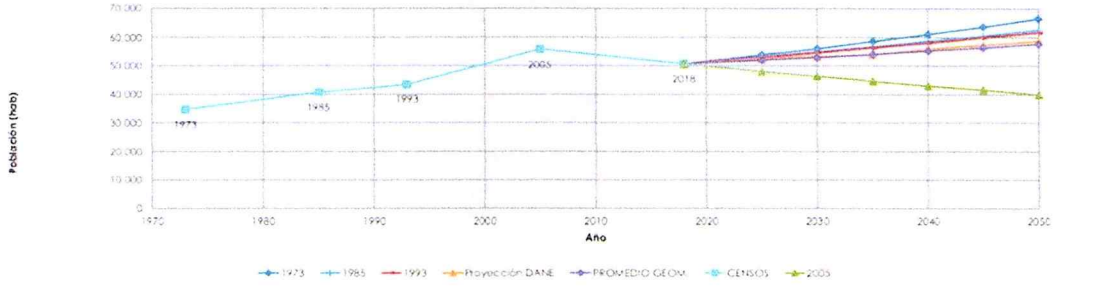
El **Método Geométrico** es útil en poblaciones que muestren una importante actividad económica, que genera un apreciable desarrollo y que poseen importantes areas de expansion las cuales pueden ser dotadas de servicios publicos sin mayores dificultades. La ecuacion que se emplea es:

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

Donde r es la tasa de crecimiento anual en forma decimal y las demás variables se definen igual que para el método ar... ...al se calcula de la siguiente manera:

$$P_t = P_{ts}(1+r)^{T_t - T_{ts}}$$

**RESULTADO GRÁFICO**




Método geométrico de proyección cabecera municipal – Elaborado por Stoa Ingeniería De Avanzada Ltda.

**MÉTODO EXPONENCIAL**

**RESULTADO NUMERICO**

| CENSOS | POBLACION | Ko | 1973 | 1985 | 1993 | 2005 | 2018 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 | 2050 | r2 | Desviación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1973 | 34.681 | 0.013 | 34681 | 40733 | 43422 | 55787 | 50.664 | 54.568 | 56.999 | 59.538 | 62.191 | 64.961 | 67.855 | 0.934 | -7.5% |
| 1985 | 40.733 | 0.008 | 34681 | 40733 | 43422 | 55787 | 50.664 | 57.726 | 60.297 | 62.983 | 65.789 | 68.720 | 71.781 | 0.953 | -2.2% |
| 1993 | 43.422 | 0.021 | 34681 | 40733 | 43422 | 55787 | 50.664 | 57.392 | 59.948 | 62.619 | 65.408 | 68.322 | 71.365 | 0.952 | -2.8% |
| 2005 | 55.787 | -0.007 | 34681 | 40733 | 43422 | 55787 | 50.664 | 66.412 | 69.370 | 72.460 | 75.688 | 79.060 | 82.582 | 0.954 | 12.5% |
| 2018 | 50.664 | | | | | | | | | | | | | | |
| Proyección DANE | | 0.004 | 34681 | 40733 | 43422 | 55787 | 50664 | 52423 | 53296 | 53786 | 54.740 | 55.712 | 56.700 | 0.804 | 22.2% |
| PROMEDIO | | 0.009 | 34681 | 40733 | 43422 | 55787 | 50664 | 59024 | 61654 | 64400 | 67269 | 70266 | 73396 | 0.952 | 0.0% |
| DESVIACION | | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 5124.461 | 5352.739 | 5591.186 | 5840.255 | 6100.419 | 6372.173 | | |

**Método exponencial** la utilizacion de este método requiere conocer por lo menos tres censos para poder determinar el promedio de la tasa de crecimiento de la poblacion. Se recomienda su aplicacion a poblaciones que muestren apreciable desarrollo y poseen abundantes áreas de expansión. La ecuación empleada por este método es la siguiente:

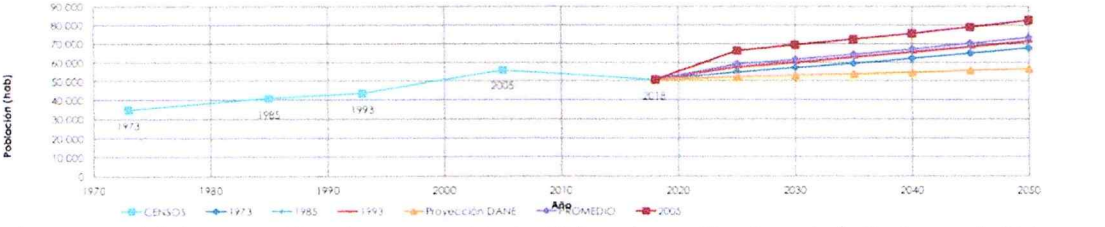
$$P_t = P_{ti} \times e^{k(T_t - T_{ti})}$$

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

$$k = \frac{LnP_{cp} - LnP_{ca}}{T_{cp} - T_{ca}}$$

donde Pcp es la población del censo posterior, Pca es la población del censo anterior, Tcp es el año correspondiente al censo posterior, Tca es el año correspondiente al censo anterior y Ln el logaritmo natural o neperiano.

**RESULTADO GRAFICO**




Método exponencial de proyección cabecera municipal – Elaborado por Stoa Ingeniería De Avanzada Ltda.

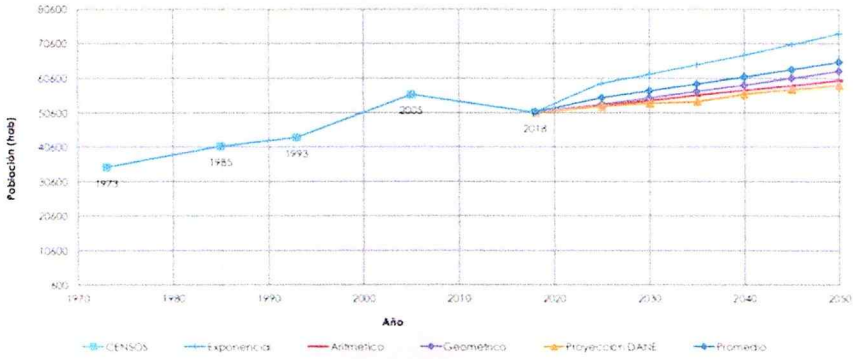
LUIS FERNANDO
LOZANO R.
ARQUITECTO

**METODOS PROYECTADOS**

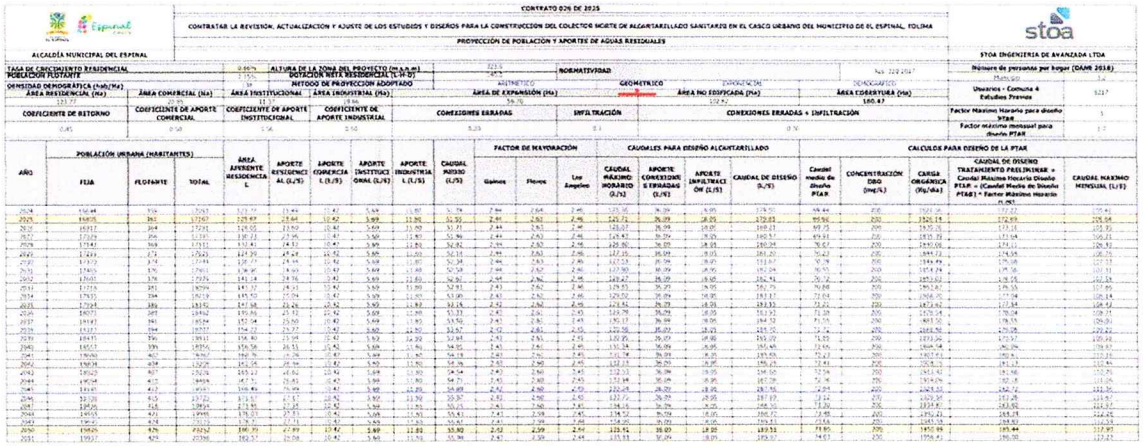
**RESUMEN RESULTADO NUMERICO**

| METODO | Tasa | 1973 | 1985 | 1993 | 2005 | 2018 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 | 2050 | r2 | Desviación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Aritmético | 289.7 | 34681 | 40733 | 43422 | 55787 | 50664 | 52692 | 54340 | 55589 | 57037 | 58485 | 59934 | 0.82095 | 8.2% |
| Geométrico | 0.66% | 34681 | 40733 | 43422 | 55787 | 50664 | 53064 | 54847 | 56691 | 58596 | 60565 | 62601 | 0.90045 | 4.1% |
| Exponencial | 0.009 | 34681 | 40733 | 43422 | 55787 | 50664 | 59024 | 61654 | 64400 | 67269 | 70266 | 73396 | 0.95676 | 12.4% |
| Proyección DANE | 0.46% | 34681 | 40733 | 43422 | 55787 | 50664 | 52423 | 53296 | 53786 | 56019 | 57313 | 58637 | 0.84020 | -10.2% |
| Promedio | | 34681 | 40733 | 43422 | 55787 | 50664 | 54327 | 56880 | 58893 | 60967 | 63105 | 65310 | | |
| DESVIACION | | | | | | | 3553 | 4149 | 4801 | 5513 | 6288 | 7128 | | |

**RESUMEN RESULTADO GRAFICO**




Métodos proyectados



CONTRATO 026 DE 2025

CONTRATAR LA REVISIÓN, ACTUALIZACIÓN Y AJUSTE DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL COLECTOR NORTE DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE EL ESPINAL, TOLIMA

PROYECCIÓN DE POBLACIÓN Y APORTES DE AGUAS RESIDUALES

ALCALDÍA MUNICIPAL DEL ESPINAL

STOA INGENIERIA DE AVANZADA LTDA

| TASA DE CRECIMIENTO RESIDENCIAL | 0.95% | ALTURA DE LA ZONA DEL PROYECTO (m.s.n.m) | 323 | NORMATIVIDAD | RAS 2017 |
|---|---|---|---|---|---|
| POBLACION FLOTANTE | 2.75% | DOTACIÓN NETA RESIDENCIAL (L/H/D) | 125 | | |
| DENSIDAD DEMOGRAFICA (hab/Ha) | 50 | METODO DE PROYECCION ADOPTADO | ARITMETICO | GEOMETRICO | EXPONENCIAL | DEMOGRAFICO |

| ÁREA RESIDENCIAL (Ha) | ÁREA COMERCIAL (Ha) | ÁREA INSTITUCIONAL | ÁREA INDUSTRIAL (Ha) | ÁREA DE EXPANSIÓN (Ha) | ÁREA NO EDIFICADA (Ha) | ÁREA COBERTURA (Ha) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 121.77 | 20.95 | 13.11 | 19.96 | 56.76 | 122.6 | 160.47 |

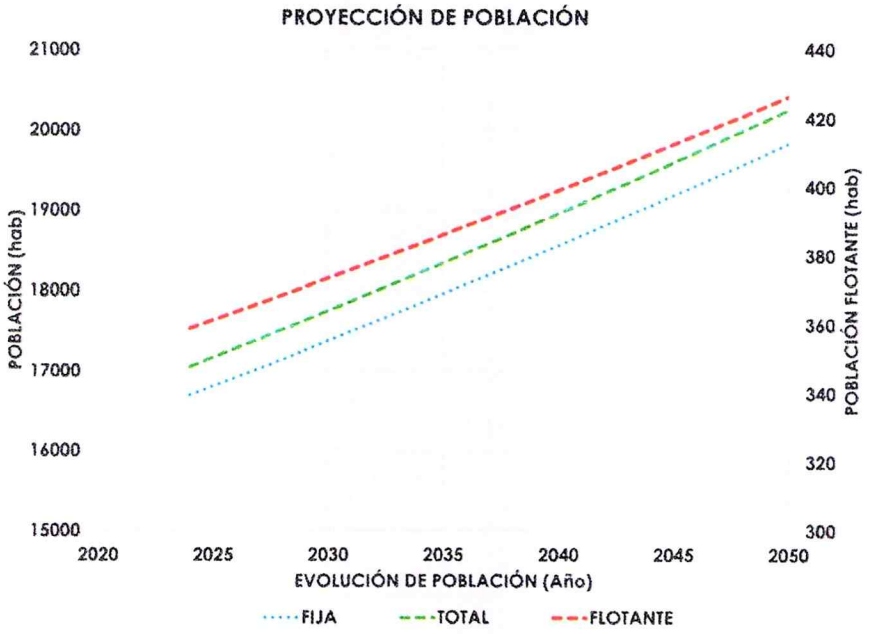
| COEFICIENTE DE RETORNO | COEFICIENTE DE APORTE COMERCIAL | COEFICIENTE DE APORTE INSTITUCIONAL | COEFICIENTE DE APORTE INDUSTRIAL | CONEXIONES ERRADAS | INFILTRACIÓN | CONEXIONES ERRADAS + INFILTRACIÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.85 | 0.10 | 0.06 | 0.09 | 0.25 | 0.1 | 0.35 |

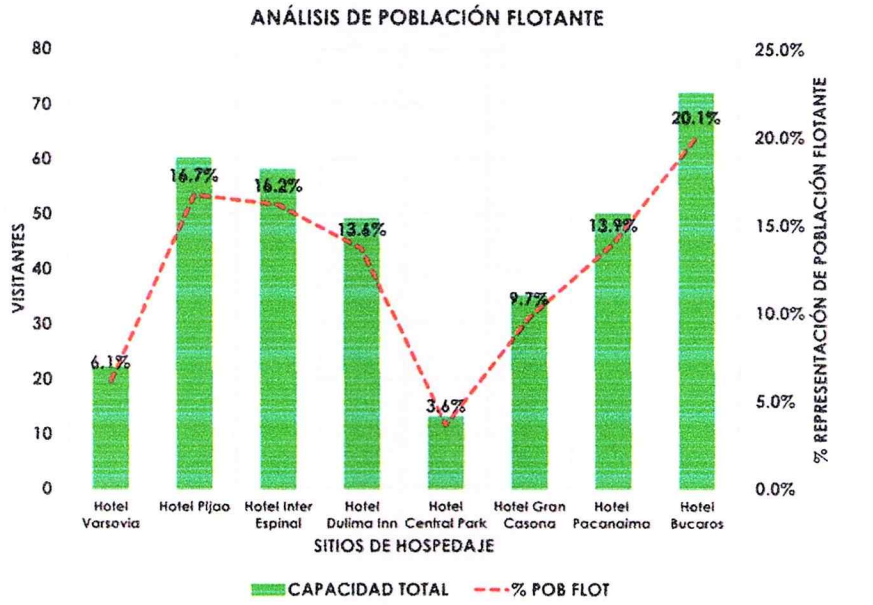
| Usuarios - Comuna 4 Estudios Previos | 1217 |
|---|---|
| Factor Máximo Horario para diseño PTAR | 3 |
| Factor máximo mensual para diseño PTAR | 1.2 |

| AÑO | POBLACIÓN URBANA (HABITANTES) | | | ÁREA APARENTE RESIDENCIAL L | APORTE RESIDENCIAL (L/S) | APORTE COMERCIAL (L/S) | APORTE INSTITUCIONAL (L/S) | APORTE INDUSTRIAL (L/S) | CAUDAL PROMEDIO (L/S) | FACTOR DE MAYORACIÓN | | | CAUDALES PARA DISEÑO ALCANTARILLADO | | | | CALCULOS PARA DISEÑO DE LA PTAR | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | FIJA | FLOTANTE | TOTAL | | | | | | | Gaines | Flores | Los Angeles | CAUDAL MÁXIMO HORARIO (L/s) | APORTE CONEXIONES ERRADAS (L/S) | APORTE INFILTRACIÓN QM (L/S) | CAUDAL DE DISEÑO (L/S) | Caudal medio de diseño PTAR | CONCENTRACIÓN DBO (mg/L) | CARGA ORGÁNICA (Kg/día) | CAUDAL DE DISEÑO TRATAMIENTO PRELIMINAR = Caudal Máximo Horario Diseño PTAR + (Caudal Medio de Diseño PTAR * Factor Máximo Horario (L/S)) | CAUDAL MAXIMO MENSUAL (L/S) |
| 2024 | 16644 | 556 | 17201 | 121.77 | 13.44 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 51.74 | 2.84 | 2.64 | 2.46 | 125.39 | 36.09 | 6.05 | 179.53 | 69.44 | 200 | 1201.66 | 377.23 | 155.44 |
| 2025 | 16805 | 561 | 17367 | 123.47 | 13.64 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 51.99 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 125.71 | 36.09 | 18.05 | 179.85 | 69.56 | 200 | 1204.14 | 378.69 | 155.64 |
| 2026 | 16972 | 564 | 17536 | 124.65 | 13.82 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 52.23 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 126.02 | 36.09 | 18.05 | 180.17 | 69.75 | 200 | 1207.16 | 380.15 | 155.92 |
| 2027 | 17139 | 566 | 17705 | 125.73 | 13.95 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 52.46 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 126.32 | 36.09 | 18.05 | 180.47 | 69.91 | 200 | 1210.19 | 381.64 | 156.21 |
| 2028 | 17307 | 569 | 17876 | 126.81 | 14.07 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 52.70 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 126.62 | 36.09 | 18.05 | 180.77 | 70.07 | 200 | 1213.22 | 383.13 | 156.50 |
| 2029 | 17477 | 572 | 18049 | 127.89 | 14.19 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 52.93 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 126.92 | 36.09 | 18.05 | 181.07 | 70.22 | 200 | 1216.25 | 384.62 | 156.79 |
| 2030 | 17649 | 575 | 18224 | 128.97 | 14.31 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 53.17 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 127.22 | 36.09 | 18.05 | 181.37 | 70.38 | 200 | 1219.28 | 386.11 | 157.08 |
| 2031 | 17824 | 578 | 18402 | 130.05 | 14.43 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 53.40 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 127.52 | 36.09 | 18.05 | 181.67 | 70.54 | 200 | 1222.31 | 387.60 | 157.37 |
| 2032 | 18000 | 581 | 18581 | 131.13 | 14.55 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 53.64 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 127.82 | 36.09 | 18.05 | 181.97 | 70.70 | 200 | 1225.34 | 389.09 | 157.66 |
| 2033 | 18178 | 584 | 18762 | 132.21 | 14.67 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 53.87 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 128.12 | 36.09 | 18.05 | 182.27 | 70.86 | 200 | 1228.37 | 390.58 | 157.95 |
| 2034 | 18358 | 587 | 18945 | 133.29 | 14.79 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 54.11 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 128.42 | 36.09 | 18.05 | 182.57 | 71.02 | 200 | 1231.40 | 392.07 | 158.24 |
| 2035 | 18540 | 590 | 19130 | 134.37 | 14.91 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 54.34 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 128.72 | 36.09 | 18.05 | 182.87 | 71.17 | 200 | 1234.43 | 393.56 | 158.53 |
| 2036 | 18724 | 593 | 19317 | 135.45 | 15.03 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 54.58 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 129.02 | 36.09 | 18.05 | 183.17 | 71.33 | 200 | 1237.46 | 395.05 | 158.82 |
| 2037 | 18910 | 596 | 19506 | 136.53 | 15.15 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 54.81 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 129.32 | 36.09 | 18.05 | 183.47 | 71.49 | 200 | 1240.49 | 396.54 | 159.11 |
| 2038 | 19098 | 599 | 19697 | 137.61 | 15.27 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 55.05 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 129.62 | 36.09 | 18.05 | 183.77 | 71.64 | 200 | 1243.52 | 398.03 | 159.40 |
| 2039 | 19288 | 602 | 19890 | 138.69 | 15.39 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 55.28 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 129.92 | 36.09 | 18.05 | 184.07 | 71.80 | 200 | 1246.55 | 399.52 | 159.69 |
| 2040 | 19480 | 605 | 20085 | 139.77 | 15.51 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 55.52 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 130.22 | 36.09 | 18.05 | 184.37 | 71.96 | 200 | 1249.58 | 401.01 | 159.98 |
| 2041 | 19674 | 608 | 20282 | 140.85 | 15.63 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 55.75 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 130.52 | 36.09 | 18.05 | 184.67 | 72.12 | 200 | 1252.61 | 402.50 | 160.27 |
| 2042 | 19870 | 611 | 20481 | 141.93 | 15.75 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 55.99 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 130.82 | 36.09 | 18.05 | 184.97 | 72.28 | 200 | 1255.64 | 404.00 | 160.56 |
| 2043 | 20068 | 614 | 20682 | 143.01 | 15.87 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 56.22 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 131.12 | 36.09 | 18.05 | 185.27 | 72.44 | 200 | 1258.67 | 405.49 | 160.85 |
| 2044 | 20268 | 617 | 20885 | 144.09 | 15.99 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 56.46 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 131.42 | 36.09 | 18.05 | 185.57 | 72.59 | 200 | 1261.70 | 406.98 | 161.14 |
| 2045 | 20471 | 620 | 21091 | 145.17 | 16.11 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 56.69 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 131.72 | 36.09 | 18.05 | 185.87 | 72.75 | 200 | 1264.73 | 408.47 | 161.43 |
| 2046 | 20675 | 623 | 21298 | 146.25 | 16.23 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 56.93 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 132.02 | 36.09 | 18.05 | 186.17 | 72.91 | 200 | 1267.76 | 409.96 | 161.72 |
| 2047 | 20882 | 626 | 21508 | 147.33 | 16.35 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 57.16 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 132.32 | 36.09 | 18.05 | 186.47 | 73.07 | 200 | 1270.79 | 411.45 | 162.01 |
| 2048 | 21091 | 629 | 21720 | 148.41 | 16.47 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 57.40 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 132.62 | 36.09 | 18.05 | 186.77 | 73.23 | 200 | 1273.82 | 412.94 | 162.30 |
| 2049 | 21303 | 632 | 21935 | 149.49 | 16.59 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 57.63 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 132.92 | 36.09 | 18.05 | 187.07 | 73.38 | 200 | 1276.85 | 414.43 | 162.59 |
| 2050 | 21517 | 635 | 22152 | 150.57 | 16.71 | 10.42 | 5.69 | 11.80 | 57.87 | 2.84 | 2.62 | 2.46 | 133.22 | 36.09 | 18.05 | 187.37 | 73.54 | 200 | 1279.88 | 415.92 | 162.88 |

Proyección de población y aportes de aguas residuales


**Calle 6 No. 7-09 B/San Rafael Cel. 3015006546 Lozrios194@gmail.com**
**Espinal – Tolima**


PROYECCIÓN DE POBLACIÓN
21000
20000
19000
18000
17000
16000
15000
POBLACIÓN (hab)
440
420
400
380
360
340
320
300
POBLACIÓN FLOTANTE (hab)
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050
EVOLUCIÓN DE POBLACIÓN (Año)
FIJA
TOTAL
FLOTANTE

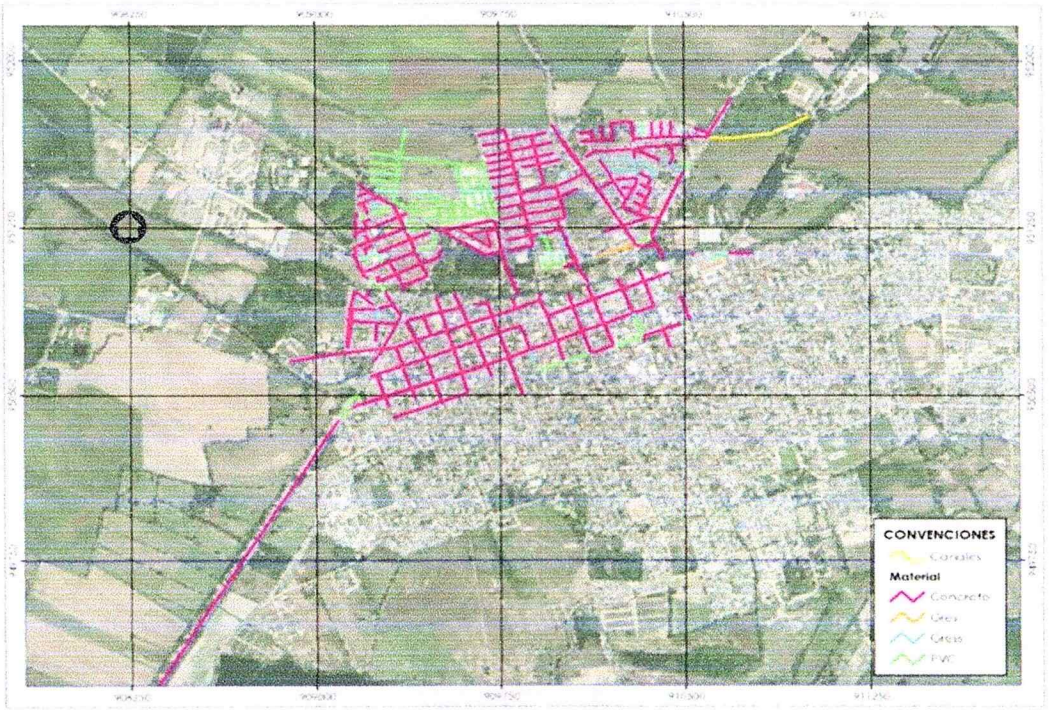

ANÁLISIS DE POBLACIÓN FLOTANTE
80
70
60
50
40
30
20
10
0
VISITANTES
25.0%
20.0%
15.0%
10.0%
5.0%
0.0%
% REPRESENTACIÓN DE POBLACIÓN FLOTANTE
6.1%
16.7%
16.2%
13.6%
3.6%
9.7%
13.9%
20.1%
Hotel Varsovia
Hotel Pijao
Hotel Inter Espinal
Hotel Dulima Inn
Hotel Central Park
Hotel Gran Casona
Hotel Pacanaima
Hotel Bucaros
SITIOS DE HOSPEDAJE
CAPACIDAD TOTAL
% POB FLOT

## 3.2 DIAGNÓSTICO SITUACIONAL Y CATASTRO DE REDES

El diagnóstico de catastro de redes es un proceso integral el cual busca crear y analizar una base de datos geo-referenciada de sistemas de alcantarillado, que permite conocer su ubicación exacta, estado, especificaciones técnicas y operacionales, identificando deficiencias como fugas, obstrucciones o fallas, para así planificar eficientemente mantenimiento, inversiones y operaciones, garantizando un servicio óptimo y seguro.

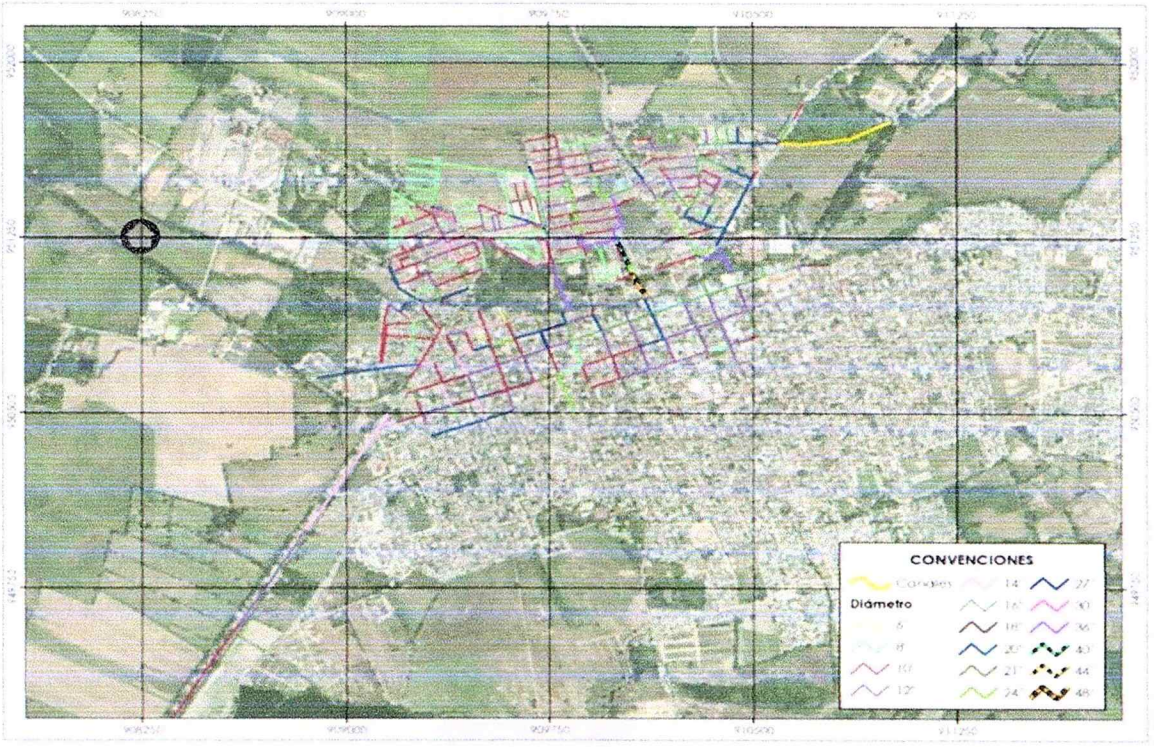
En el CONTRATO DE CONSULTORIA N. 542 DEL 14 DE JULIO DE 2025 CUYO OBJETO ES " CONTRATAR LA REVISION, ACTUALIZACION Y AJUSTE DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION DEL COLECTOR NORTE DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE EL ESPINAL-TOLIMA. Se abordo y realizó un análisis y diagnóstico integral de las alternativas del colector norte presentados por el CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 457-2022. Así mismo se realizó un análisis técnico – económicos de las alternativas presentadas y se realizaron comparaciones específicas con el catastro de redes, suministrado por la empresa de servicios públicos. Por otro lado, se realizaron conclusiones claras correspondientes a los requerimientos para garantizar una futura red funcional que mitigue problemáticas medio-ambientales y garantice un tratamiento adecuado de las aguas residuales del municipio.

Distribución Redes de Alcantarillado por Material




Fuente. Catastro Existente Municipio Espinal Tolima

Distribución Redes de Alcantarillado por Diámetro




Fuente. Catastro Existente Municipio Espinal Tolima

Canal de las Redes de Alcantarillado




Fuente. Stoa Ingeniería de Avanzada Ltda

Reuniones con el fin de analizar la situación actual del proyecto.

El día 17 y 19 de septiembre de 2025, se realizó comité de trabajo en el cual participo la interventoría del contrato No. 542 DEL 14 DE JULIO DE 2025, la supervisión del contrato, personal en representación de las Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de El Espinal ESP e ingenieros de Stoa Limitada Ingeniería de Avanzada. En la cual se identificaron 4 alternativas presentadas por el consultor del contrato No. 542 DEL 14 DE JULIO DE 2025, mismas alternativas que fueron base para el CONTRATO DE CONSULTORIA N. 542 DEL 14 DE JULIO DE 2025 CUYO OBJETO ES " CONTRATAR LA REVISION, ACTUALIZACION Y AJUSTE DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION DEL COLECTOR NORTE DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE EL ESPINAL-TOLIMA.

Reuniones en las cuales se concluyó la necesidad de re definir el trazado de la futura red del colector norte, debido a limitaciones de la ejecución como intervención de la carrera 4 y a la cantidad de pasos elevados, que según lo mencionado el informe del CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 457-2022 no fueron concedidos los permisos correspondientes.

Además de lo anterior, Stoa Limitada Ingeniería de Avanzada realizó recomendaciones, mismas que quedaron plasmadas en el informe de diagnóstico Anexo 1.

## 3.3 ESTUDIO Y LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Para el levantamiento topográfico se realizo la planificación, definiendo objetivos y recursos, para lo cual se efectuó en campo la toma de datos por medio de una estación total Focus 8 plus, marca Spectra. Además se complementó algunos puntos tomados con los equipos BASE SATELITAL HIPER II marca Topcon, y el receptor GNSS (GRS I) marca Topcon, los cuales se encuentran debidamente certificados.

Como producto se entregaron planos, en base a los levantamientos de detalle realizados, del catastro de redes alcantarillado, en el sistema de referencia MAGNA - SIRGAS Bogotá, además de la materialización de puntos de control en campo, para su previa verificación y replanteo según la resolución 1468 de 2021 del IGAC y la resolución 799 de 2021 del MVTC.

De igual manera, se presentó la descripción detallada de los elementos que conforman el sistema de acueducto y alcantarillado del municipio, incluyendo componentes tales como pozos de inspección, sumideros, bajantes, tuberías y vertimientos, entre otros, con el objetivo de disponer de información técnica precisa que respalde las gestiones ante CORTOLIMA y el desarrollo de las fases constructivas del proyecto.



Levantamiento topográfico planta de tratamiento PTAR

Se desarrolló un análisis completo del área de estudio, incluyendo la ejecución de un sobrevuelo con dron para levantamiento fotogramétrico, lo que permitió optimizar tiempos y mejorar la cobertura del terreno.

Como producto se entregaron los siguientes documentos:

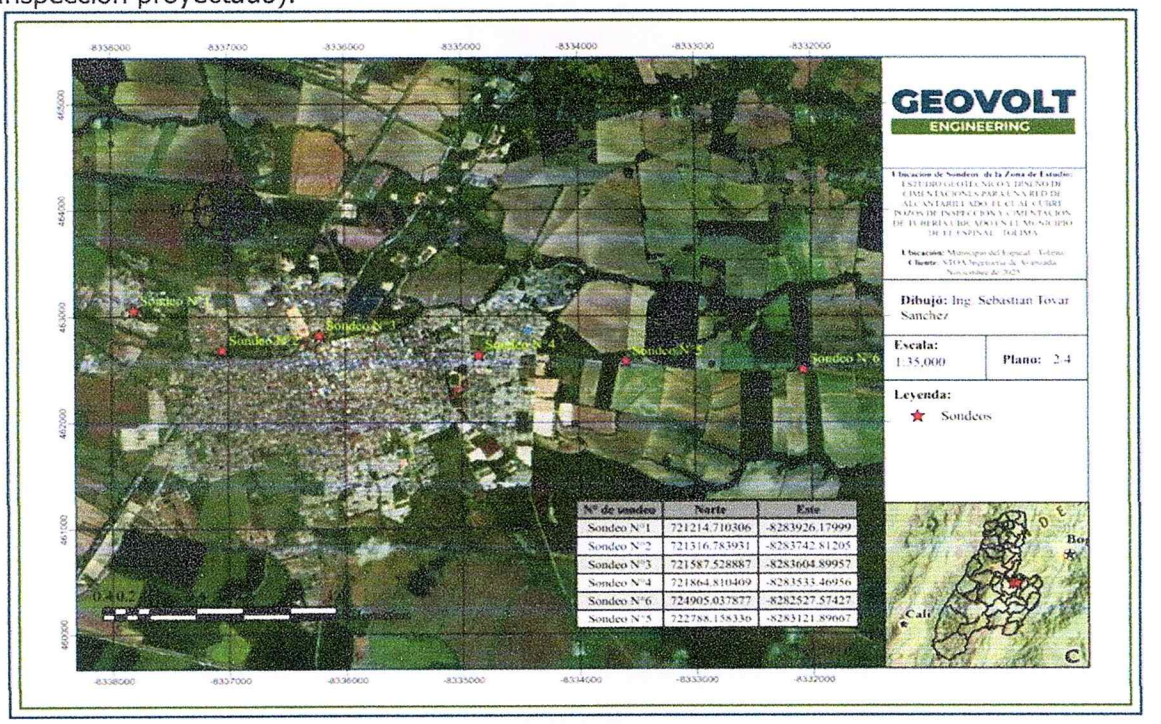
- Plano de localización general.
- Planos de levantamiento topográfico.

## 3.4 ESTUDIO DE SUELOS

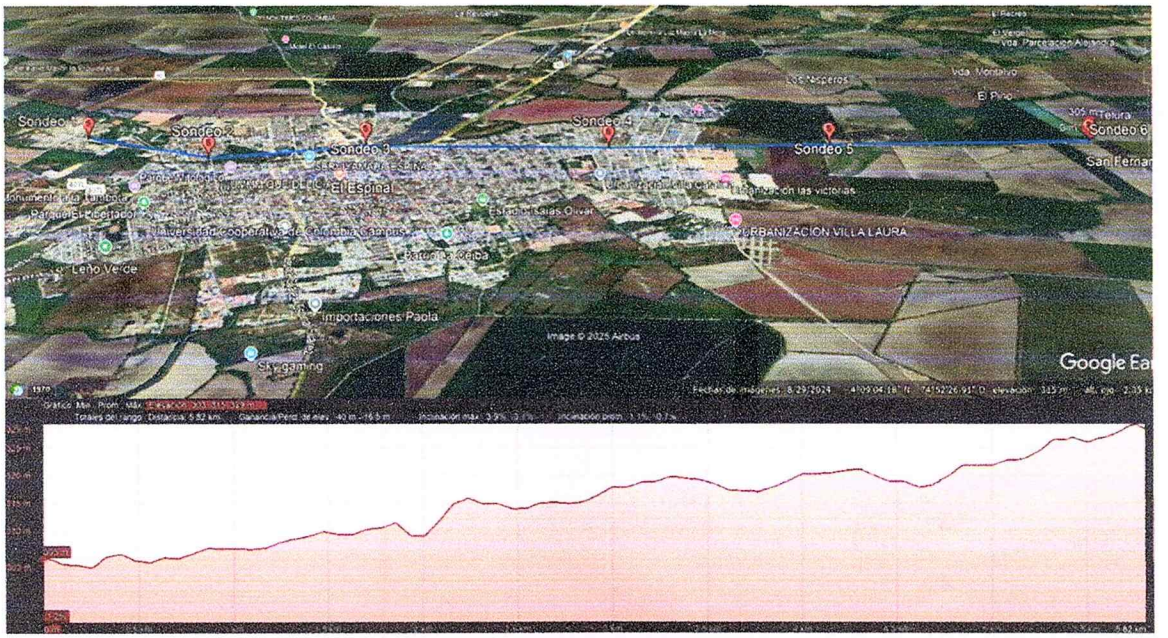
El estudio de suelos se elabora con el fin de conocer las características físicas, químicas y mecánicas de un terreno, lo cual es fundamental para garantizar la seguridad y estabilidad de cualquier construcción (viviendas, edificios, carreteras) o para optimizar la capacidad portante de una estructura, determinando su capacidad de carga, presencia de napas subterráneas y concluir qué tipo de cimientos o mejoramientos serán necesarios con el fin de evitar posibles fallas estructurales.

Para el presente estudio de suelos se llevó a cabo tres etapas las cuales fueron trabajo de campo (reconocimiento, calicatas/sondeos y toma de muestras), análisis de laboratorio (pruebas mecánicas y físicas ) y elaboración de informe presentando los resultados obtenidos.

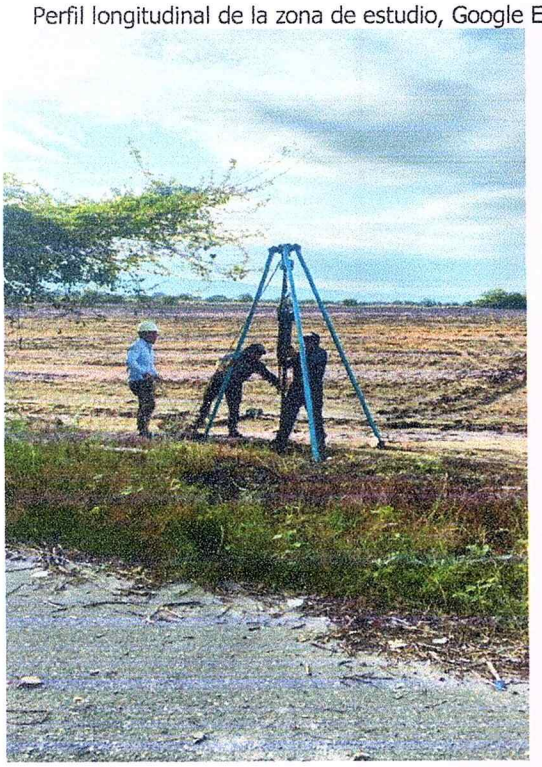
La exploración en campo abarcó la ejecución de tres (6) sondeos con barreo manual, a una profundidad a seis (6) metros bajo la cimentación proyectada, (uno por cada pozo de inspección proyectado).

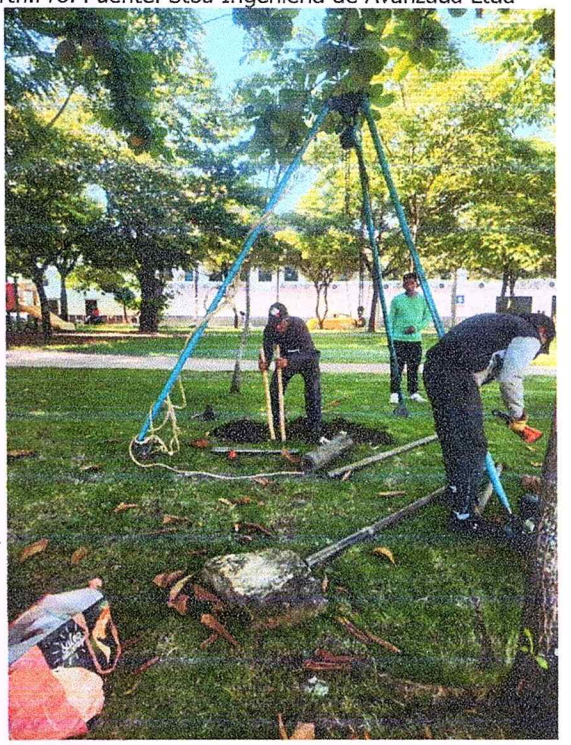



Ubicación de sondeos de exploración. Adaptado de ArcGIS Pro. Fuente. Stoa Ingeniería de Avanzada Ltda




Perfil longitudinal de la zona de estudio, Google Earth.Pro. Fuente. Stoa Ingeniería de Avanzada Ltda





Exploración y toma de muestras por medio de sondeo manual barreno tipo Shelby y SPT

### 3.4.1 Cimentación de estructuras de pozos de inspección.

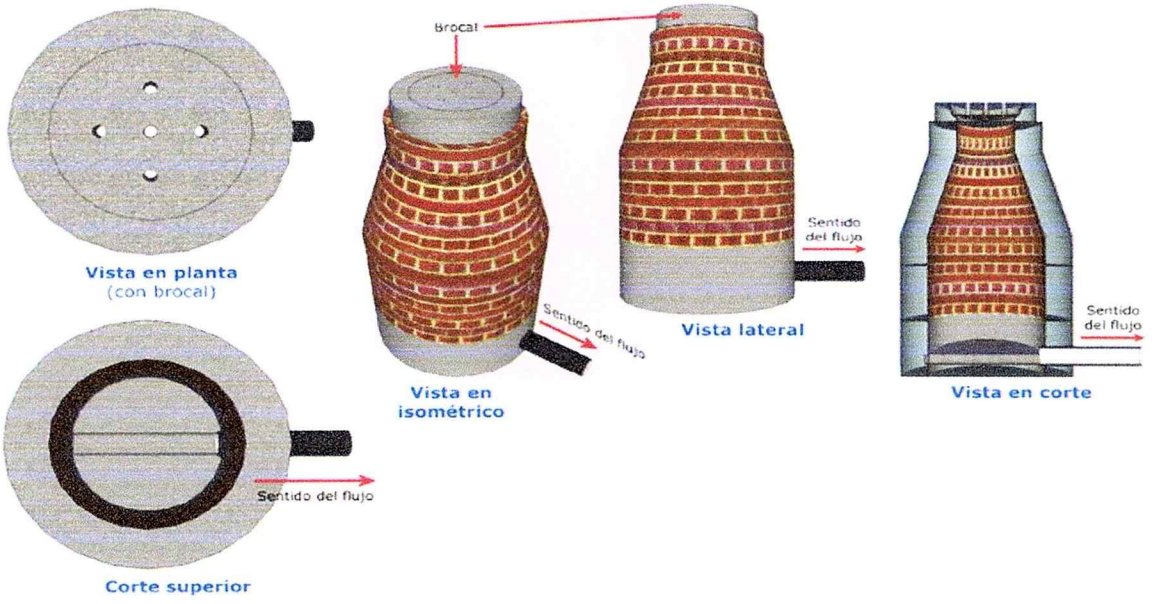
Con el propósito de optimizar la capacidad portante del terreno, minimizar su compresibilidad y limitar los asentamientos diferenciales, se ha diseñado una base de cimentación reforzada específica para los pozos de inspección. Este esquema de mejoramiento consiste en la estabilización de la subrasante mediante la adición de Cal o Cemento, complementada con la interposición de un solado que actuará como capa de aislamiento entre el suelo mejorado y la losa estructural.

### 3.4.2 Cimentación para tubería de drenaje.

El sistema propuesto es una solución que aprovecha las propiedades de los geosintéticos para construir una estructura más estable, duradera y eficiente que permite la separación y el drenaje, garantizando un sistema estable el cual permitirá absorber futuras deformaciones preservando la durabilidad de la tubería instalada.

### 3.5 ESTUDIO ESTRUCTURAL

En el presente informe estructural para pozos de alcantarillado se detalla técnicamente las características, materiales, normas utilizadas, análisis de diseño y planos detallados, garantizando la estabilidad, seguridad e integridad de estas estructuras. Obteniendo como resultado los despieces estructurales que servirán como guía para la construcción de las cámaras de inspección.



Las cámaras de inspección prefabricadas o vaciadas en sitio deben ser instaladas en la red de alcantarillado en los siguientes puntos críticos, cumpliendo una función de acceso y mantenimiento:

- **Inicio de Tramo:** En los arranques o puntos de origen de las tuberías.
- **Cambios de Diseño:** En cualquier cambio de **dirección**, **pendiente** o **diámetro** de la tubería.
- **Conexiones:** En la **unión** de dos o más tuberías.
- **Distancia Máxima:** En tramos rectos, cuando se alcance la distancia máxima permitida entre cámaras (según la normativa vigente).

### 3.5.1 Especificaciones de Construcción Interior y Geometría

Para garantizar la continuidad y eficiencia del flujo dentro de la cámara:

- **Canales de Transición (Cañuelas):**

·Se deben construir sobre la placa de fondo.

·Su propósito es dar continuidad suave al flujo entre la tubería de entrada y la de salida.

·La **sección transversal** debe ser **semicircular**.

·El diseño de la **sección final** (incluyendo la sección de la cañuela y la altura de sus paredes) debe estar determinado por el **diámetro interior de la tubería de salida** de la cámara.

- **Diseño Hidráulico:** La geometría de todos los elementos internos de la cámara (incluyendo los canales) debe obedecer a un **diseño hidráulico** específico para la red.
- **Cilindros:** Los cilindros pueden presentar **alturas variables** para adaptarse al diseño de la red y sus pendientes.

### 3.5.2 Cono de Reducción y Tapa

La presencia del cono de reducción y el soporte de la tapa dependen de la profundidad de la cámara:

| Condición de Profundidad | Elemento Requerido | Elemento Reemplazado |
|---|---|---|
| Profundidad ≥ 1,20 | Cono de reducción (típico). | Anillo o cuello de soporte. |
| Profundidad < 1,20 | Losa de concreto reforzado (en lugar del cono). | Cono de reducción. |

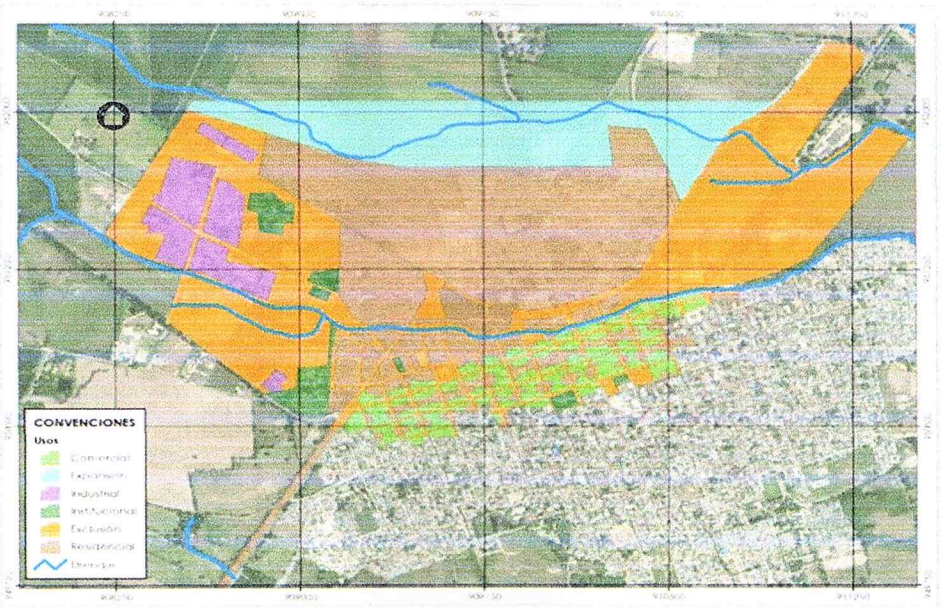
## 3.6 ESTUDIO HIDRAULICO

El presente estudio hidráulico se realizó con el fin de **diseñar y dimensionar correctamente el sistema de alcantarillado de colector norte del municipio de El Espinal**, asegurando la evacuación del agua (pluvial y residual) de manera eficiente, con el fin de prevenir inundaciones y evitar problemas como sedimentación o desbordamientos. Esto garantizará el **funcionamiento seguro y eficiente** de la infraestructura a lo largo del tiempo.

**El diseño hidráulico es de carácter obligatorio** en la construcción de sistemas de alcantarillado, dado que está estipulado dentro del marco legal y normativo vigente. Específicamente, este requisito se fundamenta en el **Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS)**, conforme a la **Resolución 0330 de 2017**, incluyendo sus posteriores modificaciones emitidas por las **Resoluciones 0799 de 2021 y 0908 de 2021**.

El diseño presentado es el resultado de un análisis integral que consideró factores **hidrológicos** y **económicos** de la zona de estudio. Adicionalmente, se tuvieron en cuenta los **objetivos de desarrollo y operativos**, la clara definición de sus **componentes físicos e institucionales**, la estimación de **costos** y la **ejecución**, así como la anticipación de posibles desafíos en las esferas **constructiva, legal, administrativa o institucional**.

Esquema del uso del suelo en el municipio de El Espinal

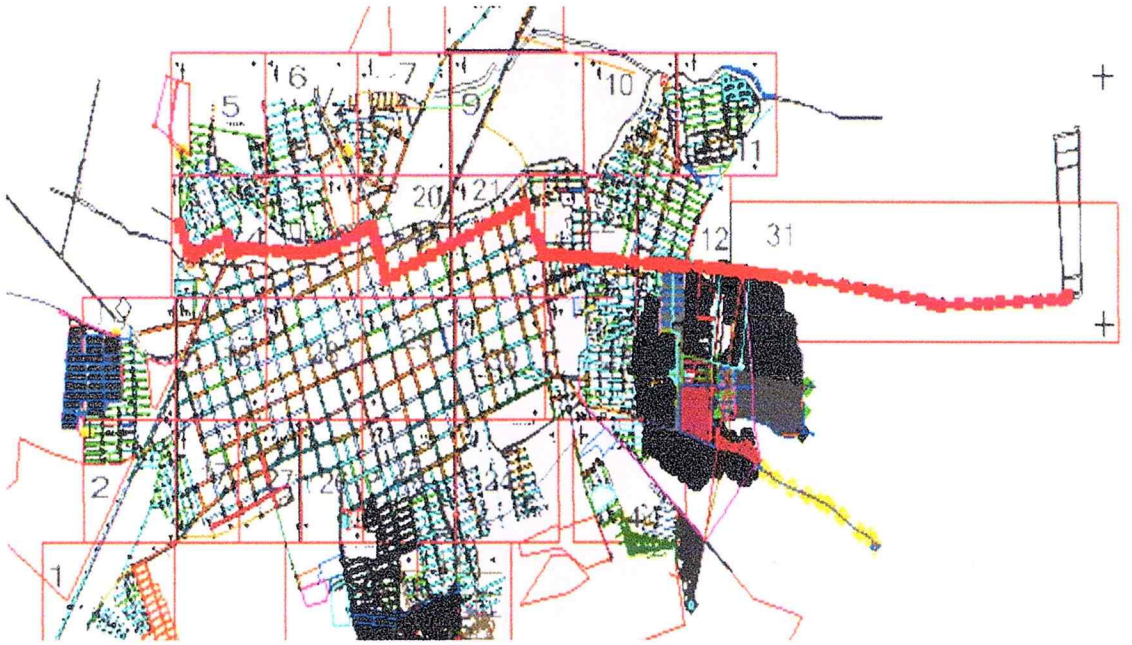



Fuente. Stoa Ingenieria de Avanzada Ltda

El diseño de la línea de alcantarillado se ejecutó conforme a las modificaciones establecidas en la **Resolución 0799 de 2021**, asegurando el cumplimiento de la normativa vigente. Este diseño incorpora tuberías con diámetros proyectados de 16 pulgadas, 20 pulgadas, 24 pulgadas.

El sistema ha sido diseñado para operar a **flujo libre** (gravedad), garantizando que las **velocidades de flujo** se mantengan dentro de los rangos permisibles mínimos y máximos establecidos por la normatividad (para evitar sedimentación y abrasión, respectivamente).

A continuación, se presenta la modelación realizada.

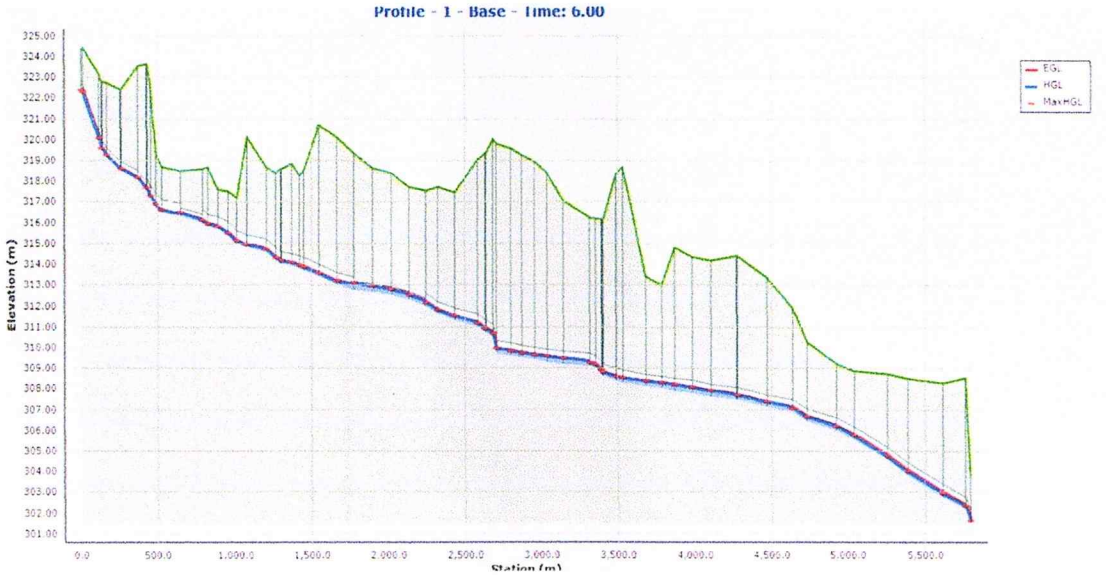



Fuente: Consultor STOA ingeniería de avanzada




Fuente: Google maps

Perfil hidráulico obtenido.




Fuente: Consultor STOA ingeniería de avanzada

### 3.6.1 Marco Normativo

El diseño hidráulico para la construcción del colector norte en el municipio de El Espinal, fue desarrollado en estricto cumplimiento del marco legal y técnico colombiano, incluyendo:

- **Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS):** En particular, la **Resolución 0330 de 2017** y las modificaciones introducidas por la **Resolución 0799 de 2021** (Anexo 2, Artículo 135) y la **Resolución 0661 de 2019**.

- **Ley 142 de 1994:** Ley general de servicios públicos domiciliarios.

### 3.6.2 Cumplimiento de Criterios Hidráulicos

Los resultados del diseño demuestran un cumplimiento total de los requisitos técnicos esenciales:

- **Velocidad y Autolimpieza:** El **100% de la tubería** cumple con la velocidad mínima estipulada en la Resolución 0799 de 2021, garantizando así los **criterios de autolimpieza** para prevenir la sedimentación.
- **Profundidad Mínima de Instalación:** Se acata lo dispuesto en el **Artículo 139** de la Resolución 0330 de 2017 ("Profundidad de instalación de la tubería en alcantarillados"), por lo que la profundidad mínima de los pozos proyectados es superior a la mínima normativa.

### 3.6.3 Especificaciones de Pozos de Inspección

Basado en el diseño y los diámetros de las tuberías conectadas, se determina la geometría mínima de los pozos a construir:

- **Área Mínima Requerida:** 1,50 m2
- **Diámetro Equivalente:** 1,50 m2

## CONCLUSIONES

- La alternativa de solución más viable, es la alternativa analizada y presentada en el diseño final como producto del **CONTRATO DE CONSULTORIA N. 542 DEL 14 DE JULIO DE 2025 CUYO OBJETO ES " CONTRATAR LA REVISION, ACTUALIZACION Y AJUSTE DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION DEL COLECTOR NORTE DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE EL ESPINAL-TOLIMA**, la cual corresponde a un trazado de 3.303,92 ml.

- El sistema de alcantarillado está conformado por una longitud total de 143,394 metros de red, conformada por tubería PVC, Gres y concreto, y 1,768 cámaras de inspección. En el sector norte de este sistema, se identifican dieciséis (16) vertimientos que descargan directamente a la quebrada El Espinal y un importante caudal del Distrito de Riego USOCOELLO. El sistema de tratamiento de aguas residuales corresponde a un sistema de lagunas en serie conformado por: Una (1) Laguna Anaerobia, Una (1) Laguna Facultativa y Dos (2) Lagunas de Maduración; además cuenta con un sistema de pretratamiento conformado por: Dos (2) rejillas (una de gruesos y otra de finos) en hierro galvanizado, Dos (2) desarenadores y Dos (2) compuertas de control.

- De acuerdo con el análisis desarrollado por la consultoría, las áreas que se encuentran dentro del perímetro sanitario del colector norte se distribuyen de la siguiente forma:

| USO | AREA (Ha) | AREA ($km^2$) |
|---|---|---|
| Residencial | 126.95 | 1.27 |
| Comercial | 20.85 | 0.21 |
| Institucional | 8.32 | 0.08 |
| Industrial | 19.66 | 0.20 |
| Recreacional | 25.07 | 0.25 |
| Expansión | 56.70 | 0.57 |
| Exclusión | 77.38 | 0.77 |
| **TOTAL** | **334.93** | **3.35** |

- El método de proyección que más se ajusta a la dinámica poblacional del área de estudio corresponde al método geométrico con una tasa de crecimiento del 0.66%, obteniendo una total de 20,252 habitantes para el año 2048, quienes aportarán un caudal de aguas residuales domésticas de 27.89 L/s.

**LUIS FERNANDO LOZANO RÍOS**
INTRVENTOR