

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

**FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE
ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL
CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA**

PRODUCTO 1. ESTUDIOS PRELIMINARES



CONSULTOR



T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.
CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 619 DE 2023

ALCALDE
GERMAN RICARDO CAMACHO BARRERA

INTERVENTOR
ANDRES FELIPE RUIZ PIDACHE

JUNIO
2024

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

CONTROL DE CAMBIOS

Fecha	Versión	Revisado por:	Aprobado por:
15/06//2024	02	ANDRES FELIPE RUIZ	INTERVENTOR
Firma:			

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			 T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	7
2. JUSTIFICACIÓN	8
3. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	9
4. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	10
4.1 DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO	10
4.2 DIAGNOSTICO FÍSICO.....	12
4.2.1. ESTRATIGRAFÍA.....	12
4.2.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	13
4.2.3. GEOMORFOLOGÍA.....	14
4.2.4. HIDROGEOLOGÍA.....	18
4.3 PRECIPITACIÓN	19
5. DIAGNÓSTICO DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO	21
5.1 FUENTE RECEPTORA (VERTIMIENTOS)	22
5.2 GESTIÓN DEL RIESGO.....	24
6. ESTUDIO DE POBLACIÓN Y DEMANDA	28
6.1. PROYECCIÓN POBLACIÓN	28
6.2 CÁLCULO DE POBLACIÓN.....	28
6.3 CENSOS DANE.....	29
6.4 INFORMACIÓN SISBÉN.....	30
6.4.1. Información Puntos Vendidos.....	31
6.5 INFORMACIÓN PUEAA.....	33
6.6 COMPARACIÓN CON PROYECCIÓN POBLACIÓN DANE	33

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

6.7 HABITANTES POR VIVIENDA	35
6.8 POBLACIÓN FLOTANTE	36
6.9. POBLACIÓN ACTUAL.....	37
6.10 MÉTODOS DE CÁLCULO PARA LAS PROYECCIONES DE POBLACIÓN	38
6.10.1 Método aritmético.....	38
6.10.2 Método Geométrico	39
6.10.3 Método Exponencial	40
6.11 MÉTODO DE PROYECCIÓN SELECCIONADO	41
6.12 CAUDALES CONSUMO DE AGUA.....	42
6.12.1 DEMANDA MEDIA DIARIA (Qmd)	42
6.12.2 DEMANDA MÁXIMA DIARIA (QMD).....	45
6.12.3 DEMANDA MÁXIMA HORARIA (QMH)	46
6.13 CAUDALES AGUA RESIDUAL.....	48
6.14 CAUDAL PLUVIAL	50
6.14.1 CURVAS DE INTENSIDAD DURACIÓN FRECUENCIA (IDF)	54
6.14.2 HIETOGRAMA DE DISEÑO	56
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización corregimiento de Palermo.....	9
Figura 2. Cantidad de estudiante I.E. Técnica Agropecuaria de Palermo	11
Figura 3. Unidades Geológicas para Ingeniería presentes en el área de Palermo y ubicación de los apiques realizados	18
Figura 4. Estado de algunas de las redes de alcantarillado del corregimiento de Palermo	21
Figura 5. Revisión y caracterización de pozos del corregimiento de Palermo	22
Figura 6. Vertimientos del corregimiento de Palermo	23
Figura 7. Mapa de zonificación final de amenaza por movimientos en masa del área del corregimiento de Palermo.	25
Figura 8. Amenaza por avenidas torrenciales en Centro Poblado Palermo	26
Figura 9. Áreas con condición de amenaza por movimientos en masa para el centro poblado Palermo.....	27
Figura 10. Proyección de población para Paipa, según censos del DANE	34
Figura 11. Personas por hogar Paipa.	36
Figura 12. Estaciones meteorológicas cercanas al proyecto	51
Figura 13. Listado de Estaciones meteorológicas cercanas al proyecto	52
Figura 14. Curvas IDF – Estación PALERMO	55
Figura 15. Hietograma de diseño T= 5 años	56
Figura 16. Hietograma de diseño T= 10 años	56
Figura 17. Hietograma de diseño T= 50 años	56

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estación Meteorológicas para el corregimiento de Palermo.....	19
Tabla 2. Relación de redes de alcantarillado del corregimiento de Palermo.....	21
Tabla 3. Relación de pozos de alcantarillado del corregimiento de Palermo	22
Tabla 4. Coordenadas de los vertimientos del corregimiento de Palermo.	22
Tabla 5. Eventos históricos reportados para el centro poblado Palermo	24
Tabla 6. Tasas de crecimiento DANE.....	30
Tabla 7. Información del Sisbén Palermo Centro.....	30
Tabla 8. Tasas de crecimiento SISBÉN.....	31
Tabla 9. Tasas de crecimiento Venta de puntos	33
Tabla 10. Tasa de crecimiento corregimiento Palermo - PUEAA	33
Tabla 11. Cálculo tasa crecimiento según proyecciones DANE	35
Tabla 12. Cálculo población flotante	36
Tabla 13. Datos de entrada para proyección de población.....	37
Tabla 14. Habitantes actuales.....	37
Tabla 15. Métodos de cálculo recomendados	38
Tabla 16. Proyección de población métodos Aritmético, Geométrico y Exponencial	41
Tabla 17. Demanda media de agua (Qmd) (25 años).....	43
Tabla 18. Coeficientes de consumo diario (k1), según el nivel de complejidad	45
Tabla 19. Coeficiente de consumo máximo horario (K2)	46
Tabla 20. Demanda máxima horario QMH (25 años).....	47
Tabla 21. Resumen Caudales año 2024 hasta 2049 – Alcantarillado Palermo	47
Tabla 22. Resumen Caudales alcantarillado proyectado año 2049.....	47
Tabla 23. Áreas determinadas para el diseño del alcantarillado	48
Tabla 24. Cálculo de caudales de diseño para alcantarillado.	49
Tabla 25. Información de la estación pluviométrica PALERMO [24010870]	53
Tabla 26. Curvas IDF – Estación PALERMO	55

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			 T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

1. INTRODUCCIÓN

La actualización y diseño del Alcantarillado del corregimiento de Palermo, requiere la realización de los estudios básicos, entre los cuales se encuentra la recopilación de la información de estudios y diagnóstico de la situación actual y las proyecciones de las demandas del servicio de alcantarillado.

Dado lo anterior, la primera fase del estudio se dedicará a la recopilación, complementación y análisis de toda la información básica referente a las diferentes áreas de trabajo, de tal manera que se pueda lograr una visión clara de la situación actual de la infraestructura del alcantarillado, recopilar y complementar el diagnóstico de la situación actual en dicha infraestructura y establecer las bases de proyección para el futuro.

El presente documento contiene la información recopilada del centro poblado Palermo del municipio de Paipa y la obtenida en campo referente al servicio de Alcantarillado, por medio del reconocimiento de las condiciones actuales del servicio del sector urbano del centro poblado, así como de las características naturales de la zona para su posterior análisis de cada componente físico que beneficia a los usuarios del sector urbano.

Es así que se hace necesario realizar el diagnóstico, de tal manera que permita identificar las acciones a realizar para su optimización, que la misma de respuesta a la solicitud del reglamento técnico de agua potable (RAS), para garantizar su vida útil y seguridad para la prestación del servicio de alcantarillado de sus habitantes.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

2. JUSTIFICACIÓN

En Colombia, al ser un país que presenta una problemática sísmica como los terremotos ocurridos en la ciudad de Popayán en 1983 y el que afectó al eje cafetero en 1999, se tiene reglamentado el diseño y construcción de las estructuras con mayores niveles de seguridad, con el fin de minimizar las víctimas humanas que se presentan durante los sismos, que en su gran mayoría están asociadas con problemas en las construcciones.

Por tanto, es importante analizar cada uno de los factores de riesgo que puedan afectar la ejecución de las obras derivadas de los estudios y diseños del presente proyecto, teniendo en cuenta la evaluación del comportamiento sísmico, el diseño de la intervención, reparación y refuerzo de estructuras existentes, entre otros, así como realizar la respectiva proyección de población, teniendo en cuenta la población actual y proyectada a 25 años, incluyendo la población flotante la cual al ser un municipio caracterizado por el turismo, juega un papel importante.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

3. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra ubicado en el corregimiento de Palermo en el municipio de Paipa, a continuación, se muestra su área de influencia.

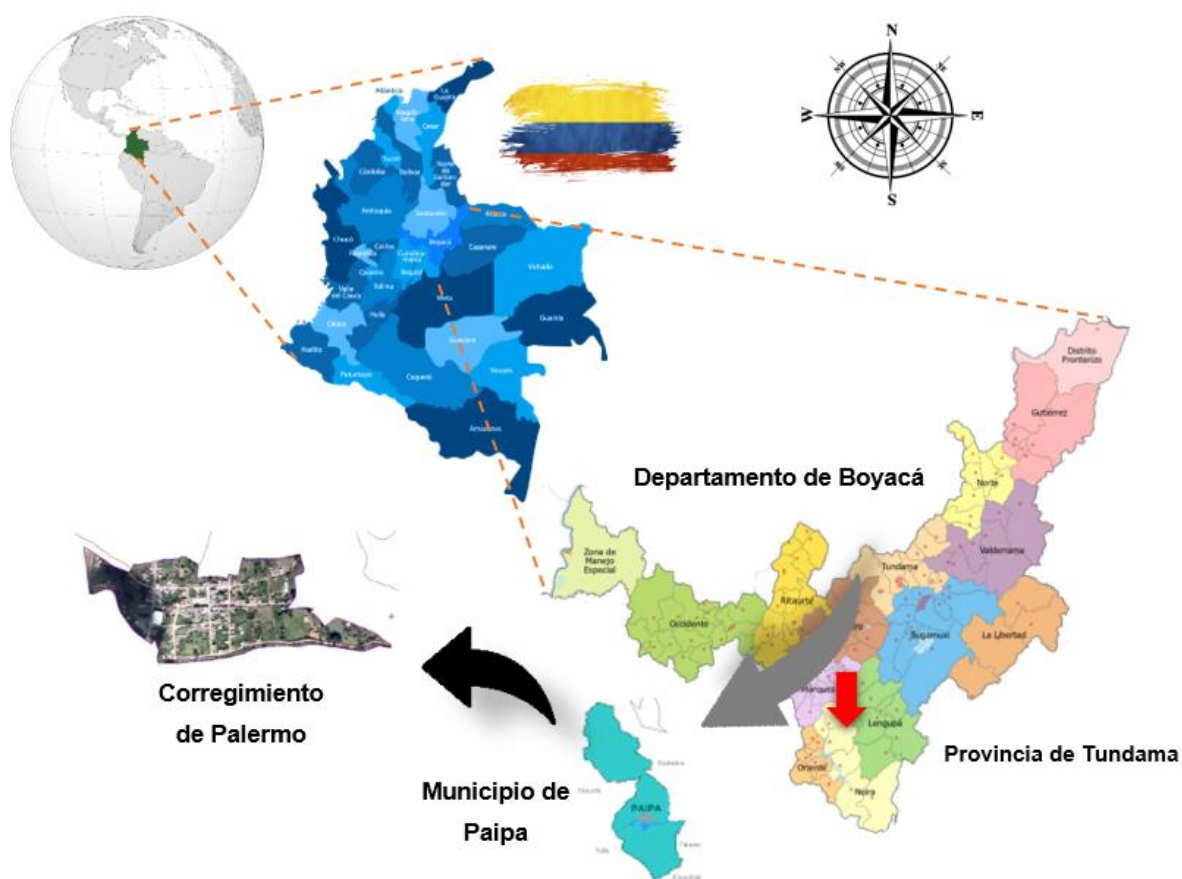


Figura 1. Localización corregimiento de Palermo
Fuente: Equipo consultor, junio 2024

El corregimiento de Palermo está ubicado a 32 km de la cabecera municipal de Paipa. Su cabecera municipal se encuentra en las coordenadas 4978695.977 E y 2209713.396 N, a una elevación promedio de 2245 msnm. Presenta una temperatura promedio de 16°C., con una precipitación media anual: 23.78 mm, abarca una extensión aproximada de 167 hectáreas.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			 T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

4. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

4.1 DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO

El corregimiento de Palermo, corresponde al 40% del territorio municipal y allí se encuentra el 13.2% del total de la población, en la parte sur del municipio, ocupa el 28% del territorio y es habitada por el 53% del total de la población. El corregimiento de Palermo es una zona la cual gira en torno a la agricultura y ganadería. Los tipos de utilización de tierra identificados según el plan de ordenamiento territorial son:

- Asentamientos humanos: corresponden al desplazamiento e instalación de viviendas rurales, centros poblados o zonas urbanas.
- Agricultura bajo riego: Corresponde a la producción de alimentos y materia prima de origen vegetal, utilizando maquinaria y sistemas de riego
- Agricultura Semimecanizada: Aprovechamiento de las tierras para la producción de alimento de origen vegetal sin el uso parcial de maquinaria.
- Agricultura Tradicional: Aprovechamiento de las tierras para la producción de alimentos de origen vegetal, utilizando la tecnología tradicional en todas las etapas del cultivo.
- Pastoreo Semi-intensivo: ganadería basada en el aprovechamiento de una menor superficie de la unidad productiva, utilizando técnicas en manejo de pastos, adaptación de especies forrajeras, rotación e introducción de razas productivas especialmente el Holstein para leche y derivados.

En el corregimiento de Palermo se caracterizan por la calidad de frutas, además de quesos y artesanías, así mismo, el ganado de sacrificio que es enviado al municipio de Paipa, procede del corregimiento, dado que estas son la base fundamental de su economía.

En cuanto al acceso a la educación, por la distancia del corregimiento de Palermo al casco urbano de Paipa, cuenta con la Institución Educativa Técnica de Palermo, en donde tienen acceso hasta la educación media, como se observa en el reporte del Sistema Integrado de Matricula SIMAT, del presente año, donde se cuentan con 105 estudiantes en la Institución del casco urbano del corregimiento de Palermo.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

SECRETARIA DE EDUCACION DE BOYACA

CONSOLIDADO DE MATRICULA OFICIAL POR MUNICIPIO, INSTITUCION, SEDE Y GRADO - AÑO 2023

FUENTE: Sistema Integrado de Matricula SIMAT - Anexo 6A

MUNICIPIO	DANE	INSTITUCION	SEDE	ZONA	1 - Preescolar			2 - Primaria							3 - Secundaria					4 - Media					Total general	REGULAR
					-1	0	TOT	1	2	3	4	5	TOT	6	7	8	9	TOT	10	11	12	13	TOT			
PALERMO	4155160004101	I.E. TECNICA AGROPECUARIA DE	I.E. TECNICA AGROPECUARIA DE PALERMO -	RURAL		2	2		2	2	1	2	7	19	22	11	15	67	17	12			29	105	105	
Total PALERMO COLEGIOS URBANOS						2	2	0	2	2	1	2	7	19	22	11	15	67	17	12	0	0	29	105	105	

Figura 2. Cantidad de estudiante I.E. Técnica Agropecuaria de Palermo
Fuente: Sistema Integrado de Matricula SIMAT, 2023

De igual manera cuenta con una biblioteca pública, como lugar de consulta y acceso a internet para la comunidad del corregimiento, en donde oscila la permanencia de 5 usuarios por día aproximadamente.

Para la atención en salud, el corregimiento de Palermo, presta los servicios de primeros auxilios, medicina general, odontología (prevención y extracción); cuenta permanentemente con dos enfermeras, una persona a cargo de la ambulancia y un auxiliar administrativo. De manera rotativa se encuentra un médico y una odontóloga que hacen las jornadas de atención una vez al mes.

En el corregimiento de Palermo cuentan con las instalaciones del Centro de Protección al Adulto Mayor, en donde actualmente laboran dos enfermeras, una ecónoma y una auxiliar al servicio de diez adultos mayores, actualmente.

En el corregimiento, cuentan con un edificio administrativo, donde la persona a cargo es el corregidor y cuenta con el apoyo de una auxiliar administrativa, así mismo se tiene la oficina de cultura y la oficina de agricultura; por otro lado, la junta administradora local cuenta con la sede en donde se reúnen para llevar a cabo las sesiones del concejo de Palermo.

En temas religiosos, se cuenta con la Parroquia Sagrado Corazón de Jesús, en donde se congrega la comunidad del corregimiento, y en fechas específicas como semana Santa y Fin de año, es visitada por un gran número de turistas.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

No existen, dentro del área geográfica del corregimiento, comunidades indígenas o de cualquier otra condición; la población es homogénea en todo el territorio, compuesta por campesinos dedicados a las labores del campo, no existen comunidades claramente diferenciables en costumbres y credos, aunque si existe una leve caracterización de los habitantes, por ejemplo, tienen algunos elementos que los hacen parecidos a las personas de Santander, quizá por la proximidad al municipio de Gámbita o Charalá en Santander o por el clima, con promedio de 18 °C, pero no es algo predominante ni radical. Puede decirse que, a pesar de su cercanía, siguen manteniendo una estrecha identidad con el paipano común, además dentro de esta comunidad existe un claro sentido de pertenencia por su territorio geográfico.

4.2 DIAGNOSTICO FÍSICO

El área del Municipio de Paipa se localiza en la Cordillera Oriental de Colombia, y se caracteriza por presentar rocas sedimentarias de origen marino y continental, y la presencia de algunos cuerpos ígneos intrusivos. La edad de las rocas estratificadas presentes varía entre el Triásico y el Terciario Superior; otros depósitos sedimentarios recientes pertenecen al período Cuaternario.

La Falla de Boyacá, accidente tectónico regional marca la división de dos conjuntos de facies sedimentarias y rasgos morfoestructurales característicos; la región al Norte de la falla, con presencia de depósitos Jura-Triásicos y Cretáceos marinos de amplios pliegues, y otra región hacia el Sur de la misma falla, caracterizada por la presencia de sedimentos Terciarios continentales, sedimentos marinos del Cretáceo superior y la presencia de cuerpos ígneos volcánicos andesíticos. A continuación, se expone la estratigrafía mencionada por el PBOT del municipio de Paipa, descrita de más antiguas a más jóvenes.

4.2.1. ESTRATIGRAFÍA

- **Formación Palermo (TrJp):** La Formación Palermo está constituida por conglomerados, shales negros y areniscas de grano fino a medio de colores rojizos, verdes y violáceos. Según Langenheim. (en Renzoni, 1981), se correlaciona con la Formación Girón, y posiblemente pertenece a sedimentación del Mesozoico.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

La Formación Palermo posee su columna tipo en el **Corregimiento de Palermo**, distribuyéndose ampliamente en una zona vecina al Río Chontales y constituyendo el núcleo erosionado del Anticlinal de Arcabuco. Su espesor se estima en 530 metros.

- **Formación Montebel (Jim):** La Formación Montebel, de edad Jurásica, se distribuye ampliamente al Norte del Municipio de Paipa, y en la **vecindad del Corregimiento de Palermo**. Está constituida por shales negros, limolitas cafés a rojizas e intercalaciones de areniscas arcillosas y feldespáticas de colores grises, rojizo y verdosas. Su espesor en la región ha sido estimado en cerca de 400 metros.
- **Formación La Rusia (Jru):** La Formación La Rusia, está constituida por intercalaciones de areniscas rojizas y blancas finas, areniscas conglomeráticas, y limolitas rojizas a verdes. Se calcula un espesor de 344 metros en la sección aflorante entre **Palermo** y Paipa. Su edad según Langenheim es Jurásica, post Liásico Superior.
- **Formación Arcabuco (Jar):** La Formación Arcabuco, de ambiente de postación continental, está constituida por areniscas cuarzosas blancas e intercalaciones de shales rojizos. Su espesor en la zona de estudio se estima en aproximadamente 520 metros. Se presentan buenos afloramientos en la **carretera Paipa- Palermo**. Su edad estimada es del Jurásico Superior.

4.2.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La región de Paipa está caracterizada por dos provincias morfoestructurales contrastantes. Hacia el Norte de la Falla de Boyacá se destaca un bloque tectónico levantado en el cual se identifica el Sinclinal de Los Medios, y el Anticlinal de Arcabuco. Hacia el Sur de la Falla de Boyacá se observa un bloque tectónico deprimido de paisaje ondulado, correspondiente al llamado Bajo Estructural o Depresión del Río Chicamocha. Mientras en el bloque norte se presentan estructuras plegadas amplias y básicamente constituidas por rocas del Jurásico y Triásico, en el bloque sur, es decir la Depresión del Chicamocha, son notorios los plegamientos cortos y estrechos, y estructuras plegadas volcadas por acción de gravedad.

- **Falla de Boyacá:** La Falla de Boyacá es una falla fundamental de carácter regional, de tipo inverso, convergencia al NW y sobresale como un lineamiento de tendencia N45E. La falla

Avenida Norte No. 47 A – 40 Local 129 – Centro Comercial Centro Norte

Tunja – Boyacá.

Celular. 310 560 22 79 – 313 316 07 01

tyingenieriam@gmail.com

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

afecta sedimentos antiguos Juratriásicos y rocas Cretácicas, y constituye una barrera natural que delimitó la sedimentación del Terciario en la Depresión del Río Chicamocha.

La Falla de Boyacá posee un trazo nítido en las fotografías aéreas, y presenta numerosas expresiones geomórficas y evidencias geológicas que confirman este accidente tectónico. Escarpes degradados de falla y un intenso brechamiento son comunes. En el sector de Paipa no se hallaron evidencias claras de actividad neotectónica, pero algunos indicios geomórficos sugieren actividad durante el Cuaternario.

- **Falla El Curial:** La falla El Curial se localiza al Sur del **Corregimiento de Palermo**, y presenta una tendencia N100 E. Brechas, escarpes de falla y dislocaciones en estratos constituyen evidencias de la falla, la cual está asociada a otros lineamientos de similar tendencia que podrían constituir la extensión de la misma. Toda esta zona asociando la falla y otros lineamientos se ha denominado como la **Zona de Fracturamiento de Palermo**. Reviste gran importancia desde el punto de vista de la presencia de alta densidad de inestabilidad y movimientos de masa asociados, punto sobre el cual nos referiremos en el ítem Análisis de Amenazas Naturales.

4.2.3. GEOMORFOLOGÍA

Para este numeral se analiza los procesos y factores modeladores del relieve, a continuación, se explicará cada uno de estos.

- UNIDAD DE ORIGEN EROSIONAL-ESTRUCTURAL

Es la unidad genética de terreno más extensa del municipio, integrada por la totalidad de las montañas altas del sector septentrional, así como por la mayoría de las montañas bajas y lomas altas localizadas al sur de la cabecera municipal. Estas deben su morfología presente al plegamiento y fallamiento de las rocas sedimentarias del Jura-triásico, Jurásico, Cretáceo y Terciario, seguido de prolongados procesos de meteorización de esas rocas y de la denudación

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

fluvio-erosional y gravitacional de las alteritas resultantes, esculpiendo densas y profundas redes de drenaje, al punto de modificar y en muchos casos borrar, los rasgos estructurales originales. Es así como cada paisaje definido en esta unidad genética exhibe hoy en día una morfología determinada, resultante del trabajo diferencial realizado por los agentes geomorfológicos sobre sus alteritas y suelos o, directamente sobre las rocas duras.

Cresta homoclinal degradada en arenisca cuarzosa: Este paisaje comprende las montañas más elevadas del extremo septentrional de Paipa (norte y noroeste del Venado) e igualmente aquellas de la cuchilla las Cruces, en el paso más alto de la **carretera Paipa-Palermo**. Sus rasgos estructurales han sido parcialmente modificados por una disección subdendrítica profunda y algo densa en su ladera estructural, y por una disección paralela moderadamente densa y poco profunda en el contrapendiente. Las laderas son largas y con pendientes abruptas; las cimas son subredondeadas a redondeadas, al igual que algunos interfluvios y pequeños rellanos. En general, los mantos de meteorización son muy delgados, debido ello a la dureza de la roca y a las fuertes pendientes que favorecen el desgaste paulatino de los suelos. Este paisaje cubre 3010,68 ha.

Montañas ramificadas en grauwaca: El paisaje está circunscrito exclusivamente a las montañas masivas y abruptas del sector de Palermo, recortadas profundamente por los valles del río Chontales y sus afluentes las quebradas Cúestano, El Cedro, La Venta y Hortigal. Su esqueleto está constituido por unas areniscas rojizas muy antiguas, probablemente del tipo grauwaca, las cuales forman el núcleo de un gran anticlinal, hoy en día fuertemente socavado por la escorrentía. Externamente las montañas muestran cimas estrechas y laderas fuertemente empinadas, incluyendo algunos escarpes verticales a subverticales, todos entallados por sistemas de drenaje paralelos, superficiales y bastante espaciados entre sí. Debido al efecto de anteriores deslizamientos rotacionales, en sectores puntuales se encuentra un par de superficies abancaladas y rellanos cuyas pendientes más suaves parecen sustentar alteritas más espesas que en el resto de la geoforma, donde sólo son superficiales. La extensión del paisaje es de alrededor de 2738.2 has.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

Montaña ramificada en rocas limo arcillosas con manto de ceniza volcánica: Se trata del paisaje geomorfológico que cubre la mayor superficie en el sector norte de **Palermo-El Venado** (7264,2 ha), enmarcado por los paisajes antes descritos. Su relieve es típicamente montañoso, con ramales primarios y secundarios y una gran variedad topográfica determinada por la erosión fluvial natural y por antiguos y recientes fenómenos hidro gravitacionales, principalmente deslizamientos rotacionales, los cuales han afectado a los mantos de meteorización de los shales, limolitas y arcosas interestratificadas que forman el sustrato, determinando cañadas y escarpes de erosión, rellanos inclinados, ondulados y aplanados a los cuales se suman algunos remanentes de las laderas de buzamiento.

Probablemente a finales del Pleistoceno y durante el Holoceno cayeron en la región numerosa lluvias de ceniza volcánica acarreada por el viento desde el complejo volcánico Ruiz-Tolima en la cordillera Central, piroclásticos que se han sostenido en las laderas con pendientes inferiores al 50%, ya completamente meteorizadas.

- UNIDADES DE ORIGEN AGRADACIONAL DE PIEDEMONTE.

La tercera Unidad genética de relieve definida en el municipio ha sido determinada por procesos de sedimentación coluvial y aluvial, de los cuales han resultado unidades dispersas de piedemonte de pequeña extensión, cuyas características geomorfológicas se describen a continuación:

Cono (de deslizamiento) coluvial: Como parte de este paisaje se han incluido unos conos coluviales bastante extensos de la región de El Venado; otros menores de la **zona de Palermo**, así como coluvios menores diseminados en las veredas Peña Blanca, El Curial y Peña Amarilla.

Todos se han originado por la acumulación caótica, al pie de las laderas, de materiales de deslizamientos, derrumbes, desplomes y reptación de suelo y rocas. Por ello, el común denominador de todos es su elevada pedregosidad, tanto en la superficie del terreno como en el perfil de suelo, así como su típica topografía inclinado-ondulada.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

Los coluviones comprenden fragmentos heterométricos de arenisca, limolita y material de suelo revuelto con alterados de ceniza volcánica. Algunos, cuyas pendientes son suaves y cóncavas, con matriz arcillosa, suelen presentar problemas de hidro morfismo moderado. El área calculada para este paisaje es de 590,98 ha.

- **UNIDADES DE ORIGEN AGRADACIONAL DE VALLE**

La última de las unidades genéticas de terreno reconocidas en el municipio de Paipa abarca los paisajes de los sectores más bajos y planos, tanto de la zona de El Venado y **Palermo**, como de los alrededores de la cabecera municipal. Las características morfológicas de tales paisajes se describen a continuación:

Vallecito aluvio-coluvial: Paisaje originado en los valles de los ríos Tolota-Venado y Chontales-**Palermo** por un relleno mixto de aluviones y coluviones gruesos, con fragmentos de roca heterométricos y heterogéneos procedentes de las formaciones litológicas circundantes, esto es de arenisca, limolita, shale y lutita. Lo anterior ha determinado geoformas alargadas y estrechas, plano cóncavas en sección transversal, con pendientes de 1 a 7%, sujetas de manera esporádica a inundaciones torrenciales, de las cuales quedan evidencias en la superficie del terreno, como concentraciones de bloques y cantos rodados. Su área total alcanza las 594,6 has.

De acuerdo con la información geológica disponible y a controles de campo, en el centro poblado Palermo del municipio de Paipa, se presentan depósitos asociados a suelos antrópicos, residuales y transportados. Es por esto por lo que, debido a su morfología, su expresión geológica, las exploraciones del suelo y los ensayos de laboratorio, se definen cuatro (4) Unidades geológicas para Ingeniería.

- Suelo antrópico – PA108
- Suelo residual de la Formación Palermo de Sierra anticlinal – PA107
- Suelo transportado Plano o llanura de inundación y Terrazas de acumulación – PA109

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

- Suelo transportado aluvial

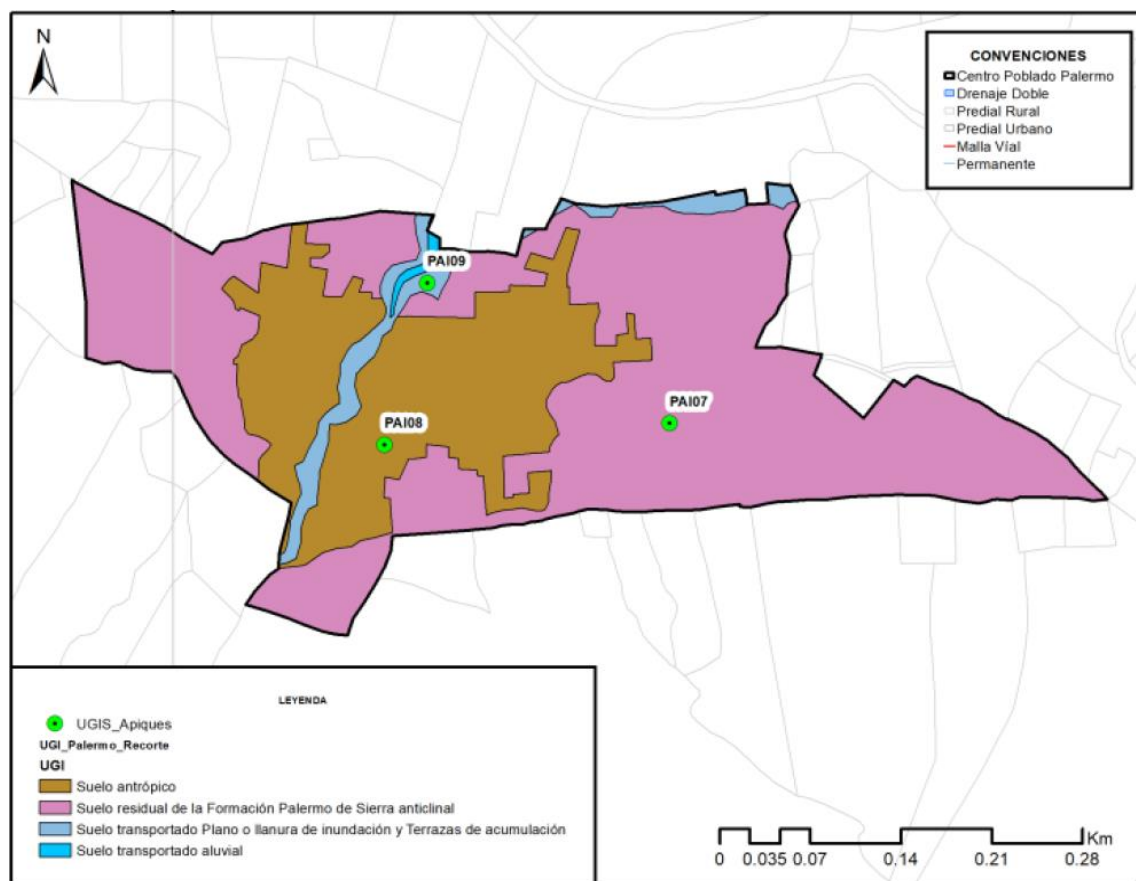


Figura 3. Unidades Geológicas para Ingeniería presentes en el área de Palermo y ubicación de los apiques realizados

Fuente: Consorcio PBOT Paipa 21

4.2.4. HIDROGEOLOGÍA

La información con la que cuenta el municipio de Paipa en su PBOT, referente a la hidrogeología, es a cerca de los datos geofísicos y de registros de pozos solo están disponibles para la parte Sur del Municipio donde reviste particular importancia la presencia de aguas termales. En el resto de la región dichos datos son escasos o ausentes y por tanto el alcance de las apreciaciones es limitado y puede considerarse como una aproximación a la caracterización de la región de Paipa.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

A continuación, se presenta una caracterización hidrogeológica cualitativa para cada una de las unidades geológicas (ver mapa geológico anexo) cartografiadas. Se analizan las unidades desde el punto de vista de condiciones de porosidad, permeabilidad, disposición y potencialidad probable como reservorios de agua subterránea.

- **Formación Palermo:** Caracterizada por conglomerados, shales y areniscas interestratificadas. Su disposición estructural conformando el núcleo del anticlinal de **Palermo** no es favorable para la acumulación de aguas subterráneas de potencial explotación.
- **Formación Montebel:** Está compuesta de shales, limolitas y areniscas arcillosas. Capas dispuestas en los flancos del anticlinal de **Palermo**. Limolitas y areniscas de alta compactación y baja porosidad y moderada permeabilidad. Unidad de baja retención de aguas subterráneas.
- **Formación La Rusia:** Compuesta de areniscas finas, areniscas conglomeráticas y limolitas. Conforman capas superiores del anticlinal de **Palermo**. La litología arenosa presenta alta litificación, baja permeabilidad y está dispuesta en capas alternantes. Favorabilidad muy baja.

4.3 PRECIPITACIÓN

En el presente proyecto se hará uso de los datos suministrados por las estaciones ubicadas en el municipio de Paipa, pertenecientes al IDEAM (Instituto de hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales), las cuales se relacionan a continuación:

Tabla 1. Estación Meteorológicas para el corregimiento de Palermo.

Nombre	Categoría	Latitud	Longitud	Elevación	Código
Palermo	Pluviométrica	5.899527	-73.19619	2200	24010870

Fuente: Consulta y Descarga de Datos Hidrometeorológicos, IDEAM, 2024.

La precipitación es toda forma de agua que se deposita sobre la superficie terrestre y que proviene de la humedad atmosférica". Proviene en los tres estados: líquido, sólido y gaseoso. El estado de precipitación que se analiza es el líquido. Es muy importante establecer, comprender y analizar la medida de la precipitación en un espacio geográfico dado y en un tiempo dado, ya que con

Avenida Norte No. 47 A – 40 Local 129 – Centro Comercial Centro Norte
Tunja – Boyacá.

Celular. 310 560 22 79 – 313 316 07 01

tymingenieriam@gmail.com

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

base en ella se planifica de una manera más acertada las actuaciones del hombre en aspectos que abarcan desde el agropecuario, industrial, obras civiles e incluso el turismo que es un aspecto en surgimiento.

En el documento referente al estudio hidrológico se realizará el respectivo análisis de la precipitación en el corregimiento de Palermo y se proyectará las curvas intensidad – duración – frecuencia, necesarios para conocer el aporte del caudal pluvial que será manejado en el alcantarillado proyectado.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			 T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

5. DIAGNÓSTICO DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO

El corregimiento de Palermo cuenta con un sistema de alcantarillado con tuberías de material en concreto y PVC, identificando cada uno de los tramos entre los cuales se tiene sistema combinado, sanitario y pluvial, lo cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2. Relación de redes de alcantarillado del corregimiento de Palermo

Cantidad de tramos	Sistema	Diámetro tubería
35	Combinado	12 pulg
20	Sanitario	8 pulg
31	Sanitario	10 pulg
11	Sanitario	16 pulg
1	Pluvial	16 pulg

Fuente: Levantamiento topográfico consultoría, 2024.

La evaluación del sistema de alcantarillado existente, será presentada en el producto-titulado: Comportamiento hidráulico del sistema de alcantarillado existente.



Figura 4. Estado de algunas de las redes de alcantarillado del corregimiento de Palermo
Fuente: Levantamiento topográfico consultoría, 2024.

De la misma manera, se realizó el levantamiento de los pozos de inspección pertenecientes al sistema de alcantarillado, los cuales se relacionan en la siguiente tabla.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

Tabla 3. Relación de pozos de alcantarillado del corregimiento de Palermo

Cantidad de pozos	Sistema
23	Combinado
27	Sanitario

Fuente: Levantamiento topográfico consultoría, 2024.



Figura 5. Revisión y caracterización de pozos del corregimiento de Palermo

Fuente: Levantamiento topográfico consultoría, 2024.

5.1 FUENTE RECEPTORA (VERTIMIENTOS)

El rio Palermo es la fuente receptora de los vertimientos del corregimiento de Palermo está conformado por la quebrada Los Pinos, quebrada Los Arrayanes, quebrada Las Veras, R. Cuesta, Q. Chuscal, R. Cuesta no (quebrada El Cardonal y quebrada La Paila) q, El Cedro, quebrada La Venta, quebrada El Guantivo, quebrada Los Sauces, quebrada El Fical, quebrada Las Piedras, quebrada El Hortigal, quebrada El coso y quebrada Peña Blanca. La ubicación de los vertimientos se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 4. Coordenadas de los vertimientos del corregimiento de Palermo.

# Vertimiento	Norte	Este	Altitud
1	1144319.9074	1097839.9825	2233
2	1144209.5259	1098118.9734	2242

Fuente: Consultoría, 2024.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	



Figura 6. Vertimientos del corregimiento de Palermo
Fuente: Grupo consultor, noviembre 2023.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			 T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

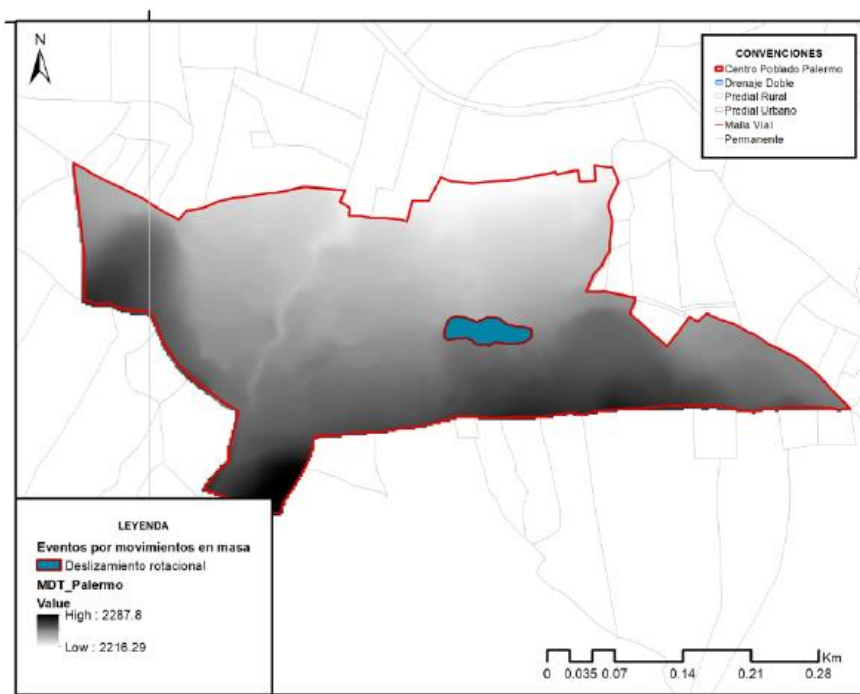
Los dos emisarios son afluentes del río Palermo, el cual en época de invierno presenta altos caudales, y en época de verano presenta fuerte disminución del mismo, sin embargo, se cree presenta alta capacidad de dilución por las pendientes moderadas de la cuenca y por el bajo caudal aportado por los dos vertimientos.

5.2 GESTIÓN DEL RIESGO.

Para el centro poblado de Palermo del municipio de Paipa se tiene el reporte de un evento por movimientos en masa. La distribución del evento histórico asociados a eventos morfodinámicos y sus respectivas coordenadas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5. Eventos históricos reportados para el centro poblado Palermo

NOM_EV	Subtipo	Temporali- dad	Área Ha	Coordenada X Centroide CTM12	Coordenada Y Centroide CTM12	Fuente
PalermoPG_01	Deslizamiento rotacional	<2021	0.190402	4978847	2209684	Ortofotomosaico Consortio PBOT Paipa 21



Fuente: Consorcio PBOT Paipa 21

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

En el apartado de Gestión del Riesgo de PBOT, del año 2021, se presenta un mapa de zonificación final de amenaza por movimientos en masa del área urbana y expansión urbana central del municipio de Paipa, delimitando el área del corregimiento de Palermo.

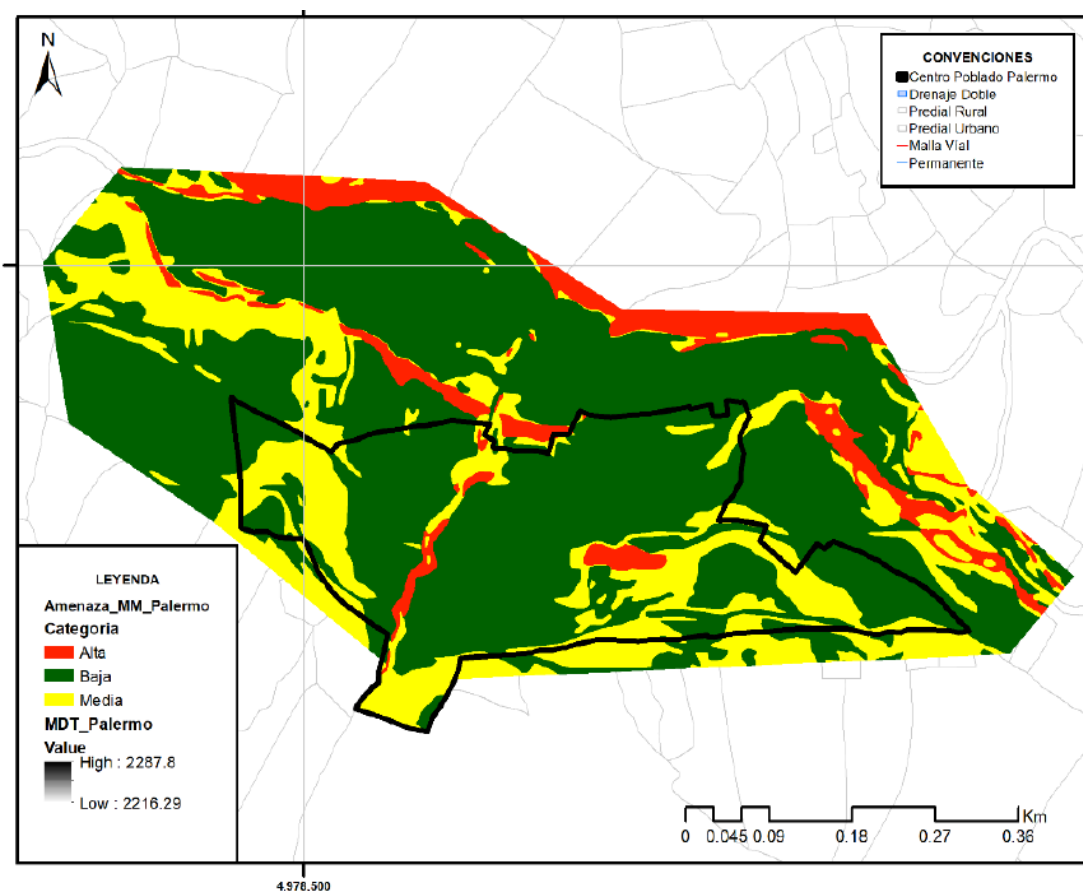


Figura 7. Mapa de zonificación final de amenaza por movimientos en masa del área del corregimiento de Palermo.
Fuente: Consorcio PBOT Paipa 21

Así mismo en el PBOT, realizan un análisis de la amenaza por avenidas torrenciales en el corregimiento de Palermo, haciendo una acotación como se entiende y se define, las avenidas torrenciales no son un proceso que se pueda ni se deba analizar solamente de manera micro o local en el área urbana o centros poblados. Por el contrario, deben ser analizadas a manera macro en toda la cuenca debido a la dimensión de dicho evento amenazante. A continuación, se

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

presenta el resultado final de la amenaza por avenidas torrenciales para el centro poblado Palermo del municipio de Paipa.

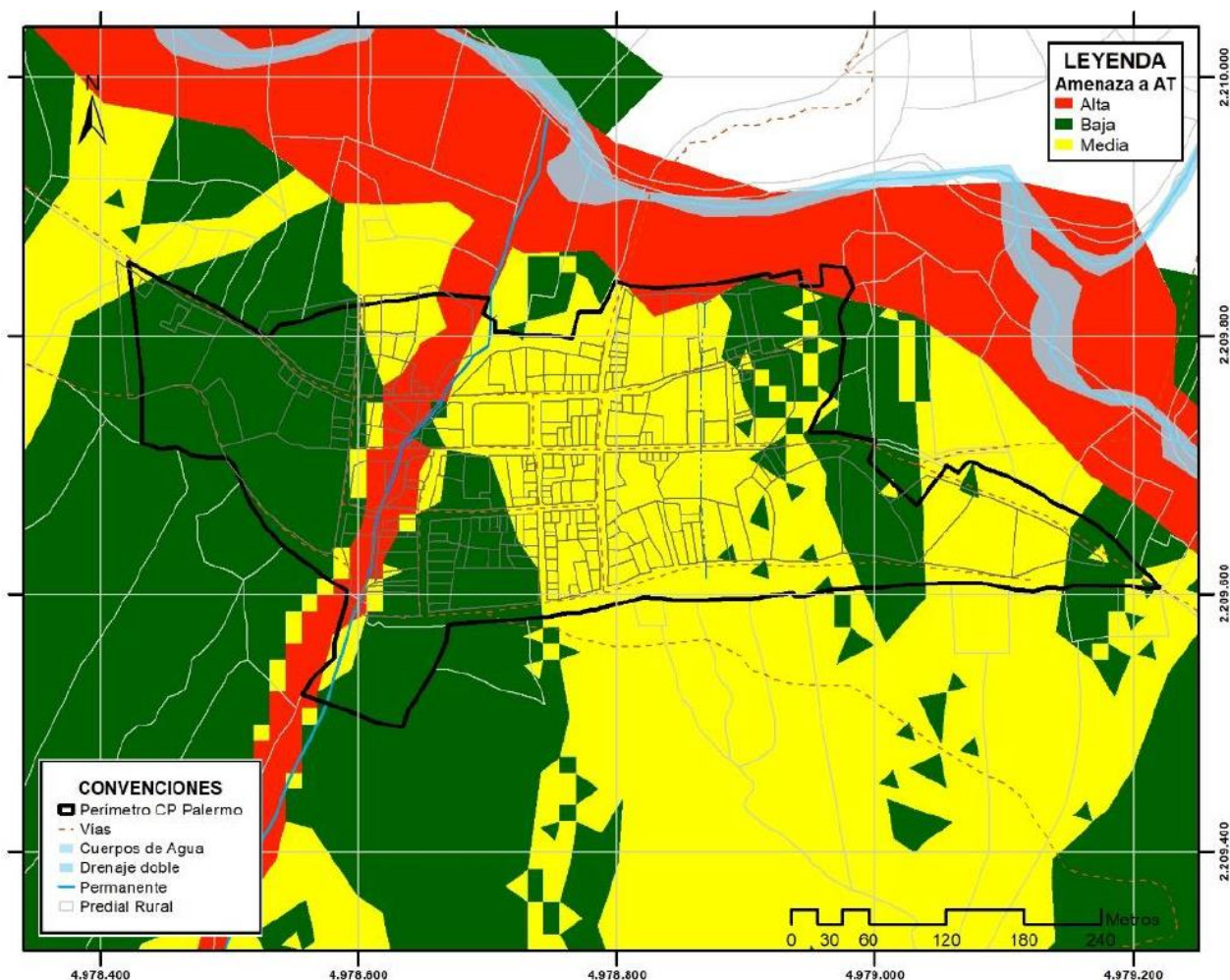


Figura 8. Amenaza por avenidas torrenciales en Centro Poblado Palermo
Fuente: Consorcio PBOT Paipa 21

Otras de las amenazas a ser estudiadas en la zona, son los movimientos en masa; el área que se encuentra con condición de amenaza por movimientos en masa para el centro poblado Palermo es del 0,92% del área total para amenaza alta, correspondientes a 1285,20 m²; y 15,94 % del área para amenaza media, que equivalen a 22329,70 m². Además, las áreas con condición

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			 T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

de amenaza son representadas en 15 polígonos para amenaza alta y 66 polígonos para amenaza media.

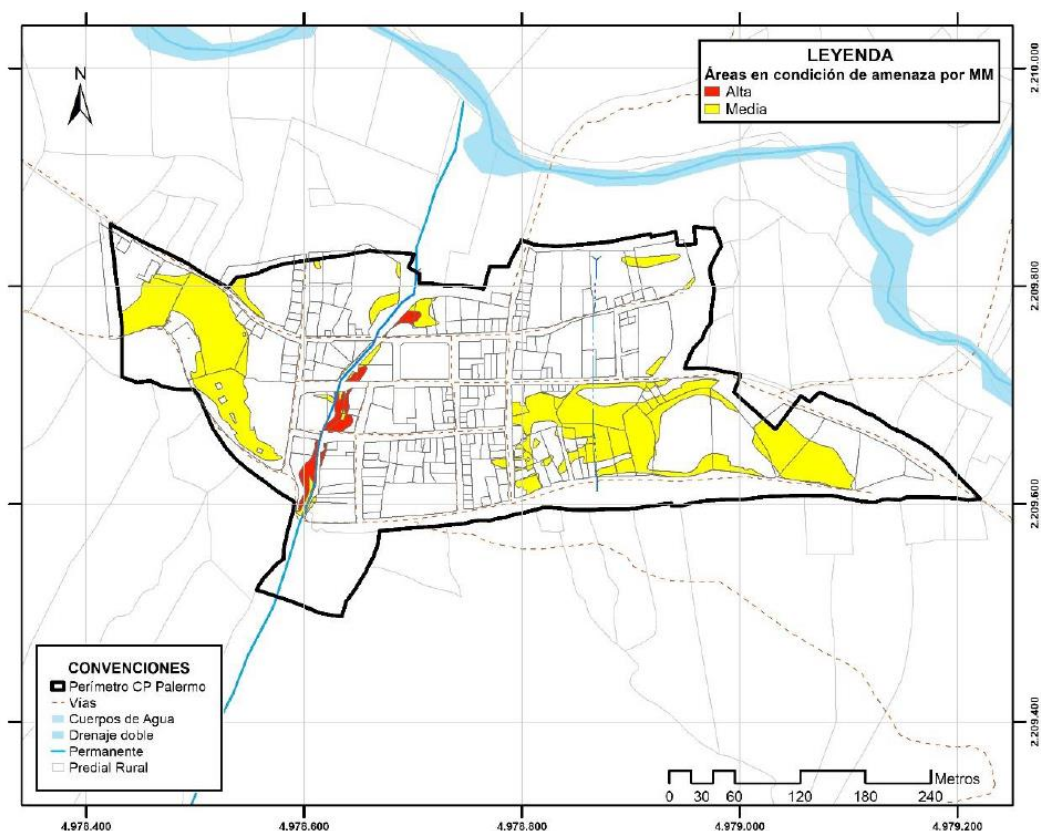


Figura 9. Áreas con condición de amenaza por movimientos en masa para el centro poblado Palermo

Fuente: Consorcio PBOT Paipa 21

La anterior información se extracta del estudio riguroso realizado en la actualización del PBOT del municipio de Paipa, con el fin de conocer las características de la zona y proceder a plantear la futura ubicación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual, para el corregimiento.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

6. ESTUDIO DE POBLACIÓN Y DEMANDA

6.1. PROYECCIÓN POBLACIÓN

Se realiza un detallado y cuidadoso análisis de sensibilidad, el cual representa la confiabilidad en la estructura del modelo. Esta sensibilidad es una medida de los efectos del cambio de un factor sobre otro factor, o sea medir los efectos de cambios en la entrada del modelo, o estructura, sobre los resultados obtenidos. También el análisis de sensibilidad revela parámetros con diferentes grados de efecto sobre los resultados.

Por lo tanto, la sensibilidad de los parámetros se mide por la variación de los resultados simulados debidos a los cambios especificados en el parámetro analizado.

El análisis de sensibilidad, se realiza primeramente incrementando el valor del coeficiente de fricción "n" y los resultados obtenidos se comparan con la corrida base.

Una manera de presentar los resultados de un análisis de sensibilidad es mediante el porcentaje de cambio (D 0%). A cada parámetro se hace variar un porcentaje establecido. Cualitativamente, Lane y Ferreira (1980) expresan el impacto del parámetro sobre los resultados que puede ser: significativo, moderado, bajo o nulo.

Sensibilidad alta: $r_0\% > r_i\% \dots 14$

6.2 CÁLCULO DE POBLACIÓN

De acuerdo a la información entregada por la alcaldía de Paipa, se tiene que actualmente se encuentran registrados 188 suscriptores residenciales del servicio de alcantarillado. Actualizando el dato en los cálculos de población tenemos lo siguiente:

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

Cantidad de usuarios residentes	188 Suscriptores
Tipo de usuarios	Rural
Municipio	Paipa
Personas por hogar (DANE 2023)	3.1 Hab.
Total hab. Existentes	583 Hab.

6.3 CENSOS DANE

La evaluación del crecimiento de la población a lo largo de un período de diseño determinado, es un elemento fundamental tanto para definir la complejidad del sistema de alcantarillado aquí considerado, así como también para realizar el planeamiento y diseño detallado de cualquiera de los elementos que componen el sistema de alcantarillado.

Los datos históricos y comportamiento de la tasa de crecimiento, se tiene en cuenta el Censo por parte del DANE realizados en años anteriores (1993, 2005, 2018), debido a que los censos de los años 1973 y 1985, no representan el actual desarrollo del corregimiento; las proyecciones de población fueron realizadas tomando como base los resultados ajustados de población del Censo 2005 y la conciliación censal 1985 - 2005; así como los análisis sobre el comportamiento de las variables determinantes de la evolución demográfica, las hipótesis y algunos comentarios sobre sus resultados.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

Tabla 6. Tasas de crecimiento DANE

Censos	Datos Población	ARITMÉTICO	GEOMÉTRICO	EXPONENCIAL
1993	11,688			
2005	12,028	28.33	0.0024	0.0024
2023	13,514	82.56	0.0065	0.0065
	PROMEDIO	55.44	0.004	0.004
			0.44%	0.44%

Fuente: Información estadística DANE. Censos de población municipal 1973 hasta 2018.

De acuerdo al comportamiento señalado por los censos de la población rural del municipio de Paipa, presenta desde el año 1993 al año 2018, hay una tasa de crecimiento de **0.44%**. Sin embargo, al tratarse de un centro poblado de un municipio turístico como es Paipa, se realiza el análisis de otros datos, para identificar la tasa de crecimiento más cercana a la realidad del corregimiento.

6.4 INFORMACIÓN SISBÉN

El sistema de selección de beneficiarios para programas sociales SISBÉN, es un sistema a nivel nacional que permite identificar la población vulnerable y potencialmente beneficiaria, así mismo registra a toda la población de cada municipio, de acuerdo a lo anterior al revisar la base de datos con la que cuenta el municipio, se obtuvo lo siguiente.

Tabla 7. Información del Sisbén Palermo Centro.

AÑO	NUMERO DE HABITANTES EN PALERMO CENTRO
2018	144
2019	143
2020	141
2021	152
2022	136
2023	202

Fuente: Información oficina Sisbén Paipa.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

De la anterior información se realiza la proyección de población para obtener la respectiva tasa de crecimiento.

Tabla 8. Tasas de crecimiento SISBÉN

Censos	Datos Población	ARITMÉTICO	GEOMÉTRICO	EXPONENCIAL
2018	144			
2019	143	-1.00	-0.0069	-0.007
2020	141	-2.00	-0.0140	-0.0141
2021	152	11.00	0.0780	0.0751
2022	136	-16.00	-0.1053	-0.1112
2023	202	66.00	0.4853	0.3956
	PROMEDIO	11.60	0.09	0.07
			8.74%	6.77%

Fuente. Propia consultoría, 2024

6.4.1. Información Puntos Vendidos

Por parte de la Asociación de suscriptores de acueducto y alcantarillado y saneamiento básico de Palermo, municipio de Paipa, departamento de Boyacá “ASASPABOY”, realizó la entrega de la información respecto a la venta de puntos para el servicio alcantarillado de los últimos cinco años, la cual se presenta a continuación.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			 T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	



**ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DE ACUEDUCTO Y
ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO BÁSICO DE PALERMO,
MUNICIPIO DE PAIPA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ "ASASPABOY"**
 NIT: 826001583-3

Señores:

EQUIPO CONSULTOR DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DE PALERMO

Cordial saludo,

En calidad de Representante legal de la ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DE
ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO BÁSICO DE PALERMO,
MUNICIPIO DE PAIPA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ "ASASPABOY"
 NIT: 826001583-3

CERTIFICO

Que realizada la consulta en las bases de datos de esta asociación se pasa a certificar las solicitudes y puntos nuevos dados por esta asociación, durante los últimos cinco años:

AÑO	SOLICITUDES DE PUNTOS DE AGUA	INSTALADOS	EN ESTUDIO O RECHAZADOS
2023	13	6	7
2022	14	9	5
2021	9	9	0
2020	3	3	0
2019	10	7	3

La presente por solicitud de equipo consultor del Plan maestro de alcantarillado de Palermo.

Atentamente,

ABRAHAM TAMAYO TAMAYO
 Representante legal "ASASPABOY"

De acuerdo a la información anterior, se procede a calcular la tasa de crecimiento y se presenta en la siguiente tabla.

Avenida Norte No. 47 A – 40 Local 129 – Centro Comercial Centro Norte
 Tunja – Boyacá.

Celular. 310 560 22 79 – 313 316 07 01

tyingenieriam@gmail.com

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

Tabla 9. Tasas de crecimiento Venta de puntos

Censos	Datos Población	ARITMÉTICO	GEOMÉTRICO	EXPONENCIA
		O	O	L
			r	K
2019	10			
2020	3	-7.00	-0.7000	-1.204
2021	9	6.00	2.0000	1.0986
2022	14	5.00	0.5556	0.4418
2024	13	-1.00	-0.0714	-0.0741
	PROMEDIO	0.75	0.45	0.07
			44.61%	6.56%

Fuente: Consultoría, 2024.

6.5 INFORMACIÓN PUEAA

Se procedió a realizar un segundo cálculo de tasa de crecimiento, con datos obtenidos en el Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua, con valores de población del año 2012 al 2016, el cual se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 10. Tasa de crecimiento corregimiento Palermo - PUEAA

PUEAA		POBLACIÓN PALERMO - PAIPA		
Censo	Población	ARITMÉTICO	GEOMÉTRICO	EXPONENCIAL
			r	K
2012	587			
2013	602	15.00	0.026	0.025
2014	618	16.00	0.027	0.026
2015	633	15.00	0.024	0.024
2016	648	15.00	0.024	0.023
	PROMEDIO	15.25	2.5%	2.5%

Fuente: Consultoría, 2024.

6.6 COMPARACIÓN CON PROYECCIÓN POBLACIÓN DANE

Se realizó la verificación del archivo “Actualización post covid-19. proyecciones de población municipal por área”, de donde se tomaron los datos de proyección para centros poblados y rural disperso del municipio de Paipa.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

ACTUALIZACIÓN POST COVID-19. PROYECCIONES DE POBLACIÓN MUNICIPAL POR ÁREA.					
PROYECCIONES DE POBLACIÓN A NIVEL MUNICIPAL. PERIODO 2020 - 2035.					
15	Boyacá	15516	Paipa	2024 Cabecera Municipal	22,931
15	Boyacá	15516	Paipa	2024 Centros Poblados y Rural Disperso	13,498
15	Boyacá	15516	Paipa	2024 Total	36,429
15	Boyacá	15516	Paipa	2025 Cabecera Municipal	23,277
15	Boyacá	15516	Paipa	2025 Centros Poblados y Rural Disperso	13,501
15	Boyacá	15516	Paipa	2025 Total	36,778
15	Boyacá	15516	Paipa	2026 Cabecera Municipal	23,579
15	Boyacá	15516	Paipa	2026 Centros Poblados y Rural Disperso	13,517
15	Boyacá	15516	Paipa	2026 Total	37,096
15	Boyacá	15516	Paipa	2027 Cabecera Municipal	23,837
15	Boyacá	15516	Paipa	2027 Centros Poblados y Rural Disperso	13,566
15	Boyacá	15516	Paipa	2027 Total	37,403
15	Boyacá	15516	Paipa	2028 Cabecera Municipal	24,091
15	Boyacá	15516	Paipa	2028 Centros Poblados y Rural Disperso	13,586
15	Boyacá	15516	Paipa	2028 Total	37,677
15	Boyacá	15516	Paipa	2029 Cabecera Municipal	24,289
15	Boyacá	15516	Paipa	2029 Centros Poblados y Rural Disperso	13,664
15	Boyacá	15516	Paipa	2029 Total	37,953
15	Boyacá	15516	Paipa	2030 Cabecera Municipal	24,480
15	Boyacá	15516	Paipa	2030 Centros Poblados y Rural Disperso	13,742
15	Boyacá	15516	Paipa	2030 Total	38,222
15	Boyacá	15516	Paipa	2031 Cabecera Municipal	24,632
15	Boyacá	15516	Paipa	2031 Centros Poblados y Rural Disperso	13,850
15	Boyacá	15516	Paipa	2031 Total	38,482
15	Boyacá	15516	Paipa	2032 Cabecera Municipal	24,792
15	Boyacá	15516	Paipa	2032 Centros Poblados y Rural Disperso	13,948
15	Boyacá	15516	Paipa	2032 Total	38,740
15	Boyacá	15516	Paipa	2033 Cabecera Municipal	24,946
15	Boyacá	15516	Paipa	2033 Centros Poblados y Rural Disperso	14,037
15	Boyacá	15516	Paipa	2033 Total	38,983
15	Boyacá	15516	Paipa	2034 Cabecera Municipal	25,094
15	Boyacá	15516	Paipa	2034 Centros Poblados y Rural Disperso	14,126
15	Boyacá	15516	Paipa	2034 Total	39,220
15	Boyacá	15516	Paipa	2035 Cabecera Municipal	25,214
15	Boyacá	15516	Paipa	2035 Centros Poblados y Rural Disperso	14,220

Figura 10. Proyección de población para Paipa, según censos del DANE

Fuente: DANE, 2023.

Con los anteriores datos se realizó la verificación de la tasa de crecimiento para ser comparada con las anteriores tasas de crecimiento calculadas, frente a lo cual se obtuvo lo siguiente.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

Tabla 11. Cálculo tasa crecimiento según proyecciones DANE

Censos	Datos Población	ARITMÉTICO	GEOMÉTRICO r	EXPONENCIAL K
2024	13,498			
2025	13,501	3.00	0.0002	0.000
2026	13,517	16.00	0.0012	0.0012
2027	13,566	49.00	0.0036	0.0036
2028	13,586	20.00	0.0015	0.0015
2029	13,664	78.00	0.0057	0.0057
2030	13,742	78.00	0.0057	0.0057
2031	13,850	108.00	0.0079	0.0078
2032	13,948	98.00	0.0071	0.0071
2033	14,037	89.00	0.0064	0.0064
2034	14,126	89.00	0.0063	0.0063
2035	14,220	94.00	0.0067	0.0066
	PROMEDIO	65.64	0.0048	0.0047
			0.48%	0.47%

Fuente: Consultoría, 2024.

Una vez analizada la información se determina que la tasa de crecimiento del **2.5%**, obtenida a partir de la información del PUEAA, mediante el método geométrico, el cual es el que más de ajusta al modelo de crecimiento de la población, se selecciona como tasa de crecimiento para la proyección de población y caudales.

6.7 HABITANTES POR VIVIENDA

En la información suministrada por el municipio y demás entidades no se encontró ninguna información acerca de la evaluación de habitantes por vivienda, por lo tanto, se toma información de entidades como DANE.

Habitantes por vivienda lo obtenemos de la página de datos abiertos del DANE, el cual se implementa para el diseño de **3.1 habitantes por vivienda**:

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

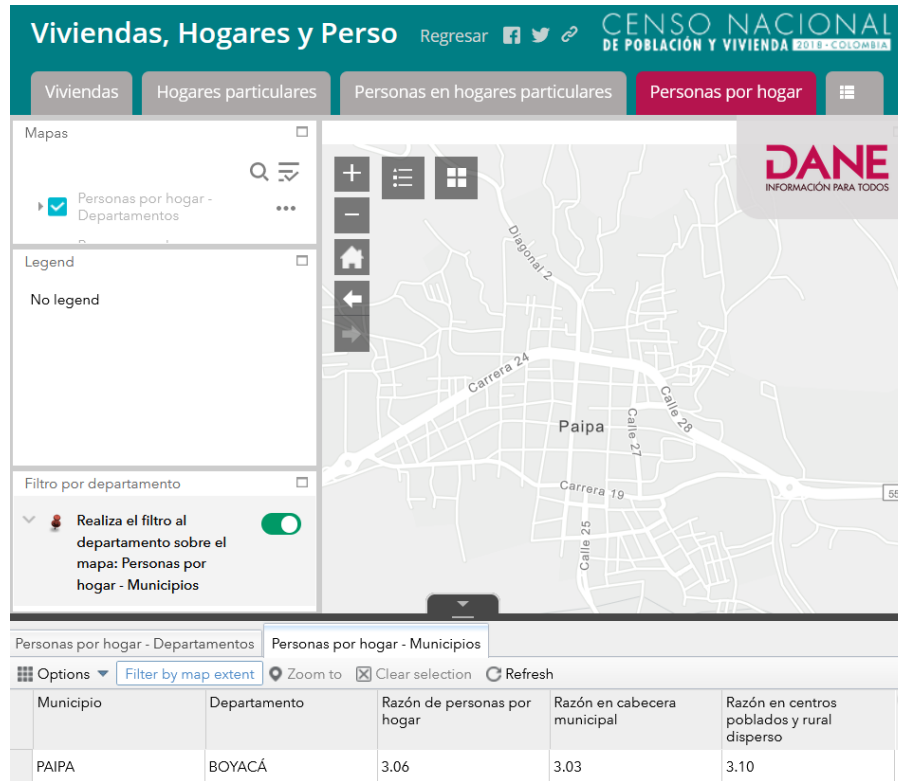


Figura 11. Personas por hogar Paipa.
Fuente: DANE, 2024.

6.8 POBLACIÓN FLOTANTE

Paipa es un municipio turístico y el corregimiento de Palermo, no es la excepción, por factores como las festividades y encuentros que allí se celebran, entre los cuales tenemos: Semana Santa, con afluencia de personas especialmente del jueves al domingo; en junio, se celebra en un fin de semana el festival de la regañona y queso palermano: fiestas patronales del 1 al 4 de septiembre y los aguinaldos palermanos, con un gran evento el 31 de diciembre en la que se congregan más de 1000 personas a participar también en el desfiles de muñecos de año viejo. Teniendo en cuenta esta información, es traducida a cifras, para de esta manera realizar el cálculo del porcentaje de población flotante que se registra en la proyección de población y caudales.

Tabla 12. Cálculo población flotante

Avenida Norte No. 47 A – 40 Local 129 – Centro Comercial Centro Norte
Tunja – Boyacá.
Celular. 310 560 22 79 – 313 316 07 01
tyingenieriam@gmail.com

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

CÁLCULO DE POBLACIÓN FLOTANTE	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE DÍAS
VACACIONES	90
SEMANA SANTA	5
DÍA DEL CAMPESINO	1
FESTIVIDAD DEL VIRGEN DEL CARMEN	2
FESTIVOS FIESTA PATRIAS	4
PLAZA DE MERCADO	48
FIESTA VIRGEN	3
FIESTA SEÑOR DIVINA MISERICORDIA	2
AGIONALDO PALERMANO	6
TOTAL	161
TASE DE POBLACION	0.44

Fuente: Consultoría, 2024

De acuerdo al cálculo anterior, se obtiene una tasa de población flotante de 44.11%, para ser tenida en cuenta en el cálculo de población.

Tabla 13. Datos de entrada para proyección de población.

Porcentaje de p. flotante %	44.11%
perdidas técnica (actual)	25%
Altura sobre el nivel del mar (promedio)	2251.00 msnm
Dotación neta (litros/hab.- día)	120
Dotación bruta (litros/hab.-día)	160.00
Tasa de crecimiento calculada	0.44 %
Tasa de crecimiento departamental	0.50 %
Tasa de crecimiento seleccionado	2.50 %

Fuente: Consultoría, 2024

6.9. POBLACIÓN ACTUAL

Para el presente estudio se contó con la población que va a ser beneficiada correspondiente a los usuarios del alcantarillado.

Tabla 14. Habitantes actuales

NOMBRE	CANTIDAD DE VIVIENDAS	HABITANTES POR VIVIENDA	CANTIDAD DE HABITANTES actuales
Palermo	188	3.1	583

Fuente: Consultoría, 2024

Con una población inicial de 583 habitantes, se realiza el análisis de proyección a 25 años

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

por los diferentes métodos de crecimiento, a fin de obtener la población futura.

6.10 MÉTODOS DE CÁLCULO PARA LAS PROYECCIONES DE POBLACIÓN

Los métodos que establece el Reglamento Técnico del Sector de Agua potable y Saneamiento Básico para el cálculo de las proyecciones de población, el cual se refiere a la determinación de la población, dotación y demanda. Estos métodos resumidos para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico se presentan a continuación:

Tabla 15. Métodos de cálculo recomendados

Método por emplear	Tipo de población		
	Baja población	Mediana población	Alta población
Aritmético, Geométrico y exponencial	X	X	
Aritmético + Geométrico + exponencial + otros			X

Fuente: Elementos de diseño para alcantarillado v2 – López Cualla.

Como puede observarse, estos métodos se recomiendan para municipios pequeños a grandes ciudades. Se sugiere entonces, proyectar las poblaciones con los tres primeros métodos, y luego optar por uno, verificando que su aplicación sea la más apropiada al contexto del alcantarillado en mención.

6.10.1 Método aritmético

Este método es recomendado para poblaciones rurales y sector urbanos de baja población. Se caracteriza porque la población aumenta a una tasa constante de crecimiento aritmético, es decir, que a la población del último censo se le adiciona un número fijo de habitantes para cada período en el futuro. Este método es recomendado para pequeñas poblaciones de poco desarrollo o con áreas de crecimiento casi nulas. El método supone un crecimiento vegetativo balanceado por la mortalidad y la emigración. La ecuación para calcular la población proyectada es la siguiente:

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

$$Pf = Puc + Ka * (Tf - Tuc)z$$

$$Ka = \frac{Puc - Pci}{Tuc - Tci}$$

Dónde:

Pf = población (habitantes) correspondiente al año para el que se quiere proyectar la población

Puc = población (habitantes) correspondiente al último año censado con información

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

Tuc = año correspondiente al último censo con información

Tci. = año correspondiente al censo inicial con información y

Tf = es el año al cual se quiere proyectar la información.

A continuación, se presenta el cálculo de proyección de población por el método aritmético durante un periodo de 25 años.

6.10.2 Método Geométrico

Este método es útil en poblaciones que muestran una actividad económica importante, ampliamente utilizada para saneamiento básico rural y sectores urbanos menores a los 60000 habitantes, que generan un desarrollo mediano y que poseen áreas de expansión importantes las cuales pueden ser dotadas, sin mayor dificultad, de la infraestructura de servicios públicos. El crecimiento es geométrico si el aumento de la población es proporcional al tamaño de la misma. La ecuación que se emplea es:

$$Pf = Puc * (1 + r)^{Tf - Tuc}$$

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

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

Avenida Norte No. 47 A – 40 Local 129 – Centro Comercial Centro Norte
Tunja – Boyacá.

Celular. 310 560 22 79 – 313 316 07 01

tyingenieriam@gmail.com

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			 T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

$$r = K_1^{K_2} - 1$$

6.10.3 Método Exponencial

La utilización de este método requiere conocer por lo menos tres censos para poder determinar el promedio de la tasa de crecimiento de la población. Se recomienda su aplicación a poblaciones que muestren apreciable desarrollo y poseen abundantes áreas de expansión (sectores de gran desarrollo y ciudades). La ecuación empleada por este método es la siguiente:

$$P_f = P_{ci} \times e^{k \times (T_f - T_{ci})}$$

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:

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

Donde P_{cp} es la población del censo posterior, P_{ca} es la población del censo anterior, T_{cp} es el año correspondiente al censo posterior, T_{ca} es el año correspondiente al censo anterior y Ln el logaritmo natural o neperiano.

A continuación, se presentan los cálculos realizados en cada uno de los métodos para la población del corregimiento de Palermo.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			 T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

Tabla 16. Proyección de población métodos Aritmético, Geométrico y Exponencial

AÑO	PROYECCIÓN ARITMÉTICA	PROYECCIÓN GEOMÉTRICA	PROYECCIÓN EXPONENCIAL
2024	583	583	583
2025	586	598	598
2026	588	613	613
2027	591	628	628
2028	593	644	644
2029	596	660	661
2030	598	676	677
2031	601	693	694
2032	603	710	712
2033	606	728	730
2034	608	746	749
2035	605	761	726
2036	607	776	741
2037	609	792	756
2038	611	808	771
2039	613	824	787
2040	615	840	803
2041	617	857	819
2042	619	874	836
2043	621	892	853
2044	603	901	712
2045	604	910	719
2046	605	919	726
2047	606	928	734
2048	607	937	741
2049	608	947	749

Fuente: La consultoría, 2024.

6.11 MÉTODO DE PROYECCIÓN SELECCIONADO

De acuerdo, a las proyecciones realizadas y el comportamiento poblacional analizando con los tres métodos, el que más se adecua es el **MÉTODO GEOMÉTRICO**, con una **población proyectada de 947 habitantes**, a un horizonte de 25 años, por consiguiente, será insumo para proyección de caudales y a su vez el dimensionamiento hidráulico.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

6.12 CAUDALES CONSUMO DE AGUA

Este proceso consiste en obtener la demanda requerida por la población del corregimiento de Palermo. Para esto se procesó la información digital de las áreas de distribución correspondientes a cada nodo basado en los microcircuitos de distribución, la población de las zonas de catastro, y los consumos de los usuarios comerciales e industriales.

La dotación neta asignada por la Corporación Autónoma Regional de Boyacá es de **120 L/hab.día**.

La Dotación bruta se calcula como: El uso residencial es promedio de 90% de los usos totales, entonces la dotación residencial se considera como representativa del sistema, por lo cual la d_{bruta} será así:

$$d_{bruta} = \text{Dotación neta L/hab.día.} / 1 - \text{perdidas}$$

$$d_{bruta} = 120 \text{ L/hab.día.} / 1 - 0.25$$

$$d_{bruta} = \mathbf{160 \text{ L/hab.día dotación}}$$

Se adopta para el presente proyecto, una dotación bruta de: **160 L/Hab.día**.

6.12.1 DEMANDA MEDIA DIARIA (Q_{md})

Es el caudal medio demandado por la población servida de un sistema de alcantarillado teniendo en cuenta la dotación bruta asignada; puede calcularse mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{md} = \frac{P_s * d_{bruta}}{86400}$$

Dónde:

Q_{md} = caudal medio diario en litros/segundos (L/s)

P_s = Población servida (habitantes).

D_{bruta} = Dotación bruta en litros por habitante por día (L/hab.día).

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			 T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

La población servida o atendida (Ps) es la población total estimada para un determinado período, multiplicada por la cobertura que se pretenda dar al servicio de alcantarillado en ese período. El periodo considerado es de 25 años (año 2048).

Para el alcantarillado, la demanda total de agua Qmd al año proyectado es:

Tabla 17. Demanda media de agua (Qmd) (25 años)

PF A 25 AÑOS (2049)	% PERDIDAS	DOTACIÓN BRUTA	qmd (L/s) Viviendas año 2049
995 hab	25%	160 Lts / Hab.-día	2.53 L/s
Total, Qmd (25 años)			2.53 L/s

Fuente: Elaborado por consultoría, 2023.

● CONSUMO COLEGIOS Y ESCUELAS

Estudiantes administrativos Colegios y Escuelas tasa crecimiento 1%		
I.E.	AÑO 0	AÑO 25
COLEGIO AGROPECUARIO	105	135
BIBLIOTECA	5	6
TOTAL	110 pers.	141 pers.
Se adopta una dotación neta		
Por cada alumno consume: 50 L/alumno/día		
Fuente: Tomado de* Tabla B.2.8 - CONSUMO ESCOLAR - Título RAS 2012		
Dotación bruta (litros/hab.-día)	66.67	66.67
Qmd uso escolar (L/s)	0.08 L/s	0.11 L/s

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

● **CONSUMO INSTITUCIONAL**

Consumo institucional		
INMUEBLE	AÑO 0	AÑO 25
CENTRO DE SALUD	16	26
CENTRO DE PROTECCIÓN (ANCIA	14	18
EDIFICIO ADMINISTRATIVO	4	5
CASA CURAL	10	13
JUNTA ADMINISTRADORA (CONCE	7	9
TOTAL	51 pers.	71 pers.
Se adopta una dotación neta 150 Litros hab/día Fuente: resolución 844 de 2018		
Dotación bruta (litros/hab.-día)	200.00	200.00
Consumo neto institucional	0.12 L/s	0.16 L/s

● **CONSUMO COMERCIAL**

Consumo comercial		
INMUEBLE	AÑO 0	AÑO 25
HOTEL EN PROYECCIÓN + GLAMP	208	267
POSADA EN RESTAURANTE	8	8
POSADA PARQUE	2	2
CABAÑA SOSIMO	8	8
TOTAL	226 pers.	285 pers.
Se adopta una dotación neta 200 Litros hab/día Fuente: resolución 844 de 2018		
Dotación bruta (litros/hab.-día)	266.67	266.67
Consumo neto hoteles	0.70 L/s	0.88 L/s

Caudal medio diario (Qmd) a 25 años

El Caudal medio diario para el periodo de diseño es de
 $Q_{md} = 2.53 \text{ L/s} + \text{Consumo colegios} + \text{Consumo institucional} + \text{Consumo Comercial}$
 $Q_{md} = 2.53 + 0.2 + 0.12 + 0.7 \text{ L/s}$
 $Q_{md} = 3.52 \text{ L/s}$

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

Variaciones de demanda

La demanda total media (Qmd) representa el caudal medio diario que requiere para satisfacer las necesidades de agua de sus habitantes. Como esta demanda no es uniforme las 24 horas del día ni todos los días del año, se requiere calcular las siguientes variaciones de la demanda, que son útiles para el diseño de los diferentes componentes del sistema de alcantarillado.

6.12.2 DEMANDA MÁXIMA DIARIA (QMD)

Corresponde a la demanda máxima estimada en un lapso de 24 horas durante un período de análisis de un año. Se origina en el hecho de que los hábitos de consumos de agua de la población no son los mismos todos los días de la semana ni todos los días del año.

La Demanda Máxima Diaria (QMD) se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$QMD = Qmd * K1$$

El coeficiente K1 se denomina coeficiente de consumo máximo diario y se obtiene de la relación entre el mayor consumo diario y el consumo medio diario, utilizando los registros de medición en un período mínimo de un año, o el promedio de varios años. Como estos datos históricos de consumo no existan, se recomienda usar los siguientes valores establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 18. Coeficientes de consumo diario (k1), según el nivel de complejidad

Factor de Mayoración	(K1) <12500 habitantes	(K1) >12500 habitantes
K1	1.30	1.20

Fuente: Resolución 330 de junio de 2017. Artículo 47.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

Como la población es superior a 12500 habitantes, el coeficiente **k1 es de 1.20**.

Para el proyecto la Demanda Máxima Diaria QMD se calcula por medio del factor mayoración estipulado en el artículo 47 y tenemos lo siguiente:

Tabla 19. Caudal máximo Diario (QMD) (25 años)

Qmd (L/s)	K1	Q.M.D. (L/s)
3.52	1.2	4.57
Q.M.D. (25 años)		4.57

Fuente: Elaborado por consultoría.

6.12.3 DEMANDA MÁXIMA HORARIA (QMH)

Corresponde a la demanda máxima estimada durante una hora en un período de un año, sin tener en cuenta el caudal de incendio. Se origina en el hecho de que durante un día los consumos de agua no son uniformes, sino que son mayores en algunas horas donde la actividad y el consumo de agua de la población se concentran.

La demanda máxima horaria es el parámetro para el diseño de redes de distribución.

La Demanda Máxima Horaria (QMH) se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$QMH = QMD * K2$$

El coeficiente K2 se denomina coeficiente de consumo máximo horario y se puede calcular como la relación entre el caudal máximo horario (QMH) y el caudal máximo diario (QMD) registrados durante un período mínimo de un año, sin incluir los días en que ocurran fallas relevantes en el servicio. Estos registros deben ser realizados sobre la red de conducción o a la salida de los tanques de almacenamiento y de compensación del sistema. Para calcular en forma específica el valor del coeficiente de consumo máximo horario (K2), se utiliza la recomendada por la resolución 330 de 2017, mencionando en la tabla siguiente:

Tabla 19. Coeficiente de consumo máximo horario (K2)

Coeficiente de consumo diario	(K2) <12500 habitantes	(K2) >12500 habitantes
K2	1.60	1.50

Fuente: Resolución 330, 2017.

Avenida Norte No. 47 A – 40 Local 129 – Centro Comercial Centro Norte
Tunja – Boyacá.

Celular. 310 560 22 79 – 313 316 07 01

tyingenieriam@gmail.com

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

como la población es superior a 12500 habitantes, el coeficiente k2 es de 1.50.

Para el proyecto, la Demanda Máxima horaria (QMH) se da en la siguiente tabla:

Tabla 20. Demanda máxima horario QMH (25 años)

QMD (L/s)	K2	Q.M.H.(L/s)
4.57	1.5	7.64
Q.M.H. (25 años)		7.64

Fuente: Elaborado por consultoría.

Tabla 21. Resumen Caudales año 2024 hasta 2049 – Alcantarillado Palermo

ALCANTARILLADO CENTRO POBLADO PALERMO																
AÑOS	AÑO	Tasa de Crecimiento %	POBLACIÓN				POBLACIÓN TOTAL	Perdidas (%)	CAUDALES							
			POBLACIÓN RESIDENTE MÉTODO GEOMÉTRICO (Hab)	POBLACIÓN FLOTANTE (hab.)	TOTAL POBLACIÓN RESIDENTE (hab.)	POBLACIÓN ESTUDIANTIL MÉTODO GEOMÉTRICO			Qmd (L/s) población residente	Qmd (L/s) uso escolar	Qmd (L/s) uso institucional	Qmd (L/s) uso comercial	Qmd (L/s) total	QMD (L/s)	QMH (L/s)	
0	2024	0.00	583	257	840	110	950	25	1.56	0.08	0.118	0.70	2.46	3.19	5.11	
1	2025	2.50	598	264	861	113	974	25	1.59	0.09	0.12	0.70	2.50	3.25	5.19	
2	2026	2.50	613	270	883	117	999	25	1.64	0.09	0.12	0.70	2.54	3.30	5.28	
3	2027	2.50	628	277	905	120	1025	25	1.68	0.09	0.12	0.70	2.58	3.36	5.37	
4	2028	2.50	644	284	927	123	1051	25	1.72	0.10	0.12	0.70	2.63	3.42	5.47	
5	2029	2.50	660	291	951	127	1078	25	1.76	0.10	0.12	0.70	2.67	3.48	5.56	
6	2030	2.50	676	298	974	131	1105	25	1.80	0.10	0.12	0.70	2.72	3.54	5.66	
7	2031	2.50	693	306	999	135	1133	25	1.85	0.10	0.12	0.70	2.77	3.60	5.76	
8	2032	2.50	710	313	1024	139	1162	25	1.90	0.11	0.12	0.70	2.82	3.66	5.86	
9	2033	2.50	728	321	1049	143	1192	25	1.94	0.11	0.12	0.70	2.87	3.73	5.97	
10	2034	2.50	746	329	1075	147	1222	25	1.99	0.11	0.12	0.70	2.92	3.80	6.07	
11	2035	2.00	761	336	1097	151	1248	25	2.03	0.12	0.12	0.70	2.96	3.85	6.16	
12	2036	2.00	776	342	1119	156	1274	25	2.07	0.12	0.12	0.70	3.01	3.91	6.26	
13	2037	2.00	792	349	1141	160	1301	25	2.11	0.12	0.12	0.70	3.05	3.97	6.35	
14	2038	2.00	808	356	1164	165	1329	25	2.16	0.13	0.12	0.70	3.10	4.03	6.44	
15	2039	2.00	824	363	1187	170	1357	25	2.20	0.13	0.12	0.70	3.14	4.09	6.54	
16	2040	2.00	840	371	1211	175	1386	25	2.24	0.13	0.12	0.70	3.19	4.15	6.64	
17	2041	2.00	857	378	1235	180	1415	25	2.29	0.14	0.12	0.70	3.24	4.21	6.74	
18	2042	2.00	874	386	1260	185	1445	25	2.33	0.14	0.12	0.70	3.29	4.28	6.85	
19	2043	2.00	892	393	1285	190	1476	25	2.38	0.15	0.12	0.70	3.34	4.34	6.95	
20	2044	1.00	901	397	1298	196	1494	25	2.40	0.15	0.12	0.70	3.37	4.38	7.01	
21	2045	1.00	910	401	1311	202	1513	25	2.43	0.16	0.12	0.70	3.40	4.42	7.07	
22	2046	1.00	919	405	1324	208	1532	25	2.45	0.16	0.12	0.70	3.43	4.46	7.13	
23	2047	1.00	928	409	1337	214	1551	25	2.48	0.16	0.12	0.70	3.46	4.49	7.19	
24	2048	1.00	937	413	1351	220	1571	25	2.50	0.17	0.12	0.70	3.49	4.53	7.25	
25	2049	1.00	947	418	1364	226	1591	25	2.53	0.17	0.12	0.70	3.52	4.57	7.31	

Fuente: Propia consultoría 2024.

El cálculo de caudales se hace por medio de cálculos poblaciones y análisis iniciales y obtenemos lo siguiente:

Tabla 22. Resumen Caudales alcantarillado proyectado año 2049

Caudal medio diario (Qmd) =	3.52	L/s
Caudal Máximo Diario QMD =	4.57	L/s
Caudal Máximo Horario QMH =	7.31	L/s

Fuente: Consultoría, 2024

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

6.13 CAUDALES AGUA RESIDUAL

El caudal de aguas residuales se compone de las identificadas como domésticas, industriales, comerciales e institucionales. La estimación de este caudal se basa en información histórica de consumos, mediciones periódicas y evaluaciones regulares, por tanto a continuación se relacionan cada uno de estos componentes.

- Aguas Residuales Domesticas (QD)
- Aguas Residuales Comerciales (Qc)
- Aguas Residuales Institucionales (QIN)

Los anteriores caudales son los que componen el caudal de aguas residuales, que se calcula teniendo en cuenta una población inicial urbana de 583 habitantes, una dotación neta de 120 L/s-Hab día, y de determinar los coeficientes de retorno del 0.85, a partir de lo cual se tiene los siguientes caudales de diseño alcantarillado sanitario. El estimado de las áreas institucionales y comerciales se hace en base al trabajo de campo realizado, considerando especialmente las áreas de mayor influencia en la zona de estudio. Para definir los caudales institucionales y comerciales, se adoptan valores de 0.20L/s*ha.

Tabla 23. Áreas determinadas para el diseño del alcantarillado

Establecimiento	uso	Area estimada		
Polideportivo	Uso Comercial	775	m2	
Restaurante Santa Rosalia	Uso comercial	52	m2	
Casa cural	Uso oficial	52	m2	
Matadero municipal	Uso oficial	130	m2	
Puesto de salud	Uso institucional	181	m2	
Institución educativa técn	Uso institucional	517	m2	
TOTAL AREA COMERCIAL	827	m2	0.1	Ha
TOTAL AREA INSTITUCIONAL	880	m2	0.1	Ha

Fuente: Grupo Consultor, 2024.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			 T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

Teniendo en cuenta los anteriores valores referentes a la determinación de los caudales de aguas residuales, a continuación se presenta la consolidación de los mismos, con la aplicación del coeficiente de retorno de 85%, para determinar el caudal de diseño, con el que se proyectaran las redes y estructuras para el alcantarillado del corregimiento de Palermo.

Tabla 24. Cálculo de caudales de diseño para alcantarillado.

No.	Año	Población	Dotación Neta (L/s*hab)	Coeficiente de retorno (%)	Caudal de Aguas Residuales (L/s)	Area institucional (Ha.)	Area Comercial (Ha.)	Caudal Institucional (L/s)	Caudal comercial (L/s)	Caudal Medio Diario (L/s)	Caudal Maximo Horario QMH (L/s)
0	2024	583	120	85%	0.69	0.09	0.08	0.05	0.04	0.77	1.55
1	2025	598	120	85%	0.71	0.09	0.08	0.05	0.04	0.79	1.58
2	2026	613	120	85%	0.72	0.09	0.08	0.05	0.04	0.81	1.62
3	2027	628	120	85%	0.74	0.09	0.08	0.05	0.04	0.83	1.66
4	2028	644	120	85%	0.76	0.09	0.08	0.05	0.04	0.85	1.69
5	2029	660	120	85%	0.78	0.09	0.08	0.05	0.04	0.87	1.73
6	2030	676	120	85%	0.80	0.09	0.08	0.05	0.04	0.88	1.77
7	2031	693	120	85%	0.82	0.09	0.08	0.05	0.04	0.90	1.81
8	2032	710	120	85%	0.84	0.09	0.08	0.05	0.04	0.92	1.85
9	2033	728	120	85%	0.86	0.09	0.08	0.05	0.04	0.95	1.89
10	2034	746	120	85%	0.88	0.09	0.08	0.05	0.04	0.97	1.93
11	2035	761	120	85%	0.90	0.09	0.08	0.05	0.04	0.99	1.97
12	2036	776	120	85%	0.92	0.09	0.08	0.05	0.04	1.00	2.01
13	2037	792	120	85%	0.93	0.09	0.08	0.05	0.04	1.02	2.04
14	2038	808	120	85%	0.95	0.09	0.08	0.05	0.04	1.04	2.08
15	2039	824	120	85%	0.97	0.09	0.08	0.05	0.04	1.06	2.12
16	2040	840	120	85%	0.99	0.09	0.08	0.05	0.04	1.08	2.16
17	2041	857	120	85%	1.01	0.09	0.08	0.05	0.04	1.10	2.20
18	2042	874	120	85%	1.03	0.09	0.08	0.05	0.04	1.12	2.24
19	2043	892	120	85%	1.05	0.09	0.08	0.05	0.04	1.14	2.28
20	2044	901	120	85%	1.06	0.09	0.08	0.05	0.04	1.15	2.30
21	2045	910	120	85%	1.07	0.09	0.08	0.05	0.04	1.16	2.32
22	2046	919	120	85%	1.08	0.09	0.08	0.05	0.04	1.17	2.34
23	2047	928	120	85%	1.10	0.09	0.08	0.05	0.04	1.18	2.36
24	2048	937	120	85%	1.11	0.09	0.08	0.05	0.04	1.19	2.39
25	2049	947	120	85%	1.12	0.09	0.08	0.05	0.04	1.20	2.41
26	2050	956	120	85%	1.13	0.09	0.08	0.05	0.04	1.22	2.43
27	2051	966	120	85%	1.14	0.09	0.08	0.05	0.04	1.23	2.45
28	2052	975	120	85%	1.15	0.09	0.08	0.05	0.04	1.24	2.48
29	2053	985	120	85%	1.16	0.09	0.08	0.05	0.04	1.25	2.50
30	2054	995	120	85%	1.17	0.09	0.08	0.05	0.04	1.26	2.52

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

No.	Año	Población	Area casco urbano (Ha.)	Caudal Conexiones Erradas (L/s)	Area de Vías (Ha.)	Caudal de Infiltración (L/s)	Caudal de Diseño (L/s)
0	2024	583	13.47	2.694	0.97	0.194	4.44
1	2025	598	13.47	2.694	0.97	0.194	4.47
2	2026	613	13.47	2.694	0.97	0.194	4.51
3	2027	628	13.47	2.694	0.97	0.194	4.54
4	2028	644	13.47	2.694	0.97	0.194	4.58
5	2029	660	13.47	2.694	0.97	0.194	4.62
6	2030	676	13.47	2.694	0.97	0.194	4.66
7	2031	693	13.47	2.694	0.97	0.194	4.70
8	2032	710	13.47	2.694	0.97	0.194	4.74
9	2033	728	13.47	2.694	0.97	0.194	4.78
10	2034	746	13.47	2.694	0.97	0.194	4.82
11	2035	761	13.47	2.694	0.97	0.194	4.86
12	2036	776	13.47	2.694	0.97	0.194	4.89
13	2037	792	13.47	2.694	0.97	0.194	4.93
14	2038	808	13.47	2.694	0.97	0.194	4.97
15	2039	824	13.47	2.694	0.97	0.194	5.01
16	2040	840	13.47	2.694	0.97	0.194	5.05
17	2041	857	13.47	2.694	0.97	0.194	5.08
18	2042	874	13.47	2.694	0.97	0.194	5.13
19	2043	892	13.47	2.694	0.97	0.194	5.17
20	2044	901	13.47	2.694	0.97	0.194	5.19
21	2045	910	13.47	2.694	0.97	0.194	5.21
22	2046	919	13.47	2.694	0.97	0.194	5.23
23	2047	928	13.47	2.694	0.97	0.194	5.25
24	2048	937	13.47	2.694	0.97	0.194	5.27
25	2049	947	13.47	2.694	0.97	0.194	5.30
26	2050	956	13.47	2.694	0.97	0.194	5.32
27	2051	966	13.47	2.694	0.97	0.194	5.34
28	2052	975	13.47	2.694	0.97	0.194	5.36
29	2053	985	13.47	2.694	0.97	0.194	5.39
30	2054	995	13.47	2.694	0.97	0.194	5.41

Fuente: Grupo Consultor, 2024.

6.14 CAUDAL PLUVIAL

El trazado de la red de drenaje de aguas lluvias en general se encuentra trazado de acuerdo a la ubicación de las calles del corregimiento. La extensión y el tipo de áreas tributarias se determinan para cada tramo por diseñar. El área aferente incluye el área tributaria propia del tramo en consideración. Las áreas de drenaje se determinan por medición directa en planos, y su delimitación debe ser consistente con las redes de drenaje natural.

Para la estimación del caudal de diseño del sistema de alcantarillado pluvial, puede utilizarse el

Avenida Norte No. 47 A – 40 Local 129 – Centro Comercial Centro Norte
Tunja – Boyacá.

Celular. 310 560 22 79 – 313 316 07 01

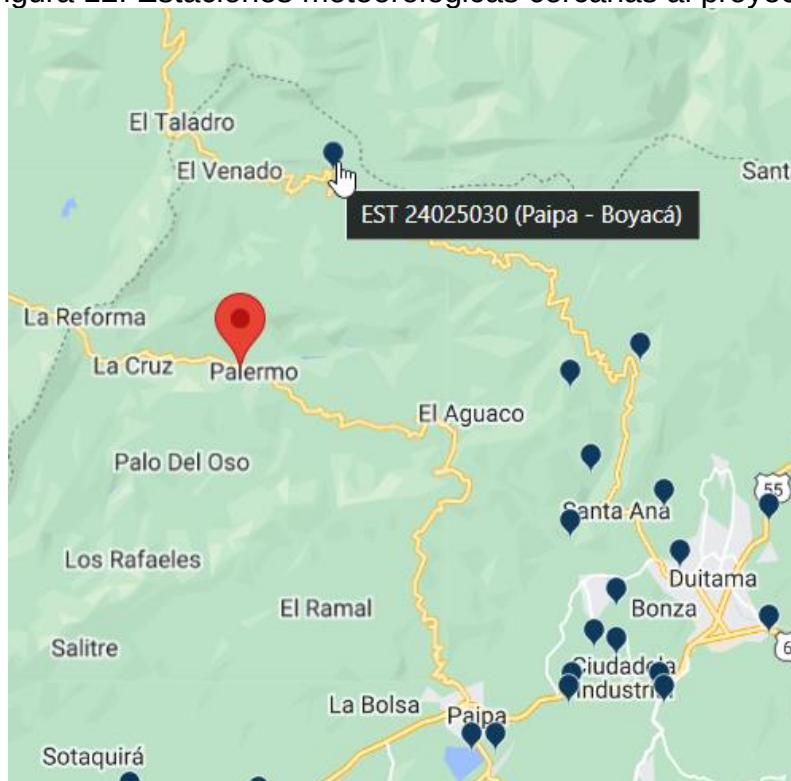
tymingenieriam@gmail.com

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

método racional, el cual calcula el caudal pico de aguas lluvias con base en la intensidad media del evento de precipitación con una duración igual al tiempo de concentración del área de drenaje y un coeficiente de escorrentía.

Un insumo fundamental es la información climatológica que se presenta a continuación. Para la determinación de la estación a seleccionar, primero se determina ubicar las estaciones meteorológicas más cercanas al proyecto del centro del poblado de Palermo, y por medio de la siguiente ilustración se determina su localización.

Figura 12. Estaciones meteorológicas cercanas al proyecto



Fuente: Datos extraídos IDEAM. Procesados en software REC DATA v 3.6 - 2024

A continuación, se presenta las estaciones meteorológicas, que se ubican en el municipio de Paipa Boyacá.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

Figura 13. Listado de Estaciones meteorológicas cercanas al proyecto

ID	NOMBRE ESTACIÓN	CODIGO	TECNOLOGIA	FECHA_INSTALACIO...	FECHA_SUSPENSI...	ESTADO	latitud	longitud	altitud
Agrometeorológica 1									
EST 24035430 (Paipa - Boyacá)	TUNGUAVITA - AUT [24035...	24.035.430	Automática con Telemetría	15/12/2004		Activa	5,75	-73,12	2.470
Climática Principal 2									
EST 24025030 (Paipa - Boyacá)	LA SIERRA - AUT [24025030]	24.025.030	Automática con Telemetría	14/2/1967		Activa	5,97	-73,16	2.700
EST 2403500041 (Paipa - Boyacá)	DUITAMA - AUT [24035000...	2.403.500.041	Automática con Telemetría	16/10/2017		Activa	5,79	-73,08	2.555
Limnigráfica 1									
EST 24037320 (Paipa - Boyacá)	LA SIBERIA [24037320]	24.037.320	Convencional	15/4/1971		Activa	5,77	-73,11	2.248
Limnigráfica 2									
EST 24037330 (Paipa - Boyacá)	VERTEDERO PAIPA [240373...	24.037.330	Convencional	15/5/1971	15/3/1978	Suspendida	5,77	-73,12	2.500
EST 24037450 (Paipa - Boyacá)	MOLINO EL [24037450]	24.037.450	Convencional	15/6/1964		Activa	5,72	-73,12	2.539
Pluviométrica 2									
EST 24010870 (Paipa - Boyacá)	PALERMO [24010870]	24.010.870	Convencional	15/12/1970		Activa	5,90	-73,20	2.200
EST 24030510 (Paipa - Boyacá)	CEREZO EL [24030510]	24.030.510	Convencional	15/1/1970		Activa	5,70	-73,07	2.900

Fuente: Datos extraídos IDEAM. Procesados en software REC DATA v 3.6 - 2024

Tras analizar la información disponible, se ha encontrado que el centro poblado de Palermo cuenta con una estación del IDEAM. Sin embargo, después de revisar las demás estaciones disponibles, se ha decidido implementar la siguiente estación meteorológica para este estudio.

Estación: **PALERMO [24010870]**

La estación PALERMO [24010870], se encuentra en el municipio de Paipa departamento de Boyacá, a una altura sobre el nivel del mar de 2200 metros, tiene una frecuencia diaria de registro de datos pluviométricos. La precipitación máxima registrada durante 19 años de registro, para esta precipitación desde su instalación; ha sido de 80.50 mm, alcanzada en mayo del año 2017.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

Departamento: BOYACÁ

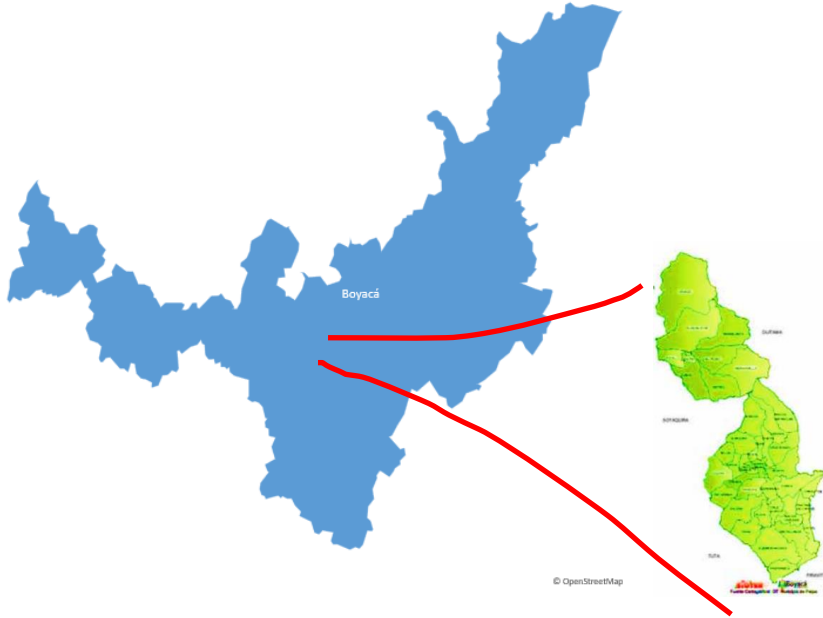


Tabla 25. Información de la estación pluviométrica PALERMO [24010870]

RESUMEN INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA DE PRECIPITACIONES MAXIMA 24 H, MESES MULTIANUAL
VALORES MAXIMO MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm) ESTACIÓN: PALERMO [24010870]



MUNICIPIO: Paipa		DEPARTAMENTO: Boyacá		DATOS OBTENIDOS: INSTITUTO DE HIDROLOGIA METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES										
NOMBRE ESTACIÓN: PALERMO [24010870]														
Latitud	Longitud	Altitud	Categoría	ID	Parámetro	Analisis de datos	Unidad	Tipo de estación Pluviométrica (convencional)						
5.899528	-73.19619	2200	Pluviométrica	Precipitación	18 años	milímetros (mm)								
CANTIDAD AÑOS	AÑOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	VALOR MAX ANUAL
1	2003	6.00	50.00	32.50	45.00	27.50	44.50	4.00	15.50	16.00	35.00	28.00	26.00	50.00
2	2004	31.50	19.00	14.00	29.00	23.00	2.50	17.00	3.50	26.50	19.00	19.50	26.20	31.50
3	2005	26.50	26.50	15.50	46.00	32.00	11.70	36.00	16.00	19.50	47.50	31.00	14.50	47.50
4	2006	33.40	12.50	35.00	22.00	32.00	41.00	7.70	8.00	9.30	19.50	25.80	30.20	41.00
5	2007	22.50	10.40	15.60	26.50	27.50	21.00	15.50	23.50	25.80	37.00	18.40	20.00	37.00
6	2008	24.00	13.50	15.00	23.00	24.00	15.50	19.50	20.00	15.00	46.00	37.00	24.50	46.00
7	2009	25.50	23.30	31.60	41.50	18.50	27.00	4.00	22.00	13.00	62.00	38.00	26.50	62.00
8	2010	42.50	11.00	49.50	52.00	34.20	15.20	31.00	20.50	21.20	38.20	27.30	27.30	52.00
9	2011	38.00	35.00	26.70	48.00	49.50	34.50	10.80	22.00	23.00	51.00	27.80	14.80	51.00
10	2012	20.50	10.70	24.40	56.50	34.50	27.00	14.50	12.00	21.50	26.00	20.00	18.00	56.50
11	2013	13.50	22.00	21.00	22.80	46.50	10.00	27.80	23.50	24.00	28.00	48.50	14.50	48.50
12	2014	22.90	32.50	21.50	38.10	34.50	11.80	9.80	5.50	26.00	44.00	47.10	29.00	47.10
13	2015	17.00	24.00	36.00	31.50	9.00	10.30	9.30	22.50	52.50	20.30	36.20	6.50	52.50
14	2016	11.00	13.50	28.50	27.00	22.00	10.00	9.50	4.50	20.50	0.00	51.30	43.00	51.30
15	2017	16.90	14.50	28.80	80.50	27.00	26.00	10.30	25.50	38.50	0.00	0.00	0.00	80.50
16	2018	0.00	13.50	34.00	24.80	14.80	14.50	7.00	14.20	19.40	23.40	8.60	6.00	34.00
17	2019	21.00	22.80	60.00	40.00	36.30	16.30	6.10	12.40	27.10	20.60	53.90	16.80	60.00
18	2020	18.00	16.20	33.50	20.60	13.80	23.00	13.50	13.40	24.90	13.10	25.00	11.50	33.50
19	2021	10.00	18.90	22.90	30.20	30.00	30.00	6.60	25.00	60.00	25.90	60.00	24.40	60.00
MEDIOS (mm)		21.09	20.52	28.74	37.11	28.24	20.62	13.68	16.29	25.46	29.29	31.76	19.98	33.62
MAXIMOS (mm)		42.50	50.00	60.00	80.50	49.50	44.50	36.00	25.50	60.00	62.00	60.00	43.00	68.97
MINIMOS (mm)		0.00	10.40	14.00	20.60	9.00	2.50	4.00	3.50	9.30	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Datos extraídos IDEAM. Procesados en software REC DATA v 3.6 - 2024

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

Como se aprecia en la anterior tabla, la precipitación máxima es de 80.50 mm equivalente a la lluvia de diseño, que servirá de insumo para el armado de la curva IDF.

6.14.1 CURVAS DE INTENSIDAD DURACIÓN FRECUENCIA (IDF)

Se deben seleccionar las curvas IDF de cada localidad o región en particular y verificar su validez. Si no existen o no contemplan datos del último quinquenio, se deben obtener a partir de información pluviográfica de la zona, incluyendo los datos más recientes, para derivar las curvas de frecuencia correspondientes mediante análisis puntuales de frecuencia de eventos extremos máximos. Si esto no permite derivar curvas IDF aceptables para el proyecto, deben ajustarse curvas IDF por métodos sintéticos, derivados con información pluviográfica colombiana. En el análisis se deberán incluir los cambios en las intensidades producidos por los fenómenos de variabilidad y cambio climático sucedidos en Colombia, teniendo en cuenta los lineamientos desarrollados en las comunicaciones nacionales sobre cambio climático, elaborados por el IDEAM.

Con base en el análisis de las curvas IDF bajo el escenario de cambio climático, si la intensidad de diseño, acorde con el periodo de retorno requerido es mayor a la intensidad de la curva IDF de este literal, el diseñador deberá plantear un plan de expansión que incluya elementos de redundancia y costos estimados con una proyección al periodo de diseño.

La decisión de implementar los diseños de expansión será tomada por el operador del sistema una vez el análisis de la información pluviográfica de la zona, incluyendo los datos más recientes de monitoreo de precipitación en la cuenca abastecedora, además de la información de caudales de entrada, indiquen una tendencia de aproximación al caudal identificado con las curvas IDF, bajo el escenario de cambio climático en un periodo mínimo de 5 años.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

Tabla 26. Curvas IDF – Estación PALERMO

FÓRMULA DE INTENSIDAD
Por Vargas & Díaz Granados (1998)

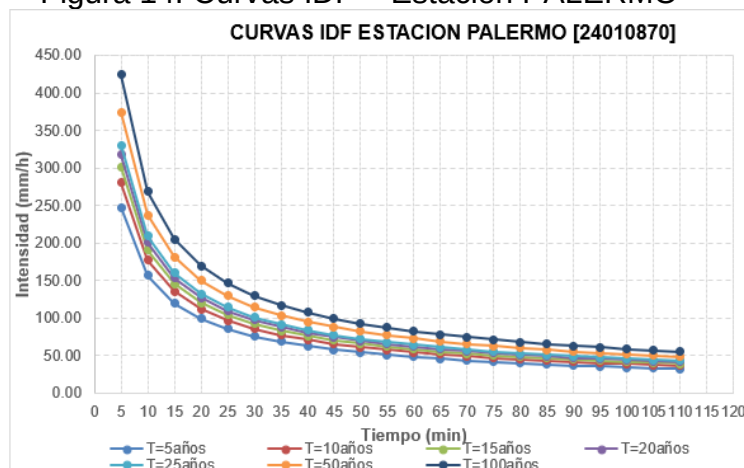
$$i = \frac{a * T^b * M^d}{\left(\frac{t}{60}\right)^c}$$

i: Intensidad de precipitación [mm/h]
T: Periodo de retorno [años]
M: Precipitación máxima promedio anual en 24 horas a nivel multianual
t: Duración de la lluvia [min] Tiempo de concentración de la zona de aportación
a, b, c, d: Parámetros regionalizados de ajuste de la regresión

TIEMPO (min)	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	5	10	15	20	25	50	100
5	247.18	280.03	301.23	317.24	330.24	374.12	423.84
10	156.43	177.22	190.64	200.77	209.00	236.77	268.24
15	119.71	135.61	145.88	153.63	159.93	181.18	205.26
20	99.00	112.16	120.65	127.06	132.27	149.85	169.76
25	85.45	96.80	104.13	109.66	114.16	129.33	146.51
30	75.76	85.83	92.32	97.23	101.22	114.67	129.90
35	68.43	77.52	83.39	87.83	91.42	103.57	117.34
40	62.66	70.98	76.36	80.42	83.71	94.84	107.44
45	57.97	65.67	70.65	74.40	77.45	87.74	99.40
50	54.08	61.26	65.90	69.40	72.25	81.85	92.73
55	50.78	57.53	61.88	65.17	67.84	76.86	87.07
60	47.95	54.32	58.43	61.54	64.06	72.57	82.21
65	45.48	51.52	55.42	58.37	60.76	68.84	77.98
70	43.31	49.06	52.78	55.58	57.86	65.55	74.26
75	41.38	46.88	50.43	53.11	55.28	62.63	70.95
80	39.65	44.92	48.33	50.89	52.98	60.02	68.00
85	38.10	43.16	46.43	48.90	50.90	57.67	65.33
90	36.69	41.56	44.71	47.09	49.02	55.53	62.91
95	35.40	40.11	43.14	45.44	47.30	53.58	60.70
100	34.22	38.77	41.71	43.92	45.72	51.80	58.68
105	33.14	37.54	40.39	42.53	44.28	50.16	56.82
110	32.14	36.41	39.16	41.25	42.94	48.64	55.11

Fuente: Curvas de Intensidad Duración Frecuencia del IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales)

Figura 14. Curvas IDF – Estación PALERMO



Fuente: Curvas de Intensidad Duración Frecuencia del IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales).

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

6.14.2 HIETOGRAMA DE DISEÑO

El método del bloque alterno es la metodología adoptada para desarrollar el hietograma de diseño utilizando las curvas intensidad – duración – frecuencia (IDF). El hietograma de diseño producido por este método especifica la profundidad de precipitación que ocurre en intervalos de tiempo sucesivos de duración Δt sobre una duración total de $T=n\Delta t$. Después de seleccionar el período de retorno de diseño, la intensidad se lee de las curvas IDF para cada una de las duraciones y la profundidad de precipitación correspondiente se encuentra al multiplicar la intensidad y la duración.

Tomando las diferencias entre valores sucesivos de profundidad de precipitación, se encuentra la cantidad de precipitación que debe añadirse por cada unidad adicional ΔA . Estos incrementos o bloques se reordenan en una secuencia temporal de modo que la intensidad máxima ocurra en el centro de la duración requerida T y que los demás bloques queden en orden ascendente, alternativamente hacia la derecha y hacia la izquierda del bloque central para formar el hietograma de diseño.

Los estimativos de las tormentas de diseño para los periodos de retorno de 5 y 10 años se presentan en las ilustraciones siguientes. Como puede apreciarse en estos reportes de resultados se ha seleccionado un periodo de diseño de 25 años para evaluar el nivel de riesgo hidrológico. Para el evento de precipitación con periodo de retorno de 10 años.

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			 T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

Figura 15. Hietograma de diseño T= 5 años

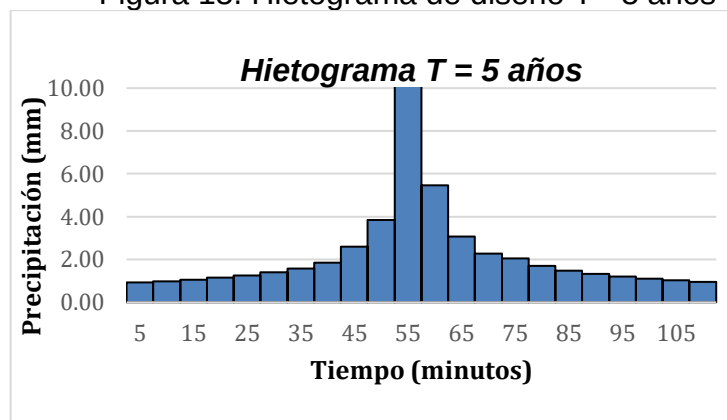


Figura 16. Hietograma de diseño T= 10 años

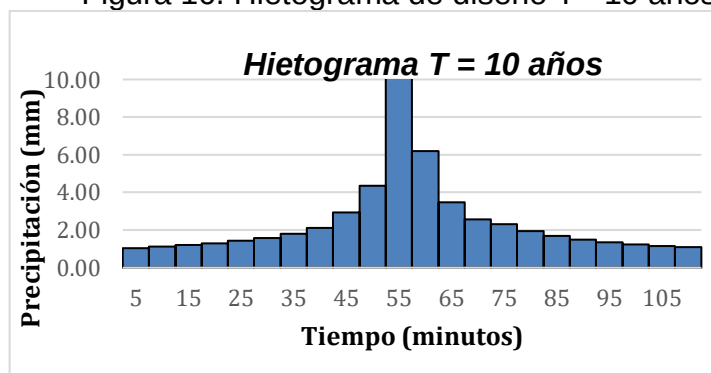
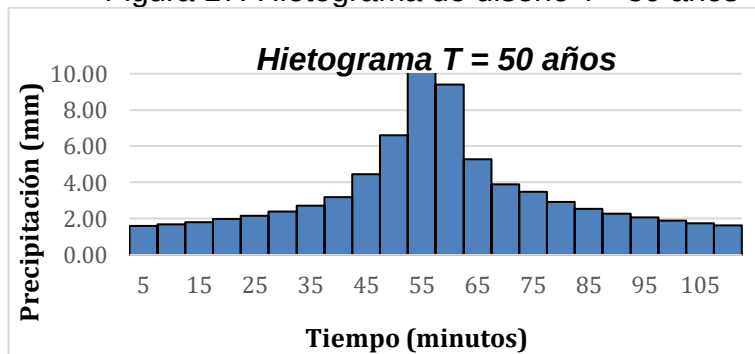


Figura 17. Hietograma de diseño T= 50 años



Fuente: Datos extraídos IDEAM. Procesados en software REC DATA v 3.6 - 2024

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan las conclusiones referentes al sistema de alcantarillado del corregimiento de Palermo, del municipio de Paipa.

- ✓ Los pozos en su mayoría requieren actividades de mantenimiento, sin embargo, algunos deben ser sustituidos o se debe instalar sus respectivas aro tapa, para evitar accidentes.
- ✓ El proyecto se analiza para un horizonte de diseño de 25 años, tal como lo estipula la Resolución 0330 del 08 de junio de 2017.
- ✓ Se realizó el análisis de la tasa de crecimiento para el presente proyecto mediante la metodología de los censos del DANE, la venta de puntos, la información del Sisbén y la recopilación de información del PUEAA, seleccionando esta última como la tasa de crecimiento para la proyección del servicio de alcantarillado, la cual se estableció en 2.5%.
- ✓ De acuerdo a la información de población del corregimiento de Palermo y a la dotación necesaria para el consumo de agua, se obtuvo un Caudal Máximo Diario (QMD) proyectado de 4.57 L/s, para los 25 de años de proyección del alcantarillado, y un Caudal Máximo Horario QMH para los 25 años de proyección de 7.31 L/s.
- ✓ En cuanto al caudal de aguas residuales se tiene un Caudal de Diseño de 4.44 L/s, para el año 0 y un caudal de 5.30 L/s, para el años 25, como año de proyección de los actuales estudios y diseños para el alcantarillado del corregimiento de Palermo, en Paipa, Boyacá.

Realizó,

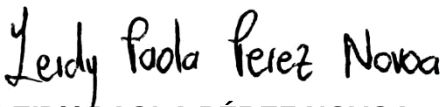

LEIDY PAOLA PÉREZ NOVOA
 Ingeniera Ambiental y Sanitaria
 MP. 25260-359270 CND

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD DE LOS ESTUDIOS PRELIMINARES

Yo **LEIDY PAOLA PÉREZ NOVOA** certifico que realicé los **ESTUDIOS PRELIMINARES** de conformidad con lo establecido en las Normas, Leyes y Decretos vigentes aplicables a estos diseños y demás normativa existente en Colombia y las cantidades estimadas cubren la ejecución del proyecto “**FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA**” de acuerdo con los requisitos técnicos vigentes, cuyos resultados se encuentran consignados en el proyecto, que anexo debidamente firmado.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi Tarjeta o Matrícula Profesional y copia de la cédula de ciudadanía.


LEIDY PAOLA PÉREZ NOVOA
 Ingeniera Ambiental y Sanitaria
 MP. 25260-359270 CND

	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	



	FORMULACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE PALERMO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA			
	T&M INGENIERÍA Y SOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.			
	ESTUDIOS PRELIMINARES	Elaborado 15/06//2024	Versión: 2	

