

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
0		Aprobado	30-sep.-25	SCE	

ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO DE LA RED PLUVIAL

“MEJORAMIENTO DE LA VÍA
URBANA EN LA URBANIZACIÓN
LAURELES DEL MUNICIPIO DE
ARAUCA, DEPARTAMENTO DE
ARAUCA”

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
0		Aprobado	30-sep.-25	SCE	

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	ALCANCE	2
3	OBJETIVOS	2
3.1	OBJETIVO GENERAL	2
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
4	LOCALIZACION	3
4.1	LOCALIZACIÓN ESPECIFICA DEL PROYECTO.....	4
4.1.1	Carrera 38A entre Calles 16 a 18:.....	4
4.1.2	Carrera 37 entre Calles 16 a 18:	4
4.1.3	Calle 16A entre Carreras 37bis a 38c	4
4.1.4	Calle 17 entre Carreras 37bis a 38c.....	5
4.1.5	Calle Parquadero.....	5
4.1.6	Calle 17A	5
4.1.7	Carrera 37BIS entre Calles 16A a la Calle 17	5
4.1.8	Carrera 38 C entre Calle del Parquadero a la Calle 17	6
4.2	CRITERIOS DE DISEÑO.....	6
4.2.1	Criterios de cambio climático.....	6
4.2.2	Análisis de Vulnerabilidad	7
4.2.3	Evaluación de riesgo	8
4.3	TOMA DE INFORMACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA	16
4.3.1	Inspección de campo.....	16
4.3.2	Registros Hidroclimatológicos.....	17
4.4	METODOLOGÍA EVALUACIÓN DE SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS.	18
4.5	OBRAS MENORES	20

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
0		Aprobado	30-sep.-25	SCE	

5	ESTUDIOS HIDROLÓGICOS.....	22
5.1	OBJETIVOS	23
5.2	INFORMACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA SELECCIÓN DE ESTACIÓN PARA PRECIPITACIONES MÁXIMAS.	23
5.3	ANÁLISIS DE LLUVIAS Y CLIMATOLÓGICO	24
5.3.1	cálculo de la intensidad de lluvia (mm/h) del sector	26
5.3.2	Datos de precipitación máxima multianual.....	26
5.3.3	curvas IDF por el método simplificado	27
6	ESTUDIO HIDRÁULICO.	30
6.1	CRITERIOS DE SEGURIDAD VIAL.....	30
6.1.1	Hidroplaneo.....	30
6.1.2	Protección redes que atraviesan las vías.....	32
6.2	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	34
6.3	CALCULO CAUDALES POR METODO RACIONAL	36
6.3.1	cálculo de la intensidad de lluvia (mm/h) del sector	36
6.4	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	39
6.4.1	Tiempo concentración entrada.....	40
6.5	ESPESOR DE LA PELÍCULA DE AGUA SOBRE LA SUPERFICIE Y VELOCIDADES VEHICULARES CRÍTICAS	49
6.5.1	Método de Gallaway.....	50
	Tabla 16 – Calculo de Altura Película de agua y tiempo de concentración método Gallaway.....	52
6.6	PARÁMETROS HIDROLÓGICOS	53
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
0		Aprobado	30-sep.-25	SCE	

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1- Estaciones IDEAM	23
Ilustración 2 - ÁREAS AFERENTES PROYECTO LAURELES.	35

LISTA TABLAS FIGURAS

Figura 1 - Localización del proyecto	3
Figura 2 – Localización Urbanización Laureles	6
Figura 3– Planos red pluvial zona estudio.	17
Figura 4 – Estado actual obras de drenaje pluvial	21
Figura 5- Definición de parámetros a, b, c y d	27
Figura 6-Curvas intensidad-Duración-Frecuencia (Periodo de retorno T). ...	29

LISTA TABLAS

Tabla 1-Grado de Vulnerabilidad.....	8
Tabla 2 - Grado de Riesgo en frente de obra.	9
Tabla 3 Matriz de amenazas y medidas	10
Tabla 4- Estaciones Pluviométricas Cercanas	24
Tabla 5 - Datos de Precipitación Máxima mensual Multianual Estación Pluviométrica Seleccionada.....	25
Tabla 6 – Datos de precipitación Máxima.....	26
Tabla 7 - Calculo Media y Desviación.....	27
Tabla 8-Valores de los coeficientes a,b,c y d para el cálculo de las curvas IDF para Colombia	28
Tabla 9 – Datos IDF.....	28
Tabla 10 Datos para evaluación de infraestructura Vial.....	29
Tabla 11 Características Físicas Existentes de la Red Pluvial.....	34
Tabla 12 ÁREAS AFERENTES SUMIDEROS.....	37
Tabla 13 - Análisis de Tiempo de Concentración:	43
Tabla 14 VERIFICACIÓN DE AUTOLIMPIEZA.	45
Tabla 15 Evaluación de Criterios Normativos.	47
Tabla 16 – Calculo de Altura Pelicula de agua y tiempo de concentración método Gallaway	52
Tabla 17 CONDICIONES GEOMÉTRICAS DE LA REJILLA DEL SUMIDERO.	54
Tabla 18 - Calculo hidráulico Red Pluvial	56

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca				Elaboró:
					ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
0		Aprobado	30-sep.-25	SCE	

1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio hidrológico e hidráulico tiene como finalidad determinar los caudales máximos generados por las precipitaciones en la zona de estudio, con el objetivo de diseñar una red pluvial eficiente que permita la adecuada captación, conducción y evacuación de las aguas pluviales.

La gestión eficiente de las aguas lluvias en complejos de alta densidad, como conjuntos de torres, es un desafío de ingeniería crucial. Un sistema de drenaje pluvial bien diseñado y mantenido previene inundaciones, protege las estructuras contra la erosión y la humedad, y minimiza los riesgos para los habitantes. Este diagnóstico es el primer paso esencial para cualquier plan de mantenimiento, modernización o expansión futura de las redes, garantizando su operatividad confiable ante eventos meteorológicos.

La metodología de trabajo iniciará realizando un análisis hidrológico basado en datos pluviométricos históricos y la aplicación de métodos de cálculo reconocidos, que permitirá establecer parámetros como el caudal de diseño y coeficientes de escorrentía.

Posteriormente, se realizará un análisis hidráulico para dimensionar y evaluar la capacidad de los componentes de la red, garantizando su correcto funcionamiento ante eventos de lluvia con diferentes períodos de retorno. Este estudio considera criterios técnicos y normativos vigentes y emplea herramientas computacionales especializadas para la optimización del diseño hidro-sanitario.

El presente documento se formula en base a la necesidad de revisar la capacidad hidráulica de la red pluvial existente del proyecto de inversión denominado **MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**".

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes		Revisó:
				Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:
		0	Aprobado	30-sep.-25
				Aprobó:
				SCE

2 ALCANCE

El presente informe desarrolla los estudios hidrológicos e hidráulicos necesarios para el diseño del sistema de drenaje pluvial de la urbanización Laureles, incluyendo la selección de estaciones pluviométricas del IDEAM mediante el método de polígonos de Thiessen, el análisis de curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF), la estimación de caudales de diseño por el método racional y la definición de coeficientes de escorrentía propios de las cubiertas metálicas y vías, constituyendo una memoria de cálculo que respalde las decisiones técnicas adoptadas y sirva de insumo para la fase constructiva.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar el diseño del sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias para el proyecto que tiene por objeto **“MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA”** bajo criterios técnicos e hidrológicos que aseguren el cumplimiento de la normativa vigente y la adecuada operación de las obras

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

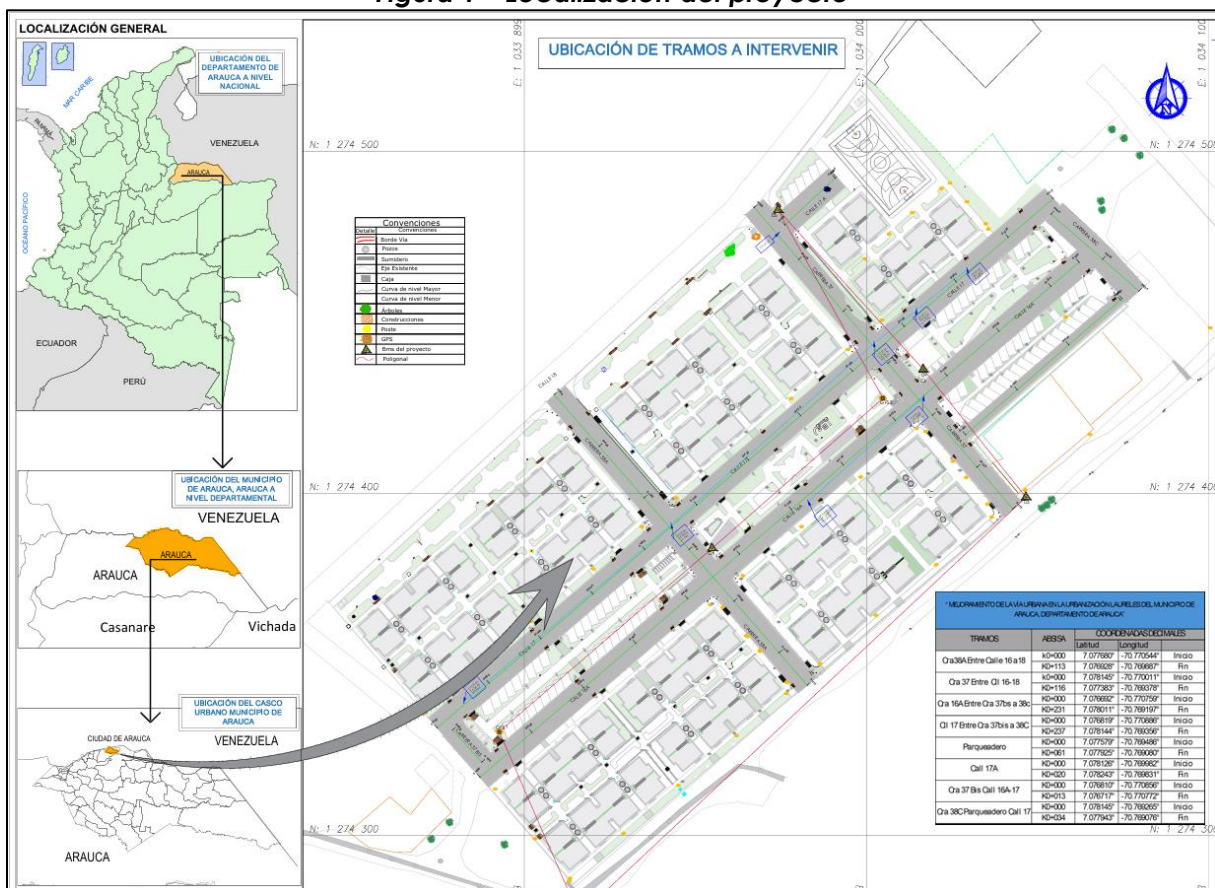
- Identificar y seleccionar las estaciones pluviométricas del IDEAM más representativas para la zona de influencia de la urbanización Laureles, aplicando el método de Thiessen.
- Analizar las condiciones hidrológicas locales y determinar los caudales de diseño mediante modelos reconocidos, considerando periodos de retorno y tiempos de concentración adecuados.
- Verificar que los sumideros y demás estructuras que componen el sistema pluvial cumplan hidráulicamente con su funcionamiento.
- Garantizar que el diseño hidráulico se ajuste a los lineamientos establecidos en la Resolución 0330 de 2017, Resolución 0779 de 2021, la NTC 1500 y demás normativa aplicable.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes		Revisó:
				Y&V
Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
	0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

4 LOCALIZACION

El proyecto de inversión denominado: “**MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**” se encuentra localizada en la urbanización Laureles que pertenece al Sector Comuna 3 de la Ciudad de Arauca capital del departamento de Arauca, con una longitud aproximada de 822m y segmentada en 8 calles. Estas calles se caracterizan por haber sido intervenidas, pero no cuentan con una estructura de vía.

Figura 1 - Localización del proyecto



Fuente: Autor

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
0		Aprobado	30-sep.-25	SCE	

4.1 LOCALIZACIÓN ESPECIFICA DEL PROYECTO

La urbanización Laureles está en el barrio Villa María de la comuna 3 del municipio de Arauca a 355 m del Rio Arauca, la fuente hídrica con mayor importancia del sector. A continuación, se describen las calles a intervenir. En la figura (2) del esquema de localización, se detalla las vías a intervenir en la urbanización Laureles, para mayor comprensión.

4.1.1 Carrera 38A entre Calles 16 a 18:

La vía está compuesta por tres calles con una longitud total de 111m, actualmente se encuentra sin estructura de vía, su principal conexión es con la Calle 18 para el ingreso y/o salida al barrio. Su coordenada geográfica de inicio K0+000 (7°04'39"N 70°46'14"W) y final K0+111 (7°04'36"N 70°46'11"W) (Ver Figura 2. Esquema localización de la vía).

4.1.2 Carrera 37 entre Calles 16 a 18:

La vía está compuesta por tres calles con una longitud total de 113m, los vehículos transitan sobre este carreteable en mal estado, su principal conexión es con la Calle 18 para el ingreso y/o salida al barrio. Su coordenada geográfica de inicio K0+000 (7°04'41" N 70°46'12" W) y final K0+113 (7°04'38" N 70°46'09" W) (Ver Figura 2. Esquema localización de la vía).

4.1.3 Calle 16A entre Carreras 37bis a 38c

La vía está compuesta por tres calles con una longitud total de 237m, los vehículos transitan sobre este carreteable en mal estado, su principal conexión es con las Carreras 38A y 37 para el ingreso y/o salida al barrio. Su coordenada geográfica de inicio K0+000 (7°04'36"N 70°46'14"W) y final K0+237 (7°04'41"N 70°46'09"W) (Ver Figura 2. Esquema localización de la vía).

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
0		Aprobado	30-sep.-25	SCE	

4.1.4 Calle 17 entre Carreras 37bis a 38c

La vía está compuesta por tres calles con una longitud total de 235m, se encuentra sin estructura de vía, su principal conexión es con las Carreras 38A y 37 para el ingreso y/o salida al barrio. Su coordenada geográfica de inicio K0+000 (7°04'35.5"N 70°46'15"W) y final K0+235 (7°04'41"N 70°46'09"W) (Ver Figura 2. Esquema localización de la vía).

4.1.5 Calle Parquadero

Corresponde a una (1) calle con una longitud total de 68m, su principal conexión es con la Carreras 37 para el ingreso y/o salida al barrio. Su coordenada geográfica de inicio K0+000 (7°04'39"N 70°46'10"W) y final K0+068 (7°04'40"N 70°46'08"W) (Ver Figura 2. Esquema localización de la vía).

4.1.6 Calle 17A

Corresponde a una (1) calle con una longitud total de 21m, el carreteable está en mal estado y no cuenta con estructura de vía, su principal conexión es con la Carrera 37 para el ingreso y/o salida al barrio. Su coordenada geográfica de inicio K0+000 (7°04'41"N 70°46'11"W) y final K0+021 (7°04'40"N 70°46'08"W) (Ver Figura 2. Esquema localización de la vía).

4.1.7 Carrera 37BIS entre Calles 16A a la Calle 17

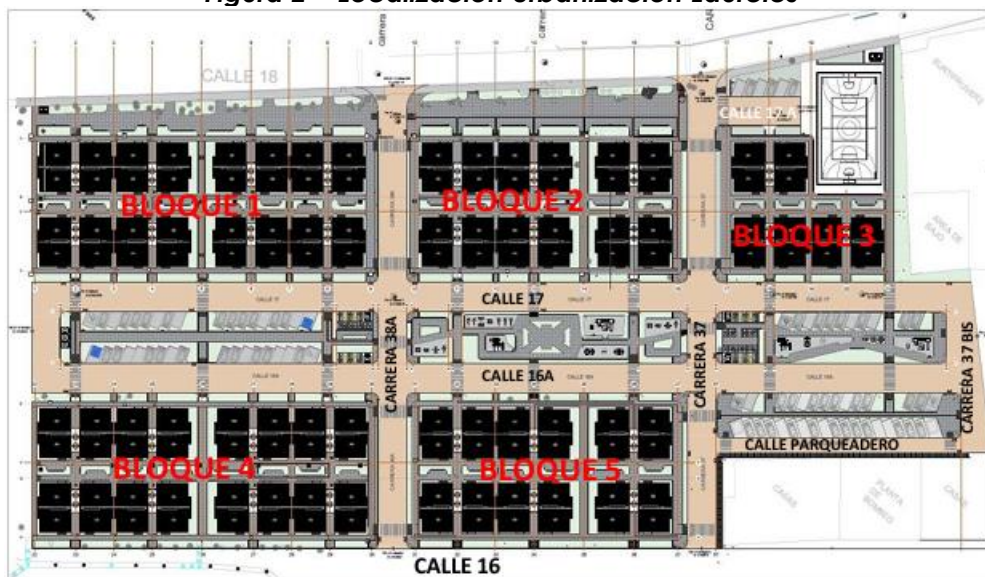
Corresponde a una calle con una longitud total de 13m, el carreteable está en mal estado y no cuenta con 3 estructura de vía, su principal conexión es con las Calles 16A y 17. Su coordenada geográfica de inicio K0+000 (7°04'36"N, 70°46'15"W) y final K0+013 (7°04'35.5"N, 70°46'14"W) (Ver Figura 2. Esquema localización de la vía).

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes		Revisó:
				Y&V
Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
	0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

4.1.8 Carrera 38 C entre Calle del Parqueadero a la Calle 17

Corresponde a una calle con una longitud total de 24m, el carreteable está en mal estado y no cuenta con estructura de vía, su principal conexión es con las calles 16A, 17 y calle de parqueaderos. Su coordenada geográfica de inicio K0+000 (7°04'41"N 70°46'09"W) y final K0+024 (7°04'40"N 70°46'08"W) (Ver Figura 2. Esquema localización de la vía).

Figura 2 – Localización Urbanización Laureles



Fuente: Informe especificaciones técnicas (SierraCol)

4.2 CRITERIOS DE DISEÑO

4.2.1 Criterios de cambio climático

En Colombia y en el mundo entero la atmosfera se está calentando más rápido de lo que debería, la temperatura de la tierra ha incrementado de manera acelerada debido al aumento de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) las cuales son generadas por actividades humanas como la quema de combustibles fósiles, - petróleo, gas y carbón sí mismo la quema de bosques en cantidades extremas.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes		Revisó:
				Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:
		0	Aprobado	30-sep.-25
				Aprobó:
				SCE

El mayor problema de un cambio acelerado en el clima es que nuestras sociedades no están preparadas para asumir los cambios que esto nos pueda traer: derretimiento de las masas glaciares y nevados que abastecen acueductos, cambios en los ciclos de floración y fructificación de las plantas de cultivo, ascensos en el nivel de los mares donde hay mucha población viviendo, mayor ocurrencia y fuerza en lluvias, sequías, huracanes, heladas y granizadas en áreas urbanas y rurales, entre otros fenómenos que sin duda reducen nuestra calidad de vida. (IDEAM)

Por otra parte, el último informe del IPCC describe que la trayectoria de calentamiento se sitúa en torno a los 3,5°C de aquí a 2100, con un margen de error de entre 2,2°C y 3,5°C en función de las políticas públicas aplicadas, donde el límite que no se debe sobrepasar es 1,5°C.

Este aumento de las temperaturas conlleva muchos efectos en el clima y los ecosistemas entre los cuales están los niveles de humedad y de precipitación. (IPCC).

En la ejecución del proyecto denominado “**MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**” se pueden generar situaciones de emergencia de tipo natural como sismos, de tipo socio natural como movimientos en masa, inundaciones moderadas e incendios forestales, fugas, derrames, explosión. Al presentarse estos eventos, además de tener un impacto de orden económico y afectar la ejecución de las obras, afectan de forma súbita y significativa la integridad de las personas expuestas y los procesos desarrollados.

4.2.2 Análisis de Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es el grado relativo de sensibilidad que tiene un sistema respecto a una amenaza determinada, por lo tanto, los factores de vulnerabilidad permiten determinar los efectos negativos que sobre el sistema pueden tener los eventos que se puedan llegar a presentar. Para los efectos del presente análisis de riesgo se identifican los elementos ambientales, sociales,

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
0		Aprobado	30-sep.-25	SCE	

culturales y de infraestructura que puedan ser afectados por las diferentes amenazas.

Tabla 1-Grado de Vulnerabilidad

TIPO DE RIESGO		AMENAZAS	FRETE DE OBRA	
			Humano	Ambiente
EXÓGENAS	Naturales	Sismos	1	1
		Inundaciones	2	2
		Sequías	1	2
	Socio Naturales	Incendios	2	2
		Explosión	1	1
ENDÓGENA	Antrópicos	Fuga	1	1
		Derrames	1	1
	Otras	Afectación a la salud	2	1
		Afectación de ecosistemas	1	2
		Accidentes vehiculares	3	1
		Accidentes laborales	3	1

Fuente: Autor

4.2.3 Evaluación de riesgo

La metodología aplicada para el Análisis de riesgo parte de la base de que éste es igual a la relación entre la amenaza por la vulnerabilidad:

Como la vulnerabilidad se analizó teniendo en cuenta los 2 factores: humano y ambiental. Se tuvo en cuenta el valor más alto dentro de la vulnerabilidad y se multiplicó por el valor de la amenaza y el resultado da aplicando la tabla anterior.

A continuación, se define la escala:

- Entre 25-15 se califica Riesgo Alto, se denota con color rojo.
- Entre 14-6 se califica Riesgo Medio, se denota con color amarillo.
- Menor 5 como Riesgo Bajo, se denota con color verde.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes		Revisó:	
				Y&V	
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

Tabla 2 - Grado de Riesgo en frente de obra.

TIPO DE RIESGO	AMENAZA	Probabilidad	VULNERABILIDAD		RIESGO	
			Humano	Ambiente	Humano	Ambiente
EXÓGENAS	Sismos	1	1	1	1	1
	Inundaciones	2,5	2	2	5	5
	Sequías	2,5	1	2	2,5	5
	Incendios	1,5	2	2	3	3
ENDÓGENA	Explosión	1	1	1	1	1
	Fuga	1	1	1	1	1
	Derrames	1	1	1	1	1
	Afectación a la salud	1	2	1	2	1
	Afectación de ecosistemas	1	1	2	1	2
	Accidentes vehiculares	2	3	1	6	2
	Accidentes laborales	2	3	1	6	2

Fuente: Autor

De acuerdo con los resultados presentados se presentan riesgos bajos, a continuación, se muestran los riesgos encontrados en el escenario analizado:

- En el frente de obra, donde se planea ejecutar el proyecto de inversión denominado **“MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA”** se presentan riesgos bajos tanto para el ambiente como para la afectación humana según la escala establecida en Guía para Análisis de Riesgo del DNP (Departamento Nacional de Planeación).

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

Tabla 3 Matriz de amenazas y medidas

MATRIZ DE AMENAZAS Y MEDIDAS			
Amenaza	Causa	Consecuencia	Medidas de mitigación, prevención y/o respuesta
Sismo	Movimientos sísmicos, telúricos, debidos al choque de las placas tectónicas y a la liberación de energía. Ubicación en zona de riesgo sísmico intermedio. En Colombia ha habido varios terremotos en el pasado y otros más ocurrirán en el futuro. Aunque no sabemos exactamente cuándo, ya que todavía no existen métodos para predecir la magnitud, el día y el lugar exacto donde pueden ocurrir.	Daños en las estructuras propuestas para el presente proyecto. Lesiones por rompimiento de vidrios, caída de techos, paredes, Drywall y elementos como archivos, carpetas AZ en las oficinas dispuestas. Daños a los equipos eléctricos, muebles, alfombras entre otros en caso de fugas de agua. Colapso parcial y afectación del normal desarrollo de las actividades.	Capacitar y dar a conocer cómo actuar en caso de sismo a todos los trabajadores del presente proyecto. Realizar simulacros de evacuación periódicamente. Desarrollar para su implementación un Programa de Inspecciones Planeadas y otro de Mantenimiento de instalaciones locativas estructurales, eléctricas, equipos de detección y extinción y sistemas de alarmas, etc., que permitan identificar, evaluar y corregir toda condición insegura que pueda contribuir a poner en riesgo a las personas o componentes del sistema. Manejo y disposición final de escombros. Tener en cuenta las escombreras autorizadas por el ente territorial (consultar secretaría de Planeación municipal). Manejo y disposición de los residuos sólidos derivados luego de sucedido el evento.
Inundaciones	Exceso de lluvias, desborde de ríos, mal manejo de las aguas lluvias en los alrededores que desemboquen en el área a intervenir.	Daños en los trabajos de cimentación de la vía, inundaciones en áreas de excavación, enfermedades respiratorias en el personal de	Capacitar y dar a conocer cómo actuar en caso de inundaciones a todos los trabajadores del presente proyecto. Evitar que los trabajadores se expongan cuando se presenten excesos de lluvia para

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

MATRIZ DE AMENAZAS Y MEDIDAS			
Amenaza	Causa	Consecuencia	Medidas de mitigación, prevención y/o respuesta
		trabajo, retrasos en la ejecución de las actividades	brindar seguridad en la salud de cada uno de ellos. Identificar rutas de evacuación, y otras vías alternas en momento de presentarse inundaciones
Sequías	Los periodos prolongados de tiempo seco, son causados por la falta de lluvia, lo que produce escasez de agua. Uso urbano o rural de la tierra y desarrollo económico local.	Desabastecimiento de agua y problemas de salud pública. Afectaciones al desarrollo económico local. Alimentación y nutrición afectadas. Aumento de la incidencia de enfermedades y afecciones.	Uso eficiente y ahorro del recurso hídrico. Reducción de la contaminación y recuperación de los bosques con la reforestación. Adecuación de sistemas de riego y abastecimiento a animales. Evitar fugas y pérdida de agua de los canales de distribución.
Incendios	El 95% de los incendios son producidos por la mano del hombre, siendo dentro de estos los principales escenarios fogatas, colillas de cigarrillos mal apagadas y fallas en instalaciones eléctricas. Los factores climáticos como la falta de precipitaciones, las temperaturas elevadas y el bajo porcentaje de humedad.	Incendios en el área de intervención que conllevan a la quema de maquinaria pesada, pérdida de vidas humanas.	Es fundamental capacitar a residentes y trabajadores sobre cómo actuar en caso de incendio, contar con extintores y equipos adecuados en puntos estratégicos, identificar rutas de evacuación y zonas seguras, y coordinar acciones de respuesta inmediata con los cuerpos de bomberos.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes		Revisó:
				Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:
		0	Aprobado	30-sep.-25
				Aprobó:
				SCE

MATRIZ DE AMENAZAS Y MEDIDAS			
Amenaza	Causa	Consecuencia	Medidas de mitigación, prevención y/o respuesta
Explosión	Se da por la mezcla de una sustancia inflamable, un medio de oxidación y una fuente apropiada de ignición como una superficie caliente o una chispa eléctrica.	Derrumbe de paredes y la rotura de ventanas. Radiación de calor, gases de humo y frentes de llamas. Afectación a la salud humana y animal, incluso producir la muerte.	Sustituir las sustancias inflamables por sustancias no inflamables o menos inflamables. Limitar las cantidades almacenadas en los lugares de trabajos. Mantenimiento periódico de los equipos eléctricos y mecánicos según las indicaciones del fabricante.
Fuga	Materiales de baja calidad. Tuberías viejas y conexiones mal elaboradas. Presiones muy elevadas	Posible generación de explosión e incendios. Afectación a la salud de los trabajadores y comunidad aledaña a la zona de influencia del proyecto.	Ventilación de zonas cerradas y evacuación del lugar. Contar con sistema antiincendios (como mínimo tener extintores en los frentes de trabajo) y botiquín de primeros auxilios. Comunicarse de inmediato con los servicios de emergencia y evite encender cualquier aparato electrónico o luz en caso de sospecha de fuga.
Derrames	Se genera principalmente por la falta de mantenimiento periódico de los vehículos y maquinaria que se requieren para el correcto funcionamiento del proyecto.	Alteración de la calidad del agua y del suelo por arrastre de los residuos y por infiltración a las aguas subterráneas. Afectación a la salud de los trabajadores y comunidad aledaña a la zona de	Realizar el correcto mantenimiento a los vehículos y a los equipos utilizados en la obra. Evaluar el incidente y dar el aviso pertinente al personal Ambiental o SISOMA. Controlar el derrame de aceites y limpiar la zona afectada, cuidando de su integridad.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes		Revisó:
				Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:
		0	Aprobado	30-sep.-25
				Aprobó:
				SCE

MATRIZ DE AMENAZAS Y MEDIDAS			
Amenaza	Causa	Consecuencia	Medidas de mitigación, prevención y/o respuesta
		influencia del proyecto por exposición a las sustancias.	
Afectación a la salud	Entre los riesgos laborales en el sector de la construcción podrían estar las caídas, tropezones, resbalones, golpes que pueden ser producidos por el desorden de materiales y herramientas. Además, por la emisión de material particulado y el aumento en la presión sonora.	Afectación a la salud de los trabajadores y comunidad aledaña a la zona de influencia del proyecto por las actividades constructivas.	El personal encargado de la parte ambiental y el SISOMA se encargará de la parte de riesgos laborales y seguridad y salud en el trabajo de la obra, garantizando la integridad de los trabajadores y comunidad aledaña
Afectación de ecosistemas	Vertidos industriales fragmentación de hábitad	Alteración del agua al disminuir el oxígeno en su composición	El personal encargado de la parte ambiental y el SISOMA se encargará de la parte de seguridad y salud en el trabajo debidamente de las obligaciones legales frente a los residuos de obra
Accidentes vehiculares	Es un evento que se puede presentar en los desplazamientos de los colaboradores a las diferentes comunidades. Aumento de accidentes por la generación de vías alternas	Lesiones a los colaboradores o comunidad aledaña al proyecto por atropellamiento.	Mantener actualizados los números telefónicos de entidades de apoyo externo. Cumplimiento del Plan de manejo de tránsito (PMT).

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes		Revisó:
				Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:
		0	Aprobado	30-sep.-25
				Aprobó:
				SCE

MATRIZ DE AMENAZAS Y MEDIDAS			
Amenaza	Causa	Consecuencia	Medidas de mitigación, prevención y/o respuesta
	Accidentes de los trabajadores por movilizarse a las obras		
Accidentes laborales	Se puede presentar en las zonas de ejecución de trabajos, como caídas y golpes al mismo nivel o a diferente nivel	Lesiones a los trabajadores por el accidente de trabajo.	Mantener actualizados los números telefónicos de entidades de apoyo externo. Capacitar y dar a conocer, cómo actuar en caso de accidente de trabajo. Uso adecuado de EPPS, uso adecuado de señalización

Fuente: Autor

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
0		Aprobado	30-sep.-25	SCE	

El cambio climático y las amenazas presentes en la zona de intervención, siempre serán un factor puntual en el desarrollo del proyecto de tal forma que las evaluaciones de precipitación realizadas para la evaluación hidráulica de los sumideros y red en general, son evaluadas de acuerdo a los parámetros y calificaciones del IDEAM en cuanto pluviometría de la zona para periodos de diseño, sin restarle importancia a los parámetros de diseño y a los porcentajes de probabilidad que traen estos fenómenos a los cálculo de las estructuras.

Cabe señalar que en la zona de injerencia no se tienen zonas de amenaza por efectos de inundación, toda vez que el margen del rio se encuentra a una distancia considerable del proyecto y adicionalmente no se encuentra dentro de los datos históricos críticos de conformidad con los lineamientos del PBOT del municipio de Arauca, como se detalla a continuación:



REPÚBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DE ARAUCA
MUNICIPIO DE ARAUCA
CONSEJO MUNICIPAL

ACUERDO No. 200.02.013
(9 de septiembre de 2015)

AREA	ORIGEN	PROCESOS AMENAZANTE	DESCRIPCIÓN SUSCEPTIBILIDAD ALTA
	Natural	Inundaciones	Corresponde a toda aquella área que por su cercanía a ríos mayores está sujeta a inundaciones periódicas anuales o semestrales, o con un alto grado de anegación en periodos de lluvias. Los sectores que mayor tendencia a la inundación se presentan en el Mapa general 4, de amenaza de inundación (4-PBOT-ARA-F-GEN-AMEINU-062015). Descri tas a continuación: Zona de amortiguación del Acueducto Pluvial, en donde actualmente se localizan la urbanización ilegal Llano Alto. Sobre el margen del Rio Arauca se encuentra Invasión Brisas del Puente, Invasión Miramar, Invasión Libertadores e Invasión Jerusalén, así como la zona Norte del sector Playitas. Zona de humedal las cañadas confluencia con el caño Chorrera Zona alrededor de la Laguna Préstamo El Dique
	Urbano	Incendios Forestales	La amenaza por incendio forestal constituye un peligro latente que representa la posible manifestación de un incendio de cobertura vegetal, de origen natural, socio-natural o antropogénico, en un territorio particular, que puede producir Amplia zona de herbazal y arbórea la cual presenta un registro histórico frecuente de incendios en época de verano. • Sector Pozo de las Babas • Finca el Recreo

PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIA ARAUCA

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
0		Aprobado	30-sep.-25	SCE	

4.3 TOMA DE INFORMACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA

Para fines de los estudios de hidrología, se debe considerar información de orden primario y secundario, la cual como mínimo debe consistir en lo siguiente:

4.3.1 Inspección de campo

Se ejecutaron estudios de campo los cuales realizaron el levantamiento de la red pluvial, así mismo se registraron las obras hidráulicas presentes en la zona de intervención, las cuales permiten realizar el reconocimiento y evaluación de la Red Pluvial, corroborando que su funcionamiento hidráulico sea idóneo para el comportamiento de la nueva escorrentía que se generara de conformidad con el mejoramiento de la vía.

La actividad de recopilación y análisis de la información básica se concentró en los aspectos de cartografía general y específica, secciones topográficas, datos de precipitación máxima en 24 horas (mm) de la estación de influencia sobre la Zona.

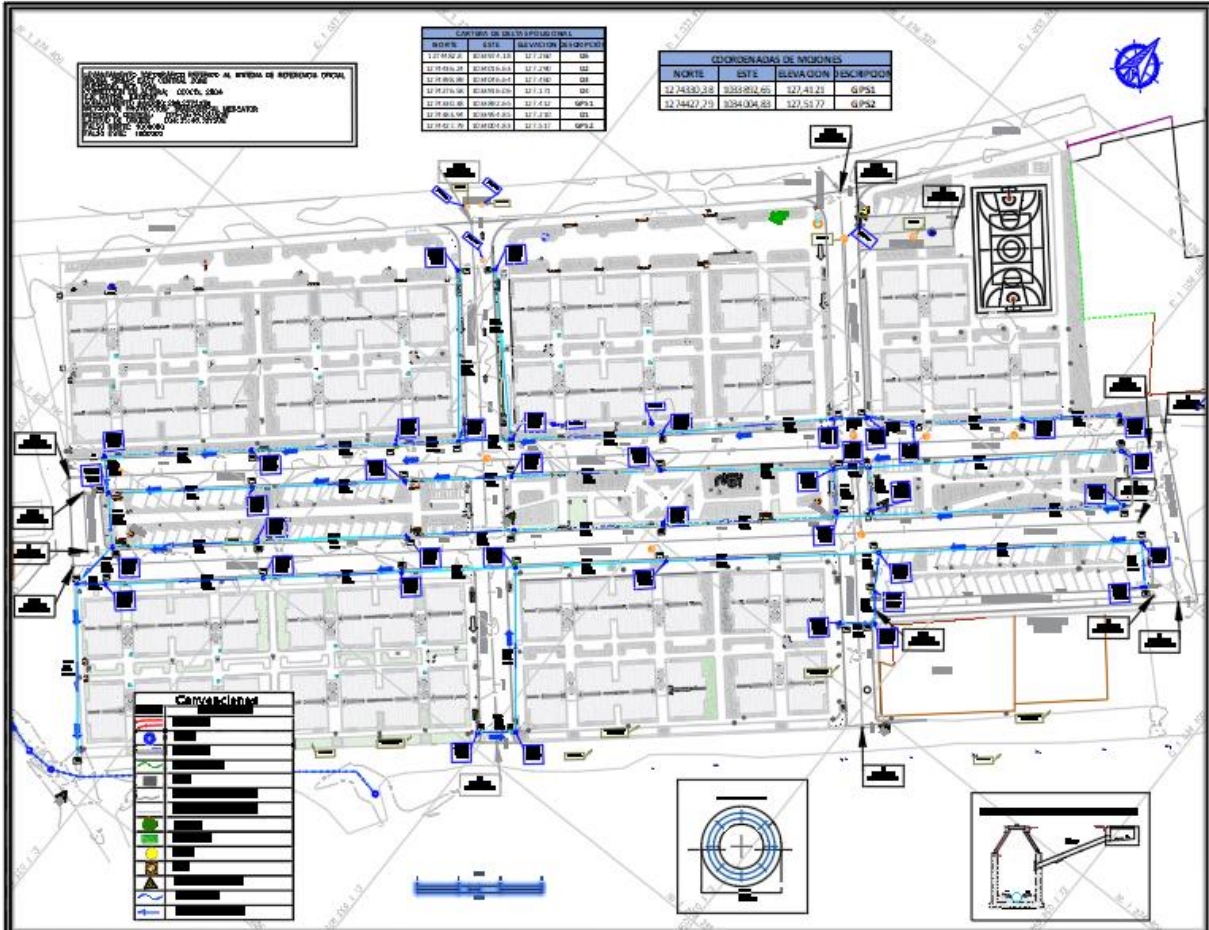
En el IDEAM se obtuvo el registro de lluvias de la estación ubicada en la zona hidrográfica en estudio.

Se empeno información correspondiente a la base de datos SIG del IGAC.

Con ayuda del levantamiento topográfico se efectuó la ubicación de cada uno de las obras que hacen parte de la red pluvial con el fin de verificar la su comportamiento hidráulico y su funcionamiento.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes		Revisó:
				Y&V
Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
	0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

Figura 3– Planos red pluvial zona estudio.



Fuente: planos redes

4.3.2 Registros Hidroclimatológicos

Para la selección de estaciones hidroclimatológicas se escogió la estación activa más cercana, Aeropuerto Arauca (código 37055010), con 75 años de registro de precipitación máxima en 24 horas.

Se analizaron datos multianuales de precipitación máxima en 24 horas para el periodo 2005-2024, obteniendo parámetros estadísticos:

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca				Elaboró:
					ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
0		Aprobado	30-sep.-25	SCE	

Media de precipitación máxima anual: 73.93 mm

Desviación estándar: 32.37 mm

Se aplicaron los parámetros hidrológicos para obtener curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) basadas en el método simplificado con la fórmula expresada en los análisis hidrológicos así mismo se determinan los coeficientes ajustados para la región Orinoquía:

$a=5.53, b=0.17, c=0.63, d=0.42$.

Se calcularon intensidades para diferentes periodos de retorno, destacando:

Intensidad para periodo de retorno de 5 años y duración de 10 minutos: 154.1 mm/h, valor adoptado para diseño hidráulico.

Estos registros y cálculos forman la base para la estimación de caudales máximos de diseño que alimentan el dimensionamiento de sumideros, tuberías y demás infraestructura hidráulica.

Además, se aseguraron series históricas completas incluyendo eventos extremos relevantes por cambio climático para garantizar que los análisis representen adecuadamente los posibles escenarios pluviométricos.

La información hidroclimatológica fue complementada con inspecciones de campo y levantamientos para validar y corroborar el funcionamiento de la red pluvial existente.

Esta metodología garantiza que el diseño hidráulico y la evaluación del sistema pluvial se fundamenten en registros históricos confiables y cálculos hidrológicos técnicos apropiados, ajustados a las condiciones locales y normativa vigente.

4.4 METODOLOGÍA EVALUACIÓN DE SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS.

El propósito es analizar hidráulica e hidrológicamente la capacidad del sistema para garantizar el adecuado funcionamiento frente a las precipitaciones de diseño.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
0		Aprobado	30-sep.-25	SCE	

- Se inicia con un análisis hidrológico basado en datos pluviométricos históricos y análisis temporales y espaciales de precipitación sobre el área aferente del alcantarillado.
- Se definen las Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) para cada cuenca o área aportante, calculando caudales de diseño con los cuales se dimensionan las obras de drenaje y las obras de protección hidráulica necesarias.
- Se realiza una modelación hidráulica para validar la capacidad de conducción de tuberías y sumideros, verificando además aspectos de autolimpieza y velocidades hidráulicas.
- La metodología incorpora inspecciones de campo para levantar condiciones físicas de la red pluvial existente, incluyendo sumideros, tuberías, rejillas y obras menores detectadas.
- Para estimar caudales se usa el método racional considerando:
 - coeficiente de escorrentía propio de la zona,
 - área de aporte definida,
 - intensidad de lluvia obtenida de curvas IDF,
 - tiempo de concentración calculado para cada subcuenca.
- Se evalúan condiciones normativas vigentes (Resolución 0330 de 2017, RAS), satisfaciendo criterios de capacidad hidráulica y autolimpieza (velocidad mínima 0.6 m/s).
- En total se identificaron y evaluaron 42 sumideros en la zona de intervención, verificando su estado, eficiencia hidráulica y capacidad de captación para no generar caudales remanentes que provoquen inundaciones.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
0		Aprobado	30-sep.-25	SCE	

Se recomienda mantenimiento preventivo para evitar obstrucciones y garantizar la vida útil de la infraestructura.

Este enfoque riguroso garantiza que el sistema de drenaje pluvial proyectado cumpla técnicamente con la capacidad hidráulica necesaria, normativa vigente y preservación de la funcionalidad ante los eventos climáticos previstos.

4.5 OBRAS MENORES

En la zona de estudio, se identificaron varias obras menores pertenecientes a la red pluvial, fundamentales para el correcto funcionamiento del sistema de drenaje de aguas lluvias.

De acuerdo al chequeo realizado a las redes, se encontraron un total de 42 sumideros distribuidos en diferentes puntos del área, los cuales cumplen un papel crucial en la captación y conducción del agua superficial hacia las tuberías principales. Cada uno de estos sumideros está construido en concreto resistente, garantizando durabilidad y estabilidad estructural frente a las condiciones ambientales y de uso. Además, cada sumidero cuenta con una tapa metálica diseñada específicamente para permitir el acceso a su interior durante labores de mantenimiento y limpieza, asegurando al mismo tiempo la seguridad y el tránsito peatonal adecuado sobre las vías.

Complementando esta infraestructura, cada sumidero dispone de su respectiva rejilla que evita el ingreso de objetos voluminosos, hojas y otros residuos al sistema pluvial, evitando obstrucciones y facilitando el paso libre del agua, contribuyendo así a la eficiencia del drenaje y la prevención de inundaciones en la zona de estudio.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes		Revisó:
				Y&V
Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
	0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

Figura 4 – Estado actual obras de drenaje pluvial



Fuente: Informe chequeo redes existentes

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
0		Aprobado	30-sep.-25	SCE	

Con base en la inspección realizada durante la visita de campo y en concordancia con lo reportado en el informe de chequeo de redes, se verificó que los sumideros presentan un estado estructural adecuado, al igual que las rejillas metálicas que conforman cada uno de estos elementos.

En el marco del presente estudio, se desarrollará una modelación hidráulica detallada para validar el correcto funcionamiento de estas estructuras, además de evaluar el comportamiento hidráulico de las tuberías encargadas del transporte de las aguas pluviales.

Esta modelación permitirá garantizar la eficiencia operativa del sistema y detectar posibles deficiencias que requieran mantenimiento o ajustes para asegurar el óptimo desempeño del drenaje pluvial.

5 ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

Los estudios hidrológicos para una red pluvial sirven para determinar los caudales máximos de escorrentía generados por las precipitaciones en una cuenca o área específica. Estos estudios permiten diseñar sistemas eficientes para la captación, conducción y evacuación de aguas pluviales, evitando inundaciones y daños.

La hidrología aplicada al drenaje de aguas lluvias y sumideros en vías en Colombia está regulada por normas técnicas del Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS que establecen criterios para el diseño, construcción y operación de sistemas de drenaje superficial en infraestructura vial.

Para el drenaje vial es clave realizar estudios hidrológicos básicos para el diseño de infraestructura vial, destacando la importancia de entender la cuenca hidrográfica, manejo de escorrentía y dimensionamiento de elementos como cunetas y sumideros para garantizar la funcionalidad de las vías bajo condiciones de lluvia.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes		Revisó:
				Y&V
Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
	0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

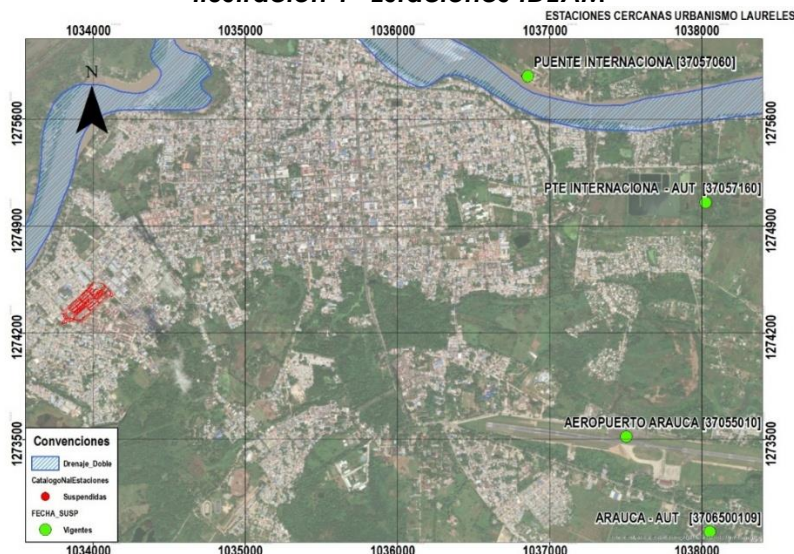
5.1 OBJETIVOS

- Recolección y análisis de datos pluviométricos históricos para determinar las características de la lluvia, como intensidad, duración y frecuencia.
- Determinación de los caudales de diseño, para distintas probabilidades de ocurrencia, en cada una de las cuencas o microcuencas que vierten a la carretera.
- Cálculo de parámetros como tiempo de concentración, coeficientes de escorrentía y caudales de referencia con sus períodos de retorno asociados.

5.2 INFORMACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA SELECCIÓN DE ESTACIÓN PARA PRECIPITACIONES MÁXIMAS.

Con base en los registros históricos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM y con el ánimo de realizar los correspondientes análisis hidrológicos, se seleccionaron las estaciones hidroclimatológicas e hidrométricas según el criterio de proximidad geográfica y los datos representativos en función de la historia de la estación y tipo de estación.

Ilustración 1- Estaciones IDEAM



Fuente. Propia con Recursos del IDEAM.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca				Elaboró:
					ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
0		Aprobado	30-sep.-25	SCE	

Para los trabajos relacionados con el cálculo de las precipitaciones máximas para el proyecto “**MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**” Se selecciono la estación Aeropuerto Arauca (370550010), la cual está la estación activa más cercana a zona de estudio

5.3 ANÁLISIS DE LLUVIAS Y CLIMATOLÓGICO

Tabla 4- Estaciones Pluviométricas Cercanas

ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS										
CÓDIGO	TP	NOMBRE ESTACIÓN	DPTO.	NOMBRE MUNICIPIO	CORRIENTE	COORDENADAS		ELEV. (m.s.n.m)	INFORMACIÓN (mm)	REGISTRO INFORMACIÓN
						Latitud	Longitud			
37055010	SP	AEROPUERTO ARAUCA [37055010]	Arauca	Arauca	Arauca	7.069444	-70.738056	128	Precipitación máxima 24 horas	75 AÑOS
3706500109	CP	ARAUCA - AUT [3706500109]	Arauca	Arauca	Arauca	7.063781	-70.733081	125	Precipitación máxima 24 horas	7 AÑOS

Fuente: IDEAM

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca				Elaboró:
					ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

Tabla 5 - Datos de Precipitación Máxima mensual Multianual Estación Pluviométrica Seleccionada.

VALORES MÁXIMOS DE PRECIPITACIÓN ESTACIÓN AEROPUERTO PUERTO CARREÑO [38015030]

AÑO / MES	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Max 24 Hr
2005	8	5.4	2.2	34.2	31	47.7	60.1	72.7	54.5	108.1	32.9	7.1	108.1
2006	65.1	0.4	33.9	27.8	77.2	34	22.4	79.2	22.1	53.5	55.1	16.8	79.20
2007	0.1	9.8	58.2	70.7	42.2	57	51	58.1	52.1	75.8	40.5	56.4	75.80
2008	0.5	22.7	5.6	22.4	61.9	47	99.8	39.6	47.2	46.8	57.5	5	99.80
2009	35.3	1.7	119.2	52.9	37	87.4	54.2	59.4	70.8	62.4	38.8	19.3	119.20
2010	0	2.6	25.6	14	57.1	43.8	78.4	51.3	56.8	48.6	47.1	5.9	78.40
2011	51.1	18.8	17	37.8	65.3	56.9	62.3	40.4	18.7	28.2	66.1	17.7	66.10
2012	0	16.2	24.1	75.5	76.4	42.6	41.7	26.5	49.9	59.3	56.3	12.2	76.40
2013	0	3.4	43.6	68.1	64.2	40.9	52.1	45.7	38.7	49.1	19.7	5.6	68.10
2014	0	22	0.1	47.7	32.5	46.3	32.2	37.1	56.4	44.6	69.5	6.5	69.50
2015	6.9	22.8	37	45.8	78.7	49.1	79.4	48.9	64.5	55.6	25.7	23.2	79.40
2016	0	1.1	2.5	61.4	76.4	82	28.4		50.5	34.6	29.1	35.6	82.00
2017	10.7	0	63.4	88.9	55.6	50	52.2	27	44.9	33.9	22.6		88.90
2018	53.6	0	26.7	37.2	70.4	73.3	75.5	60.5	78.4	49.4	16.5	19.9	78.40
2019	0												0.00
2020											11.2		11.20
2021			4.5										4.50
2022	2.1	3.1		68.4	1.2	23.2	62.3	101.2	56.2	31.1	53.6	7.4	101.20
2023	23.3		10.6	58.7	38.4	78.7	25	28.9	36.4	34.3	35.4	18.8	78.70
2024		27.8	9.7	113.6	35.6	51.6	62.3	48.4	48.3	12.3	42.4	3.1	113.60
TOTAL	15.10	9.86	28.46	54.42	53.01	53.62	55.25	51.56	49.79	48.68	40.00	16.28	

Fuente: IDEAM.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes		Revisó:
				Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:
		0	Aprobado	30-sep.-25
				Aprobó: SCE

5.3.1 cálculo de la intensidad de lluvia (mm/h) del sector

Siguiendo los parámetros expuestos en el manual de drenaje de carreteras del INVIAS y Ministerio de Transporte, se procede a obtener los siguientes valores:

Ecuación 1 Intensidad de lluvia en mm/h

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

Fuente: manual de drenaje de carreteras, INVIAS

5.3.2 Datos de precipitación máxima multianual.

Tabla 6 – Datos de precipitación Máxima.

ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA AEROPUERTO ARAUCA [37055010] PRECIPITACIÓN MÁXIMA ANUAL HISTÓRICA EN 24 HORAS		
AÑO	PRECIPITACIÓN (mm)	DESVIACIÓN
2005	108.1	11685.61
2006	79.2	6272.64
2007	75.8	5745.64
2008	99.8	9960.04
2009	119.2	14208.64
2010	78.4	6146.56
2011	66.1	4369.21
2012	76.4	5836.96
2013	68.1	4637.61
2014	69.5	4830.25
2015	79.4	6304.36
2016	82.0	6724.00
2017	88.9	7903.21
2018	78.4	6146.56
2019	0.0	0.00
2020	11.2	125.44
2021	4.5	20.25
2022	101.2	10241.44

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes		Revisó:
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:
		0	Aprobado	30-sep.-25
				Aprobó:
				SCE

2023	78.7	6193.69
2024	113.6	12904.96
SUMA	1478.5	130257.07

Fuente: propia

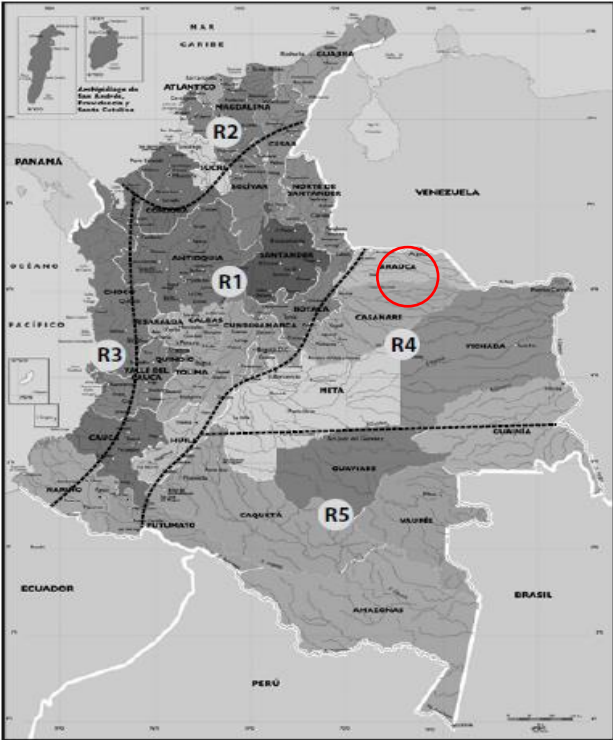
Tabla 7 - Calculo Media y Desviación.

Numero de datos	20
media	73.93
desviación	32.37

Fuente: propia

5.3.3 curvas IDF por el método simplificado

Figura 5- Definición de parámetros a, b, c y d



Fuente: Manual drenaje INVIAS

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

Para la región de la Orinoquia los parámetros de ajuste de regresión son los siguientes:

Tabla 8-Valores de los coeficientes a,b,c y d para el cálculo de las curvas IDF para Colombia

	REGIÓN	a	b	c	d
R1	Andina	0.94	0.18	0.66	0.83
R2	Caribe	24.85	0.22	0.50	0.10
R3	Pacífico	13.92	0.19	0.06	0.20
R4	Orinoquia	5.53	0.17	0.63	0.42

Fuente: Autor

Aplicando los valores del periodo de retorno (T) de 2, 5 y 10 años periodos establecidos por el INVIAS para la evaluación de infraestructura Vial se obtiene la siguiente tabla con los valores de la intensidad (I), calculadas para generar las curvas I-D-F.

Tabla 9 – Datos IDF.
CURVAS INTENSIDAD- DURACIÓN- FRECUENCIA (valores en mm/h)

tiempo (min)	periodo de retorno					
	2	5	10	25	50	100
10	117.2	137.0	154.1	180.1	202.6	228.0
20	75.7	88.5	99.6	116.4	130.9	147.3
30	58.7	68.6	77.1	90.1	101.4	114.1
40	48.9	57.2	64.4	75.2	84.6	95.2
50	42.5	49.7	55.9	65.3	73.5	82.7
60	37.9	44.3	49.8	58.2	65.5	73.7
70	34.4	40.2	45.2	52.9	59.5	66.9
80	31.6	37.0	41.6	48.6	54.7	61.5
90	29.4	34.3	38.6	45.1	50.8	57.1
100	27.5	32.1	36.1	42.2	47.5	53.4
110	25.9	30.2	34.0	39.8	44.7	50.3
120	24.5	28.6	32.2	37.6	42.3	47.6
130	23.3	27.2	30.6	35.8	40.3	45.3

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

140	22.2	26.0	29.2	34.2	38.4	43.2
150	21.3	24.9	28.0	32.7	36.8	41.4
160	20.4	23.9	26.9	31.4	35.3	39.7
170	19.7	23.0	25.9	30.2	34.0	38.3
180	19.0	22.2	24.9	29.2	32.8	36.9

Fuente: Autor

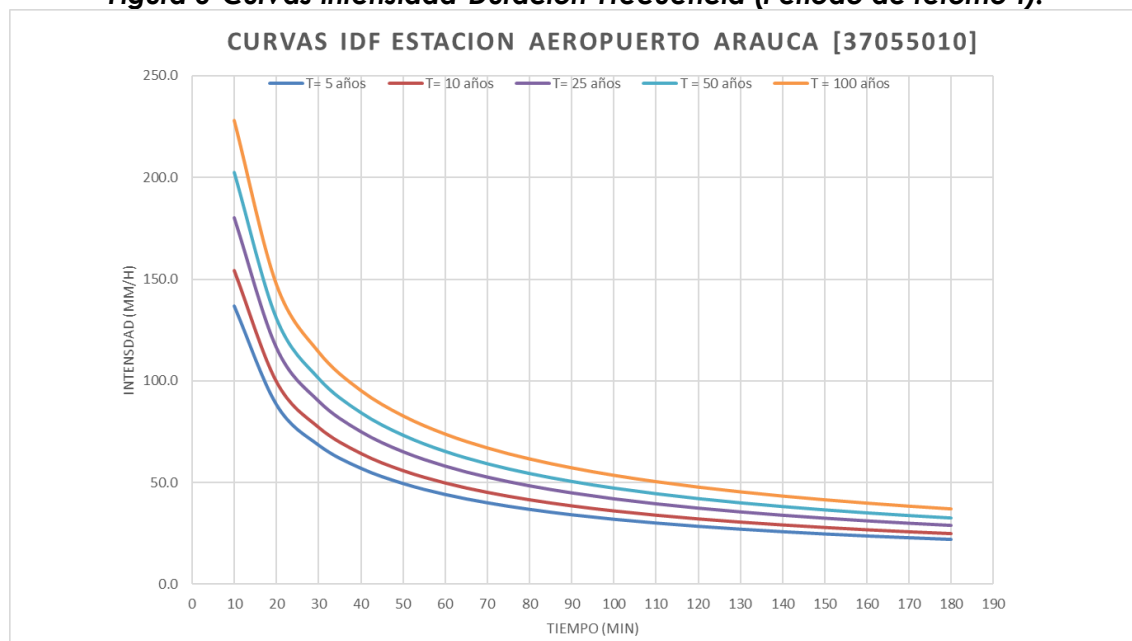
Tabla 10 Datos para evaluación de infraestructura Vial.

Datos para evaluación de afluentes superficiales

Descripción	Periodo de retorno (T)	Duración de la lluvia (t)	Intensidad de lluvia
Cunetas y Bordillos	10 años	10 min	154.10

Fuente: autor

Figura 6-Curvas intensidad-Duración-Frecuencia (Periodo de retorno T).



Fuente: Autor

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
0		Aprobado	30-sep.-25	SCE	

6 ESTUDIO HIDRÁULICO.

La red de alcantarillado pluvial constituye un componente esencial dentro de la infraestructura urbana, ya que permite la recolección, conducción y disposición adecuada de las aguas lluvias, reduciendo los riesgos de inundaciones y afectaciones a la movilidad y la infraestructura. Para el caso del Proyecto Laureles en el municipio de Arauca, se hace necesario llevar a cabo un proceso de evaluación técnica que permita establecer la capacidad hidráulica, el estado estructural y la funcionalidad de la red existente, con el fin de garantizar su desempeño y determinar las acciones de mantenimiento, rehabilitación o rediseño que resulten pertinentes.

La metodología aquí descrita se fundamenta en los lineamientos de la Resolución 0330 de 2017, el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.

El procedimiento inicia con la recopilación y análisis de la información secundaria disponible, conformada por planos de diseño, estudios previos, informes de operación y registros técnicos asociados al sistema. Esta información se complementa con datos cartográficos y climáticos oficiales, en particular con las curvas de intensidad, duración y frecuencia de lluvias correspondientes a la región de Arauca, que constituyen la base para la determinación de los caudales de diseño. La revisión documental se realiza de manera paralela a la identificación de los parámetros normativos que rigen el diseño y la operación de este tipo de sistemas, principalmente lo estipulado en el Título D del RAS.

6.1 CRITERIOS DE SEGURIDAD VIAL

6.1.1 Hidroplaneo

Se confirma que el diseño hidráulico del sistema de drenaje de la vía cumple con los parámetros óptimos para la evacuación rápida y eficiente del agua

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes		Revisó:
				Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:
		0	Aprobado	30-sep.-25
				Aprobó:
				SCE

superficial. Esto garantiza la inexistencia de charcos o acumulaciones puntuales que puedan generar condiciones de hidroplaneo.

Drenaje y evacuación superficial:

- El diseño del sistema de drenaje presenta pendientes longitudinales y transversales adecuadas que facilitan la evacuación inmediata del agua de lluvia.
- Para el presente diseño geométrico de la vía se recomienda manejar pendientes mínimas de 2% a 3%, debido a que es una zona plana. La escorrentía de las aguas lluvias se maneja sobre los laterales de la vía para que hagan su respectiva descarga en los sumideros, asegurando un drenaje superficial eficiente y continuo.
- Se emplearon materiales y estructuras hidráulicas compatibles con la capacidad de manejo de caudales máximos esperados en eventos de lluvia intensa.
- Se verifica que no existen problemas de estanqueidad o congestión que puedan retardar el desalojo del agua.

Textura y rugosidad del pavimento:

- El pavimento presenta una textura superficial controlada, con rugosidad suficiente para garantizar el buen agarre de los neumáticos y facilitar el escape del agua desde el contacto rueda-pavimento, minimizando la formación de película de agua.
- Se utilizan granulometrías y tratamientos técnicos que cumplen con las normativas para pavimentos antiderrapantes en vías expuestas a lluvias frecuentes.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

Cumplimiento técnico:

Con la adecuada implementación y mantenimiento del drenaje hidráulico y las características técnicas del pavimento, junto con la recomendación técnica de pendientes mínimas del 2% a 3% para favorecer la escorrentía en zonas planas, se garantiza la reducción significativa del riesgo de hidroplaneo, permitiendo condiciones seguras de circulación aun en períodos de lluvia intensa.

Este informe refleja que el pavimento y el diseño geométrico están técnicamente alineados para cumplir con los estándares necesarios en la prevención del hidroplaneo mediante un drenaje eficaz y un diseño adecuado de pendientes longitudinales y transversales.

6.1.2 Protección redes que atraviesan las vías

De conformidad con los resultados expuestos dentro informe de redes existentes **7. Estudio de Redes existentes**, se identifica presencia de redes en el área de injerencia del alcance del presente proyecto, por consiguiente, nos permitimos indicar que toda vez que se presentan tuberías instaladas con profundidades inferiores a 1 metro, se sugiere realizar la respectiva protección en los casos críticos de conformidad con los planos soporte de cada una de las redes existentes (Red pluvial, red hidráulica & red de gas)

A continuación, se expone las alternativas sugeridas para la protección de las mismas:

- **Protección redes pluviales e hidráulicas**

Para el sistema de protección se recomienda una placa prefabricada de concreto de 3000 PSI reforzada con malla electrosoldada sobre las tuberías que cruzan la vía y se localizan en el alineamiento donde se presenta el cruce de la tubería, lo que actúa como losa de reparto para soportar las cargas del tránsito y de la maquinaria sin que se transmitan directamente a las redes. El ancho de la placa debe ser aproximadamente el doble del diámetro de la tubería.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
0		Aprobado	30-sep.-25	SCE	

Función estructural

La placa de concreto armado funciona como un “puente” rígido que distribuye las cargas de rueda sobre un área mayor, reduciendo los esfuerzos puntuales sobre la tubería PVC o de gas que atraviesa la calzada. De esta manera se disminuye el riesgo de fisuras, deformaciones o roturas de la tubería por sobrecargas o por trabajos futuros en la vía.

Ventajas del sistema

Este tipo de protección con losa de concreto y malla electrosoldada es una solución aceptada en especificaciones de redes de acueducto y alcantarillado cuando la cobertura entre la rasante de la vía y la generatriz superior de la tubería es limitada. Además, al ser un elemento prefabricado, facilita el montaje, controla mejor la calidad del concreto y reduce tiempos de intervención sobre la vía existente

▪ **Protección redes gas**

Las redes de gas están localizadas conforme a la planimetría oficial en sectores específicos, tales como sardineles y áreas de edificaciones. Asimismo, las redes que atraviesan la vía presentan las siguientes características según la información recopilada: la red de gas de 3/4" se encuentra a una profundidad aproximada de 0.60 m, mientras que la red de gas de 1" está situada a una profundidad aproximada entre 0.80 m y 1.00 m.

Para la tubería de 3/4" a 60 cm de profundidad, se recomienda colocar una camisa de PVC sanitario o corrugada únicamente en el tramo del cruce de vía.

Colocar cinta de advertencia amarilla (“Peligro – Gas”) a 30 cm sobre la generatriz superior de la tubería.

Las actividades de excavación y pavimentación sobre la franja de seguridad deben hacerse con precaución (ideal excavación manual en el tramo inmediato a la tubería).

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
0		Aprobado	30-sep.-25	SCE	

6.2 CARACTERISTICAS FISICAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

Tabla 11 Características Físicas Existentes de la Red Pluvial.

Propiedades Físicas de la Red			Cota Rasante		Profundidade s a cota clave		Profundidade s de pozos		Cota Clave		Diámetro s de diseño	
Pozo ini	Pozo fin	L (m)	Cota ini. (m)	Cota fin. (m)	Inicial (m)	Final (m)	Inicial (m)	Final (m)	Cota ini. (m)	Cota fin. (m)	Stu b (%)	fcom (in)
C1	C2	42.3	128.38	128.40	0.18	0.30	0.43	0.55	128.20	128.10	0.24	10
C4	C2	39.6	128.39	128.40	0.20	0.30	0.45	0.55	128.19	128.11	0.22	10
C2	C3	44.9	128.40	128.40	0.28	0.37	0.58	0.67	128.12	128.03	0.20	12
C3	PZ1	4.0	128.40	128.28	0.38	0.95	0.68	1.25	128.02	127.33	17.25	12
C6	C5	69.0	128.50	128.42	0.57	0.69	0.77	0.89	127.93	127.73	0.29	8
C5	S37	34.0	128.42	128.53	0.67	0.88	0.97	1.18	127.75	127.65	0.29	12
S37	PZ2	3.2	128.53	128.33	0.88	0.83	1.18	1.13	127.65	127.50	4.62	12
C6	S32A	33.5	128.50	128.45	0.55	0.79	0.80	1.04	127.95	127.66	0.87	10
S33A	S32A	5.5	128.45	128.45	0.73	0.75	1.03	1.06	127.72	127.70	0.51	12
S32A	PZ3	2.7	128.45	128.34	0.75	0.66	1.06	0.97	127.70	127.68	0.71	12
C10	C11	40.4	128.29	128.29	0.36	0.48	0.56	0.68	127.93	127.81	0.30	8
C11	C12	8.7	128.29	128.27	0.38	0.38	0.68	0.68	127.91	127.89	0.28	12
C12	C13	33.1	128.27	128.24	0.49	0.52	0.79	0.83	127.78	127.72	0.20	12
C14	C15	20.5	128.30	128.25	0.10	0.32	0.30	0.52	128.20	127.93	1.33	8
C15	C13	8.8	128.25	128.24	0.43	0.43	0.73	0.73	127.82	127.81	0.17	12
C13	PZ4	8.7	128.24	128.51	0.47	0.83	0.83	1.19	127.77	127.68	1.07	14
C16	C17	36.6	128.43	128.43	0.67	0.74	0.92	0.99	127.76	127.69	0.20	10
C17	C18	12.5	128.43	128.43	0.69	0.70	0.99	1.01	127.74	127.73	0.12	12
C18	PZ5	5.0	128.43	128.49	0.95	1.03	1.25	1.33	127.48	127.46	0.40	12
C16	C19	12.5	128.43	128.43	0.67	0.69	0.92	0.94	127.76	127.74	0.16	10
C19	C20	83.0	128.43	128.43	0.72	0.82	1.02	1.12	127.71	127.61	0.12	12
C20	C21	33.8	128.43	128.43	0.82	0.87	1.12	1.18	127.61	127.56	0.17	12
C21	C22	23.3	128.43	128.43	0.87	0.91	1.18	1.21	127.56	127.52	0.15	12
C22	PZ5	4.0	128.43	128.30	0.91	1.10	1.21	1.40	127.52	127.20	7.95	12

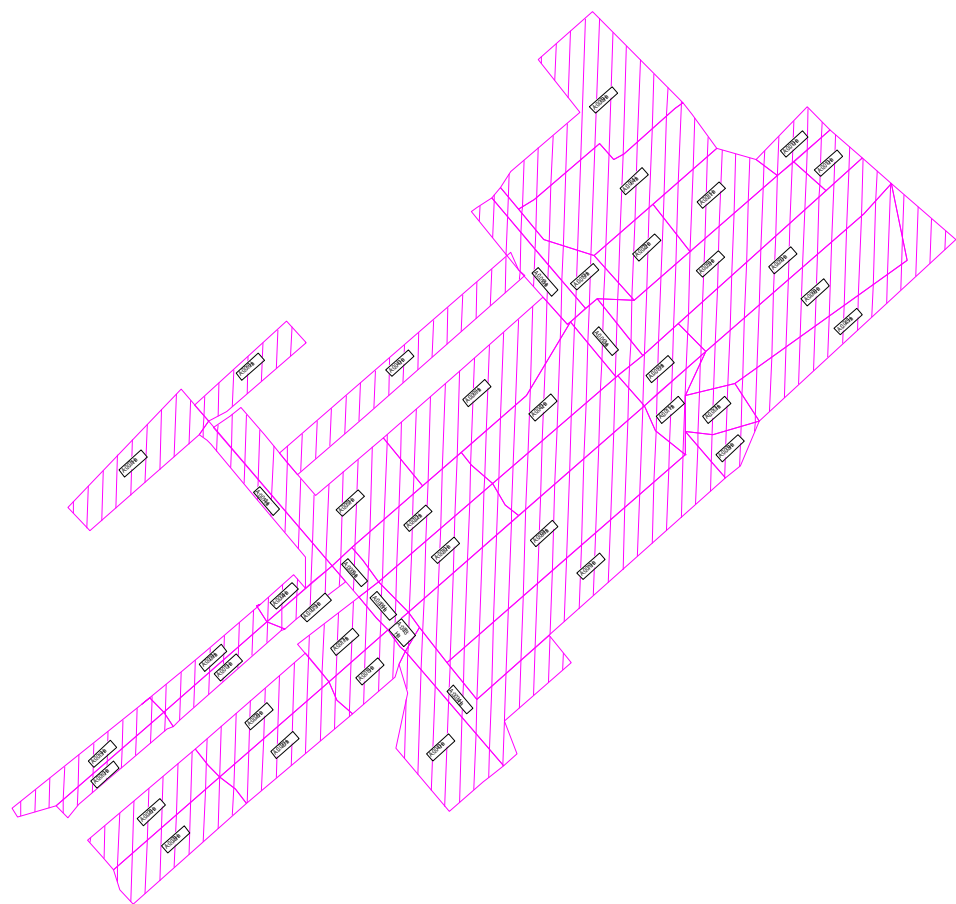
Fuente: Autor

La evaluación hidráulica de la red se lleva a cabo mediante la aplicación del método racional para la determinación de caudales de diseño, considerando el coeficiente de escorrentía propio de la zona de estudio, el área de aporte y la intensidad de lluvia definida a partir de las curvas IDF. El cálculo del tiempo de concentración permite seleccionar la intensidad de diseño y, con base en ella, establecer el caudal correspondiente. Este caudal se utiliza para verificar

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

la capacidad de conducción de los colectores mediante la ecuación de Manning para flujo a superficie libre.

Ilustración 2 - ÁREAS AFERENTES PROYECTO LAURELES.



Fuente: Autor

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes		Revisó:
				Y&V
		Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Aprobó:
			0	SCE
			Aprobado	
			30-sep.-25	

6.3 CALCULO CAUDALES POR METODO RACIONAL

La fórmula para el cálculo del caudal por áreas aferentes usando el método racional para sumideros son las siguientes:

Fórmula general del método racional:

$$Q = C * I * A$$

donde:

Q= es el caudal máximo (m³/s).

C= es el coeficiente de escorrentía (adimensional).

I= es la intensidad de la precipitación (en mm/h o m/s, debe ser coherente con las unidades de área).

A= es el área de la cuenca (en km² o ha).

6.3.1 cálculo de la intensidad de lluvia (mm/h) del sector

Siguiendo los parámetros expuestos en el manual de drenaje de carreteras del INVIAS y Ministerio de Transporte, se procede a obtener los siguientes valores:

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

Fuente: manual de drenaje de carreteras, INVIAS

donde:

a=5.53, b=0.17, c=0.63, d=0.42 (de la tabla de coeficientes para Orinoquía).

T= es el periodo de retorno en años.

M= es la masa pluviométrica o variable relacionada al volumen.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

T= es el tiempo de concentración en minutos para cada área aferente.

se usa un tiempo de concentración mínimo de 10 minutos y un periodo de retorno de 10 años para garantizar márgenes de seguridad en los cálculos.

El caudal se calcula en l/s (litros por segundo), con unidades coherentes de área en hectáreas y la intensidad en mm/h.

Como resultado se tiene una ecuación para el cálculo de caudales:

$$Q_d = C * I(t_c) * A$$

donde:

I=(t_c) se calcula con la fórmula IDF ajustada,

t_c= es el tiempo de concentración tomado del análisis de la zona, en minutos,

A= el área en hectáreas,

C=el coeficiente de escorrentía determinado para las superficies existentes

Tabla 12 ÁREAS AFERENTES SUMIDEROS.

CAUDALES POR ÁREA AFERENTE				
Descripción	Intensidad de lluvia – I (mm/h)	Coeficiente de escorrentía	Área Aferente (m2)	Caudal Q (m3/s)
SUMIDEROS				
S1	154.12	0.90	103.84	0.004
S2	154.12	0.90	310.56	0.012
S3	154.12	0.90	228.17	0.009
S4	154.12	0.90	191.51	0.007
S5	154.12	0.90	182.32	0.007

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
0		Aprobado	30-sep.-25	SCE	

CAUDALES POR ÁREA AFERENTE				
Descripción	Intensidad de lluvia – I (mm/h)	Coefficiente de escorrentía	Área Aferente (m2)	Caudal Q (m3/s)
SUMIDEROS				
S6	154.12	0.90	611.11	0.024
S7	154.12	0.90	166.84	0.006
S8	154.12	0.90	571.63	0.022
S9	154.12	0.90	315.22	0.012
S10	154.12	0.90	142.13	0.005
S11	154.12	0.90	44.34	0.002
S12	154.12	0.90	125.07	0.005
S13	154.12	0.90	191.08	0.007
S14	154.12	0.90	101.59	0.004
S15	154.12	0.90	101.62	0.004
S16	154.12	0.90	124.17	0.005
S17	154.12	0.90	423.61	0.016
S18	154.12	0.90	320.28	0.012
S19	154.12	0.90	55.34	0.002
S20	154.12	0.90	75.3	0.003
S21	154.12	0.90	113.91	0.004
S22	154.12	0.90	507.94	0.020
S23	154.12	0.90	78.8	0.003
S24	154.12	0.90	303.91	0.012
S25	154.12	0.90	55.21	0.002
S26	154.12	0.90	176.55	0.007
S27	154.12	0.90	267.96	0.010
S28	154.12	0.90	265.93	0.010
S29	154.12	0.90	452.48	0.017
S30	154.12	0.90	665.44	0.026
S31	154.12	0.90	111.67	0.004

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

CAUDALES POR ÁREA AFERENTE				
Descripción	Intensidad de lluvia – I (mm/h)	Coefficiente de escorrentía	Área Aferente (m2)	Caudal Q (m3/s)
SUMIDEROS				
S32	154.12	0.90	777.54	0.030
S33	154.12	0.90	93.59	0.004
S34	154.12	0.90	131.37	0.005
S35	154.12	0.90	986.25	0.038
S36	154.12	0.90	401.51	0.015
S37	154.12	0.90	347.64	0.013
S38	154.12	0.90	31.37	0.001
S39	154.12	0.90	153.39	0.006
S40	154.12	0.90	266.137	0.010
S41	154.12	0.90	285.35	0.011
S42	154.12	0.90	78.8	0.003

Fuente: Autor

6.4 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El cálculo del Tiempo de Concentración (TC) representa un parámetro fundamental en el diseño hidrológico para sistemas de drenaje, dado que define el período de tiempo necesario para que el escurrimiento generado en el punto más remoto de una cuenca alcance el punto de salida.

Para el análisis del tiempo de concentración se realiza con base a la Hoja de cálculo de diseño de alcantarillados RAS de PAVCO. Este libro de cálculo es una herramienta útil para el diseño hidráulico, el cálculo de cimentación y el análisis de cantidad de obra para los proyectos de alcantarillado sanitario, pluvial y combinado.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

6.4.1 Tiempo concentración entrada

Toma la expresión:

$$TC\ inicial = 0.707 * \frac{(1.1 - C) * \sqrt{L}}{S^{\frac{1}{3}}}$$

Fuente: la Hoja de cálculo de diseño de alcantarillados RAS de PAVCO

Donde:

C: Coeficiente de escorrentía

L: Distancia al punto más alejado en metros

Pt: Pendiente promedio entre el punto más alejado y el alcantarillado

La fórmula anterior se utiliza en conformidad con la hoja de cálculo RAS de PAVCO para estimar el tiempo de concentración en cuencas hidráulicas pequeñas, integrando variables importantes necesarios para caracterizar el flujo superficial.

Esta expresión es una aproximación empírica validada en aplicaciones de ingeniería vial e hidráulica, y corresponde a una adaptación del Manual de Drenaje para Carreteras del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) de Colombia, que es referencia técnica sobre criterios de diseño hidráulico aplicado en infraestructura vial.

C representa el coeficiente efectivo de escurrimiento de la cuenca, que refleja la capacidad de infiltración y retención superficial.

L es la longitud característica del cauce o cuenca, expresada en metros, que influye directamente en el tiempo que tarda el agua en desplazarse.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca				Elaboró:
					ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

S es la pendiente media del cauce o superficie, que impacta en la velocidad del flujo.

Este modelo empírico considera que el tiempo de concentración disminuye con la pendiente más inclinada y aumenta con la mayor longitud del cauce, ajustado por el coeficiente de escurrimiento que representa las características superficiales y de cobertura del terreno.

La utilización de esta fórmula implica la aceptación de ciertas condiciones de campo como superficies homogéneas en pendiente y rugosidad, por lo tanto, es importante complementar con análisis de campo y validaciones hidráulicas para garantizar la adecuada estimación del tiempo que delimitará el diseño del sistema de alcantarillado en cuanto a su capacidad y eficiencia.

En conclusión, esta fórmula aporta una herramienta técnica práctica para el diseño y dimensionamiento adecuado de sistemas hidráulicos en zonas urbanas y carreteras, asegurando que los criterios de escurrimiento y drenaje se ajusten a las características hidrogeomorfológicas locales, conforme al Manual de Drenaje para Carreteras de INVIA y a la especificación de PAVCO para la hoja de cálculo RAS.

6.4.1.1 Método Calculo

Longitud Entrada: Es la distancia desde el punto más lejano del área o cuenca de inicio hasta el punto de ingreso al sistema de alcantarillado pluvial. Solo se ingresa este valor cuando es tramo inicial. Esta expresado en unidades de metros.

Tipo de superficie: Depende del uso de suelo del área propia del tramo. Al estar sobre la casilla correspondiente se presentará un cuadro que le permite ver la abreviación de las opciones para ingresar el número correspondiente, si quiere conocer el cuadro origen haga clic en el nombre de la celda, Tipo de superficie, y se transportará a la hoja Formulas PVC donde podrá observar los coeficientes de escorrentía. Para regresar a la hoja pluvial haga clic sobre el coeficiente C.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

Pendiente: Es la pendiente del trayecto de la longitud de entrada del tramo inicial en m/m.

Con los datos anteriores se calcula el tiempo de entrada y se procede con el cálculo del tiempo de concentración.

v asumida: Valor de la velocidad de flujo asumida para el tramo, ingresar dato.

Tiempo de Tránsito asumido: Calcula el tiempo que tarda el agua en recorrer el tramo de tubería con la velocidad asumida ($L/V \cdot 60$). Debe haberse ingresado el valor de la longitud del tramo para poder ser calculado.

Tiempo de Concentración asumido: Es la suma del tiempo de tránsito calculado con la velocidad asumida + tiempo de entrada. Este valor para los tramos iniciales es mínimo 10 min. y máximo 20 min. Para poder calcular este valor es necesario que ingrese los valores de Longitud, pendiente y diámetro nominal que se encuentran en las columnas U, V y W de la hoja.

Tiempo de Tránsito: Es el valor real del tiempo de tránsito, es decir calculado con la velocidad real obtenida al completar el diseño del tramo, este tiempo de tránsito debe estar dentro del rango de $\pm 10\%$ del tiempo de tránsito asumido. Si no es así debe corregir el valor de la velocidad real asumida. La celda le dirá: 10%, para lo cual aumente o disminuya V asumida respectivamente.

Tiempo de Concentración: Es el tiempo de concentración real al sumar el tiempo de entrada + el tiempo de tránsito. Este valor para los tramos iniciales es mínimo 10 min. y máximo 20 min.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

Tabla 13 - Análisis de Tiempo de Concentración:

DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN Y CAUDAL DE DISEÑO												
Pozo ini	Pozo fin	Aafer (Ha)	Aant (Ha)	Atotal (Ha)	L (m)	Stub (%)	Tcini (min)	DTc (min)	STc (min)	Tc (min)	i mm/hr	Qd (l/s)
C1	C2	0.06	0.00	0.06	42.3	0.24	6.90	1.1	8.0	10.00	154.12	21.24
C4	C2	0.03	0.01	0.04	39.6	0.22	6.82	1.2	8.0	10.00	154.12	16.71
C2	C3	0.05		0.15	44.9	0.20	7.46	0.7	8.2	10.00	154.12	58.53
C3	PZ1	0.00	0.15	0.15	4.0	17.25	0.51	0.0	0.5	10.00	154.12	58.53
C6	C5	0.01	0.00	0.01	69.0	0.29	8.23	3.4	11.6	11.63	154.12	3.04
C5	S37	0.14	0.01	0.15	34.0	0.29	5.77	0.5	6.3	10.00	154.12	56.08
S37	PZ2	0.07	0.15	0.22	3.2	4.62	0.70	0.0	0.7	10.00	154.12	84.95
C6	S32A	0.09	0.00	0.09	33.5	0.87	3.99	0.5	4.5	10.00	154.12	32.99
S33A	S32A	0.20	0.00	0.20	5.5	0.51	1.91	0.1	2.0	10.00	154.12	75.61
S32A	PZ3	0.00	0.28	0.28	2.7	0.71	1.20	0.0	1.2	10.00	154.12	108.61
C10	C11	0.03	0.00	0.03	40.4	0.30	6.25	1.1	7.4	10.00	154.12	11.97
C11	C12	0.07	0.03	0.11	8.7	0.28	2.96	0.2	3.1	10.00	154.12	40.64
C12	C13	0.04	0.11	0.14	33.1	0.20	6.46	0.6	7.0	10.00	154.12	55.04
C14	C15	0.07	0.00	0.07	20.5	1.33	2.70	0.3	3.0	10.00	154.12	26.95
C15	C13	0.06	0.07	0.13	8.8	0.17	3.52	0.2	3.7	10.00	154.12	51.75
C13	PZ4	0.00	0.28	0.28	8.7	1.07	1.89	0.1	2.0	10.00	154.12	106.79
C16	C17	0.06	0.04	0.10	36.6	0.20	6.77	0.6	7.4	10.00	154.12	38.20
C17	C18	0.02	0.10	0.12	12.5	0.12	4.70	0.3	5.0	10.00	154.12	44.63
C18	PZ5	0.03	0.12	0.15	5.0	0.40	1.99	0.1	2.1	10.00	154.12	56.77
C16	C19	0.06	0.00	0.06	12.5	0.16	4.27	0.3	4.6	10.00	154.12	22.79
C19	C20	0.03	0.06	0.09	83.0	0.12	12.11	2.2	14.3	14.27	154.12	32.87
C20	C21	0.05	0.09	0.14	33.8	0.17	6.95	0.6	7.5	10.00	154.12	53.36
C21	C22	0.00	0.14	0.14	23.3	0.15	5.91	0.4	6.3	10.00	154.12	53.36
C22	PZ5	0.00	0.14	0.14	4.0	7.95	0.66	0.0	0.7	10.00	154.12	53.36

Fuente: Autor

Según la Resolución 0330 de 2017 – RAS, en el diseño de alcantarillados pluviales urbanos se adopta un tiempo de concentración mínimo de 10 minutos y un periodo de retorno de 10 años, con el fin de garantizar márgenes de seguridad en la estimación de caudales y evitar la subestimación de la escorrentía en áreas altamente impermeables donde los tiempos reales son menores. Este criterio normativo asegura que las redes pluviales funcionen

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

adecuadamente frente a tormentas representativas, reduciendo riesgos de inundación y garantizando la continuidad del tránsito y el uso seguro de la infraestructura.

Adicionalmente, se revisan los criterios de autolimpieza definidos en la Resolución 0330 de 2017, que exigen que el esfuerzo cortante en las paredes de la tubería sea superior a 2.0 N/m^2 . También se analizan las velocidades de escurrimiento, verificando que estas superen los 0.6 m/s para evitar sedimentación y que no excedan los 10 m/s en el caso de tuberías en PVC, conforme a los lineamientos del RAS. Los análisis incluyen la revisión de uniones de colectores, las pérdidas por fricción y cambios de dirección, así como la determinación de cotas de energía y líneas de flujo para garantizar la estabilidad hidráulica del sistema

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

Tabla 14 VERIFICACIÓN DE AUTOLIMPIEZA.

CONDICIONES FÍSICAS					Caudal	Diámetros de diseño		Verificación Autolimpieza											Cota Batea		
No.	Pozo	Pozo	L	Stub	Qd	φteo	φcom	QII	vlleno	q/Q	d/D	v/V	Vreal	V2/2g	d	θ	R	τ	τ10	Cota ini.	Cota fin.
	ini	fin	(m)	(%)	(l/s)	(in)	(in)	(l/s)	(m/s)	(-)	(-)	(-)	(m/s)	(m)	(m)	(rad)	(m)	(N/m2)	(N/m2)	(m)	(m)
	C1	C2	42.3	0.24	21.24	7.94	10	39.23	0.77	0.54	0.58	0.85	0.66	0.02	0.15	3.48	0.07	1.6	0.1	127.950	127.850
	C4	C2	39.6	0.22	16.71	7.35	10	38.02	0.75	0.44	0.50	0.76	0.57	0.02	0.13	3.15	0.06	1.4	0.1	127.940	127.852
	C2	C3	44.9	0.20	58.53	11.94	12	59.36	0.81	0.99	0.94	1.28	1.04	0.06	0.29	5.28	0.09	1.8	0.1	127.817	127.725
	C3	PZ1	4.0	17.25	58.53	5.20	12	544.69	7.47	0.11	0.24	0.44	3.28	0.55	0.07	2.03	0.04	72.0	7.7	127.715	127.025
	C6	C5	69.0	0.29	3.04	3.69	8	23.95	0.74	0.13	0.25	0.46	0.34	0.01	0.05	2.10	0.03	0.9	0.1	127.727	127.527
	C5	S37	34.0	0.29	56.08	11.00	12	70.79	0.97	0.79	0.78	1.09	1.06	0.06	0.24	4.35	0.09	2.6	0.1	127.447	127.348
	S37	PZ2	3.2	4.62	84.95	7.65	12	282.04	3.87	0.30	0.39	0.63	2.42	0.30	0.12	2.70	0.06	29.1	2.1	127.348	127.200
	C6	S32A	33.5	0.87	32.99	7.35	10	75.04	1.48	0.44	0.50	0.76	1.12	0.06	0.13	3.15	0.06	5.4	0.3	127.700	127.410
	S33A	S32A	5.5	0.51	75.61	11.06	12	94.00	1.29	0.80	0.79	1.11	1.42	0.10	0.24	4.40	0.09	4.7	0.2	127.420	127.392
	S32A	PZ3	2.7	0.71	108.61	11.92	12	110.63	1.52	0.98	0.94	1.28	1.93	0.19	0.29	5.25	0.09	6.2	0.3	127.392	127.373
	C10	C11	40.4	0.30	11.97	6.14	8	24.26	0.75	0.49	0.54	0.81	0.60	0.02	0.11	3.32	0.05	1.6	0.1	127.730	127.610
	C11	C12	8.7	0.28	40.64	9.84	12	69.08	0.95	0.59	0.62	0.90	0.85	0.04	0.19	3.63	0.09	2.3	0.1	127.610	127.586
	C12	C13	33.1	0.20	55.04	11.72	12	58.58	0.80	0.94	0.90	1.24	0.99	0.05	0.27	5.01	0.09	1.8	0.1	127.479	127.413
	C14	C15	20.5	1.33	26.95	6.28	8	51.38	1.58	0.52	0.57	0.84	1.33	0.09	0.12	3.42	0.05	7.2	0.4	128.000	127.727
	C15	C13	8.8	0.17	51.75	11.81	12	54.03	0.74	0.96	0.92	1.25	0.93	0.04	0.28	5.11	0.09	1.5	0.1	127.520	127.505
	C13	PZ4	8.7	1.07	106.79	10.97	14	204.53	2.06	0.52	0.57	0.84	1.72	0.15	0.20	3.41	0.10	10.1	0.6	127.413	127.320
	C16	C17	36.6	0.20	38.20	10.20	10	36.26	0.72	1.05	0.99	1.34	0.96	0.05	0.25	5.93	0.07	1.3	0.1	127.510	127.436
	C17	C18	12.5	0.12	44.63	11.91	12	45.49	0.62	0.98	0.93	1.27	0.79	0.03	0.28	5.25	0.09	1.0	0.1	127.436	127.421
	C18	PZ5	5.0	0.40	56.77	10.41	12	82.94	1.14	0.68	0.70	0.99	1.13	0.06	0.21	3.95	0.09	3.5	0.2	127.180	127.160
	C16	C19	12.5	0.16	22.79	8.77	10	32.30	0.64	0.71	0.71	1.01	0.64	0.02	0.18	4.03	0.08	1.2	0.1	127.510	127.490

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

CONDICIONES FÍSICAS					Caudal	Diámetros de diseño		Verificación Autolimpieza											Cota Batea		
No.	Pozo	Pozo	L	Stub		Qd	ϕteo	ϕcom	QII	vlleno	q/Q	d/D	v/V	Vreal	V2/2g	d	θ	R	τ	τ10	Cota ini.
	C19	C20	83.0	0.12	32.87	10.62	12	45.51	0.62	0.72	0.73	1.03	0.64	0.02	0.22	4.09	0.09	1.1	0.1	127.410	127.310
	C20	C21	33.8	0.17	53.36	12.00	12	53.37	0.73	1.00	0.95	1.29	0.95	0.05	0.29	5.38	0.09	1.4	0.1	127.310	127.254
	C21	C22	23.3	0.15	53.36	12.16	12	51.53	0.71	1.04	0.98	1.33	0.94	0.04	0.30	5.69	0.08	1.3	0.1	127.254	127.218
	C22	PZ5	4.0	7.95	53.36	5.81	12	369.78	5.07	0.14	0.27	0.48	2.41	0.30	0.08	2.17	0.05	36.7	3.5	127.218	126.900

Fuente: Autor

El análisis hidráulico de la red pluvial evidencia que los diámetros de diseño seleccionados cumplen con las condiciones de capacidad de transporte establecidas en la Resolución 0330 de 2017 y en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Se observa que los caudales asignados por tramo son coherentes con las áreas de aporte y tiempos de concentración empleados, garantizando un dimensionamiento que evita riesgos de subdimensionamiento o sobredimensionamiento en el sistema.

En la verificación de la condición de autolimpieza se aprecia que, en la mayoría de los tramos, las velocidades de diseño y los esfuerzos cortantes superan los valores mínimos requeridos por la normativa vigente. Esto asegura la remoción de sólidos y previene la sedimentación en el interior de los conductos. Se identifica que el sistema opera bajo criterios de estabilidad hidráulica y funcionalidad, favoreciendo la durabilidad de la infraestructura y la eficiencia del drenaje pluvial.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

Tabla 15 Evaluación de Criterios Normativos.

Parámetro verificado	Valor obtenido en la red	Criterio normativo	Cumplimiento
Velocidad mínima de autolimpieza	0,66 – 2,44 m/s (según tramo, ver tabla de cálculos)	$\geq 0,6$ m/s	✓ Cumple
Velocidad máxima	$\leq 2,41$ m/s	≤ 5 m/s (concreto) / ≤ 3 m/s (PVC)	✓ Cumple
Esfuerzo cortante (τ)	1,6 – 36,7 N/m ²	≥ 2 N/m ²	✓ Cumple en la mayoría de tramos, con excepción de valores puntuales < 2 N/m ²
Relación de llenado (h/D)	0,31 – 0,77	$\leq 0,80$	✓ Cumple
Radio hidráulico (R)	0,05 – 0,27 m	Evaluado frente a caudal y sección hidráulica	✓ Aceptable
Condición de autolimpieza	Verificada en todos los tramos (v y $\tau >$ valores mínimos)	Obligatoria	✓ Cumple

Fuente: Autor

En términos generales, la red presenta condiciones estables de transporte hidráulico y autolimpieza. Los diámetros de diseño son adecuados frente a las áreas de aporte y caudales generados, garantizando la funcionalidad del sistema. No obstante, se recomienda dar seguimiento en los tramos donde los valores de esfuerzo cortante se acercan al límite mínimo ($\tau < 2$ N/m²), con el fin de evitar procesos de sedimentación en condiciones de caudales bajos.

La red puede considerarse hidráulicamente eficiente, asegurando la evacuación adecuada de los caudales pluviales y el cumplimiento de los lineamientos normativos establecidos.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca				Elaboró:
					ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

Para la evaluación de sumideros y condiciones de hidroplaneo se realizó la revisión de cada uno con respecto a las condiciones físicas y de área aferente del proyecto.

La evaluación de la capacidad de los sumideros de rejilla se realizó aplicando un procedimiento hidráulico conforme a los lineamientos de la **Resolución 0330 de 2017** y la **RAS** vigente, complementado con la metodología establecida en el **HEC-22 (FHWA)** para el análisis de captación en drenajes urbanos. El proceso comprendió las siguientes etapas:

1. Determinación de parámetros hidrológicos

- Se adoptó una intensidad de lluvia de **154.1 mm/h**, calculada a partir de parámetros de curva IDF para un periodo de retorno de 5 años y una duración de 0.17 horas.
- Este valor permitió estimar los caudales de aporte hacia la calzada y, por ende, hacia cada sumidero.

2. Caracterización hidráulica de la vía

- El ancho de la calzada es de **7.0 m**, con bombeo a ambos lados y sardineles de 0.25 m de altura.
- El material corresponde a pavimento asfáltico liso con rugosidad de Manning $n = 0.013$.
- La pendiente transversal de la calzada es de 0.08 m/m, lo que dirige el escurrimiento hacia los sumideros en ambos costados.

3. Definición de parámetros de los sumideros

- Se consideraron rejillas de hierro dúctil de **0.835 × 0.455 m**, con área hidráulicamente efectiva reducida por un factor de obstrucción del **10%**.
- La eficiencia de captación varió entre **0.44 y 1.00**, dependiendo de la relación entre caudal superficial y capacidad de la rejilla.

4. Cálculo de la capacidad de captación

- Para cada sumidero se estimó el **caudal captado**, considerando eficiencia de la rejilla, caudal interceptado y posibles pérdidas.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

- Se comparó el **caudal total captado** frente al **remanente**, con el fin de establecer la suficiencia de la red de captación superficial.

La condición de los sumideros cumple para las condiciones de TR 10 años a TC de 10 min.

6.5 ESPESOR DE LA PELÍCULA DE AGUA SOBRE LA SUPERFICIE Y VELOCIDADES VEHICULARES CRÍTICAS

El fenómeno de hidroplaneo involucra una gran cantidad de factores. El único de ellos que puede ser controlado a través del diseño y de la construcción del pavimento, es el espesor de la película de agua. Otros factores, como el comportamiento del conductor, la presión de inflado, el labrado de los neumáticos y la intensidad de las lluvias son claramente ajenos a la gobernabilidad del diseñador.

Una condición indispensable para obtener una buena adherencia y mantenerla, consiste en eliminar lo más rápidamente posible el agua que pueda existir en la superficie de contacto entre el neumático y el pavimento.

En esa eliminación intervienen diferentes elementos: el labrado del neumático, la textura de la superficie y la geometría de la vía en lo que se refiere a sus pendientes y a la longitud en la que el agua se puede acumular sobre la superficie.

Con el fin de determinar los sitios donde esta situación puede ser crítica, el diseñador debe utilizar ecuaciones o modelos de predicción de espesores de películas de agua fluyendo a través de la superficie. Al presente se han desarrollado dos tipos de métodos: los que usan datos y ecuaciones empíricas para predecir el espesor de la lámina de agua y la velocidad de circulación a la cual se puede producir el hidroplaneo, y procedimientos analíticos con los que se intenta modelar matemáticamente la hidrodinámica de la lámina de flujo y su interacción con el neumático. La mayoría de las agencias de vialidad han utilizado una combinación de ellos,

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

especificando límites para las variables involucradas a partir de su experiencia particular.

6.5.1 Método de Gallaway

- **Espesor de la película de agua:**

En este método, el espesor de la película de agua producida por la lluvia se calcula con la siguiente ecuación:

$$H = 0.01485 \left[\left(\frac{PMT^{0.11} \times L_R^{0.43} \times I^{0.59}}{S_R^{0.42}} \right) \right] - PMT$$

Fuente: Manual de Drenaje para carreteras INVIAS

Donde:

H: Espesor de la película de agua sobre las asperezas del pavimento al final de la trayectoria de flujo, en milímetros (mm).

LR: Longitud resultante de la trayectoria de flujo, en metros (m).

SR: Pendiente resultante, en metros por metro (m/m). **I:** Intensidad de la lluvia, en milímetros por hora (mm/h).

PMT: Profundidad media de textura, en milímetros (mm) (se suele usar 0.5 mm para diseño, salvo que las condiciones del pavimento hagan recomendable otro valor).

Los autores recomiendan que, para prevenir el hidroplaneo, el espesor de la película de agua no debería exceder de 4 milímetros.

- **La velocidad a la cual ocurre el hidroplaneo**

La velocidad a la cual ocurre el hidroplaneo, para la altura H de la lámina de agua, se estima con la siguiente ecuación, la cual está limitada a velocidades vehiculares inferiores a 90 km/h:

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

$$V_H = 0.9143 \times SD^{0.04} \times P^{0.3} \times (TD + 0.794)^{0.06} \times A$$

Fuente: Manual de Drenaje para carreteras INVIAS

Donde:

VH: Velocidad a la cual se produce el hidropneumático, en kilómetros por hora (km/h).

P: Presión de inflado del neumático, en kilopascales (kPa) (se recomienda usar 165 kPa para el diseño).

TD: Profundidad del labrado del neumático, en milímetros (mm) (para diseño, se recomienda usar 0.5 mm).

SD: Porcentaje de disminución de la velocidad rotacional de la rueda a causa de su circulación sobre una superficie con una película de agua. Se considera que el hidropneumático comienza con un valor de SD de 10%.

- **Tiempo de concentración**

Determinadas las ecuaciones anteriores se procede a calcular el tiempo de concentración

$$T_C = \frac{6.99 \times L_R^{0.6} \times n^{0.6}}{I^{0.4} \times S_R^{0.3}}$$

Fuente: Manual de Drenaje para carreteras INVIAS

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

Tabla 16 – Calculo de Altura Película de agua y tiempo de concentración método Gallaway

VIAS (Dirección)	Ancho corona con bombeo (m)	pendiente longitudinal	Bombeo corona (m/m)	Intensidad lluvia (mm/h)	Longitud Trayectoria (m)	Pendiente Resultante (m/m)	Coefficiente de Manning	Presión de inflado del neumático (kpa)	Altura Película (mm)	Profundidad media de textura (mm)	Altura Película (mm)	Profundidad del labrado del neumático (mm)	Porcentaje de disminución de la velocidad	A	Velocidad a la cual se produce el hidropneumático	Tiempo de concentración (Tc)
	W	S	Sx	I	LR	SR	n	P	H	PMT	H	TD	SD		(Km/h)	minutos
CALLE 17	3,5	0,038	0,02	154,12	7,51	0,043	0,045	165	3,03	0,05	1,81	0,50	0,10	15,33	60,04	1,25
CLLE 16a	3,5	0,038	0,02	154,12	7,51	0,043	0,045	165	3,03	0,05	1,81	0,50	0,10	15,33	60,04	1,25
CALLE 17A	3,5	0,038	0,02	154,12	7,51	0,043	0,045	165	3,03	0,05	1,81	0,50	0,10	15,33	60,04	1,25
Calle Parquadero	1,75	0,038	0,02	154,12	3,76	0,043	0,045	165	2,14	0,05	1,33	0,50	0,10	15,57	61,01	0,82
CARRERA 37 Bis	3,4	0,038	0,02	154,12	7,30	0,043	0,045	165	2,98	0,05	1,79	0,50	0,10	15,34	60,08	1,23
CARRERA 38C	3,5	0,038	0,02	154,12	7,51	0,043	0,045	165	3,03	0,05	1,81	0,50	0,10	15,33	60,04	1,25
CARRERA 37	3,4	0,038	0,02	154,12	7,30	0,043	0,045	165	2,98	0,05	1,79	0,50	0,10	15,34	60,08	1,23
CARRERA 38a	3,5	0,038	0,02	154,12	7,51	0,043	0,045	165	3,03	0,05	1,81	0,50	0,10	15,33	60,04	1,25

Fuente: Propia

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

La tabla muestra que la altura de la película de agua (H_p) varía entre 1.81 mm y 3.03 mm en las distintas vías analizadas, y el tiempo de concentración (TC) oscila entre 0.82 y 1.25 minutos. Técnicamente, estos valores se encuentran muy por debajo de los límites máximos aceptados donde la altura máxima de lámina de agua superficial para calles urbanas no debe superar los 15 mm (1.5 cm) para garantizar la seguridad vial y evitar el hidroplaneo.

Respecto al tiempo de concentración, valores indicando un drenaje eficiente, ya que permiten que el agua acumulada escurra rápidamente y reduzca el riesgo de encharcamientos prolongados; la afectación sobre el tránsito tiende a ser menor a 15-30 minutos en eventos de lluvia intensa.

6.6 PARÁMETROS HIDROLÓGICOS

PARÁMETROS HIDROLÓGICOS

Para determinar la intensidad de la lluvia, puede ingresarse los parámetros C1, Xo y C2 determinados a través de un análisis de lluvia-escorrentía con el fin de obtener una curva IDF (Curva Intensidad - Duración - Frecuencia) ó un valor promedio de la intensidad conocido, por favor seleccione la metodología a usar:

Metodología
Valor dado de intensidad (mm/h) ◀ Elija

Valor dado de la intensidad (promedio o conocida):
--

Valores determinados a partir de un análisis de lluvia-escorrentía :
--

Intensidad de la lluvia [mm/h]	154.1
Periodo de retomo [años]	5 ◀ Elija

$$INTENSIDAD = C_1 * (DURACIÓN + X_o)^{C_2}$$

Periodo de retomo [años]	5 ◀ Elija
Duración del aguacero [horas]	0.17
C1	2558.88
Xo	17.5

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes		Revisó:
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:
		0	Aprobado	30-sep.-25
				Aprobó:
				SCE

C2	-1.01
----	-------

PARÁMETROS HIDRÁULICOS
Características de la Calzada

Ancho de la calzada [m]	7
Tipo de bombeo de la vía	Bombeo a ambos lados de la vía ◀ Elija

Material de la calzada	0.016	Pavimento en concreto - Acabado texturizado ◀ Elija
------------------------	-------	---

¿ Tiene sardinel ?	SI ◀ Elija
Altura del sardinel Hc [m]	0.25

Tiene cuneta	NO	◀ Elija
Ancho de la cuneta triangular W [m]	0.6096	
Profundidad de la cuneta Ds [m]	0.0508	
Material de la cuneta	0.012	Cuneta
Pendiente transversal de la cuneta Sw [m/m]	0.083	

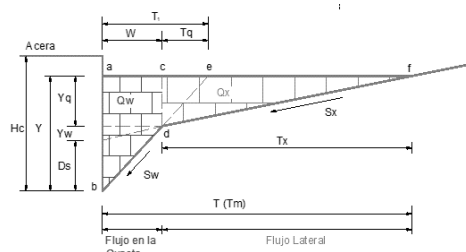


Tabla 17 CONDICIONES GEOMÉTRICAS DE LA REJILLA DEL SUMIDERO.

Ancho mededio de la calzada	(m)	3.5
-----------------------------	-----	-----

REJILLA PERSONALIZADA

Ancho de la rejilla	(m)	0.455
Longitud de la rejilla	(m)	0.835
Area de un hueco	(m²):	0.007735
Numero de huecos	(un):	15
Ancho de la rejilla (sin bordes)	W (m):	0.351
Longitud de la rejilla (sin bordes)	L (m):	0.735
Barras transversales	nt (un):	2

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes		Revisó:
				Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:
		0	Aprobado	30-sep.-25
				Aprobó:
				SCE

Barras longitudinales	nl (un):	1
Barras diagonales	nd (un):	0

Perimetro (Obviando el lado del andén)	(m)	1.745
--	-----	-------

Fuente: Autor

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

Tabla 18 - Calculo hidráulico Red Pluvial

CAPACIDAD DEL SUMIDERO															
Pendiente															
Sumid ero	Longitu dinal	Transve rsal	Ancho de inunda ción	Profund idad de flujo	Ubicación	Tipo de sumider o	Estructura complem entaria de captación	Factor de obstrucci ón rejilla	Tipo de rejilla	Eficiencia Rejilla	Número de rejillas	Caudal Captad o Sumider o	Caudal Captad o Ayuda de Captac ión	Cau dal total captado	Cauda l Reman ente
No	[m/m]	[m/m]	T [m]	y [m]								[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
S1	0.0080	0.0800	0.47	0.04	Pendient e	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	1.00	1	3.76	0.00	3.76	0.42
S2	0.0080	0.0800	0.72	0.06	Pendient e	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	1.00	1	11.62	0.00	11.62	1.29
S3	0.0080	0.0800	0.67	0.05	Pendient e	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	1.00	1	9.43	0.00	9.43	1.05
S4	0.0080	0.0800	0.62	0.05	Pendient e	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.68	1	5.39	0.00	5.39	3.37
S5	0.0080	0.0800	0.67	0.05	Pendient e	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	1.00	1	9.63	0.00	9.63	1.07
S6	0.0080	0.0800	0.93	0.07	Pendient e	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.51	1	11.83	0.00	11.83	13.83
S7	0.0080	0.0800	0.86	0.07	Pendient e	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	1.00	1	18.49	0.00	18.49	2.05
S8	0.0080	0.0800	0.92	0.07	Pendient e	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.55	1	12.30	0.00	12.30	12.75
S9	0.0080	0.0800	0.93	0.07	Pendient e	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	1.00	1	22.89	0.00	22.89	2.54
S10	0.0080	0.0800	0.61	0.05	Pendient e	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.71	1	5.25	0.00	5.25	3.01

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes		Revisó:
				Y&V
Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
	0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

CAPACIDAD DEL SUMIDERO															
Pendiente															
Sumidero	Longitudinal	Transversal	Ancho de inundación	Profundidad de flujo	Ubicación	Tipo de sumidero	Estructura complementaria de captación	Factor de obstrucción rejilla	Tipo de rejilla	Eficiencia Rejilla	Número de rejillas	Caudal Captado Sumidero	Caudal Captado Ayuda de Captación	Caudal total captado	Caudal Remanente
No	[m/m]	[m/m]	T [m]	y [m]								[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
S11	0.0080	0.0800	0.50	0.04	Pendiente	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.71	1	3.04	0.00	3.04	1.75
S12	0.0080	0.0800	0.57	0.05	Pendiente	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.54	1	3.29	0.00	3.29	3.49
S13	0.0080	0.0800	0.68	0.05	Pendiente	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.44	1	4.44	0.00	4.44	6.74
S14	0.0080	0.0800	0.67	0.05	Pendiente	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.47	1	4.61	0.00	4.61	6.22
S15	0.0080	0.0800	0.66	0.05	Pendiente	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.48	1	4.42	0.00	4.42	5.89
S16	0.0080	0.0800	0.68	0.05	Pendiente	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.53	1	5.17	0.00	5.17	5.72
S17	0.0080	0.0800	0.89	0.07	Pendiente	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.55	1	11.27	0.00	11.27	11.49
S18	0.0080	0.0800	0.91	0.07	Pendiente	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.59	1	12.87	0.00	12.87	11.51
S19	0.0080	0.0800	0.74	0.06	Pendiente	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.68	1	8.38	0.00	8.38	5.36
S20	0.0080	0.0800	0.61	0.05	Pendiente	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.77	1	5.78	0.00	5.78	2.61
S21	0.0080	0.0800	0.58	0.05	Pendiente	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.82	1	5.30	0.00	5.30	1.90
S22	0.0080	0.0800	0.88	0.07	Pendiente	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.77	1	15.50	0.00	15.50	6.84

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

CAPACIDAD DEL SUMIDERO															
Pendiente															
Sumidero	Longitudinal	Transversal	Ancho de inundación	Profundidad de flujo	Ubicación	Tipo de sumidero	Estructura complementaria de captación	Factor de obstrucción rejilla	Tipo de rejilla	Eficiencia Rejilla	Número de rejillas	Caudal Captado Sumidero	Caudal Captado Ayuda de Captación	Caudal total captado	Caudal Remanente
No	[m/m]	[m/m]	T [m]	y [m]								[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
S23	0.0080	0.0800	0.65	0.05	Pendiente	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.89	1	8.02	0.00	8.02	1.98
S24	0.0080	0.0800	0.75	0.06	Pendiente	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.92	1	11.71	0.00	11.71	2.51
S25	0.0080	0.0800	0.49	0.04	Pendiente	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	1.00	1	4.26	0.00	4.26	0.47
S26	0.0080	0.0800	0.59	0.05	Pendiente	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	1.00	1	6.82	0.00	6.82	0.76
S27	0.0080	0.0800	0.69	0.06	Pendiente	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	1.00	1	10.39	0.00	10.39	1.15
S28	0.0080	0.0800	0.70	0.06	Pendiente	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	1.00	1	10.67	0.00	10.67	1.19
S29	0.0080	0.0800	0.84	0.07	Pendiente	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.91	1	15.90	0.00	15.90	3.49
S30	0.0080	0.0800	0.99	0.08	Pendiente	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.77	1	20.90	0.00	20.90	9.37
S31	0.0080	0.0800	0.74	0.06	Pendiente	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.70	1	8.76	0.00	8.76	5.10
S32	0.0080	0.0800	1.06	0.08	Pendiente	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.63	1	20.70	0.00	20.70	15.68
S33	0.0080	0.0800	0.84	0.07	Pendiente	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.73	1	12.74	0.00	12.74	6.71
S34	0.0080	0.0800	0.70	0.06	Pendiente	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.84	1	9.02	0.00	9.02	2.98

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

CAPACIDAD DEL SUMIDERO															
Pendiente															
Sumid ero	Longitu dinal	Transve rsal	Ancho de inunda ción	Profund idad de flujo	Ubicación	Tipo de sumider o	Estructura complem entaria de captación	Factor de obstrucci ón rejilla	Tipo de rejilla	Eficiencia Rejilla	Número de rejillas	Caudal Captad o Sumider o [l/s]	Caudal Captad o Ayuda de Captac ión [l/s]	Cau dal total captado [l/s]	Cauda l Reman ente [l/s]
No	[m/m]	[m/m]	T [m]	y [m]											
S35	0.0080	0.0800	1.13	0.09	Pendient e	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.80	1	30.83	0.00	30.83	11.84
S36	0.0080	0.0800	0.96	0.08	Pendient e	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.80	1	20.11	0.00	20.11	7.88
S37	0.0080	0.0800	0.88	0.07	Pendient e	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.82	1	16.06	0.00	16.06	5.80
S38	0.0080	0.0800	0.57	0.05	Pendient e	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	1.00	1	6.36	0.00	6.36	0.71
S39	0.0080	0.0800	0.57	0.05	Pendient e	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	1.00	1	6.19	0.00	6.19	0.69
S40	0.0080	0.0800	0.69	0.05	Pendient e	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.81	1	8.33	0.00	8.33	3.07
S41	0.0080	0.0800	0.75	0.06	Pendient e	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.70	1	9.14	0.00	9.14	5.41
S42	0.0080	0.0800	0.62	0.05	Pendient e	Rejilla	Ninguna	0.10	REJILLA DE HIERRO DUCTIL DE 0.835m x 0.455 m - NORMAL	0.72	1	5.57	0.00	5.57	3.01

Fuente: Autor

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes		Revisó:
				Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:
		0	Aprobado	30-sep.-25
				Aprobó:
				SCE

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De conformidad con los datos recolectados en sitio, se recomienda realizar un mantenimiento de los 42 sumideros, los cuales se encuentran localizadas en el tramo a intervenir en el proyecto denominado **“MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA”**, dado que se pudo evidenciar que algunas presentan taponamiento en su totalidad en las rejillas, ocasionando el no continuo flujo del agua.
- La red pluvial evaluada presenta una capacidad adecuada para manejar caudales de diseño basados en registros pluviométricos históricos y métodos hidrológicos estándares, confirmando un buen dimensionamiento de sumideros y tuberías.
- La aplicación de curvas IDF específicas a la región y el cálculo de caudales con el método racional garantizan que el diseño considere variabilidad climática y periodos de retorno normativos (5, 10 años).
- La modelación hidráulica que incorpora parámetros normativos asegura la autolimpieza y evita la sedimentación, clave para mantener la operatividad y evitar obstrucciones frecuentes.
- Implementar un programa periódicos de mantenimiento preventivo, limpieza y revisión estructural de sumideros, tuberías y rejillas para preservar la capacidad hidráulica y evitar obstrucciones.
- Para garantizar la integridad estructural y la durabilidad de la de la red de alcantarillado, se recomienda que durante la construcción de la vía se realice una implementación de un sistema de aislamiento adecuado para para evitar que se presente rompimientos de la tubería.
- Coordinar con la entidad operadora para asegurar la continuidad operativa y eficiencia en la gestión del sistema pluvial, incluyendo la inspección constante del punto de descole y condiciones aguas abajo.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

- La red de distribución de acueducto y redes secas se localiza de forma paralela al eje de la vía, emplazada exclusivamente en el área de los sardineles.
- Dada la ubicación de las redes de acueducto y las redes secas fuera de la calzada y de la sección transversal definida para la intervención (que comprende la base, sub-base, pavimento y áreas de mejoramiento de la plataforma), la red de acueducto y las redes secas no se ve afectada ni interferida por las actividades constructivas del presente proyecto, por lo tanto, no se requieren medidas correctivas, de protección o de reubicación para las tuberías de dichas redes, ya que su actual localización las mantiene a salvo de cualquier impacto generado por la construcción de la nueva vía.
- La altura de la película de agua calculada (entre 1,81 mm y 3,03 mm) es significativamente menor al umbral crítico de hidroplaneo, que se ubica alrededor de 1/10 de pulgada ($\approx 2,54$ mm). Este resultado indica que, incluso en condiciones de lluvia intensa, las vías analizadas mantienen valores seguros y limitan el riesgo de pérdida de adherencia y control vehicular, protegiendo así la seguridad vía.
- El sistema de placa prefabricada de concreto reforzada con malla electrosoldada indicado en la imagen ofrece una protección adecuada y duradera para las tuberías que atraviesan las vías, siempre que se ejecute conforme a las especificaciones técnicas de redes y concreto estructural vigentes. Este sistema mitiga de forma eficaz los riesgos de falla de las redes enterradas por cargas vehiculares y por futuras intervenciones en la calzada, contribuyendo a la seguridad y vida útil tanto de la vía como de las tuberías

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

- El tiempo de concentración, los valores detectados (0,82 a 1,25 minutos) evidencian una respuesta rápida de los sistemas de drenaje, facilitando una evacuación eficiente del agua superficial y minimizando la acumulación de caudales. Operar dentro de estos límites permite asegurar que las vías permanezcan transitables durante eventos de lluvia, previniendo encharcamientos prolongados y reducción de capacidad operativa, lo que es esencial en la planificación vial urbana de alta exigencia
- Tanto la altura de la película de agua como el tiempo de concentración de las vías analizadas cumplen con holgura los límites máximos técnicos establecidos, lo que evidencia un diseño hidráulico adecuado y seguro de las calles para condiciones de lluvia. Esto minimiza el riesgo de accidentes, la pérdida de capacidad vial y los problemas de hidroplaneo críticos en las superficies urbanas
- En el proyecto no se prevén problemas de inundación asociados a eventos de alta precipitación, dado que las obras de drenaje pluvial proyectadas garantizan una adecuada conducción y descarga de las aguas, evitando encharcamientos y anegamientos sobre la vía. Asimismo, se recomienda programar labores de mantenimiento periódico de las estructuras y cauces de drenaje, con el fin de retirar maleza, sedimentos y residuos sólidos que puedan obstruir el escurrimiento y comprometer la capacidad hidráulica del sistema.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes		Revisó:
				Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:
		0	Aprobado	30-sep.-25
				Aprobó:
				SCE

- Todos los análisis y cálculos desarrollados en el presente informe se efectuaron estrictamente conforme a la información contenida en los planos de la Red Pluvial suministrados por la entidad de servicios públicos, tomando como referencia los datos específicos de pendientes, diámetros y longitudes de las tuberías. Esta metodología asegura la integridad y precisión de los resultados obtenidos, alineándose con las especificaciones técnicas oficiales y normativas aplicables al proyecto.

El presente documento se expide a los 22 días del mes de diciembre del año 2025.



NADINE VANESSA GARCÍA CARRERO
Ingeniero Civil – Esp. Recursos Hídricos
T.P. 54202-357254 NTS

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, Ingeniero Civil NADINE VANESSA GARCÍA CARRERO identificado con la cedula de ciudadanía N° 1.093.885.430 de Salazar de las Palmas, Norte de Santander con matrícula profesional 54202-357254 NTS del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería (COPNIA).

CERTIFICO

Que realicé los trabajos correspondientes a la evaluación de chequeo técnico de redes existentes del proyecto que tiene por objeto “**MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**”, a ejecutarse en el municipio de Arauca, departamento de Arauca.

La presente se expide en la ciudad de Bogotá D.C., el día 22 de diciembre del año 2025. Para los fines pertinentes, anexo copia de mi matrícula Profesional, certificado de vigencia de la misma y copia de la cedula de ciudadanía.

Atentamente,



NADINE VANESSA GARCÍA CARRERO
Ingeniero Civil – esp. Recursos Hídricos
M.P N° 54202-357254 NTS

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes			Revisó:
					Y&V
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		0	Aprobado	30-sep.-25	SCE



“MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA
EN LA URBANIZACIÓN LAURELES,
DEL MUNICIPIO DE ARAUCA”,
DEPARTAMENTO DE ARAUCA”

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes		Revisó:
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:
		0	Aprobado	30-sep.-25
				Aprobó:
				SCE



Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2025-3316553

**CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA**

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que NADINE VANESSA GARCIA CARRERO, identificado(a) con Cedula de Ciudadanía 1093885430, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 54202-357254 desde el 28 de Abril de 2017, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 477.
2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.
3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**
4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.
5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veintitres (23) días del mes de Enero del año dos mil veinticinco (2025).



Rubén Darío Ochoa Arbeláez


Firma del titular (*)

(*) Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas, la falta de firma del titular no invalida el Certificado.
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes		Revisó:
	Informe Hidrológico e Hidráulico redes	Rev.	Estado	Fecha:
		0	Aprobado	30-sep.-25
				Aprobó:
				SCE



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia

Vigilada Mineducación

Personería Jurídica: Resolución del Ministerio de Justicia No. 2271 de Julio de 2010
Acreditación Institucional de Alta Calidad: Resolución 9520 del 06 de septiembre de 2012 expedida por el Consejo de Educación Superior

CONSIDERANDO QUE

NADINE VANESSA GARCÍA CORREO
C.C. ----- ALAZAR

APROBÓ LOS ESTUDIOS DE POSGRADO PROGRAMADOS POR LA UNIVERSIDAD Y CUMPLIÓ
CON LOS REQUISITOS EXIGIDOS POR LA LEY, LOS REGLAMENTOS, LE CONFIERE EL TÍTULO DE

**ESPECIALISTA EN
RECURSOS HÍDRICOS**

EN TESTIMONIO DE LO EXPUESTO SE EXPIDE EL PRESENTE DIPLOMA QUE ASÍ LO ACREDITA.

BOGOTÁ D.C. SEPTIEMBRE 23 DE 2022


RECTOR


SECRETARIO GENERAL


DECAÑO

ANOTADO AL LIBRO 4 FOLIO 134 10PC DEL 23 DE SEPTIEMBRE DE 2022

28624