CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE VÍAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE CHAGUANÍ, CUNDINAMARCA.

ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO

MUNICIPIO DE CHAGUANI, CUNDINAMARCA

JUNIO DE 2026

Contenido

1. INTRODUCCIÓN 4
2. OBJETIVOS 4
2.1. OBJETIVO GENERAL 5
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS 5
3. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 6
4. ANALISIS HIDROLOGICO 7
4.1. INFORMACIÓN PLUVIOMETRICA 8
4.2. TRATAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS 8
4.3. CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA (IDF) 8
4.4. INTENSIDAD DE DISEÑO 9
4.5. CONSIDERACIONES DEL ANALISIS 9
5. ESTIMACIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO 10
5.1. METODO RACIONAL 10
5.2. PARAMETROS DE DISEÑO 10
5.3. CAUDAL DE DISEÑO 11
5.4. CONSIDERACIONES HIDRAULICAS 11
6. DISEÑO HIDRAULICO DEL SUMIDERO 12
6.1. TIPO DE ESTRUCTURA ADOPTADA 12
6.2. CRITERIOS DE DISEÑO 12
6.3. FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO 12
6.4. VERIFICACIÓN DE CAPACIDAD HIDRAULICA 13
6.5. CONEXIÓN AL SISTEMA EXISTENTE 13
6.6. CONSIDERACIONES DE DISEÑO 14
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 14
7.1. CONCLUSIONES 14
7.2. RECOMENDACIONES 15
8. ANEXOS 16

Ilustración 1: Localización proyecto..... 7

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe hidrológico e hidráulico se desarrolla en el marco del proyecto "**CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE VÍAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE CHAGUANÍ, CUNDINAMARCA.**", el cual contempla la intervención de un tramo vial urbano con una longitud aproximada de 210 m y un ancho de calzada de 6,00 m.

Dadas las condiciones geométricas del tramo, caracterizado por una pendiente longitudinal significativa (≈14,4%) y la presencia de bordillos en ambos márgenes, el manejo adecuado de las aguas lluvias superficiales constituye un aspecto fundamental para garantizar la durabilidad del pavimento en concreto rígido (MR 3,8 MPa), la seguridad vial y la protección de las áreas aledañas.

En este contexto, el análisis hidrológico se orienta a la determinación de los caudales de escorrentía generados sobre las áreas aferentes a la vía, a partir de información pluviométrica oficial del IDEAM, procesada mediante métodos estadísticos, específicamente la distribución de Gumbel, para la obtención de intensidades de lluvia representativas a través de curvas Intensidad–Duración–Frecuencia (IDF).

Por su parte, el análisis hidráulico se enfoca en el diseño de una estructura de captación superficial tipo sumidero transversal, ubicada en el punto bajo del tramo, la cual permite interceptar y evacuar de manera eficiente el flujo generado sobre la calzada. Este enfoque responde a las condiciones particulares del proyecto, donde la longitud reducida del tramo y su configuración geométrica hacen viable la captación total del escurrimiento mediante una única estructura, evitando la necesidad de múltiples dispositivos intermedios.

Finalmente, el presente documento tiene como propósito establecer los criterios técnicos y los resultados del diseño hidrológico e hidráulico adoptado, garantizando un adecuado funcionamiento del sistema de drenaje superficial y su correcta integración con la infraestructura existente.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el análisis hidrológico e hidráulico del tramo vial urbano, con el fin de diseñar una estructura de captación tipo sumidero transversal que garantice el adecuado manejo y evacuación de las aguas lluvias superficiales, asegurando la funcionalidad hidráulica de la vía y la durabilidad del pavimento proyectado.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar las características hidrológicas del área de influencia del proyecto, a partir del análisis de información pluviométrica oficial del IDEAM.
- Obtener las intensidades de lluvia de diseño mediante la construcción de curvas Intensidad–Duración–Frecuencia (IDF), utilizando métodos estadísticos de análisis de frecuencias.
- Estimar el caudal de escorrentía superficial generado sobre las áreas aferentes a la vía, mediante la aplicación del método racional.
- Definir el coeficiente de escorrentía ponderado, considerando las características de uso del suelo presentes en el área de estudio.
- Diseñar hidráulicamente un sumidero transversal tipo ST-1, que permita la captación eficiente del flujo superficial sobre la calzada.
- Verificar la capacidad hidráulica de la estructura proyectada y su adecuado funcionamiento frente al caudal de diseño.
- Garantizar la correcta conducción y descarga de las aguas captadas hacia el sistema existente, mediante una conexión adecuada al pozo ubicado aguas abajo del tramo.

3. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE VÍAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE CHAGUANÍ, CUNDINAMARCA.” se localiza en el área urbana del municipio de Chaguani Síquima, en el departamento de Cundinamarca.

El tramo objeto de estudio corresponde a una vía urbana con una longitud total de 210 m, la cual presenta una sección transversal de 6,00 m de ancho de calzada. La intervención contempla la construcción de pavimento en concreto hidráulico con una resistencia de diseño MR = 3,8 MPa, así como la implementación de bordillos en ambos márgenes, los cuales cumplen la función de confinamiento estructural y conducción del flujo superficial.

De acuerdo con el diseño geométrico del proyecto, la vía presenta un pendiente longitudinal promedio del orden de 14,4%, lo que genera condiciones de escurrimiento superficial rápido sobre la calzada. Adicionalmente, se considera una pendiente transversal del 2%, la cual permite direccionar el flujo desde la superficie de rodadura hacia los bordes de la calzada, donde es conducido longitudinalmente mediante los bordillos.

El área aferente al sistema de drenaje está conformada por superficies de uso predominantemente residencial, con un área total aproximada de 0,84 ha, cuyos aportes de escorrentía son dirigidos hacia la vía y posteriormente conducidos hacia el punto de captación.

En función de las condiciones geométricas del tramo, la longitud reducida de la vía y la pendiente existente, el sistema de drenaje superficial adoptado consiste en la implementación de un sumidero transversal tipo ST-1, localizado en el punto bajo del tramo, con una longitud equivalente al ancho de la calzada (6,00 m), el cual permite la captación total del flujo superficial generado.

Es importante precisar que, aunque en el plano geométrico se identifican dispositivos de captación lateral intermedios, estos no hacen parte del diseño hidráulico definitivo, ya que el análisis realizado demuestra que la totalidad del caudal puede ser eficientemente conducida y captada en el extremo final del tramo sin generar condiciones de encharcamiento o sobrepaso.

El sistema de drenaje proyectado se complementa con la conexión del sumidero a un pozo existente ubicado aguas debajo de los tramos, mediante

una tubería de corta longitud (aproximadamente 2 m), la cual presenta una pendiente hidráulica del orden de 0,12%, garantizando la adecuada conducción del flujo hacia el sistema de drenaje existente.

En la siguiente figura se presenta la localización general del tramo en estudio, conforme al plano de diseño geométrico del proyecto.



Ilustración 1: Localización proyecto

4. ANALISIS HIDROLOGICO

El presente análisis hidrológico tiene como finalidad determinar el caudal de escorrentía superficial que se genera sobre el área aferente al tramo vial en estudio, a partir de la caracterización de la precipitación en la zona y su transformación en caudal mediante metodologías reconocidas.

Dado el carácter urbano del proyecto y su reducida extensión, el análisis se enfoca en el uso de información pluviométrica puntual, sin requerir modelaciones de cuenca complejas, empleando el método racional como herramienta principal de estimación.

4.1. INFORMACIÓN PLUVIOMETRICA

Para la caracterización de la precipitación en la zona de estudio, se utilizó información proveniente del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, correspondiente a la estación:

- Nombre: LA BELLEZA [21230120]
- Código: [21230120]
- Municipio: Chaguani
- Departamento: Cundinamarca
- Altitud: 1200 m s. n. m.
- Variable: Precipitación máxima en 24 horas (Pmax24h)

La selección de esta estación se realizó considerando criterios de cercanía geográfica, representatividad hidrológica y disponibilidad de información histórica suficiente para el análisis de eventos extremos.

4.2. TRATAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

Los registros históricos de precipitación máxima en 24 horas fueron organizados y depurados en la hoja denominada “registro”, garantizando la consistencia y continuidad de la serie de datos.

Posteriormente, se realizó un análisis de frecuencias utilizando la distribución de Gumbel, ampliamente empleada en hidrología para el modelamiento de eventos extremos, con el fin de estimar las precipitaciones asociadas a diferentes periodos de retorno.

El procesamiento estadístico se desarrolló en la hoja “gumbell”, donde se determinaron los parámetros de la distribución, así como los valores de precipitación máxima para distintos periodos de retorno, incluyendo el periodo adoptado para el diseño. VER ANEXO “0.5.CURVAS_IDF”

4.3. CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA (IDF)

A partir de los resultados obtenidos mediante el análisis de Gumbel, se procedió a la construcción de las curvas Intensidad–Duración–Frecuencia (IDF), las cuales permiten relacionar la intensidad de lluvia con su duración y periodo de retorno.

Para ello, se utilizó la metodología de Vargas y Díaz-Granados (VDG), la cual permite la estimación de intensidades de lluvia a partir de parámetros regionalizados, siendo aplicada en este caso para la región Andina.

El desarrollo de estas curvas se presenta en la hoja “curvas IDF vdg”, donde se obtuvieron las intensidades correspondientes a diferentes duraciones y periodos de retorno.

4.4. INTENSIDAD DE DISEÑO

Para el diseño hidráulico del sistema de drenaje superficial, se adoptaron los siguientes criterios:

- Periodo de retorno (T): 5 años
- Tiempo de concentración (Tc): 10 minutos

Considerando que, en sistemas urbanos de pequeña escala, la duración de la lluvia crítica es aproximadamente igual al tiempo de concentración, se seleccionó la intensidad correspondiente a dicha duración.

De acuerdo con las curvas IDF obtenidas, la intensidad de lluvia de diseño es:

- i = 260,27 mm/h

Este valor representa una condición conservadora para el dimensionamiento del sistema de captación, garantizando su adecuado desempeño frente a eventos de lluvia de diseño.

4.5. CONSIDERACIONES DEL ANALISIS

El enfoque adoptado en el presente estudio es consistente con las condiciones del proyecto, teniendo en cuenta que:

- El área aferente es reducida (0,84 ha), lo que permite el uso del método racional.
- La pendiente longitudinal de la vía es elevada (≈14,4%), favoreciendo la rápida concentración del flujo.
- El sistema de drenaje es superficial, sin presencia de redes complejas aguas arriba.

En este sentido, el análisis hidrológico desarrollado proporciona una base adecuada y confiable para la estimación del caudal de diseño, el cual será empleado en el dimensionamiento de la estructura hidráulica proyectada.

5. ESTIMACIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO

El caudal de escorrentía superficial generado sobre el área aferente al tramo vial en estudio fue estimado mediante la aplicación del método racional, el cual es ampliamente utilizado en el diseño de sistemas de drenaje urbano para áreas pequeñas, donde se asume una respuesta hidrológica rápida y uniforme.

Este método permite relacionar directamente la intensidad de precipitación con las características del área de drenaje, siendo apropiado para superficies urbanas como la analizada en el presente proyecto.

5.1. METODO RACIONAL

La expresión utilizada para la estimación del caudal de diseño es:

$$\boldsymbol{Q = C \cdot I \cdot A}$$

Donde:

Q: Caudal de diseño (m^3/s)

C: Coeficiente de escorrentía (adimensional)

I: Intensidad de lluvia (mm/h)

A: Área aferente (ha)

5.2. PARAMETROS DE DISEÑO

Los parámetros utilizados en el cálculo del caudal fueron los siguientes:

- Área aferente (A): 0,2013 ha
- Coeficiente de escorrentía (C): 0,67
- Intensidad de lluvia (I): 260,27 mm/h
- Periodo de retorno (T): 5 años
- Tiempo de concentración (Tc): 10 minutos

El coeficiente de escorrentía corresponde a un valor ponderado obtenido a partir de las diferentes coberturas del área de aporte, incluyendo superficies residenciales (impermeables) y zonas verdes (pastos), conforme a valores típicos establecidos en normativas como el RAS.

La intensidad de lluvia fue determinada a partir del análisis de curvas IDF desarrolladas con información del IDEAM, mediante la aplicación de la distribución de Gumbel y la metodología de Vargas y Díaz-Granados para la región Andina, tal como se presenta en el Anexo "0.5. CURVAS_IDF".

5.3. CAUDAL DE DISEÑO

A partir de los parámetros anteriormente descritos, se obtiene elCaudal de diseño. (VER ANEXO)

Este valor representa el caudal máximo esperado bajo condiciones de lluvia de diseño, y constituye el parámetro fundamental para el dimensionamiento del sistema de captación superficial proyectado.

El desarrollo detallado del cálculo, así como la verificación de los parámetros utilizados, se presenta en el Anexo 0.1. Diseño_Sumideros_V0, el cual hace parte integral del presente estudio.

5.4. CONSIDERACIONES HIDRAULICAS

El caudal obtenido es consistente con las condiciones del proyecto, teniendo en cuenta:

- El área aferente reducida del sistema.
- La alta pendiente longitudinal de la vía, que favorece la rápida evacuación del flujo superficial.
- La presencia de bordillos, que permiten la conducción eficiente del escurrimiento hacia el punto de captación.

En este sentido, el valor de caudal estimado garantiza un adecuado dimensionamiento de la estructura hidráulica proyectada, evitando condiciones de encharcamiento o sobrepaso en la calzada.

6. DISEÑO HIDRAULICO DEL SUMIDERO

El diseño hidráulico del sistema de drenaje superficial del tramo vial en estudio se basa en la implementación de una estructura de captación tipo sumidero transversal, la cual permite interceptar y evacuar la totalidad del flujo de escorrentía generado sobre la calzada.

Este enfoque responde a las condiciones particulares del proyecto, caracterizado por una longitud reducida, una pendiente longitudinal significativa y un sistema de conducción superficial mediante bordillos.

6.1. TIPO DE ESTRUCTURA ADOPTADA

Se proyecta la construcción de un sumidero transversal tipo ST-1, ubicado en el punto bajo del tramo, con una longitud equivalente al ancho de la calzada (6,00 m).

Este tipo de estructura permite la captación continua del flujo a lo largo de toda la sección transversal de la vía, evitando la acumulación de agua y garantizando condiciones adecuadas de drenaje.

6.2. CRITERIOS DE DISEÑO

El diseño del sumidero se realizó considerando los siguientes criterios hidráulicos y geométricos:

- Caudal de diseño (Q)
- Pendiente longitudinal de la vía: ≈ 14,4 %
- Pendiente transversal (bombeo): 2,0 %
- Ancho de calzada: 6,00 m
- Coeficiente de rugosidad (n): 0,012
- Ubicación: punto bajo del tramo

La alta pendiente longitudinal de la vía favorece el desarrollo de un flujo superficial rápido, lo cual permite la conducción eficiente del agua hacia el punto de captación sin requerir estructuras intermedias.

6.3. FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO

El sistema de drenaje superficial opera mediante el escurrimiento del agua sobre la calzada, la cual es conducida hacia los bordes por efecto del bombeo

transversal y posteriormente dirigida longitudinalmente por los bordillos hasta el punto bajo.

En este punto, el sumidero transversal tipo ST-1 intercepta la totalidad del flujo, permitiendo su evacuación hacia el sistema existente.

El comportamiento del flujo se caracteriza por:

- Régimen de escorrentía superficial rápida.
- Ausencia de almacenamiento significativo sobre la calzada.
- Captación continua a lo largo del ancho de la vía.

Estas condiciones garantizan que no se presenten fenómenos de encharcamiento o sobrepaso del sistema.

6.4. VERIFICACIÓN DE CAPACIDAD HIDRAULICA

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis hidráulico, el sumidero proyectado presenta una capacidad suficiente para evacuar el caudal de diseño.

Los parámetros hidráulicos calculados indican que:

- La longitud del sumidero (5,50 m) permite la captación total del flujo.
- La lámina de agua generada sobre la calzada es baja y no compromete la operación de la vía.
- La velocidad del flujo es compatible con las condiciones de drenaje superficial urbano.

El desarrollo detallado del dimensionamiento hidráulico, incluyendo los parámetros de cálculo y verificación, se presenta en el Anexo 0.1. Diseño_Sumideros_V0.

En consecuencia, la capacidad hidráulica del sumidero es superior al caudal de diseño, garantizando un funcionamiento adecuado sin condiciones de sobrepaso.

6.5. CONEXIÓN AL SISTEMA EXISTENTE

El sumidero proyectado descarga hacia un pozo existente ubicado aguas abajo del tramo, mediante una tubería de aproximadamente 2 m de longitud.

La tubería presenta una pendiente hidráulica del orden de 0,12%, la cual permite la conducción del flujo hacia el pozo sin generar pérdidas significativas ni condiciones de represamiento.

La conexión se realiza mediante una disposición típica sumidero–tubería–pozo, garantizando:

- Continuidad hidráulica del sistema.
- Evacuación eficiente del caudal captado.
- Integración con la infraestructura existente.

Dado que no se cuenta con información detallada de la cota de batea del pozo existente, se recomienda su verificación en campo previo a la construcción, con el fin de asegurar la correcta conexión hidráulica.

6.6. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

El diseño adoptado presenta las siguientes ventajas técnicas:

- Permite la captación total del flujo con una única estructura.
- Reduce costos constructivos y de mantenimiento.
- Minimiza riesgos de obstrucción asociados a múltiples dispositivos.
- Es compatible con la geometría y condiciones del tramo vial.

En este sentido, el sistema propuesto resulta hidráulicamente eficiente, constructivamente viable y adecuado para las condiciones del proyecto.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- El análisis hidrológico desarrollado, basado en información pluviométrica del IDEAM y en el uso de la distribución de Gumbel, permitió obtener intensidades de lluvia representativas para la zona de estudio, las cuales fueron empleadas en la construcción de curvas Intensidad–Duración–Frecuencia (IDF), conforme a lo presentado en el Anexo 0.5. CURVAS_IDF.
- A partir de la aplicación del método racional, se determinó un caudal de diseño, correspondiente a un periodo de retorno de 5 años, valor que resulta coherente con las características del área aferente y el coeficiente de escorrentía ponderado.

- Las condiciones geométricas del tramo, particularmente la alta pendiente longitudinal de la vía (≈14,4%), favorecen la rápida evacuación del flujo superficial, permitiendo su conducción eficiente hacia el punto bajo sin necesidad de estructuras de captación intermedias.
- El sistema de drenaje adoptado, basado en la implementación de un sumidero transversal tipo ST-1, garantiza la captación total del flujo generado sobre la calzada, evitando condiciones de encharcamiento y asegurando la funcionalidad hidráulica de la vía.
- La longitud del sumidero, equivalente al ancho de la calzada (6,00 m), permite una captación continua y uniforme del flujo, optimizando el desempeño hidráulico del sistema.
- La conexión del sumidero a un pozo existente, mediante tubería de aproximadamente 2 m de longitud y pendiente del orden de 0,12%, asegura la adecuada evacuación del caudal captado hacia el sistema de drenaje existente.
- El diseño hidráulico del sumidero, así como la verificación de su capacidad, se encuentran debidamente sustentados en el Anexo 0.1. Diseño_Sumideros_V0, el cual hace parte integral del presente estudio.

7.2. RECOMENDACIONES

- Verificar en campo las condiciones reales del pozo existente, especialmente la cota de batea y el estado estructural, con el fin de garantizar una conexión hidráulica adecuada y evitar posibles ajustes durante la etapa constructiva.
- Asegurar la correcta ejecución de la pendiente longitudinal de la tubería de conexión (≈0,12%), evitando contrapendientes o asentamientos diferenciales que puedan afectar el flujo.
- Garantizar la adecuada construcción del sumidero, conforme a los detalles constructivos definidos, asegurando la correcta alineación, nivelación y acabado superficial que permita una captación eficiente del flujo.
- Implementar un plan de mantenimiento periódico del sistema de drenaje, que incluya la limpieza del sumidero y la revisión de la tubería de conexión, con el fin de evitar obstrucciones por sedimentos o residuos.
- Durante la ejecución de la obra, verificar que el sistema de bordillos garantice la adecuada conducción del flujo hacia el sumidero, evitando discontinuidades o pérdidas de confinamiento.

- Considerar la posibilidad de incorporar elementos de disipación o protección en la zona de descarga, en caso de evidenciarse velocidades elevadas o riesgos de erosión en el punto de conexión al sistema existente.



Paola Andrea Salas Neira
Cc 1.100.967.083

8. ANEXOS

- Anexo 0.1. Diseño hidráulico de sumidero (Diseño_Sumideros_V0)
- Anexo 0.5. Curvas IDF – Estación (IDEAM)
- Anexo 0.6. Datos pluviométricos en bruto IDEAM – Estación