INFORME DE ACTIVIDADES

AFORO Y MUESTREO II

PUNTOS DE VERTIMIENTOS Y FUENTES RECEPTORAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.



SAN VICENTE DEL CAGUAN - CAQUETÁ

Mayo 2025.

Puntos de muestreo

Los puntos de muestreo fueron seleccionados teniendo en cuenta las diferentes descargas de aguas residuales domésticas detectadas dentro del perímetro urbano de San Vicente del Caguán. La **Figura 2** muestra la distribución geográfica de las 29 descargas identificadas a lo largo del área urbana. A continuación, se presenta la lista de puntos caracterizados:



Figura 1. Ubicación geográfica de los puntos de vertimiento.

La disposición espacial de los puntos de vertimiento identificados en el área urbana de San Vicente del Caguán evidencia una relación directa con el crecimiento desordenado del municipio y la ausencia de infraestructura adecuada para el manejo integral de las aguas residuales. Muchos de estos vertimientos se localizan en zonas densamente pobladas, en cercanía a fuentes hídricas, lo que incrementa el riesgo de contaminación y deterioro ambiental. La ubicación geográfica de las descargas permite identificar sectores críticos con mayor concentración de impactos, lo que resulta fundamental para establecer prioridades de intervención y diseñar estrategias de mitigación. Asimismo, este análisis espacial proporciona una base sólida para evaluar el grado de presión que los vertimientos ejercen sobre el sistema hídrico urbano, teniendo en cuenta factores como la pendiente del terreno,

el flujo de escorrentía y la capacidad de dilución de los cuerpos de agua receptores. Esta información resulta clave para orientar decisiones técnicas y de planificación ambiental.

Tabla 1. Listado de puntos de vertimiento identificados en el área urbana de San Vicente del Caguán.

Puntos de vertimiento	
1. PV_Q_N.N.1_001	**16.** PV_Q_LaVictoria_002
2. PV_C_VillaNorte_001	**17.** PV_Q_LaVictoria_003
3. PV_C_VillaNorte_002	**18.** PV_C_ElPorvenir_001
4. PV_C_LaLibertad_001	**19.** PV_Q_Camargo_001
5. PV_Q_VillaFerro_001	**20.** PV_Q_LasMargaritas_001
6. PV_Q_OliverioCastillo_001	**21.** PV_H_LaFloresta_001
7. PV_Q_OliverioCastillo_002	**22.** PV_R_Caguan_001
8. PV_C_N.N.2_001	**23.** PV_R_Caguan_002
9. PV_Q_ElLaguito_001	**24.** PV_R_Caguan_003
10. PV_Q_Tembloncito_001	**25.** PV_R_Caguan_004
11. PV_Q_Tembloncito_002	**26.** PV_R_Caguan_005
12. PV_Q_Tembloncito_003	**27.** PV_R_Caguan_006
13. PV_Q_Tembloncito_004	**28.** PV_R_Caguan_007
14. PV_Q_Tembloncito_005	**29.** PV_R_Caguan_008
15. PV_Q_LaVictoria_001	

Aforo o determinación del caudal

La determinación del caudal en los puntos de vertimiento y fuentes receptoras es un componente fundamental para la evaluación hidráulica de los sistemas de descarga. Esta medición permite cuantificar el volumen de agua que fluye por unidad de tiempo, lo cual es esencial para estimar la carga contaminante transportada y el impacto potencial sobre los cuerpos hídricos. Para tal fin, se aplicaron metodologías de aforo adecuadas según las condiciones del sitio, asegurando la representatividad y precisión de los datos obtenidos.

Equipos y materiales utilizados

- Cronómetro
- GPS
- Baldes plásticos aforados para medición de caudal
- Cámara fotográfica para registro visual
- Guantes de nitrilo
- Tapabocas
- Traje escafandra
- Molinete Global Wáter FP111



Figura 2. Molinete Global Water FP111

La metodología empleada para la determinación de caudales se definió con base en la naturaleza del flujo, las condiciones hidráulicas del sitio y las características físicas del entorno, abarcando tanto los puntos de vertimiento como las fuentes hídricas receptoras. Para asegurar la precisión y representatividad de las mediciones, se aplicaron dos métodos de aforo, seleccionados según la accesibilidad, regularidad del cauce y tipo de descarga observada.

Aforo de vertimientos

La medición del caudal en los puntos de vertimiento se llevó a cabo con el propósito de cuantificar el volumen de descarga generado por cada punto evaluado. Este parámetro resulta esencial para dimensionar la carga contaminante que ingresa a los cuerpos hídricos receptores y, en consecuencia, para estimar la magnitud del impacto ambiental asociado a dichas descargas.

Las mediciones se realizaron mediante métodos de aforo directo, seleccionando la técnica más adecuada en función de las condiciones hidráulicas presentes en cada punto. Se utilizaron recipientes calibrados (para vertimientos de bajo caudal) y el método de velocidad-área (para corrientes más amplias o de difícil acceso), garantizando así la representatividad y confiabilidad de los datos obtenidos.

Los caudales registrados permiten identificar la variabilidad entre los diferentes puntos de descarga, lo que facilita la priorización de aquellos que requieren intervención urgente en términos de control, mitigación y tratamiento. Además, esta información complementa los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados, aportando a una caracterización integral de las aguas residuales vertidas.

La integración de estos resultados permite orientar la formulación de estrategias de manejo ambiental que aseguren el cumplimiento de la normativa vigente, en especial lo estipulado en el **Decreto 1076 de 2015** |y la **Resolución 0631 de 2015** del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, normativas que regulan los límites permisibles de vertimiento y establecen los criterios para el monitoreo y seguimiento de estas actividades.

Método volumétrico

Este procedimiento se emplea cuando existe una caída de agua que permite colocar un recipiente directamente en la corriente. Para ello se utilizan recipientes aforados como baldes de 10 o 20 litros, graduados en litros, o canecas de 55 galones, con graduaciones cada 1 o 5 galones. Se acompaña con un cronómetro para medir el tiempo.

El recipiente se posiciona bajo la corriente para recoger el flujo completo mientras se activa el cronómetro. El tiempo se contabiliza desde el momento en que el recipiente entra en contacto con el agua hasta que se retira, midiendo así cuánto tiempo toma llenar un volumen específico. La fórmula aplicada es:

$$Q = V / t$$

Donde:
Q = caudal (litros/segundo)
V = volumen captado (litros)
t = tiempo de llenado (segundos)



Figura 3. Medición Volumétrica.

Aforo de las Fuentes Receptoras.

El método de aforo área–velocidad o Vadeo es una técnica hidráulica utilizada para determinar el caudal de una corriente superficial, especialmente en cuerpos hídricos naturales como quebradas, caños o ríos. Esta metodología permite obtener una estimación precisa del volumen de agua que fluye en un punto específico, a partir de la medición de dos variables fundamentales: el área de la sección transversal del canal y la velocidad media del flujo.

Selección del sitio de aforo

Se seleccionó un tramo del cuerpo hídrico que presentara las siguientes características:

- Flujo uniforme y visible.
- Canal relativamente regular y sin turbulencias excesivas.
- Accesibilidad y seguridad para la toma de datos.

División de la sección transversal

Una vez seleccionado el tramo del cauce, se procedió a dividir transversalmente la sección del canal para facilitar la medición por intervalos. El procedimiento se realizó de la siguiente manera:

- Se extendió una cinta métrica desde una orilla a la otra, perpendicular a la dirección del flujo, para determinar el ancho total del cauce en el sitio del aforo.
- Este ancho se dividió en un número determinado de intervalos equidistantes (generalmente entre 3 y 6), dependiendo de la amplitud del canal y de la regularidad de su fondo. A mayor variabilidad del lecho, mayor número de intervalos se recomienda utilizar para obtener una mayor precisión.
- Cada intervalo definió un perfil vertical en el cual se realizaron mediciones individuales de profundidad y velocidad, permitiendo calcular el caudal parcial de cada segmento.

Esta subdivisión permite capturar las variaciones de velocidad y profundidad a lo ancho del cauce, y por tanto obtener una estimación más realista del caudal total.



Figura 3. Medición de la sección transversal de la fuente.

Medición de profundidades

Para determinar el área de la sección transversal, se midió la profundidad del flujo en cada perfil definido. Este procedimiento se llevó a cabo con los siguientes pasos:

- En cada punto de medición, se introdujo de forma vertical una regla metálica, sonda graduada o bastón de medición, desde la superficie hasta el fondo del canal, asegurando que llegara completamente al lecho sin hundirse en sedimentos blandos.
- Se tomaron las lecturas exactas del nivel de agua en centímetros o metros, registrando los valores de forma sistemática en una tabla de campo.
- En canales con fondo irregular o con sedimentos acumulados, se realizaron observaciones adicionales para verificar la consistencia de las mediciones y detectar posibles alteraciones.

Estos datos permiten calcular el área de cada tramo como el producto entre la profundidad registrada y el ancho del intervalo definido.





Figura 4. Medición de la profundidad de cada sección trazada.

Medición de velocidades

En cada uno de los perfiles verticales definidos a lo largo del ancho del cauce, se procedió a ubicar el sensor de medición a una profundidad equivalente al 60 % de la lámina de agua,



Figura 5. Medición de las velocidades en cada canal trazado.

Este procedimiento se repitió en cada uno de los tramos definidos transversalmente, asegurando una cobertura homogénea de la sección hidráulica y proporcionando una base sólida para el posterior cálculo del caudal total.

Muestreo

El muestreo realizado en el presente estudio tuvo como finalidad la caracterización fisicoquímica y microbiológica de múltiples fuentes superficiales receptoras y descargas puntuales de aguas residuales, con el objetivo de establecer un diagnóstico de la calidad del recurso hídrico y estimar el impacto ambiental generado por los vertimientos. Entre los parámetros analizados se incluyeron: oxígeno disuelto (OD), pH, temperatura, demanda bioquímica de oxígeno a cinco días (DBO5), turbiedad, coliformes totales y fecales, nitratos, fósforo total, color aparente, sólidos totales, conductividad eléctrica y metales pesados, entre otros.

Equipos y materiales

El muestreo se llevó a cabo bajo condiciones de bioseguridad y siguiendo los protocolos establecidos por las autoridades ambientales. Para ello, se utilizaron los siguientes equipos y materiales:

- Multiparámetro YSI 85 para mediciones in situ (OD, pH, conductividad, temperatura, entre otros).
- Recipientes plásticos de 2 L con tapa hermética.
- Nevera portátil con cadena de frío para transporte y conservación.
- Hielo en gel o bloques para preservación térmica.
- Frascos de composición final y probeta plástica graduada.
- Cinta métrica para verificación de profundidades.
- Cámara fotográfica digital para registro visual.
- Formatos de campo (cadena de custodia).
- Rótulos adhesivos con identificación de muestra.
- Traje impermeable tipo escafandra como EPP obligatorio.
- GPS para georreferenciación de puntos.



Figura 6. Multiparámetro YSI 85.

La estrategia de muestreo empleada fue de tipo manual convencional, mediante recolección directa en el sitio de interés, lo que permitió observar simultáneamente características organolépticas del agua como color, olor, presencia de materiales flotantes y variaciones en caudales.

Muestra puntual compuesta:

Aplicada a los vertimientos, mediante la recolección de alícuotas individuales a intervalos regulares durante un período determinado, con el fin de conformar una muestra representativa del comportamiento promedio del vertimiento. Las alícuotas fueron homogéneas en volumen, calculadas para alcanzar el volumen total requerido por el laboratorio (2 litros). La programación del número y volumen de las submuestras se basó en la duración del muestreo (4 horas) y el intervalo seleccionado (1 hora), como se ilustra a continuación:

$$Cant\ alícuotas = 1 + \left(t_{muestreo} * \frac{t_{min}1h}{Int_{min}}\right)$$

$$Cant\ alic = 1 + (4 * 1)$$

$$Cant\ alic = 5$$

$$Vol\ alic = \frac{Vol\ (l)}{Cant\ (alic)} * 1000$$

$$Vol\ alic = \frac{2\ l}{5} * 1000$$

$$Vol\ alic = 400\ ml$$

Análisis fisicoquímico y microbiológico

El agua es un recurso vital para el sostenimiento de la vida y el equilibrio de los ecosistemas, por lo que su calidad y disponibilidad deben garantizarse de forma continua y segura. Sin embargo, los distintos usos que hace la población domésticos, agropecuarios e industriales generan descargas que incorporan al recurso hídrico una amplia gama de contaminantes, entre ellos microorganismos patógenos, compuestos químicos, materia orgánica y nutrientes, los cuales pueden deteriorar significativamente las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del agua.

Metodología para mediciones in situ

La medición de parámetros in situ es crucial para caracterizar las condiciones reales del cuerpo de agua en el momento del muestreo. Esta práctica permite detectar alteraciones en la calidad de los vertimientos, establecer líneas base de comparación y evaluar la efectividad de medidas de tratamiento.

A continuación, se describen los pasos desarrollados durante el proceso de medición in situ**.**

Selección del punto de muestreo

Se seleccionaron puntos de vertimientos establecidos en el PSMV.

Preparación y calibración del equipo

Antes de iniciar las mediciones, se realizó la calibración del multiparámetro portátil siguiendo las instrucciones del fabricante. Esto incluyó la verificación del estado de los sensores, limpieza adecuada y comprobación de la precisión para cada parámetro.

Toma de mediciones en sitio

El sensor se introdujo en el cuerpo de agua sin generar perturbaciones, Se esperó la estabilización de las lecturas antes del registro. Los parámetros medidos fueron:

- Temperatura del agua (°C)
- pH
- Oxígeno disuelto (mg/L)
- Porcentaje de saturación de oxígeno (%)
- Conductividad eléctrica (µS/cm)

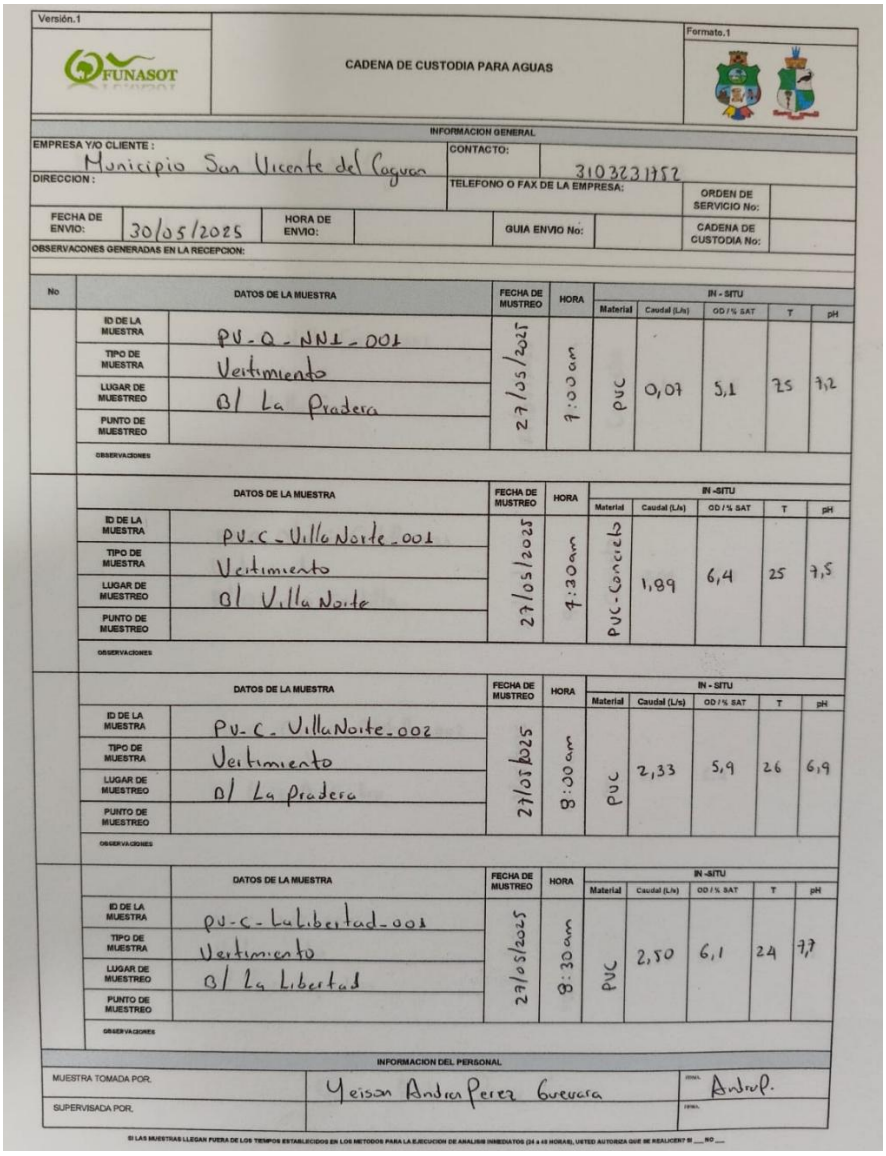




Figura 7. Toma de parámetros in situ.

Registro y documentación de datos

Los datos obtenidos se consignaron en formatos de campo diseñados para tal fin, junto con información complementaria como: fecha, hora, nombre del punto, y observaciones relevantes (OD, T, Ph y Caudal).



Versión.1 — Formato.1

CADENA DE CUSTODIA PARA AGUAS

FUNASOT

INFORMACION GENERAL

EMPRESA Y/O CLIENTE: Municipio San Vicente del Caguan — CONTACTO: 3103231752

DIRECCION: — TELEFONO O FAX DE LA EMPRESA: — ORDEN DE SERVICIO No: — CADENA DE CUSTODIA No:

FECHA DE ENVIO: 30/05/2025 — HORA DE ENVIO: — GUIA ENVIO No:

OBSERVACIONES GENERADAS EN LA RECEPCION:

No	DATOS DE LA MUESTRA	FECHA DE MUSTREO	HORA	IN - SITU Material	Caudal (L/s)	OD / % SAT	T	pH
	ID DE LA MUESTRA: PV-Q-NN1-001	27/05/2025	7:00 am	PVC	0,07	5,1	25	7,2
	TIPO DE MUESTRA: Vertimiento							
	LUGAR DE MUESTREO: B/ La Pradera							
	PUNTO DE MUESTREO:							
	OBSERVACIONES							
	ID DE LA MUESTRA: PV-C-VillaNorte-001	27/05/2025	4:30 am	PVC-Concreto	1,99	6,4	25	7,5
	TIPO DE MUESTRA: Vertimiento							
	LUGAR DE MUESTREO: B/ Villa Norte							
	PUNTO DE MUESTREO:							
	OBSERVACIONES							
	ID DE LA MUESTRA: PV-C-VillaNorte-002	27/05/2025	8:00 am	PVC	2,33	5,9	26	6,9
	TIPO DE MUESTRA: Vertimiento							
	LUGAR DE MUESTREO: B/ La Pradera							
	PUNTO DE MUESTREO:							
	OBSERVACIONES							
	ID DE LA MUESTRA: PV-C-La Libertad-001	27/05/2025	8:30 am	PVC	2,50	6,1	24	7,7
	TIPO DE MUESTRA: Vertimiento							
	LUGAR DE MUESTREO: B/ La Libertad							
	PUNTO DE MUESTREO:							
	OBSERVACIONES							

INFORMACION DEL PERSONAL

MUESTRA TOMADA POR: Yeison Andres Perez Guevara — FIRMA: AndresP.

SUPERVISADA POR: — FIRMA:

SI LAS MUESTRAS LLEGAN FUERA DE LOS TIEMPOS ESTABLECIDOS EN LOS METODOS PARA LA EJECUCION DE ANALISIS INMEDIATOS (24 a 48 HORAS), USTED AUTORIZA QUE SE REALICEN? SI ___ NO ___

Figura 9. Cadena de custodia.

INFORME II ELABORADO POR:



JONATHAN PASTRANA JOVEN
R.L. FUNASOT – Admón. de Empresas
MP – TP 62716