DETERMINACIÓN DE CARGAS CONTAMINANTES CONCENTRACIONES Y CAUDALES



CALCULO DE LA CONTAMINACIÓN POR VERTIMIENTOS

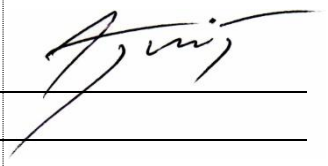
SAN VICENTE DEL CAGUAN - CAQUETÁ

Junio 2025

CONTENIDO.

INTRODUCCIÓN. 4
PROYECCIÓN POBLACIONAL....5
Resultado de los métodos. 9
DOTACIÓNES....10
Elevación promedio. 10
Dotación neta Dn.....10
CAUDALES. 11
Caudal de agua residual (QDo). 11
Caudal medio diario (Qmd).....11
Caudal máximo horario (Qmh). 11
CARGAS CONTAMINANTES....12
Carga contaminante actual.....12
Caudales y concentraciones muestreo I. 13
Caudales y concentraciones muestreo II. 23
Cargas contaminantes por vertimientos. 33
Definiciones del Decreto 2667 del 2012. 35
Cargas contaminantes por fuente superficial muestreo I. 36
Carga contaminante total generada muestreo I. 38
Cargas contaminantes por fuente superficial muestreo II. 39
Carga contaminante total generada muestreo II. 41

CONTROL DE CAMBIOS.

VERSIÓN	FECHA	CAMBIOS	ELABORÓ	REVISÓ
1	17/06/2025	PRIMERA EMISIÓN	Julián Erley Agatón Esp. Saneamiento M.Sc. Ambiente	

INTRODUCCIÓN.

La carga contaminante se refiere a la medida de la magnitud de la contaminación, aportada por sustancias químicas o biológicas, que se vierten al medio ambiente agua o suelo de manera directa o indirectamente por cualquier tipo de actividad.

Esta medida de contaminación, es crucial para evaluar el impacto ambiental y gestionar la calidad del medio ambiente. En Colombia la gestión de la carga contaminante vertida es fundamental para la protección del agua, mediante la aplicación de instrumentos económicos como la tasa retributiva y metas de reducción para lograr una mejor calidad del agua.

El Decreto 2667 de 2012; Por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, establece la determinación de la carga contaminante como insumo básico para el cálculo de la tasa retributiva para quienes realicen descargas al recurso hídrico.

El cálculo de la tasa precisa el conocimiento de algunos conceptos y parámetros entre ellos el caudal y concentraciones de DBO5 para la entrega de la medida en kg/día.

- Caudal promedio (Q). Corresponde al volumen de vertimientos por unidad de tiempo durante el período de muestreo. Para los efectos del presente decreto, el caudal promedio se expresará en litros por segundo (l/s).

- Concentración (C). Es la masa de una sustancia, elemento o parámetro contaminante, por unidad de volumen del líquido que lo contiene. Para los efectos del presente decreto, la concentración se expresará en miligramos por litro (mg/l).

- Tarifa de la tasa retributiva. Es el valor que se cobra por unidad de carga contaminante vertida al recurso hídrico.

PROYECCIÓN POBLACIONAL.

La proyección poblacional del municipio de San Vicente del Caguán - Caquetá, se realizó conforme los lineamientos de la Resolución 0330 de 2017 y siguiendo la metodología de la guía RAS del MAVDT para la planeación, diseño, seguimiento y evaluación de los componentes del sistema de alcantarillado.

El análisis y cálculo de población, se realizó al área de servicio, el cual está limitada al perímetro urbano del municipio; para el periodo de seguimiento del PSMV correspondiente a 10 años, como para el periodo de diseño de 25 años de los componentes del sistema de alcantarillado; todo ello mediante el método geométrico, aritmético y exponencial, a partir de los censos del DANE.

Método	Nivel de complejidad del sistema			
	Bajo	Medio	Medio Ato	Alto
Aritmético	x	x	x	x
Geométrico	x	x	x	x
Exponencial	x	x	x	x

Tabla No 1. Métodos de cálculo.

Periodo de diseño	
Alcantarillado	25 años

Tabla No 2. Periodos de diseño.

Método Aritmético.

$$P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} * (T_f - T_{uc})$$

Tasa de crecimiento.

$$r = \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} * T_f$$

$$r = 1469.9\ hab$$

Proyección.

$Pf\ 2025 = 48{,}091 + (1469.9 * 5)$

$P_f\ 2046 = \mathbf{55{,}441}\ Hab$

Proyección quinquenal.

La tabla No 1, muestra el resumen quinquenal de proyección poblacional con un horizonte de 25 años, método aritmético. Conforme Resolución 0330 de 2017.

ARITMETICO		
Años	**Periodo**	**Cabecera**
2030	5	62,790
2035	10	70,140
2040	15	77,490
2045	20	84,839
2050	25	92,189

Tabla No 1. Proyección población - Método aritmético.

Método Geométrico.

$$P_f = P_{uc}(1+r)^{T_f - T_{uc}}$$

Tasa de crecimiento.

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

$$r = 0.06674 * 100 = 6.7$$

Proyección.

$$P_f\ 2025 = 48{,}091 * (1 + 0.06674)^{(2025-2020)}$$

$$P_f\ 2025 = \mathbf{66{,}430}\ Hab$$

Proyección quinquenal.

La tabla No 2, muestra el resumen quinquenal de proyección poblacional con un horizonte de 25 años, método geométrico. Conforme Resolución 0330 de 2017

GEOMETRICO		
Años	**Periodo**	**Cabecera**
2030	5	91,763
2035	10	126,756
2040	15	175,094
2045	20	241,865
2050	25	334,098

Tabla No 2. Proyección población - Método geométrico**.**

Método Exponencial.

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

Tasa de crecimiento.

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

$$r = 0.064 * 100 = 6.44$$

Proyección.

$$P_f\ 2025 = e^{0.064\ (2025-2020)} * 48{,}091$$

$$P_f\ 2025 = \mathbf{66{,}430}\ Hab$$

Proyección quinquenal.

La tabla No 3, muestra el resumen quinquenal de proyección poblacional con un horizonte de 25 años, método exponencial. Conforme Resolución 0330 de 2017

EXPONENCIAL		
Años	**Periodo**	**Cabecera**
2030	5	91,587
2035	10	126,392
2040	15	174,424
2045	20	240,709
2050	25	332,183

Tabla No 3. Proyección población – Método exponencial.

Resultado de los métodos.

Teniendo en cuenta que para la proyección poblacional se debe tener en cuenta el promedio de los tres métodos recomendado por el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento RAS, se procede con la implementación de cada uno de ellos.

Proyección quinquenal población promedio.

Tabla No 4. Resumen de los métodos.

POBLACION RESUMEN DE LOS TRES METODOS				
Años	**Periodo**	**ARITMETICO**	**GEOMETRICO**	**EXPONENCIAL**
2030	5	62,790	91,763	91,587
2035	10	70,140	126,756	126,392
2040	15	77,490	175,094	174,424
2045	20	84,839	241,865	240,709
2050	25	92,189	334,098	332,183

Tabla No 5. Población promedio

POBLACION PROMEDIO		
Años	**Periodo**	**Cabecera**
2025	0	62,746
2030	5	82,047
2035	10	107,763
2040	15	142,336
2045	20	189,137
2050	25	252,823

DOTACIÓNES.

La ubicación geográfica del municipio de San Vicente del Caguán presenta una elevación por debajo de los mil (1000) msnm lo que le asigna una dotación neta máxima de 140 L/Hab*día según lo establece el RAS.

Elevación promedio.

La elevación o altura promedio sobre el nivel del mar del municipio de San Vicente del Caguán es de 280 msnm.

Elevación Max = 280 msnm

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	Dotación Neta Máxima (L/hab*día)
> 2000 msnm	120
1000 - 2000 msnm	130
< 1000 msnm	140

Tabla No 6. Dotación neta máxima. Resolución 0330 de 2017.

Dotación neta Dn.

La dotación neta es la cantidad requerida por habitante, en Colombia esta se determina teniendo en cuenta la altura promedio de la zona a ser atendida, lo cual se estableció mediante Resolución 0330 de 2017 que adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.

$$\boldsymbol{D_{Neta}} = 140 \frac{l}{had} * dia$$

Coeficiente de retorno Cr.

Debe estimarse a partir del análisis de información existente en la localidad; de no contar con datos de campo, se debe tomar un valor de 0,85. Artículo 134 de la Resolución 0330 de 2017.

CAUDALES.

Caudal de agua residual (Q_{Do}).

Para el cálculo se tuvo en cuenta la ecuación que contempla la población proyectada al periodo de diseño de 10 proyección y seguimiento PSMV como de 25 años para la proyección de diseño de los componentes del sistema - obras.

$$Q_D = \frac{C_r P_f D_{neta}}{86400}$$

$$Q_D = \frac{0.85 * 62746 * 140}{86400} = 86.42\ L/s$$

Caudal medio diario (Q_{md}).

$$Qmd = Q_D + Q_{in} + Q_c + Q_i$$

$$Qmd = 86.42 + 0.0 + 0.0 + 0.0$$

$$Qmd = 86.42\ l/s$$

Caudal máximo horario (Q_{mh}).

En ausencia de valores de campo se hace usos de la ecuación de mayoración de Flores.

Ecuación de Flores.

$$F = \frac{3.5}{P^{0.1}}$$

$$Q_{mh} = Qmd * F$$

$$Q_{mh} = 199.95\ L/s$$

CARGAS CONTAMINANTES.

Carga contaminante (Cc). Es el resultado de multiplicar el caudal promedio por la concentración de una sustancia, elemento o parámetro contaminante por el factor de conversión de unidades y por el tiempo de vertimiento del usuario, medido en horas por día, es decir:

$$\mathbf{Cc} = Q \times C \times 0.0036 \times t$$

Donde:

- Cc = Carga Contaminante, en kilogramos por día (kg/día)
- 0.0036 = Factor de conversión de unidades (de mg/s a kg/h)
- t = Tiempo de vertimiento del usuario, en horas por día (h)

Carga contaminante actual.

La carga contaminante y caudales actuales de los vertimientos del sistema de alcantarillado del municipio de San Vicente del Caguán, se calculó teniendo en los valores de DBO5 y SST obtenidos de los análisis de laboratorio y valores de caudales obtenidos en las actividades de aforo en los descoles del sistema a las diferentes fuentes receptoras:

Quebrada N.N., Caño Villa Norte, Caño La Libertad, Quebrada Villa Ferro, Quebrada Oliverio Castillo, Caño N.N., Quebrada El Laguito, Quebrada El Tembloncito, Quebrada La Victoria, Caño El Porvenir, Quebrada Camargo, Quebrada Las Margaritas, Humedal La Floresta y el Rio Caguán; se realizó la caracterización in situ junto al análisis de laboratorio de los diferentes parámetros en especial los sujetos al cobro de la tasa retributiva como insumo básico para el cálculo de la contaminación.

Caudales y concentraciones muestreo I.

MUESTREO I

Vertimiento No.1 PV_Q_N.N.1_001

Caudal.

Q = 0.06 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 128.4 \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 15.6 \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 2. PV_C_VillaNorte_001

Caudal.

Q = 1.59 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 126.5 \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 15.6 \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 3. PV_C_VillaNorte_002

Caudal.

Q = 2.17 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 26.4 \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 18.6 \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 4. PV_C_La Libertad_001

Caudal.

Q = 2.33 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 3586\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 586\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 5. PV_Q_VillaFerro_001

Caudal.

Q = 1.45 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 173.3\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 23.3\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 6. PV_Q_OliverioCastillo_001

Caudal.

Q = 0.56 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 120\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 19.5\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 7. PV_Q_OliverioCastillo_002

Caudal.

Q = 1.98 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 134.9\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 24\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 8. PV_C_N.N.2_001.

Caudal.

Q = 2.33 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 130.2 \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 12.5 \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 9. PV_Q_El Laguito_001

Caudal.

Q = 0.87 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 135.7\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 12.5\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 10. PV_Q_Tembloncito_001

Caudal.

Q = 0.18 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 96.04\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 13 \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 11. PV_Q_Tembloncito_002

Caudal.

Q = 4.44 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 125.1\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 15\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 12. PV_Q_Tembloncito_003

Caudal.

Q = 2.17 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 127.7\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 27.5\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 13. PV_Q_Tembloncito_004

Caudal.

Q = 0.66 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 121.5\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 21 \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 14. PV_Q_Tembloncito_005

Caudal.

Q = 3.89 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 126.5\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 16\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 15. PV_Q_LaVictoria_001

Caudal.

Q = 3.61 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 196.0\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 47.5\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 16. PV_Q_LaVictoria_002

Caudal.

Q = 2.78 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 124.5\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 22.5\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 17. PV_Q_LaVictoria_003

Caudal.

Q = 2.44 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 133.0\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 23.5\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 18. PV_C_ElPorvenir_001

Caudal.

Q = 1.78 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 156.6\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 15\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 19. PV_Q_Camargo_001

Caudal.

Q = 2.22 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 125.7\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 27.5\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 20. PV_Q_Las Margaritas_001

Caudal.

Q = 0.65 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 122.4\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 22\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 21. PV_H_La Floresta_001

Caudal.

Q = 2.16 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 125.3\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 23.5\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 22. PV_R_Caguan_001

Caudal.

Q = 10.0 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 115.9\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 19.5\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 23. PV_R_Caguan_002

Caudal.

Q = 2.78 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 125\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 25\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 24. PV_R_Caguan_003

Caudal.

Q = 0.25 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 127.5\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 27.5\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 25. PV_R_Caguan_004

Caudal.

Q = 0.49 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 118.4 \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 18.5 \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 26. PV_R_Caguan_005

Caudal.

Q = 0.27 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 133.5 \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 25.5 \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 27. PV_R_Caguan_006

Caudal.

Q = 5.00 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 128.8 \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 18.50 \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 28. PV_R_Caguan_007

Caudal.

Q = 2.33L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 122.8\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 17\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 29. PV_R_Caguan_008

Caudal.

Q = 0.11 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 118\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 21\ \frac{mg}{L}$

Caudales y concentraciones muestreo II.

MUESTREO II

Vertimiento No.1 PV_Q_N.N.1_001

Caudal.

Q = 0.07 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 105 \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 48 \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 2. PV_C_VillaNorte_001

Caudal.

Q = 1.89 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 96.5 \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 56.5 \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 3. PV_C_VillaNorte_002

Caudal.

Q = 2.33 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 102 \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 48 \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 4. PV_C_La Libertad_001

Caudal.

Q = 2.5 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 86.8\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 44.5\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 5. PV_Q_VillaFerro_001

Caudal.

Q = 1.64 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 99.3\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 53\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 6. PV_Q_OliverioCastillo_001

Caudal.

Q = 0.6 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 96.88\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 65\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 7. PV_Q_OliverioCastillo_002

Caudal.

Q = 2.17 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 108.4\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 50.5\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 8. PV_C_N.N.2_001.

Caudal.

Q = 2.5 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 106.3 \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 56 \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 9. PV_Q_El Laguito_001

Caudal.

Q = 1.2 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 103.7\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 50.5\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 10. PV_Q_Tembloncito_001

Caudal.

Q = 0.56 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 72.2\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 52.2 \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 11. PV_Q_Tembloncito_002

Caudal.

Q = 4.44 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 104.6\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 54.5\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 12. PV_Q_Tembloncito_003

Caudal.

Q = 2.33 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 98.92\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 53\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 13. PV_Q_Tembloncito_004

Caudal.

Q = 0.75 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 83.2\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 44 \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 14. PV_Q_Tembloncito_005

Caudal.

Q = 4.44 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 116.8\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 54\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 15. PV_Q_LaVictoria_001

Caudal.

Q = 3.61 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 99.8\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 49\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 16. PV_Q_LaVictoria_002

Caudal.

Q = 2.33 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 82.8\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 45\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 17. PV_Q_LaVictoria_003

Caudal.

Q = 2.5 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 76.5\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 56.5\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 18. PV_C_ElPorvenir_001

Caudal.

Q = 1.89 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 118.7\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 52.5\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 19. PV_Q_Camargo_001

Caudal.

Q = 2.33 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 115.3\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 53\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 20. PV_Q_Las Margaritas_001

Caudal.

Q = 0.77 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 63.2\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 30.5\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 21. PV_H_La Floresta_001

Caudal.

Q = 2.33 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 82.6\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 51\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 22. PV_R_Caguan_001

Caudal.

Q = 10.0 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 122\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 54.5\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 23. PV_R_Caguan_002

Caudal.

Q = 3.06 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 79.8\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 49\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 24. PV_R_Caguan_003

Caudal.

Q = 0.32 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 79.24\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 39\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 25. PV_R_Caguan_004

Caudal.

Q = 0.32 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 85.2\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 55.5\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 26. PV_R_Caguan_005

Caudal.

Q = 0.58 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 82.6\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 56\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 27. PV_R_Caguan_006

Caudal.

Q = 4.44 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 82.6 \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 56\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 28. PV_R_Caguan_007

Caudal.

Q = 5 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 102.8\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 60\ \frac{mg}{L}$

Vertimiento No 29. PV_R_Caguan_008

Caudal.

Q = 0.13 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 96.5\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 53.5\ \frac{mg}{L}$

Cargas contaminantes por vertimientos.

Tabla 7. Muestreo I.

ID	Caudal (L/s)	Concentración DBO5 (mg/L)	Concentración SST (mg/L)	Carga Contaminante (Kg/d)	Carga Contaminante (Kg/d)
PV_Q_N.N.1_001	0.06	128.4	15.6	0.7	0.1
PV_C_VillaNorte_001	1.59	126.5	12.5	17.4	1.7
PV_C_VillaNorte_002	2.17	18.6	26.4	3.5	4.9
PV_C_La Libertad_001	2.33	3586	586	721.9	118.0
PV_Q_VillaFerro_001	1.45	173.3	23.3	21.7	2.9
PV_Q_OliverioCastillo_001	0.56	120	19.5	5.8	0.9
PV_Q_OliverioCastillo_002	1.98	134.9	24	23.1	4.1
PV_C_N.N.2_001	2.33	130.2	12.5	26.2	2.5
PV_Q_El Laguito_001	0.78	135.7	12.5	9.1	0.8
PV_Q_Tembloncito_001	0.18	96.04	13	1.5	0.2
PV_Q_Tembloncito_002	4.44	125.1	15	48.0	5.8
PV_Q_Tembloncito_003	2.17	127.7	27.5	23.9	5.2
PV_Q_Tembloncito_004	0.66	121.5	21	6.9	1.2
PV_Q_Tembloncito_005	3.89	126.5	16	42.5	5.4
PV_Q_LaVictoria_001	3.61	196.0	47.5	61.1	14.8
PV_Q_LaVictoria_002	2.78	124.5	22.5	29.9	5.4
PV_Q_LaVictoria_003	2.44	133.0	23.5	28.0	5.0
PV_C_ElPorvenir_001	1.78	156.6	15	24.1	2.3
PV_Q_Camargo_001	2.22	125.7	27.5	24.1	5.3
PV_Q_Las Margaritas_001	0.65	122.4	22	6.9	1.2
PV_H_La Floresta_001	2.16	125.3	23.5	23.4	4.4
PV_R_Caguan_001	10.0	115.9	19.5	100.1	16.8
PV_R_Caguan_002	2.78	125	25	30.0	6.0
PV_R_Caguan_003	0.25	127.5	27.5	2.8	0.6
PV_R_Caguan_004	0.49	118.4	18.5	5.0	0.8
PV_R_Caguan_005	0.27	133.5	23.5	3.1	0.5
PV_R_Caguan_006	5.00	128.80	18.50	55.6	8.0
PV_R_Caguan_007	2.33	122.8	17	24.7	3.4
PV_R_Caguan_008	0.11	118	21	1.1	0.2

Tabla 8. Muestreo II.

ID	Caudal (L/s)	Concentración DBO5 (mg/L)	Concentración SST (mg/L)	Carga Contaminante (Kg/d)	Carga Contaminante (Kg/d)
PV_Q_N.N.1_001	0.07	105	48	0.6	0.3
PV_C_VillaNorte_001	1.89	96.5	56.5	15.8	9.2
PV_C_VillaNorte_002	2.33	102	48	20.5	9.7
PV_C_La Libertad_001	2.5	86.8	44.5	18.7	9.6
PV_Q_VillaFerro_001	1.64	99.3	53	14.1	7.5
PV_Q_OliverioCastillo_001	0.6	96.88	65	5.0	3.4
PV_Q_OliverioCastillo_002	2.17	108.4	50.5	20.3	9.5
PV_C_N.N.2_001	2.5	106.3	56	23.0	12.1
PV_Q_El Laguito_001	1.2	103.7	50.5	10.8	5.2
PV_Q_Tembloncito_001	0.56	72.2	52.2	3.5	2.5
PV_Q_Tembloncito_002	4.44	104.6	54.5	40.1	20.9
PV_Q_Tembloncito_003	2.33	98.92	53	19.9	10.7
PV_Q_Tembloncito_004	0.75	83.2	44	5.4	2.9
PV_Q_Tembloncito_005	4.44	116.8	54	44.8	20.7
PV_Q_LaVictoria_001	3.61	99.8	49	31.1	15.3
PV_Q_LaVictoria_002	2.33	82.8	45	16.7	9.1
PV_Q_LaVictoria_003	2.5	76.5	56.5	16.5	12.2
PV_C_ElPorvenir_001	1.89	118.7	52.5	19.4	8.6
PV_Q_Camargo_001	2.33	115.3	53	23.2	10.7
PV_Q_Las Margaritas_001	0.77	63.2	30.5	4.2	2.0
PV_H_La Floresta_001	2.33	82.6	51	16.6	10.3
PV_R_Caguan_001	10	122	54.5	105.4	47.1
PV_R_Caguan_002	3.06	79.8	49	21.1	13.0
PV_R_Caguan_003	0.32	79.24	39	2.2	1.1
PV_R_Caguan_004	0.32	85.2	55.5	2.4	1.5
PV_R_Caguan_005	0.58	82.6	56	4.1	2.8
PV_R_Caguan_006	4.44	82.4	48	31.6	18.4
PV_R_Caguan_007	5	102.8	60	44.4	25.9
PV_R_Caguan_008	0.13	96.5	53.5	1.1	0.6

Definiciones del Decreto 2667 del 2012.

El Decreto 2667 del 2012 Por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras determinaciones, define que:

- **Caudal promedio (Q).** Corresponde al volumen de vertimientos por unidad de tiempo durante el período de muestreo. El caudal promedio se expresará en litros por segundo (l/s).

- **Concentración (C).** Es la masa de una sustancia, elemento o parámetro contaminante, por unidad de volumen del líquido que lo contiene. La concentración se expresará en miligramos por litro (mg/I).

- **Carga contaminante (Cc).** Es el resultado de multiplicar el caudal promedio por la concentración de una sustancia, elemento o parámetro contaminante por el factor de conversión de unidades de vertimiento día.

En tal sentido el caudal promedio resulta de los valores obtenidos de cada aforo como se presentan el las tablas 7 y 8; los cuales fueron sumados con el fin de cuantificar el valor total de descarga sobre cada fuente receptora respectivamente, valor total que se utilizo junto al promedio de las concentraciones de los mismos, es decir el promedio de concentración de todos los vertimientos que descargan en cada fuente; los resultados anteriores se utilizaron para el calculo de la carga contaminante DBO 5 Y SST total por fuente y total del municipio en kg/día, siguiendo la ecuación del Decreto 2667 del 2012 así:

$$\mathbf{Cc} = Q \times C \times fc$$

- Factor de conversión de unidades (de mg/s a kg/día)

$$Fc = \frac{mg}{s} * \frac{86400\ s}{1d} * \frac{1kg}{1000000\ mg} = \frac{86400}{1000000} = 0.0864$$

Cargas contaminantes por fuente superficial muestreo I.

La determinación de cargas contaminantes, se realizó teniendo en cuenta la relación de los caudales del último aforo de cada uno de los vertimientos con sus concentraciones a la respectiva fuente receptora que descargan. Así se logró obtener la carga total de contaminación que se le aporta a cada una de las fuentes superficiales.

Tabla No 9. Cargas descargadas en las fuentes receptoras

Qda PORVENIR			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q L/s	DBO mg/L	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
1.78	156.6	15.0	24.08	8790.60	2.31	842.01

Qda LIBERTAD			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q Lt/s	DBO mg/l	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
2.33	3586.0	586.0	721.90	263495.26	117.97	43058.62

Qda NN 2			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q Lt/s	DBO mg/l	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
2.33	130.20	12.5	26.21	9566.95	2.52	918.49

Qda VILLA NORTE			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q Lt/s	DBO mg/l	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
3.76	72.6	19.5	23.57	8602.64	6.32	2306.29

Qda LA FLORESTA			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q L/s	DBO mg/L	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
2.16	125.3	23.5	23.38	8535.16	4.39	1600.77

Qda CAMARGO			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q Lt/s	DBO mg/l	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
2.22	125.7	27.5	24.11	8800.25	5.27	1925.27

Qda EL LAGUITO			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q Lt/s	DBO mg/l	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
0.78	135.7	12.5	9.15	3337.96	0.84	307.48

Qda LAS MARGARITAS			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q Lt/s	DBO mg/l	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
0.65	122.4	22.0	6.87	2509.00	1.24	450.96

Qda LA VITORIA			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q Lt/s	DBO mg/l	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
8.83	151.2	31.2	115.33	42095.23	23.78	8679.69

Qda NN1			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q Lt/s	DBO mg/l	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
0.06	128.4	15.6	0.67	242.95	0.08	29.52

Qda OLIVERIO CASTILLO			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q Lt/s	DBO mg/l	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
2.54	127.5	21.8	27.97	10208.93	4.77	1742.21

Qda VILLA FERRO			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q Lt/s	DBO mg/l	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
1.45	173.3	23.3	21.71	7924.52	2.92	1066.82

Qda EL TEMBLONCITO			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q Lt/s	DBO mg/l	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
11.34	119.4	18.5	116.96	42688.89	18.13	6615.94

RIO CAGUAN			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q Lt/s	DBO mg/l	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
21.23	123.7	21.3	226.97	82845.08	39.09	14267.24

Carga contaminante total generada muestreo I.

La carga contaminante total del municipio de San Vicente del Caguán en el primer muestreo, se realiza siguiendo la ecuación del Decreto 2667 de 2012, que resulta de la suma de los caudales totales vertidos por fuente, tabla 9; por sus concentraciones promedio y el fc mg/s a kg/d que se explica en las definiciones.

Caudal vertido.

Q = 61.46 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 377.0\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 60.7\ \frac{mg}{L}$

Cc Total DBO5

$Cc\ DBO5 = 61.46\ \frac{L}{S} * 377\ \frac{mg}{L} * 0.0864\ \frac{kg}{dia}$

$Cc\ DBO5 = 2001.88\ \frac{kg}{dia}$

Cc Total SST

$Cc\ SST = 61.46\ \frac{L}{S} * 60.7\ \frac{mg}{L} * 0.0864\ \frac{kg}{dia}$

$Cc\ SST = 322.44\ \frac{kg}{dia}$

Cargas contaminantes por fuente superficial muestreo II.

Siguiendo con el análisis de cargas contaminantes aportadas por los vertimientos del municipio de San Vicente del Caguán a cada una de las fuentes receptoras; se presenta los valores de aporte en cada una de ellas.

Tabla No 10. Cargas descargadas en las fuentes receptoras

Qda PORVENIR			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q L/s	DBO mg/L	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
1.89	118.7	52.5	19.38	7074.88	8.57	3129.16

Qda LIBERTAD			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q Lt/s	DBO mg/l	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
2.50	86.8	44.5	18.75	6843.31	9.61	3508.38

Qda NN 2			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q Lt/s	DBO mg/l	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
2.50	106.30	56.0	22.96	8380.69	12.10	4415.04

Qda VILLA NORTE			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q Lt/s	DBO mg/l	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
4.22	99.3	52.3	36.19	13208.38	19.05	6953.53

Qda LA FLORESTA			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q L/s	DBO mg/L	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
2.33	82.6	51	16.63	6069.36	10.27	3747.42

Qda CAMARGO			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q Lt/s	DBO mg/l	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
2.33	115.3	53.0	23.21	8472.11	10.67	3894.38

Qda EL LAGUITO			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q Lt/s	DBO mg/l	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
1.20	103.7	50.5	10.75	3924.34	5.24	1911.08

Qda LAS MARGARITAS			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q Lt/s	DBO mg/l	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
0.77	63.2	30.5	4.20	1534.67	2.03	740.62

Qda LA VITORIA			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q Lt/s	DBO mg/l	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
8.44	86.3	50.1	62.93	22969.94	36.53	13334.81

Qda NN1			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q Lt/s	DBO mg/l	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
0.07	105.0	48.0	0.64	231.79	0.29	105.96

Qda OLIVERIO CASTILLO			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q Lt/s	DBO mg/l	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
2.77	102.6	57.8	24.56	8966.09	13.82	5044.74

Qsa VILLA FERRO			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q Lt/s	DBO mg/l	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
1.64	99.3	53.0	14.07	5135.70	7.51	2741.11

Qda EL TEMBLONCITO			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q Lt/s	DBO mg/l	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
12.52	95.1	51.5	102.92	37565.77	55.75	20349.58

RIO CAGUAN			Carga Contaminante DBO		Carga Contaminante SST	
Q Lt/s	DBO mg/l	SST mg/l	Kg/d	Kg/año	Kg/d	Kg/año
23.85	91.3	51.9	188.16	68677.32	107.01	39058.30

Carga contaminante total generada muestreo II.

La carga contaminante total del municipio de San Vicente del Caguán en el segundo muestreo, se realiza siguiendo la ecuación del Decreto 2667 de 2012, que resulta de la suma de los caudales totales vertidos por fuente, tabla 10; por sus concentraciones promedio y el fc mg/s a kg/d.

Caudal vertido.

Q = 67.03 L/s

Concentración.

$C_{DBO5} = 96.8\ \frac{mg}{L}$

$C_{SST} = 50.2\ \frac{mg}{L}$

Cc Total DBO5

$$Cc\ DBO5 = 67.03\ \frac{L}{S} * 96.8\ \frac{mg}{L} * 0.0864\ \frac{kg}{dia}$$

$$Cc\ DBO5 = 560.74\ \frac{kg}{dia}$$

Cc Total SST

$$Cc\ SST = 67.03\ \frac{L}{S} * 50.2\ \frac{mg}{L} * 0.0864\ \frac{kg}{dia}$$

$$Cc\ DBO5 = 290.72\ \frac{kg}{dia}$$