RESOLUCIÓN No. PS-GJ. 1.2.6.24. 1196
EXPEDIENTE No. 5.37.04.499

"POR MEDIO DE LA CUAL CORMACARENA ACOGE EL CONCEPTO TÉCNICO NÚMERO PM-GA.3.44.24.1652 DEL 10 DE SEPTIEMBRE DE 2024 Y APRUEBA A FAVOR DE LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE GRANADA E.S.P., EL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DEL VERTIMIENTO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE GRANDA – META Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES".

El Director de la Corporación Para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial la Macarena "CORMACARENA", en encargo de las funciones de director general de esta Autoridad Ambiental, en ejercicio de sus funciones legales y las conferidas en la ley 99 de 1993, el Decreto 2811 de 1974 y Decreto 1076 de 2015 y,

CONSIDERANDO

Que, mediante el radicado No. 31205 del 21 de diciembre del 2023, la Empresa de Servicios Públicos de Granada – ESPG hace entrega del documento de PSMV del área urbana del municipio de Granada – Meta, para su respectiva evaluación.

Que mediante Auto No. PS-GJ 1.2.64.24.0071 del 15 de febrero de 2024, se inicia trámite administrativo para la evaluación del PSMV del casco urbano del municipio de Granada - Meta, presentado por la Empresa de Servicios Públicos de Granada.

Que a través del radicado No. 009051 del 15 de abril de 2024 la Empresa de Servicios Públicos de Granada – ESPG, realiza radicación y presentación del Plan de saneamiento Municipal y vertimientos (PSMV) casco urbano de Granada y solicita sea tenido en cuenta este radicado para la evaluación.

Que se emite concepto técnico No. PM-GA 3.24.1318 del 08 de agosto de 2024, respecto a la evaluación por primera vez del documento Plan de saneamiento Municipal y vertimientos (PSMV) casco urbano de Granada.

Que a través del oficio PM.GA 3.24.8782 con número de correspondencia despachada No. 15189 del 13 de agosto de 2024, se acoge el concepto técnico No. PM-GA 3.24.1318 del 08 de agosto de 2024 y realiza unos requerimientos respecto a la evaluación del PSMV.

Que, bajo el radicado No. E 20208 del 22 de agosto del 2024, la Empresa de Servicios Públicos de Granada – ESPG, – hace entrega de los requerimientos realizados en la evaluación del PSMV del casco urbano del municipio de Granada y adjunta el documento ajustado en medio físico y CD.

Que, en atención de lo expuesto, la Subdirección de Gestión Ambiental a través del grupo Agua, procedió a realizar la evaluación del radiado No. E 20208 del 22-08-

2024, a través del cual, la Empresa de Servicios Públicos de Granada hace entrega de los requerimientos realizados en la evaluación del PSMV del casco urbano del municipio de Granada, razón por la cual se expidió el Concepto Técnico PM-GA 3.44.24.1452 del 01 septiembre 2024, en el que se determinó lo siguiente:

"CONCEPTO TÉCNICO No PM-GA 3.44.24.1452.DEL 10 DE SEPTIEMBRE DE 2024..."

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE

El PSMV del municipio de Granada fue negado mediante Resolución No. PS-GJ 1.2.6.23.0705 del 16-05-2023, a través de la cual se acogió el concepto técnico No. PM-GA 3.44.23.868 del 15-05-2023, razón por la cual y ante la obligación de contar con PSMV, la Empresa de Servicios Públicos de Granada ESP hace entrega de un nuevo documento mediante radicado No. 31205 del 21-12-2023, el cual fue evaluado mediante concepto No. PM-GA 3.24.1318 del 08 de agosto de 2024, y acogido mediante oficio PM.GA 3.24.8782 con número de correspondencia despachada No. 15189 del 13 de agosto de 2024 y se realizan unos requerimientos a la Empresa de Servicios Públicos de Granada E.S.P.

En cumplimiento de los requerimientos realizados mediante el radicado No. E 20208 del 22-08-2024 la Empresa de Servicios Públicos de Granada – ESPG allegó el documento ajustado del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos del casco urbano del municipio de Granada para su respectiva evaluación, la cual se desarrolla en el presente concepto técnico.

EVALUACIÓN DEL DOCUMENTO "PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS - PSMV- CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE GRANADA, META"

De acuerdo con la información entregada por la Empresa de Servicios Públicos de Granada – ESPG, a través del radicado No. E 20208 del 22-08-2024, a continuación, se procede a presentar la síntesis del contenido del documento citado:

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MUNICIPIO

En este capítulo del documento PSMV se indican los aspectos físicos como son Ubicación geográfica, Límites, División Político-Administrativa donde se tiene que el municipio de Granada actualmente se encuentra dividido en setenta (70) barrios, de los cuales once (11) corresponden a zonas de invasión, Usos del suelo en el área urbana e Infraestructura Vial.

En cuanto a la infraestructura de servicios públicos se indica en esta sección del documento, que la Empresa de Servicios públicos de Granada E.S.P.G es la encargada de prestar los servicios públicos domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo al municipio.

La cobertura del servicio de aseo es del 95% en el casco urbano, ya que algunos sectores del área urbana no se tienen registro de usuarios en los barrios subnormales y el servicio de disposición final de residuos sólidos es en el relleno sanitario la Guaratara. La cobertura en redes del sistema de acueducto 95% y cerca de 59,58% es la cobertura comercial que corresponde a un total aproximado de 12214 usuarios localizados en la cabecera urbana.

En cuanto a la cobertura del alcantarillado se tiene cobertura en redes del 95% y una cobertura comercial del 83,16% prestando el servicio a 17049 inmuebles de los 20380 registrados en el área urbana.

En cuanto a las Condiciones Socioeconómicas, en donde se describen los servicios de salud con que cuenta el municipio, Perfil epidemiológico, en vivienda (el 85.9% de las viviendas son casas y que el 7.3% son apartamentos), necesidades básicas insatisfechas (NBI), aspectos educativos, principales actividades socioeconómicas (agrícola, ganadería y turismo); en riesgos y amenazas se indica en el documento que el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado (PMAA) 2009 del municipio de Granada, presenta riesgo por inundación y riesgo de deslizamiento.

PROYECCIÓN DE POBLACIÓN

En cuanto al tema de demografía, en el documento se indica que la información para su desarrollo fue tomada del dato poblacional más reciente establecido para el año 2018 por el DANE, de ahí se tomó como año cero el proyectado al año 2024 siendo este el punto de partida del periodo de diseño que se extiende a 25 años, es decir, al año 2049 como se especifica en la siguiente tabla.

Tabla 1. Proyección de población

AÑO	POBLACIÓN URBANA (HABITANTES)		
	FIJA	FLOTANTE	TOTAL
2.018	64.932	5.844	70.776
2.019	66.309	5.968	72.277
2,020	67,714	6,094	73,808
2,021	69,150	6,224	75,374
2,022	70,616	6,355	76,971
2,023	72,113	6,490	78,603
2,024	73,642	6,628	80,270
2,025	75,203	6,768	81,971
2,026	76,797	6,912	83,709
2,027	78,425	7,058	85,483
2,028	80,088	7,208	87,296
2,029	81,786	7,361	89,147
2,030	83,520	7,517	91,037
2,031	85,290	7,676	92,966
2,032	87,098	7,839	94,937
2,033	88,945	8,005	96,950
2,034	90,830	8,175	99,005
2,035	92,756	8,348	101,104
2,036	94,723	8,525	103,248
2,037	96,731	8,706	105,437
2,038	98,781	8,890	107,671
2,039	100,876	9,079	109,955
2,040	103,014	9,271	112,285
2,041	105,198	9,468	114,666
2,042	107,428	9,669	117,097
2,043	109,706	9,874	119,580
2,044	112,031	10,083	122,114
2,045	114,406	10,297	124,703
2.046	116.832	10.515	127.347
2.047	119.309	10.738	130.047
2.048	121.838	10.965	132.803
2.049	124.421	11.198	135.619
2.050	127.059	11.435	138.494
2.051	129.752	11.678	141.430

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Una vez seleccionado el método geométrico como el definitivo y que mejor ajuste representa conforme al contexto real del municipio de Granada, se realiza el ajuste de la población en el cual se tiene en cuenta un 9% de población flotante asociada a las actividades turísticas del municipio, por las características del municipio como polo de comercio, acopio y transporte de la región agrícola del Ariari.

DIAGNÓSTICO DEL ACUEDUCTO Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Sistema de acueducto

En el documento PSMV se indica que la Empresa de Servicios Públicos de Granada E.S.P. – ESPG- compra el agua en bloque a EDESA S.A.E.S.P. quien administra la infraestructura del sistema de abastecimiento regional del Ariari. Aunque Granada es un municipio con una cobertura en redes del sistema de acueducto 95% y cerca de 59,58% es la cobertura comercial que corresponde a un total aproximado de 12214 usuarios localizados en la cabecera urbana solo una parte de ellos están conectados a las redes de acueducto que transporta el agua proveniente del sistema regional mencionado. Según la información generada por la ESPG, el 40,42% de los usuarios se abastece de otras fuentes incluyendo en muchos casos aljibes o pozos subterráneos.

El esquema general del Sistema de Distribución de Agua Potable, se presenta a continuación desde el punto de captación, pasando por el desarenador, la Planta de Tratamiento (PTAP), hasta la red de acueducto municipal; se tienen en cuenta los otros municipios que se abastecen del Acueducto Regional del Ariari (ARA).

Fuente de abastecimiento

De acuerdo con el documento el sistema se abastece superficialmente de la quebrada "Aguas Claras" ubicada en el municipio de Cubarral. La microcuenca de la quebrada, hace parte del ecosistema de piedemonte que sirve como zona de amortiguación al Parque Nacional Natural Sumapaz (PNNS), considerado el páramo más grande del mundo con una extensión de 154.000 hectáreas.

La captación se hace directamente por medio de una bocatoma de fondo tipo "dique-toma", localizada a 7 km aproximadamente del casco urbano del municipio de Cubarral, sobre la Quebrada Aguas Claras. La bocatoma está ubicada en las coordenadas 3°48'35.30"N - 73°53'40.40"W y está diseñada para captar 610 L/s de agua; la estructura se construyó en concreto reforzado y de fondo, con el fin de soportar la fuerza de la quebrada cuando se encuentra en su caudal máximo, lo que sería muy difícil con una captación de tipo lateral.

Los cálculos de caudal a captar, se proyectaron de acuerdo a la demanda establecida en estudios preliminares y a los diseños definitivos de los diferentes elementos que componen el sistema del Acueducto Regional del Ariari, considerando un periodo de diseño hasta el año 2031, se definieron los siguientes caudales de diseño:

Tabla 2. Cálculo de la Demanda de Agua para el año 2031

MUNICIPIO	Habitantes	Qmd L/s	QMD L/s	%
Granada	61.474	175	210	54,5
San Martín	34.794	99	119	31
Fuente de Oro	9.544	24	31	8
Puerto Lleras	8.940	19	25	6,5
Total	114.752	317	385	100

Fuente: radicado No: E 20208 del 22-08-2024

El caudal de diseño definitivo (610 L/s) de la bocatoma, se calculó considerando las pérdidas en aducción y conducción, las necesidades adicionales de la PTAP y los márgenes de redundancia correspondientes. De acuerdo a los cálculos anteriores, el caudal del municipio de Granada

representa un 54.5% del caudal total requerido en el sistema, por lo que de ahora en adelante se tendrá esta proporción como referencia.

Aducción

La línea de aducción transporta el agua desde la bocatoma hasta los desarenadores ubicados a una distancia de 2345m. Los primeros 400m de tubería se encuentran adosados a roca, con soportes y pernos de anclaje; luego, a lo largo de 700m la tubería se encuentra enterrada a 3m de profundidad, logrando que la cota piezométrica supere la clave del tubo. La línea se encuentra trazada en tubería de 24" en material de hierro dúctil, hasta el tanque desarenador y desde este punto, se reduce a 18" hasta la planta de tratamiento PTAP ubicada a 5 Km aproximadamente.

Desarenador

El desarenador se encuentra ubicado aproximadamente a 2 Km aguas abajo de la captación, en las coordenadas 3°47'30.30"N - 73°53'46.25"W. El agua llega al desarenador por medio de una tubería de 24" de hierro dúctil, ingresa a una canal de aquietamiento y posteriormente se distribuye en dos módulos de sedimentación controlados por compuertas, en caso de requerirse el mantenimiento de alguno de ellos.

La unidad desarenadora, ocupa un área de 50 x 35m y está conformada por dos módulos con capacidad de 140 L/s y dimensiones de 9.2m ancho x 26.3m largo x 3.6m de alto, cada uno. Esta unidad cuenta con desagüe, rebose y válvulas para el desagüe.

Sistema de tratamiento

El Acueducto regional del Ariari cuenta con una planta de tratamiento (PTAP) cuya área ocupa 3500 m^2, ubicada en la zona del batallón del ejército de Cubarral, exactamente en las coordenadas 3°47'22.52"N - 73°51'14.41"W. Esta PTAP es de tipo convencional, construida en concreto reforzado y con una capacidad hidráulica total del 280 L/s, dividida en dos módulos de tratamiento iguales. Cada módulo consta de sistemas básicos de tratamiento como lo son: canal de entrada, mezcla rápida, floculación, sedimentación, filtración y cloración. Actualmente, la PTAP tiene tres operadores para disponibilidad de 24 horas de producción de agua potable. A la salida de la planta, se desvía una línea de agua exclusiva para abastecer al batallón.

Conducción

Según el documento PSMV la línea de conducción es la encargada de surtir con agua potable a los municipios de San Martin, Granada y Fuentedeoro, reduciendo su diámetro desde las 24" a la salida de la PTAP, hasta las 12" en Fuente de Oro. La línea en total completa un recorrido de 65 Km en el que hay 6 estaciones de control, donde se monitorean los caudales, presiones y las condiciones de potabilidad del líquido.

Almacenamiento

Al respecto, en el documento se indica que después de salir de la PTAP del ARA en Cubarral, la línea de conducción recorre una distancia de 26 Km hasta llegar a la estación de control en el municipio de San Martín, a partir de la cual, se recorren 18 Km. más en tubería 18" HD hasta los tanques de almacenamiento del municipio de Granada. El municipio de Granada tiene operando en la actualidad tres (3) tanques elevados (estructuras hidráulicas) para el almacenamiento lo que permite satisfacer las necesidades de agua potable a la población, para luego distribuirla a través de las redes existentes en los diferentes sectores del municipio.

Tanque elevado 1 - sector Porvenir: este tanque se encuentra localizado en las coordenadas 3°33'47.23" N - 73°42'33.62" W, fue construido por la Empresa de Servicios Públicos del Meta EDESA S.A. E.S.P, el mantenimiento y la operación están a cargo de la empresa de servicios públicos de Granada. Los barrios que abastece este tanque son: Bulevar 1, Bulevar 2, Inmaculada, Pedagógica, Porvenir, Villa Luz, Villa Unión, Jardín, El Triunfo, San Carlos, Villa Salen, Diamante, Progreso, Prados del Norte y Brisas del Ariari.

Tanque elevado 2 - barrio Las Delicias: se encuentra ubicado en las instalaciones de la empresa de servicios públicos de Granada E.S.P.G en el barrio las delicias y localizado exactamente en las coordenadas 3°32'28.23" N - 73°42'01.22" W. Tiene las mismas características del tanque anterior, incluyendo su capacidad de 750 m3.

Tanque elevado 3 - sector Villa olímpica: se encuentra ubicado en las coordenadas 3°32'48.45" N - 73°42'05.75" W abasteciendo a los barrios Nueva Granada, el Caney, la Gloria, Brisas de Irique, Villa San Juan, Villa Olímpica, Villa Camila, Popular, el Estero, el Bosque, Ciudad Florida, la Sabana y Makatoa II y fue el último tanque en ser construido dentro del municipio, contribuyendo al mejoramiento del sistema de acueducto de Granada.

Macromedición y micromedición

Al respecto, en el documento se indica que la PTAP regional del Ariari, cuenta con sistemas electrónicos para la medición de caudal a la entrada del sistema y a la salida; no obstante, los equipos se encuentran averiados desde hace aproximadamente un año.

El municipio de Granada en la actualidad, cuenta con tres sistemas de medición de caudal a la salida de cada tanque elevado, los macromedidores instalados presentan fallas y requieren mantenimiento continuo, lo que impide tener un control pleno del agua que ingresa al sistema y en caso de iniciarse el cobro del servicio, esto dificultaría conocer la cantidad de agua que se está dejando de contabilizar y por ende facturar, así como las pérdidas que se producen en el sistema y su origen.

En cuanto a micromedición, actualmente se tienen instalados más de 2300 micromedidores para los 11194 usuarios que se tienen registrados para el sistema de acueducto en el casco urbano del municipio de Granada. Según datos de la Alcaldía Municipal y la empresa EDESA S.A., aún se tiene una cobertura muy deficiente de micromedición, la cual es de tan sólo un 8.55% y aún no se hace lectura ni cobro del servicio, debido a la resistencia de la población en contra de instalar estas medidas de control.

La E.S.P.G inició en 2015 el proceso de adquisición e instalación del sistema de micromedición con el fin de ayudar a la administración a controlar los desperdicios de agua, el cual espera completarse a finales del 2024 logrando una cobertura del 90%.

Red de distribución

En el documento PSMV objeto de evaluación menciona que en la actualidad el municipio de Granada cuenta con una cobertura de acueducto del 95%, proyectando alcanzar el 100% para el año 2024, una vez sean entregadas las nuevas redes y las obras que han venido ejecutándose por parte de la Empresa de Servicios Públicos.

Calidad del agua

De acuerdo a los datos obtenidos en el laboratorio de la PTAP, donde constantemente efectúan análisis físico-químicos a la calidad del agua tratada, se pudo determinar que la mayoría de parámetros monitoreados se están cumpliendo según la legislación nacional vigente, aunque también existen algunos que no se están controlando a la salida del sistema, aun cuando los equipos de laboratorio están completos y en buen estado.

Con el fin de tener una idea preliminar de la calidad del agua potable suministrada a los habitantes de municipio de Granada, se tomaron como referencia los valores registrados en la bitácora de laboratorio correspondientes al día de la visita y se compararon con los valores máximos permitidos (VMP) de potabilidad establecidos en la resolución 2115 de 2007. El parámetro que incumplía en el momento que el agua sale de la planta y se envía al tanque de almacenamiento fue el pH, aunque con un margen muy pequeño de diferencia, con un valor de 6.4.

Tabla 2. Comparación de la calidad del Agua de la PTAP con VMP

Características Básicas	VMP (Res, 2115/07)	Valores PTAP
Coliformes Totales	0 UFC/100 cm 3	No se hace medición
E. Coli	0 UFC/100 cm 3	No se hace medición
Color	15 UPC	5 UPC
Turbiedad	5 UNT	0,9 UNT
Ph	6,5 a 9,0	6,4
Cloro Residual Libre	0,3 a 2,0 mg/L	2 mg/L
Alcalinidad	200 mg/L	No se hace medición
Dureza Total	300 mg/L	No se hace medición
Hierro Total	0,3 mg/L	No se hace medición
Cloruros	250 mg/L	No se hace medición
Sulfatos	250 mg/L	No se hace medición
Nitratos	10 mg/L	No se hace medición
Nitritos	0,1 mg/L	No se hace medición
Fluoruro	1,0 mg/L	No se hace medición
COT	5,0 mg/L	No se hace medición

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Al respecto, el documento PSMV indica que el sistema de alcantarillado sanitario del municipio tiene una cobertura en redes del 95% y una cobertura comercial del 83,16%, prestando el servicio a 17049 inmuebles de los 20380 registrados en el área urbana de Granada.

El sistema de Alcantarillado del municipio de Granada, está conformado por los siguientes componentes: Cajas domiciliarias, Cámaras de Inspección y Redes de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas. El sistema opera en la actualidad como alcantarillado semi-combinado es decir recibe aguas tanto de origen doméstico como pluvial, esto en razón de que las aguas de escorrentía descargan directamente a través de los sumideros en concreto al sistema de conducción de redes, regularmente dirigidos hacia los puntos de descarga final.

Redes del sistema de alcantarillado

Al respecto, el municipio de Granada cuenta actualmente con un sistema principal de alcantarillado tipo convencional, el cual está conformado por catorce (14) distritos sanitarios (entendiéndose por distrito sanitario, al conjunto de tuberías y cámaras de inspección que se conectan entre sí, para llevar las aguas residuales hasta determinado sitio de descarga, ya sea un botadero o un colector) entre los cuales se encuentran cuatro sectores independientes (El Bosque, Simón Bolívar, Villas de Granada "5 manzanas" y Ciudad Florida), que recogen y transportan las aguas residuales hacia las fuentes receptoras descargándolas directamente sobre ellas.

Dentro de los sectores o distritos se presentan sectores atípicos los cuales fueron construidos como una solución pronta de sus habitantes sin una concepción técnica, éstos descargan directamente a las redes convencionales existentes, y en general estos sectores corresponden a uno ó dos tramos conectados con cajas de concreto e inclusive con la conexión directa de las tuberías direccionadas hacia el sistema existente. Esta situación se presenta particularmente en los barrios Villas de Granada y El Caney.

Es oportuno mencionar que varios sectores del área urbana del municipio, no cuentan con soluciones colectivas de saneamiento básico y son actualmente usuarios del servicio de acueducto; por lo tanto, cada vivienda cuenta con una descarga a los caños de la zona o sistemas sépticos individuales para la disposición de sus aguas servidas.

De manera general, se tiene que los catorce (14) distritos que conforman el sistema de alcantarillado sanitario del área urbana, suman en conjunto una longitud total de 110.082,11m, representados con tuberías entre 8 a 36". En la figura 4 se indican los distritos que conforman el sistema de alcantarillado existente en el área urbana del Municipio de Granada - Meta.

El sistema está construido en 75% en tubería de PVC y el restante en tubería de Gres, según información suministrada por la alcaldía municipal y la empresa de acueducto y alcantarillado ESPG.

Como producto del diagnóstico de las redes en campo y su actualización con respecto a la información base definida en el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado (PMAA) del municipio, se estableció que la red existente para la recolección y evacuación de aguas residuales, tiene una longitud total de 110.082 m, de los cuales el 25% (27307 m) se encuentra construida tubería de Gres y el 75% (82774 m) está conformada por tubería en PVC. La red de alcantarillado sanitario de Granada está compuesta entonces por los siguientes diámetros.

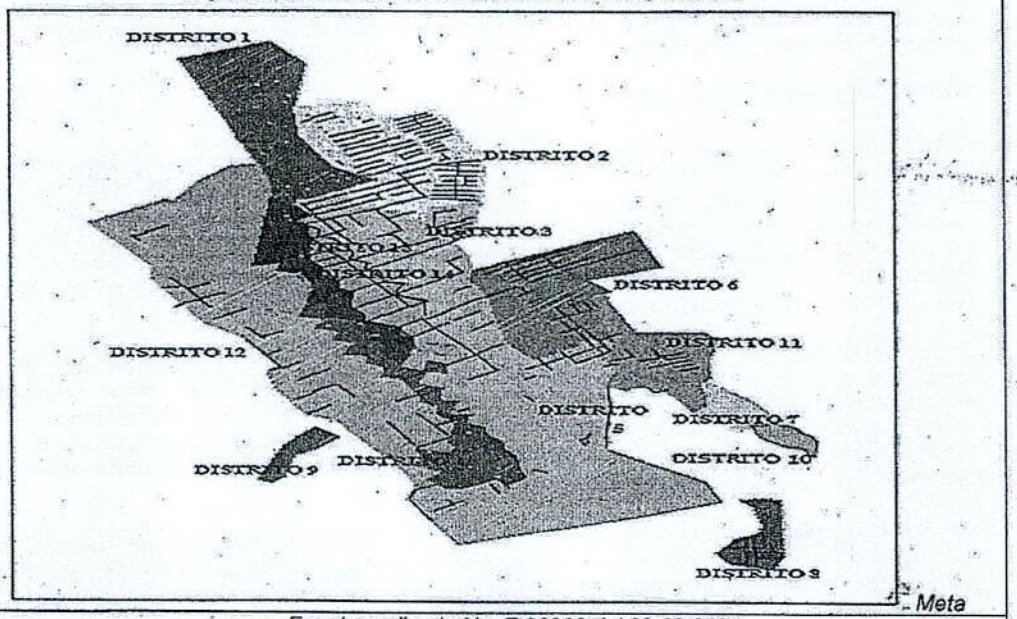
Tabla 4. Composición de la Red de Alcantarillado por Tipo de Tubería - Municipio de Granada

TUBERÍA	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
Tubería de PVC	82774,24	75%
Tubería de Gres	27307,87	25%
TOTAL	110082,11	100,0%

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

En los últimos años 7 años se han ejecutado varios proyectos y contratos para la optimización y ampliación de la red de alcantarillado, los cuales se enfocaron principalmente en reemplazar la tubería de gres por tubería de PVC. Aunque aún hacen falta reemplazar 27.307m, es importante anotar que desde el 2009 se han reemplazado más de 37 Km de tubería en gres.

Figura 2. Distribución de los distritos sanitarios, Granada –



Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

De otro lado, se tiene que en relación con las tuberías instaladas en la actualidad, se presenta un total de 110.082,11 m, distribuidos en los catorce (14) distritos sanitarios antes descritos. En la tabla 5 y la figura 5, se indica el resumen de las redes existentes discriminadas por distrito, destacando la participación del Distrito No. 2 con el 14,4%, el Distrito No. 3 con el 10,5%, el Distrito No. 5 con el 18,0% y el Distrito No. 12 con el 17,7%.

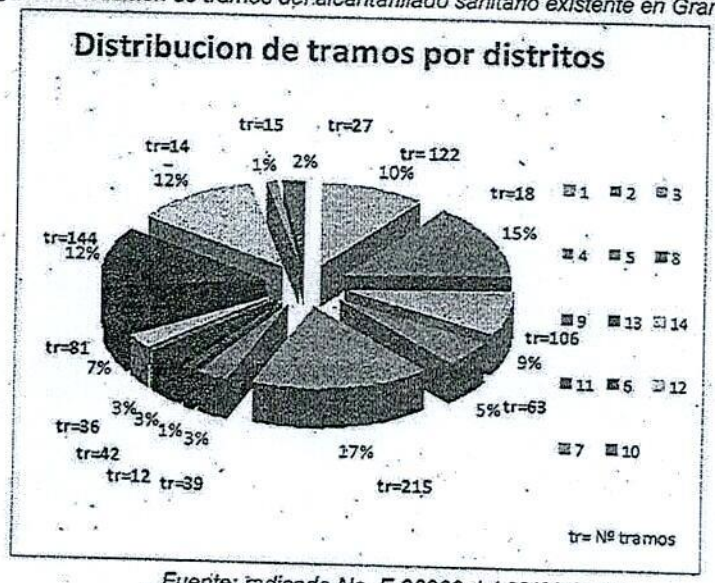
Tabla 5. Resumen de tuberías existentes en el alcantarillado sanitario del área urbana de Granada composición de la Red de Alcantarillado por Tipo de Tubería - municipio de Granada

Distrito Nº	Longitud (m)	Peso (%)	Área aferente Tributaria
1	7.376	6,70%	21.666
2	15.852	14,40%	35,91
3	11.559	10,50%	35,93
4	8.366	7,60%	28,84
5	19.815	18,00%	49,02
6	7.376	6,70%	22,7
7	1.761	1,60%	3,45
8	2.202	2,00%	2,19
9	1.101	1,00%	2,65
10	1.541	1,40%	1,9
11	4.513	4,10%	13
12	19.485	17,70%	82,62
13	4.293	3,90%	15,06
14	4.734	4,30%	20,14
Total	110.082,11	100,00%	21.979

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Finalmente, se concluye que la red sanitaria existente presenta 1.228 tramos distribuidos en los catorce distritos definidos.

Figura 3. Resumen de tramos del alcantarillado sanitario existente en Granada



Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

En forma general en el documento se realiza la descripción de cada uno los 14 distritos que conforman la red del alcantarillado sanitario en donde se indica ubicación, barrios, longitudes y diámetros de tubería, así como fuente recetora de las descargas.

Según el documento PSMV afirma que según el presente diagnóstico algunos barrios tienen graves deficiencias y otros carecen del servicio por completo, entre éstos tenemos los siguientes: Mángales I, Villas de Esperanza, El Paraíso, La Macarena, Nueva Esperanza y Villas de Boquemonte. También se han identificado algunas zonas donde es necesario instalar nueva tubería para ampliar la capacidad de la red, pensando en el crecimiento y expansión del municipio, de las cuales la mayoría se encuentran al norte y sur del mismo.

A continuación, se muestra el consolidado total de las redes de alcantarillado sanitario para la cabecera municipal de Granada.

Tabla 6. Consolidado de la Red de Alcantarillado por diámetro de Tubería - municipio de Granada

Diámetro (pulgadas)	Material	Longitud (m)	Porcentaje (%)
6	PVC	21788,73	19,79%
6	Gres	46	0,04%
8	PVC	32539,51	29,66%
8	Gres	11531,5	10,38%
10	PVC	2051,75	1,86%
10	Gres	2637,25	2,40%
12	PVC	4407,88	4,10%
12	Gres	4084,12	3,62%
14	PVC	489,64	0,55%
14	Gres	5757	5,13%
16	PVC	7577,92	7,00%
16	Gres	962	0,75%
18	PVC	6793,72	7,46%
18	Gres	2063	0,56%
20	PVC	3943,06	3,81%
20	Gres	363	0,10%
22	Gres	397	0,36%
24	Gres	1211	1,10%
30	PVC	102,34	0,09%
30	Gres	406	0,37%
33	PVC	956,69	0,87%
	TOTAL	110082,11	100%

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Con el fin de lograr una cobertura del 100% de alcantarillado y que el sistema opere eficientemente, además de reemplazar la tubería de Gres y hacer el mantenimiento a las cámaras de inspección averiadas, es necesario continuar con la instalación de la tubería faltante, correspondiente a 8793m de tubería en PVC, la cual se especifica en la siguiente tabla:

Tabla 7. Tubería de Alcantarillado Faltante - Municipio de Granada

Diámetro (pulgadas)	Material	Longitud (m)
8	PVC	7656,5
10	PVC	325,4

12	PVC	359,8
16	PVC	451,9
	TOTAL	8793,6

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Colectores y cámaras de inspección

El Sistema de recolección y transporte de las aguas residuales urbanas del municipio de Granada está conformado por 1.343 pozos de inspección de los cuales un 98% (1.316 pozos) de ellos presentan buenas condiciones de drenaje, mientras que los demás poseen obstrucciones, sedimentos en su interior o reboses.

Emisario Final

Según los diseños de la PTAR y el nuevo emisario final, se proyecta construir un emisario final que reúna las aguas residuales de estos dos descoles y las conduzca a la futura Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del municipio que verterá sobre el río Ariari, la cual tendrá una longitud definitiva hasta el terreno de la PTAR de 4.95km en un diámetro de 32".

Una vez se construya la PTAR, se instalará un emisario final que conduzca las aguas residuales tratadas hasta la margen del río Ariari y que constará de una longitud de 4.95 km y un diámetro 33 pulgadas de acuerdo con los diseños del emisario y de la PTAR realizados por EDESA SA ESP.

Planta de tratamiento de agua residual

En cuanto a este ítem el documento PSMV indica que el municipio de Granada no cuenta a la fecha del diagnóstico, con un sistema de tratamiento de aguas residuales; la administración municipal, adquirió un predio ubicado a 1.800 metros^2 al sur occidente de la cabecera municipal y sobre la margen occidental del Caño Irique, en donde se construirá la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

El predio de la futura PTAR, se encuentra ubicado en las coordenadas 3°30'58.97"N - 73°41'50.43"W. En la siguiente figura, se precisa la ubicación del lote con respecto al municipio y los descoles actuales de Granada.

Figura 4. Ubicación de Futura PTAR y Descoles Sanitarios - Granada, Meta



Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Vertimiento

Existen dos descoles sanitarios que conducen al Caño Sibao:

- *Uno localizado en la calle 7 con carrera 17 en tubería de 32"*
- *Otro que está ubicado cerca de las instalaciones del matadero en tubería de 18".*

Existe un descole sanitario que conduce al caño Irique:

- *Actualmente vierte las aguas sanitarias sobre el Caño Irique, está conformado por una línea de tubería de 956,69 m en diámetro de 33".*

El Sistema de alcantarillado sanitario del municipio de Granada cuenta en la actualidad con tres (3) descoles que vierten las aguas residuales del municipio a dos fuentes receptoras: Caño Sibao y Caño Irique. A continuación, se describen, con detalle, los descoles existentes en el municipio:

Tabla 8. Descoles del Sistema de Alcantarillado Residual - Granada, Meta

Punto de Descarga	Características	Diámetro	Ubicación
Descole 1 "Makatoa" Caño Sibao	Se realiza a la altura de la Calle 8 con Carrera 17 y es la mayor de las descargas existentes para el casco urbano. Descarga las aguas residuales de toda la zona oriental del casco urbano.	32"	03°31'54.60" N 73°42'23.85" W
Descole 2 "Zona de Matadero" Caño Sibao	Se encuentra ubicado en la zona sur occidental del municipio a la altura de la Calle 11 con Carrera 17. Por este emisario se descargan las aguas residuales de toda la zona sur occidental del casco urbano del municipio.	18"	03°31'53.90" N 73°42'27.10" W
Descole 3 "Zona Nueva PTAR" Caño Irique	Se encuentra a la altura de la vía principal a Fuente de Oro a la margen derecha cerca al cementerio, cubriendo la zona suroccidental de la población.	33"	03°30'55.54" N 73°41'47.24" W

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Como se mencionaba anteriormente, el municipio de Granada no cuenta con PTAR. La PTAR se proyectó para iniciar su funcionamiento a finales del año 7 del cronograma del PSMV.

Alcantarillado pluvial

En el documento PSMV, se señala que este sistema pluvial se despliega a lo largo de la vía principal y sus aguas son conducidas hasta descargar en el Caño Sibao. El sistema de alcantarillado está conformado por una red de colectores, sumideros, cámaras de inspección y puntos de descarga. En algunos sectores independientes el agua lluvia es recolectada y evacuada a través de cuentas abiertas sobre las calles para ser conducida a drenajes naturales cercanos.

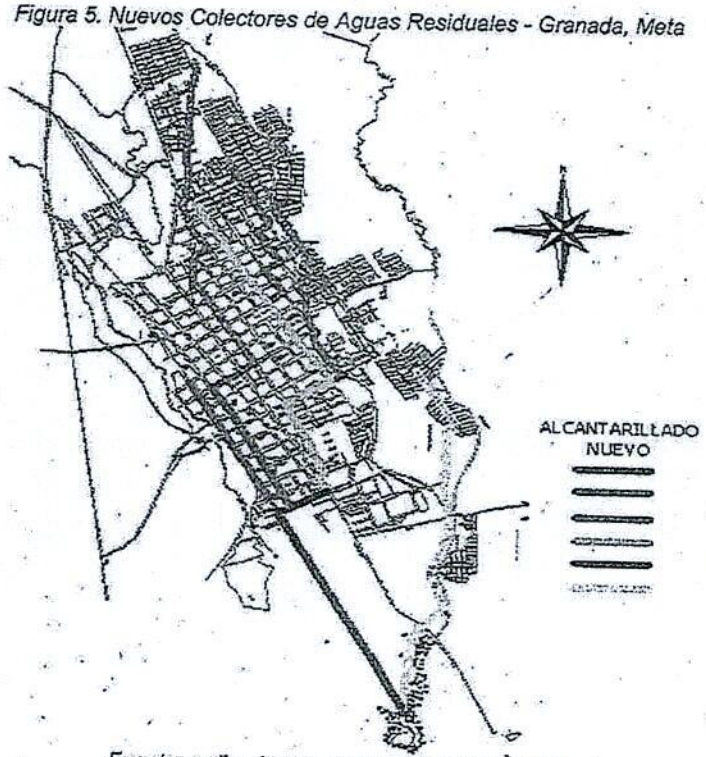
El sistema de alcantarillado pluvial está conformado por dos distritos pluviales y actualmente se está construyendo el tercer distrito mediante la ejecución del contrato 021 de 2015.

Se establece que el sistema de alcantarillado está compuesto en la actualidad por dos (2) distritos pluviales denominados Distrito 1 – Zona Norte y Distrito 2 – Zona Sur, los cuales están construidos en su totalidad en PVC de diámetros que van desde las 12" hasta las 51" conformando en su totalidad una longitud de 15838.54 m. Al momento del diagnóstico y durante las visitas de campo, se evidenció la terminación de varios contratos para la ampliación y optimización de las coberturas del sistema, los cuales se han adelantado desde el 2009; estos contratos e inversiones, beneficiaron a los barrios El Recreo, Potreros, Belén, Barrio Popular, Villas de Granada, Sector Lago, Villa Olímpica y Maketoa, todos los cuales ahora cuentan con cobertura de acueducto pluvial.

Pese a las continuas obras y contratos ejecutados, aún existen tramos combinados de tubería pluvial con tubería sanitaria, lo que dificultaría el tratamiento de las aguas residuales una vez la

PTAR entre en funcionamiento, por otro lado, en época seca las velocidades del flujo generadas por sólo los aportes de aguas residuales pueden llegar a ser inferiores a las de autolimpieza, ocasionando acumulación de materia orgánica cuya descomposición puede generar olores ofensivos y gases. A continuación, se presentan los colectores sanitarios principales del municipio, propuestos en el PMAA e instalados recientemente, que por infiltraciones de aguas lluvias en las redes menores, aún siguen funcionando como semi-combinados.

Figura 5. Nuevos Colectores de Aguas Residuales - Granada, Meta



Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Redes del sistema de alcantarillado pluvial

El sistema de recolección y transporte de las aguas lluvias urbanas del municipio de Granada está conformado por más de 15 Km de tubería en PVC y 161 pozos de inspección. Pero como se había mencionado anteriormente, aún hace falta la instalación de un distrito pluvial que permita dar una cobertura del 100% al casco urbano y también, prepararlo para su expansión.

A continuación, se presenta el consolidado total de redes del alcantarillado pluvial para la cabecera municipal del municipio de Granada.

Tabla 3. Consolidado de la Red Pluvial - Municipio de Granada

Diámetro mm (pulgadas)	Longitud (m) Total	Pozos de Inspección (Unidad)	Área Tributaria (Ha)
327 (12")	2281	23	89,32
407 (16")	494,61	5	
452 (18")	218	2	

Diámetro mm (pulgadas)	Longitud (m) Total	Pozos de Inspección (Unidad)	Área Tributaria (Ha)
502 (20")	671,34	8	
595 (24")	1001,06	13	
670 (26")	623,70	6	
747 (30")	6227,86	66	
823 (34")	179	2	
899 (36")	1102,19	13	
1000 (38")	384,59	5	
1050 (42")	228	3	
1190 (48")	801,6	9	
1315 (50")	420,5	6	
TOTAL	15838,54	161	

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

A continuación, también se consolida, de acuerdo a su diámetro, las longitudes totales de tubería para alcantarillado pluvial que se requieren para brindar una cobertura total de recolección de aguas lluvias al municipio.

Tabla 4. Consolidado de Tuberías Faltantes para Red de Alcantarillado Pluvial - Granada, Meta

Diámetro mm (pulgadas)	Longitud (m) Total
327 (12")	418,5
407 (16")	1020,3
452 (18")	1393,6
502 (20")	1030,5
595 (24")	1745,3
670 (26")	1201,2
721 (28")	1802,5
747 (30")	697,9
823 (34")	565,3
899 (36")	312,4
TOTAL	10187,5

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Descoles del sistema de alcantarillado pluvial

En estos momentos, según información de funcionarios de la Empresa de Servicios Públicos de Granada (E.S.P.G), existen seis (6) puntos de descarga, uno de los cuales se encuentra en construcción y corresponde al Distrito Pluvial 1 y los otros cinco totalmente operativos, en los que confluyen todas las aguas lluvias captadas por el sistema de alcantarillado pluvial. Todas las descargas se hacen por gravedad y vierten las aguas lluvias sobre la margen oriental del Caño Sibao.

Tabla 5. Localización de las Descargas del Sistema Pluvial

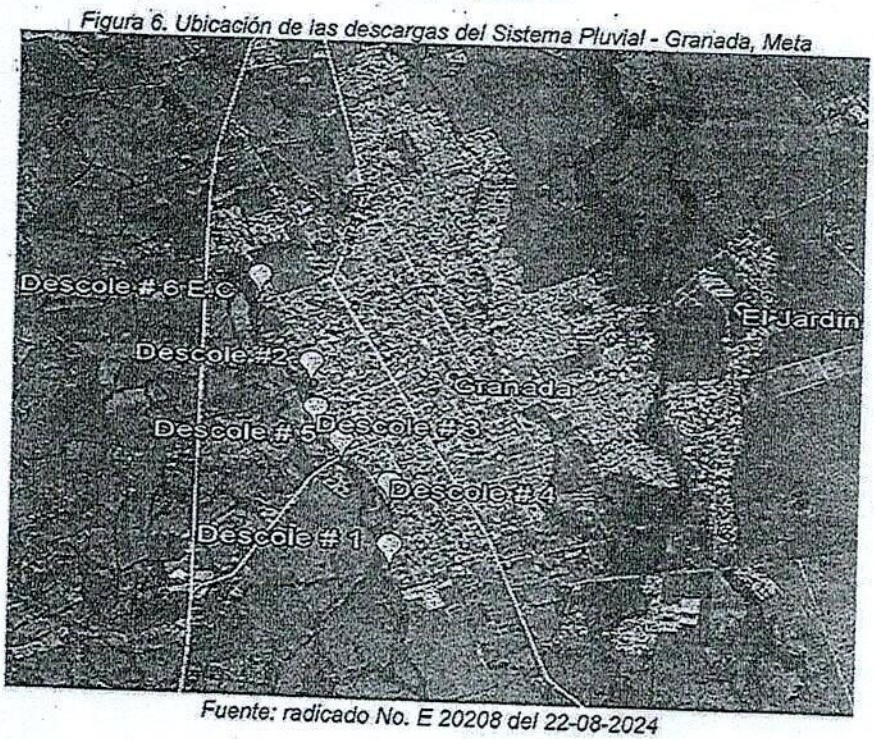
Descargas del Sistema Pluvial			
# Descole	Corriente Receptora	Coordenadas	
		Latitud	Longitud
1	Caño Sibao – B. Makatoa	3°31'54.60"N	73°42'23.85"O
2	Caño Sibao – B. El Amparo	3°32'36.41"N	73°42'44.69"O
3	Caño Sibao – Primero de Junio	3°32'25.29"N	73°42'42.10"O
4	Caño Sibao – B. Belén	3°32'08.72"N	73°42'25.96"O
5	Caño Sibao (Nuevo)	3°32'18.01"N	73°42'36.24"O
6	Caño Sibao – En Construcción	3°32'57.11"N	73°42'57.89"O

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

El primer descole corresponde al Distrito Sur y se encuentra en el mismo punto del descole Sanitario de Makatoa. Los descoles 2, 3 y 5 pertenecen al Distrito 1 – Zona Norte, siendo el #5 se construyó en diciembre 2015. La zona del descole 6 encargado de la zona norte del municipio, está en funcionamiento desde el año 2016. El descole 4 está ubicado en el barrio Belén y hace parte del Distrito 2- Zona Sur del municipio de Granada.

El documento señala que todos los decoles pluviales del municipio de Granada cuentan con una estructura de soporte en concreto, así como con elementos para la disipación de energía y prevención de la erosión a la salida del tubo. La mayoría de las estructuras de disipación son de tipo escalonado excepto por el descole # 5, al cual se le construyeron diez bloques de concreto frente al vertimiento para amortiguar la energía del agua lluvia

Figura 6. Ubicación de las descargas del Sistema Pluvial - Granada, Meta



Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Del diagnóstico del sistema de alcantarillado se concluye que se presenta la situación actual y se identifican de las necesidades de acciones. Incluyó la descripción de la infraestructura existente en

cuanto a cobertura del servicio de alcantarillado, colectores principales, número de vertimientos puntuales, fuentes receptoras.

CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA RESIDUAL

La información presentada bajo radicado No. E 20208 del 22-08-2024, indica que conforme a la resolución 631 de 2015, en su artículo 8 establece los parámetros a monitorear y las concentraciones máximas permisibles para la descarga para los prestadores del servicio público de alcantarillado a cuerpos de agua superficiales, estos parámetros y concentraciones máximas permisibles varían de acuerdo a la carga vertida por el alcantarillado.

Para el caso del área urbana del municipio de Granada; la consultoría realiza un estimativo de la carga presuntiva generada por el área urbana para determinar conforme a la resolución 631 de 2015 los parámetros y concentraciones máximas permisibles según su artículo 8 para tal fin se utilizó la población estimada para el año 2020 y el aporte per cápita para el parámetro de DBO5 (PPC se toma como valor el utilizado por CORMACARENA para el cobro de la tasa retributiva).

$$Carga = Poblacion * PPC$$

$$Carga\left(\frac{Kg}{dia\ DBO}\right) = 73808\ Habitantes * 0.05\frac{Kg}{Hab - dia}$$

$$Carga\left(\frac{Kg}{dia\ DBO}\right) = 36904\frac{Kg}{dia - DBO}$$

El resultado obtenido para la carga contaminante presuntiva generada por el área urbana de granada y descargas directas caño Sibao y caño Irique, para Granada es de 36904,4 Kg/día-DBO, lo que implica que los monitoreos de calidad se realizaron conforme a la Resolución 631 de 2015 en su artículo 8 para aguas residuales domesticas con carga mayores o igual a 3000 Kg/día-DBO.

El muestreo realizado 24 de mayo del 2023 fue realizado por la empresa de servicio público de Granada a las aguas residuales generadas por el área urbana de Granada través del laboratorio ANALQUIM LTDA. El muestreo para la realización de la actualización del PSMV se realizó el día 24 de mayo de 2023 (Monitoreo de aguas residuales) fue realizado por ESPG y la muestras del rio Ariari fueron tomadas del consorcio Plan ambiental la cual esta diseñó la PTAR para el municipio de Granada.

CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA RESIDUAL

El muestreo se realizó el día 24 de mayo de 2023 a partir de las 10:15 a.m. tomando alícuotas cada sesenta (60) minutos en los puntos de Vertimiento, para un total de veinticuatro (24) alícuotas por punto.

En cada punto de muestreo se llevó a cabo la descripción del sitio, se realizó la toma de muestra, los análisis in situ (pH, Temperatura y Oxígeno Disuelto) y la medición de caudal.

- *Aspectos fisicoquímicos y mediciones in situ.*

Para el análisis fisicoquímico se realizaron mediciones in situ y toma de muestras para análisis en el laboratorio.

Los parámetros fisicoquímicos evaluados inmediatamente con sus respectivos equipos son:

pH: : Potenciómetro HANNA EQL 239
Temperatura: Termómetro Digital
Oxígeno Disuelto: Modificación por Azida

Tabla 12. Resultados de los parámetros medidos en campo el día 24 de mayo del 2023. Descole Caño Sibao (Atrás Planta de Beneficio) - Descole Makatoa - Descole Caño Piedra

Hora	pH	TEMPERATURA	TEMPERATURA CORREGIDA °C	SOLIDOS SEDIMENTABLES	PROFUNDIDAD AGUA	NUMERO REVOLUCIONES	VELOCIDAD	AREA SECCION AGUA	CAUDAL	CAUDALES COMPUESTOS	ALICUOTA
(hh:mm)	(Unidades)	(°C)	ANQ-1502	(mL/L)	(m)	(-)	(m/s)	(m²)	(L/s)	(L/s)	(mL)
10:00	7.03	29.3	28.3	2.0	0.12	327	2.09	0.091	189,570	189,570	135
11:00	7.02	29.3	28.3	2.5	0.15	341	2.18	0.091	197,225	197,225	180
12:00	6.98	29.2	28.2	3.0	0.17	329	2.10	0.091	190,637	190,637	135
13:00	6.95	29.1	28.1	2.0	0.17	331	2.07	0.091	172,996	172,996	135
14:00	6.94	29.1	28.1	1.0	0.16	341	2.18	0.109	238,917	238,917	180
15:00	6.92	29.1	28.1	2.0	0.16	345	2.21	0.113	254,553	254,553	202
16:00	6.92	29.2	28.2	2.5	0.15	347	2.22	0.113	255,297	255,297	202
17:00	6.95	29.3	28.3	1.0	0.14	339	2.17	0.109	240,169	240,169	178
18:00	6.93	29.1	28.1	3.0	0.15	345	2.21	0.111	333,542	333,542	225
19:00	6.91	27.9	27.9	2.0	0.25	369	2.30	0.111	330,596	330,596	225
20:00	6.95	27.6	27.6	2.0	0.25	368	2.29	0.111	330,450	330,450	225
21:00					0.24	368	2.29	0.106	310,159	310,159	225
22:00											
23:00											
0:00											
1:00											
2:00											
3:00											
4:00	6.92	27.8	27.8	2.0	0.25	365	2.26	0.109	297,407	297,407	202
5:00	6.93	28.1	28.1	2.5	0.25	365	2.26	0.111	336,710	336,710	225
6:00	6.95	28.5	28.5	3.0	0.25	365	2.26	0.111	336,710	336,710	225
7:00	6.92	28.4	28.4	3.0	0.25	365	2.26	0.111	336,710	336,710	225
8:00	6.92	28.2	28.2	2.0	0.25	365	2.26	0.109	297,407	297,407	202
9:00	6.93	28.3	28.3	2.5	0.23	347	2.15	0.109	285,175	285,175	202
10:00	6.95	28.1	28.1	3.0	0.25	369	2.28	0.111	330,596	330,596	225
11:00	6.94	28.3	28.3	2.5	0.24	369	2.28	0.111	330,596	330,596	225
12:00	6.92	28.3	28.3	2.5	0.24	368	2.28	0.106	310,159	310,159	225
Mínimo	6.92	28.1	28.1	1.0		324,00			172,996		
Máximo	7.03	29.3	29.3	3.0		369,00			297,407		
Promedio	6.96	27.6	27.6	2.3		351,70			276,274		
Rango	6.92 - 7.03	28.1 - 29.3	28.1 - 29.3	1.0 - 3.0		324,00 - 369,00			172,996 - 297,407		

Hora	pH	TEMPERATURA	TEMPERATURA CORREGIDA °C	SOLIDOS SEDIMENTABLES	PROFUNDIDAD AGUA	NUMERO REVOLUCIONES	VELOCIDAD	AREA SECCION AGUA	CAUDAL	CAUDALES COMPUESTOS	ALICUOTA
(hh:mm)	(Unidades)	(°C)	ANQ-1502	(mL/L)	(m)	(-)	(m/s)	(m²)	(L/s)	(L/s)	(mL)
10:15	6.39	28.9	27.9	4.5	0.59	85	0.43	0.258	112,220	112,220	315
11:15	6.44	27.8	27.1	4.0	0.54	85	0.43	0.258	111,962	111,962	180
12:15	6.45	27.1	27.2	1.5	0.56	83	0.44	0.261	119,611	119,611	315
13:15	6.51	27.2	27.5	3.0	0.55	71	0.45	0.271	123,093	123,093	315
14:15	6.54	27.4	27.5	2.5	0.53	70	0.45	0.264	118,142	118,142	315
15:15	6.59	27.6	27.5	3.0	0.53	69	0.44	0.264	117,450	118,450	315
16:15	6.58	27.9	28.0	3.5	0.54	69	0.45	0.260	109,704	109,704	180
17:15	6.15	27.4	27.8	3.0	0.56	66	0.44	0.266	112,093	116,093	315
18:15	6.21	27.1	27.2	3.5	0.56	66	0.43	0.261	110,665	112,665	135
19:15	6.15	27.0	27.1	2.0	0.55	66	0.43	0.271	117,231	117,231	225
20:15	6.15	26.7	27.6	2.5	0.54	72	0.46	0.275	126,513	126,283	315
21:15					0.54	72	0.46	0.263	121,574	121,574	270
22:15											
23:15											
0:15											
1:15											
2:15											
3:15											
4:15	6.12	26.8	26.1	2.0	0.59	92	0.62	0.335	151,169	151,169	360
5:15	6.27	26.8	26.0	2.0	0.59	94	0.63	0.339	153,790	153,790	360
6:15	6.33	25.3	26.0	4.0	0.58	72	0.55	0.336	150,915	150,915	270
7:15	6.35	25.3	25.5	2.0	0.59	87	0.66	0.339	155,575	154,575	270
8:15	6.31	25.6	24.9	1.5	0.58	92	0.62	0.339	149,586	149,586	360
9:15	6.32	25.7	25.5	4.0	0.59	83	0.63	0.342	149,365	149,365	360
10:15	6.28	26.2	27.3	3.5	0.58	78	0.59	0.336	139,422	139,422	360
11:15	6.12	25.8	26.0	1.5	0.58	72	0.47	0.286	132,488	132,259	315
Mínimo	6.12	25.3	24.9	1.5		66,00			109,704		
Máximo	6.59	27.9	28.0	4.5		94,00			153,790		
Promedio	6.34	26.9	27.0	2.7		74,60			130,701		
Rango	6.12 - 6.59	25.3 - 27.9	24.9 - 28.0	1.5 - 4.5		66,00 - 94,00			109,704 - 153,790		

NORMATIVA APLICADA (AGREGAR LIMITES)	Volumen composición	4500	mL
Sin Norma	Suma Alícuotas	4505	mL

Hora de inicio	10:30	hh:mm	Toma de parámetros cada	60	min
Tiempo muestreo	24	h	Toma de caudal cada	60	min

Hora	pH	TEMPERATURA	TEMPERATURA CORREGIDA °C	SÓLIDOS SEDIMENTABLES	PROFUNDIDAD AGUA	NUMERO REVOLUCIONES	VELOCIDAD	AREA SECCIÓN AGUA	CAUDAL	CAUDAL DE COMPOSICIÓN	ALICUOTA
(hh:mm)	(Unidades)	(°C)	ANQ-1563	(mL/L)	(m)	(-)	(m/s)	(m²)	(L/s)	(L/s)	(mL)
10:30	6,80	28,1	25,9	1,5	0,70	80	0,44	0,531	233,644	233,644	190
11:30	6,80	28,0	25,4	2,0	0,70	81	0,44	0,531	233,705	233,705	190
12:30	6,87	28,2	25,6	1,0	0,65	82	0,45	0,451	200,672	200,672	165
13:30	6,81	28,3	25,7	1,5	0,65	81	0,44	0,451	198,229	198,229	165
14:30	6,40	28,4	25,8	1,5	0,70	80	0,44	0,531	233,644	233,644	190
15:30	6,90	28,8	26,0	2,0	0,70	78	0,42	0,531	225,423	225,423	185
16:30	6,89	28,7	26,1	1,0	0,80	77	0,42	0,646	250,606	250,606	205
17:30	6,70	28,9	26,2	0,5	0,65	81	0,44	0,451	198,229	198,229	165
18:30	7,10	29,6	26,0	2,0	0,65	81	0,44	0,451	198,229	198,229	165
19:30	6,44	28,9	26,2	1,5	0,65	80	0,44	0,451	195,956	195,956	160
20:30	6,49	28,5	26,1	1,0	0,65	80	0,44	0,451	195,956	195,956	160
21:30	6,80	28,0	25,4	1,0	0,70	72	0,43	0,531	225,184	225,184	185
22:30	6,87	27,9	25,3	2,5	0,70	73	0,42	0,531	225,423	225,423	185
23:30	6,84	27,9	25,5	2,0	0,70	77	0,42	0,531	222,662	222,662	180
0:30	6,80	28,0	25,4	1,5	0,65	81	0,44	0,451	198,229	198,229	165
1:30	6,70	27,8	25,2	1,0	0,65	80	0,44	0,451	195,956	195,956	160
2:30	6,41	27,6	25,2	1,0	0,65	78	0,43	0,451	193,643	193,643	160
3:30	6,80	27,7	25,1	2,0	0,70	79	0,45	0,531	235,184	235,184	185
4:30	6,74	27,8	25,2	1,0	0,70	78	0,42	0,531	225,423	225,423	185
5:30	6,40	28,0	25,4	2,0	0,70	76	0,41	0,531	217,901	217,901	180
6:30	6,67	28,0	25,4	2,5	0,80	75	0,41	0,593	244,391	244,391	200
7:30	6,45	28,0	25,4	2,5	0,80	77	0,42	0,593	250,606	250,606	205
8:30	6,48	28,2	25,6	2,0	0,80	72	0,41	0,593	244,391	244,391	200
9:30	6,70	28,3	25,7	2,5	0,80	73	0,40	0,598	235,177	235,177	195
10:30	7,10	28,4	25,8		0,70	78	0,41	0,531	217,141	217,141	180
Mínimo	6,10	27,7	25,1	0,5		73,00			193,643		
Máximo	7,10	28,9	29,2	2,5		82,00			250,606		
Promedio	6,55	28,2	28,6	1,6		78,52			219,668		
Intervalo	6,10 - 7,10	27,7 - 28,9	25,1 - 29,2	0,5 - 2,5		73,00 - 82,00			193,643 - 250,606		

Activar Wind

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Puntos de Muestreo

Se tuvo en cuenta para el muestreo el punto de Vertimiento 1 (Muestra 1) – Brisas del Irique "Descole Caño Piedra" 03° 30 ' 55,7"N - 73° 4 ' 47,2"W, Vertimiento 2 – Punto Makatoa 03° 31' 54,6"N - 73° 42' 23,8"W y Vertimiento 3 – Caño Sibao "Descole Caño Sibao cercano de la Planta Beneficio" 03° 31' 53,9"N - 73° 42 ' 27,1"W.

Análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

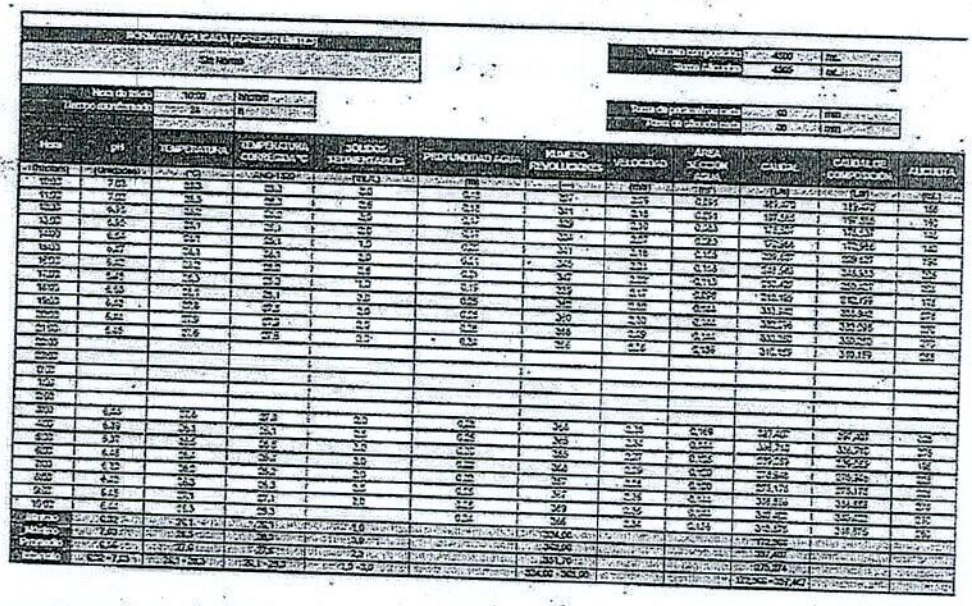
Para el punto de vertimiento se usó el método de moliente (Equipo que mide la velocidad del flujo, para luego ser multiplicada por el área del sitio en el que se ha realizado la medición ya sean canales con formas regulares o sistemas de conducción por tuberías) tomando lecturas cada sesenta minutos.

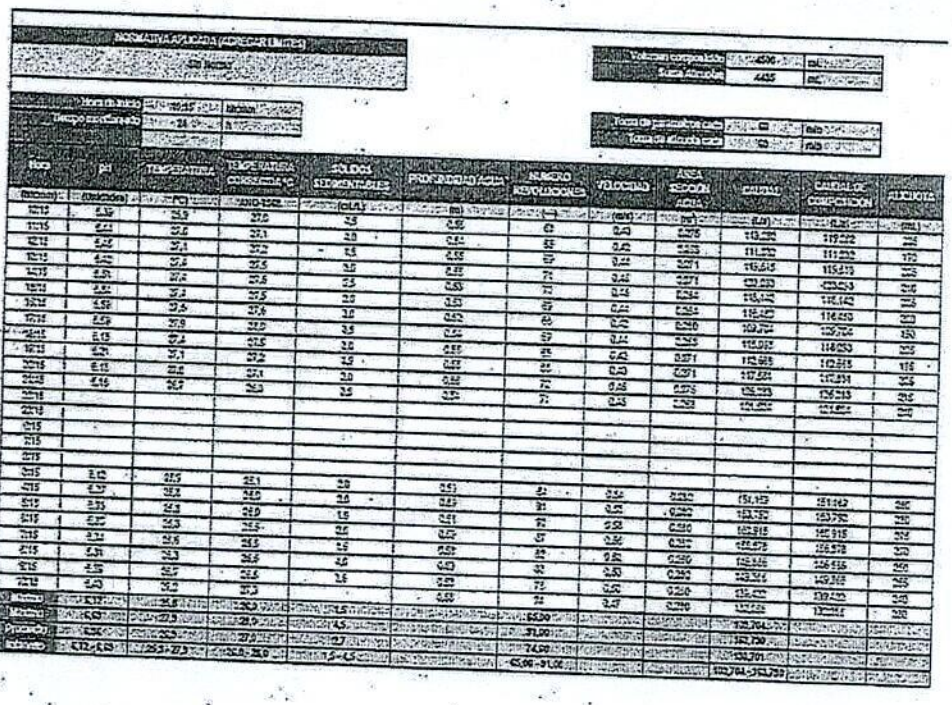
Tabla 6. Técnicas analíticas empleadas para la determinación de las concentraciones de los parámetros analizados

PARÁMETRO	MÉTODO	REFERENCIA
D.B.O.-5	Incubación	SM 5210 B SM 4500 O G
DQO	Reflujo cerrado	SM 5220 C
GRASAS Y ACEITES	Infrarrojo	NTC 3362 C
NITRATOS	Espectrofotometría UV	SM4500 NO-3B
NITRITOS	Colorimétrico	SM4500 NO-2B
NITRÓGENO AMONIACAL	Destilación - Volumétrico	SM4500 NH3 B C
OXIGENO DISUELTO	Azida	SM 4500 – O C
PH	Potencio métrico	SM 4500 H+ B
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Secados a 103-105°C	SM 2540 D

TEMPERATURA	Electrométrico	SM 2550 B
COLIFORMES TOTALES	Sustrato Definido	SM 9223 B
ESCHERICHIA COLI	Sustrato Definido	SM 9223 B

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024





Resultados y análisis del muestreo

- *Caudal 2023 (laboratorio ANALQUIM LTDA.)*

Tabla 14. Caudal en los Puntos de Vertimiento y alícuotas para composición de la muestra de 24 de mayo del 2023

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

- *Caudal 8 de marzo 2020 (laboratorio TECNOAMBIENTAL S.A.S.)*

Tabla 15. Caudal en los Puntos de Vertimiento y alícuotas para composición de la muestra de 8 de marzo del 2020

Caudal Vertimientos y Alícuotas para composición de la muestra							
Muestra No.	Hora	Descole a Caño Sibao Maketoa TA 37788		Descole Caño Sibao cercano de la Planta Beneficio TA 37789		Descole Caño Irique TA 37787	
		Caudal (L/s)	Volumen de Alícuota (mL)	Caudal (L/s)	Volumen de Alícuota (mL)	Caudal (L/s)	Volumen de Alícuota (mL)
1	01:00 p.m.	112,78	226	58,7	486	62,86	238
2	02:00 p.m.	110	221	58,68	225	70	270
3	03:00 p.m.	111,01	223	59,15	238	63,85	243

- *Caudal 8 de marzo 2020 (laboratorio TECNOAMBIENTAL S.A.S.)*

Tabla 15. Caudal en los Puntos de Vertimiento y alícuotas para composición de la muestra de 8 de marzo del 2020

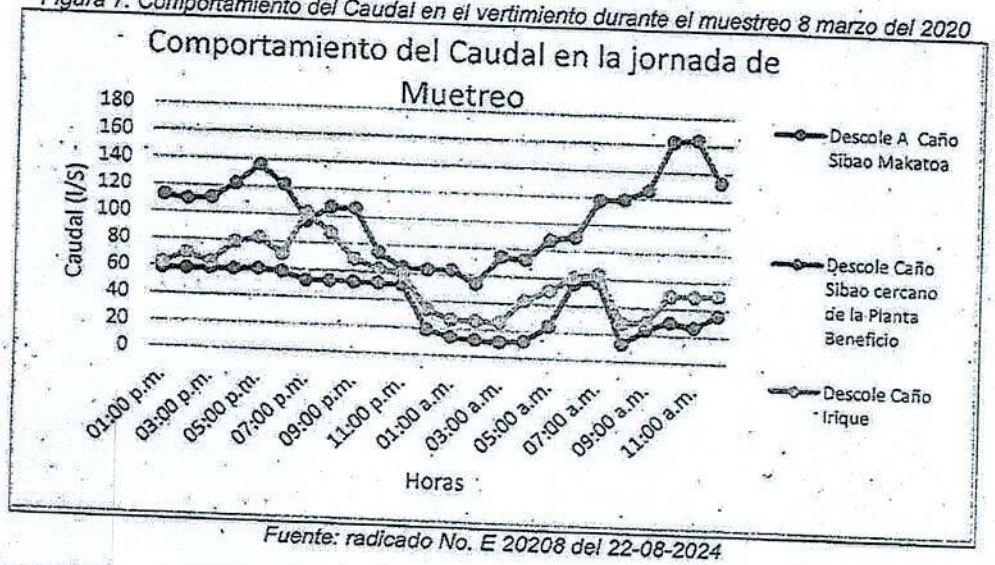
Caudal Vertimientos y Alícuotas para composición de la muestra							
Muestra No.	Hora	Descole a Caño Sibao Maketoa TA 37788		Descole Caño Sibao cercano de la Planta Beneficio TA 37789		Descole Caño Irique TA 37787	
		Caudal (L/s)	Volumen de Alícuota (mL)	Caudal (L/s)	Volumen de Alícuota (mL)	Caudal (L/s)	Volumen de Alícuota (mL)
1	01:00 p.m.	112,78	226	58,7	486	62,86	238
2	02:00 p.m.	110	221	58,68	225	70	270
3	03:00 p.m.	111,01	223	59,15	238	63,85	243
4	04 :00 p.m.	122,17	245	59,02	234	78,98	311
5	05:00 p.m.	136,2	273	59,88	257	82,56	327
6	06:00 p.m.	122,45	246	58,57	223	71,13	276
7	07:00 p.m.	96,14	193	52,42	63	102,05	415
8	08:00 p.m.	106,72	214	52,47	64	87,98	351
9	09:00 p.m.	106,22	213	52,44	63	69,24	267
10	10:00 p.m.	74,6	150	52,27	59	62,53	237
11	11:00 p.m.	64,22	129	51,34	35	59,88	225
12	12:00 a.m.	63,36	127	19,35	35	33,82	107
13	01:00 a.m.	63,71	128	14,25	32	27	77
14	02:00 a.m.	53,86	108	12,64	68	26,52	74

Caudales vertimentales y alícuotas para composición de la muestra

Muestra No.	Hora	Descole a Caño Sibao Makatoa TA 37788		Descole Caño Sibao cercano de la Planta Beneficio TA 37789		Descole Caño Irique TA 37787	
		Caudal (L/s)	Volumen de Alícuota (mL)	Caudal (L/s)	Volumen de Alícuota (mL)	Caudal (L/s)	Volumen de Alícuota (mL)
15	03:00 a.m.	74,41	149	11,56	41	26,04	72
16	04:00 a.m.	73,02	147	12,92	76	42,61	147
17	05:00 a.m.	87,82	176	24,2	109	50,47	182
18	06:00 a.m.	90,3	181	56,31	164	61,2	231
19	07:00 a.m.	117,96	237	57,83	203	63,52	241
20	08:00 a.m.	119,08	239	13,02	338	28,78	85
21	09:00 a.m.	126,39	254	24,03	624	29,38	87
22	10:00 a.m.	162,39	326	30	520	49,52	178
23	11:00 a.m.	163,75	329	26,66	433	49,28	177
24	12:00 a.m.	133,4	268	35,79	410	50,24	181
Suma		2492	5000	953,5	5000	1349,44	5000
Promedio		103,8		39,73		56,23	
Máximo		163,75		59,88		102,05	
Minino		53,86		11,56		26,04	

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

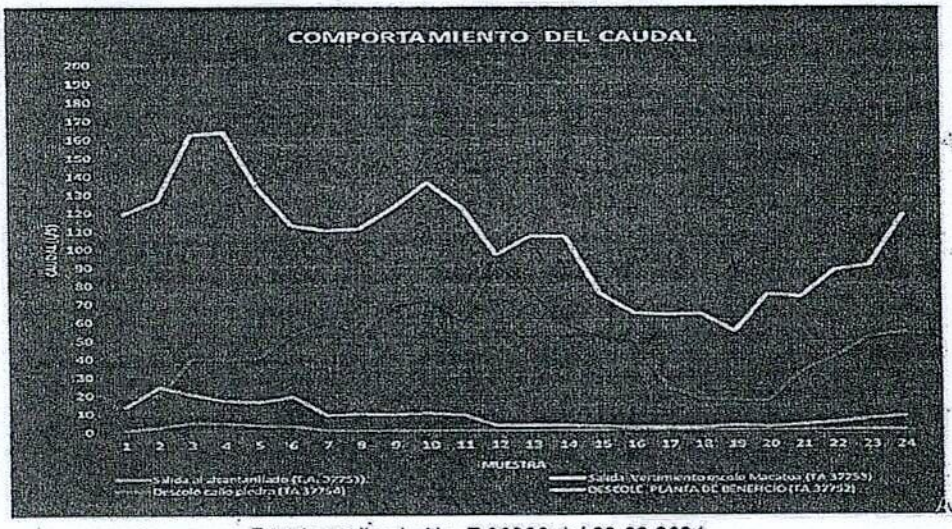
Figura 7. Comportamiento del Caudal en el vertimiento durante el muestreo 8 marzo del 2020



Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

- *Caudal 3 de marzo 2020 (laboratorio TECNOAMBIENTAL S.A.S.)*

Figura 8. Comportamiento del Caudal en el vertimiento durante el muestreo 3 marzo del 2020.



Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Tabla 7. Caudal en los Puntos de Vertimiento y alicuotas para composición de la muestra del año 2020 (3 de Marzo) - sector planta de beneficio

Muestra No.	Hora	Descole Caño Sibao Planta de Beneficio Animal TA 37751		Descole Caño Sibao atrás de la Planta Beneficio TA 37752	
		Caudal (L/s)	Volumen de Alícuota (mL)	Caudal (L/s)	Volumen de Alícuota (mL)
1	08:00 a. m.	0,33	86	13,02	338
2	09:00 a. m.	2,16	568	24,03	624
3	10:00 a. m.	4,80	1263	20,00	520
4	11:00 a. m.	4,09	1075	16,66	433
5	12:00 p. m.	3,00	788	15,79	410
6	01:00 p. m.	2,73	717	18,70	486
7	02:00 p. m.	0,64	168	8,68	225
8	03:00 p. m.	0,19	49	9,15	238
9	04:00 p. m.	0,19	49	9,02	234
10	05:00 p. m.	0,04	9	9,88	257
11	06:00 p. m.	0,03	9	8,57	223
12	07:00 p. m.	0,00	0	2,42	63
13	08:00 p. m.	0,00	0	2,47	64
14	09:00 p. m.	0,00	0	2,44	63
15	10:00 p. m.	0,00	0	2,27	59

Muestra No.	Hora	Descole Caño Sibao Planta de Beneficio Animal TA 37751		Descole Caño Sibao atrás de la Planta Beneficio TA 37752	
		Caudal (L/s)	Volumen de Alícuota (mL)	Caudal (L/s)	Volumen de Alícuota (mL)
16	11:00 p. m.	0,00	0	1,34	35
17	12:00 a. m.	0,00	0	1,35	35
18	01:00 a. m.	0,00	0	1,25	32
19	02:00 a. m.	0,00	0	2,64	68
20	03:00 a. m.	0,00	0	1,56	41
21	04:00 a. m.	0,00	0	2,92	76
22	05:00 a. m.	0,00	0	4,20	109
23	06:00 a. m.	0,42	111	6,31	164
24	07:00 a. m.	0,41	107	7,83	203
Suma		19,01	5000	192,51	5000
Promedio		0,79		8,02	
Máximo		4,80		24,03	
Mínimo		0,00		1,25	

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Tabla 17. Caudal en los Puntos de Vertimiento Makatoa - Descole Caño Irique Sector sitio PTAR y alícuotas para composición de la muestra del año 2020 (3 de Marzo)

Muestra No.	Hora	Descole Makatoa TA 37753		Descole Caño Irique Sector sitio PTAR TA 37754	
		Caudal (L/s)	Volumen de Alícuota (mL)	Caudal (L/s)	Volumen de Alícuota (mL)
1	08:00 a. m.	119,08	239	18,78	85
2	09:00 a. m.	126,39	254	19,38	87
3	10:00 a. m.	162,39	326	39,52	178
4	11:00 a. m.	163,75	329	39,28	177
5	12:00 p. m.	133,40	268	40,24	181
6	01:00 p. m.	112,78	226	52,86	238
7	02:00 p. m.	110,00	221	60,00	270
8	03:00 p. m.	111,01	223	53,85	243
9	04:00 p. m.	122,17	245	68,98	311
10	05:00 p. m.	136,20	273	72,56	327
11	06:00 p. m.	122,45	246	61,13	276
12	07:00 p. m.	96,14	193	92,05	415
13	08:00 p. m.	106,72	214	77,98	351
14	09:00 p. m.	106,22	213	59,24	267

Muestra No.	Hora	Descole Makatoa TA 37753		Descole Caño Irique Sector sitio PTAR TA 37754	
		Caudal (L/s)	Volumen de Alícuota (mL)	Caudal (L/s)	Volumen de Alícuota (mL)
15	10:00 p. m.	74,60	150	52,53	237
16	11:00 p. m.	64,22	129	49,88	225
17	12:00 a. m.	63,36	127	23,82	107
18	01:00 a. m.	63,71	128	17,00	77
19	02:00 a. m.	53,86	108	16,52	74
20	03:00 a. m.	74,41	149	16,04	72
21	04:00 a. m.	73,02	147	32,61	147
22	05:00 a. m.	87,82	176	40,47	182
23	06:00 a. m.	90,30	181	51,20	231
24	07:00 a. m.	117,96	237	53,52	241
Suma		2492,00	5000	1109,44	5000
Promedio		103,83		46,23	
Máximo		163,75		92,05	
Mínimo		53,86		16,04	

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

- Caudal 2016 (laboratorio TECNOAMBIENTAL S.A.S.)

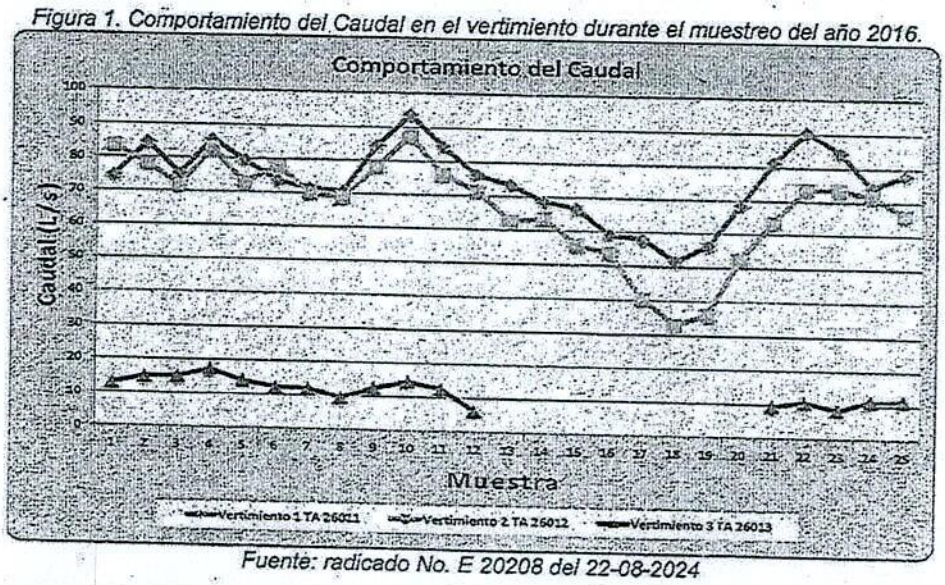
Tabla 8. Caudal en los Puntos de Vertimiento y alícuotas para composición de la muestra del año 2016

Muestra No.	Hora	Vertimiento 1 TA 26011		Vertimiento 2 TA 26012		Vertimiento 3 TA 26013	
		Caudal (L/s)	Volumen de Alícuota ml	Caudal (L/s)	Volumen de Alícuota ml	Caudal (L/s)	Volumen de Alícuota ml
1	10:00 a. m.	74,53	120	83,49	151	12,79	187
2	11:00 a. m.	84,47	136	78,12	141	14,88	218
3	12:00 p. m.	75,25	121	71,70	129	14,94	219
4	01:00 p. m.	85,63	138	82,89	149	17,15	251
5	02:00 p. m.	79,51	128	72,61	131	13,97	205
6	03:00 p. m.	73,54	118	78,12	141	12,36	181
7	04:00 p. m.	71,55	115	69,88	126	11,93	175
8	05:00 p. m.	70,79	114	68,70	124	9,58	140
9	06:00 p. m.	84,49	136	78,12	141	12,41	182
10	07:00 p. m.	93,82	151	87,48	158	14,51	212
11	08:00 p. m.	84,49	136	76,21	137	12,61	185
12	09:00 p. m.	76,21	123	71,44	129	6,34	93
13	10:00 p. m.	73,54	118	62,61	113	-	-
14	11:00 p. m.	68,57	110	63,52	115	-	-
15	00:00 a.m.	66,67	107	55,80	101	-	-
16	01:00 a.m.	58,97	95	53,52	96	-	-
17	02:00 a.m.	58,06	93	40,26	73	-	-
18	03:00 a.m.	51,50	83	32,93	59	-	-
19	04:00 a.m.	56,24	90	35,93	65	-	-
20	05:00 a.m.	68,57	110	52,38	94	-	-

21	06:00 a.m.	81,50	131	63,52	115	9,42	138
22	07:00 a.m.	90,62	146	73,54	133	10,79	158
23	08:00 a.m.	84,60	136	73,52	133	8,49	124
24	09:00 a.m.	74,30	119	71,70	129	11,20	164
25	10:00 a.m.	78,12	126	66,12	119	11,54	169
Suma		1865,54	3000	1664,07	3000	204,88	3000
Promedio		74,62		66,56		12,05	
Máximo		93,82		87,48		17,15	
Mínimo		51,50		32,93		6,34	

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Figura 1. Comportamiento del Caudal en el vertimiento durante el muestreo del año 2016.



Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

- Monitoreo 2016 (laboratorio TECNOAMBIENTAL S.A.S.)

La metodología empleada fue la siguiente

Para este caso, se identificaros 3 puntos de vertimiento, los cuales fueron muestreados por separado, incluidos los muestreos de aguas arriba y Aguas abajo de los puntos establecidos.

En cada punto de muestreo se llevó a cabo la descripción del sitio, se realizó la toma de muestra, los análisis in situ (pH, Temperatura y Oxígeno Disuelto) y la medición de caudal.

Tabla 9. Resultados de los parámetros medidos en campo del 21 de enero de 2016

Muestra No.	Hora	Vertimiento 1 TA 26011			Vertimiento 2 TA 26012			Vertimiento 3 TA 26013		
		pH (UN)	Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	pH (UN)	Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	pH (UN)	Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto (mg/L)
1	10:00	7,39	28,7	2,1	7,22	28,3	1,1	7,54	28,2	<0,2
2	11:00	7,28	29,1	1,1	7,18	28,4	1,1	7,62	28,3	<0,2
4	12:00	7,36	29	1,2	7,06	29,1	1,1	7,28	27,9	<0,2
4	13:00	7,45	28,3	1,1	6,55	28,6	1,2	7,63	29,1	<0,2
5	14:00	7,84	28,4	1,1	6,97	28,5	1,2	7,22	29,2	<0,2
6	15:00	7,86	27,9	1,3	6,89	29	1,1	7,78	29,3	<0,2
7	16:00	7,89	28,6	1,1	7,05	28,6	1,3	7,77	28,6	<0,2
8	17:00	7,67	28,3	1,1	7,22	28,1	1,1	7,58	28,4	<0,2
9	18:00	7,54	28,7	1,1	7,19	28,4	1,1	7,34	28,3	<0,2

Muestra No.	Hora	Vertimiento 1 TA 26011			Vertimiento 2 TA 26012			Vertimiento 3 TA 26013		
		pH (UN)	Tempe-ratura (°C)	Oxigeno Disuelto (mg/L)	pH (UN)	Tempe-ratura (°C)	Oxigeno Disuelto (mg/L)	pH (UN)	Tempe-ratura (°C)	Oxigeno Disuelto (mg/L)
10	19:00	7,62	28,4	1,2	7,42	28,1	1,3	7,62	28,1	<0,2
11	20:00	7,48	28,6	1,3	7,16	27,9	2,1	7,45	28,0	<0,2
12	21:00	7,56	27,9	<0,2	7,36	27,8	1,1	7,38	27,6	<0,2
13	22:00	7,62	27,8	<0,2	6,89	28,4	<0,2	-	-	-
14	23:00	7,88	27,6	<0,2	7,32	28,3	<0,2	-	-	-
15	00:00	7,86	26,9	<0,2	7,26	28,2	<0,2	-	-	-
16	01:00	7,94	26,9	<0,2	7,34	28,2	<0,2	-	-	-
17	02:00	7,86	28,3	<0,2	7,54	28,3	<0,2	-	-	-
18	03:00	7,69	28,4	<0,2	7,37	28,5	<0,2	-	-	-
19	04:00	7,56	28,6	<0,2	7,19	28,6	<0,2	-	-	-
20	05:00	7,87	28,9	<0,2	7,43	28,3	<0,2	-	-	-
21	06:00	7,77	29	<0,2	6,79	28,3	1,1	7,51	27,8	<0,2
22	07:00	7,66	28,6	<0,2	7,26	27,6	1,1	7,32	28,4	<0,2
23	08:00	7,46	28,4	<0,2	6,98	27,3	1,1	7,84	28,2	<0,2
24	09:00	7,63	29,4	<0,2	6,79	28,4	1,1	7,79	28,0	<0,2
25	10:00	7,74	29,3	<0,2	7,24	28,6	1,1	7,86	28,3	<0,2
Máximo		7,94	29,4	2,1	7,54	29,1	2,1	7,86	29,3	<0,2
Mínimo		7,28	26,9	<0,2	6,55	27,3	<0,2	7,22	27,6	<0,2

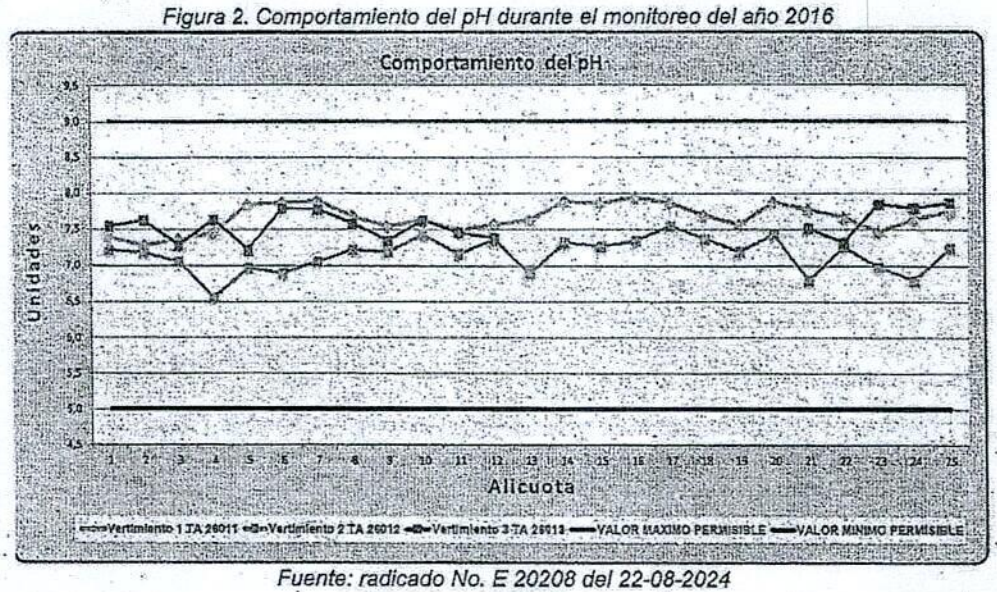
Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Los valores obtenidos para pH en el vertimiento 1 presentaron una variación entre 7,94 y 7,28 UN, en el Vertimiento 2 tiene unos valores entre 7,54 y 6,55, para el Vertimiento 3 se obtuvo una variación de 7,86 y 7,22 UN.

En cuanto a la temperatura en el Vertimiento 1 presentó una variación entre 29,4 y 26,9 °C, el vertimiento 2 valores de 29,1 y 27,3 °C y para el Vertimiento 3 valores entre 29,3 y 27,6 UN.

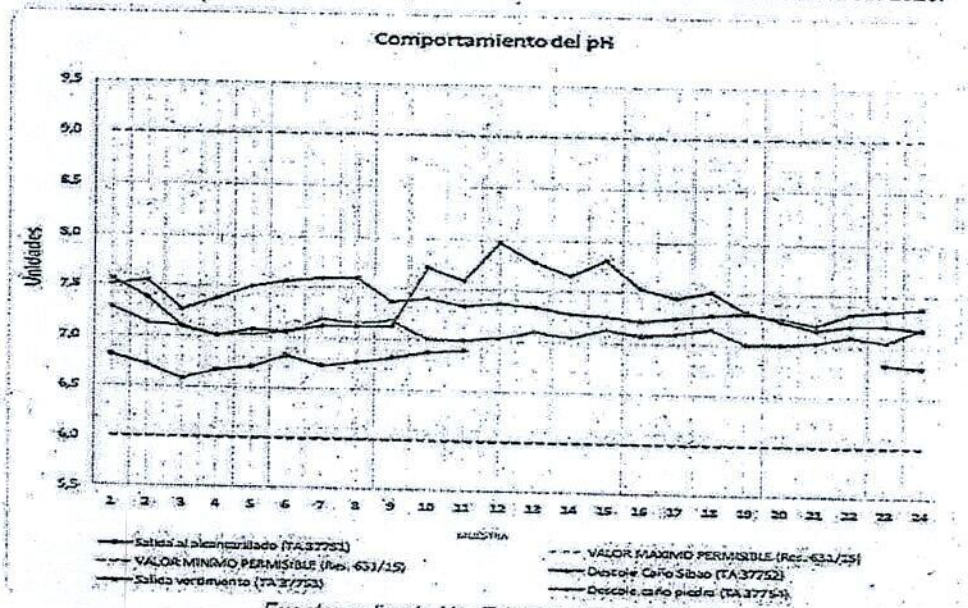
En la siguiente figura se puede observar el comportamiento que presentó el pH durante el monitoreo, medido en cada alícuota.

Figura 2. Comportamiento del pH durante el monitoreo del año 2016



Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Figura 3. Comportamiento del pH en el vertimiento durante el muestreo 3 marzo del 2020.



Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

En la siguiente Tabia, se muestran los valores de los parámetros medidos en campo para la alicuota utilizada en el Vertimiento.

Tabla 20. Resultados de los parámetros medidos en campo del 3 de marzo de 2020 (descoles planta de beneficio animal El Cimarrón y Decoles Atrás de la planta de beneficio)

Alicuota No.	HORA	Descole Caño Sibao – Planta de Beneficio Animal El Cimarrón TA 37751		Descole Caño Sibao – Atrás Planta de Beneficio TA 37752	
		pH (UN)	Temperatura (°C)	pH (UN)	Temperatura (°C)
1	08:00 a. m.	6,81	29,9	7,28	28,2
2	09:00 a. m.	6,72	30,0	7,13	29,1
3	10:00 a. m.	6,58	30,0	7,10	28,9
4	11:00 a. m.	6,67	29,8	7,01	29,4
5	12:00 p. m.	6,71	29,9	7,03	29,5
6	01:00 p. m.	6,83	29,9	7,05	29,6
7	02:00 p. m.	6,73	30,8	7,19	29,3
8	03:00 p. m.	6,77	31,2	7,15	29,4
9	04:00 p. m.	6,82	31,2	7,18	29,3
10	05:00 p. m.	6,88	29,7	7,01	28,1
11	06:00 p. m.	6,90	29,6	7,00	28,0
12	07:00 p. m.	--	--	7,03	27,9
13	08:00 p. m.	--	--	7,10	27,8

Alícuota No.	HORA	Descole Caño Sibao – Planta de Beneficio Animal El Cimarrón TA 37751		Descole Caño Sibao – Atrás Planta de Beneficio TA 37752	
		pH (UN)	Temperatura (°C)	pH (UN)	Temperatura (°C)
14	09:00 p. m.	--	--	7,05	27,8
15	10:00 p. m.	--	--	7,13	27,9
16	11:00 p. m.	--	--	7,08	27,5
17	12:00 a. m.	--	--	7,10	27,0
18	01:00 a. m.	--	--	7,15	26,2
19	02:00 a. m.	--	--	7,01	25,3
20	03:00 a. m.	--	--	7,01	25,0
21	04:00 a. m.	--	--	7,03	24,3
22	05:00 a. m.	--	--	7,10	24,0
23	06:00 a. m.	6,83	25,8	7,05	25,0
24	07:00 a. m.	6,80	25,8	7,18	25,1
Máximo		6,90	31,2	7,28	29,6
Mínimo		6,58	25,8	7,00	24,0

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Tabla 10. Resultados de los parámetros medidos en campo del 3 de Marzo de 2020

Alícuota No.	HORA	Descole Macatoa TA 37753		Descole Caño Piedra TA 37754	
		pH (UN)	Temperatura (°C)	pH (UN)	Temperatura (°C)
1	08:00 a. m.	7,56	29,2	7,51	29,6
2	09:00 a. m.	7,38	29,2	7,55	29,4
3	10:00 a. m.	7,10	29,3	7,27	29,5
4	11:00 a. m.	7,02	28,6	7,38	29,6
5	12:00 p. m.	7,08	29,5	7,50	29,5
6	01:00 p. m.	7,06	29,4	7,56	29,4
7	02:00 p. m.	7,12	29,8	7,59	29,3
8	03:00 p. m.	7,12	29,7	7,60	29,3
9	04:00 p. m.	7,13	29,6	7,37	29,2
10	05:00 p. m.	7,72	29,5	7,41	29,1
11	06:00 p. m.	7,59	29,5	7,34	29,3
12	07:00 p. m.	7,97	29,4	7,37	29,2
13	08:00 p. m.	7,78	29,6	7,34	29,0
14	09:00 p. m.	7,66	29,6	7,28	29,0

15	10:00 p. m.	7,81	29,4	7,26	29,2
16	11:00 p. m.	7,54	29,5	7,22	29,1
17	12:00 a. m.	7,45	29,5	7,5	28,9
18	01:00 a. m.	7,52	28,2	7,29	29,0
19	02:00 a. m.	7,33	28,1	7,31	29,2
20	03:00 a. m.	7,24	28,4	7,27	29,4
21	04:00 a. m.	7,16	28,0	7,20	29,0
22	05:00 a. m.	7,20	28,1	7,32	29,2
23	06:00 a. m.	7,21	28,2	7,35	28,1
24	07:00 a. m.	7,17	28,0	7,38	28,4
Máximo		7,97	29,8	7,60	29,6
Mínimo		7,02	28,0	7,20	28,1

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Reporte de resultados

Los resultados de los análisis se reportan en la siguiente Tabla y en el anexo correspondiente (laboratorio ANALQUIM LTDA)

Tabla 11. Resultado de Análisis del agua residual 2023

PARAMETRO	UNIDAD	Vertimiento 2	Vertimiento 1	Vertimiento 3
		Descole Caño Sibao – Atrás Planta de Beneficio	Descole Makatoa	Descole Caño Irique
D.B.O.-5	mg O2/L	8	70	25
DQO	mg O2/L	13	98	38
GRASAS Y ACEITES	mg/L	6	21	6
HIDROCABUROS	mg/l	<10	<10	<10
NIQUEL	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05
NITRATOS	Mg N-NO-3/L	0,4	< 0,30	0,4
NITRITOS	Mg N-NO-2/L	< 0,012	< 0,007	< 0,07
NITRÓGENO AMONIACAL	Mg N-NH3/L	17,0	4,8	3,4
NITRÓGENO TOTAL	mg/L	1,7	6,5	4,9
pH	UN	6,99	7,92	7,91
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	20	51	33
SAAM	mg/l	0,80	3,73	2,08
TEMPERATURA	°C	26,0 – 28,0	26,1-28,3	28,1-29,2
CAUDAL	L/s	130,70	275,27	219,66

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Tabla 12. Resultado de Análisis del agua residual 2020 realizados por la consultoría PSMV (8 de marzo 2020)

Resultado de Análisis del agua residual

PARÁMETRO	UNIDAD	Descole Caño Sibao – Atrás Planta de Beneficio TA 37789	Descole Makatoa TA 37788	Descole Caño Irique TA 37787
ACIDEZ TOTAL	mg Ca CO 3 /L	<3	<3	<3
ALCALINIDAD	mg Ca CO 3 /L	80	155	168
ALUMINIO TOT AL	mg Al/ L	1,7	2,5	2,6
COMPUESTO ORGÁNICOS VOLÁTILES - BT EX**	mg/ L	<0,00001	<0,00001	<0,00001
CADMIO TOTAL	mg Cd/ L	<0,005	<0,005	<0,005
CIANURO TOTAL**	mg CN/ L	0,020	0,034	0,022
CLORUROS	mg Cl / L	19	36	17
COBRE TOTAL	mg Cu/ L	0,01	0,02	0,01
COLOR REAL 436NM	m^{-1}	1,6	2,5	1,9
COLOR REAL 525NM	m^{-1}	0,7	1,1	0,7
COLOR REAL 620NM	m^{-1}	0,5	0,7	0,4
COMPUESTO ORGÁNICOS HALOGENADOS ABSORBIBLES - AOX	mg/ L	56,5	135	82
COMPUESTO SEMIVOLATILES FENÓLICO S	mg / L	<0,000227	<0,000227	<0,000227
CROMO TOTAL	mg / L	<0,02	<0,02	<0,02
D.B.O.-5	mg O2/L	30	108	56
DQO	mg O 2 /L	153	385	201
DUREZA CÁLCICA	mg Ca CO 3 /L	22	30	35
DUREZA TOTAL	mg Ca CO 3 /L	54	55	54
FENOLES TOTAL	mg Fenol/ L	0,07	0,06	0,04
FOSFORO TOTAL	mg P/ L	2,491	2,930	2,849
GRASAS Y ACEITES	mg /L	29,4	43,1	32,3
HIDROCARBUROS TOTALES	mg / L	4,5	5,0	3,5
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICICLICOS HAPS	mg / L	<0,001	<0,01	<0,01
HIERRO	mg Fe/ L	1,6	1,8	1,7
MERCURIO	mg Hg/ L	<0,0010	<0,0010	<0,0010
NÍQUEL	mg Ni / L	<0,03	<0,03	<0,03
NITRATOS	mg N- NO 3 /L	< 0,5	< 0,5	< 0,5
NITRITOS	mg N- NO 2 /L	< 0,02	< 0,02	<0,02
NITROGENO AMONIACAL	mg N- NH 3 /L	10,1	7,84	8,96
NITROGENO TOTAL KJELDHAL	mg N/ L	25,8	21,3	28,6
ORTOFOSFATOS	mg P- PO 4 - 3	0,75	0,69	0,33

Resultado de Análisis del agua residual				
PARÁMETRO	UNIDAD	Descole Caño Sibao – Atrás Planta de Beneficio TA 37789	Descole Makatoe TA 37788	Descole Caño Irique TA 37787
OXÍGENO DISUELTO	mgO2/L	0,8	0,6	3,3
pH	Unidades	7,02 a 7,97	6,58 a 6,90	7,20 a 7,60
PLATA TOTAL**	mg/ L	<0,2	<0,2	<0,2
PLOMO TOTAL	mg Pb/ L	<0,04	<0,04	<0,04
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/L	2,0	1,5	1,5
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg /L	117	96	118
SULFAT OS	mg SO 4 /L	15	55	15
SULFURO S	mg S/ L	<1,0	<1,0	<1,0
TEMPERATURA	°C	26,9	27,6	27,3
T ENSOACT IVOS (calcula do como SDS peso molecular 288 , 38 g/ mol)	mg MBAS/L	2,4	10,4	4,6
ZINC T OT AL	mg Zn/ L	0,19	0,17	0,23
COLIFORMES FECALES	NPM/ 100 m L	210000	120000	1600000
COLIFORMES TOTALES	NMP/ 100 ml	120000	92000	120000
CAUDAL PROMEDIO	(US)	39,73	103,8	56,23

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Tabla 13. Resultado de Análisis del agua residual 3 de marzo 2020 (Resultado realizados por ESPG)

PARÁMETRO	UNIDAD	Descole Caño Sibao – Planta de Beneficio Animal El Cimarrón TA 37751	Descole Caño Sibao – Cercano a la Planta de Beneficio Animal El Cimarrón TA 37752	Descole (Caño Sibao) MaKatoe TA 37753	Descole Caño Irique TA 37754
D.B.O.5	mg O2/L	555	99	104	224
DQO	mg O 2 /L	1196	315	319	316
FOSFORO TOTAL	mg P/ L	10,7	3,3	5,0	5,0
GRASAS Y ACEITES	mg /L	10,4	30,1	43,0	4,4
HIDROCARBUROS TOTALES	mg / L	3,4	3,4	3,2	< 1,0
NITRATOS	mg N- NO 3 /L	0,6	<0,5	< 0,5	< 0,5
NITRITOS	mg N- NO 2 /L	< 0,02	<0,02	< 0,02	0,05
NITROGENO AMONIACAL	mg N- NH 3 /L	92,5	25,0	34,9	33,1
NITROGENO TOTAL KJELDHAL	mg N/ L	133	40,3	50,5	47,8
ORTOFOSFATOS	mg P- PO 4 - 3	6,77	1,95	4,27	2,16
pH	Unidades	7,00 a 7,28	6,58 a 6,90	7,02 a 7,97	7,20 a 7,60
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/L	7,0	0,8	1,4	3,0
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg /L	273	25	109	180
TEMPERATURA	°C	25,8 a 31,2	24,0 a 29,6	28,0 a 29,8	28,1 a 29,6
TENSOACTIVOS	mg MBAS/ L	2,4	3,7	7,6	9,2

PARÁMETRO	UNIDAD	Descole Caño Sibao –Planta de Beneficio Animal El Cimarrón TA 37751	Descole Caño Sibao – Cercano a la Planta de Beneficio Animal El Cimarrón TA 37752	Descole (Caño Sibao) MaKatoa TA 37753	Descole Caño Irique TA 37754
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NPM/100mL	16000000	210000	120000	92000
Caudal	l/S	0,79	8,02	103,83	46,23

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Tabla 25. Resultados de análisis 21 de enero 2016

PARÁMETRO	UNIDAD	Vertimiento 1 T.A. 26011	Vertimiento 2 T.A. 256012	Vertimiento 3. T.A. 256013
		Descole Caño Irique	Descole Makatoa	Descole Caño Sibao – Atrás Planta de Beneficio
D.B.O.-5	mg O2/L	276	267	336
DQO	mg O2/L	292	420	627
GRASAS Y ACEITES	mg/L	7,8	6,6	44,4
Nitratos	Mg N-NO-3/L	0,38	< 0,30	< 0,30
Nitritos	Mg N-NO-2/L	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Nitrógeno Amoniacal	Mg N-NH3/L	17,0	23,2	26,7
OXIGENO DISUELTO	mg O2/L	0,5	0,9	< 0,2
pH	UN	7,18	7,18	7,34
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	108	158	245
TEMPERATURA	°C	28,4	28,3	29,2
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	16X106	17X106	2419600
ESCHERICHIA COLI	NMP/100 ml	14X106	7X106	2419600
CAUDAL	L/s	74,62	66,56	12,05

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Respecto, a la caracterización de la calidad y cantidad del agua residual se concluye se identificaron totalidad de los vertimientos puntuales de aguas residuales realizados en el área urbana y se realizó la caracterización de las descargas de aguas residuales según parámetros definidos en la normatividad vigente 631 de 2018, realizando un comparativo de la información obtenida en varios años de análisis.

ANÁLISIS DE CARGAS PER CÁPITA

La población del área urbana del municipio de Granada es de 78.603 habitantes al 2023[1]. El análisis de cargas per cápita, parte del total de habitantes proyectados para el año de los monitoreos, relacionándolos con las hectáreas de cobertura del municipio y con el porcentaje recolectado y transportado de aguas residuales en los puntos de aforo, el cual corresponde a un 83,16% del total de aguas generadas en Granada.

[1] *Año que corresponde al de formulación del PMSV y se presentó a Cormacarena para evaluación.*

Tabla 26. Población asociada a cada vertimiento

Punto de Descarga	Porcentaje de población asociada	Población 2023	Población asociada según la cobertura 83,16% alcantarillado
Descole 1 "Makatoa" Caño Sibao	51,9%	40.795	33.925
Descole 2 "Cercano a la planta de beneficio animal El Cimarrón" Caño Sibao	19,9%	15.642	13.008
Descole 3 "Zona del predio de la Nueva PTAR" Caño Irique	28,2%	22.166	18.433
TOTAL		78.603	65.366

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

De acuerdo a lo anterior, la población asociada al vertimiento sanitario es de 65.366 habitantes al 2023 (cobertura de alcantarillado del 83,16%); y el resto de los habitantes quienes están vertiendo sus aguas residuales al suelo mediante pozos sépticos o fuentes de agua, sin tratamiento previo.

El cálculo de las cargas se realiza empleando la siguiente ecuación:

$$W_x = C \times Q \times 0,0036 \times t$$

Dónde:

Wx : carga contaminante (Kg/día)
C : Concentración de la sustancia contaminante (mg/L)
Q : Caudal promedio (L/s)
0.0036: Factor de conversión de unidades
t : tiempo de vertimiento (horas/día)

Posteriormente, se divide la carga por el número de habitantes servidos, para obtener el valor de las cargas per cápita.

Se toman como base de cálculo los datos obtenidos en los monitoreos realizados por la consultoría a los tres vertimientos del municipio, para generar un único valor de carga per cápita asociada. A continuación se recopilan los resultados obtenidos:

Tabla 14. Resultados de Análisis Fisicoquímicos en Vertimientos – Granada

Punto de Muestreo Vertimientos Sanitarios	Caudal (Q) L/s 21-ene 2016	DBO_5 mg/L 21-ene 2016	SST mg/L 21-ene 2016	Caudal (Q) L/s 29 de agosto 2020	DBO5 mg/L 29 de agosto 2020	SST mg/L 29 de agosto 2020	Caudal (Q) L/s 03-mar 2020	DBO_5 mg/L 03-mar 2020	SST mg/L 03-mar-20	Caudal (Q) L/s 24-may 2023	DBO_5 mg/L 24-may 2023	SST mg/L 24-may-23 2023
Descole 1 "Makatoa" Caño Sibao	74:62	276	108	103,8	108	158	103	104	109	275,27	70	51
Descole 2 "Atrás planta de Beneficio"	12.05	336	245	39,73	30	245	8,02	99	25	130,7	8	20

Caño Sibao												
Descole 3 Caño Irique	66,56	267	158	56,23	55	108	46,23	224	180	219,66	25	33
Descole a caño Sibao – Planta de Beneficio Animal El Cimarrón							0,79	555	273			

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Una vez unificados los resultados, se efectúa el respectivo cálculo de la producción per cápita (PPC) para el municipio de Granada.

Tabla 28. Análisis de Cargas y Producción Per Cápita – Granada

Punto de Vertimiento	Tiempo de Muestreo (h)	Q(L/s)	DBO_5 (mg/L)	Carga DBO_5 (Kg/día)	SST (mg/L)	Carga SST (Kg/día)	Población servida	PPC DBO_5 (Kg/Hab-día)	PPC SST (Kg/hab-día)
29 de agosto del 2020	24	103,8	108	968,57856	158	1416,99456	33.966	0,029	0,042
29 de agosto del 2020	24	39,73	30	102,98016	103	102,98016	13.001	0,008	0,008
29 de agosto del 2020	24	56,23	55	267,20496	158	267,20496	18.400	0,015	0,015
3 de marzo del 2020	24	103	104	925,5168	109	970,0128	33.966	0,027	0,029
3 de marzo del 2020	24	8,02	99	68,599872	25	68,599872	13.001	0,005	0,005
3 de marzo del 2020	24	46,23	224	894,716928	180	894,716928	18.400	0,049	0,049

Punto de Vertimiento	Tiempo de Muestreo (h)	Q(L/s)	DBO_5 (mg/L)	Carga DBO_5 (Kg/día)	SST (mg/L)	Carga SST (Kg/día)	Población servida	PPC DBO_5 (Kg/Hab-día)	PPC SST (Kg/hab-día)
26 de enero del 2016	24	76,62	270	1787,39136	108	714,956544	33.966	0,053	0,021
26 de enero del 2016	24	12,05	336	349,81632	245	349,81632	13.001	0,027	0,020
26 de enero del 2016	24	66,56	267	1535,459328	158	1535,459328	18.400	0,083	0,083
24 de mayo del 2023	24	275,27	70	1664,83296	51	1212,949728	33.966	0,049	0,036
24 de mayo del 2023	24	130,7	8	90,33984	20	90,33984	13.001	0,007	0,007
24 de mayo del 2023	24	219,66	25	474,4656	33	474,4656	18.400	0,026	0,026

Punto de Vertimiento	Tiempo de Muestreo (h)	Q(L/s)	DBO_5 (mg/L)	Carga DBO_5 (Kg/día)	SST (mg/L)	Carga SST (Kg/día)	Población servida	PPC DBO_5 (Kg/Hab-día)	PPC SST (Kg/hab-día)
Total Municipio								0,031	0,029

VERTIMIENTO	Q (lps)	DBO (mg/l)	CARGA DBO (Kg/día)	CARGA DBO (Kg/mes)	SST (mg/l)	CARGA SST (Kg/día)	CARGA SST (Kg/mes)	POBLACIÓN SERVIDA [1]	PPC DBO (Kg/hab-día)	PPC SST (Kg/hab-día)
SIN TRATAMIENTO	12,05	336	349,81632	10494,4896	245	255,0744	7652,232	13.001	0,027	0,020
CON TRATAMIENTO (UNA VEZ ENTRE EN FUNCIONAMIENTO LA PTAR)	12,05	67,2	69,963264	2098,89792	49	51,01488	1530,4464	13.001	0,005	0,004

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

En el documento del PSMV se indica que se trabajó con las concentraciones más altas que corresponde al monitoreo del área urbana de Granada realizado el 21 enero del 2016, la carga contaminante per Cápita promedio en el municipio de Granada es de 0.027Kg/ hab-día para DBO5 y de 0.020 Kg/hab-día para SST. Los resultados obtenidos del análisis de la carga contaminante y la producción per cápita, son valores por debajo a los valores regionales, propuestos dentro del programa de tasas retributivas para generar la proyección de cargas (DBO = 0.07 Kg/hab-día y SST = 0.05 Kg/hab-día) y también se encuentran dentro de la misma escala de los propuestos por el RAS, en caso de no contar con mediciones o carecer de un sistema de alcantarillado (DBO = 0.05 Kg/hab-día y SST = 0.05 Kg/hab-día).

Para el tema descargas se hizo el análisis con los datos más altos que corresponde al dato reportado en el año 2016 del vertimiento detrás de la planta de beneficio, ya que para el año 2020, el registro el más alto, sin embargo, está asociado a Planta de Beneficio Animal El Cimarrón (este vertimiento no es doméstico y no se trabajará para el tema de las cargas contaminantes). Los datos del Planta de Beneficio Animal El Cimarrón fueron utilizados para el modelo de calidad de la calidad de agua, del cual este se conectará a futuro al sistema de alcantarillado para llegar al rio Ariari.

Una vez unificados los resultados, se efectuó el respectivo cálculo de la producción per cápita (PPC) para el municipio de Granada.

BALANCE DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

La medición de caudales, con la que es posible conocer la cantidad de agua residual que se verterá al Rio Ariari una vez construida la nueva PTAR, además de permitir evaluar la capacidad de asimilación y depuración de la fuente receptora con base en la calidad, cantidad y usos del recurso, es también un mecanismo para comprobar la verdadera demanda hídrica del municipio y así, en caso de ser necesario, realizar un dimensionamierito previo de las alternativas para el tratamiento de las aguas residuales.

A continuación, teniendo los caudales de suministro de agua para la población y de los vertimientos sanitarios, se calculará la dotación de agua correspondiente a la población de Granada.
Aforo del Acueducto

Como se mencionó anteriormente, el municipio de Granada no cuenta con datos de Macromedición efectivos ni con una cobertura completa de micromedición, razón por la cual, la ESP decide tomar como referencia el registro de caudal que entra a la Planta de Tratamiento de Agua Potable. El agua entrante a la planta del Acueducto Regional del Ariari es en promedio 160 L/s, según el personal que opera y según la medición obtenida en la canaleta Parshall durante las visitas efectuadas por la consultoría.

Caudal aportante del acueducto: 160 x 0.545 = 87,2 l/s

Con el caudal aportante de la planta de tratamiento de agua potable, se calcula la dotación neta del sistema de acueducto:

$$Dotación\ Neta = \frac{Qmd\ \frac{l}{s} x\ 86400\ seg}{hab}$$

$$Dotación\ Neta = \frac{87.2\ \frac{l}{s} x\ 86400\ seg}{47941\ hab}$$

$$Dotación\ Neta = 157.15 \frac{l}{hab - día}$$

El número de habitantes utilizado en la anterior ecuación, corresponde a los usuarios que cuentan con acometida de acueducto (12.957) aproximadamente 47.941 habitantes, por tal motivo se utiliza dicho valor como la población que hace uso del Acueducto Regional del Ariari.

Aforo del Alcantarillado.

De acuerdo a los datos obtenidos, se determinó que el caudal de agua residual doméstico (QARD) = 198,96 L/s; caudal que corresponde al 80% de agua potable que debe retornar al alcantarillado.

Por ende, el caudal de agua potable de origen doméstico (QAPD) se calcula:

Q_{APD} *= (198,96L/s x100%) / 80%*

Q_{APD} *= 237.45 L/s*

Este caudal corresponde a una población de 65,366 habitantes, quienes cuentan con sistema de alcantarillado y vierten sus aguas residuales a los Caños Sibao e Irique.

La dotación estimada para el casco urbano de Granada a partir del aforo realizado a los descoles es de:

$$Dotación\ Neta = \frac{Qmd\ \frac{l}{s} x\ 86400\ seg}{hab}$$

$$Dotación\ Neta = \frac{237,45\ \frac{l}{s} x\ 86400\ seg}{65366\ hab}$$

$$Dotación\ Neta = 313,85 \frac{l}{hab - día}$$

El municipio de Granada (casco urbano) está consumiendo más del 54.5%, el aforo de alcantarillado, el cual es un valor más real y preciso (pues a diferencia del aforo de acueducto, sólo toma en cuenta al municipio de Granada) también permite identificar que la demanda de agua de la población está por encima de la dotación propuesta en el RAS. La Dotación Neta máxima para es del orden de 140 L/hab-día. Este consumo causa que las plantas de tratamiento de Agua Potable operen a su máxima capacidad (con altísimo e innecesario costo de químicos) y demuestra la necesidad de aplicar los sistemas de macro y micromedición en el municipio, el cobro efectivo de tarifas por uso del recurso y un programa municipal de Ahorro y Uso Eficiente de Agua para sensibilizar a la población.

PROYECCIÓN DE CARGAS CONTAMINANTES

El documento objeto de evaluación señala que la proyección de las cargas contaminantes se efectúa a partir de la proyección de caudales y la población, considerando las medidas de optimización de los sistemas de acueducto y alcantarillado.

- *Caudal medio diario: Qmd es el obtenido en 24 horas a partir de los datos de todo el año, se utiliza para determinar la capacidad de una planta de tratamiento y para obtener sus caudales de diseño, así mismo se puede utilizar para determinar la inversión en productos químicos, volumen de lodos y carga orgánica.*

- *Caudal máximo diario: Es el máximo obtenido en 24 horas a partir de los datos anuales, se debe considerar QMD especialmente cuando se van a realizar proyectos en los cuales interviene el tiempo de retención en los procesos.*

- *Coeficiente de Retorno: es la fracción de agua de uso doméstico entregada como agua residual al sistema de alcantarillado. Su estimación proviene del análisis de información existente o medición en campo; el valor recomendado en la Resolución 0330 del 2017, el cual según las condiciones del municipio es 0.85.*

- *Infiltración: La infiltración es el agua que entra al alcantarillado por tuberías defectuosas, conexiones erradas y paredes de los pozos de registro. Aunque se ha solucionado poco a poco los tramos con infiltración a nivel municipal, no es posible calcular el aporte de infiltración a partir de los datos obtenidos en campo. Para el cálculo de aporte por infiltración, la consultoría decide utilizar el valor recomendado por la Resolución 0330 de 2017 en su artículo 134 (valor de 0.1 L/s-Ha) y proyectar este caudal de infiltración de acuerdo con el área de dreneje del alcantarillado actual y futuro.*

- *Conexiones Erradas: Son las contribuciones provenientes del sistema de aguas lluvias que se vinculan de forma no planificada al alcantarillado sanitario. Para efectos del presente documento, no se tienen en cuenta las conexiones erradas.*

- *Factor de Mayoración: debe calcularse haciendo uso de mediciones de campo, en las cuales se tenga en cuenta los patrones de consumo de la población. En ausencia de datos de campo se debe estimar con las ecuaciones aproximadas teniendo en cuenta las limitaciones que puedan presentarse en su aplicabilidad. Este valor deberá estar entre 1.4 y 3.8.*

Caudales de diseño

Los caudales de diseño son calculados sumando el caudal máximo horario, los aportes por infiltraciones y conexiones erradas. Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea menor a 1.5 L/s, debe adoptarse este último valor como caudal de diseño para el tramo.

- *Caudal de aporte doméstico (Q_d)*

$$Q_d = \frac{Población\ x\ Dotación\ Neta\ x\ Coeficiente\ Retorno}{86400}$$

Dónde:

Población = # de habitantes aportantes de agua residual

Dotación Neta = Dotación de agua por persona (140 L/hab-día)

Coeficiente Retorno = 0.85

- *Caudal medio diario de Agua Residual (Qmd)*

El caudal medio de agua residual para el municipio, es el resultado de la suma del caudal de agua residual doméstico, institucional, comercial e industrial.

$$Q_{md} = Q_d + Q_{ins} + Q_c + Q_{ind}$$

Donde:

Qmd = Caudal medio diario

Qins = Caudal institucional

Qc = Caudal comercial

Qind = Caudel industrial

- *Caudal máximo Horario (QMH)*

Corresponde al caudal medio diario por el Factor de Mayoración.

$$Q_{MH} = Q_{md} \times F$$

Donde:

QMH = Caudal máximo horario

Qmd = Caudal medio diario

F = Factor de mayoración

- *Caudal de Diseño ($Q_{diseño}$)*

Finalmente, se tiene el caudal de diseño, el cual corresponde a la suma del caudal máximo horario, el caudal de infiltración y el caudal de conexiones erradas.

$$Q_{diseño} = Q_{MH} + Q_{CE} + Q_{INF}$$

Donde:

QD = Caudal de diseño

QMH = Caudal máximo horario

Qce = Caudal conexiones erradas

Qinf = Caudal de infiltración

Mencionándose en el documento que la proyección de caudales se realiza conforme a la resolución 330 de 2017 aunque se debe considerar que el periodo de diseño del PSMV es de 10 años el cual se divide en corto plazo (0 a 2 años), mediano (2 a 5 años) y largo plazo (5 a 10 años).

Cormacarena

Tabla 29. Proyección de caudales para el municipio de Granada

ESTUDIOS DE POBLACIÓN Y APORTE DE AGUAS RESIDUALES GRANADA-META																	
TASA DE CRECIMIENTO RESIDENCIAL		2,12%	ALTURA DE LA ZONA DEL PROYECTO (m.s.n.m)		370	NORMATIVIDAD											
POBLACIÓN FLOTANTE		9,0%	DOTACIÓN NETA RESIDENCIAL (L-H-D)		140,0	DOTACIÓN NETA RESIDENCIAL (L-H-D)											
DENSIDAD HABITACIONAL		275,68	METODO DE PROYECCION ADOPTADO		ARITMETICO		GEOMETRICO	EXPONENCIAL	DEMOGRÁFICO								
ÁREA RESIDENCIAL (Ha)	ÁREA COMERCIAL (Ha)	ÁREA INSTITUCIONAL (Ha)		ÁREA INDUSTRIAL (Ha)	ÁREA DE EXPANSIÓN (Ha)				ÁREA DE EXCLUSIÓN (Ha)	ÁREA COBERTURA (Ha)							
592,5	69,70	34,85		0,00	263,00				0,00	855,45							
COEFICIENTE DE RETORNO	COEFICIENTE DE APORTE COMERCIAL	COEFICIENTE DE APORTE INSTITUCIONAL		COEFICIENTE DE APORTE INDUSTRIAL	CONEXIONES ERRADAS		cv		CONEXIONES ERRADAS + INFILTRACIÓN								
0,85	0,40	0,40		0,80	0,10		0,1		0,20								

AÑO	POBLACIÓN URBANA (HABITANTES)			ÁREA AFERENTE RESIDENCIAL	APORTE RESIDENCIAL (L/S)	APORTE COMERCIAL (L/S)	APORTE INSTITUCIONAL (L/S)	APORTE INDUSTRIAL (L/S)	CAUDAL MEDIO (L/S)	FACTOR DE MAYORACIÓN			FACTORES PICO (SD)			APORTE INFILTRACIÓN (L/S)	CAUDALES PARA DISEÑO PTAR (L/S)			CAUDAL MEDIO + Infiltraciones (L/S)
	FIJA	FLOTANTE	TOTAL							Gaines	Flores	Los Angeles	Q MAX HORARIO	Q MAX DIARIO	Q MAX MENSUAL		Q MAX HORARIO	Q MAX DIARIO	Q MAX MENSUAL	
2.018	64.932	5.844	70.776	592,45	97,48	27,88	13,94	0,00	139,30	2,29	1,15	2,25	2,83	2,05	1,476	59,25	453,08	345,02	264,82	198,55
2.019	66.309	5.968	72.277	602,97	99,55	27,88	13,94	0,00	141,37	2,29	1,14	2,25	2,82	2,05	1,475	60,30	459,55	350,03	268,78	201,67
2.020	67.714	6.094	73.808	613,49	101,66	27,88	13,94	0,00	143,48	2,29	1,14	2,24	2,82	2,05	1,474	61,35	466,11	355,10	272,79	204,83
2.021	69.150	6.224	75.374	624,01	103,81	27,88	13,94	0,00	145,63	2,29	1,14	2,24	2,82	2,05	1,473	62,40	472,78	360,26	276,87	208,03
2.022	70.616	6.355	76.971	634,53	106,01	27,88	13,94	0,00	147,83	2,28	1,14	2,24	2,81	2,04	1,472	63,45	479,56	365,49	281,00	211,29
2.023	72.113	6.490	78.603	645,05	108,26	27,88	13,94	0,00	150,08	2,28	1,13	2,23	2,81	2,04	1,470	64,51	486,44	370,81	285,19	214,59
2.024	73.642	6.628	80.270	655,57	110,56	27,88	13,94	0,00	152,38	2,28	1,13	2,23	2,81	2,04	1,469	65,56	493,43	376,20	289,45	217,93
2.025	75.203	6.768	81.971	666,09	112,90	27,88	13,94	0,00	154,72	2,28	1,13	2,23	2,80	2,04	1,468	66,61	500,52	381,67	293,76	221,33

ESTUDIOS DE POBLACIÓN Y APORTE DE AGUAS RESIDUALES GRANADA-META

TASA DE CRECIMIENTO RESIDENCIAL	2,12%	ALTURA DE LA ZONA DEL PROYECTO.(m.s.n.m)	370	NORMATIVIDAD			
POBLACIÓN FLOTANTE	9,0%	DOTACIÓN NETA RESIDENCIAL (L-H-D)	140,0	DOTACIÓN NETA RESIDENCIAL (L-H-D)			
DENSIDAD HABITACIONAL	275,68	METODO DE PROYECCION ADOPTADO	ARITMETICO	GEOMETRICO	EXPONENCIAL	DEMOGRÁFICO	

ÁREA RESIDENCIAL (Ha)	ÁREA COMERCIAL (Ha)	ÁREA INSTITUCIONAL (Ha)	ÁREA INDUSTRIAL (Ha)	ÁREA DE EXPANSIÓN (Ha)	ÁREA DE EXCLUSIÓN (Ha)	ÁREA COBERTURA (Ha)
592,5	69,70	34,85	0,00	263,00	0,00	855,45

COEFICIENTE DE RETORNO	COEFICIENTE DE APORTE COMERCIAL	COEFICIENTE DE APORTE INSTITUCIONAL	COEFICIENTE DE APORTE INDUSTRIAL	CONEXIONES ERRADAS	cv	CONEXIONES ERRADAS + INFILTRACIÓN
0,85	0,40	0,40	0,80	0,10	0,1	0,20

AÑO	POBLACIÓN URBANA (HABITANTES)			ÁREA AFERENTE RESIDENCIAL	APORTE RESIDENCIAL (L/S)	APORTE COMERCIAL (L/S)	APORTE INSTITUCIONAL (L/S)	APORTE INDUSTRIAL (L/S)	CAUDAL MEDIO (L/S)	FACTOR DE MAYORACIÓN			FACTORES PICO (SD)			APORTE INFILTRACIÓN (L/S)	CAUDALES PARA DISEÑO PTAR (L/S)			CAUDAL MEDIO + Infiltraciones (L/S)
	FIJA	FLOTANTE	TOTAL							Gaines	Flores	Angele	O HORARIO	O DIARIO	O MENSUAL		Q MAX HORARIO	Q MAX DIARIO	Q MAX MENSUAL	
2.026	76.797	6.912	83.709	676,61	115,29	27,88	13,94	0,00	157,11	2,28	1,13	2,22	2,80	2,03	1,467	67,66	507,73	387,23	298,15	224,77
2.027	78.425	7.058	85.483	687,13	117,74	27,88	13,94	0,00	159,56	2,27	1,12	2,22	2,80	2,03	1,466	68,71	515,05	392,87	302,59	228,27
2.028	80.088	7.208	87.296	697,65	120,23	27,88	13,94	0,00	162,05	2,27	1,12	2,22	2,79	2,03	1,465	69,77	522,49	398,59	307,10	231,82
2.029	81.786	7.361	89.147	708,17	122,78	27,88	13,94	0,00	164,60	2,27	1,12	2,21	2,79	2,03	1,463	70,82	530,05	404,41	311,68	235,42
2.030	83.520	7.517	91.037	718,69	125,39	27,88	13,94	0,00	167,21	2,27	1,12	2,21	2,79	2,02	1,462	71,87	537,72	410,31	316,33	239,08
2.031	85.290	7.676	92.966	729,21	128,04	27,88	13,94	0,00	169,86	2,26	1,11	2,21	2,78	2,02	1,461	72,92	545,51	416,29	321,04	242,78
2.032	87.098	7.839	94.937	739,73	130,76	27,88	13,94	0,00	172,58	2,26	1,11	2,20	2,78	2,02	1,459	73,97	553,42	422,37	325,83	246,55
2.033	88.945	8.005	96.950	750,25	133,53	27,88	13,94	0,00	175,35	2,26	1,11	2,20	2,77	2,02	1,458	75,03	561,46	428,54	330,69	250,38
2.03	90.830	8.175	99.005	760,77	136,36	27,88	13,94	0,00	178,18	2,2	1,1	2,2	2,77	2,0	1,45	76,08	569,62	434,80	335,62	254,26

Cormacarena

ESTUDIOS DE POBLACIÓN Y APORTE DE AGUAS RESIDUALES GRANADA-META							
TASA DE CRECIMIENTO RESIDENCIAL	2,12%	ALTURA DE LA ZONA DEL PROYECTO (m.s.n.m)	370	NORMATIVIDAD			
POBLACIÓN FLOTANTE	9,0%	DOTACIÓN NETA RESIDENCIAL (L-H-D)	140,0	DOTACIÓN NETA RESIDENCIAL (L-H-D)			
DENSIDAD HABITACIONAL	275,68	METODO DE PROYECCION ADOPTADO	ARITMETICO	GEOMETRICO	EXPONENCIAL	DEMOGRÁFICO	

ÁREA RESIDENCIAL (Ha)	ÁREA COMERCIAL (Ha)	ÁREA INSTITUCIONAL (Ha)	ÁREA INDUSTRIAL (Ha)	ÁREA DE EXPANSIÓN (Ha)	ÁREA DE EXCLUSIÓN (Ha)	ÁREA COBERTURA (Ha)
592,5	69,70	34,85	0,00	263,00	0,00	855,45

COEFICIENTE DE RETORNO	COEFICIENTE DE APORTE COMERCIAL	COEFICIENTE DE APORTE INSTITUCIONAL	COEFICIENTE DE APORTE INDUSTRIAL	CONEXIONES ERRADAS	cv	CONEXIONES ERRADAS + INFILTRACIÓN
0,85	0,40	0,40	0,80	0,10	0,1	0,20

AÑO	POBLACIÓN URBANA (HABITANTES)			ÁREA AFERENTE RESIDENCIAL	APORTE RESIDENCIAL (L/S)	APORTE COMERCIAL (L/S)	APORTE INSTITUCIONAL (L/S)	APORTE INDUSTRIAL (L/S)	CAUDAL MEDIO (L/S)	FACTOR DE MAYORACIÓN			FACTORES PICO (SD)			APORTE INFILTRACIÓN (L/S)	CAUDALES PARA DISEÑO PTAR (L/S)			CAUDAL MEDIO + Infiltraciones (L/S)
	FIJA	FLOTANTE	TOTAL							Gaines	Flores	Ángeles	O HORARIO	O DIARIO	O MENSUAL		Q MAX HORARIO	Q MAX DIARIO	Q MAX MENSUAL	
										6	1	0		1	7					
4																				
2.035	92.756	8.348	101.104	771,29	139,25	27,88	13,94	0,00	181,07	2,26	1,11	2,19	2,77	2,01	1,455	77,13	577,91	441,16	340,63	258,20
2.036	94.723	8.525	103.248	781,81	142,21	27,88	13,94	0,00	184,03	2,25	1,10	2,19	2,76	2,01	1,454	78,18	586,32	447,61	345,71	262,21
2.037	96.731	8.706	105.437	792,33	145,22	27,88	13,94	0,00	187,04	2,25	1,10	2,19	2,76	2,00	1,452	79,23	594,87	454,16	350,87	266,27
2.038	98.781	8.890	107.671	802,85	148,30	27,88	13,94	0,00	190,12	2,25	1,10	2,19	2,75	2,00	1,451	80,29	603,54	460,81	356,10	270,40
2.039	100.876	9.079	109.955	813,37	151,44	27,88	13,94	0,00	193,26	2,25	1,10	2,18	2,75	2,00	1,449	81,34	612,35	467,56	361,42	274,60
2.040	103.014	9.271	112.285	823,89	154,65	27,88	13,94	0,00	196,47	2,24	1,09	2,18	2,74	2,00	1,448	82,39	621,29	474,40	366,81	278,86
2.041	105.198	9.468	114.666	834,41	157,93	27,88	13,94	0,00	199,75	2,24	1,09	2,18	2,74	1,99	1,446	83,44	630,37	481,35	372,29	283,19
2.042	107.428	9.669	117.097	844,93	161,28	27,88	13,94	0,00	203,10	2,24	1,09	2,17	2,73	1,99	1,444	84,49	639,59	488,41	377,85	287,59

ESTUDIOS DE POBLACIÓN Y APORTE DE AGUAS RESIDUALES GRANADA-META									
TASA DE CRECIMIENTO RESIDENCIAL		2,12%	ALTURA DE LA ZONA DEL PROYECTO (m.s.n.m)	370	NORMATIVIDAD				
POBLACIÓN FLOTANTE		9,0%	DOTACIÓN NETA RESIDENCIAL (L-H-D)	140,0	DOTACIÓN NETA RESIDENCIAL (L-H-D)				
DENSIDAD HABITACIONAL		275,68	METODO DE PROYECCION ADOPTADO	ARITMETICO	GEOMETRICO	EXPONENCIAL	DEMOGRÁFICO		
ÁREA RESIDENCIAL (Ha)	ÁREA COMERCIAL (Ha)	ÁREA INSTITUCIONAL (Ha)	ÁREA INDUSTRIAL (Ha)	ÁREA DE EXPANSIÓN (Ha)		ÁREA DE EXCLUSIÓN (Ha)	ÁREA COBERTURA (Ha)		
592,5	69,70	34,85	0,00	263,00		0,00	855,45		
COEFICIENTE DE RETORNO	COEFICIENTE DE APORTE COMERCIAL	COEFICIENTE DE APORTE INSTITUCIONAL	COEFICIENTE DE APORTE INDUSTRIAL	CONEXIONES ERRADAS	cv	CONEXIONES ERRADAS + INFILTRACIÓN			
0,85	0,40	0,40	0,80	0,10	0,1	0,20			

AÑO	POBLACIÓN URBANA (HABITANTES)			AREA AFERENTE RESIDENCIAL	APORTE RESIDENCIAL (L/S)	APORTE COMERCIAL (L/S)	APORTE INSTITUCIONAL (L/S)	APORTE INDUSTRIAL (L/S)	CAUDAL MEDIO (L/S)	FACTOR DE MAYORACIÓN			FACTORES PICO (SD)			APORTE INFILTRACION (L/S)	CAUDALES PARA DISEÑO PTAR (L/S)			CAUDAL MEDIO + Infiltraciones (L/S)
	FIJA	FLOTANTE	TOTAL							Gaines	Flórez	Angele	O. HORARIO	O. DIARIO	O. MENSUAL		Q MAX HORARIO	Q MAX DIARIO	Q MAX MENSUAL	
2.043	109.706	9.874	119.580	855,45	164,70	27,88	13,94	0,00	206,52	2,24	1,09	2,17	2,73	1,99	1,443	85,55	648,95	495,57	383,49	292,06
2.044	112.031	10.083	122.114	855,45	168,19	27,88	13,94	0,00	210,01	2,24	1,08	2,17	2,72	1,98	1,441	85,55	657,39	501,77	388,16	295,55
2.045	114.406	10.297	124.703	865,97	171,76	27,88	13,94	0,00	213,58	2,23	1,08	2,16	2,72	1,98	1,439	86,60	667,03	509,15	393,98	300,17
2.046	116.832	10.515	127.347	865,97	175,40	27,88	13,94	0,00	217,22	2,23	1,08	2,16	2,71	1,97	1,437	86,60	675,76	515,57	398,83	303,81
2.047	119.309	10.738	130.047	876,49	179,12	27,88	13,94	0,00	220,94	2,23	1,08	2,16	2,71	1,97	1,436	87,65	685,68	523,16	404,83	308,58
2.048	121.838	10.965	132.803	876,49	182,91	27,88	13,94	0,00	224,73	2,23	1,08	2,15	2,70	1,97	1,434	87,65	694,70	529,80	409,86	312,38

ESTUDIOS DE POBLACIÓN Y APORTE DE AGUAS RESIDUALES GRANADA-META									
TASA DE CRECIMIENTO RESIDENCIAL	2,12%	ALTURA DE LA ZONA DEL PROYECTO (m.s.n.m)	370	NORMATIVIDAD					
POBLACIÓN FLOTANTE	9,0%	DOTACIÓN NETA RESIDENCIAL (L-H-D)	140,0	DOTACIÓN NETA RESIDENCIAL (L-H-D)					
DENSIDAD HABITACIONAL	275,68	METODO DE PROYECCION ADOPTADO	ARITMETICO	GEOMETRICO	EXPONENCIAL	DEMOGRÁFICO			
ÁREA RESIDENCIAL (Ha)	ÁREA COMERCIAL (Ha)	ÁREA INSTITUCIONAL (Ha)	ÁREA INDUSTRIAL (Ha)	ÁREA DE EXPANSIÓN (Ha)		ÁREA DE EXCLUSIÓN (Ha)	ÁREA COBERTURA (Ha)		
592,5	69,70	34,85	0,00	263,00		0,00	855,45		
COEFICIENTE DE RETORNO	COEFICIENTE DE APORTE COMERCIAL	COEFICIENTE DE APORTE INSTITUCIONAL	COEFICIENTE DE APORTE INDUSTRIAL	CONEXIONES ERRADAS	cv	CONEXIONES ERRADAS + INFILTRACIÓN			
0,85	0,40	0,40	0,80	0,10	0,1	0,20			

AÑO	POBLACIÓN URBANA (HABITANTES)			ÁREA AFERENTE RESIDENCIAL	APORTE RESIDENCIAL (L/S)	APORTE COMERCIAL (L/S)	APORTE INSTITUCIONAL (L/S)	APORTE INDUSTRIAL (L/S)	CAUDAL MEDIO (L/S)	FACTOR DE MAYORACIÓN			FACTORES PICO (SD)			APORTE INFILTRACIÓN (L/S)	CAUDALES PARA DISEÑO PTAR (L/S)			CAUDAL MEDIO + Infiltraciones (L/S)
	FIJA	FLOTANTE	TOTAL							Gaines	Flores	Los Angeles	Q HORARIO	Q DIARIO	Q MENSUAL		Q MAX HORARIO	Q MAX DIARIO	Q MAX MENSUAL	
2.049	124.421	11.198	135.619	887,01	186,79	27,88	13,94	0,00	228,61	2,22	1,07	2,15	2,70	1,96	1,432	88,70	704,92	537,61	416,03	317,31
2.050	127.059	11.435	138.494	887,01	190,75	27,88	13,94	0,00	232,57	2,22	1,07	2,15	2,69	1,96	1,430	88,70	714,23	544,48	421,25	321,27
2.051	129.752	11.678	141.430	897,53	194,79	27,88	13,94	0,00	236,61	2,22	1,07	2,14	2,68	1,96	1,428	89,75	724,75	552,52	427,61	326,37

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Proyección de carga contaminante

Al respecto se define en el documento que la proyección de la población y el cálculo de las cargas per cápita del numeral 4.3 para los parámetros DBO y SST se llevará a cabo la proyección de las cargas contaminantes.

Para efectos del PSMV, la proyección de las cargas contaminantes se dividirá en: Carga Generada, Recolectada, Transportada y Tratada, cada una para el cuerpo receptor a corto plazo (0 a 2 años), mediano plazo (2 a 5 años) y largo plazo (5 a 10 años) y se proyecta 15 años más para

contemplar el escenario de la norma RAS, resolución 330 de 2017, esto considerando que la proyección de cargas contempla las inversiones de obras hasta 10 años.

- Carga contaminante recolectada: Se calcula considerando la cobertura efectiva del alcantarillado para el área urbana del 83,16%, además con una población asociada a la descarga principal de 65.366 habitantes; el cual se espera que al octavo año de aprobado el presente documento se cuente con una cobertura efectiva del 100%.
- Carga contaminante generada: Esta proyección se realiza a partir de la proyección de población total para el área de drenaje.
- Carga Contaminante Transportada: El alcantarillado para el área urbana del 83,16% y como se mencionó anteriormente.
- Carga contaminante tratada: Carga a tratar por la PTAR para cumplir con los valores límites máximos permisibles establecidos en la resolución 631 de 2015 y los objetivos de calidad de la fuente receptora, por lo que la proyección de las cargas contaminantes se les asignará este valor una vez este optimizada, proyectando su eficiente funcionamiento para el año 10 según el Plan de Inversiones. Conforme al análisis realizado se espera que con la estabilización y mejora de los sistemas de acueducto y alcantarillado.
- Carga contaminante Vertida: El municipio cuenta con tres vertimientos actualmente, a futuro el municipio sus aguas residuales están dirigidas a la fuente receptora Rio Ariari, en donde confluyen todas las aguas recolectadas del sistema de alcantarillado sanitario con o sin tratamiento.

A continuación, se presentan los cálculos para las cargas contaminantes generadas, recolectadas, transportadas, tratadas y vertidas.

Tabla 30. Proyección de población

UBICACIÓN	AÑO DE PROYECCIÓN		POBLACIÓN PROYECTADA (hab)	CAUDAL DE DISEÑO (L/S)	COBERTURA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES (L/s)				
						GENERADO	RECOLECTADO	TRANSPORTADO	TRATADO	VERTIDO
V MAKATOA (CAÑO SIBAO)		2023	40.795	252,46	83,16%	252,46	209,95	209,95	0,00	252,46
V. CERCANO A LA PLANTA SACRIFICIO (CAÑO SIBAO)			15.642	96,80		96,80	80,50	80,50	0,00	96,80
V. CERCANO PREDIO DE LA FUTURA PTAR - CAÑO IRIQUE			22.166	137,18		137,18	114,07	114,07	0,00	137,18
V MAKATOA (CAÑO SIBAO)	0	2024	41.660	256,09	83,16%	256,09	212,96	212,96	0,00	256,09

2550

Cormacarena

UBICACIÓN	AÑO DE PROYECCIÓN		POBLACIÓN PROYECTADA (hab)	CAUDAL DE DISEÑO (L/S)	COBERTURA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES (L/s)				
						GENERADO	RECOLECTADO	TRANSPORTADO	TRATADO	VERTIDO
V. CERCANO A LA PLANTA SACRIFICIO (CAÑO SIBAO)			15.974	98,19		98,19	81,66	81,66	0,00	98,19
V. CERCANO PREDIO DE LA FUTURA PTAR - CAÑO IRIQUE			22.636	139,15		139,15	115,71	115,71	0,00	139,15
V MAKATOA (CAÑO SIBAO)	1	2025	42.543	259,77	83,16%	259,77	216,03	216,03	0,00	259,77
V. CERCANO A LA PLANTA SACRIFICIO (CAÑO SIBAO)			16.312	99,60		99,60	82,83	82,83	0,00	99,60
V. CERCANO PREDIO DE LA FUTURA PTAR - CAÑO IRIQUE			23.116	141,15		141,15	117,38	117,38	0,00	141,15
V MAKATOA (CAÑO SIBAO)	2	2026	43.445	263,77	83,16%	263,77	219,35	219,35	0,00	263,77
V. CERCANO A LA PLANTA SACRIFICIO (CAÑO SIBAO)			16.658	100,94		100,94	83,94	83,94	0,00	100,94
V. CERCANO PREDIO DE LA FUTURA PTAR - CAÑO IRIQUE			23.606	142,88		142,88	118,82	118,82	0,00	142,88
V MAKATOA (CAÑO SIBAO)	3	2027	44.408	267,57	83,16%	267,57	222,51	222,51	0,00	267,57
V. CERCANO A LA PLANTA SACRIFICIO (CAÑO SIBAO)			16.994	102,39		102,39	85,15	85,15	0,00	102,39
V. CERCANO PREDIO DE LA FUTURA PTAR - CAÑO IRIQUE			24.055	144,94		144,94	120,53	120,53	0,00	144,94
V MAKATOA (CAÑO SIBAO)	4	2028	45.350	271,44	83,16%	271,44	225,73	225,73	0,00	271,44
V. CERCANO A LA PLANTA SACRIFICIO (CAÑO SIBAO)			17.354	103,87		103,87	86,38	86,38	0,00	103,87

UBICACIÓN	AÑO DE PROYECCIÓN		POBLACIÓN PROYECTADA	CAUDAL DE DISEÑO (L/S)	COBERTURA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES (L/s)				
			(hab)			GENERADO	RECOLECTADO	TRANSPORTADO	TRATADO	VERTIDO
V. CERCANO PREDIO DE LA FUTURA PTAR - CAÑO IRIQUE			24.565	147,03		147,03	122,27	122,27	0,00	147,03
V MAKATOA (CAÑO SIBAO)	5	2029	46.267	275,10	90,00%	275,10	247,59	247,59	0,00	275,10
V. CERCANO A LA PLANTA SACRIFICIO (CAÑO SIBAO)			17.740	105,48		105,48	94,93	94,93	0,00	105,48
V. CERCANO PREDIO DE LA FUTURA PTAR - CAÑO IRIQUE			25.139	149,47		149,47	134,53	134,53	0,00	149,47
V MAKATOA (CAÑO SIBAO)	6	2030	47.248	279,08	90,00%	279,08	251,17	251,17	0,00	279,08
V. CERCANO A LA PLANTA SACRIFICIO (CAÑO SIBAO)			18.116	107,01		107,01	96,31	96,31	0,00	107,01
V. CERCANO PREDIO DE LA FUTURA PTAR - CAÑO IRIQUE			25.672	151,64		151,64	136,47	136,47	0,00	151,64
V MAKATOA (CAÑO SIBAO)	7	2031	48.249	283,12	90,00%	283,12	254,81	254,81	0,00	283,12
V. CERCANO A LA PLANTA SACRIFICIO (CAÑO SIBAO)			18.500	108,56		108,56	97,70	97,70	0,00	108,56
V. CERCANO PREDIO DE LA FUTURA PTAR - CAÑO IRIQUE			26.216	153,83		153,83	138,45	138,45	0,00	153,83
V MAKATOA (CAÑO SIBAO)	8	2032	49.272	287,23	90%	287,23	258,50	258,50	0,00	287,23
V. CERCANO A LA PLANTA SACRIFICIO (CAÑO SIBAO)			18.892	110,13		110,13	99,12	99,12	0,00	110,13
V. CERCANO PREDIO DE LA FUTURA PTAR - CAÑO IRIQUE			26.772	156,07		156,07	140,46	140,46	0,00	156,07
UNIFICACION VERTIMIENTO AL RIO	9	2033	96.950	561,46	95%	561,46	533,39	533,39	0,00	561,46

1552

UBICACIÓN	AÑO DE PROYECCIÓN		POBLACIÓN PROYECTADA (hab)	CAUDAL DE DISEÑO (L/S)	COBERTURA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES (L/s)				
						GENERADO	RECOLECTADO	TRANSPORTADO	TRATADO	VERTIDO
ARIARI										
UNIFICACION VERTIMIENTO AL RIO ARIARI	10	2034	99.005	569,62	95%	569,62	541,14	541,14	541,14	569,62
UNIFICACION VERTIMIENTO AL RIO ARIARI	11	2035	101.104	577,91	100%	577,91	577,91	577,91	577,91	577,91
UNIFICACION VERTIMIENTO AL RIO ARIARI	12	2036	103.248	586,32	100%	586,32	586,32	586,32	586,32	586,32
UNIFICACION VERTIMIENTO AL RIO ARIARI	13	2037	105.437	594,87	100%	594,87	594,87	594,87	594,87	594,87
UNIFICACION VERTIMIENTO AL RIO ARIARI	14	2038	107.671	603,54	100%	603,54	603,54	603,54	603,54	603,54
UNIFICACION VERTIMIENTO AL RIO ARIARI	15	2039	109.955	612,35	100%	612,35	612,35	612,35	612,35	612,35
UNIFICACION VERTIMIENTO AL RIO ARIARI	16	2040	112.285	621,29	100%	621,29	621,29	621,29	621,29	621,29
UNIFICACION VERTIMIENTO AL RIO ARIARI	17	2041	114.666	630,37	100%	630,37	630,37	630,37	630,37	630,37
UNIFICACION VERTIMIENTO AL RIO ARIARI	18	2042	117.097	639,59	100%	639,59	639,59	639,59	639,59	639,59
UNIFICACION VERTIMIENTO AL RIO ARIARI	19	2043	119.580	648,95	100%	648,95	648,95	648,95	648,95	648,95

UBICACIÓN	AÑO DE PROYECCIÓN		POBLACIÓN PROYECTADA (hab)	CAUDAL DE DISEÑO (L/S)	COBERTURA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES (L/s)				
						GENERADO	RECOLECTADO	TRANSPORTADO	TRATADO	VERTIDO
UNIFICACION VERTIMIENTO AL RIO ARIARI	20	2044	122.114	657,39	100%	657,39	657,39	657,39	657,39	657,39
UNIFICACION VERTIMIENTO AL RIO ARIARI	21	2045	124.703	667,03	100%	667,03	667,03	667,03	667,03	667,03
UNIFICACION VERTIMIENTO AL RIO ARIARI	22	2046	127.347	675,76	100%	675,76	675,76	675,76	675,76	675,76
UNIFICACION VERTIMIENTO AL RIO ARIARI	23	2047	130.047	685,68	100%	685,68	685,68	685,68	685,68	685,68
UNIFICACION VERTIMIENTO AL RIO ARIARI	24	2048	132.803	694,70	100%	694,70	694,70	694,70	694,70	694,70
UNIFICACION VERTIMIENTO AL RIO ARIARI	25	2049	135.619	704,92	100%	704,92	704,92	704,92	704,92	704,92

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Tabla 31. Proyección de Caudales de Agua Residual y Aportes Per Cápita de Carga Contaminante

AÑO DE PROYECCIÓN	POBLACIÓN PROYECTADA	CAUDAL DE DISEÑO (L/S)	COBERTURA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES (L/s)	CONCENTRACIÓN MEDIDA (ENTRADA PTAR)	CONCENTRACIÓN MEDIDA (SALIDA PTAR)	APORTE PERCAPITA DE CARGA (Kg/hab-d) SIN TRATAMIENTO	APORTE PERCAPITA DE CARGA (Kg/hab-d) CON TRATAMIENTO

2552

									[DBO5]	[SST]	[DBO5]	[SST]				
	(hab)			GENERADO	RECOLECTADO	TRANSPORTADO	TRATADO	VERTIDO	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(DBO5)	(SST)	(DBO5)	(SST)
2023	40.795	252,46	83,16%	252,46	209,95	209,95	0,00	252,46	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
	15.642	96,80		96,80	80,50	80,50	0,00	96,80	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
	22.166	137,18		137,18	114,07	114,07	0,00	137,18	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
2024	41.660	256,09	83,16%	256,09	212,96	212,96	0,00	256,09	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
	15.974	98,19		98,19	81,66	81,66	0,00	98,19	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
	22.636	139,15		139,15	115,71	115,71	0,00	139,15	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
2025	42.543	259,77	83,16%	259,77	216,03	216,03	0,00	259,77	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
	16.312	99,60		99,60	82,83	82,83	0,00	99,60	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
	23.116	141,15		141,15	117,38	117,38	0,00	141,15	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
2026	43.445	263,77	83,16%	263,77	219,35	219,35	0,00	263,77	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
	16.658	100,94		100,94	83,94	83,94	0,00	100,94	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
	23.606	142,88		142,88	118,82	118,82	0,00	142,88	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
2027	44.408	267,57	83,16%	267,57	222,51	222,51	0,00	267,57	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
	16.994	102,39		102,39	85,15	85,15	0,00	102,39	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
	24.055	144,94		144,94	120,53	120,53	0,00	144,94	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
2028	45.350	271,44	83,16%	271,44	225,73	225,73	0,00	271,44	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
	17.354	103,87		103,87	86,38	86,38	0,00	103,87	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020

AÑO DE PROYECCIÓN	POBLACIÓN PROYECTADA (hab)	CAUDAL DE DISEÑO (L/S)	COBERTURA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES (L/s)					CONCENTRACIÓN MEDIDA (ENTRADA PTAR)		CONCENTRACIÓN MEDIDA (SALIDA PTAR)		APORTE PERCAPITA DE CARGA (Kg/hab-d) SIN TRATAMIENTO		APORTE PERCAPITA DE CARGA (Kg/hab-d) CON TRATAMIENTO	
				GENERADO	RECOLECTADO	TRANSPORTADO	TRATADO	VERTIDO	[DBO5] (mg/L)	[SST] (mg/L)	[DBO5] (mg/L)	[SST] (mg/L)	(DBO5)	(SST)	(DBO5)	(SST)
	24.565	147,03		147,03	122,27	122,27	0,00	147,03	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
2029	46.267	275,10	90%	275,10	247,59	247,59	0,00	275,10	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
	17.740	105,48		105,48	94,93	94,93	0,00	105,48	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
	25.139	149,47		149,47	134,53	134,53	0,00	149,47	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
2030	47.248	279,08	90%	279,08	251,17	251,17	0,00	279,08	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
	18.116	107,01		107,01	96,31	96,31	0,00	107,01	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
	25.672	151,64		151,64	136,47	136,47	0,00	151,64	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
2031	48.249	283,12	90%	283,12	254,81	254,81	0,00	283,12	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
	18.500	108,56		108,56	97,70	97,70	0,00	108,56	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
	26.216	153,83		153,83	138,45	138,45	0,00	153,83	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
2032	49.272	287,23	90%	287,23	258,50	258,50	0,00	287,23	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
	18.892	110,13		110,13	99,12	99,12	0,00	110,13	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
	26.772	156,07		156,07	140,46	140,46	0,00	156,07	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
2033	96.950	561,46	95%	561,46	533,39	533,39	0,00	561,46	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
2034	99.005	569,62	95%	569,62	541,14	541,14	541,14	569,62	336	245	336	245	0,028	0,020	0,028	0,020
2035	101.104	577,91	100%	577,91	577,91	577,91	577,91	577,91	336	245	67,2	49	0,028	0,020	0,006	0,004
2036	103.248	586,32	100%	586,32	586,32	586,32	586,32	586,32	336	245	67,2	49	0,028	0,020	0,006	0,004
2037	105.437	594,87	100%	594,87	594,87	594,87	594,87	594,87	336	245	67,2	49	0,028	0,020	0,006	0,004
2038	107.671	603,54	100%	603,54	603,54	603,54	603,54	603,54	336	245	67,2	49	0,028	0,020	0,006	0,004
2039	109.955	612,35	100%	612,35	612,35	612,35	612,35	612,35	336	245	67,2	49	0,028	0,020	0,006	0,004

2553

Cormacarena

AÑO DE PROYECCIÓN	POBLACIÓN PROYECTADA (hab)	CAUDAL DE DISEÑO (L/S)	COBERTURA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES (L/s)					CONCENTRACIÓN MEDIDA (ENTRADA PTAR)		CONCENTRACIÓN MEDIDA (SALIDA PTAR)		APORTE PERCAPITA DE CARGA (Kg/hab-d) SIN TRATAMIENTO		APORTE PERCAPITA DE CARGA (Kg/hab-d) CON TRATAMIENTO	
				GENERADO	RECOLECTADO	TRANSPORTADO	TRATADO	VERTIDO	[DBO5] (mg/L)	[SST] (mg/L)	[DBO5] (mg/L)	[SST] (mg/L)	(DBO5)	(SST)	(DBO5)	(SST)
2040	112.285	621,29	100%	621,29	621,29	621,29	621,29	621,29	336	245	67,2	49	0,028	0,020	0,006	0,004
2041	114.666	630,37	100%	630,37	630,37	630,37	630,37	630,37	336	245	67,2	49	0,028	0,020	0,006	0,004
2042	117.097	639,59	100%	639,59	639,59	639,59	639,59	639,59	336	245	67,2	49	0,028	0,020	0,006	0,004
2043	119.580	648,95	100%	648,95	648,95	648,95	648,95	648,95	336	245	67,2	49	0,028	0,020	0,006	0,004
2044	122.114	657,39	100%	657,39	657,39	657,39	657,39	657,39	336	245	67,2	49	0,028	0,020	0,006	0,004
2045	124.703	667,03	100%	667,03	667,03	667,03	667,03	667,03	336	245	67,2	49	0,028	0,020	0,006	0,004
2046	127.347	675,76	100%	675,76	675,76	675,76	675,76	675,76	336	245	67,2	49	0,028	0,020	0,006	0,004
2047	130.047	685,68	100%	685,68	685,68	685,68	685,68	685,68	336	245	67,2	49	0,028	0,020	0,006	0,004
2048	132.803	694,70	100%	694,70	694,70	694,70	694,70	694,70	336	245	67,2	49	0,028	0,020	0,006	0,004
2049	135.619	704,92	100%	704,92	704,92	704,92	704,92	704,92	336	245	67,2	49	0,028	0,020	0,006	0,004

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Una vez definidas las coberturas de los sistemas de acueducto y alcantarillado a través del tiempo y, conociendo el comportamiento poblacional a futuro, es posible efectuar la Proyección de las cargas contaminantes de DBO5 y SST para el municipio de Granada.

Tabla 32. Proyección de la Carga Contaminante de DBO5

AÑO DE PROYECCIÓN	POBLACIÓN PROYECTADA	PROYECCIÓN DE CARGA EN (Kg/d)				
		CARGA DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)				
	(hab)	GENERADA	RECOLECTADA	TRANSPORTADA	TRATADA	VERTIDA
2024	41.660	1168,34	971,59	971,59	0,00	971,59
	15.974	447,98	372,54	372,54	0,00	372,54
	22.636	634,82	527,92	527,92	0,00	527,92
2025	42.543	1193,10	992,18	992,18	0,00	992,18
	16.312	457,47	380,43	380,43	0,00	380,43
	23.116	648,27	539,11	539,11	0,00	539,11
2026	43.445	1218,40	1013,22	1013,22	0,00	1013,22
	16.658	467,17	388,50	388,50	0,00	388,50
	23.606	662,02	550,54	550,54	0,00	550,54
2027	44.408	1245,42	1035,69	1035,69	0,00	1035,69
	16.994	476,59	396,33	396,33	0,00	396,33
	24.055	674,61	561,01	561,01	0,00	561,01
2028	45.350	1271,83	1057,66	1057,66	0,00	1057,66
	17.354	486,70	404,74	404,74	0,00	404,74
	24.565	688,92	572,91	572,91	0,00	572,91
2029	46.267	1297,55	1167,79	1167,79	0,00	1167,79
	17.740	497,52	447,77	447,77	0,00	447,77
	25.139	705,03	634,52	634,52	0,00	634,52
2030	47.248	1325,06	1192,55	1192,55	0,00	1192,55
	18.116	508,07	457,26	457,26	0,00	457,26
	25.672	719,97	647,98	647,98	0,00	647,98
2031	48.249	1353,14	1217,82	1217,82	0,00	1217,82
	18.500	518,83	466,95	466,95	0,00	466,95
	26.216	735,23	661,71	661,71	0,00	661,71
2032	49.272	1381,82	1243,64	1243,64	0,00	1243,64
	18.892	529,83	476,85	476,85	0,00	476,85
	26.772	750,82	675,74	675,74	0,00	675,74
2033	96.950	2718,93	2582,98	2582,98	0,00	2582,98
2034	99.005	2776,56	2637,73	2637,73	2221,25	416,48
2035	101.104	2835,43	2835,43	2835,43	2268,34	567,09
2036	103.248	2895,55	2895,55	2895,55	2316,44	579,11
2037	105.437	2956,94	2956,94	2956,94	2365,55	591,39
2038	107.671	3019,59	3019,59	3019,59	2415,68	603,92
2039	109.955	3083,65	3083,65	3083,65	2466,92	616,73
2040	112.285	3148,99	3148,99	3148,99	2519,19	629,80
2041	114.666	3215,77	3215,77	3215,77	2572,61	643,15
2042	117.097	3283,94	3283,94	3283,94	2627,15	656,79
2043	119.580	3353,58	3353,58	3353,58	2682,86	670,72
2044	122.114	3424,64	3424,64	3424,64	2739,71	684,93
2045	124.703	3497,25	3497,25	3497,25	2797,80	699,45
2046	127.347	3571,40	3571,40	3571,40	2857,12	714,28

AÑO DE PROYECCIÓN	POBLACIÓN PROYECTADA	PROYECCIÓN DE CARGA EN (Kg/d)				
		CARGA DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)				
	(hab)	GENERADA	RECOLECTADA	TRANSPORTADA	TRATADA	VERTIDA
2047	130.047	3647,12	3647,12	3647,12	2917,70	729,42
2048	132.803	3724,41	3724,41	3724,41	2979,53	744,88
2049	135.619	3803,39	3803,39	3803,39	3042,71	760,68
2050	138.494	3884,01	3884,01	3884,01	3107,21	776,80
2051	141.430	3966,35	3966,35	3966,35	3173,08	793,27

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Tabla 33. Proyección de la Carga Contaminante de SST

AÑO DE PROYECCIÓN	POBLACIÓN PROYECTADA	PROYECCIÓN DE CARGA EN (Kg/d)				
		CARGA DE LOS SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)				
	(hab)	GENERADA	RECOLECTADA	TRANSPORTADA	TRATADA	VERTIDA
2024	41.660	851,92	708,45	708,45	0,00	708,45
	15.974	326,65	271,64	271,64	0,00	271,64
	22.636	462,89	384,94	384,94	0,00	384,94
2025	42.543	869,97	723,47	723,47	0,00	723,47
	16.312	333,57	277,40	277,40	0,00	277,40
	23.116	472,70	393,10	393,10	0,00	393,10
2026	43.445	888,42	738,81	738,81	0,00	738,81
	16.658	340,64	738,81	738,81	0,00	738,81
	23.606	482,72	401,43	401,43	0,00	401,43
2027	44.408	908,12	755,19	755,19	0,00	755,19
	16.994	347,51	288,99	288,99	0,00	288,99
	24.055	491,90	409,07	409,07	0,00	409,07
2028	45.350	927,38	771,21	771,21	0,00	771,21
	17.354	354,88	295,12	295,12	0,00	295,12
	24.565	502,34	417,74	417,74	0,00	417,74
2029	46.267	946,13	851,52	851,52	0,00	851,52
	17.740	362,77	326,50	326,50	0,00	326,50
	25.139	514,08	462,67	462,67	0,00	462,67
2030	47.248	966,19	869,57	869,57	0,00	869,57
	18.116	370,47	333,42	333,42	0,00	333,42
	25.672	524,98	472,48	472,48	0,00	472,48
2031	48.249	986,66	888,00	888,00	0,00	888,00

AÑO DE PROYECCIÓN	POBLACIÓN PROYECTADA	PROYECCIÓN DE CARGA EN (Kg/d)				
		CARGA DE LOS SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)				
	(hab)	GENERADA	RECOLECTADA	TRANSPORTADA	TRATADA	VERTIDA
	18.500	378,32	340,48	340,48	0,00	340,48
	26.216	536,11	482,49	482,49	0,00	482,49
2032	49.272	1007,58	906,82	906,82	0,00	906,82
	18.892	386,34	347,70	347,70	0,00	347,70
	26.772	547,47	492,72	492,72	0,00	492,72
2033	96.950	1982,55	1883,42	1883,42	0,00	1883,42
2034	99.005	2024,57	1923,35	1923,35	1619,66	303,69
2035	101.104	2067,50	2067,50	2067,50	1654,00	413,50
2036	103.248	2111,34	2111,34	2111,34	1689,07	422,27
2037	105.437	2156,10	2156,10	2156,10	1724,88	431,22
2038	107.671	2201,79	2201,79	2201,79	1761,43	440,36
2039	109.955	2248,49	2248,49	2248,49	1798,80	449,70
2040	112.285	2296,14	2296,14	2296,14	1836,91	459,23
2041	114.666	2344,83	2344,83	2344,83	1875,86	468,97
2042	117.097	2394,54	2394,54	2394,54	1915,63	478,91
2043	119.580	2445,32	2445,32	2445,32	1956,25	489,06
2044	122.114	2497,14	2497,14	2497,14	1997,71	499,43
2045	124.703	2550,08	2550,08	2550,08	2040,06	510,02
2046	127.347	2604,15	2604,15	2604,15	2083,32	520,83
2047	130.047	2659,36	2659,36	2659,36	2127,49	531,87
2048	132.803	2715,72	2715,72	2715,72	2172,57	543,14
2049	135.619	2773,30	2773,30	2773,30	2218,64	554,66

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

DOCUMENTACIÓN DEL ESTADO DE LA FUENTE RECEPTORA EN TÉRMINOS DE CALIDAD

Al respecto el documento PSMV indica que, actualmente el municipio de Granada posee tres descoles sanitarios, dos de los cuales son sobre el caño Sibao y uno sobre el caño Irique, de acuerdo con el diseño de la PTAR y el emisario final a la futura fuente receptora de las aguas residuales sanitarias de Granada será el Rio Ariari, debido a que en época seca la fuente receptora actual tiene baja capacidad de asimilar las cargas contaminantes del municipio y lo que genera la implementación de una PTAR con remociones entre el 99%.

La "Corporación para el Desarrollo Sostenible del área de Manejo Especial La Macarena" CORMACARENA, establece en sus objetivos de calidad que el uso para los cuerpos receptores, en los tramos por donde se realiza los vertimientos, es Agrícola Restringido. A continuación, se muestran los objetivos de calidad establecidos por Cormacarena, para el rio Ariari Resolución No. PS-GJ 1.2.6.20.0933 del 19 de noviembre del 2020 y Resolución No. PS-GJ.1.2.6.014.2000 del 20 de noviembre de 2014 (tramo 3 rio Ariari) emitidas por CORMACARENA:

Tabla 15. Objetivos de calidad del rio Ariari 2020

USO DE LA CORRIENTE

Objetivo de Calidad	DBO_5	OD	SST	NH_3	CT	CF	Variación Temperatura	Película visible GYA	pH	OLOR	MATERIAL FLOTANTE
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NMP/100 ml	NMP/100 ml	°C	Existencia	UN	Existencia	Existencia
Agrícola restringido	20	4	-	5	5000	5000	-	A	4,5 - 9	A	A

Fuente: Resolución No. PS-GJ 1.2.6.20.0933 del 19 de noviembre del 2020

Las concentraciones aceptables para los objetivos de calidad de la fuente receptora se muestran a continuación:

Tabla 16. Concentraciones Aceptadas según Objetivos de Calidad en el tramo 3 del rio Ariari (Rio Ariari en los municipios de granada, fuente de oro y puerto lleras)

Usos, criterios de calidad y objetivos del Río Ariari, de los Municipios de Granada, Fuente de Oro y Puerto LLeras, Periodo 2014 -2024

Numero	Tramo	Uso	Criterio de calidad	Unidad	Objetivo de calidad	Tiempo (años)		
						Corto (1-2)	Mediano (3-5)	Largo (6-10)
3	Tramo 3 : Desde la desembocadura del río la cuibera en las coordenadas 9°7'48"N 74°0'26.47"E hasta 500m aguas arriba de la zona urbana del municipio de puerto lleras en las coordenadas: 8°54'0"N 1.07.221E	Agrícola restringido	DBO_5	mg/L	20			
			OOO	mg/L	20[N]			
			pH	U de pH	4,5-9,0[N]			
			Oxígeno disuelto	mg/L	4[N]			
			Conductividad eléctrica	µS/cm	750[LIM]			
			Coliformes fecales	NMP	5000[LMS]			
			Nitrógeno amoniacal ($N\text{-}NH_3$)	mg/L	5			
			Grasas y aceites	mg/L	A			
			RAS	Fracción	10[LIM]			
			Materiales flotantes		A			

Fuente: RESOLUCIÓN No. PS-GJ.1.2.6.014.2000 del 20 de noviembre de 2014

En donde "GYA" corresponde a la película visible de Grasas y Aceites y "MF" al material flotante visible, los cuales deben ser Ausentes (A).

Caracterización y monitoreo de la fuente receptora

La modelación de la calidad de agua tiene como objeto final la predicción del comportamiento de contaminantes descargados en un cuerpo de agua, cuando las condiciones de las transformaciones y el estado inicial son conocidos (Agudelo Valencia, 2009).

Método de solución analítica y plataforma

Para el ejercicio realizado se emplearon herramientas de cálculo desarrolladas por QUAL2Kw (Q2K) (Chapra & Pelletier, 2008) es un modelo de calidad de aguas de ríos y corrientes que pretende representar una versión modernizada del modelo QUAL2E (Q2E) (Brown & Barnwell,

1987). QUAL2Kw es una adaptación del modelo de Qual2K que fue desarrollado originalmente por el Dr. Steven C. Chapra de la Universidad de Tufts (Chapra & Pelletier, 2003).

El modelo QUAL2Kw permite evaluar la capacidad asimilativa de agua residual de un sistema de corrientes, mediante la simulación de varios constituyentes de calidad del agua en el sistema, utilizando una solución en diferencias finitas de las ecuaciones de advección y dispersión de masa y reacción.

En resumen, Qual2kw® es un modelo matemático mediante el cual se determina la evolución física, química, microbiológica e hidráulica de una corriente, el cual presenta las siguientes características:

Condiciones de frontera

Las condiciones de frontera son las siguientes:

- El caudal de la fuente que se usa para la modelación es igual al caudal aforado por la consultoría durante el mes más seco del año, conforme a lo dictaminado por CORMACARENA.
- Si existieran otros registros de caudal de la fuente para el mismo punto, se tomará el caudal más bajo entre los registrados y los aforados por la consultoría, conforme a lo dictaminado por CORMACARENA.
- Para el análisis, y con el objetivo de mantener condiciones críticas de estudio, se asume un tramo homogéneo y sin aportes de caudales de otras fuentes que puedan diluir la carga contaminante.
- Se asumen dos escenarios: uno con vertido de aguas residuales sin tratamiento y otro con aguas residuales depuradas.
- El caudal vertido corresponde a la proyección a 25 años, manteniendo las características de calidad monitoreadas por la consultoría.
- Para el escenario de vertido con tratamiento, se asume una depuración con eficiencia del 80% para demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) y sólidos suspendidos totales (SST). Previendo valores punta de las aguas residuales municipales (ARM) sin tratar de: 555mg/L de DBO, 1196 mg/L de DQO y 273 mg/L de SST, una eficiencia del 80% permite el cumplimiento del artículo 8 de la resolución 0631 de 2015, en sus valores más restrictivos, dando un margen de seguridad para lo que se proyecta en la modelación.
- Siendo la calidad microbiológica el aspecto más delicado y el que más condiciona los usos del agua, no se asume un valor de entrada en cuanto a la eficiencia de la depuración, sino que el mismo estará condicionado a los objetivos de calidad hídrica para cada fuente en el tramo correspondiente.
- En el caso en que con una eficiencia de depuración del 80% para DBO, DQO y SST no asegure el cumplimiento de los objetivos de calidad hídrica, serán estos los que conduzcan a ajustar la eficiencia del tratamiento de los parámetros, tal cual quedará consignado en las tablas finales del presente documento.

7.1 Características Hidráulica del curso del agua

Para las labores de medición de caudal y la determinación de parámetros relacionados con la hidráulica del cuerpo de agua recepter, se llevaron a cabo las actividades mencionadas en el documento titulado "Caracterización Fisicoquímica del Agua Residual Doméstica, Municipio Granada - Meta" (Anexo 1). El Río Ariari en aguas bajas tiene las siguientes características.

Tabla 35. Características del Río Ariari en aguas bajas

Característica	Valor	Unidades
Caudal aguas arriba	147.88	m^3/s
Velocidad media en el tramo	1.2084	m/s
Área media de la sección del tramo	96.75	m^2

Pendiente del tramo	*0.081*	*%*
Ancho medio de la sección del tramo	*150*	*m*

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Características de la calidad del curso de agua y del vertimiento

Para este propósito, se han recopilado los resultados de las pruebas realizadas por el laboratorio ANALQUIM LTDA, en la vigencia 2023, los cuales podrán encontrarse anexo al presente informe de modelación , sin embargo, para efectos de la calibración y ejecución del modelo de calidad del agua, se tuvieron en cuenta los resultados del monitoreo realizado el 03 de marzo de 2020 por el laboratorio TECNOAMBIENTAL SAS, a los tres (3) puntos de vertimiento, no obstante, la información de referencia que se tuvo en cuenta obedece a la descarga realizada sobre caño Sibao en la Planta de Beneficio Animal El Cimarrón, cuyos resultados de observan a continuación

Los resultados del análisis de calidad de las aguas residuales brutas, así como los del agua del Río Ariari tanto aguas arriba como aguas abajo del vertimiento en las siguientes tablas:

Tabla 17. Resultados del análisis de calidad del agua residual municipal para la modelación (mayo 2023)

Tabla 7. Resultado de Análisis del agua residual					
PARÁMETRO	UNIDAD	Descole Caño Sibao – Planta de Beneficio Animal El Cimarrón TA 37751	Descole Caño Sibao – Atrás Planta de Beneficio TA 37752	Descole Macatoa TA 37753	Descole Caño Piedra TA 37754
D.B.O.-5	mg O_2/L	555	99	104	224
DQO	mg O_2/L	1196	315	319	316
FOSFORO TOTAL	mg P/L	10,7	3,3	5,0	5,0
GRASAS Y ACEITES	mg /L	10,4	30,1	43,0	4,4
HIDROCARBUROS TOTALES	mg /L	3,4	3,4	3,2	<1,0
NITRATOS	mg N-NO_3/L	0,6	<0,5	<0,5	<0,5
NITRITOS	mg N-NO_2/L	<0,02	<0,02	<0,02	0,05
NITROGENO AMONIACAL	mg N-NH_3/L	92,5	25,0	34,9	33,1
NITROGENO TOTAL KJELDHAL	mg N/L	133	40,3	50,5	47,8
ORTOFOSFATOS	mg P-PO_4^{-3}	6,77	1,95	4,27	2,16
pH	Unidades	7,00 a 7,28	6,58 a 6,90	7,02 a 7,97	7,20 a 7,60
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/L	7,0	0,8	1,4	3,0
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg /L	273	25	109	180
TEMPERATURA	°C	25,8 a 31,2	24,0 a 29,6	28,0 a 29,8	28,1 a 29,6
TENSOACTIVOS	mg M.B.A.S/L	2,4	3,7	7,6	9,2
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NPM/100mL	16000000	210000	120000	92000

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Tal como puede observarse el vertimiento con las condiciones de calidad más restrictivas obedece al descole hacia caño Sibao en la Planta de Beneficio Animal El Cimarrón, por cuanto dicha información será la que se tendrá en cuenta para la ejecución del modelo.

Paralelamente, se ha llevado a cabo el reporte de la información de la caracterización fisicoquímica de la fuente receptora, en este caso, el río Ariari. Este informe es de suma importancia ya que permite entender las condiciones actuales con las que cuenta la fuente hídrica, siendo punto de partida para identificar si se afecta al río y a su ecosistema. La entrega de los resultados de este informe ha sido realizada por el laboratorio TECNOAMBIENTAL SAS.

En resumen, este proceso de análisis y reporte es esencial para entender y abordar adecuadamente la problemática de los vertimientos en el caño Iriqué y el caño Sibao, que serán llevados al rio Ariari, como punto de vertimiento único.

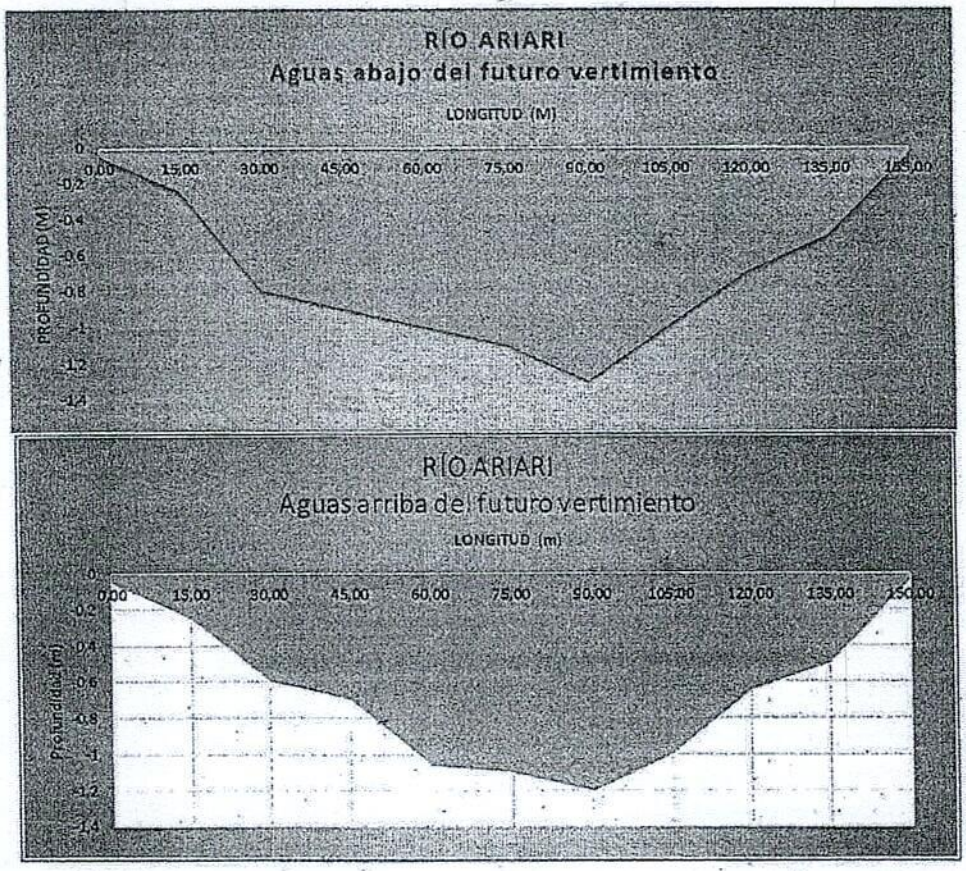
A continuación, se presentan los datos de la caracterización del vertimiento y de la fuente receptora, resaltando que anexo al presente informe, se adjuntan los resultados de caracterización realizada por el laboratorio ANALQUIM LTDA y TECNOAMBIENTAL SAS, a saber:

Tabla 37. Resultados del análisis de calidad del agua de la fuente receptora se realizó el 25 de marzo del 2019 – río Ariari

Resultados de Análisis fuente receptora del vertimiento			
PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas Arriba T.A. 35150	Aguas Abajo T.A. 35149
ACIDEZ TOTAL	mg Ca CO 3 /L	<3	<3
ALCALINIDAD	mg Ca CO 3 /L	58	54
ALUMINIO TOTAL	mg Al/ L	0,3	0,3
ARSÉNICO TOTAL	mgAs/L	< 0,0045	< 0,0045
CADMIO TOTAL	mg Cd/ L	< 0,005	< 0,005
CIANURO TOTAL**	mg CN/ L	< 0,010	< 0,010
CLORUROS	mg Cl / L	<3	<3
COBRE TOTAL	mg Cu/ L	< 0,01	< 0,01
COLOR REAL	m- 1	8	13
CONDUCTIVIDAD	Ms/cm	135,5	126,1
CROMO TOTAL	mg Cr/ L	< 0,02	< 0,02
D. B. O- 5	mg O 2 /L	< 5	< 5
D. Q. O.	mg O 2 /L	< 15	< 15
DUREZA CALCICA	mg Ca CO 3 /L	54	49
DUREZA TOTAL	mg Ca CO 3 /L	63	55
FENOLES TOTALES	mg Fenol/ L	< 0,02	< 0,02
FOSFORO TOTAL**	mg P/ L	< 0,20	0,09
GRASAS Y ACEITES	mg/ L	< 1,0	< 1,0
HIDROCARBUROS TOTALES	mg/ L	< 1,0	< 1,0
HIERRO TOTAL	mg Fe/ L	3,7	4
MERCURIO TOTAL**	mg Hg/ L	< 0,0006	< 0,0006
NIQUEL TOTAL	mg Ni / L	< 0,03	< 0,03
NITRATOS	mg N- NO 3 /L	< 0,5	< 0,5
NITRITOS	mg N- NO 2 /L	< 0,02	< 0,02
NITROGENO AMONIACAL	mg N- NH 3 /L	< 0,054	>0,054
NITROGENO TOTAL KJELDHAL	mg N/ L	< 3,00	< 3,00
ORTOFOSFATOS	mg P- PO 4 – 3	< 0,05	< 0,05
OXIGENO DISUELTO	mg O 2 /L	6,6	6,6
Ph	UN	8,2	8,19
PLATA TOTAL**	mg/ L	< 0,07	< 0,07
PLOMO TOTAL	mg Pb/ L	< 0,04	< 0,04
SOLIDOS SEDIMENTABLES	m L/ L	0,3	0,7
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES**	mg/ L	206	181,4

Resultados de Análisis fuente receptora del vertimiento			
PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas Arriba T.A. 35150	Aguas Abajo T.A. 35149
SULFATOS	mg SO 4 /L	18	17
SULFUROS	mg S/ L	<1,000	<1,000
TEMPERATURA	°C	21	21,6
T ENSOACT IVOS (Calculado como SDS pes o molecular 288 , 38 g/ mol)	mg MBAS/ L	0,3	0,2
TURBIEDAD	NTU	140	150
ZINC T OT AL	mg Zn/ L	< 0,04	< 0,04
Coliformes Termotolerantes	NPM/ 100 m L	663	1553
CAUDAL	L/s	147.882,3625	155.629,406

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024



Datos de partida de la modelación

Los datos de partida para la modelación corresponden a los resultados obtenidos de los monitoreos en campo realizados en vertimientos (2023) y del rio Ariari en marzo 2019.

Considerando las recomendaciones dadas por CORMACARENA, se tomará como escenario más crítico del cuerpo de agua receptor el caudal monitoreado o el más bajo registrado, asumiendo este valor como caudal medio mensual del mes más seco (QMM). El caudal del Río Ariari reportado el día 25 de marzo del 2019, aguas arriba del Municipio (Caracterización Fisicoquímica del agua residual de enero de 2016) es el más bajo registrado para este punto y corresponde a 147.88 m3/s y datos reportados en el POMCA del Rio Ariari. De otro lado, el caudal del vertimiento se considera el máximo calculado para el año 2045. Según lo calculado por el Consorcio Plan Ambiental CT 112 de 2018, el caudal de aguas servidas para este año será de 704,92 L/s.

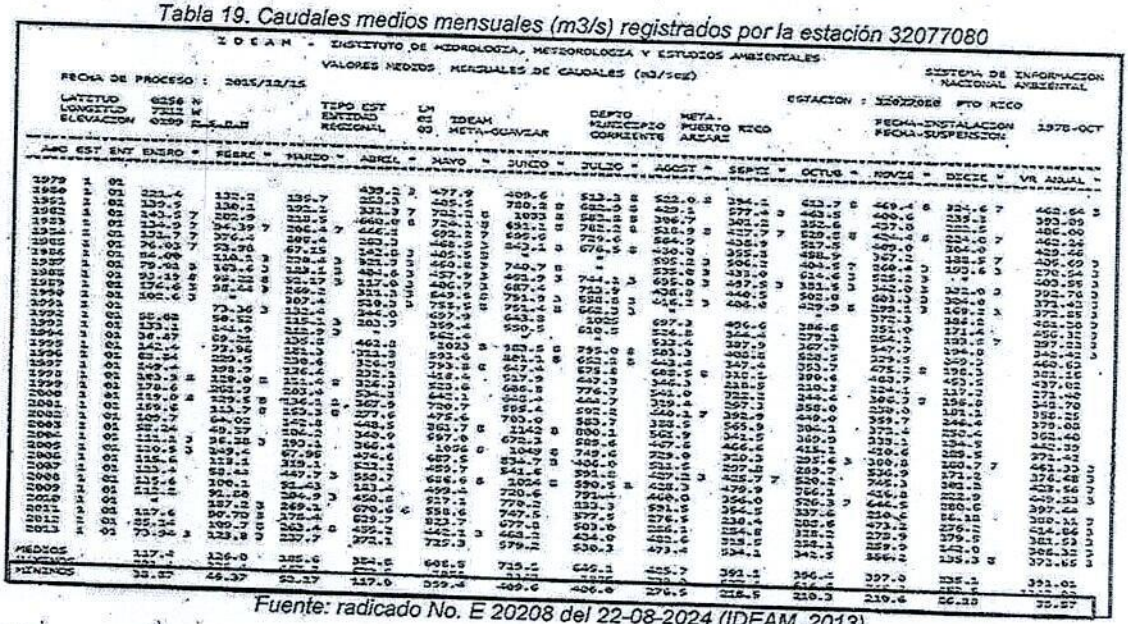
Tabla 18. Valores tomados para la modelación de la calidad del agua

Parámetro	Unidades	Valor
Caudal del río aguas arriba	m^3/s	147.88
Velocidad media del río	m/s	1.2084
Ancho medio del río	M	150
Profundidad media del río	M	0.645
Pendiente del tramo de análisis	m/m	0.00081
Área de la sección inicial del tramo de análisis	m^2	96.75
Área de la sección final del tramo de análisis	m^2	97.31
Temperatura media aguas arriba	°C	21
Oxígeno Disuelto aguas arriba	mg/L	6.6

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Una vez consultada la información disponible en el POMCA Medio y Bajo Ariari[2], se observa que para el procesamiento de datos hidrológicos se tomó en cuenta la información de caudales medios mensuales registrados por la estación del IDEAM 32077080 (ESTACIÓN PUERTO RICO), los que se observan a continuación:

Tabla 19. Caudales medios mensuales (m3/s) registrados por la estación 32077080



IDEAM - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m3/seg)

SISTEMA DE INFORMACION AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2015/12/15

ESTACION : 32077080 PTO RICO

LATITUD 0256 N
LONGITUD 7312 W
ELEVACION 0199 mts.snm

TIPO EST Entidad Regional
CO 03 IDEAM META-GUAYUAR
DEPTO MUNICIPIO CORRIENTE META - PUERTO RICO ARIARI

FECHA-INSTALACION
FECHA-SUSPENSION 1978-OCT

AÑO	EST	ENT	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	VR ANUAL
MEDIOS			117.4	126.0	135.6	351.6	608.8	715.1	640.1	425.7	392.1	356.1	337.0	335.1	391.01
MINIMOS			32.37	49.37	52.37	117.0	359.4	409.6	406.0	276.5	218.5	210.3	210.6	56.33	32.37

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024 (IDEAM, 2013)

[2] Adoptado por la Resolución PS-GJ 1.2.6.18.2900 del 30 de octubre de 2018.

Se observa que dicha tabla contiene información únicamente de caudal, hallando que el caudal más bajo se registra históricamente en el mes de enero, cuyo valor es de 38.87 m3/s, no obstante, la información allí consolidada NO especifica datos topológicos (profundidad, ancho y pendiente derivado de carteras de aforo) necesarios para el cálculo de la zona de longitud de mezcla, por lo tanto, se aclara que la longitud de mezcla se calcula con base en el aforo de caudal líquido realizado en el año 2019 (anexo al presente informe) por el laboratorio certificado TECNOAMBIENTAL S.A.S.

7.2 Modelación del rio ariari

Dada las características físicas, químicas, microbiológicas, hidrobiológicas, hidrológicas, hidráulicas y geométricas del tramo de interés del río Ariari, fueron establecidos como parámetros objetivos dentro del análisis de escenarios de simulación de calidad de aguas: los sólidos suspendidos totales, oxígeno disuelto, Nitrógeno total Kjeldahl nitrógeno total, fosforo total, pH y la demanda bioquímica de oxígeno, para lo cual se requiere información de las propiedades geométricas del tramo de análisis (segmentación), condiciones iniciales (parámetros físicos, químicos, microbiológicos e hidráulicos), parámetros hidrodinámicos, parámetros cinéticos, datos de calibración y tiempos de modelación, para lo cual se requiere la siguiente información:

- *Geometría del tramo de análisis (segmentación)*
- *Condiciones iniciales (hidráulicas y fisicoquímicas)*
- *Parámetros hidrodinámicos*
- *Parámetros cinéticos*
- *Datos de calibración*
- *Tiempos de modelación*

A continuación, se definen las siguientes características físicas, químicas, hidrológicas, hidráulicas y geométricas del tramo de interés.

Geometría del Tramo

Generalmente, la modelación de la calidad del agua de una fuente hídrica se realiza en una longitud de 1 a 2 kilómetros, no obstante, para este caso de estudio, se tomarán 23 secciones o nodos de 90 metros de longitud que suman 2070 metros (2.07 km).

Tabla 20. Tramos de simulación

Reach Label	Downstream end of reach label	Number	Reach length (km)	Downstream location (km)
Río Ariari aguas arriba	-	0	-	0,000
S1	S1	1	0,09	0,090
S2	S2	2	0,09	0,180
Río Ariari aguas abajo	S3	3	0,09	0,270
S4	S4	4	0,09	0,360
S5	S5	5	0,09	0,450
S6	S6	6	0,09	0,540
S7	S7	7	0,09	0,630
S8	S8	8	0,09	0,720
S9	S9	,9	0,09	0,810
S10	S10	10	0,09	0,900
S11	S11	11	0,09	0,990
S12	S12	12	0,09	1,080
S13	S13	13	0,09	1,170
S14	S14	14	0,09	1,260
S15	S15	15	0,09	1,350
S16	S16	16	0,09	1,440
S17	S17	17	0,09	1,530
S18	S18	18	0,09	1,620
S19	S19	19	0,09	1,710

Reach Label	Downstream end of reach label	Number	Reach length (km)	Downstream location (km)
S20	S20	20	0,09	1,800
S21	S21	21	0,09	1,890
S22	S22	22	0,09	1,980
S23	S23	23	0,09	2,070

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Condiciones hidráulicas iniciales

Previo al desarrollo de la simulación, se realizó la calibración del módulo hidráulico de flujo estable del QUAL2Kw ®, ajustando las características hidráulicas de cada sección respecto a los valores (caudal, velocidad, ancho y profundidad media).

Para el presente caso de estudio, se tuvo en cuenta la siguiente información hidráulica:

Tabla 21. Características hidráulicas del tramo de simulación

Sitios monitoreados a lo largo del Río	ID (km)	Caudal (m3/s)	Profundidad (m)	Velocidad (m/s)	tiempo de viaje (d)	n Manning	Ancho canal	Pendiente del Cauce	Altura Máx	Altura Min	LC
Río Aguas Arriba	0,00	147,8824	3,01	1,208	-	0,053751752	150,00	0,004739	293	292	211
Río Aguas Abajo	0,781	155,6294	3,06	1,2	-	0,067871754	155,00				

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Calibración del modelo

En el documento se indica que se utilizó la opción de auto calibración que tiene el modelo y se logró calibrar un modelo de simulación de la calidad del agua para condiciones hidrológicas de caudales bajos. Los rangos de variación utilizados son los propuestos por el modelo.

Las cargas puntuales corresponden al vertimiento líquido del casco urbano del municipio de Granada que descargará de manera puntual a la corriente en estudio, los datos de ubicación (km de ingreso sobre el cuerpo de agua modelado), cantidad y calidad de agua, son ingresadas en la hoja de cálculo "Point Sources".

Los tributarios no monitoreados, extracciones y vertimientos líquidos no identificados, se modelan como vertimientos y extracciones distribuidas y se estiman a partir de un balance de caudales y cargas en los diferentes tramos de estudio. Estos están demarcados por los kilómetros de inicio y finalización, y su caudal se distribuye hacia o desde cada tramo de manera ponderada. Los datos de ubicación (km desde y hacia cada tramo), cantidad y calidad de agua son ingresados en la hoja de cálculo "Diffuse Sources".

La calibración del modelo de calidad de aguas QUAL2Kw ®, requiere definir las tasas de reacción (abatimiento o incremento) de cada uno de los constituyentes evaluados.

Para calibración del modelo QUAL2Kw ® se utilizó el algoritmo genético PIKAIA (Pelletier et al, 2006), cuya función objetivo (f(x)) se define mediante la expresión 24. El ajuste óptimo de las variables evaluadas fue determinado a partir del reciproco de la raíz del error medio (RMSE).

$$f(x) = \left[\sum_{i=1}^{q} w_i\right]\left[\sum_{i=1}^{q} \frac{1}{w_i}\left[\frac{\frac{\sum_{j=1}^{m} O_{ij}}{m}}{\left[\frac{\sum_{j=1}^{m}(P_{ij}-O_{ij})^2}{m}\right]^{\frac{1}{2}}}\right]\right]$$

Donde Oij = valor observado, Pij = valor modelado, m = número de pares modelados y observados, wi = factor de peso y q = número de variables de estado simuladas.

Tabla 22. Constantes biocinéticas del modelo calibrado

Parameter	Value	Units	Symbol
Stoichiometry:			
Carbon	40	gC	gC
Nitrogen	7.2	gN	gN
Phosphorus	1	gP	gP
Dry weight	100	gD	gD
Chlorophyll	1	gA	gA
Inorganic suspended solids:			
Settling velocity	0.74712	m/d	v_i
Oxygen:			
Reaeration model	Internal		
User reaeration model parameter A	5.5617		
User reaeration model parameter B	0.633935		
User reaeration model parameter C	-1.5168805		
Temp correction for reaeration	1.024		θ_a
Reaeration wind effect	None		
O2 for carbon oxidation	2.67	gO_2/gC	r_{oc}
O2 for NH4 nitrification	4.57	gO_2/gN	r_{on}
Oxygen inhib model CBOD oxidation	Exponential		
Oxygen inhib parameter CBOD oxidation	0.60	L/mgO2	K_{socf}
Oxygen inhib model nitrification	Exponential		
Oxygen inhib parameter nitrification	0.60	L/mgO2	K_{sona}
Oxygen enhance model denitrification	Exponential		
Oxygen enhance parameter denitrification	0.60	L/mgO2	K_{sodn}
Oxygen inhib model phyto resp	Exponential		
Oxygen inhib parameter phyto resp	0.60	L/mgO2	K_{sop}
Oxygen enhance model bot alg resp	Exponential		
Oxygen enhance parameter bot alg resp	0.60	L/mgO2	K_{sob}
Slow CBOD:			
Hydrolysis rate	0.13005	/d	K_{hc}
Temp correction	1.047		θ_{hc}
Oxidation rate	4.2175	/d	K_{dcs}
Temp correction	1.047		θ_{dcs}
Fast CBOD:			
Oxidation rate	2.95925	/d	K_{dc}
Temp correction	1.047		θ_{dc}
Organic N:			
Hydrolysis	0.01329754	/d	K_{hn}
Temp correction	1.07		θ_{hn}

Parameter	Value	Units	Symbol
Settling velocity	0.239058	m/d	v_{on}
Ammonium:			
Nitrification	0.0868455	/d	K_{na}
Temp correction	1.07		θ_{na}
Nitrate:			
Denitrification	0.536	/d	K_{dn}
Temp correction	1.07		θ_{dn}
Sed denitrification transfer coeff	0.16016	m/d	v_{d}
Temp correction	1.07		θ_{d}
Organic P:			
Hydrolysis	0.38017415	/d	K_{hp}
Temp correction	1.07		θ_{hp}
Settling velocity	0.179492	m/d	v_{op}
Inorganic P:			
Settling velocity	1.28322	m/d	v_{ip}
Sed P oxygen attenuation half sat constant	1.92942	mgO_2/L	K_{spi}
Phytoplankton:			
Max Growth rate	2.5	/d	K_{gp}
Temp correction	1.07		θ_{gp}
Respiration rate	0.1	/d	K_{rp}
Temp correction	1.07		θ_{rp}
Death rate	0	/d	K_{dp}
Temp correction	1		θ_{dp}
Nutrient limitation model for N and P	Minimum		
Nitrogen half sat constant	15	ugN/L	K_{sNp}
Phosphorus half sat constant	2	ugP/L	K_{sPp}
Inorganic carbon half sat constant	1.30E-05	moles/L	K_{sCp}
Phytoplankton use HCO3- as substrate	Yes		
Light model	Half saturation		
Light constant	57.6	langleys/d	K_{Lp}
Ammonia preference	25	ugN/L	K_{hnp}
Settling velocity	0.15	m/d	v_{s}
Include transport of phytoplankton	Yes		
Nitrogen uptake water column fraction	1		phytoNUpWCfrac
Phosphorus uptake water column fraction	1		phytoPUpWCfrac
Bottom Plants:			
Growth model	Zero-order		
Max Growth rate	149.1815	$gD/m^2/d$ or /d	C_{gb}

Parameter	Value	Units	Symbol
Temp correction	1.07		θ_{gb}
First-order model carrying capacity	100	gD/m^2	$a_{b,max}$
Basal respiration rate	0.48434	/d	k_{rtb}
Photo-respiration rate parameter	0	unitless	k_{rpb}
Temp correction	1.07		θ_{rb}
Excretion rate	0.4558	/d	k_{eb}
Temp correction	1.07		θ_{eb}
Death rate	0.44099	/d	k_{db}
Temp correction	1.07		θ_{db}
Scour function	Flow		
Coefficient of scour function	0	/d/cms or /d/mps	odet
Exponent of scour function	0		ddet
Minimal biomass after scour event	0	gD/m^2	X0
Catastrophic scour rate during flood event	0	/d	Kcat
Critical flow or vel for catastrophic scour	0	cms or m/s	Qcrit
External nitrogen half sat constant	438.168	ugN/L	k_{sNb}
External phosphorus half sat constant	68.602	ugP/L	k_{sPb}
Inorganic carbon half sat constant	6.48E-05	moles/L	k_{sCb}
Bottom algae use HCO3- as substrate	Yes		
Light model	Half saturation		
Light constant	81.0403	langleys/d	K_{Lb}
Ammonia preference	15.3525	ugN/L	k_{hnxb}
Nutrient limitation model for N and P	Minimum		
Subsistence quota for nitrogen	17.88192	mgN/gD	q_{oN}
Subsistence quota for phosphorus	4.05944	mgP/gD	q_{oP}
Maximum uptake rate for nitrogen	1352.2365	mgN/gD/d	ρ_{mN}
Maximum uptake rate for phosphorus	173.72	mgP/gD/d	ρ_{mP}
Internal nitrogen half sat ratio	3.419842		$K_{qN,ratio}$
Internal phosphorus half sat ratio	3.9845735		$K_{qP,ratio}$
Nitrogen uptake water column fraction	1		$N_{UpWCfrac}$
Phosphorus uptake water column fraction	1		$P_{UpWCfrac}$
Detritus (POM):			
Dissolution rate	0.267026	/d	k_{dt}
Temp correction	1.07		θ_{dt}
Settling velocity	0.206528	m/d	v_{dt}
Pathogens:			

Parameter	Value	Units	Symbol
Decay rate	0.8	/d	K_{dx}
Temp correction	1.07		□$_{dx}$
Settling velocity	1	m/d	v_x
alpha constant for light mortality	1	/d per ly/hr	apath
pH:			
Partial pressure of carbon dioxide	347	ppm	p_{CO2}
Hyporheic metabolism			
Model for biofilm oxidation of fast CBOD	Zero-order		level 1
Max biofilm growth rate	9.9662	gO2/m^2/d or /d	"
Temp correction	1.047		"
Fast CBOD half-saturation	0.5	mgO2/L	"
Oxygen inhib model	Exponential		"
Oxygen inhib parameter	0.60	L/mgO2	"
Respiration rate	0.2	/d	level 2
Temp correction	1.07		"
Death rate	0.05	/d	"
Temp correction	1.07		"
External nitrogen half sat constant	15	ugN/L	"
External phosphorus half sat constant	2	ugP/L	"
Ammonia preference	25	ugN/L	"
First-order model carrying capacity	100	gD/m^2	"
Generic constituent			
Decay rate	11.0962	/d	
Temp correction	1.07		□
Settling velocity	1.45652	m/d	
Use generic constituent as COD?	No		
Photosynthetic quotient and respiratory quotient for phytoplankton and bottom algae			
Photosynthetic quotient for NO3 vs NH4 use	1.29	dimensionless	PQ
Respiratory quotient	0.97	dimensionless	RQ

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Escenarios de modelación.

Para entender mejor la calidad del agua en el tramo del río Ariari que se está estudiando, se han propuesto tres escenarios distintos. Estos permiten evaluar cómo los contaminantes convencionales afectan los puntos de monitoreo y tributarios del cuerpo de agua. Los tres escenarios se modelaron en función de la oferta hídrica presente en el POMCA medio y bajo del río Ariari, para los directo Ariari, ya que estas condiciones de caudal son más restrictivas que los resultados obtenidos por el laboratorio TECNOAMBIENTAL SAS.

Las características fisicoquímicas encontradas en el punto de referencia en el rio Ariari, y en los puntos de monitoreo (P1 y P2), se mantienen constantes en todos los escenarios. Lo único que cambia entre los diferentes escenarios son las condiciones hidráulicas de la fuente hídrica superficial y las condiciones del caudal ambiental.

Es importante recalcar que, en cada escenario, se utilizaron los resultados proporcionados por el laboratorio ANALQUIM LTDA del vertimiento del caño SIBAO, en el sector de Makatoa, donde se observan las condiciones de contaminación más críticas.

Los escenarios que se plantean a continuación son evaluados para las variables de calidad del agua convencionales utilizando el modelo de predicción QUAL2Kw ®:

Escenario	Descripción	Información de Vertimientos
Escenario base o de calibración *"ESC_CAL_ARIARI"*	*Este escenario representa las condiciones del tramo objeto de estudio sobre sobre río Ariari, en el área de influencia del proyectado punto de descarga del sistema de alcantarillado.* *Este escenario se construye teniendo en cuenta las variables obtenidas en la fuente hídrica superficial y el caudal medio, correspondiente al aforado el día del monitoreo del 25 de marzo de 2019, por el laboratorio TECNOAMBIENTAL S.A.S., considerando que esta fecha coincide con la época de estiaje de la cuenca de conformidad con lo establecido en el POMCA Medio y Bajo Ariari.* *Así mismo, se resalta que el POMCA Medio y Bajo Ariari estima caudales mínimos para el mes de enero con fundamento en la información proporcionada por la Estación de Monitoreo del IDEAM 32077080 (ESTACIÓN PUERTO RICO), los cuales indican que los datos de caudal más bajo obedecen históricamente al mes de enero, obteniendo un mínimo de 38.87 m^3/s, sin embargo, NO se realizó la calibración con este dato debido fundamentalmente a que el POMCA únicamente indica el caudal mínimo, mas no aporta información topológica e hidráulica requerida por el modelo tales como pendiente, ancho del cauce, profundidad y velocidad (mínima, media y máxima), requerida por el modelo, además, porque la calibración del modelo obedece a estimar el comportamiento del cauce en las condiciones actuales más restrictivas, como corresponde en este caso a la época de estiaje del mes de marzo de 2019.* *Finalmente, es preciso indicar que este escenario es la base fundamental para el planteamiento de escenarios para las condiciones de la fuente hídrica.*	*ESPG: Se considera la descarga del vertimiento proyectado en las coordenadas X 4922856.36 Y 1942454.83, con las condiciones en términos de calidad del vertimiento del caño Sibao (PBA Cimarrón).*
Escenario Condiciones Extremas ESC_CE_ARIARI	*Se conservan las condiciones de calidad y caudal sobre el cuerpo de agua, con base en lo cual se realizó la calibración (ESC_CAL_ARIARI).* *En este escenario se presenta las condiciones del tramo en épocas extremas (Estiaje) con la oferta hídrica más baja registrada en el POMCA Medio y Bajo Ariari para el mes de enero, el cual presentaba el caudal más bajo de la época de*	*Para el escenario a condiciones extremas (ESC_CE_ARIARI), se tuvieron en cuenta los siguientes vertimientos:* *ESPG: Se considera la descarga del vertimiento proyectado en las coordenadas X 4922856.36 Y 1942454.83, con las condiciones*

Escenario	Descripción	Información de Vertimientos
	estiaje con un valor de 38.87 m³/s, así mismo se usaron las concentraciones del vertimiento proveniente del informe de laboratorio del caño Sibao sector PBA Cimarrón. Lo anterior ya que son las condiciones más extremas a las que puede estar inmerso el cuerpo hídrico, y así tener un balance de la afectación o no de la fuente hídrica por el vertimiento en estas épocas de bajo caudal y grandes cargas contaminantes.	en términos de calidad del vertimiento del caño Sibao (PBA Cimarrón) y con el vertimiento unificado, con un 100% de la cobertura de alcantarillado recolectada, transportada y descargada al rio Ariari.
Escenario Condiciones de Caudal Medio ESC_CM_ARIARI	Se conservan las condiciones de calidad y caudal sobre el cuerpo de agua, con base en lo cual se realizó la calibración (ESC_CAL_ARIARI). En este escenario se presenta las condiciones del tramo en épocas extremas (Estiaje) con la oferta hídrica media registrada en el POMCA Medio y Bajo Ariari, el cual obedece a un caudal promedio medio mensual de 391.01 m³/s, así mismo se usaron las concentraciones del vertimiento proveniente del informe de laboratorio del caño Sibao sector PBA Cimarrón. Lo anterior ya que son las condiciones más extremas a las que puede estar inmerso el cuerpo hídrico, y así tener un balance de la afectación o no de la fuente hídrica por el vertimiento en estas épocas caudal promedio y grandes cargas contaminantes.	Para el escenario a condiciones extremas (ESC_CM_ARIARI), se tuvieron en cuenta los siguientes vertimientos: ESPG: Se considera la descarga del vertimiento proyectado en las coordenadas X 4922856.36 Y 1942454.83, con las condiciones en términos de calidad del vertimiento del caño Sibao (PBA Cimarrón) y con el vertimiento unificado, con un 100% de la cobertura de alcantarillado recolectada, transportada y descargada al rio Ariari.
Escenario Condiciones Extremas con Vertimiento Tratado ESC_CE_TRAT_ARIARI	Se conservan las condiciones de calidad y caudal sobre el cuerpo de agua, con base en lo cual se realizó la calibración (ESC_CAL_ARIARI). En este escenario se presenta las condiciones del tramo en épocas extremas (Estiaje) con la oferta hídrica más baja registrada en el POMCA Medio y Bajo Ariari para el mes de enero, el cual presentaba el caudal más bajo de la época de estiaje con un valor de 38.87 m³/s, y el vertimiento con un tratamiento del 80%, a fin de evidenciar si con tal porcentaje de remoción, se cumplirían con los objetivos de calidad del rio Ariari y se tendría un vertimiento que no genere un riesgo ambiental.	Para el escenario a condiciones extremas (ESC_CM_ARIARI), se tuvieron en cuenta los siguientes vertimientos: ESPG: Se considera la descarga del vertimiento proyectado en las coordenadas X 4922856.36 Y 1942454.83, con las condiciones en términos de calidad del vertimiento del caño Sibao (PBA Cimarrón) y con el vertimiento unificado, con un 100% de la cobertura de alcantarillado recolectada, transportada y descargada al rio Ariari.

ESCENARIO "E0" CALIBRACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

A continuación, se resume los datos de ingreso en la calibración del modelo:

Figura 12. Corrida del modelo

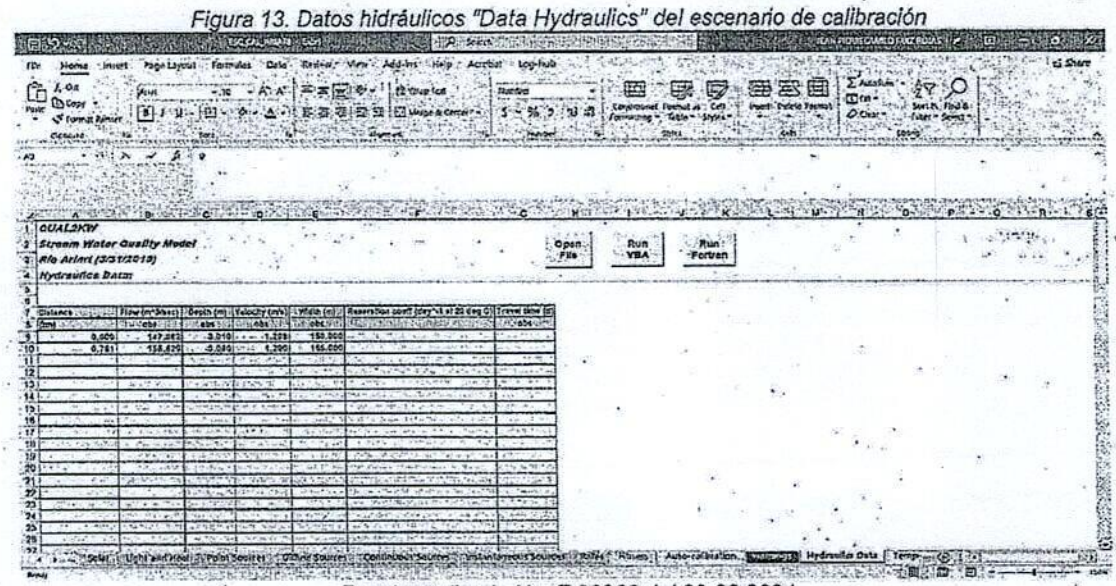
QUAL2KW (version 6.0)
Stream Water Quality Model
Greg Pelletier, Steve Chapra, and Hua Tao
Department of Ecology and Tufts University

Open File | Run VBA | Run Fortran

System ID:		
River name	Río Ariari	
Saved file name	Calibración	
Directory where the input/output files are saved	C:\Q2k\Río Ariari	
Month	3	
Day	25	
Year	2019	
Local standard time zone relative to UTC	-5	hours
Daylight savings time	No	
Simulation and output options:		
Calculation step	0.021972656	minutes
Number of days for the simulation period	7	days
Simulation mode	Continuous	
Selected date for output of longitudinal and 24-hr diel plots	3/31/2019	
Solution method (integration)	Euler	
Solution method (pH)	Newton-Raphson	
Simulate hyporheic transient storage zone (HTS)	No	
Simulate surface transient storage zone (STS)	No	
Option for conduction to deep sediments in heat budget	Lumped	
Display dynamic diel output for selected date	No	
State variables for simulation	All	
Simulate sediment diagenesis	No	
Simulate alkalinity change due to nutrient change	Yes	
Write dynamic output of water quality for entire simulation	No	
Print interval for dynamic output (multiple of time steps)	1024	
Program determined calc step	0.021972656	minutes
Time elapsed during last model run	243.98	minutes (4.0664 Horas)

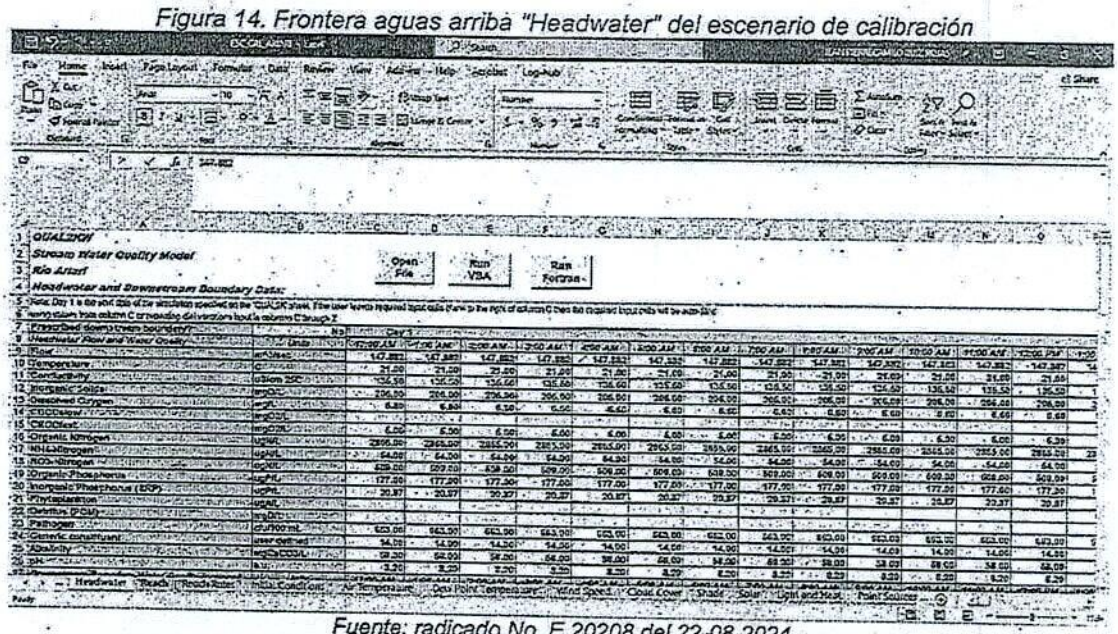
Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Figura 13. Datos hidráulicos "Data Hydraulics" del escenario de calibración



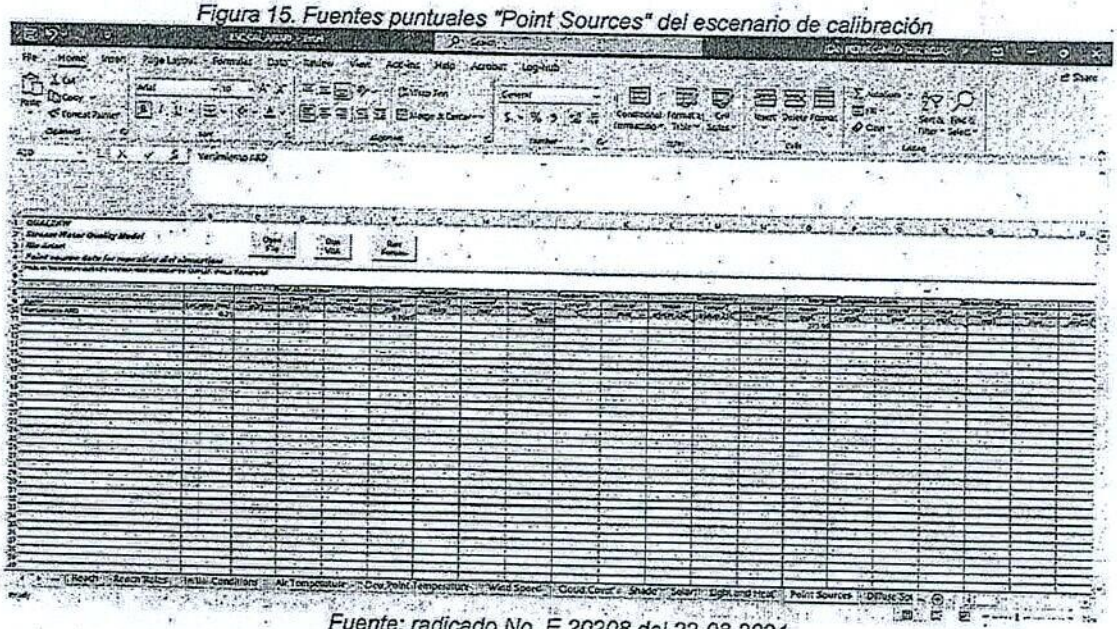
Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Figura 14. Frontera aguas arriba "Headwater" del escenario de calibración



Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Figura 15. Fuentes puntuales "Point Sources" del escenario de calibración



Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

De conformidad con las figuras 12 – 15, se observa que el equipo de cómputo tomó un tiempo 244 minutos (4 horas) aproximadamente para realizar la calibración del modelo de calidad del agua, precisando que se corrieron poblaciones de 15 matrices por 10 generaciones empleando el algoritmo genético PIKAIA obteniendo un RMSE de 1.6075 (Fitness), cuyos resultados se expresan a

continuación:

Tabla 23. Resultados de simulación del escenario de calibración – ESC_CAL_ARIARI

Distance (km)	Generic constituent	CBODfast (mgO2/L)	Total CBODu (mgO2/L)	Dissolved oxygen (mgO2/L)	Total suspended solids (mgD/L)	Organic N (ugN/L)	Ammonium N (ugN/L)	Nitrate + nitrite N (ugN/L)	Total Kjeldal N (ugN/L)	Total N (ug/L)	Organic P (ugN/L)	Inorganic P (ugP/L)	Total P (ugP/L)	Pathogens (cfu/100 mL)	pH
0.000	14.00	5.00	5.00	6.60	206.00	2865.00	54.00	509.00	2919.00	3428.00	177.00	20.87	197.87	663.00	8.20
0.045	13.90	4.99	4.99	6.60	206.00	2864.97	54.02	509.00	2919.00	3428.00	176.95	20.92	197.87	662.61	8.20
0.135	13.78	4.98	4.98	6.60	206.00	2864.94	54.05	509.00	2918.99	3427.99	176.90	20.97	197.87	662.17	8.19
0.225	13.67	4.97	4.97	6.60	206.00	2864.91	54.08	509.00	2918.99	3427.99	176.85	21.02	197.87	661.74	8.18
0.315	13.55	4.96	4.96	6.59	206.00	2864.88	54.10	509.00	2918.99	3427.98	176.79	21.08	197.87	661.27	8.18
0.405	13.43	4.94	4.94	6.59	206.00	2864.85	54.13	509.00	2918.98	3427.98	176.73	21.14	197.87	660.81	8.17
0.495	13.32	4.93	4.93	6.59	206.00	2864.82	54.16	509.00	2918.98	3427.97	176.68	21.19	197.87	660.36	8.17
0.585	13.20	4.92	4.92	6.59	206.00	2864.79	54.19	509.00	2918.97	3427.97	176.63	21.25	197.87	659.92	8.16
0.675	13.10	4.91	4.91	6.59	206.00	2864.76	54.21	508.99	2918.97	3427.97	176.57	21.30	197.87	659.50	8.16
0.765	12.99	4.90	4.90	6.58	206.00	2864.73	54.24	508.99	2918.97	3427.96	176.52	21.35	197.87	659.09	8.15
0.855	12.89	4.89	4.89	6.58	206.00	2864.70	54.26	508.99	2918.96	3427.96	176.48	21.39	197.87	658.70	8.15
0.945	12.80	4.88	4.88	6.58	206.00	2864.68	54.28	508.99	2918.96	3427.95	176.43	21.44	197.87	658.32	8.14
1.035	12.71	4.87	4.87	6.58	206.00	2864.65	54.31	508.99	2918.96	3427.95	176.39	21.48	197.87	657.97	8.14
1.125	12.63	4.86	4.86	6.58	206.00	2864.63	54.33	508.99	2918.95	3427.95	176.35	21.52	197.87	657.63	8.13
1.22	12.55	4.86	4.86	6.58	206.00	2864.61	54.35	508.99	2918.95	3427.94	176.31	21.56	197.87	657.31	8.13
1.31	12.47	4.85	4.85	6.58	206.00	2864.59	54.36	508.99	2918.95	3427.94	176.27	21.60	197.87	657.02	8.13
1.40	12.41	4.84	4.84	6.58	206.00	2864.57	54.38	508.99	2918.95	3427.94	176.24	21.63	197.87	656.75	8.12
1.49	12.35	4.84	4.84	6.57	206.00	2864.55	54.39	508.99	2918.95	3427.94	176.21	21.66	197.87	656.51	8.12
1.58	12.29	4.83	4.83	6.57	206.00	2864.54	54.41	508.99	2918.94	3427.93	176.18	21.69	197.87	656.29	8.12
1.67	12.25	4.83	4.83	6.57	206.00	2864.52	54.42	508.99	2918.94	3427.93	176.16	21.71	197.87	656.11	8.12
1.76	12.21	4.82	4.82	6.57	206.00	2864.51	54.43	508.99	2918.94	3427.93	176.14	21.73	197.87	655.95	8.12
1.85	12.18	4.82	4.82	6.57	206.00	2864.50	54.44	508.99	2918.94	3427.93	176.13	21.74	197.87	655.83	8.11
1.94	12.16	4.82	4.82	6.57	206.00	2864.50	54.44	508.99	2918.94	3427.93	176.12	21.75	197.87	655.75	8.11
2.03	12.15	4.82	4.82	6.57	206.00	2864.50	54.44	508.99	2918.94	3427.93	176.11	21.76	197.87	655.71	8.11
2.07	12.15	4.82	4.82	6.57	206.00	2864.50	54.44	508.99	2918.94	3427.93	176.11	21.76	197.87	655.71	8.11

Tabla 24. Resultados de simulación escenario de condiciones extremas (caudal bajo y vertimiento sin tratamiento) ESC_CE_ARIARI

Distance (km)	Genono constituent	CBODfast (mgO2/L)	Total CBODult (mgO2/L)	Dissolved oxygen (mgO2/L)	Total suspended solids (mgD/L)	Organic N (ugN/L)	Ammonium N (ugN/L)	Nitrate + nitrito N (ugN/L)	Total Kjeldal N (ugN/L)	Total N (ug/L)	Organic P (ugN/L)	Inorganic P (ugP/L)	Total P (ugP/L)	Pathogens (cfu/100 mL)	pH
0.000	14.00	5.00	5.00	6.60	206.00	2865.00	54.00	509.00	2919.00	3428.00	177.00	20.87	197.87	663.00	8.20
0.045	13.88	4.99	4.99	6.62	206.00	2864.97	54.03	509.00	2919.00	3428.00	176.94	20.93	197.87	662.52	8.19
0.135	13.75	4.98	4.98	6.64	206.00	2864.93	54.06	509.00	2918.99	3427.99	176.88	20.99	197.87	661.97	8.19
0.225	13.62	4.96	4.96	6.66	206.00	2864.90	54.09	509.00	2918.99	3427.99	176.82	21.05	197.87	661.45	8.18
0.315	13.48	4.95	4.95	6.68	206.00	2864.86	54.12	509.00	2918.98	3427.98	176.75	21.12	197.87	660.87	8.18
0.405	13.35	4.94	4.94	6.70	206.00	2864.82	54.15	509.00	2918.98	3427.98	176.69	21.18	197.87	660.32	8.17
0.495	13.22	4.92	4.92	6.72	206.00	2864.79	54.18	509.00	2918.97	3427.97	176.63	21.24	197.87	659.78	8.17
0.585	13.10	4.91	4.91	6.74	206.00	2864.76	54.21	509.00	2918.97	3427.97	176.57	21.30	197.87	659.27	8.16
0.675	12.98	4.90	4.90	6.75	206.00	2864.72	54.24	509.00	2918.96	3427.96	176.51	21.36	197.87	658.78	8.16
0.765	12.87	4.89	4.89	6.77	206.00	2864.69	54.27	509.00	2918.96	3427.96	176.46	21.41	197.87	658.32	8.15
0.855	12.77	4.88	4.88	6.79	206.00	2864.66	54.29	509.00	2918.96	3427.96	176.41	21.46	197.87	657.87	8.15
0.945	12.67	4.87	4.87	6.80	206.00	2864.64	54.32	509.00	2918.95	3427.95	176.36	21.51	197.87	657.46	8.14
1.035	12.58	4.86	4.86	6.82	206.00	2864.61	54.34	509.00	2918.95	3427.95	176.31	21.56	197.87	657.07	8.14
1.125	12.49	4.85	4.85	6.83	206.00	2864.59	54.36	509.00	2918.95	3427.95	176.27	21.60	197.87	656.70	8.14
1.22	12.41	4.84	4.84	6.84	206.00	2864.56	54.38	509.00	2918.94	3427.94	176.23	21.64	197.87	656.36	8.13
1.31	12.34	4.83	4.83	6.85	206.00	2864.54	54.40	509.00	2918.94	3427.94	176.20	21.67	197.87	656.05	8.13
1.40	12.27	4.83	4.83	6.86	206.00	2864.52	54.41	509.00	2918.94	3427.94	176.16	21.71	197.87	655.77	8.13
1.49	12.22	4.82	4.82	6.87	206.00	2864.51	54.43	509.00	2918.94	3427.94	176.14	21.73	197.87	655.53	8.12
1.58	12.17	4.82	4.82	6.88	206.00	2864.49	54.44	509.00	2918.93	3427.93	176.11	21.76	197.87	655.31	8.12
1.67	12.12	4.81	4.81	6.88	206.00	2864.48	54.45	509.00	2918.93	3427.93	176.09	21.78	197.87	655.13	8.12
1.76	12.09	4.81	4.81	6.89	206.00	2864.47	54.46	509.00	2918.93	3427.93	176.07	21.80	197.87	654.98	8.12
1.85	12.06	4.81	4.81	6.89	206.00	2864.46	54.47	509.00	2918.93	3427.93	176.06	21.81	197.87	654.86	8.12
1.94	12.04	4.80	4.80	6.90	206.00	2864.46	54.47	509.00	2918.93	3427.93	176.05	21.82	197.87	654.78	8.12
2.03	12.04	4.80	4.80	6.90	206.00	2864.46	54.47	509.00	2918.93	3427.93	176.05	21.83	197.87	654.74	8.12
2.07	12.04	4.80	4.80	6.90	206.00	2864.46	54.47	509.00	2918.93	3427.93	176.05	21.83	197.87	654.74	8.12

2564

Tabla 25. Resultados del escenario en condiciones extremas con sistema de tratamiento - ESC_CE_TRAT_ARIARI

Distance (km)	Generic constituent	CBODfast (mgO2/L)	Total CBODu (mgO2/L)	Dissolved oxygen (mgO2/L)	Total suspended solids (mgD/L)	Organic N (ugN/L)	Ammonium N (ugN/L)	Nitrate + nitrite N (ugN/L)	Total Kjeldal N (ugN/L)	Total N (ug/L)	Organic P (ugN/L)	Inorganic P (ugP/L)	Total P (ugP/L)	Pathogens (cfu/100 mL)	pH
0.000	14.00	5.00	5.00	6.60	206.00	2865.00	54.00	509.00	2919.00	3428.00	177.00	20.87	197.87	663.00	8.20
0.045	13.88	4.99	4.99	6.62	206.00	2864.97	54.03	509.00	2919.00	3428.00	176.94	20.93	197.87	662.52	8.19
0.135	13.75	4.98	4.98	6.64	206.00	2864.93	54.06	509.00	2918.99	3427.99	176.88	20.99	197.87	661.97	8.19
0.225	13.62	4.96	4.96	6.66	206.00	2864.90	54.09	509.00	2918.99	3427.99	176.82	21.05	197.87	661.45	8.18
0.315	13.48	4.95	4.95	6.68	206.00	2864.86	54.12	509.00	2918.98	3427.98	176.75	21.12	197.87	660.87	8.18
0.405	13.35	4.94	4.94	6.70	206.00	2864.82	54.15	509.00	2918.98	3427.98	176.69	21.18	197.87	660.32	8.17
0.495	13.22	4.92	4.92	6.72	206.00	2864.79	54.18	509.00	2918.97	3427.97	176.63	21.24	197.87	659.78	8.17
0.585	13.10	4.91	4.91	6.74	206.00	2864.76	54.21	509.00	2918.97	3427.97	176.57	21.30	197.87	659.27	8.16
0.675	12.98	4.90	4.90	6.75	206.00	2864.72	54.24	509.00	2918.96	3427.96	176.51	21.36	197.87	658.78	8.16
0.765	12.87	4.89	4.89	6.77	206.00	2864.69	54.27	509.00	2918.96	3427.96	176.46	21.41	197.87	658.32	8.15
0.855	12.77	4.88	4.88	6.79	206.00	2864.66	54.29	509.00	2918.96	3427.96	176.41	21.46	197.87	657.87	8.15
0.945	12.67	4.87	4.87	6.80	206.00	2864.64	54.32	509.00	2918.95	3427.95	176.36	21.51	197.87	657.46	8.14
1.035	12.58	4.86	4.86	6.82	206.00	2864.61	54.34	509.00	2918.95	3427.95	176.31	21.56	197.87	657.07	8.14
1.125	12.49	4.85	4.85	6.83	206.00	2864.59	54.36	509.00	2918.95	3427.95	176.27	21.60	197.87	656.70	8.14
1.22	12.41	4.84	4.84	6.84	206.00	2864.56	54.38	509.00	2918.94	3427.94	176.23	21.64	197.87	656.36	8.13
1.31	12.34	4.83	4.83	6.85	206.00	2864.54	54.40	509.00	2918.94	3427.94	176.20	21.67	197.87	656.05	8.13
1.40	12.27	4.83	4.83	6.86	206.00	2864.52	54.41	509.00	2918.94	3427.94	176.16	21.71	197.87	655.77	8.13
1.49	12.22	4.82	4.82	6.87	206.00	2864.51	54.43	509.00	2918.94	3427.94	176.14	21.73	197.87	655.53	8.12
1.58	12.17	4.82	4.82	6.88	206.00	2864.49	54.44	509.00	2918.93	3427.93	176.11	21.76	197.87	655.31	8.12
1.67	12.12	4.81	4.81	6.88	206.00	2864.48	54.45	509.00	2918.93	3427.93	176.09	21.78	197.87	655.13	8.12
1.76	12.09	4.81	4.81	6.89	206.00	2864.47	54.46	509.00	2918.93	3427.93	176.07	21.80	197.87	654.98	8.12
1.85	12.06	4.81	4.81	6.89	206.00	2864.46	54.47	509.00	2918.93	3427.93	176.06	21.81	197.87	654.86	8.12
1.94	12.04	4.80	4.80	6.90	206.00	2864.46	54.47	509.00	2918.93	3427.93	176.05	21.82	197.87	654.78	8.12
2.03	12.04	4.80	4.80	6.90	206.00	2864.46	54.47	509.00	2918.93	3427.93	176.05	21.83	197.87	654.74	8.12
2.07	12.04	4.80	4.80	6.90	206.00	2864.46	54.47	509.00	2918.93	3427.93	176.05	21.83	197.87	654.74	8.12

Análisis de la modelación

La presente sección está encaminada a realizar el análisis de los resultados modelados y simulados en los escenarios 3, destacando que en el presente informe se abordarán los resultados de los constituyentes de DQO, DBOu, solidos suspendidos totales y oxígeno disuelto, toda vez que anexo al presente informe, se adjuntarán las hojas de cálculo de la modelación, las cuales podrán ser consultadas por el equipo técnico de esta autoridad ambiental.

Adicionalmente, se precisa que los parámetros referidos antes exhiben el comportamiento del río debido fundamentalmente a que son los parámetros más representativos para evaluar la calidad del agua, además, dichos parámetros son confrontados con los límites establecidos por CORMACARENA para el Tramo 3 del río Ariari en la Resolución No. PS-GJ 1:2.6.14.2000 del 20 de noviembre de 2014, a saber:

Tabla 26. Objetivos de calidad para el río Ariari - Tramo 3

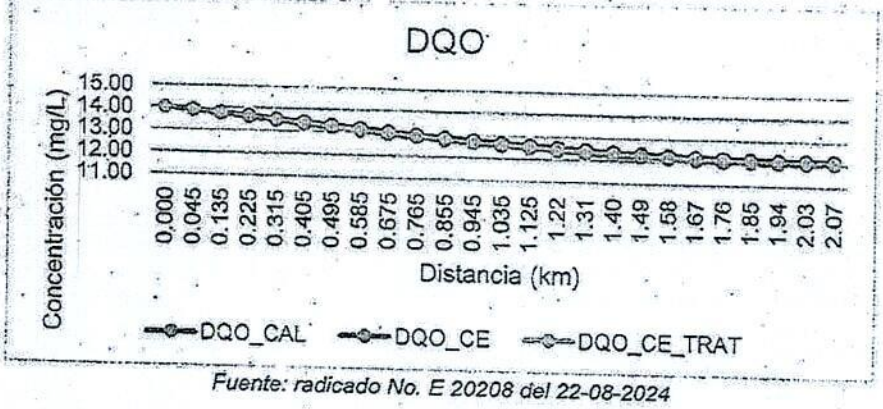
Usos, criterios de calidad y objetivos del Rio Ariari, de los Municipios de Granada, Fuente de Oro y Puerto LLeras, Periodo 2014 -2024

Numero	Tramo	Uso	Criterio de calidad	Unidad	Objetivo de calidad	Tiempo (años)		
						Corto (1-2)	Mediano (3-5)	Largo (6-10)
2	Tramo 3 : Desde la desembocadura del rio la cubillera en las coordenadas 877.883N 1.038.947E hasta 500m aguas arriba del área urbana del municipio de puerto lleras en las coordenadas: 859.076N 1.077.221E	Agrícola restringido	DBO_5	mg/L	20			
			DQO	mg/L	20[c]			
			pH	Ud de pH	4,5-9,0[e]			
			Oxígeno disuelto	mg/L	4[m]			
			Conductividad eléctrica	µS/cm	750[bb]			
			Coliformes fecales	NMP	5000[bb]			
			Nitrógeno amoniacal ($N\text{-}NH_4$)	mg/L	5			
			Grasas y aceites	mg/L	A			
			RAS	Fracción	10[ttt]			
			Materiales flotantes		A			

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

- *Demanda Química de Oxígeno – DQO*

Figura 16. Comportamiento de la DQO

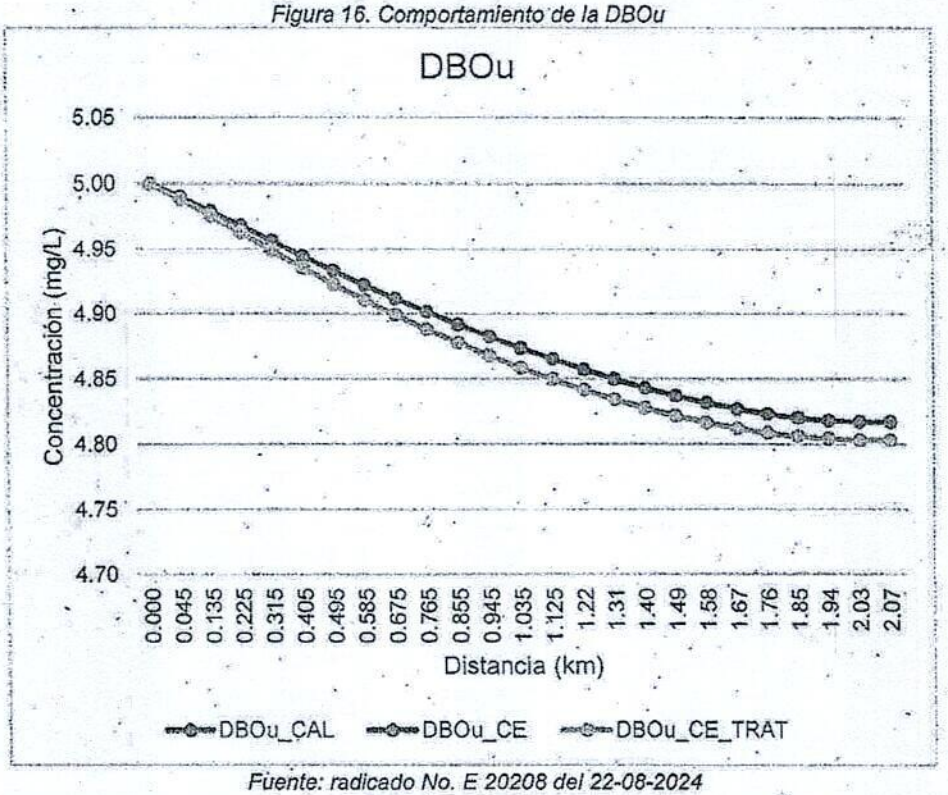


Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

El comportamiento de la DQO tiende a descender en todos los escenarios simulados hasta estabilizarse en una concentración cercana a los 12 mg/L, lo cual permite concluir que el río Ariari en todo momento cumpliría con el límite máximo permisible establecido por CORMACARENA para el Tramo 3 del río Ariari en la Resolución No. PS-GJ 1.2.6.14.2000 del 20 de noviembre de 2014, el cual es de 20 mg/L, destacando la alta capacidad de asimilación del río para diluir los contaminantes como la DQO.

- *Demanda Bioquímica de Oxígeno (última) – DBOu*

Figura 16. Comportamiento de la DBOu



Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

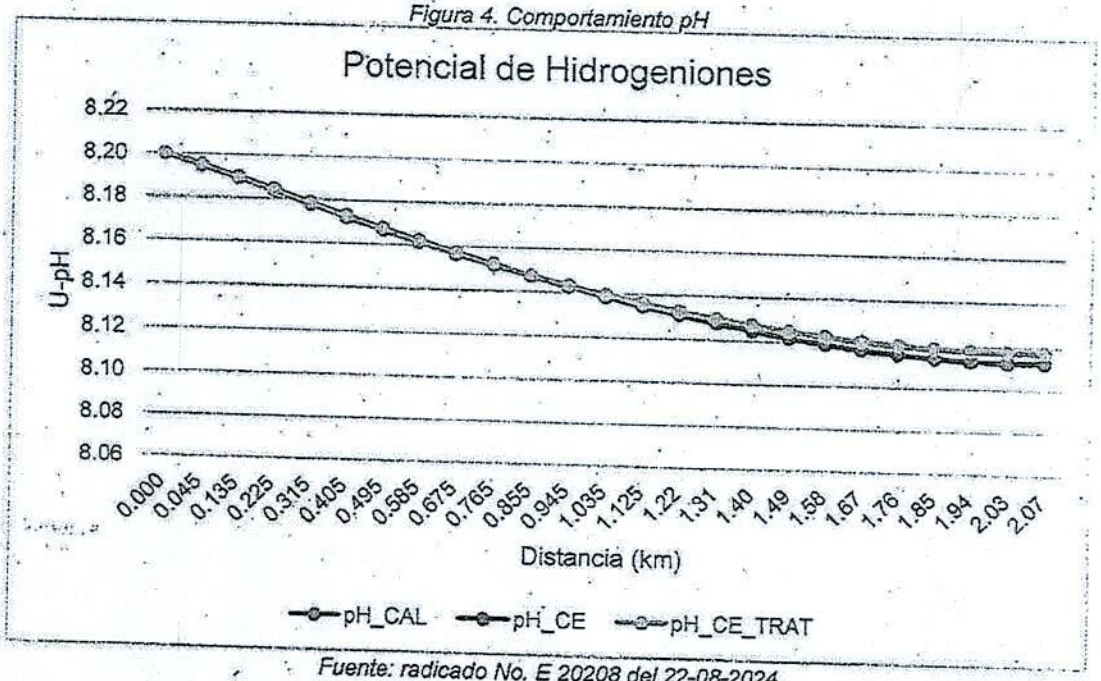
En relación con al DBOu, se observa que su comportamiento es similar al de la DQO debido fundamentalmente a que son parámetros que se encuentran estrechamente correlacionados cuando se cuenta con vertimientos poco diluidos, así mismo, es preciso indicar que su concentración permanece por debajo de 5 mg/L en todo momento, estabilizándose en una concentración cerca a los 4.8 mg/L a lo largo de 2 kilómetros de recorrido.

De la misma manera, es importante añadir que el escenario DBOu_CE_TRAT (curva gris) hace referencia al comportamiento del vertimiento tratado, destacando que la DBOu tiende a biodegradarse más fácilmente que lo se mineralizaría actualmente (DBOu_CAL) debido a que se carga contaminante se reduce con el sistema de tratamiento en un rango del 80 – 85%.

Así mismo, la DBOu es uno de los parámetros vinculados en el cálculo de la Tasa Retributiva y las metas de cargas contaminantes, por lo que, con base en este escenario, se observa que la ESPG podría obtener beneficios económicos derivados del cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos para el río y el vertimiento.

- *Potencial de Hidrogeniones – pH*

Figura 4. Comportamiento pH

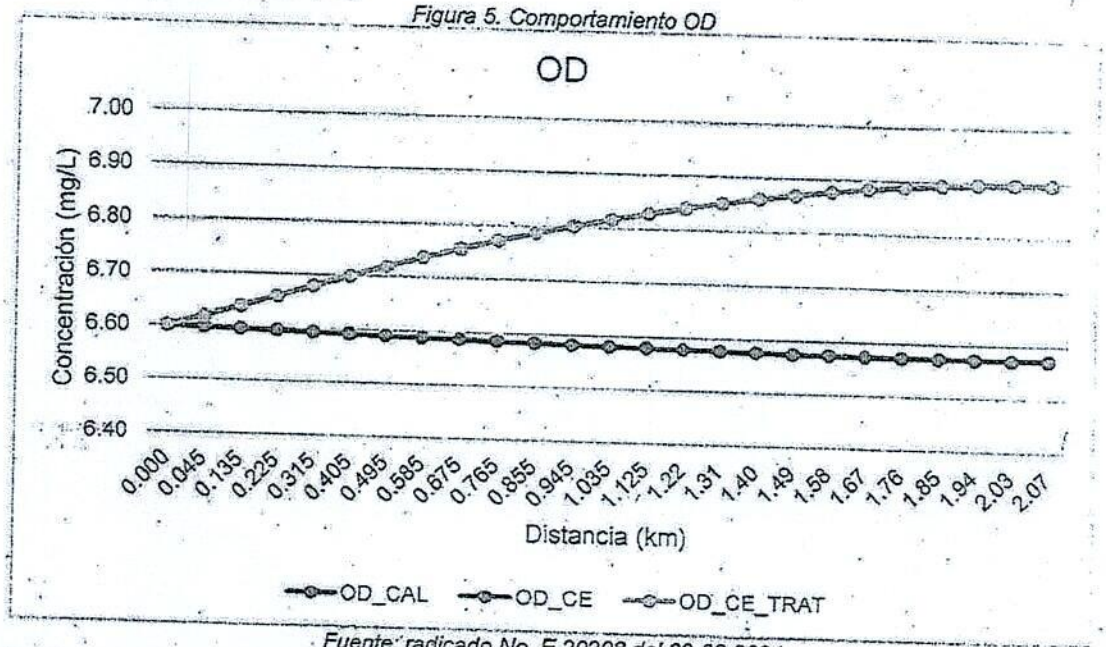


Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

En relación con el pH, es de añadir que el rango de cumplimiento establecido por la Resolución No. PS-GJ 1.2.6.14.2000 del 20 de noviembre de 2014, se estaría cumpliendo en todo momento, para cualquiera de los 3 escenarios simulados, por cuanto su cumplimiento estaría garantizado en todo momento.

- *Oxígeno Disuelto – OD*

Figura 5. Comportamiento OD



Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

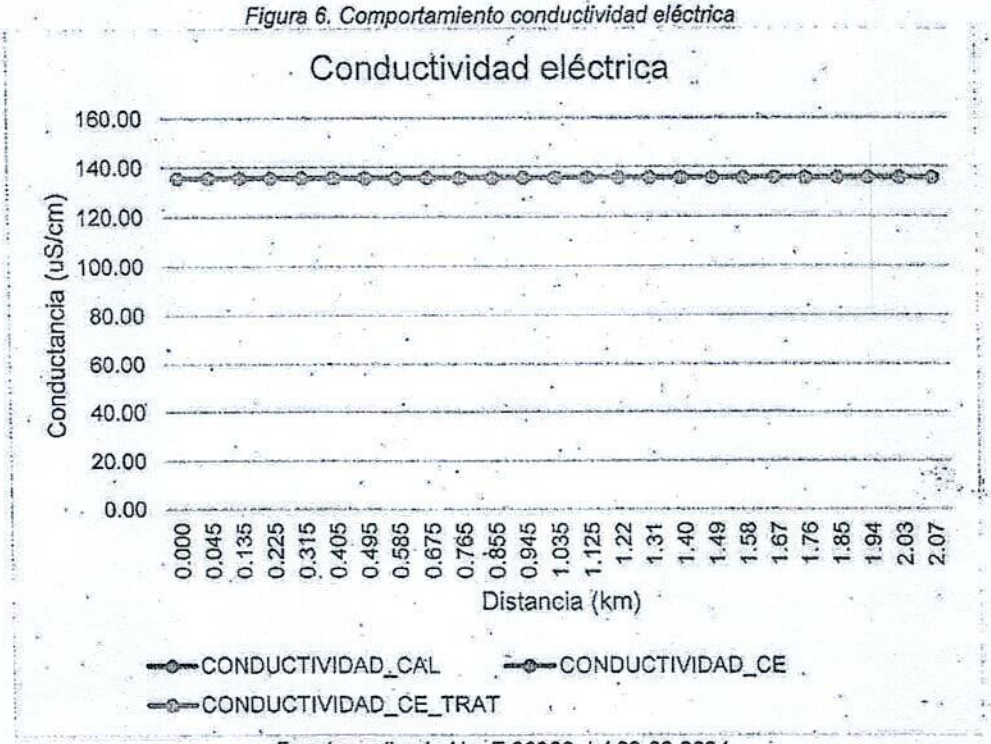
En relación con el OD, es importante mencionar que el escenario de calibración (OD_CAL)(Línea azul) indica un comportamiento muy estable en un rango que iría desde los 6.60 mg/L hasta 6.57 mg/L en un recorrido de 2 kilómetros, por lo que se puede establecer un comportamiento muy estable y bien oxigenado para garantizar la supervivencia a la biota marina del río debido fundamentalmente a que en todo momento se manejan concentraciones superiores a 4 mg/L, tal como lo requiere la Resolución No. PS-GJ 1.2.6.14.2000 del 20 de noviembre de 2014.

El escenario con un caudal del río en condiciones extremas recibiendo el vertimiento tratado, beneficiaría la calidad del río en términos de calidad aumentando su concentración de OD en 0.3 mg/L en un recorrido de 2 kilómetros debido a que el río recibiría la carga contaminante fuertemente disminuida, además, el aporte de este caudal clarificado propende a aumentar la dilución de otros contaminantes que pueda arrastrar el río desde aguas arriba.

En conclusión, el río cuenta con una concentración de oxígeno muy estable, por encima de 4 mg/L, dando alcance a lo establecido en la Resolución No. PS-GJ 1.2.6.14.2000 del 20 de noviembre de 2014, la cual se vería beneficiada con un aumento en su concentración, recibiendo el vertimiento del sistema de alcantarillado con una remoción del 80% de eficiencia derivado del tratamiento en la PTAR.

- *Conductividad eléctrica*

Figura 6. Comportamiento conductividad eléctrica

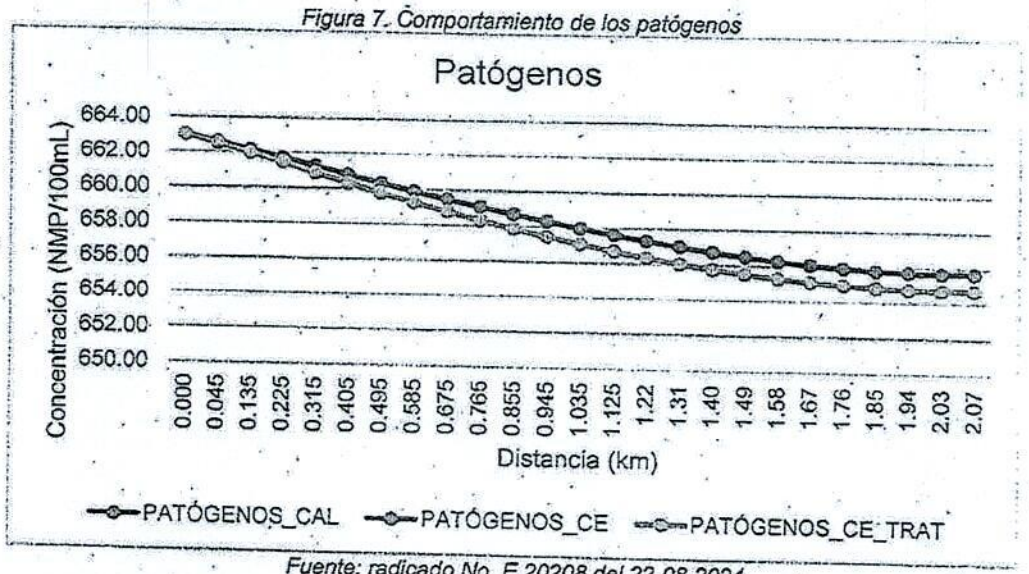


Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

De conformidad con la proyección de conductividad eléctrica realizada por el modelo, dicho parámetro se mantendría completamente estable en 135.5 uS/cm, dando alcance a lo establecido en la Resolución No. PS-GJ 1.2.6.14.2000 del 20 de noviembre de 2014.

- *Patógenos (coliformes fecales)*

Figura 7. Comportamiento de los patógenos

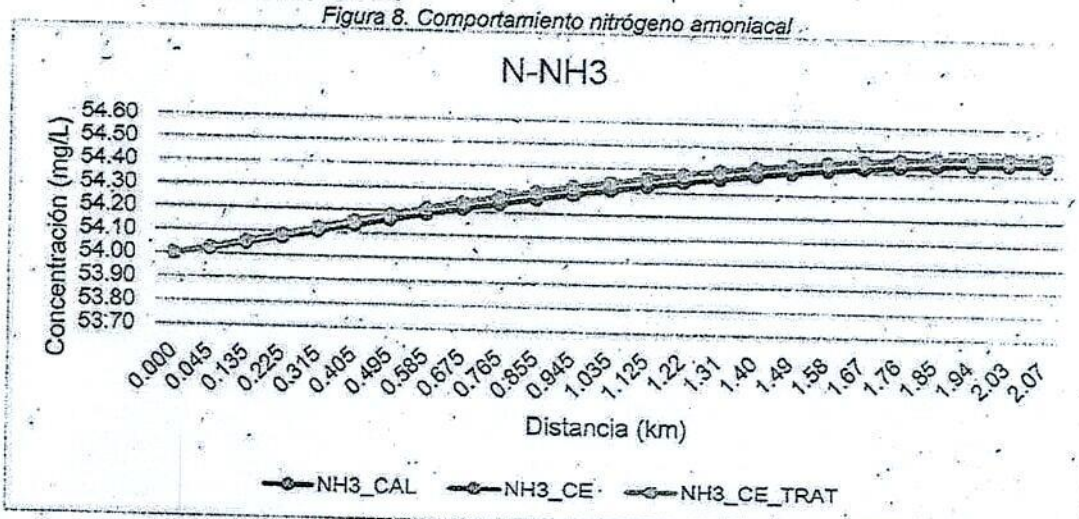


Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

En relación con los patógenos, es claro que el río Ariari se encuentra en la capacidad para diluir en todos los escenarios la concentración de patógenos debido a que, como se observa en la Figura anterior, a medida que el vertimiento recorre el río, se hace menor su concentración hasta estabilizarse en 655 NMP/100mL, no obstante, escenario en condiciones extremas (ESC_CE_ARIARI) (línea naranja), tiende a presentar menor capacidad de asimilación toda vez que el caudal se ve ampliamente reducido (38.87 m^3/s) respecto de las condiciones en las que se realizó la calibración. Respecto al escenario del vertimiento con tratamiento, este escenario se corrió con la información hidráulica más restrictiva, es decir, con un caudal de 38.87 m3/s, hallando que su comportamiento sería similar al escenario de calibración, el cual se corrió con un caudal de 147.88 m3/s, es decir, un caudal casi cuatro (4) veces mayor, por cuanto se puede decir que es considerablemente beneficioso para el río recibir el vertimiento tratado para patógenos con un 99.99% de eficiencia.

- *Nitrógeno Amoniacal – N-NH_3*

Figura 8. Comportamiento nitrógeno amoniacal

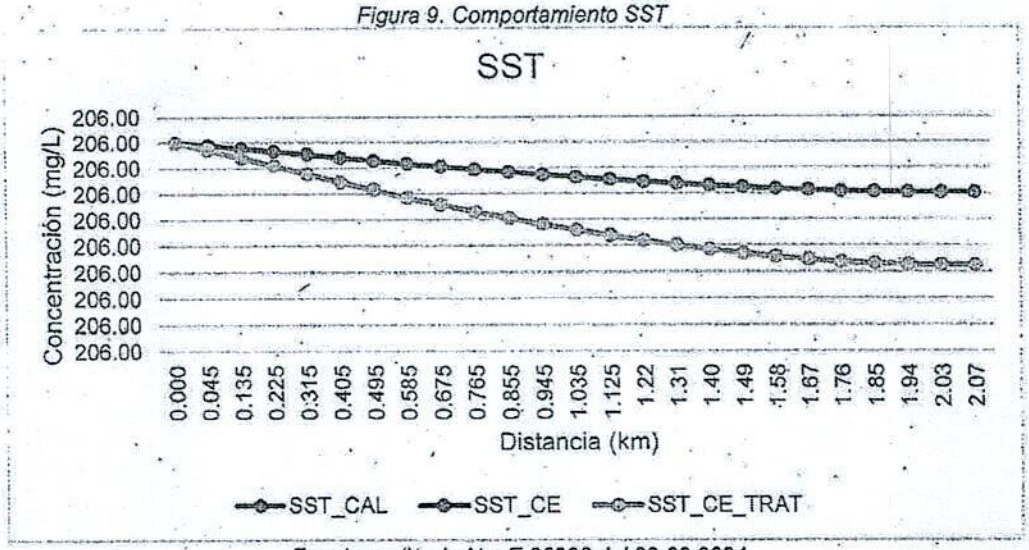


Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

En relación con el nitrógeno amoniacal, es importante mencionar que es el parámetro de mayor atención en el sistema de tratamiento toda vez que en todo momento se estaría superando el límite establecido por la Resolución No. PS-GJ 1.2.6.14.2000 del 20 de noviembre de 2014, por cuanto se deberán establecer acciones para reducir la carga contaminante de este parámetro en su fuente o establecer sistemas de tratamiento lo suficientemente eficientes para reducir su concentración.

- *Sólidos Suspendidos Totales – SST*

Figura 9. Comportamiento SST



Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Finalmente, la SST es un parámetro de sumo interés debido fundamentalmente a que es uno de los parámetros involucrados en la tasación de las facturas por concepto de tasa retributiva; pese a que no se define un límite de cumplimiento para este parámetro en los objetivos de calidad del tramo 3 del río Ariari, es importante observar que la variación en la concentración es este parámetro es muy baja y se mantiene prácticamente constante, hallando su diferencia en cifras decimales del quinto y sexto orden.

Es importante resaltar que, en el cálculo de longitud de influencia, se observa que el río cuenta, desde aguas arriba, con una concentración alta en SST equivalente a 206 mg/L, debido a la cantidad de sedimento que arrastra su corriente, por lo que al recibir el vertimiento en cualquiera de los tres (3) escenarios evaluados, la variación es mínima debido a que el caudal de la fuente es muy superior al que se proyecta descargar.
Conclusiones de la modelación

Sobre la modelación, en el documento del PSMV se reporta que de conformidad con la modelación y simulación de los escenarios más restrictivos para recibir el vertimiento, los cuales corresponden a realizar la descarga sin tratamiento alguno en condiciones de oferta hídrica en el mes de enero (época de estiaje), sin tratamiento en condiciones de oferta hídrica promedio anual y con tratamiento al 80% de eficiencia con una oferta hídrica promedio anual; destacando que los caudales de oferta hídrica más restrictivos y promedios se extrajeron de la fase de diagnóstico de hidrología del POMCA Medio y Bajo Ariari, es preciso realizar las siguientes observaciones:

El caudal del río Ariari es lo suficientemente amplio para autodepurarse, aun recibiendo el vertimiento sin tratamiento debido fundamentalmente a que prácticamente todos los parámetros definidos en los objetivos de calidad del Tramo 3 del río Ariari (Resolución No. PS-GJ 1.2.6.14.2000 del 20 de noviembre de 2014), estarían en cumplimiento, salvo el nutriente nitrógeno en su forma amoniacal.

Respecto al nitrógeno amoniacal, la ESPG deberá emprender y establecer las acciones necesarias para reducir la carga contaminante de este parámetro en su fuente de generación, la cual se atribuye posiblemente a los desechos de la Planta de Beneficio Animal El Cimarrón, o establecer sistemas de tratamiento lo suficientemente robustos que brinden la eficiencia en la remoción para reducir su concentración. El cumplimiento de la mayoría de los parámetros objeto de seguimiento por los objetivos de calidad se cumplirían en todos los escenarios planteados, significando un posible alivio económico traducido en pagos por concepto de tasa retributiva debido a que se cumpliría con el objetivo de calidad para el tramo, así mismo, con el cumplimiento de los límites máximos y rangos establecidos para el vertimiento.

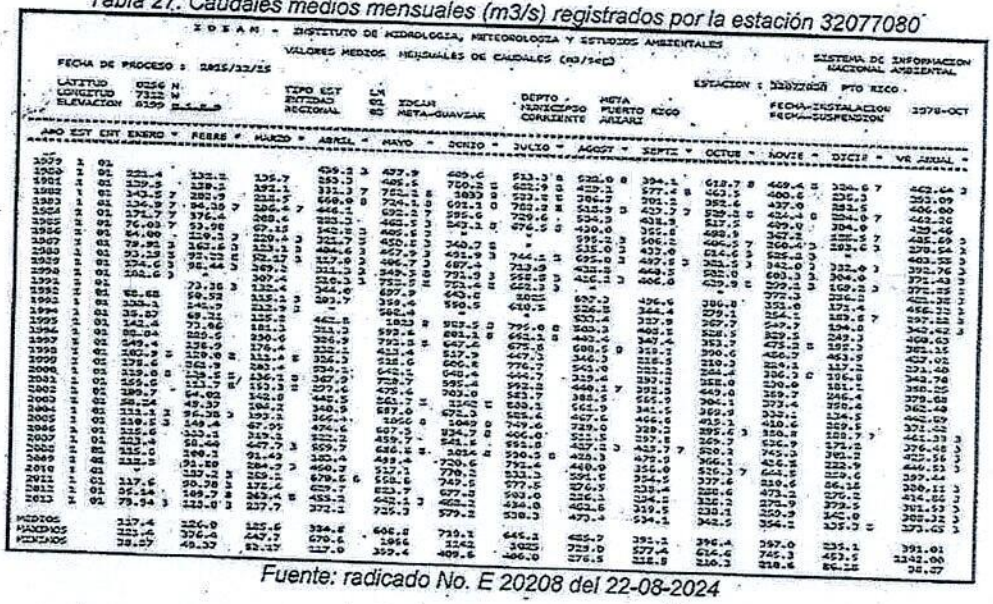
En relación con la SST, su comportamiento es prácticamente constante, presentando variaciones en términos decimales del quinto y sexto orden, toda vez que su concentración en términos de este parámetro es bastante alta desde aguas arriba del punto proyectado de vertimiento, posiblemente, debido a la gran cantidad de sedimento que arrastra el río con su corriente. Respecto a los patógenos, es preciso indicar que el río Ariari, debido a su alto caudal, aún en época de estiaje, cuenta con la capacidad de diluir dicho constituyente, sin embargo, su impacto se ve reducido cuando el vertimiento es descargado con un tratamiento que asegure cerca del 99.99% (2-Log) de eficiencia en la remoción de coliformes fecales; así mismo, deberán efectuarse las acciones correspondientes por parte de la ESPG para reducir en la fuente la concentración de patógenos debido a que es significativamente alta (1600000 NMP/100mL), presumiendo que el vertimiento pueda estar conteniendo trazas de los residuos líquidos de la PBA El Cimarrón.

Finalmente, se concluye que la única manera de no afectar a comunidades hidrobiológicas y dar alcance a la normatividad ambiental vigente (Resolución 631 de 2015 y objetivos de calidad de la autoridad ambiental), es realizar el vertimiento con tratamiento a la fuente hídrica.

Longitud de mezcla

La longitud de mezcla hace referencia a la longitud hasta cuando el constituye se mezcla completamente a lo largo y ancho con la fuente receptora. Una vez consultada la información disponible en el POMCA Medio y Bajo Ariari3, se observa que para el procesamiento de datos hidrológicos se tomó en cuenta la información de caudales medios mensuales registrados por la estación del IDEAM 32077080 (ESTACIÓN PUERTO RICO), los que se observan a continuación:

Tabla 27. Caudales medios mensuales (m3/s) registrados por la estación 32077080



IDEAM - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m3/seg)

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2015/12/15

ESTACION : 32077080 PTO RICO

LATITUD 0256 N
LONGITUD 7312 W
ELEVACION 0159

TIPO EST
ENTIDAD
REGIONAL

CLA
OR
OS

ZONIFICACION
META-GUAVIARE

DEPTO
MUNICIPIO
CORRIENTE

META
PUERTO
ARIARI

RIO

FECHA-INSTALACION
FECHA-SUSPENSION

1978-OCT

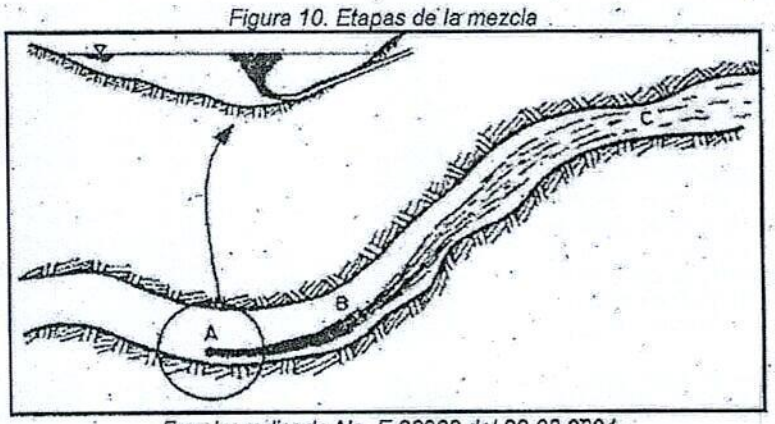
AÑO	EST	CAT	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	VR ANUAL
1978			221.4	132.8	135.7	439.2	497.9	469.6	521.0	532.0	394.1	612.7	469.4	336.7	402.14
1979			139.8	120.1	182.1	353.7	465.4	700.2	622.9	582.3	577.4	463.1	400.6	320.3	351.09
1980			143.7	280.9	282.1	331.3	702.8	1030	533.2	488.3	406.1	383.4	437.6	352.5	406.66
1981			136.9	98.38	264.4	446.1	592.1	692.3	755.2	615.7	435.7	384.4	434.6	384.7	462.20
1982			171.7	176.4	208.4	331.5	463.8	549.2	729.6	534.5	638.9	511.7	469.2	394.7	452.96
1983			76.03	52.98	67.12	221.2	465.2	542.2	675.0	490.0	385.1	485.3	469.2	394.7	352.06
1984			84.88	119.1	129.4	446.1	592.1			595.0	406.1	383.4	437.6	384.7	446.66
1985			79.83	98.38	264.4	446.1	592.1	692.3	755.2	615.7	435.7	384.4	434.6	384.7	462.20
1986			93.18	361.4	208.4	331.5	463.8	549.2	729.6	534.5	638.9	511.7	469.2	394.7	452.96
1987			76.03	52.98	67.12	221.2	465.2	542.2	675.0	490.0	385.1	485.3	469.2	394.7	352.06
1988			84.88	119.1	129.4	446.1	592.1			595.0	406.1	383.4	437.6	384.7	446.66
1989			79.83	98.38	264.4	446.1	592.1	692.3	755.2	615.7	435.7	384.4	434.6	384.7	462.20
1990			93.18	361.4	208.4	331.5	463.8	549.2	729.6	534.5	638.9	511.7	469.2	394.7	452.96
1991			182.9	98.44	307.4	446.1	592.1	692.3	755.2	615.7	435.7	384.4	434.6	384.7	462.20
1992				73.58	208.4	331.5	463.8	549.2	729.6	534.5	638.9	511.7	469.2	394.7	452.96
1993			66.68	59.52	67.12	221.2	465.2	542.2	675.0	490.0	385.1	485.3	469.2	394.7	352.06
1994			84.88	119.1	129.4	446.1	592.1			595.0	406.1	383.4	437.6	384.7	446.66
1995			79.83	98.38	264.4	446.1	592.1	692.3	755.2	615.7	435.7	384.4	434.6	384.7	462.20
1996			93.18	361.4	208.4	331.5	463.8	549.2	729.6	534.5	638.9	511.7	469.2	394.7	452.96
1997			76.03	52.98	67.12	221.2	465.2	542.2	675.0	490.0	385.1	485.3	469.2	394.7	352.06
1998			84.88	119.1	129.4	446.1	592.1			595.0	406.1	383.4	437.6	384.7	446.66
1999			79.83	98.38	264.4	446.1	592.1	692.3	755.2	615.7	435.7	384.4	434.6	384.7	462.20
2000			93.18	361.4	208.4	331.5	463.8	549.2	729.6	534.5	638.9	511.7	469.2	394.7	452.96
2001			182.9	98.44	307.4	446.1	592.1	692.3	755.2	615.7	435.7	384.4	434.6	384.7	462.20
2002				73.58	208.4	331.5	463.8	549.2	729.6	534.5	638.9	511.7	469.2	394.7	452.96
2003			66.68	59.52	67.12	221.2	465.2	542.2	675.0	490.0	385.1	485.3	469.2	394.7	352.06
2004			84.88	119.1	129.4	446.1	592.1			595.0	406.1	383.4	437.6	384.7	446.66
2005			79.83	98.38	264.4	446.1	592.1	692.3	755.2	615.7	435.7	384.4	434.6	384.7	462.20
2006			93.18	361.4	208.4	331.5	463.8	549.2	729.6	534.5	638.9	511.7	469.2	394.7	452.96
2007			76.03	52.98	67.12	221.2	465.2	542.2	675.0	490.0	385.1	485.3	469.2	394.7	352.06
2008			84.88	119.1	129.4	446.1	592.1			595.0	406.1	383.4	437.6	384.7	446.66
2009			79.83	98.38	264.4	446.1	592.1	692.3	755.2	615.7	435.7	384.4	434.6	384.7	462.20
2010			93.18	361.4	208.4	331.5	463.8	549.2	729.6	534.5	638.9	511.7	469.2	394.7	452.96
2011			182.9	98.44	307.4	446.1	592.1	692.3	755.2	615.7	435.7	384.4	434.6	384.7	462.20
2012				73.58	208.4	331.5	463.8	549.2	729.6	534.5	638.9	511.7	469.2	394.7	452.96
2013			66.68	59.52	67.12	221.2	465.2	542.2	675.0	490.0	385.1	485.3	469.2	394.7	352.06
2014			84.88	119.1	129.4	446.1	592.1			595.0	406.1	383.4	437.6	384.7	446.66
2015			79.83	98.38	264.4	446.1	592.1	692.3	755.2	615.7	435.7	384.4	434.6	384.7	462.20
MEDIOS			117.4	126.0	185.6	384.8	606.8	739.1	645.2	625.9	395.2	396.4	397.0	335.1	391.01
MAXIMOS			221.4	361.4	282.1	446.1	702.8	1030	755.2	729.0	577.4	612.7	745.3	469.5	2142.00
MINIMOS			39.09	49.32	52.17	221.2	359.4	409.6	486.0	376.5	218.8	230.3	218.4	80.28	38.27

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

[3] *Adoptado por la Resolución PS-GJ 1.2.6.18.2900 del 30 de octubre de 2018.*

De conformidad con lo anterior, se observa que dicha tabla contiene información <u>únicamente</u> de caudal, hallando que el caudal más bajo se registra históricamente en el mes de enero, cuyo valor es de 38.87 m^3/s, no obstante, la información allí consolidada NO especifica datos topológicos (profundidad, ancho y pendiente derivado de carteras de aforo) necesarios para el cálculo de la zona de longitud de mezcla, por lo tanto, se aclara que la longitud de mezcla se calcula con base en el aforo de caudal líquido realizado en el año 2019 (anexo al presente informe) por el laboratorio certificado TECNOAMBIENTAL S.A.S

Figura 10. Etapas de la mezcla



Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Dado el contexto anterior, se tabulan los puntos de vertimiento a trabajar con la respectiva información hidráulica tomada como insumo:

Cuenca Sanitaria	Vertimiento	Fuente receptora	Información hidráulica
Río Ariari	Sistema de alcantarillado ESPG - Proyectado	Río Ariari	Aforo de caudal líquido 2019.

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

De acuerdo con lo anterior, se elige el método de Hull para el cálculo de longitud de mezcla toda vez que vincula en su cálculo la dinámica del caudal de la fuente receptora, la cual, a su vez, fue calculada teniendo en cuenta márgenes típicas, profundidad y velocidad, variables hidráulicas implícitas en la asimilación de contaminantes, por cuanto su resultado tiende a tener menor margen de error menor respecto de los otros métodos; así las cosas, la longitud de mezcla se establece en 1057.6 metros, por lo anterior, se espera que 1057.6 metros aguas abajo del vertimiento de agua residual doméstica, se mezcle completamente el vertimiento con el cauce del río.

- *Hull (simplificado)*

(a) *Hull*

By using the formula

$$L_H = 3b\sqrt{\frac{b}{d}} \quad (1)$$

and by making assumptions concerning typical width to breadth ratios of rivers and the value of mean velocity in terms of the discharge, Hull (5) derives the formula:

$$L_H = aQ^{0.33} \quad (2)$$

where a is a constant equal to 50 for centre-point injection and 200 for bank side injection. Although equation 2 is the version of Hull's formula normally used, it was considered that equation 1 would also merit investigation.

Tabla 28. Longitud de mezcla - Hull simplificado

HULL Simplificado

Variable	Variable	Unidades	Valor
Factor	a	Factor	200
Caudal	Q	m^3/s	147,88
Longitud de mezcla	Lm	m	1057,63

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Cálculo de la longitud de influencia y capacidad de asimilación

El cálculo de esta variable tiene su cimiento técnico definido por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA a través del ANEXO 3 denominado "Metodología para la definición de la longitud de influencia de vertimientos sobre corrientes de agua superficial"; para este caso de estudio, se calculó la longitud de influencia con base en los constituyentes DBOu, ortofosfatos, nitrógeno amoniacal, nitratos y sólidos suspendidos totales, así:

Tabla 49. Variables implícitas en el cálculo de longitud de influencia – vertimiento sin tratamiento con el caudal reportado por TECNOAMABIENTAL SAS.

Parámetros	Unidades	Río Ariari X: 4922643.97 Y: 1942362.43	Vertimiento proyectado X 4922856.36 Y 1942454.83
		Fuente (Agua Arriba)	Vertimiento ARD Granada
DBOu	mgO_2/L	5.00	555.00
Ortofosfatos	mgPO4/L	0.05	6.77
Nitrógeno Amoniacal	mg NH3/L	0.054	92.50
Nitratos	mg NO_3/L	0.500	0.600
Sólidos suspendidos totales	mg/L	206.00	273.00
Caudal	m^3/s	38.87	0.705
Velocidad media	m/s	0.09	
Velocidad máxima	m/s	1.92	
DF	Adimensional	0.96	

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Acorde con los datos referidos en la tabla siguiente, se realiza el cálculo de la longitud de influencia hallando lo siguiente:

Tabla 29. Longitud de influencia - vertimiento sin tratamiento con el caudal reportado por TECNOAMABIENTAL SAS

Parámetros	W (kg/día)	a (m^3/s)	k (1/d)	Q (m^3/s)	LIV (Km)	Capacidad de asimilación (%)	% Remanente
DBOu	50594.16	117.116	0.26	39.575	51.33	33.79%	66.21%
Ortofosfatos	580.25	134.316	0.74		0.00	29.46%	70.54%
Nitrógeno Amoniacal	5815.07	1246.372	0.02		5741.46	3.18%	96.82%
Nitratos	1715.73	39.716	0.35		0.08	99.65%	0.35%
Sólidos suspendidos totales	708450.90	39.804	3.25		0.01	99.42%	0.58%

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

De acuerdo con los resultados expuestos en la Tabla 29, la capacidad de asimilación de río Ariari se ve limitada para recibir el vertimiento sin tratamiento en época de estiaje (principalmente en enero), especialmente para constituyentes como la DBO, cuya concentración asciende a 555 mg/L, Ortofosfatos (6.77 mg/L) y nitrógeno en su forma amoniacal (92.5 mg/L), sin embargo, se observa que la capacidad de asimilación para nitrógeno en forma de nitratos y sólidos suspendidos totales es muy alta considerando que la concentración del vertimiento es similar a la concentración de estos constituyentes antes de la descarga del vertimiento. Así mismo, se concluye que realizar el vertimiento a la fuente hídrica sería perjudicial para comunidades hidrobiológicas y ocasionaría una contaminación significativa de la fuente receptora.

Tabla 51. Variables implícitas en el cálculo de longitud de influencia – vertimiento con tratamiento del 80% de remoción con el caudal reportado por TECNOAMABIENTAL SAS

Parámetros	Unidades	Río Ariari X: 4922643.97 Y: 1942362.43	Vertimiento proyectado X 4922856.36 Y 1942454.83
		Fuente (Agua Arriba)	Vertimiento ARD Granada
DBOu	mgO_2/L	5.00	111
Ortofosfatos	mgPO4/L	0.05	1.354
Nitrógeno Amoniacal	mg NH3/L	0.054	18.5
Nitratos	mg NO_3/L	0.500	0.12
Sólidos suspendidos totales	mg/L	206.00	54.6
Caudal	m^3/s	38.87	0.705
Velocidad media	m/s	0.09	
Velocidad máxima	m/s	1.92	
DF	Adimensional	0.96	

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Acorde con los datos referidos en la siguiente tabla, se realiza el cálculo de la longitud de influencia hallando lo siguiente:

Tabla 52. Longitud de influencia - vertimiento con tratamiento del 80% de remoción con el caudal reportado por TECNOAMABIENTAL SAS

Parámetros	W (kg/día)	a (m^3/s)	k (1/d)	Q (m^3/s)	LIV (Km)	Capacidad de asimilación (%)	% Remanente
DBOu	23552.30	54.519	0.26	39.575	10.54	72.59%	27.41%
Ortofosfatos	250.38	57.959	0.74		0.00	68.28%	31.72%
Nitrógeno Amoniacal	1308.10	280.370	0.02		1822.88	14.12%	85.88%
Nitratos	1686.49	39.039	0.35		0.2	98.63%	1.37%
Sólidos suspendidos totales	695149.23	39.057	3.25		0.03	98.67%	1.33%

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

De acuerdo con los datos expuestos en tabla de la capacidad de asimilación del río Ariari asciende considerablemente para todos los parámetros, especialmente para SST y nitrógeno en forma de nitratos, cuya concentración sería asimilada instantáneamente, mientras que los demás parámetros serían asimilados totalmente en distancias relativamente cortas, salvo el nitrógeno amoniacal, el cual tendrá que ser removido por el sistema de tratamiento en un rango de eficiencia superior al esperado para efectos de no aumentar la carga de nutrientes del río.

Con estos cálculos, se hace imprescindible que el vertimiento se realice con el respectivo tratamiento biológico que asegure el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente tanto para

el vertimiento (Resolución 631 de 2015) como para los objetivos de calidad de la fuente hídrica receptora (Resolución PS-GJ 1.2.6.20.0933 del 19 de noviembre de 2020 y Resolución PS-GJ 1.2.6.14.2000 del 20 de noviembre de 2014) y, así mismo, no perjudique a las comunidades hidrobiológicas presentes en el ecosistema.

Factor de dilución

El factor de dilución corresponde al cociente del caudal monitoreo del 2019 del rio (época seca) y el caudal máximo del vertimiento calculado para el final del periodo de diseño.

$$F_{dilución} = \frac{Q_{amb.cuerpo\ receptor}}{Q_{vertimiento}}$$

$$F_{dilución} = \frac{147.88\ m^3/s}{0.70492\ m^3/s} = 209{,}78$$

El factor de dilución corresponde al cociente del caudal ambiental del rio (dato POMCA rio Alto Ariari) y el caudal máximo del vertimiento calculado para el final del periodo de diseño.

$$F_{dilución} = \frac{Q_{amb.cuerpo\ receptor}}{Q_{vertimiento}}$$

$$F_{dilución} = \frac{38.87\ m^3/s}{0.70492\ m^3/s} = 55{,}19$$

Este valor de factor de dilución hace resiliente al cuerpo receptor, el cual tendrá capacidad de atenuar los impactos generados por el vertimiento de aguas residuales. Se dice que la fuente hídrica es capaz de asimilar las cargas contaminantes cuando el factor de dilución es igual o mayor a 40.

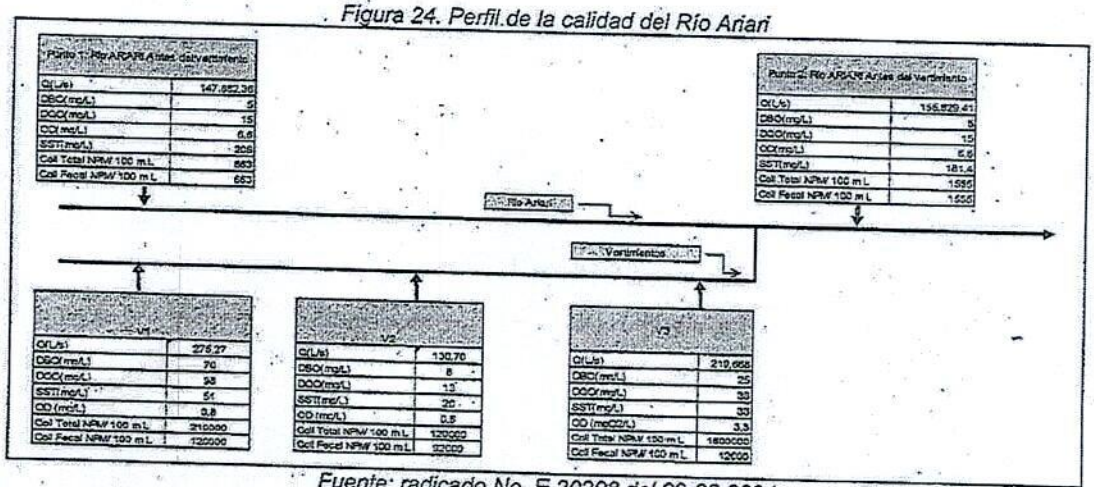
Relación DBO/DQO del vertimiento

La relación DBO/DQO para las aguas residuales vertidas, es: 0.71 (Muy biodegradable).

7.3 Perfil de calidad del recurso

Para este análisis se consideran los resultados obtenidos en la última campaña de monitoreo (mayo de 2023). Se considera también el vertido actual de las aguas residuales que se generan en el Municipio, sin tratamiento. También se incluyen, si lo existiera, otras descargas identificadas de aguas servidas en el tramo de análisis.

Figura 24. Perfil de la calidad del Río Ariari



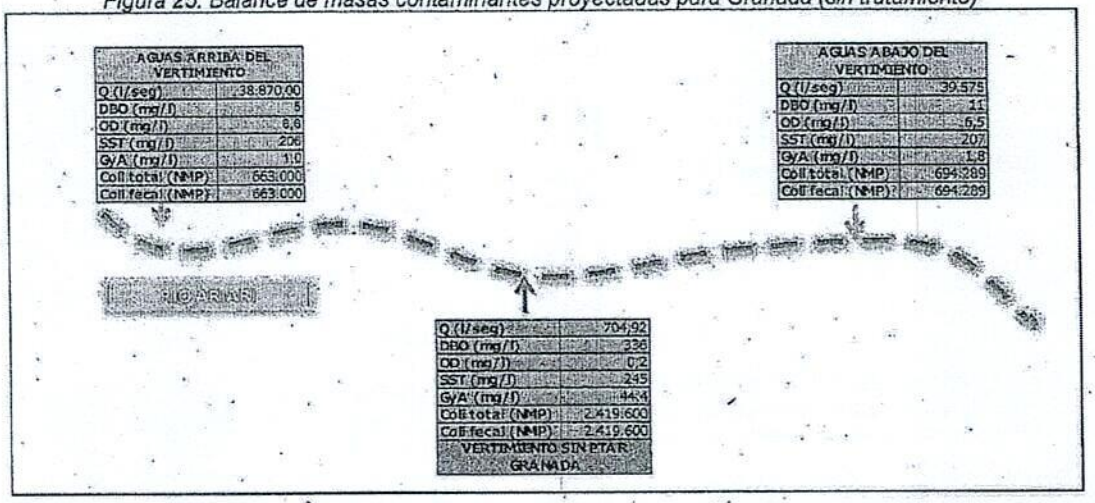
Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Cormacarena

Balance de masas contaminantes

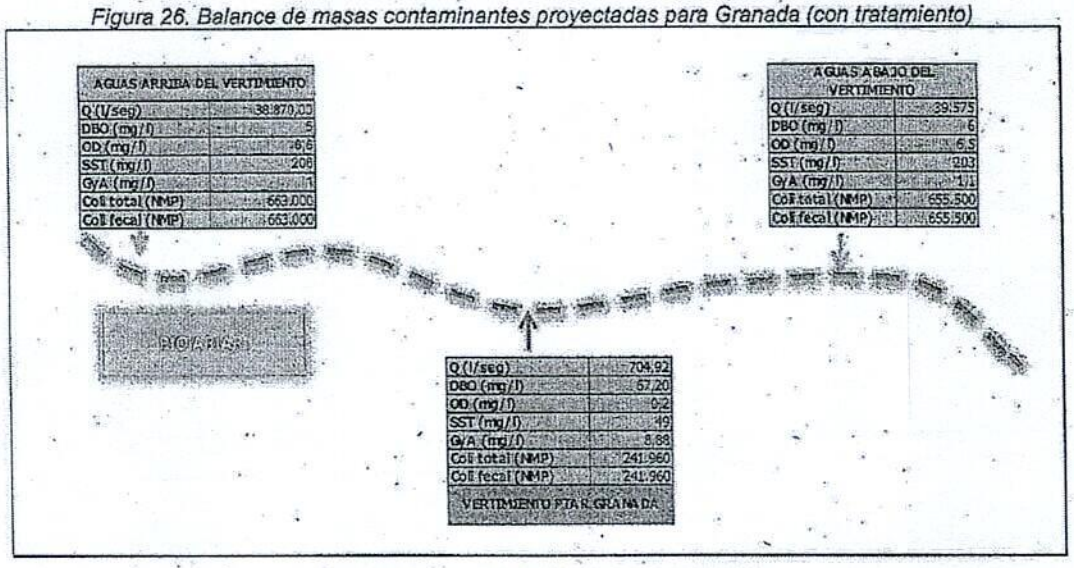
El balance de las masas contaminantes se realiza considerando los resultados de las caracterizaciones de la campaña de monitoreo efectuada en marzo de 2019 (Rio Ariari). También se considera, para este análisis, el caudal medio máximo registrado de aguas residuales vertidas al rio, en el año 2047, sin tratamiento (datos del 2016 época de verano "vertimiento" siendo los mismos datos para la proyección de cargas), determinando así la afectación generada por la descarga de los efluentes servidos municipales

Figura 25. Balance de masas contaminantes proyectadas para Granada (sin tratamiento)



Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Figura 26. Balance de masas contaminantes proyectadas para Granada (con tratamiento)



Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

UBICACIÓN DE LA PTAR O VERTIMIENTO FUTURO

El documento de la presente evaluación describe que el municipio de Granada no cuenta a la fecha del diagnóstico, con un sistema de tratamiento de aguas residuales; la administración municipal, adquirió un predio ubicado a 1800 metros al sur occidente de la cabecera municipal y sobre la

margen occidental del Caño Irique, en donde se construirá la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

Actualmente el municipio de Granada descarga sus aguas residuales domésticas sobre el caño Sibao en dos puntos, por medio de un emisario en tubería de 32" ubicado sobre la calle 7 con carrera 12, y otro que se encuentra ubicado en proximidad a las instalaciones del matadero municipal constituido en tubería de 18". Sobre el caño Irique existe una tercera descarga que se realiza en tubería de 33", este emisario que se proyectó para reunir los vertimientos adicionales y ser llevados hasta el predio donde se proyecta la construcción de la PTAR, la cual se localiza sobre las coordenadas 3°30'56.70"N y 73°41'47.20"W. Sin embargo, con la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales se unificarían finalmente los vertimientos proyectando llevar el emisario final hasta el río Ariari sobre las coordenadas 3°28'44.14"N y 73°41'41.29"W.

El predio de la futura PTAR, se encuentra ubicado en las coordenadas 3°30'58.97"N y 73°41'50.43"W. En la siguiente figura, se precisa la ubicación del lote con respecto al municipio y los descoles actuales de Granada.

Figura 27. Ubicación de Futura PTAR y Descoles Sanitarios - Granada, Meta



Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

- *Emisario final*

La estructura del emisario final corresponde a una tubería en PVC de 45" de 4.82 km de longitud, entre el punto de salida de la PTAR (MH-48) hasta el punto proyectado para el vertimiento al río Ariari, durante su recorrido se tienen previstos varios pasos subfluviales, garantizando la protección de la tubería y su hermeticidad. En la imagen siguiente se observa el lineamiento seleccionado:

SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Diagnóstico

Es importante aclarar que la fuente de donde anteriormente el municipio adelanto un permiso de vertimiento, dicha fuente aguas abajo de la ubicación de la PTAR, se encuentra un asentamiento indígena que hace uso del agua para sus actividades cotidianas, razón por la cual se viene adelantado por EDESA los diseños de la PTAR y emisario final al rio Ariari.

Esta fuente receptora futura es un cuerpo de agua de suma importancia y con gran caudal, pero se usa para consumo agrícola, para abastecer sistemas de riego de cultivos agrícolas y piscícolas. Por tal razón, la Corporación Ambiental CORMACARENA junto con el municipio fijó un objetivo de calidad del vertimiento que se descarga en esta fuente receptora; de tal manera que éste tenga

una calidad de uso del tipo de contacto secundario, para uso agrícola restringido, con una carga contaminante DBO restrictiva en 20.

La contaminación de las fuentes receptoras actuales es de impacto local pero debido al poco flujo de caudal se ve afectada un gran tramo hasta la unión con el rio Ariari contaminando más de 5 kilómetros de allí radica la importancia de atender oportunamente esta problemática, más aún cuando el área disponible y con titularidad del municipio para la construcción de la PTAR en unos años colindaría con el área urbana, dato de importancia para escoger la alternativa a diseñar.

Formulación de alternativas

Sobre el sistema de tratamiento, en el documento PSMV se indica que para la selección de la alternativa que cumpla eficientemente con los valores de los parámetros de interés, especialmente con los valores restrictivos de DBO5, DQO, GYA y SST, se evaluaron los aspectos tecnológicos, sociales, ambientales y el rehusó de los productos finales del tratamiento de las aguas residuales, teniendo en cuenta la buena y eficiente disposición de lodos y/o subproductos que se derivan del tratamiento y que para el caso Granada, son de importancia teniendo en cuenta el volumen y tamaño del tratamiento requerido para el nivel de complejidad y la población proyectada para el municipio de Granada. En el marco del presente contrato de consultoría, teniendo en cuenta las remociones establecidas y/o proyectadas en los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV, o los fijados por la Corporación Ambiental CORMACARENA.

Alternativa N°1:

Lodos activados (LA) + sedimentación secundaria + espesador de lodos + Deshidratación + lechos de secado de emergencia + desinfección.
Fundamento:

Los lodos activados se plantearon en el municipio de Granada porque poseen altas eficiencias de remoción, áreas requeridas pequeñas, no emiten olores y pueden tolerar altas cargas orgánicas.

Alternativa N°2:

Filtros percoladores (FP) + sedimentación secundaria + espesador de lodos + Deshidratación + Lechos de secado de emergencia + Desinfección.
Fundamento:

Los filtros percoladores son asociados a menores costos de instalación y funcionamiento, son capaces de proporcionar excelentes resultados, es decir, si están bien diseñados y operados, cumplirán con sus requerimientos; tiene baja producción de lodo y es poco dependiente de la temperatura; por esto se plantea en el municipio de Granada.

Alternativa N°3:

Tecnología <KWI> (Diseño existente)

Fundamento:

En el año 2016 fueron contratados los diseños con los que cuenta actualmente la alcaldía de Granada. Este proyecto consiste de varias unidades propias de la tecnología registrada, tipo lodos activados y con énfasis en la unidad de flotación. Debido a la magnitud de los costos de operación y de los costos de inversión, se decidió enfrentarlo a otras para determinar una selección racional.

Alternativa N°4:
Filtro Percolador + Lodos Activados por contacto + sedimentación secundaria + espesador de lodos + deshidratación+ lechos de secado de emergencia + Desinfección.
Fundamento:

Este es un sistema de Tratamiento Mixto. Son tecnologías aerobias, con las cuales alcanzan muy elevadas eficiencias y posee ventajas como la gran calidad de los efluentes y la no generación de olores ofensivos.

Alternativa N°5:

Complejo de Lagunas (Lagunas anaerobias + Lagunas Facultativas+ Lagunas Aerobias + áreas para desecación de lodos.

9.1 Análisis de alternativas de tratamiento

Fundamentado en los parámetros, criterios de evaluación y los escenarios tecnológicos planteados se procedió a dimensionar cada alternativa con el propósito de determinar las características, dimensiones, número de unidades de proceso, capacidades, equipos requeridos, área ocupada, implantación general, personal requerido, insumos químicos, requerimientos energéticos, costos de inversión inicial y de operación y mantenimiento, y costo anual equivalente de la alternativa evaluada.

- *Seguidamente se procede a la evaluación de cada Ítem de la Matriz de selección, consignando los puntajes en la tabla de la Matriz*

Selección de escenario tecnológico

A partir del dimensionamiento efectuado y de la evaluación de costos realizada para los escenarios propuestos, en el documento del PSMV se presenta la calificación obtenida al valorar los aspectos implicados en la matriz de evaluación.

Fundamentado en los resultados obtenidos en la evaluación matricial se obtiene que el escenario tecnológico No.2, con un puntaje de 88 unidades supera con creces al resto de las tecnologías, correspondiente a Filtros Percoladores, es el de mayor opción para realizar el tratamiento de las aguas residuales del municipio de Granada, por tener costos moderados de inversión y porque su operación y mantenimiento es baja.

Concluyéndose en el documento que, cconsiderando integralmente todos los aspectos mencionados en este documento, se recomienda como escenario óptimo, para efectuar el tratamiento de las aguas residuales municipales de Granada, el relacionado con la tecnología Ae-2. de Filtros Percoladores.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales se proyecta a un periodo de diseño de 25 años como establece la Resolución 0330 del 2017 y un caudal de 667 lps. El esquema general del sistema de tratamiento se muestra en la siguiente figura.

El esquema general del sistema de tratamiento se muestra en la siguiente figura.

Figura 11. Esquema general de tratamiento

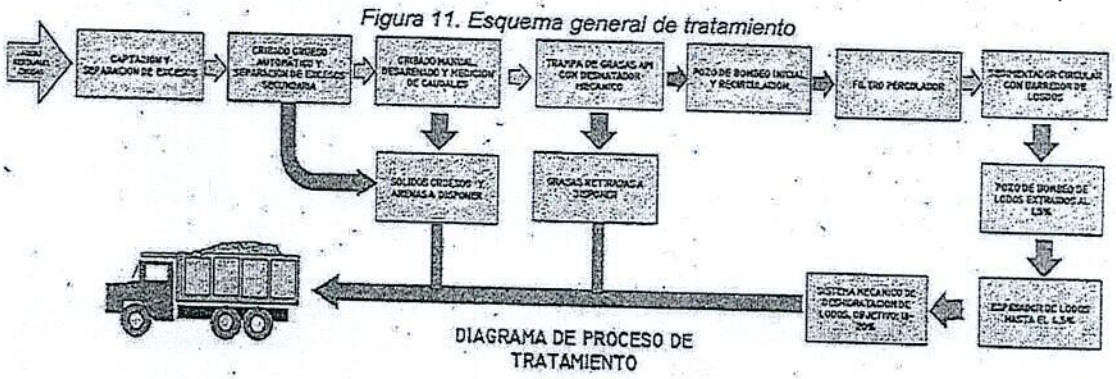
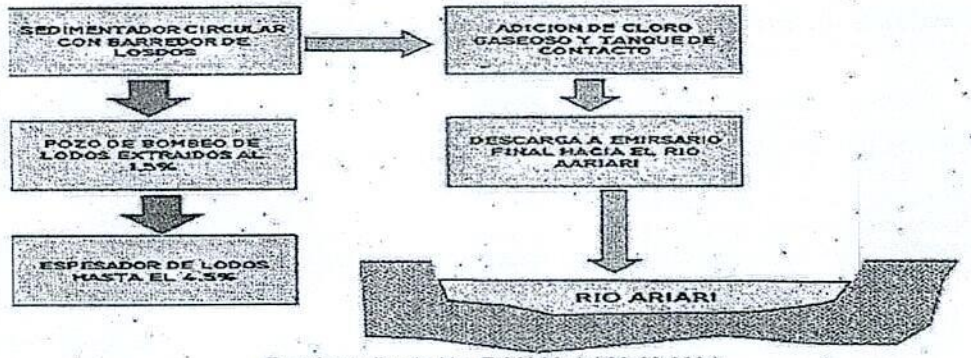


DIAGRAMA DE PROCESO DE TRATAMIENTO



Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

OBJETIVOS Y METAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA CARGA CONTAMINANTE

En la definición de los objetivos y metas para la actualización del "PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS DEL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE GRANADA – META" se tiene una finalidad u objetivo superior, también llamado objetivo político o de desarrollo que para este PSMV sería: Alcanzar la calidad hídrica del Rio ARIARI, para cumplir con el objetivo de calidad establecido en la resolución No. para el rio Ariari Resolución No. PS-GJ 1.2.6.20.0933 del 19 de noviembre del 2020 y Resolución No. PS-GJ.1.2.6.014.2000 del 20 de noviembre de 2014 (tramo 3 rio Ariari) emitida por CORMACARENA, teniendo como uso agrícola restringido, para la descarga de aguas residuales domesticas del área urbana del municipio de Ariari previo tratamiento.

Como objetivo principal del PSMV se plantea el siguiente:

Disminuir la contaminación de origen doméstico en DBO, SST, bacteriológico y sólidos flotantes, a través de la construcción del nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales, que para el año 10 cumplirá con los valores límites máximos permisibles establecidos en la resolución 631 de 2015, ya que en el año 9 se construirá la PTAR

Objetivos específicos:

Aumentar la cobertura al 100% de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado sanitario durante el periodo del PSMV (las obras se ejecutaran en su totalidad en el año 10 para tener la cobertura en el año 11)

Construir una fuente alterna para el acueducto del área urbana de Granada e iniciar la concesión de aguas subterráneas y formuladas el plan de ahorro y uso eficiente del agua, con el fin de que se inicie las acciones para las reducciones en los consumos de agua para el año 5.

Tener unificado el agua residual en el predio de la PTAR con el fin de alcanzar reducciones de cargas contaminantes para el año 9 en funcionamiento y se construirá en el año 8 el emisario que llevara las aguas residuales al rio Ariari.

Construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas en el año 9 que cumplirá con los valores límites máximos permisibles establecidos en la resolución 631 de 2015 previo a la descarga a la fuente receptora Rio Ariari a partir del año 10.

DEFINICIÓN DE METAS

Una disminución real del aporte de contaminación de origen domestico a la corriente, tramo o cuerpo de agua no se logra sino por una de las siguientes vías: descontaminación y/o eliminación de vertimientos puntuales, y esto a su vez se alcanza a través la construcción de interceptores y de la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, respectivamente. Mientras no se ejecuten dentro del PSMV estas obras, se puede esperar un aumento de la contaminación de origen doméstico, por el crecimiento de la población; Teniendo en cuenta la información obtenida y los objetivos planteados, se han definido las siguientes metas.
Metas:

Meta 1: Reducción de la carga contaminante vertida al Rio Ariari conforme a lo establecido en las tablas 57 y 58.

Meta 2: Reducción de la carga contaminante vertida al rio Ariari a partir del año 10.

Meta 3: Construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas para el año 9, que garantice las concentraciones máximas admisibles establecidas en la resolución 631 de 2015 a partir del año 10.

PLAN DE ACCIÓN

El presupuesto de los proyectos se definió con base en el diagnóstico realizado, el cual recoge la evaluación de lo previsto en el plan maestro, así como la información que proporcionó EDESA a través de la Resolución de precios, a partir de allí se establecieron las necesidades de inversión de acuerdo con la priorización establecida en la Resolución 0330 del 2017, frente a las fuentes de recursos existentes en el ámbito local y regional estimadas para el periodo de planificación de corto, mediano y largo plazo en la presente actualización del PSMV.

Descripción detallada de programas y proyectos

Teniendo en cuenta los resultados del ejercicio de priorización y los resultados de la modelación del cuerpo receptor se contemplan los siguientes Programas como prioritarios para el área urbana del municipio de Granada
Programa suministro de agua potable – PAP

- *Construcción de fuente altema de abastecimiento para caso de contingencia (Incluye permiso de Prospección y exploración)*
- *Solicitud de concesión de aguas subterráneas y Formulación de un programa de ahorro y uso eficiente de agua*
- *Optimización y Ampliación de las redes de distribución por capacidad y expansión de cobertura*
- *Ampliación de la capacidad de almacenamiento en el municipio de Granada*
- *Catastro de redes de acueducto*

Programa suministro de agua residuales – PAR

- *Optimización y ampliación por expansión de las Redes de alcantarillado de aguas residuales y otras obras (Se incluye la actividad de implementación de rehabilitación de pozos colmados y perdidos).*
- *Catastro de redes de alcantarillado sanitario y Pluvial*

- *Eliminación de los dos vertimientos sobre caño Sibao y uno sobre el caño Irique para llevar al predio de la PTAR.*

Programa suministro de agua lluvias – PALL

- *Optimización y Ampliación por expansión de las redes de alcantarillado de aguas lluvias*

Programa Tratamiento de Aguas Residuales – PTAR

- *Adquisición del predio para la construcción de la PTAR*
- *Solicitud de permiso de vertimientos a la fuente receptora Rio Ariari (incluido formulación del plan de gestión del riesgo para el manejo del vertimiento - PGRMV y entrega de la ubicación, descripción y operación del sistema, memoria técnicas y diseños de ingeniería conceptual y básica, entrega de planos detalle del sistema de tratamiento condiciones de eficiencia de tratamiento que adoptara y manual de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento, de acuerdo con el decreto 1076 de 2015 y resolución 0330 de 2017).*
- *Construcción del emisario final al rio Ariari*
- *Construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales*
- *Caracterización y monitoreo del vertimiento y de la fuente receptora.*

ESTIMATIVO DE INVERSIÓN

De conformidad con lo mencionado en los capítulos anteriores a continuación se presentan las actividades a desarrollar dentro de la ejecución del PMSV del área urbana del municipio de Granada con la fuente de financiación proyectada para los próximos 10 años:

Tabla 30. Estimativo de inversión

Actividad	*Financiación (%)*	*Valor Tentativo*
	Municipio de Granada - Meta y Empresa de Servicios Públicos - E.S.P.G.	
PROGRAMA SUMINISTRO DE AGUA POTABLE PTAP.		*$4.250.000.000*
Construcción de fuente altema de abastecimiento para caso de contingencia (Incluyé permiso de Prospección y exploración)	*100%*	*$600.000.000*
Solicitud de concesión de aguas subterráneas y Formulación de un programa de ahorro y uso eficiente de agua	*100%*	*$140.000.000*
Optimización y Ampliación por expansión de las Redes de Acueducto para Aumentar Cobertura	*100%*	*$1.900.000.000*
Ampliación de la capacidad de almacenamiento en el municipio de Granada	*100%*	*$3.000.000.000*
Catastro redes de Acueducto	*100%*	*$1.200.000.000*
PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DE LA COBERTURA DE REDES DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS		*$15.500.106.316*

Actividad	Financiación (%)	Valor Tentativo
	Municipio de Granada - Meta y Empresa de Servicios Públicos - E.S.P.G.	
Optimización y ampliación por expansión de las Redes de alcantarillado de aguas residuales y otras obras (Se incluye la actividad de implementación de rehabilitación de pozos colmados y perdidos).	100%	$12.400.106.316
Catastro redes de Alcantarillado Sanitario y Pluvial	100%	$1.200.000.000
Eliminación de los dos vertimientos sobre caño Sibao y uno sobre el caño Irique para llevar al predio de la PTAR.	100%	$1.900.000.000
PROGRAMA DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS		$3.652.523.676
Optimización y ampliación por expansión de las Redes de alcantarillado de aguas lluvias	100%	$3.652.523.676
PROGRAMA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS PTAR		$42.063.077.372
Adquisición del predio para la construcción de la PTAR	100%	$10.000.000
Solicitud de permiso de vertimientos a la fuente receptora Rio Ariari (incluido formulación del plan de gestión del riesgo para el manejo del vertimiento - PGRMV y entrega de la ubicación, descripción y operación del sistema, memoria técnicas y diseños de ingeniería conceptual y básica, entrega de planos detalle del sistema de tratamiento condiciones de eficiencia de tratamiento que adoptara y manual de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento, de acuerdo con el decreto 1076 de 2015 y resolución 0330 de 2017 modificada por la Resolución 799 de 2021).	100%	$98.000.000
Construcción del emisario final al rio Ariari	100%	$9.801.292.097
Construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales	100%	$32.073.785.275
Caracterización y monitoreo del vertimiento y de la fuente receptora	100%	$80.000.000
Total		$54.124.804.729

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Cormacarena

Tabla 31. Plan de inversión anual

ACTIVIDAD	FINANCIACIÓN (100%)	VALOR TENTATIVO	PERIODO DEL PSMV																	
			CORTO PLAZO (AÑOS)				MEDIANO PLAZO (AÑOS)						LARGO PLAZO (AÑOS)							
			(Año 1)		(Año 2)		(Año 3)		(Año 4)		(Año 5)		(Año 6)		(Año 7)		(Año 8)		(Año 9)	(Año 10)
	Municipio de Granada - Meta y Empresa de Servicios Publicos		SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 1 / SEM 2
PROGRAMA SUMINISTRO DE AGUA POTABLE PTAP:	100%	$6.840.000.000	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$686.666.667	$686.666.667	$750.000.000	$750.000.000	$600.000.000	$600.000.000	$0	$0	$316.666.667	$316.666.667	$0	$0	$1.066.666.667	$1.066.666.667
Construcción de fuente alterna de abastecimiento para caso de contingencia (Incluye permiso de Prospección y exploración)	100%	$600.000.000							$300.000.000	$300.000.000												
Solicitud de concesión de aguas subterráneas y Formulación de un programa de ahorro y uso eficiente de agua	100%	$140.000.000							$70.000.000	$70.000.000												
Optimización y Ampliación por expansión de las Redes de Acueducto para aumentar Cobertura	100%	$1.900.000.000							$316.666.667	$316.666.667							$316.666.667	$316.666.667			$316.666.667	$316.666.667
Ampliación de la capacidad de almacenamiento en el municipio de Granada	100%	$3.000.000.000									$750.000.000	$750.000.000									$750.000.000	$750.000.000

ACTIVIDAD	FINANCIACIÓN (100%)	VALOR TENTATIVO	PERIODO DEL PSMV																					
			CORTO PLAZO (AÑOS)				MEDIANO PLAZO (AÑOS)						LARGO PLAZO (AÑOS)									
	Municipio de Granada - Meta y Empresa de Servicios Publicos		(Año 1)		(Año 2)		(Año 3)		(Año 4)		(Año 5)		(Año 6)		(Año 7)		(Año 8)		(Año 9)		(Año 10)	
			SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2
Catastro redes de Acueducto	100%	$1.200.000.000											$600.000.000	$600.000.000								
PROGRAMA DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS – PAR:	100%	$15.500.106.316	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$600.000.000	$600.000.000	$6.200.053.158	$6.200.053.158	$950.000.000	$950.000.000	$0	$0	$0	$0
Optimización y ampliación por expansión de las Redes de alcantarillado de aguas residuales y otras obras (Se Incluye la actividad de implementación de rehabilitación de pozos colmados y perdidos).	100%	$12.400.106.316												$6.200.053.158	$6.200.053.158							
Catastro redes de Alcantarillado Sanitario y Pluvial	100%	$1.200.000.000											$600.000.000	$600.000.000								
Eliminación de los dos vertimientos sobre caño Sibao y uno sobre el caño Irique para llevar al predio de la PTAR.	100%	$1.900.000.000															$950.000.000	$950.000.000					

ACTIVIDAD	FINANCIACIÓN (100%)	VALOR TENTATIVO	PERIODO DEL PSMV																	
			CORTO PLAZO (AÑOS)				MEDIANO PLAZO (AÑOS)						LARGO PLAZO (AÑOS)							
	Municipio de Granada - Meta y Empresa de Servicios Publicos		(Año 1)		(Año 2)		(Año 3)		(Año 4)		(Año 5)		(Año 6)		(Año 7)		(Año 8)		(Año 9)	(Año 10)
			SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 1	SEM 2
PROGRAMA TRATAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS PALL:	100%	$3.652.523.676	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$1.826.261.838	$1.826.261.838	$0	$0	$0	$0	$0
Optimización y ampliación por expansión de las Redes de alcantarillado de aguas lluvias		$3.652.523.676													$1.826.261.838	$1.826.261.838					
PROGRAMA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS PTAR:	100%	$42.033.077.372	$10.000.000	$5.000.000	$5.000.000	$0	$5.000.000	$0	$5.000.000	$0	$5.000.000	$0	$5.000.000	$0	$54.000.000	$49.000.000	$4.905.646.048	$4.900.646.048	$76.041.892.638	$76.036.892.638	$5.000.000	$0
Adquisición del predio para la construcción de la PTAR	100%	$10.000.000	$5.000.000	$5.000.000																	
Solicitud de permiso de vertimientos a la fuente receptora Rio Ariari (incluido formulación del plan de gestión del riesgo para el manejo del vertimiento - PGRMV y entrega de la ubicación, descripción y operación del sistema, memoria técnicas y diseños de ingeniería conceptual y básica, entrega de planos detalle del sistema de tratamiento condiciones de eficiencia de tratamiento que adoptara y manual de operación y mantenimiento del	100%	$98.000.000													$49.000.000	$49.000.000					

ACTIVIDAD	FINANCIACIÓN (100%)	VALOR TENTATIVO	PERIODO DEL PSMV																	
			CORTO PLAZO (AÑOS)				MEDIANO PLAZO (AÑOS)						LARGO PLAZO (AÑOS)							
	Municipio de Granada - Meta y Empresa de Servicios Publicos		(Año 1)		(Año 2)		(Año 3)		(Año 4)		(Año 5)		(Año 6)		(Año 7)		(Año 8)		(Año 9)		(Año 10)	
			SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2
sistema de tratamiento, de acuerdo con el decreto 1076 de 2015 y resolución 0330 de 2017 modificada por la Resolución 799 de 2021).																						
Construcción del emisario final al rio Ariari	100%	$9.801.292.097															$4.900.646.048	$4.900.646.048				
Construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales	100%	$32.073.785.275																	$16.036.892.638	$16.036.892.638		
Caracterización y monitoreo del vertimiento y de la fuente receptora	100%	$50.000.000	$5.000.000		$5.000.000		$5.000.000		$5.000.000		$5.000.000		$5.000.000		$5.000.000		$5.000.000		$5.000.000		$5.000.000	

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Cormacarena

Tabla 55. Cronograma de actividades del plan de inversión

ACTIVIDAD	(AÑO 1)		(AÑO 2)		(AÑO 3)		(AÑO 4)		(AÑO 5)		(6 AÑO)		(7 AÑO)		(8 AÑO)		(9AÑO)		(10 AÑO)	
	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2
PROGRAMA SUMINISTRO DE AGUA POTABLE PTAP																				
Construcción de fuente alterna de abastecimiento para caso de contingencia (Incluye permiso de Prospección y exploración)							X	X												
Solicitud de concesión de aguas subterráneas y Formulación de un programa de ahorro y uso eficiente de agua							X	X												
Optimización y Ampliación por expansión de las Redes de Acueducto para aumentar Cobertura							X	X							X	X			X	X
Ampliación de la capacidad de almacenamiento en el municipio de Granada									X	X									X	X
Catastro redes de Acueducto											X	X								
PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DE LA COBERTURA DE REDES DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS																				
Optimización y ampliación por expansión de las Redes de alcantarillado de aguas residuales y otras obras							X	X							X	X			X	X
Catastro redes de Alcantarillado Sanitario y Pluvial											X	X								
Eliminación de los dos vertimientos sobre caño Sibao y uno sobre el caño Irique para llevar al predio de la PTAR.															X	X				
PROGRAMA DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS																				
Optimización y ampliación por expansión de las Redes de alcantarillado de aguas lluvias													X	X					X	X
PROGRAMA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS PTAR																				

ACTIVIDAD	(AÑO 1)		(AÑO 2)		(AÑO 3)		(AÑO 4)		(AÑO 5)		(6 AÑO)		(7 AÑO)		(8 AÑO)		(9AÑO)		(10 AÑO)	
	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2
Adquisición del predio para la construcción de la PTAR	X	X																		
Solicitud de permiso de vertimientos a la fuente receptora Rio Ariari (incluido formulación del plan de gestión del riesgo para el manejo del vertimiento - PGRMV y entrega de la ubicación, descripción y operación del sistema, memoria técnicas y diseños de ingeniería conceptual y básica, entrega de planos detalle del sistema de tratamiento condiciones de eficiencia de tratamiento que adoptara y manual de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento, de acuerdo con el decreto 1076 de 2015 y resolución 0330 de 2017).													X	X						
Construcción del emisario final al rio Ariari															X	X				
Construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales																	X	X		
Caracterización y monitoreo del vertimiento y de la fuente receptora		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

2594

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

En el documento del PSMV se señala que este indicador corresponde a una escala numérica, con la que se mide el cumplimiento de un objetivo, el indicador no se limita solamente a establecer el cumplimiento o incumplimiento de un objetivo, sino que permite también cuantificar su grado de avance. Los indicadores deben ofrecer suficiente información para que el encargado de gerenciar el objetivo, pueda implementar las medidas necesarias para alcanzar su total cumplimiento. Así, los indicadores junto con las fuentes de información y verificación conforman la base para un sistema de Seguimiento y Monitoreo.

La Resolución 1433 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, establece en su Artículo 4, la necesidad de formular dentro de los Planes de Saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV), indicadores de seguimiento que reflejen el avance físico de las obras programadas y el nivel de logro de los objetivos y metas de calidad propuestos, en función de los parámetros establecidos de acuerdo con la normatividad ambiental vigente.

De acuerdo a lo anterior y conforme al Plan de Acción propuesto en el presente PSMV, el seguimiento y control a la ejecución en cuanto al avance físico de las actividades e inversiones programadas, se realizará semestralmente por parte de la autoridad ambiental competente y anualmente con respecto a la meta individual de reducción de carga establecida, para lo cual el prestador de los servicios públicos efectuará las mediciones y entregará los informes correspondientes.

FORMULACIÓN DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO DEL PSMV

Con respecto a la meta individual establecida para la reducción de carga, se proponen los siguientes indicadores que reflejarían implícitamente el avance físico de las obras programadas, el nivel de logro de los objetivos y las metas de calidad propuestas, en función de los parámetros establecidos concordantes con la normatividad ambiental vigente.

- *Total de agua residual generada (m^3)*
- *Total de agua residual colectada (m^3)*
- *Total de agua residual transportada al sitio de tratamiento (m^3)*
- *Total de agua residual tratada en el sistema de tratamiento (m^3)*
- *Agua residual recolectada, transportada, tratada y vertida (m^3)*

Para los primeros cinco (5) indicadores propuestos, se efectuó la proyección del agua residual en el horizonte del PSMV, equivalente a 10 años, calculando el volumen del Agua residual urbana (ARU) año por año, de acuerdo a las dotaciones y coberturas del sistema de acueducto y alcantarillado, el número de usuarios conectados al sistema, así como los aforos y muéstreos realizados.

El cumplimiento del indicador será determinado por el cálculo del total de agua residual obtenido en el monitoreo frente al caudal de agua proyectada en la siguiente tabla, año por año.

Tabla 32. Proyección anual del volumen de agua residual (m^3)

AÑO DE PROYECCIÓN	POBLACIÓN PROYECTADA	PROYECCIÓN ANUAL DEL VOLUMEN DE AGUA RESIDUAL (m3)				
	(hab)	GENERADO	RECOLECTADO	TRANSPORTADO	TRATADO	VERTIDO
2024	41.660	8076010	6716010	6716010	0	8076010
	15.974	3096582	2575117	2575117	0	3096582
	22.636	4388121	3649161	3649161	0	4388121
2025	42.543	8192147	6812589	6812589	0	8192147
	16.312	3141112	2612149	2612149	0	3141112
	23.116	4451224	3701638	3701638	0	4451224
2026	43.445	8318168	6917388	6917388	0	8318168
	16.658	3183160	2647116	2647116	0	3183160

	23.606	4505741	3746974	3746974	0	4505741
2027	44.408	8438101	7017125	7017125	0	8438101
	16.994	3229056	2685283	2685283	0	3229056
	24.055	4570706	3800999	3800999	0	4570706
2028	45.350	8559993	7118491	7118491	0	8559993
	17.354	3275701	2724073	2724073	0	3275701
	24.565	4636732	3855906	3855906	0	4636732
2029	46.267	8675411	7807870	7807870	0	8675411
	17.740	3326410	2993769	2993769	0	3326410
	25.139	4713807	4242426	4242426	0	4713807
2030	47.248	8800986	7920887	7920887	0	8800986
	18.116	3374559	3037103	3037103	0	3374559
	25.672	4782038	4303835	4303835	0	4782038
2031	48.249	8928459	8035613	8035613	0	8928459
	18.500	3423436	3081092	3081092	0	3423436
	26.216	4851301	4366171	4366171	0	4851301
2032	49.272	9057980	8152182	8152182	0	9057980
	18.892	3473098	3125789	3125789	0	3473098
	26.772	4921677	4429509	4429509	0	4921677
2033	96.950	17706219	16820908	16820908	0	17706219
2034	99.005	17963540	17065363	17065363	17065363	17963540
2035	101.104	18224891	18224891	18224891	18224891	18224891
2036	103.248	18490331	18490331	18490331	18490331	18490331
2037	105.437	18759809	18759809	18759809	18759809	18759809
2038	107.671	19033272	19033272	19033272	19033272	19033272
2039	109.955	19311202	19311202	19311202	19311202	19311202
2040	112.285	19593113	19593113	19593113	19593113	19593113
2041	114.666	19879478	19879478	19879478	19879478	19879478
2042	117.097	20170128	20170128	20170128	20170128	20170128
2043	119.580	20465208	20465208	20465208	20465208	20465208
2044	122.114	20731369	20731369	20731369	20731369	20731369
2045	124.703	21035313	21035313	21035313	21035313	21035313
2046	127.347	21310612	21310612	21310612	21310612	21310612
2047	130.047	21623643	21623643	21623643	21623643	21623643
2048	132.803	21907976	21907976	21907976	21907976	21907976
2049	135.619	22230291	22230291	22230291	22230291	22230291

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

- *Cantidad de carga contaminante generada por el área urbana, para DBO y SST*
- *Cantidad de carga contaminante recolectada, para DBO y SST*
- *Cantidad de carga contaminante transportada, para DBO y SST*
- *Cantidad de carga contaminante tratada, para DBO y SST*
- *Cantidad de carga contaminante vertida, para DBO y SST*

Para los siguientes indicadores, el cumplimiento del indicador será determinado por las mediciones de cargas contaminantes para DBO y SST, menores o iguales a las proyectadas en la siguiente tabla.

Tabla33. Proyección de carga contaminante en (Kg/año para DBO_5)

AÑO DE PROYECCIÓN	POBLACIÓN PROYECTADA	PROYECCIÓN DE CARGA EN (Kg/año)				
		CARGA DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)				
	(hab)	GENERADA	RECOLECTADA	TRANSPORTADA	TRATADA	VERTIDA
2024	41.660	426445,38	354631,98	354631,98	0,00	354631,98
	15.974	163511,81	135976,42	135976,42	0,00	135976,42
	22.636	231710,20	192690,21	192690,21	0,00	192690,21
2025	42.543	435482,17	362146,97	362146,97	0,00	362146,97
	16.312	166976,79	138857,90	138857,90	0,00	138857,90
	23.116	236620,37	196773,50	196773,50	0,00	196773,50

AÑO DE PROYECCIÓN	POBLACIÓN PROYECTADA	PROYECCIÓN DE CARGA EN (Kg/año)				
		CARGA DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)				
	(hab)	GENERADA	RECOLECTADA	TRANSPORTADA	TRATADA	VERTIDA
2026	43.445	444715,54	369825,44	369825,44	0,00	369825,44
	16.658	170517,13	141802,05	141802,05	0,00	141802,05
	23.606	241637,34	200945,61	200945,61	0,00	200945,61
2027	44.408	454577,67	378026,79	378026,79	0,00	378026,79
	16.994	173955,80	144661,65	144661,65	0,00	144661,65
	24.055	246233,22	204767,54	204767,54	0,00	204767,54
2028	45.350	464218,76	386044,32	386044,32	0,00	386044,32
	17.354	177645,21	147729,76	147729,76	0,00	147729,76
	24.565	251455,55	209110,44	209110,44	0,00	209110,44
2029	46.267	473605,66	426245,09	426245,09	0,00	426245,09
	17.740	181594,46	163435,02	163435,02	0,00	163435,02
	25.139	257334,86	231601,38	231601,38	0,00	231601,38
2030	47.248	483646,54	435281,89	435281,89	0,00	435281,89
	18.116	185444,43	166899,99	166899,99	0,00	166899,99
	25.672	262790,61	236511,54	236511,54	0,00	236511,54
2031	48.249	493894,62	444505,15	444505,15	0,00	444505,15
	18.500	189373,85	170436,47	170436,47	0,00	170436,47
	26.216	268358,92	241523,03	241523,03	0,00	241523,03
2032	49.272	504365,82	453929,24	453929,24	0,00	453929,24
	18.892	193388,82	174049,94	174049,94	0,00	174049,94
	26.772	274048,48	246643,63	246643,63	0,00	246643,63
2033	96.950	992408,79	942788,35	942788,35	0,00	942788,35
2034	99.005	1013444,38	962772,16	962772,16	810755,50	152016,66
2035	101.104	1034930,36	1034930,36	1034930,36	827944,29	206986,07
2036	103.248	1056876,98	1056876,98	1056876,98	845501,58	211375,40
2037	105.437	1079284,23	1079284,23	1079284,23	863427,38	215856,85
2038	107.671	1102152,11	1102152,11	1102152,11	881721,69	220430,42
2039	109.955	1125531,81	1125531,81	1125531,81	900425,45	225106,36
2040	112.285	1149382,37	1149382,37	1149382,37	919505,90	229876,47
2041	114.666	1173754,99	1173754,99	1173754,99	939003,99	234751,00
2042	117.097	1198639,42	1198639,42	1198639,42	958911,54	239727,88
2043	119.580	1224056,14	1224056,14	1224056,14	979244,92	244811,23
2044	122.114	1249994,92	1249994,92	1249994,92	999995,93	249998,98
2045	124.703	1276496,68	1276496,68	1276496,68	1021197,35	255299,34
2046	127.347	1303561,45	1303561,45	1303561,45	1042849,16	260712,29
2047	130.047	1331199,44	1331199,44	1331199,44	1064959,55	266239,89
2048	132.803	1359410,67	1359410,67	1359410,67	1087528,54	271882,13
2049	135.619	1388236,08	1388236,08	1388236,08	1110588,86	277647,22

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Tabla 34. Proyección de carga contaminante en (Kg/año para SST)

AÑO DE PROYECCIÓN	POBLACIÓN PROYECTADA	PROYECCIÓN DE CARGA EN (Kg/año)				
		CARGA DE LOS SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)				
	(hab)	GENERADA	RECOLECTADA	TRANSPORTADA	TRATADA	VERTIDA
2024	41.660	310949,75	258585,82	258585,82	0,00	258585,82
	15.974	119227,36	99149,47	99149,47	0,00	99149,47
	22.636	168955,36	140503,28	140503,28	0,00	140503,28
2025	42.543	317539,08	264065,50	264065,50	0,00	264065,50
	16.312	121753,91	101250,55	101250,55	0,00	101250,55
	23.116	172535,69	143480,68	143480,68	0,00	143480,68

AÑO DE PROYECCIÓN	POBLACIÓN PROYECTADA	PROYECCIÓN DE CARGA EN (Kg/año)				
		CARGA DE LOS SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)				
	(hab)	GENERADA	RECOLECTADA	TRANSPORTADA	TRATADA	VERTIDA
2026	43.445	324271,74	269664,38	269664,38	0,00	269664,38
	16.658	124335,41	269664,38	269664,38	0,00	269664,38
	23.606	176193,90	146522,84	146522,84	0,00	146522,84
2027	44.408	331462,88	275644,53	275644,53	0,00	275644,53
	16.994	126842,77	105482,45	105482,45	0,00	105482,45
	24.055	179545,05	149309,67	149309,67	0,00	149309,67
2028	45.350	338492,84	281490,65	281490,65	0,00	281490,65
	17.354	129532,97	107719,62	107719,62	0,00	107719,62
	24.565	183353,01	152476,36	152476,36	0,00	152476,36
2029	46.267	345337,46	310803,71	310803,71	0,00	310803,71
	17.740	132412,63	119171,37	119171,37	0,00	119171,37
	25.139	187640,01	168876,01	168876,01	0,00	168876,01
2030	47.248	352658,94	317393,04	317393,04	0,00	317393,04
	18.116	135219,90	121697,91	121697,91	0,00	121697,91
	25.672	191618,15	172456,33	172456,33	0,00	172456,33
2031	48.249	360131,49	324118,34	324118,34	0,00	324118,34
	18.500	138085,10	124276,59	124276,59	0,00	124276,59
	26.216	195678,38	176110,54	176110,54	0,00	176110,54
2032	49.272	367766,75	330990,07	330990,07	0,00	330990,07
	18.892	141012,68	126911,41	126911,41	0,00	126911,41
	26.772	199827,02	179844,32	179844,32	0,00	179844,32
2033	96.950	723631,41	687449,84	687449,84	0,00	687449,84
2034	99.005	738969,86	702021,37	702021,37	591175,89	110845,48
2035	101.104	754636,72	754636,72	754636,72	603709,38	150927,34
2036	103.248	770639,46	770639,46	770639,46	616511,57	154127,89
2037	105.437	786978,08	786978,08	786978,08	629582,47	157395,62
2038	107.671	803652,58	803652,58	803652,58	642922,06	160730,52
2039	109.955	820700,28	820700,28	820700,28	656560,22	164140,06
2040	112.285	838091,31	838091,31	838091,31	670473,05	167618,26
2041	114.666	855863,01	855863,01	855863,01	684690,41	171172,60
2042	117.097	874007,91	874007,91	874007,91	699206,33	174801,58
2043	119.580	892540,94	892540,94	892540,94	714032,75	178508,19
2044	122.114	911454,63	911454,63	911454,63	729163,70	182290,93
2045	124.703	930778,83	930778,83	930778,83	744623,07	186155,77
2046	127.347	950513,56	950513,56	950513,56	760410,84	190102,71
2047	130.047	970666,26	970666,26	970666,26	776533,01	194133,25
2048	132.803	991236,95	991236,95	991236,95	792989,56	198247,39
2049	135.619	1012255,47	1012255,47	1012255,47	809804,38	202451,09

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

ELIMINACIÓN DE VERTIMIENTOS

El documento indica para el año 8 del presente PSMV se eliminarán los tres vertimientos y solo quedara uno al rio Ariari.

ACTIVIDAD	(AÑO 1)		(AÑO 2)		(AÑO 3)		(AÑO 4)		(AÑO 5)		(6 AÑO)		(7 AÑO)		(8 AÑO)		(9AÑO)		(10 AÑO)	
	SEM1	SEM2	SEM1	SEM2	SEM1	SEM2	SEM1	SEM2	SEM1	SEM2	SEM1	SEM2	SEM1	SEM2	SEM1	SEM2	SEM1	SEM2	SEM1	SEM2
Eliminación de vertimientos vertimiento 1 - Brisas de Irique.															X	X				

Vertimiento 2- MACATOKA, y vertimiento 3- Cercano A La Planta Sacrificio, Caño Sibao																				

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Se espera que mientras se construya la PTAR, el vertimiento llegue al rio Ariari por medio del emisario una vez se eliminen los tres vertimientos (2 caño Sibao y 1 caño Irique), llegue este en el año 9 sin tratar al rio en mención.

INDICADORES DE OBRAS FÍSICAS

Las metas físicas y los costos van variando a medida que avanzan las obras y son objeto de actualización, por ello no son cifras exactas. Lo importante es tener seguimiento y control sobre el objetivo principal, en este caso la recolección de agua residual para futuro tratamiento.

Tabla 59. Optimización y Ampliación por expansión de las Redes de Acueducto para aumentar Cobertura

Nombre del Indicador	Optimización y Ampliación por expansión de las Redes de Acueducto para aumentar Cobertura	
Objetivo	Tener una cobertura del 100% del servicio de acueducto	
Tiempo de ejecución	2 semestres durante los años 4, 8 y 10	
Variables		
# Actividades programadas: Corresponde a la actividad descrita en el PAP 3 del plan de acción	# Actividades realizadas. Hace referencia a aquellas actividades que se hayan realizado en el momento de hacer el monitoreo y seguimiento.	
Indicador	$\frac{Actividades\ Realizadas}{Actividades\ Programadas} \times 100$	
Rangos		
Mínimo	Aceptable	Satisfactorio
Alcanzar el 33.3% de la actividad programada	Alcanzar el 66.6% de la actividad programada	Realizar el 100% de las actividades programadas

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Tabla 60. Optimización y ampliación por expansión de las Redes de alcantarillado de aguas residuales y otras obras (Se incluye la actividad de implementación de rehabilitación de pozos colmados y perdidos).

Nombre del Indicador	Optimización y ampliación por expansión de las Redes de alcantarillado de aguas residuales y otras obras (Se incluye la actividad de implementación de rehabilitación de pozos colmados y perdidos).
Objetivo	Tener una cobertura del 100% del servicio de alcantarillado sanitario
Tiempo de ejecución	2 semestres durante los años 4,8 y 10.
Variables	
# Actividades programadas: Corresponde a la actividad descrita en el PAR 1 del plan de acción	# Actividades realizadas. Hace referencia a aquellas actividades que se hayan realizado en el momento de hacer el monitoreo y seguimiento.
Indicador	$\frac{Actividades\ Realizadas}{Actividades\ Programadas} \times 100$
Rangos	

Nombre del Indicador	Optimización y ampliación por expansión de las Redes de alcantarillado de aguas residuales y otras obras (Se incluye la actividad de implementación de rehabilitación de pozos colmados y perdidos).	
Mínimo	Aceptable	Satisfactorio
Alcanzar el 33.3% de la actividad programada	Alcanzar el 66.6% de la actividad programada	Realizar el 100% de las actividades programadas

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Tabla 61. Construcción de la PTAR

Nombre del Indicador	Construcción de la nueva PTAR	
Objetivo	Tratar las aguas residuales del área urbana del municipio de Granada, dando cumplimiento a la resolución 631 de 2015.	
Tiempo de ejecución	2 semestres para los años 9	
Variables		
# Actividades programadas: Corresponde a la actividad descrita en el PTAR 4 del plan de acción.	# Actividades realizadas. Hace referencia a aquellas actividades que se hallan realizado en el momento de hacer monitoreo y seguimiento	
Indicador	$\frac{Actividades\ Realizadas}{Actividades\ Programadas} \times 100$	
Rangos		
Mínimo	Aceptable	Satisfactorio
Alcanzar el 33.3% de la actividad programada.	Alcanzar el 66.6% de la actividad programada.	Realizar el 100% de las actividades programada.

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Al respecto, en el documento en físico se encuentra un error de transcripción, en cuanto a los indicadores ya que no corresponden a los tiempos de ejecución establecidos en el cronograma de actividades del plan de inversión, por lo tanto, los mismos fueron ajustados según cronograma en el presente concepto según lo indicado por la Empresa de Servicios Públicos de Granada en la socialización.

Así mismo, el indicador de instalación de micromedición no se tiene en cuenta en el presente concepto, debido a que este proyecto no está definido en el plan de inversión del PSMV.

CONCEPTO TÉCNICO

Una vez revisado el documento del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos del del casco urbano del municipio de Granada, Meta, presentado por la Empresa de servicios públicos de Granada – ESPG, mediante el radicado E 20208 del 22-08-2024, se determina lo siguiente: En cuanto a la evaluación demográfica se parte de un análisis de la información oficial presentada en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos según el DANE del año 2018 (64.932 habitantes) y el número de usuarios matriculados y reportados por la empresa de servicios públicos de Granada – ESPG para el año 2023 (78.603 habitantes). De igual manera se utilizaron para determinar la población futura los métodos de proyección poblacional aritmético, geométrico y exponencial junto con sus respectivas tasas de crecimiento.

Por consiguiente, se desarrolló el eje temático de caracterización de calidad y cantidad de agua residual, el análisis de producción per cápita la cual se calculó partiendo de los resultados de los monitoreos de los años 2019 y 2023. Donde se tiene que, para la población asociada a partir del dato obtenido por el catastro para el año (2015) usuarios para el servicio de alcantarillado y un promedio de 3.7 habitantes por unidad de vivienda, es posible establecer el dato poblacional real más actualizado y del cual parte la proyección de población para el municipio de Granada.

Seguidamente se formuló al Plan de acción donde se realizó una descripción detallada de las nuevas obras, programas y proyectos priorizados como es el programa tratamiento de aguas

residuales domésticas - PTAR que se compone de cinco proyectos (PTAR1, PTAR2, PTAR3, PTAR4 y PTAR5) y su respectiva estimación de recursos disponibles para financiación, estimativo de inversión, cronograma de actividades, el seguimiento y monitoreo, la formulación de indicadores de seguimiento, y de obras físicas que definió la construcción del emisario final y el diseño y construcción de la PTAR. A continuación, se realiza la revisión del cumplimiento de observaciones y/o requerimientos a través del Oficio No. PM.GA 3.24.8782 con número de correspondencia despachada No. 15189 del 13 de agosto de 2024.

A continuación, se realiza la comparación de la información presentada bajo el radicado E 20208 del 22-08-2024 con lo dispuesto en la Resolución No. 1433 de 2004 y según requerimientos Oficio No. PM.GA 3.24.8782 con número de correspondencia despachada No. 15189 del 13 de agosto de 2024.

Tabla 62. Comparación del radicado No. E 20208 del 22-08-2024 Vs lo dispuesto en la Resolución No. 1433 de 2004 y oficio No. 15189 del 13 de agosto de 2024.

RESOLUCIÓN No. 1433 DE 2004	CUMPLIMIENTO			OBSERVACIONES
	SI	NO	Parcialmente	
Diagnóstico del sistema de alcantarillado, referido a la identificación de las necesidades de obras y acciones con su orden de realización que permitan definir los programas, proyectos y actividades con sus respectivas metas físicas.	X			Mediante radicado No. E20208 del 22/08/24 se presenta el diagnóstico del alcantarillado indicando que el municipio tiene una cobertura en redes del 95% y una cobertura comercial del 83,16%, prestando el servicio a 17049 inmuebles de los 20380 registrados en el área urbana de Granada. El sistema opera en la actualidad como alcantarillado semi-combinado, es decir recibe aguas tanto de origen doméstico como pluvial tipo convencional, el cual está conformado por catorce (14) distritos sanitarios que en conjunto una longitud total de 110.082,11m; representados con tuberías entre 8 a 36". El sistema está construido en 75% en tubería de PVC y el restante en tubería de Gres. El sistema de alcantarillado está compuesto en la actualidad por dos (2) distritos pluviales, los cuales están construidos en su totalidad en PVC de diámetros que van desde las 12" hasta las 51" conformando en su totalidad una longitud de 15838.54 m. y 161 pozos de inspección, sin embargo, aún hace falta la instalación de un distrito pluvial que permita dar una cobertura del 100% al casco urbano y también, prepararlo para su expansión. Al respecto, y de acuerdo con el requerimiento realizado mediante oficio No. 15189 del 13 de agosto de 2024, se subsanaron las observaciones realizadas. Finalmente, para este componente se describen el estado actual que permite definir los programas, proyectos y actividades con sus respectivas metas físicas.
Identificación de la totalidad de los vertimientos puntuales de aguas residuales realizados en las áreas urbanas y rural por las personas prestadoras del servicio público domiciliario de alcantarillado y sus actividades complementarias y de las respectivas corrientes, tramos o cuerpos de agua receptores.	X			Dando alcance al ítem, documento se indica que en la actualidad existen tres (3) descoles que vierten las aguas residuales del municipio a dos fuentes receptoras: Caño Sibao y Caño Irique. Caño Sibao: - Uno localizado en la calle 7 con carrera 17 en tubería de 32" - Otro que está ubicado cerca de las instalaciones del matadero en tubería de 18".

				Caño Irique: - *Una línea de tubería de 956,69 m en diámetro de 33".* *Al respecto, y de acuerdo con el requerimiento realizado mediante oficio No. 15189 del 13 de agosto de 2024, se realizó el ajuste requerido, aclarando que caño Piedras no es fuente receptora De aguas residuales.*
Caracterización de las descargas de aguas residuales y caracterización de las corrientes, tramos o cuerpos de agua receptores, antes y después de cada vertimiento identificado.	X			*En cumplimiento a este ítem, mediante radicado No. E20208 del 22/08/24, se presentan resultados de la caracterización de las ARD y la caracterización de la fuente receptora aguas arriba y aguas abajo del punto de descarga, en el anexo 12. caracterización y monitoreo de la descarga y fuente superficial que reposa en el CD adjunto al radicado.* *Por lo anterior, se dio cumplimiento al requerimiento realizado mediante oficio No. 15189 del 13 de agosto de 2024.* *En cuanto a la modelación para la calibración del modelo se utilizaron los datos más recientes en decir los del año 2023 para las concentraciones de parámetros.* *Para los escenarios futuros se utilizaron las concentraciones más altas reportadas , considerando las aguas residuales provenientes de le planta de beneficio animal.* *Para la proyección de cargas se tuvo en cuenta las concentraciones en términos de DBO y SST del año 2016, considerando que no pueden tenerse en cuenta las de los escenarios futuros por el aporte de la planta de beneficio, y el cálculo de cargas se realiza de acuerdo a la población.*
Proyecciones de la carga contaminante generada, recolectada, transportada y tratada, por vertimiento y por corriente, tramo o cuerpo de agua receptor, a corto plazo (contado desde la presentación del PSMV hasta el 2° año), mediano plazo (contado desde el 2° hasta el 5° año) y largo plazo (contado desde el 5° hasta el 10° año). Se proyectará al menos la carga contaminante de las sustancias o parámetros objeto de cobro de tasa retributiva.	X			*En el documento objeto de evaluación se presentan las proyecciones de carga contaminante para DBO y SST, en unidades de masa/tiempo, las cuales dentro del presente concepto corresponden a:* - *Tabla 30 y 31. Proyección de concentración y aporte per cápita de DBO y SST.* - *Tabla 32. Proyección en carga (kg/d) para DBO.* - *Tabla 33. Proyección en carga (kg/d) para SST.* *Las proyecciones de cargas contaminantes contemplan el horizonte de ejecución del PSMV, toda vez que se indica cuál será el caudal que se prevé generar, recolectar, transportar, tratar y verter a la fuente receptora. Finalmente, las proyecciones de caudal, DBO y SST, fueron calculadas con base en la proyección de la población del municipio empleando el método geométrico, proyección que fue validada por el área técnica del grupo agua, por lo tanto, las proyecciones calculadas cuentan con el asidero técnico para ser aprobadas en el presente concepto técnico.*
Objetivos de reducción del número de	X			*Al respecto, se espera que mientras se construya*

vertimientos puntuales para el corto plazo (contado desde la presentación del PSMV hasta el 2° año), mediano plazo (contado desde el 2° hasta el 5° año) y largo plazo (contado desde el 5° hasta el 10° año) y cumplimiento de sus metas de calidad, que se propondrán como metas individuales de reducción de carga contaminante.				la PTAR, el vertimiento llegue al rio Ariari por medio del emisario una vez se eliminen los tres vertimientos (2 caño Sibao y 1 caño Irique). Para el año 8 del presente PSMV se eliminarán los tres vertimientos y solo quedara uno al rio Ariari (largo plazo). Así mismo, se reporta una cobertura en redes del 95% y una cobertura comercial del 83,16%, por lo cual se plantea un proyecto para ampliación de la red de alcantarillado sanitario. Referente al cumplimiento de las metas de carga contaminante, a partir del primer semestre del año 10, con la entrada en funcionamiento de la PTAR, con la que se espera tener un porcentaje de remoción del 80% en la concentración de DBO y SST, precisando que el programa PTAR 4 (construcción de la planta de tratamiento de las aguas residuales), se planea desarrollar en el año 10.
Descripción detallada de los programas, proyectos y actividades con sus respectivos cronogramas e inversiones en las fases de corto, mediano y largo plazo, para los alcantarillados sanitario y pluvial y cronograma de cumplimiento de la norma de vertimientos. Cuando se cuente con sistemas de tratamiento de aguas residuales, se deberá indicar y programar las acciones principales para cubrir incrementos de cargas contaminantes causados por crecimientos de la población, garantizar la eficiencia del sistema de tratamiento y la calidad definida para el efluente del sistema de tratamiento.	X			Una vez verificada la información presentada, se evidencia que el usuario presenta proyectos, actividades y cronogramas de ejecución e inversión a corto, mediano y largo plazo, para los programas de: - Suministro de agua potable – PAP. - Ampliación de cobertura de redes de aguas residuales domésticas. - Recolección y evacuación de aguas lluvias. - Tratamiento de aguas residuales domésticas - PTAR De acuerdo con los proyectos propuestos, estos reúnen las necesidades de obras a ejecutar en el en el casco urbano del municipio de Granada en lo relacionado con los sistemas de alcantarillado sanitario, y pluvial, los cuales están orientados en ampliar la cobertura de las redes de alcantarillado en el municipio, destacando que estos proyectos cuentan con el respectivo cronograma de ejecución, valor estimado y posible fuente de financiación, dando alcance al ítem evaluado. Respecto a los requerimientos realizados mediante oficio No. 15189 del 13 de agosto de 2024: - En el proyecto relacionado con la construcción de fuente alterna de abastecimiento se incluyó la formulación e implementación del PUEAA, así mismo, se incluyó el permiso de prospección y exploración de agua subterránea, al ser la fuente alterna propuesta un pozo profundo. - Se realizó unificación entre el cronograma y plan de inversión de proyectos. - Se aclara en el documento que los vertimientos a caños Sibao e Irique, serán eliminados y se conducirá el agua residual al rio Ariari antes de la entada en funcionamiento de la PTAR. - El proyecto de adquisición del predio para la PTAR se incluye en el plan de inversión, considerando que, aunque ya se tiene definido el predio, actualmente se adelantan los trámites de adquisición.

				- Para el caso de vertimientos puntuales de viviendas no conectadas a la red de alcantarillado sanitario para algunos casos se tiene planteado el proyecto ampliación de la cobertura de redes de aguas residuales domésticas en otros casos no podrán ser eliminados los vertimientos por la ubicación de las viviendas, y ante esta situación dentro del PSMV no es posible plantear un proyecto de relocalización de viviendas al no ser del alcance de la empresa de servicios públicos.
En los casos en que no se cuente con sistema o sistemas de tratamiento de aguas residuales, se deberán indicar las fechas previstas de construcción e iniciación de operación del sistema de tratamiento.	X			El municipio no cuenta en la actualidad con un sistema de tratamiento de las aguas residuales domésticas, por lo que se plantean los siguientes proyectos para subsanar dicha necesidad: PTAR 1. Adquisión del predio para la construcción de la PTAR PTAR 2. Solicitud de permiso de vertimientos a la fuente receptora Rio Ariari PTAR 3. Construcción del emisario final al rio Ariari PTAR 4. Construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales. De acuerdo, con el cronograma y proyección de cargas el sistema de tratamiento será construido en el año 9 y entra en operación el año 10.
Formulación de indicadores de seguimiento que reflejen el avance físico de las obras programadas y el nivel de logro de los objetivos y metas de calidad propuestos, en función de los parámetros establecidos de acuerdo con la normatividad ambiental vigente.	X			Se formulan los indicadores relacionados con la medición anual del volumen de agua residual (generada, recolectada, transportada, tratada y vertida), medición anual de cargas contaminantes e indicadores de obras físicas relacionados con: - Optimización y ampliación de redes de acueducto para aumentar cobertura. - Optimización y ampliación por expansión de redes de alcantarillado. - Construcción de PTAR Al respecto, en el documento en físico se encuentra un error de transcripción, en cuanto a los indicadores ya que no corresponden a los tiempos de ejecución establecidos en el cronograma de actividades del plan de inversión, por lo tanto, los mismos fueron ajustados según cronograma en el presente concepto según lo indicado por la Empresa de Servicios Públicos de Granada en la socialización. Así mismo, el indicador de instalación de micromedición no se tiene en cuenta en el presente concepto, debido a que este proyecto no está definido en el plan de inversión del PSMV.

De conformidad con lo anterior, y teniendo en cuenta la información que reposa en el expediente No. 5.37.04.499, se considera viable técnicamente aprobar el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV del casco urbano del municipio de Granada, Meta, a favor de la Empresa de Servicios Públicos de Granada E.S.P, teniendo en cuenta que el contenido del documento presentado bajo el radicado E 20208 del 22-08-2024, se ajusta a lo establecido en el marco legal ambiental dispuesto en la Resolución 1433 de 2004.

Atendiendo lo anterior, es viable aprobar el cronograma de ejecución de actividades y proyectos para ser desarrollados en el casco urbano del municipio de Granada, en los periodos señalados como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 63. Cronograma de actividades del plan de inversión

ACTIVIDAD	(AÑO 1)		(AÑO 2)		(AÑO 3)		(AÑO 4)		(AÑO 5)		(6 AÑO)		(7 AÑO)		(8 AÑO)		(9AÑO)		(10 AÑO)	
	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2
PROGRAMA SUMINISTRO DE AGUA POTABLE PTAP																				
Construcción de fuente alterna de abastecimiento para caso de contingencia (Incluye permiso de Prospección y exploración)							X	X												
Solicitud de concesión de aguas subterráneas y Formulación e implantación de un programa de ahorro y uso eficiente de agua							X	X												
Optimización y Ampliación por expansión de las Redes de Acueducto para aumentar Cobertura							X	X							X	X			X	X
Ampliación de la capacidad de almacenamiento en el municipio de Granada									X	X									X	X
Catastro redes de Acueducto											X	X								
PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DE LA COBERTURA DE REDES DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS																				
Optimización y ampliación por expansión de las Redes de alcantarillado de aguas residuales y otras obras							X	X							X	X			X	X
Catastro redes de Alcantarillado Sanitario y Pluvial											X	X								
Eliminación de los dos vertimientos sobre caño Sibao y uno sobre el caño Irique para llevar al predio de la PTAR.															X	X				
PROGRAMA DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS																				
Optimización y ampliación por expansión de las Redes de alcantarillado de aguas lluvias													X	X					X	X

ACTIVIDAD	(AÑO 1)		(AÑO 2)		(AÑO 3)		(AÑO 4)		(AÑO 5)		(6 AÑO)		(7 AÑO)		(8 AÑO)		(9AÑO)		(10 AÑO)	
	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2	SEM 1	SEM 2
PROGRAMA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS PTAR:																				
Adquisición del predio para la construcción de la PTAR	X	X																		
Solicitud de permiso de vertimientos a la fuente receptora Rio Ariari (Incluido formulación del plan de gestión del riesgo para el manejo del vertimiento - PGRMV y entrega de la ubicación, descripción y operación del sistema, memoria técnicas y diseños de ingeniería conceptual y básica, entrega de planos detalle del sistema de tratamiento condiciones de eficiencia de tratamiento que adoptara y manual de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento, de acuerdo con el decreto 1076 de 2015 y resolución 0330 de 2017).													X	X						
Construcción del emisario final al rio Ariari															X	X				
Construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales																	X	X		
Caracterización y monitoreo del vertimiento y de la fuente receptora		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

E2852

Los diferentes planes y programas que se establezcan e implementen para el casco urbano de Granada, deberán mantener la integridad con lo descrito en el PSMV en cuestión.

Atendiendo a lo anterior, la Empresa de Servicios Públicos de Granada E.S.P, deberá dar cumplimiento a:

- *Presentar cada seis (6) meses el informe de avance de obras físicas e inversiones a partir de la ejecutoria del acto administrativo que acoja el presente concepto técnico. A su vez, deberá formular indicadores que permitan establecer semestralmente el avance físico de actividades e inversiones programadas y anualmente el nivel de logro de los objetivos y metas de calidad expuestos en el PSMV.*
- *Presentar cada doce (12) meses el informe de avance de reducción de la carga de DBO_5 y SST. Para lo cual se realizará control y seguimiento a las cargas proyectadas presentadas en el PSMV. Los resultados reportados se evaluarán siempre frente al compromiso de reducción del 80%, a partir del año diez (10) propuesto por la E.S.P para el casco urbano del municipio en mención y con base en dicho cumplimiento, se calculará el factor regional del periodo respectivo, como establece el Decreto 1076 de 2015 (Tablas 57 Proyección de carga contaminante en (Kg/año para DBO5) y 58 Proyección de carga contaminante en (Kg/año para SST) del presente concepto técnico).*

Proyección de carga contaminante en (Kg/año para DBO5)

AÑO DE PROYECCIÓN	POBLACIÓN PROYECTADA	PROYECCIÓN DE CARGA EN (Kg/año)				
		CARGA DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)				
	(hab)	GENERADA	RECOLECTADA	TRANSPORTADA	TRATADA	VERTIDA
2024	41.660	426445,38	354631,98	354631,98	0,00	354631,98
	15.974	163511,81	135976,42	135976,42	0,00	135976,42
	22.636	231710,20	192690,21	192690,21	0,00	192690,21
2025	42.543	435482,17	362146,97	362146,97	0,00	362146,97
	16.312	166976,79	138857,90	138857,90	0,00	138857,90
	23.116	236620,37	196773,50	196773,50	0,00	196773,50
2026	43.445	444716,54	369825,44	369825,44	0,00	369825,44
	16.658	170517,13	141802,05	141802,05	0,00	141802,05
	23.606	241637,34	200945,61	200945,61	0,00	200945,61
2027	44.408	454577,67	378026,79	378026,79	0,00	378026,79
	16.994	173955,80	144661,65	144661,65	0,00	144661,65
	24.055	246233,22	204767,54	204767,54	0,00	204767,54
2028	45.350	464218,76	386044,32	386044,32	0,00	386044,32
	17.354	177645,21	147729,76	147729,76	0,00	147729,76
	24.565	251455,55	209110,44	209110,44	0,00	209110,44
2029	46.267	473605,66	426245,09	426245,09	0,00	426245,09
	17.740	181594,46	163435,02	163435,02	0,00	163435,02
	25.139	257334,86	231601,38	231601,38	0,00	231601,38
2030	47.248	483646,54	435281,89	435281,89	0,00	435281,89
	18.116	185444,43	166899,99	166899,99	0,00	166899,99
	25.672	262790,61	236511,54	236511,54	0,00	236511,54
2031	48.249	493694,62	444505,15	444505,15	0,00	444505,15
	18.500	189373,85	170436,47	170436,47	0,00	170436,47
	26.216	268358,92	241523,03	241523,03	0,00	241523,03
2032	49.272	504365,82	453929,24	453929,24	0,00	453929,24
	18.892	193388,82	174049,94	174049,94	0,00	174049,94
	26.772	274048,48	246643,63	246643,63	0,00	246643,63
2033	96.950	992408,79	942788,35	942788,35	0,00	942788,35
2034	99.005	1013444,38	962772,16	962772,16	810755,50	152016,66
2035	101.104	1034930,36	1034930,36	1034930,36	827944,29	206986,07
2036	103.248	1056876,98	1056876,98	1056876,98	845501,58	211375,40

AÑO DE PROYECCIÓN	POBLACIÓN PROYECTADA	PROYECCIÓN DE CARGA EN (Kg/año)				
		CARGA DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)				
	(hab)	GENERADA	RECOLECTADA	TRANSPORTADA	TRATADA	VERTIDA
2037	105.437	1079284,23	1079284,23	1079284,23	863427,38	215856,85
2038	107.671	1102152,11	1102152,11	1102152,11	881721,69	220430,42
2039	109.955	1125531,81	1125531,81	1125531,81	900425,45	225106,36
2040	112.285	1149382,37	1149382,37	1149382,37	919505,90	229876,47
2041	114.666	1173754,99	1173754,99	1173754,99	939003,99	234751,00
2042	117.097	1198639,42	1198639,42	1198639,42	958911,54	239727,88
2043	119.580	1224056,14	1224056,14	1224056,14	979244,92	244811,23
2044	122.114	1249994,92	1249994,92	1249994,92	999995,93	249998,98
2045	124.703	1276496,68	1276496,68	1276496,68	1021197,35	255299,34
2046	127.347	1303561,45	1303561,45	1303561,45	1042849,16	260712,29
2047	130.047	1331199,44	1331199,44	1331199,44	1064959,55	266239,89
2048	132.803	1359410,67	1359410,67	1359410,67	1087528,54	271882,13
2049	135.619	1388236,08	1388236,08	1388236,08	1110588,86	277647,22

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

Proyección de la Carga Contaminante de SST

AÑO DE PROYECCIÓN	POBLACIÓN PROYECTADA	PROYECCIÓN DE CARGA EN (Kg/año)				
		CARGA DE LOS SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)				
	(hab)	GENERADA	RECOLECTADA	TRANSPORTADA	TRATADA	VERTIDA
2024	41.660	310949,75	258585,82	258585,82	0,00	258585,82
	15.974	119227,36	99149,47	99149,47	0,00	99149,47
	22.636	168955,36	140503,28	140503,28	0,00	140503,28
2025	42.543	317539,08	264065,50	264065,50	0,00	264065,50
	16.312	121753,91	101250,55	101250,55	0,00	101250,55
	23.116	172535,69	143480,68	143480,68	0,00	143480,68
2026	43.445	324271,74	269664,38	269664,38	0,00	269664,38
	16.658	124335,41	269664,38	269664,38	0,00	269664,38
	23.606	176193,90	146522,84	146522,84	0,00	146522,84
2027	44.408	331462,88	275644,53	275644,53	0,00	275644,53
	16.994	126842,77	105482,45	105482,45	0,00	105482,45
	24.055	179545,05	149309,67	149309,67	0,00	149309,67
2028	45.350	338492,84	281490,65	281490,65	0,00	281490,65
	17.354	129532,97	107719,62	107719,62	0,00	107719,62
	24.565	183353,01	152476,36	152476,36	0,00	152476,36
2029	46.267	345337,46	310803,71	310803,71	0,00	310803,71
	17.740	132412,63	119171,37	119171,37	0,00	119171,37
	25.139	187640,01	168876,01	168876,01	0,00	168876,01
2030	47.248	352658,94	317393,04	317393,04	0,00	317393,04
	18.116	135219,90	121697,91	121697,91	0,00	121697,91
	25.672	191618,15	172456,33	172456,33	0,00	172456,33
2031	48.249	360131,49	324118,34	324118,34	0,00	324118,34
	18.500	138085,10	124276,59	124276,59	0,00	124276,59
	26.216	195678,38	176110,54	176110,54	0,00	176110,54
2032	49.272	367766,75	330990,07	330990,07	0,00	330990,07
	18.892	141012,68	126911,41	126911,41	0,00	126911,41
	26.772	199827,02	179844,32	179844,32	0,00	179844,32
2033	96.950	723631,41	687449,84	687449,84	0,00	687449,84
2034	99.005	738969,86	702021,37	702021,37	591175,89	110845,48
2035	101.104	754636,72	754636,72	754636,72	603709,38	150927,34
2036	103.248	770639,46	770639,46	770639,46	616511,57	154127,89
2037	105.437	786978,08	786978,08	786978,08	629582,47	157395,62
2038	107.671	803652,58	803652,58	803652,58	642922,06	160730,52
2039	109.955	820700,28	820700,28	820700,28	656560,22	164140,06
2040	112.285	838091,31	838091,31	838091,31	670473,05	167618,26
2041	114.666	855863,01	855863,01	855863,01	684690,41	171172,60
2042	117.097	874007,91	874007,91	874007,91	699206,33	174801,58
2043	119.580	892540,94	892540,94	892540,94	714032,75	178508,19

AÑO DE PROYECCIÓN	POBLACIÓN PROYECTADA	PROYECCIÓN DE CARGA EN (Kg/año)				
		CARGA DE LOS SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)				
	(hab)	GENERADA	RECOLECTADA	TRANSPORTADA	TRATADA	VERTIDA
2044	122.114	911454,63	911454,63	911454,63	729163,70	182290,93
2045	124.703	930778,83	930778,83	930778,83	744623,07	186155,77
2046	127.347	950513,56	950513,56	950513,56	760410,84	190102,71
2047	130.047	970666,26	970666,26	970666,26	776533,01	194133,25
2048	132.803	991236,95	991236,95	991236,95	792989,56	198247,39
2049	135.619	1012255,47	1012255,47	1012255,47	809804,38	202451,09

Fuente: radicado No. E 20208 del 22-08-2024

- *La reducción de carga contaminante y el cumplimiento de metas será evaluada bajo el instrumento económico de tasa retributiva.*
- *De acuerdo con los objetivos de calidad de la fuente receptora del vertimiento, río Ariari, definidos mediante Resolución No. PS-GJ 1.2.6.20.0933 del 19 de noviembre del 2020 y Resolución No. PS-GJ.1.2.6.014.2000 del 20 de noviembre de 2014 (tramo 3 rio Ariari) o aquella la sustituya o modifique, esta autoridad ambiental procederá a monitorear la fuente hídrica en cuestión, una vez se implementen las medidas de reducción de cargas contaminantes para verificar el avance en el cumplimiento del objetivo de calidad con relación a los indicadores establecidos. A partir de la notificación por parte de la ESP de Granada, del monitoreo a su vertimiento, se coordinará con la Corporación el acompañamiento y seguimiento al programa de monitoreo.*
- *Se deberá realizar medición de caudal por muestreo compuesto representativo y caracterización fisicoquímica y bacteriológica de 24 horas, en el efluente (salida) del sistema de tratamiento a partir del diez (10) año de ejecución del PSMV, considerando que entrará en operación la PTAR, se realizará caracterización al punto de vertimiento con el fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos de calidad para el río Ariari y los parámetros fisicoquímicos con sus valores límites máximos permisibles de vertimientos de agua residual, de conformidad con los parámetros fisicoquímicos descritos en el artículo 8 de la Resolución 631 de 2015 (aguas residuales domésticas – ARD y de las aguas residuales (ARD – ARnD) de los prestadores del servicio público de alcantarillado a cuerpos de agua superficiales con una carga menor o igual a 625 kg/día DBO) o aquella que la sustituya o modifique.*
- *Se deberán realizar monitoreos con una frecuencia anual, esto es, cada doce (12) meses y en época seca, comprendida entre los meses de enero a marzo, preferiblemente mes de febrero, tanto del vertimiento como de las fuentes receptoras para efectos de cobro de tasa retributiva, en cumplimiento del cronograma propuesto.*
- *Se deberá mantener un programa de socialización y actualización, si da lugar, del PSMV ante la Corporación, la comunidad y en especial, ante quien apruebe el presupuesto de la Empresa de Servicios Públicos, de tal forma que se asegure la disponibilidad presupuestal y la destinación requerida para el cumplimiento, ejecución e implementación del PSMV.*
- *Las inversiones a realizar por la Empresa de Servicios Públicos de Granada, estarán encaminadas a la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales – PTAR en el año 9 del PSMV, y puesta en funcionamiento a partir del año 10.*
- *El municipio de Granada deberá tramitar durante el año 7 del cronograma aprobado del PSMV, el respectivo permiso de vertimiento, hacer entrega del plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimiento – PGRMV, conforme a los términos de referencia emitidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en la Resolución 1514 de 2012, ubicación, descripción y operación del sistema de tratamiento, memorias técnicas y diseños de ingeniería básica y conceptual, planos de detalle del sistema de tratamiento (formato análogo 100 cm * 70 cm y copia digital de los mismos), condiciones de eficiencia del sistema de tratamiento que se adoptará, manual de operaciones y mantenimiento de la planta, esto, para la PTAR.*
- *El cumplimiento de la norma de vertimientos se evaluará frente a la Resolución 631 de 2015, en su artículo 8 o aquella que la modifique o sustituya.*
- *La PTAR deberá ponerse en funcionamiento en el año 10 del PSMV (2034), previa obtención del permiso de vertimiento.*
- *La aprobación del PSMV, no otorga ningún permiso ambiental, por lo cual, deberá solicitar los permisos que sea necesario para la ejecución de las obras previstas.*
- *Así mismo, con la aprobación del PSMV no se están avalando los costos de inversión definidos por el prestador de servicio de alcantarillado para la ejecución de los proyectos*

planteados, toda vez que el alcance del PSMV no incluye la presentación y, por ende, la evaluación de diseños de detalle de las obras proyectadas. Por lo anterior, los costos estimados definidos en el plan de inversión solo serán tenidos como referencia por la entidad para la tasación del valor a pagar por concepto del seguimiento del PSMV.

(...")

FUNDAMENTOS DE DERECHO

Fundamentos constitucionales

Que el artículo 8 de la Constitución Política señala que es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación.

Que el artículo 79 ibídem, establece como deber del Estado, proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

Que el artículo 80 ibídem señala que el Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar el desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

Fundamentos legales

Que el artículo 38 de la Ley 99 de 1993, creó la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena CORMACARENA, como organismo rector de la administración del medio ambiente y los recursos naturales renovables de su jurisdicción, la cual se encuentra demarcada en el artículo 2 de la ley 1938 del 21 de septiembre de 2018, el cual modificó el artículo 38 de la ley 99 de 1993, estableciéndola sobre todo el territorio del departamento del Meta, con excepción las zonas del Área de Manejo Especial incluidas en la jurisdicción de la Corporación para el Desarrollo sostenible del Oriente Amazónico –CDA

Que, es deber del Estado velar por el cumplimiento de la normatividad ambiental y propender por la conservación y preservación de los recursos naturales, a fin de garantizar una mejor calidad de vida para sus habitantes. Por eso es que las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible en uso de sus facultades otorgadas mediante la Ley 99 de 1993 a través de actos administrativos realizan las diferentes recomendaciones de orden técnico y jurídico para que las diferentes actividades desarrolladas en el área de su jurisdicción se ajusten a la normatividad ambiental vigente.

Que la Ley 99 de 1993 en su artículo 31, establece como función de las Corporaciones Autónomas Regionales el ejercicio del control y seguimiento sobre los permisos ambientales otorgados, de esta manera:

"...Numeral 12. Ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables, lo cual comprenderá el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos, a las aguas a cualquiera de sus formas, al aire o a los suelos, así como los vertimientos o emisiones que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos. Estas funciones comprenden la expedición de las respectivas licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y salvoconductos..."

Que, LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL ÁREA DE MANEJO ESPECIAL LA MACARENA, "CORMACARENA" como máxima autoridad ambiental en el departamento del Meta, tiene la facultad de adelantar acciones orientadas a prevenir, controlar y mitigar los impactos ambientales y a preservar, administrar y conservar el medio ambiente y los recursos naturales en el área bajo su jurisdicción.

Que la Resolución 1433 del 13 de diciembre de 2004, reglamento el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003 sobre los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV, y se toman otras determinaciones, entre las cuales se hace referencia a la presentación de la información, por lo que las personas prestadoras del servicio público de alcantarillado y sus actividades complementarias que requieran el PSMV, presentarán ante la autoridad ambiental competente, en un plazo no mayor de doce (12) meses contados a partir de la fecha de publicación de la resolución en cita, detallándose la información que se debe anexar (Artículo 4º).

Que la resolución número 2145 del 23 de diciembre de 2005, modificó parcialmente la resolución 1433 de 2004 sobre los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV, referente con la articulación de dichos planes con los objetivos y las metas de calidad y uso definidas por la respetiva autoridad ambiental, definiéndose en la mencionada resolución que la información de que trata el artículo 4º de la resolución 1433 de 2004, debe ser presentada a la autoridad ambiental en un plazo de cuatro (4) meses máximo, contados a partir de la publicación del acto administrativo mediante el cual la autoridad ambiental competente defina el objetivo de calidad de la corriente, tramo o cuerpo de agua receptor.

Que el Decreto 1076 de 2015, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, establece:

Artículo 2.2.3.2.20.5 Prohibición de verter sin tratamiento previo. Se prohíbe verter, sin tratamiento, residuos sólidos, líquidos o gaseosos, que puedan contaminar o eutroficarlas aguas, causar daño o poner en peligro la salud humana o el normal desarrollo de la flora o fauna, o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos.

Del Caso en concreto.

Que, mediante radicado No. No. 31205 del 21 de diciembre 2023, la Empresa de Servicios Públicos hace entrega del documento denominado del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimiento del casco urbano del Municipio de Granada –

Meta, para su respectiva evaluación, seguido a esto, con radicado No. 009051 del 15 de abril del 2024, se allega nuevamente por parte del usuario el documento del PSMV ajustado, y es así que mediante Auto PS-GJ 1.2.64.24.0071 del 15 de febrero de 2024, se inicia trámite administrativo de aprobación ordenándose su evaluación y cobro, posteriormente el solicitante allega el soporte de pago, a través del radicado No. 15008 del 21 de junio del 2024.

Que, en virtud de lo ordenado en el Auto PS-GJ 1.2.64.24.0071 del 15 se febrero de 2024, se genera el concepto técnico No. PM-GA 3.24.1318 del 08 de agosto de 2024, respecto a la evaluación por primera vez del documento Plan de saneamiento Municipal y vertimientos (PSMV) casco urbano de Granada, el cual fue acogido mediante Oficio No. PM-GA 3.24.8782 con número de correspondencia despachada 15189 del 13 de agosto de 2024, en el que se generan requerimientos respecto a la evaluación del PSMV.

Que, en respuesta a los requerimientos generados bajo el radicado No. E 20208 del 22 de agosto del 2024, la Empresa de Servicios Públicos de Granada – ESPG. – hace entrega de estos y adjunta el documento ajustado en medio físico y CD, los cuales fueron evaluados a través del Concepto Técnico PM-GA 3.44.24.1452 del 01 septiembre 2024, en el que se determinó que es viable técnicamente aprobar el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos para el casco urbano del municipio de Granada – Meta.

En la documentación evaluada se puede determinar que presenta los siguientes aspectos técnicos: En cuanto al tema de demografía, se indica que la información para su desarrollo fue tomada del dato poblacional más reciente establecido para el año 2018 por el DANE, de ahí se tomó como año cero el proyectado al año 2024 siendo este el punto de partida del periodo de diseño que se extiende a 25 años, es decir, al año 2049.

En cuanto al diagnóstico del sistema de acueducto, en el documento se indica que la Empresa de Servicios Públicos de Granada E.S.P. –ESPG- compra el agua en bloque a EDESA S.A.E.S.P. quien administra la infraestructura del sistema de abastecimiento regional del Ariari. Aunque Granada es un municipio con una cobertura en redes del sistema de acueducto 95% y cerca de 59,58% es la cobertura comercial que corresponde a un total aproximado de 12214 usuarios localizados en la cabecera urbana solo una parte de ellos están conectados a las redes de acueducto que transporta el agua proveniente del sistema regional mencionado. Según la información generada por la ESPG, el 40,42% de los usuarios se abastece de otras fuentes incluyendo en muchos casos aljibes o pozos subterráneos.

El sistema se abastece superficialmente de la quebrada "Aguas Claras" ubicada en el municipio de Cubarral, el acueducto regional del Ariari cuenta con una planta de tratamiento (PTAP) de tipo convencional, construida en concreto reforzado y con una capacidad hidráulica total del 280 L/s, dividida en dos módulos de tratamiento

iguales. Cada módulo consta de sistemas básicos de tratamiento como lo son: canal de entrada, mezcla rápida, floculación, sedimentación, filtración y cloración. Actualmente, la PTAP tiene tres operadores para disponibilidad de 24 horas de producción de agua potable. A la salida de la planta, se desvía una línea de agua exclusiva para abastecer al batallón.

En cuanto al sistema de alcantarillado, se indica que tiene una cobertura en redes del 95% y una cobertura comercial del 83,16%, prestando el servicio a 17049 inmuebles de los 20380 registrados en el área urbana del municipio de Granada y está conformado por Cajas domiciliarias, Cámaras de Inspección y Redes de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas. El sistema opera en la actualidad como alcantarillado semi-combinado, es decir recibe aguas tanto de origen doméstico como pluvial, esto debido a que las aguas de escorrentía descargan directamente a través de los sumideros en concreto al sistema de conducción de redes, regularmente dirigidos hacia los puntos de descarga final. Según los diseños de la PTAR y el nuevo emisario final, se proyecta construir un emisario final que reúna las aguas residuales de estos dos decoles y las conduzca a la futura Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del municipio que verterá sobre el río Ariari, la cual tendrá una longitud definitiva hasta el terreno de la PTAR de 4.95km en un diámetro de 32".

Una vez se construya la PTAR, se instalará un emisario final que conduzca las aguas residuales tratadas hasta la margen del rio Ariari y que constará de una longitud de 4.95 km y un diámetro 33 pulgadas de acuerdo con los diseños del emisario y de la PTAR realizados por EDESA SA ESP; A la fecha el municipio no cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales; la administración municipal, adquirió un predio ubicado a 1.800 metros al sur occidente de la cabecera municipal y sobre la margen occidental del Caño Irique, en donde se construirá la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

Teniendo en cuenta lo anterior, respecto al vertimiento, existen dos descoles sanitarios que conducen al Caño Sibao:

- Uno localizado en la calle 7 con carrera 17 en tubería de 32"
- Otro que está ubicado cerca de las instalaciones del matadero en tubería de 18".

Existe un descole sanitario que conduce al caño Irique:

- Actualmente vierte las aguas sanitarias sobre el Caño Irique, está conformado por una línea de tubería de 956,69 m en diámetro de 33".

El Sistema de alcantarillado sanitario del municipio de Granada cuenta en la actualidad con tres (3) descoles que vierten las aguas residuales del municipio a dos

fuentes receptoras: Caño Sibao y Caño Irique. A continuación, se describen a detalle los descoles existentes en el municipio:

Respecto al alcantarillado Pluvial, en el documento PSMV, se señala que este sistema pluvial se despliega a lo largo de la vía principal y sus aguas son conducidas hasta descargar en el Caño Sibao. El sistema de alcantarillado está conformado por una red de colectores, sumideros, cámaras de inspección y puntos de descarga. En algunos sectores independientes el agua lluvia es recolectada y evacuada a través de cuentas abiertas sobre las calles para ser conducida a drenajes naturales cercanos y está conformado por dos distritos pluviales y actualmente se está construyendo el tercer distrito mediante la ejecución del contrato 021 de 2015. El sistema de recolección y transporte de las aguas lluvias urbanas del municipio de Granada está conformado por más de 15 Km de tubería en PVC y 161 pozos de inspección, pero como se había mencionado anteriormente, aún hace falta la instalación de un distrito pluvial que permita dar una cobertura del 100% al casco urbano y también, prepararlo para su expansión.

Es importante señalar que la "Corporación para el Desarrollo Sostenible del área de Manejo Especial La Macarena" - CORMACARENA, definió los usos y objetivos de calidad para la fuente hídrica rio Ariari mediante la Resolución No. PS-GJ 1.2.6.20.0933 del 19 de noviembre de 2014.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, de la evaluación del radicado. No. 009051 del 15 de abril de 2024, se puede concluir que existen todos los preceptos técnicos y legales para aprobar el Plan de Saneamiento y Manejo Vertimiento del Casco urbano de municipio de Granada en el departamento del Meta, toda vez que el contenido del PSMV se ajusta a lo establecido en el marco legal ambiental, especialmente en cumplimiento de lo establecido en la Resolución No. 1433 de 2004 y los términos de referencia emitidos por la Corporación para tal fin. Lo anterior con un horizonte de ejecución de diez (10) años.

En mérito de lo expuesto el Director General de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (CORMACARENA),

RESUELVE

Artículo 1°. - Acoger el concepto técnico No. PM-GA 3.44.24.1652 del 10 de septiembre de 2024, el cual hará parte integral del presente acto administrativo.

Artículo 2°. – Aprobar el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV del casco urbano del municipio de Granada - Meta, a favor de la Empresa de Servicios Públicos de Granada E.S.P, identificado con NIT. 800071835-9, teniendo en cuenta que se encuentra ajustado acorde a lo establecido en la Resolución 1433 de 2004, los términos expedidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Decreto 1076 de 2015 y los términos de referencia expedidos por la Corporación.

Artículo 3°. – Aprobar a favor de la Empresa de Servicios Públicos de Granada, el cronograma de actividades y proyectos para ser desarrollados en los períodos relacionados en la tabla 55 y 63 del concepto técnico No. PM-GA 3.44.24.1652 del 10 de septiembre de 2024, que se acoge en el presente acto administrativo, el cual será tenido en cuenta para los respectivos controles y seguimientos por parte de la Corporación, en la ejecución del PSMV.

Parágrafo 1°. – Los diferentes planes y programas que se establezcan e implementen para el casco urbano del municipio de Granada, deberán mantener la integridad con lo descrito en el PSMV en cuestión.

Artículo 4°. – La Resolución 1433 de 2004, establece en su artículo tercero "Horizonte de planeación. La proyección del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos se realizará para un horizonte mínimo de diez (10) años y su ejecución se programará de acuerdo con el cronograma de actividades en el mismo, en las fases de corto, mediano y largo plazo", por lo tanto, el PSMV aprobado será para un horizonte de diez (10 años).

Artículo 5°. La Empresa de Servicios Públicos de Granada E.S.P, a través de su representante legal, deberá dar cumplimiento a las siguientes obligaciones:

1. Presentar cada seis (6) meses el informe de avance de obras físicas e inversiones a partir de la fecha de ejecutoria del presente acto administrativo, a su vez deberá formular indicadores que permitan establecer semestralmente el avance físico de actividades e inversiones programadas y anualmente el nivel de logro de los objetivos y metas de calidad expuestos en el PSMV.

2. Presentar cada doce (12) meses el informe de avance de reducción de la carga de DBO_5 y SST. Para lo cual se realizará control y seguimiento a las cargas proyectadas presentadas en el PSMV. Los resultados reportados se evaluarán siempre frente al compromiso de reducción del 80%, a partir del año diez (10) propuesto por la E.S.P para el casco urbano del municipio de Granada - Meta y con base en dicho cumplimiento, se calculará el factor regional del periodo respectivo, como lo establece el Decreto 1076 de 2015 (Tablas 30 y 31 del concepto técnico No PM-GA 1652 del 10 de septiembre de 2024, acogido en el presente acto administrativo).

3. La reducción de carga contaminante y el cumplimiento de metas será evaluada bajo el instrumento económico de tasa retributiva.

4. Realizar medición de caudal por muestreo compuesto representativo y caracterización fisicoquímica y bacteriológica de 24 horas, en el efluente (salida) del sistema de tratamiento a partir del diez (10) año de ejecución del PSMV, considerando que entrará en operación la PTAR, se realizará

caracterización al punto de vertimiento con el fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos de calidad para el río Ariari y los parámetros fisicoquímicos con sus valores límites máximos permisibles de vertimientos de agua residual, de conformidad con los parámetros fisicoquímicos descritos en el artículo 8 de la Resolución 631 de 2015 (aguas residuales domésticas – ARD y de las aguas residuales (ARD – ARnD) de los prestadores del servicio público de alcantarillado a cuerpos de agua superficiales con una carga menor o igual a 625 kg/día DBO) o aquella que la sustituya o modifique.

5. Realizar monitoreos con una frecuencia anual, esto es, cada doce (12) meses y en época seca, comprendida entre los meses de enero a marzo de cada caño, preferiblemente mes de febrero, tanto del vertimiento como de las fuentes receptoras para efectos de cobro de tasa retributiva, en cumplimiento del cronograma propuesto.

Artículo 6°. – De acuerdo con los objetivos de calidad de la fuente receptora del vertimiento, río Ariari, definidos mediante Resolución No. PS-GJ 1.2.6.20.0933 del 19 de noviembre del 2020 y Resolución No. PS-GJ.1.2.6.014.2000 del 20 de noviembre de 2014 (tramo 3 rio Ariari) o aquella la sustituya o modifique, esta autoridad ambiental procederá a monitorear la fuente hídrica en cuestión, una vez se implementen las medidas de reducción de cargas contaminantes para verificar el avance en el cumplimiento del objetivo de calidad con relación a los indicadores establecidos. A partir de la notificación por parte de la ESP de Granada, del monitoreo a su vertimiento, se coordinará con la Corporación el acompañamiento y seguimiento al programa de monitoreo.

Artículo 7°. – La Empresa de Servicios Públicos de Granada E.S.P, a través de su representante legal o quien haga sus veces, deberá mantener un programa de socialización y actualización, si da lugar, del PSMV ante la Corporación, la comunidad y en especial, ante quien apruebe el presupuesto, de tal forma que se asegure la disponibilidad presupuestal y la destinación requerida para el cumplimiento, ejecución e implementación del PSMV.

Artículo 8°. – Las inversiones a realizar por la Empresa de Servicios Públicos de Granada, estarán encaminadas a la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales – PTAR en el año 9 del PSMV, y puesta en funcionamiento a partir del año diez (10).

Artículo 9°. – La Empresa de Servicios Públicos de Granada E.S.P, a través de su representante legal o quien haga sus veces, deberá tramitar durante el séptimo (7) año del cronograma aprobado del PSMV, el respectivo permiso de vertimiento, hacer

entrega del plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimiento – PGRMV, conforme a los términos de referencia emitidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en la Resolución 1514 de 2012, ubicación, descripción y operación del sistema de tratamiento, memorias técnicas y diseños de ingeniería básica y conceptual, planos de detalle del sistema de tratamiento (formato análogo 100 cm * 70 cm y copia digital de los mismos), condiciones de eficiencia del sistema de tratamiento que se adoptará, manual de operaciones y mantenimiento de la planta, esto, para la PTAR.

Parágrafo. – El cumplimiento de la norma de vertimientos se evaluará frente a la Resolución 631 de 2015, en su artículo 8° o aquella que la modifique o sustituya.

Artículo 10°. - La Empresa de Servicios Públicos de Granada E.S.P., deberá poner en funcionamiento en el año diez (10) del PSMV, la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), previa obtención del permiso de vertimiento.

Artículo 11°. – La aprobación del presente PSMV, no otorga ningún permiso ambiental, por lo cual el titular deberá solicitar los permisos que sean necesarios para la ejecución de las obras previstas, acorde con las necesidades y aprovechamiento de los recursos naturales.

Artículo 12°. – Con la aprobación Plan de Saneamiento y manejo de Vertimientos del casco urbano del municipio de Granada, no se están avalando los costos de inversión definidos por el prestador de servicio de alcantarillado para la ejecución de los proyectos planteados, toda vez que el alcance del PSMV no incluye la presentación y, por ende, la evaluación de diseños de detalle de las obras proyectadas. Por lo anterior, los costos estimados definidos en el plan de inversión solo serán tenidos como referencia por la entidad para la tasación del valor a pagar por concepto del seguimiento del PSMV.

Artículo 13°. – El presente acto administrativo una vez ejecutoriado constituye al beneficiario en sujeto de derechos y obligaciones, cualquier incumplimiento a los términos, condiciones, obligaciones y requisitos establecidos en el presente acto administrativo, dará lugar a la imposición de las medidas preventivas y/o sancionatorias a que haya lugar, conforme a las disposiciones contenidas en la Ley 1333 de 2009, modificada por la ley 2387 de 2024.

Artículo 14°. – La Empresa de Servicios Públicos de Granada E.S.P., deberá cumplir con lo dispuesto en la Resolución No. PS-GJ. 1.2.6.20.1548 del 18 de diciembre de 2020 o aquella que la modifique o sustituya, respecto a las tarifas establecidas por concepto de cobro de los servicios de seguimiento y control del presente acto

administrativo, las cuales variarán de acuerdo con las características propias de cada proyecto.

Artículo 15°. – Notificar el contenido del presente acto administrativo a la Empresa de Servicios Públicos de Granada E.S.P., identificada con NIT. 800071835-9, a través de su representante legal o quien haga sus veces, en la Carrera 14 No 22 – 30 y/o correo notificacionesjudicilaes@espgranadameta.gov.co conforme a lo establecido en los Artículos 67 y 69 de la Ley 1437 de 2011 - Código de Procedimiento Administrativo y Contencioso Administrativo.

Artículo 16°. – Contra el presente acto administrativo procede el recurso de reposición, el cual podrá interponerse por escrito, en diligencia de notificación personal o dentro de los diez (10) días siguientes a ella, o a la notificación por aviso o la publicación, según sea el caso ante la Dirección General de la Corporación, de conformidad con el Art. 74 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo

NOTIFÍQUESE Y CÚMPLASE

01 NOV 2024

WILSON LOPEZ BOGOTA
Encargado de las Funciones de Director General Cormacarena

Nombres y apellidos completos		Cargo	Firma
Proyectó:	José Vega Petro	Abg. CPS, Subdirección de Gestión Ambiental	
Revisó	Daniela del Pilar Gaitán Garzón	Ing. Contratista CPS - Grupo Agua - Subdirección de Gestión Ambiental	
Revisó:	Zuliy Gutiérrez Barbosa	Abg. CPS, Subdirección de Gestión Ambiental	
VoBo. SGA	Patricia Baquero Torres	Subdirectora de Gestión Ambiental	
VoBo. Jurídico	Juan Carlos Medina González	Jefe Oficina Asesora Jurídica	