

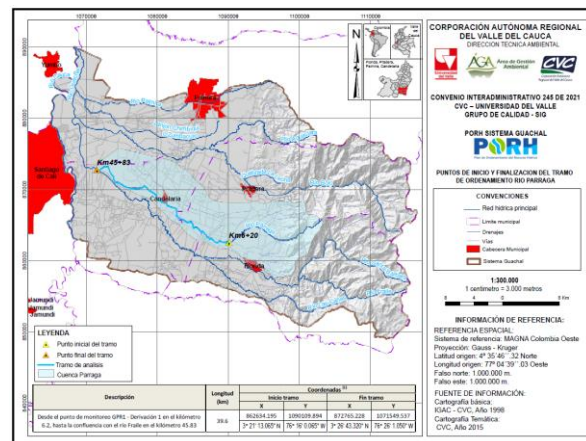


PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO – PORH DEL RÍO PÁRRAGA

Documento síntesis

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO CVC – UNIVERSIDAD DEL VALLE No. 245 de 2021

“AUNAR ESFUERZOS TÉCNICOS, RECURSOS ECONÓMICOS Y HUMANOS, EXPERIENCIA ACADÉMICA PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO (PORH) DE LOS CAUCES NATURALES DE LOS RÍOS GUACHAL-BOLO-FRAILE-PÁRRAGA-PALMIRA Y LA QUEBRADA SAN PEDRO COMO INSUMO PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO Y EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA EN 18 KM DE LOS RÍOS BOLO Y FRAILE PERTENECIENTES AL SISTEMA GUACHAL, COMO PARTE DE LOS INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN Y ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DEL RECURSO HÍDRICO”



INFORME SINTESIS PORH RIO PÁRRAGA

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. FASE I. DECLARATORIA	1
2. FASE II. DIAGNÓSTICO	1
2.1 Descripción del Cuerpo de Agua en ordenamiento	2
2.2 Participación en el PORH	3
2.2.1 Participación de los grupos étnicos en la formulación del PORH del río Párraga	7
2.3 Localización y caracterización de las redes hidrometeorológicas y de calidad existentes	7
2.2.2 Red hidrometeorológica	7
2.3.2 Red de monitoreo de calidad	9
2.4 Oferta hídrica del río Párraga	10
2.5 Caudal Ecológico	11
2.6 Caudal de oferta disponible	12
2.7 Demanda hídrica total (DHT)	12
2.7.1 Fuentes de información consultadas	14
2.7.2 Demanda de uso doméstico – DUD del río Párraga	16
2.7.3 Demanda de uso agrícola - DUA del río Párraga	18
2.7.4 Demanda de Uso de Agua Pecuaria DUP	19
2.7.5 Demanda de Uso de Agua Industrial DUI	20
2.8 Indicadores de presión sobre el recurso hídrico superficial	21
2.8.1 Índice de Uso del Agua – IUA	21
2.8.2 Índice de retención y regulación hídrica IRH	22
2.8.3 Índice de Aridez – IA	23
2.8.4 Índice de Vulnerabilidad Hídrica (IVH)	25
2.9 Usos y usuarios del agua	25
2.9.1 Censo de usuarios	26
2.9.2 Vertimiento al Recurso Hídrico Superficial Río Párraga	27
2.9.3 Extracciones de materiales de arrastres sobre el río Párraga tramo de estudio	29
2.9.4 Inventario de sistemas de tratamiento de aguas residuales.	30
2.10 Análisis de problemáticas y conflictos actuales derivados del uso del recurso hídrico	30
2.11 Calidad del agua	33
2.11.1 Diseño y ejecución del plan de monitoreo de cantidad y calidad el cuerpo de agua objeto de ordenamiento	33
2.11.1 Caracterización hidráulica	33
2.11.2 Resultados del monitoreo de parámetros hidrobiológicos	36
2.11.1 Resultados monitoreo hidrobiológicos	37
2.11.2 Macroinvertebrados	40
2.11.3 Peces	42
2.11.4 Resultados monitoreo de vertimientos	44
2.12 Índices de calidad y contaminación	45
2.12.1 Índice de calidad de agua ICA- IDEAM en el río Párraga	45
2.12.2 Índice de Calidad CETESB para el río Párraga	46
2.12.3 Índice de calidad DINIUS para el río Párraga	47

2.12.4	Índice de Contaminación ICOMO	47
2.12.5	2. Índice de contaminación ICOTRO	48
2.12.6	Índices históricos de calidad y de contaminación	49
2.13	Indicadores biológicos	51
2.13.1	Índice BMWP	51
3.	FASE III. IDENTIFICACIÓN DE USOS POTENCIALES: PROSPECTIVA	51
3.1	Proyección de la demanda total de agua para el río Párraga	51
3.1.1	Enfoque Metodológico	52
3.1.1	Proyección de la Demanda Hídrica para Consumo Humano	53
3.1.2	Proyección de la Demanda Hídrica para para Producción Agrícola	54
3.1.3	Proyección de la Demanda Hídrica Total	56
3.2	Estimación cualitativa de los riesgos asociados a la reducción de la oferta del recurso hídrico del río Párraga	58
3.2.1	Análisis cualitativo de la reducción y disponibilidad de la oferta hídrica para el Río Párraga proyectada al 2044	58
3.3	Modelación de la calidad del agua	59
3.4	. Definición de tramos de análisis para el establecimiento de objetivos de calidad	64
3.5	Calibración y confirmación del río Párraga	64
3.6	Formulación y simulación de escenarios	68
3.7	Identificación de usos potenciales del recurso hídrico y clasificación del cuerpo de agua en ordenamiento	75
3.8	Definición o ajuste de objetivos y criterios de calidad por usos	77
3.9	Establecimiento de la meta global de carga contaminante y proyección de cargas	78
4.	Fase IV Formulación del PORH	80
4.1	Programa de seguimiento y monitoreo al recurso hídrico en el río Párraga	80
4.1.1	Seguimiento al cumplimiento de los objetivos de calidad	80
4.1.2	Seguimiento a usuarios del recurso hídrico	82
4.1.3	Complementación, ajuste y actualización de las herramientas de modelación	83
4.2	Estructura del componente programático del PORH del río Párraga	84
4.2.1	Línea estratégica 1 Gestión de la calidad del agua	84
4.2.2	Línea estratégica 2 Gestión de la oferta	84
4.2.3	Línea estratégica 3 Gestión de la demanda	84
4.2.4	Línea estratégica 4 – Gobernanza del agua	85
4.3	Ruta de Articulación	94
4.3.1	Articulación del PORH con los instrumentos de planificación	95
Bibliografía		97

INDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Localización según la zonificación hidrológica Nacional – cuenca hidrográfica Guachal	2
Tabla 2-2. Descripción tramo en ordenamiento Río Párraga	2
Tabla 2-3. Proceso de participación en la formulación del PORH del río Párraga	4
Tabla 2-4. Comunidades étnicas para las que procede la consulta previa para la formulación del PORH de los ríos Guachal, Bolo, Fraile, Palmira y Párraga	7
Tabla 2-5. Red de estaciones climatológicas ubicadas en la zona de influencia del sistema Guachal	7
Tabla 2-6. Relación de las estaciones de caudal ubicadas en el sistema Guachal	8
Tabla 2-7. Estaciones de monitoreo de calidad sobre el Río Párraga	10
Tabla 2-8. Oferta Hídrica Total Superficial OHTS del Río Párraga (m ³ /s)	11
Tabla 2-9. Porcentaje asociado para el Caudal Ecológico en el río Párraga	12
Tabla 2-10 Caudal ambiental calculado a partir de la serie de datos de la OHTS para cada punto (m ³ /s)	12
Tabla 2-11 Oferta Hídrica Disponible OHTD del río Párraga (m ³ /s)	12
Tabla 2-13. Expresiones matemáticas para el cálculo de las demandas de uso de uso del agua a emplear en el sistema Guachal	13
Tabla 2-14. Representación porcentual de cada municipio en el recorrido del cauce del río Bolo en evaluación	14
Tabla 2-15. Población 2023 municipios que conforman el sistema Guachal (DANE 2020)	14
Tabla 2-16. Poblaciones pecuarias por municipios (Censos ICA 2022)	15
Tabla 2-17. Dotaciones pecuarias	15
Tabla 2-18. RUA Sector Manufacturero – Volumen de agua consumido por municipio m ³ (CVC 2018)	15
Tabla 2-19. Evapotranspiración de referencia (ET ₀ , mm) por tramos de los cauces del río Párraga	16
Tabla 2-19. Demanda Uso Doméstico DUD sobre el río Párraga (Mm ³ /mes) año 2023	17
Tabla 2-21. Demanda Uso Agrícola – DUA- por tramos del río Párraga (Mm ³ /mes)	18
Tabla 2-22. DUP asociada a los tramos del río Párraga para año medio (Mm ³ /mes)	19
Tabla 2-23. DUI asociado al río Párraga (Mm ³)	20
Tabla 2-24. Categorías de IUA de acuerdo con el IDEAM (2013)	22
Tabla 2-25. Valor de IUA para el río Párraga para año normal	22
Tabla 2-26. Valor de IUA para el río Párraga para año seco	22
Tabla 2-27. Categorías de IRH de acuerdo con el IDEAM (2013)	23
Tabla 2-28. Valores de IRH por tramos del Sistema Párraga	23
Tabla 2-29. Rangos y categorías para la evaluación del Índice de Aridez en los Estudio Nacionales de Agua en el periodo 2014 a 2018	24
Tabla 2-29. Índice de Aridez por sectores Río Párraga en año normal	24
Tabla 2-31. Rangos y categorías del IUA y su relación con el IRH, que determinan el IVH por desabastecimiento	25
Tabla 2-32. IVH para los tramos del Sistema Párraga en año normal	25
Tabla 2-33. IVH para los tramos del Sistema Párraga en año seco	25
Tabla 2-34. Usos identificados por tramos en el río Párraga	26
Tabla 2-35. Derivaciones del flujo del río Párraga	27
Tabla 2-36 Lista de captaciones directas identificadas sobre el cauce del río Párraga	27
Tabla 2-36. Listado de los vertimientos asociados con la cuenca del río Párraga	28
Tabla 2-38. Sitios de extracción de material de arrastre sobre el río Párraga	30
Tabla 2-39. Captación sobre el río Párraga que surte acueducto del corregimiento de Vallecitos (Municipio de Pradera)	30
Tabla 2-40. Localización del vertimiento de la PTAR del municipio de Candelaria	30
Tabla 2-41. Denuncias presentadas por afectaciones al recurso hídrico relacionadas con el Sistema Guachal	31
Tabla 2-41. Problemas identificados por actores sociales relacionados con el uso del agua del río Párraga	31
Tabla 2-2-45. Localización de puntos de monitoreo de las campañas de calidad en el río Párraga	33
Tabla 2-43. Resultados de análisis fisicoquímicos Campaña 1 y 2 – Río Párraga	35

Tabla 2-48. Resultados de los índices ecológicos por punto de muestreo para la comunidad de perifiton durante la primera campaña de muestreo del río Párraga	40
Tabla 2-45. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos en época seca en Río Párraga, Puente vía Florida- La Pradera - GPR2	40
Tabla 2-46. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos en época seca en Río Párraga, Confluencia Río Parraga antes del Río Fraile - GPR4	41
Tabla 2-51. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos en época de lluvia	41
Tabla 2-48. Abundancia Índices de diversidad y de calidad del agua BMWP para el río Párraga	42
Tabla 2-49 . Registro de especies por estación y época climática para la cuenca del río Párraga, Valle del Cauca	42
Tabla 2-50. Valores de índices de diversidad en ambos periodos climáticos para la cuenca del río Párraga, Valle del Cauca	43
Tabla 2-51. Caracterización fisicoquímica y aforos de los vertimientos sobre el río Párraga	44
Tabla 2-52. Clasificación del ICA IDEAM (ENA 2010 y CEPAL, 2023)	45
Tabla 2-58. Valores de ICA Monitoreo sobre el Río Párraga	46
Tabla 2-54. Clasificación ICA CETESB	46
Tabla 2-55. Valores de ICA CETESB Monitoreo sobre el Río Párraga	46
Tabla 2-56. Clasificación de la calidad del agua según el ICA para el índice de DINIUS	47
Tabla 2-57. Valores de DINIUS Monitoreo sobre el Río Párraga	47
Tabla 2-58. Clasificación de la Contaminación ICOMO	47
Tabla 2-59. Valores de ICOMO Monitoreo sobre el Río Párraga	48
Tabla 2-60. Clasificación de la Contaminación ICOTRO	48
Tabla 2-61. Clasificación índice de contaminación ICOTRO Río Párraga	48
Tabla 2-62. Índices históricos calculados del río Párraga para cada uno de los puntos de la red de monitoreo de la CVC durante el periodo 2005 al 2022	50
Tabla 2-63. Niveles de clasificación de la calidad del agua según el índice BMWP/Col (Fuente Roldán, 2003)	51
Tabla 2-64. Índices de diversidad y de calidad del agua BMWP para el río Párraga	51
Tabla 3-1. Relación de los afluentes de la Cuenca Guachal, municipios de influencia, población estimada y actividades agrícolas con su extensión	52
Tabla 3-6. Proyección de la demanda hídrica para consumo humano para los municipios de Florida, Pradera. Palmira y Candelaria, para el periodo 2020-2044	54
Tabla 3-8. Consumo hídrico por cultivo presente en el área de influencia del sistema de la Cuenca del río Guachal	55
Tabla 3-9. Consumo hídrico promedio en cada cultivo presente en el área de influencia de sistema de la Cuenca del sistema Guachal por Hectárea	55
Tabla 3-10. Demanda hídrica proyectada al 2044 para los municipios que hacer parte de la cuenca del río Fraile (datos en m ³ /seg)	57
Tabla 3-6 Amenaza proyectada de la oferta hídrica en los puntos de control en el río Párraga para año normal y seco en los periodos proyectados	58
Tabla 3-7 Riesgo por disponibilidad de oferta hídrica asociada al uso del agua en los sitios de control en el río Párraga para año normal y seco	59
Tabla 3-13. Esquematización Río Párraga	60
Tabla 3-14. Definición de tramos de análisis Río Párraga	64
Tabla 3-15. Valor final obtenido para la función objetivo – río Párraga	65
Tabla 3-16. Planteamiento del escenario base del río Párraga	68
Tabla 3-17 Identificación de usos potenciales y clasificación del cuerpo de agua respecto a los vertimientos	76
Tabla 3-18. Usos y objetivos de calidad para el río Párraga	77
Tabla 3-19. Cargas máximas permisibles y carga a remover por cada tramo de análisis del río Párraga	79
Tabla 4-1. Red de monitoreo sobre el río Párraga y sus principales tributarios	80
Tabla 4-2 Variables de calidad para el seguimiento de los objetivos de calidad	80
Tabla 4-3. Red de monitoreo sobre los vertimientos que descargan sobre el río Párraga	82
Tabla 4-4 Línea Estratégica 1: Gestión de la calidad del agua	86

Tabla 4-5 Línea Estratégica 2: Gestión de la Oferta	91
Tabla 4-6 Línea Estratégica 3: Gestión de la demanda de agua	92
Tabla 4-7 Línea Estratégica 4: Gobernanza del agua	93
Tabla 4-8 Líneas estratégicas y acciones propuestas para el PEM de la Macrocuenca Magdalena-Cauca, que se enmarcan en la propuesta programática del PORH del río Párraga	95

INDICE DE GRAFICAS

Figura 2-1 Tramo en ordenamiento del río Párraga	3
Figura 2-2 Actores relevantes y representativos asociados con el cauce principal del río Párraga, objeto de ordenamiento del recurso hídrico	4
Figura 2-3. Estaciones hidrometeorológicas en el sistema Guachal	9
Figura 2-4 Red de Estaciones de monitoreo de calidad de CVC ubicadas en el sistema Guachal, incluido río Párraga	10
Figura 2-6. Mapa con la distribución de la Evapotranspiración de referencia (ET ₀ , mm) anual para el sistema Guachal	17
Figura 2-7. Mapa de consumo de uso agrícola por tramos en el sistema Guachal, incluido el río Párraga	19
Figura 2-8. Mapa de consumo de agua para uso pecuario por tramos para los ríos del sistema Guachal incluido el río Párraga	20
Figura 2-9. Mapa de consumo de agua para uso industrial por tramos para los ríos del sistema Guachal incluido el Río Párraga	21
Figura 2-10 Índice de Aridez –IA- por sectores en el río Párraga	24
Figura 2-11. Mapa de Captaciones directas del río Párraga	28
Figura 2-12. Vertimientos con influencia en el tramo PORH del Río Párraga	29
Figura 2-13 Identificación y localización de vertimientos que afectan el río Párraga, como resultado del taller de cartografía social con los técnicos de la DAR SURORIENTE	32
Figura 2-14. Localización de conflictos ambientales identificados en el río Párraga en los diferentes talleres con actores sociales	32
Figura 2-15. Localización de puntos de monitoreo de las campañas de calidad para el río Párraga y el sistema Guachal	34
Figura 2-16 Puntos de monitoreo de las comunidades de peces en el sistema Guachal, incluyendo el Río Párraga	37
Figura 2-17. Puntos de monitoreo de las comunidades de peces en el sistema Guachal, incluyendo el Río Párraga	38
Figura 2-18. Densidad de las diferentes morfoespecies de perifiton registradas en la temporada seca (parte superior) y lluviosa (parte inferior) del río Párraga	39
Figura 2-19. Valores de riqueza de morfoespecies (parte superior) y de abundancia total (parte inferior) de la comunidad de perifiton para los muestreos de temporada seca y época lluviosa	40
Figura 2-20. Valores de riqueza y abundancia registrados en la cuenca del río Párraga, Valle del Cauca en época seca y época de lluvias	43
Figura 3-1. Esquema gráfico Río Párraga – Tramo 1 y 2	62
Figura 3-2. Esquema gráfico Río Párraga – Tramo 3	63
Figura 3-3. Calibración y confirmación de caudal Río Párraga	66
Figura 3-4. Calibración y confirmación oxígeno disuelto Río Párraga	66
Figura 3-5. Calibración y confirmación DBO ₅ Río Párraga	67
Figura 3-6. Calibración y confirmación SST Río Párraga	67
Figura 3-7. Calibración y confirmación patógenos Río Párraga	68
Figura 3-8 Escenarios para oxígeno disuelto del río Párraga	74
Figura 3-9 Escenarios para DBO ₅ del río Párraga	75
Figura 3-11 Escenarios para SST del río Párraga	75
Figura 4-1. Instrumentos de planificación y estudios técnicos tomados en cuenta para la articulación con el PORH del río Párraga	95

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el artículo 2.2.3.3.1.4 del Decreto 1076 de 2015 “El Ordenamiento del recurso hídrico es un proceso de planificación mediante el cual se fija la destinación y usos de los cuerpos de agua continentales superficiales y marinos, se establecen las normas, las condiciones y el programa de seguimiento para alcanzar y mantener los usos actuales y potenciales y conservar los ciclos biológicos y el normal desarrollo de las especies”; es así como, la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC, priorizó el ordenamiento del recurso hídrico en las subcuencas de los ríos Guachal, Bolo, Fraile, Palmira y Párraga localizada en la cuenca hidrográfica del río Cauca y en jurisdicción de los municipios Pradera, Florida, Palmira y Candelaria.

Teniendo en cuenta lo anterior, la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC, suscribió con la Universidad del Valle, el Convenio marco 245 de 2021, cuyo objeto es “Formulación Del Plan De Ordenamiento Del Recurso Hídrico (PORH) De Los Cauces Naturales De Los Ríos Guachal-Bolo-Fraile-Párraga-Palmira Y La Quebrada San Pedro Como Insumo Para La Administración Del Recurso Hídrico Y El Acotamiento De La Ronda Hídrica En 18 Km De Los Ríos Bolo y Fraile Pertenecientes Al Sistema Guachal”. Para el ordenamiento del recurso hídrico se siguió como directriz la Guía Técnica para la Formulación de Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico Continental Superficial – PORH, adoptada mediante la Resolución 751 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

En este contexto, el presente documento contiene la síntesis del PORH del río Párraga en jurisdicción de los municipios de Florida, Candelaria y Palmira e incluye los resultados obtenidos en su elaboración, con el fin de establecer las medidas de planificación en distintos escenarios, tendientes a garantizar el sostenimiento de los recursos ecosistémicos y los usos actuales y potenciales de esta; por ende, en cumplimiento con la normatividad se presentan:

1. Fase de declaratoria
2. Fase de diagnóstico
3. Fase de identificación de usos potenciales
4. Fase de elaboración del PORH del río Párraga.

1. FASE I. DECLARATORIA

La Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca-CVC declara en ordenamiento el recurso hídrico del sistema Guachal integrado por los ríos Guachal-Bolo-Fraile-Párraga-Palmira mediante la Resolución 0100 No. 0660-0437 del 27 de julio de 2021 y se adoptan otras determinaciones.

2. FASE II. DIAGNÓSTICO

Con el ánimo de realizar la descripción y caracterización de la situación actual del río Párraga, se llevaron a cabo diferentes actividades entre las cuales se pueden citar las siguientes: revisión exhaustiva y clasificación de fuentes bibliográficas, programas de monitoreo de calidad y cantidad

del agua, censo de usuarios, inventario de obras hidráulicas, estudio de la oferta y demanda del agua, establecimiento del perfil de calidad actual del cuerpo

2.1 Descripción del Cuerpo de Agua en ordenamiento

La zona de estudio para la formulación del presente PORH corresponde a la corriente principal del sistema Párraga el cual hace parte de la cuenca del río Fraile que a su vez tributa al río Guachal. La cuenca del río Párraga es una unidad de cuarto orden. La cuenca posee un área de 22.194 has; limita al norte con la cuenca del río Bolo, al sur, oriente y occidente con la cuenca del río Fraile (Tabla 2-1).

Tabla 2-1. Localización según la zonificación hidrológica Nacional – cuenca hidrográfica Guachal

Área hidrográfica	Zona hidrográfica	Subzona hidrográfica	Cuenca	Nombre Subcuenca	Cuerpo de agua	Código
Magdalena Cauca	Cauca	Guachal (Bolo-Fraile)	Fraile	Fraile	Rio Fraile	2607127010000
			Párraga	Párraga	Rio Párraga	2607127020000
			Bolo	Bolo	Rio Bolo	2607127030000
			Guachal	Guachal	Guachal	2607127040000
			Guachal	Palmira	Rio Palmira	2607127040100

Fuente: CVC (2021)

El río Párraga nace en la cordillera central a una altura aproximada de 3.000 msnm. Corre en sentido Este-Oeste y desemboca en el río Fraile entre los predios Las Palmas y Los Ranchos. El uso de las aguas de este río se encuentra reglamentado por la Resolución 0100 No. 0630-0778 de 2017. Entre sus tributarios se tienen las quebradas La Cabaña, Salsipuedes, La Alacranera, Quebrada Grande, Chontaduro, Acequia Potoco y una red de distribución de caudales de 5 derivaciones con 21 usuarios.

El tramo en ordenamiento del río Párraga para el PORH tiene una longitud de 39,6 Km, desde el sitio de la primera derivación hasta la confluencia con el río Fraile Tabla 2-2, y el cual se puede observar en la Figura 2-1.

Tabla 2-2. Descripción tramo en ordenamiento Río Párraga

Descripción	Longitud (km)	Coordenadas (1)			
		Inicio tramo		Fin tramo	
		X	Y	X	Y
Desde el punto de monitoreo GPR1 - Derivación 1 en el kilómetro 6.2, hasta la confluencia con el río Fraile en el kilómetro 45.83	39,6	1098497.833	862856.163	1071530.993	872774.119

Sistema de referencia: Magna Colombia Oeste



La estrategia de participación para el sistema Guachal pretendió la utilización de diferentes mecanismos que garantizaran la inclusión, durante todo el proceso, de los actores que intervienen en los cuerpos de agua como captadores y/o vertedores, así como de aquellos interesados debido al rol que desempeñan en los procesos de gestión ambiental.

Dentro del proceso de formulación del PORH del Sistema Guachal, la estrategia de participación incluyó a los actores que mantienen una relación directa con las corrientes en ordenamiento sea

por su calidad de usuarios o por su rol estratégico. En este procedimiento fue fundamental reconocer los intereses de los actores involucrados, la consideración equitativa de sus necesidades y responsabilidades frente a la administración del recurso.

Para el desarrollo de la estrategia de participación comunitaria se realizó la identificación de los actores representativos y relevantes en la formulación del PORH, garantizando su participación activa y la legitimación del mismo, las etapas desarrolladas son las definidas por el Ministerio del Medio Ambiente del 2018 y de la CVC sobre educación ambiental del 2020.

Una de las acciones definidas en el proceso fue la caracterización de los actores a los cuales se les clasificó como; relevantes aquellos a quienes las determinantes del ordenamiento influirán afectando las decisiones que se tomen en el marco de la formulación y actores representativos aquellos con los que influyen en la consolidación, ejecución y toma de decisiones del ordenamiento del río Párraga, por lo cual se hace fundamental su participación. La Figura 2-2, muestra la cantidad de actores de acuerdo a la clasificación definida para el PORH del río Párraga y en la Tabla 2-3 se sintetizan los principales resultados del proceso de participación

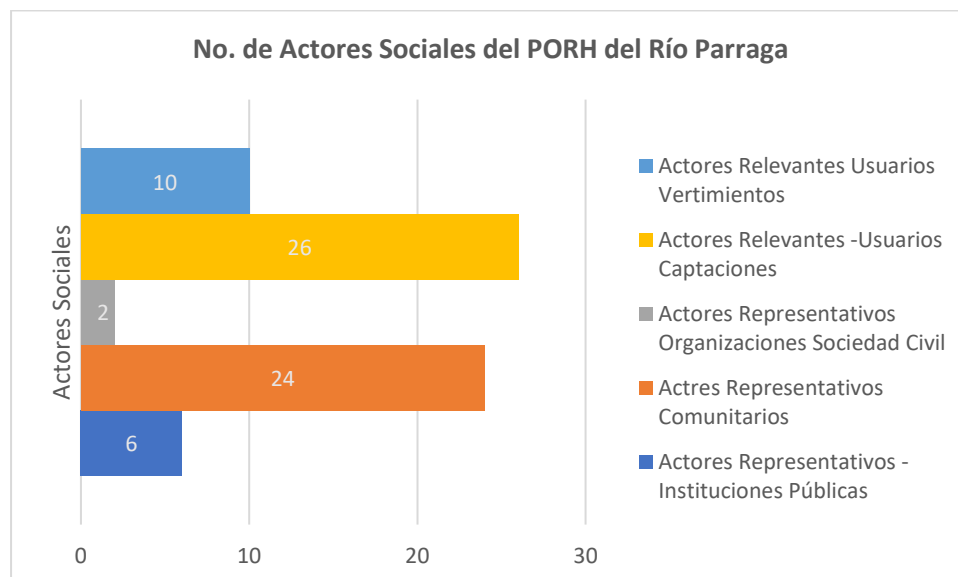


Figura 2-2 Actores relevantes y representativos asociados con el cauce principal del río Párraga, objeto de ordenamiento del recurso hídrico

Tabla 2-3. Proceso de participación en la formulación del PORH del río Párraga

Fase	Logros
Diagnóstico	La fase de diagnóstico orienta el enfoque del análisis desde el territorio; por lo cual se desarrollaron ejercicios de cartografía social-territorial con actores relevantes y representativos de los sectores comunitarios, productivos e institucionales; partiendo del reconocimiento de la existencia de procesos de organización y participación ciudadana en torno a la gestión para mejorar las condiciones de la oferta socioambiental, y la vinculación efectiva de los actores involucrados en condiciones de igualdad Los talleres se abordaron en dos fases. La primera fase consistía con las

Fase	Logros
	presentaciones del equipo técnico y de los asistentes, acto seguido y con ayuda audiovisual en PowerPoint se presentaba se introducía la temática dando contexto, a través del marco teórico, metodológico y el alcance de la formulación de los PORH; como también la aplicación de una encuesta para identificar nuevos actores y para percibir la relación del encuestado con el uso del cuerpo de agua. En una segunda fase se desarrolló la construcción de la cartografía social-territorial con énfasis en cada cuerpo de agua en los tramos de análisis definido en el PORH, según se fuera el espacio y el actor con quien se desarrollaba el taller. El trabajo de cartografía social trabajó tres dimensiones de análisis: Dimensión Geográfica: la representación cartográfica fue un instrumento educativo que permitió el reconocimiento por parte de los actores sociales de las unidades espaciales del río, cuenca, el río como parte del sistema y su relación hidrológica, social y económica. Esto facilitó el ejercicio de identificación, descripción y localización de las situaciones o problemáticas con mayor impacto ambiental. Dimensión Socio-económica: Permitió identificar los usos que los diferentes actores hacen del recurso hídrico, que se analizan con respecto a los resultados de monitoreo de la calidad del agua. Se realizaron cinco talleres de diagnóstico en donde se identificó: • Infraestructura hidráulica Bocatomas, PTAP, PTAR, STAR • Dinámicas de poblamiento: Urbanizaciones, aumento de la población, asentamientos humanos de desarrollo incompleto, entre otros. • Actividades económicas: Agrícolas, industriales, pecuarias, recreativas, turísticas • Problemáticas del recurso hídrico • Uso del agua En un taller final que congregó todos los actores relacionados con los cauces en ordenación que conforman el sistema Guachal, incluido el río Párraga, se presentaron los resultados del diagnóstico abordando los siguientes temas: Contexto territorial del sistema y estrategia de participación, censo de Usuarios Campañas de monitoreo de parámetros físico químicos, microbiológicos e hidrobiológico, estado de la calidad del agua, usos del agua, oferta, demanda, presión y conflictos sobre el recurso hídrico y ejercicio de retroalimentación
Prospectiva	Para la fase prospectiva fueron propuestos escenarios de simulación de calidad, a corto, mediano y largo plazo, que combinaron diferentes acciones preventivas y correctivas para el control de la contaminación aportada a las corrientes por los vertimientos, afluentes y por la extracción de caudal de las captaciones. El objetivo general fue el realizar un análisis de los usos potenciales del recurso hídrico, como un insumo para diseñar los escenarios futuros de uso sostenible del río Párraga y de los otros ríos que conforman el Sistema Guachal. Para esta fase se realizaron dos talleres. El Primer Taller se abordó en dos momentos. En un primer momento se realizó la socialización de la reglamentación

Fase	Logros
	del uso, los usos actuales, la distribución de los usuarios por medio de un esquema con los respectivos caudales. En un segundo momento a partir de preguntas orientadoras enfocadas a usuarios del recurso hídrico, empresas de servicios e instituciones públicas, propusieron y priorizaron los factores de cambio que consideraron necesarios para mejorar la gestión del recurso hídrico con la ayuda del método Ábaco de Regnier a partir de una escala de colores. En un segundo taller de prospectiva, se socializaron los resultados del ejercicio de priorización de factores de cambio, los cuales se relacionaron con las estrategias del Plan Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH). Los Factores de cambio priorizados con los actores sociales son los siguientes: • Implementación de sistemas de medición en la captación • Optimización infraestructura: Distribución- proceso comunitario colectivo • Apoyo infraestructura pequeños acueductos • Construcción de sistemas de captación no tecnificado • Adecuación de los sistemas de conducción • Estrategia de adaptación al cambio Climático • Seguimiento por parte de la Autoridad Ambiental y asociación • Articulación institucional • Seguimiento y control de las concesiones y vertimientos • Acuerdos colaborativos del agua • Uso eficiente del agua y prácticas de producción más limpias Este ejercicio permitió retomar los diálogos establecidos en la fase de prospectiva en torno a los factores de cambio priorizados y la cual se validó la siguiente visión: “En el año 2043 el ordenamiento del río Párraga, permitirá disponer de la cantidad y mejorar la calidad del agua para suplir las necesidades de los ecosistemas y de los diferentes usuarios, a través de la planificación, conservación, protección y aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos, con equidad social, educación y eficiencia técnica, económica y ambiental”. Se presentó la esquematización del modelo de calidad del agua, el escenario base, el corto, mediano y largo plazo y se planteó un ejercicio de evaluación de usos potenciales de acuerdo con el decreto 1076 de 2015 con relación a los resultados de los determinantes de la calidad y cantidad del agua.
Formulación	A partir de los resultados de los escenarios de modelación, y la presentación de los objetivos de calidad, se socializó la propuesta del componente programático estructurado a partir de los principios del PNGIRH: Oferta, demanda, calidad, riesgo y el fortalecimiento institucional y gobernabilidad. Para cada uno de ellos se definieron las líneas estratégicas, los programas, los proyectos y las actividades, indicadores y metas.

Fase	Logros
	El componente programático, está debidamente articulado con instrumentos de planificación vigentes y en proceso de aprobación (PBOT, PSMV) verificando que las propuestas de los diferentes actores estuvieran incluidas, al igual que las observaciones y recomendaciones finales que tuvieron los participantes con respecto al plan.

2.2.1 Participación de los grupos étnicos en la formulación del PORH del río Párraga

Mediante la Resolución No. ST - 1779 del 30 de diciembre de 2021, la Dirección de la Autoridad Nacional de Consulta Previa del Ministerio del Interior, resolvió que procedía la consulta previa con las Comunidades Étnicas que se muestran en la Tabla 2-4, con influencia en varios de los cuerpos en ordenación que hacen parte de la cuenca Guachal, para el proyecto de formulación del PORH de los ríos Guachal, Bolo, Fraile, Palmira y Párraga.

Tabla 2-4. Comunidades étnicas para las que procede la consulta previa para la formulación del PORH de los ríos Guachal, Bolo, Fraile, Palmira y Párraga

Comunidad	Ubicación	Cuenca
Kwet Wala	Pradera, Valle	Río Bolo
Nasa Thá	Florida, Valle	Río Fraile -Párraga
Consejo Comunitario Bolo Hartonal	Pradera, Valle	Río Bolo

Con las tres comunidades étnicas se llevó a cabo el proceso de consulta previa hasta la fase de protocolización de acuerdos. Entre los acuerdos protocolizados se priorizaron estrategias e intervenciones que contribuyen a la regulación hídrica a través de herramientas de manejo del paisaje, educación ambiental, implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales, fomento a prácticas de producción más limpia, entre otros.

2.3 Localización y caracterización de las redes hidrometereológicas y de calidad existentes

2.2.2 Red hidrometeorológica

En el territorio que cubre la subzona hidrográfica Guachal se identificaron 3 estaciones hidrológicas activas, 32 estaciones siguiendo parámetros climatológicos, 3 estaciones Limnigráficas (LG) encargadas de realizar la medición de registro continuo de caudales, dos estaciones ubicadas en el río Fraile, una en el río Bolo y una más en Palmaseca que reporta niveles de agua (Tabla 2-5). El 75% de las estaciones se ubican por debajo de la línea de piedemonte y van hasta el río Cauca, el rango de datos disponibles está entre 20, 30 y hasta 50 años (Figura 2-3).

Tabla 2-5. Red de estaciones climatológicas ubicadas en la zona de influencia del sistema Guachal

No.	Estación	Tipo ¹	Operador	*Coordenadas		Año Operación Inicial
				Este	Norte	
1	Rozo	CO	Cenicaña	1079296.31	891128	2006
2	Amaimé	CO	Cenicaña	1078178.62	887731.49	1993
3	Aeropuerto	CO	Cenicaña	1076658.57	882945.48	1993
4	Pradera	CO	Cenicaña	1093336.31	867829	1995
5	Candelaria	CO	Cenicaña	1082265.31	871617	1993
6	San José	CO	Cenicaña	1090260.31	881216	1996
7	Ing. Central Castilla	CO	Cenicaña	1086335.31	863346	1960
8	El Tiple	PM	Cenicaña	1072510.31	861262	1971
9	San Emigdio	CO	CVC	1097335.3	884212.05	1964
10	El Cominal	CO	CVC	1102900	884565	2016
11	La Sirena	CO	CVC	1111632.24	880364.48	1988
12	San Nicolás	PM	CVC	1101709.4	882198.3	1969
13	Tenjo	PM	CVC	1100685.09	881119.42	1969
14	Chambú	EV	CVC	1096535.46	876772.66	1973
15	Bolo Blanco	PM	CVC	1107698.66	874229.39	1971
16	Bolo Los Minchos	PG	CVC	1100392.68	869952.34	1992
17	Ingenio La Quinta	PM	CVC	1081267.22	869663.71	1969
18	Guachazambolo	PM	CVC	1070380.3	878515.62	1973
19	Planta Nima I	PM	CVC	1095476.6	884101.42	1970
20	La Diana	EV	CVC	1099071.22	858270.34	1971
21	Los Alpes	PM	CVC	1107752.32	852675	1971
22	Matapalo	PM	CVC	1071509.96	887218.97	1972
23	La Virgen	PM	EPSA	1115362.88	874833.58	SD
24	AABA	CP	IDEAM	1077472.31	884024	1971
25	La Zapata	PM	IDEAM	1095948.7	880477.09	1965
26	Esperanza -Pradera	PM	IDEAM	1091043.23	871304.72	1982
27	La Palmera	PM	IDEAM	1101865.84	854623.43	1976
28	La Soledad	PM	IDEAM	1102584.86	862677.73	1971
29	Florida	PM	IDEAM	1092651.81	859077.35	1953
30	Ing. Manuelita	PM	Particular	1088764.21	887712.55	1931
31	Yunde-Carrizal	PM	Particular	1075323.22	874565.26	1966
32	Grana Exp ICA	CO	Particular	1084884.31	878501	1944

*Sistema de referencia: Magna Colombia Oeste

Tabla 2-6. Relación de las estaciones de caudal ubicadas en el sistema Guachal

Fuente Hídrica	Estación de medición	Tipo de estación	Operador	Elevación (msnm)	*Coordenadas		Período recolección de Datos
					Este	Norte	
Fraile	La Industria	LG	CVC	1056	1090300,16	860555,69	2013-2021
	SM Fraile D1	LG	CVC	1187	1098624	856334	Abril 2022
Bolo	Los Minchos	LG	CVC	1394	1100392,68	869952,34	1992-2021
Guachal	Palmasca	LM	IDEAM	935	1068903.35	885379.02	2018-2022

*Sistema de referencia: Magna Colombia Oeste

En el área confluyen las redes de estaciones climatológicas de CVC, Cenicaña e IDEAM, además de Celsia- EPSA y algunos particulares, las cuales actualmente realizan seguimiento a las variables de Precipitación (estaciones pluviométricas PM y pluviográficas PG), Evaporación

Estación CO: Climatológicas: Brillo Solar, Temperatura, Evaporación, Dirección del viento

Estación PM: Pluviométrica = Lámina de precipitación

Estación PG: Pluviográfica = Precipitación distribuida en el tiempo

Estación EV= Evaporimétrica =Lámina de evaporación

(estación evaporimétrica) y Temperatura, Brillo Solar, Presión barométrica, dirección del viento, entre otras (estación climatológica CO) identificadas en el área Figura 2-3.

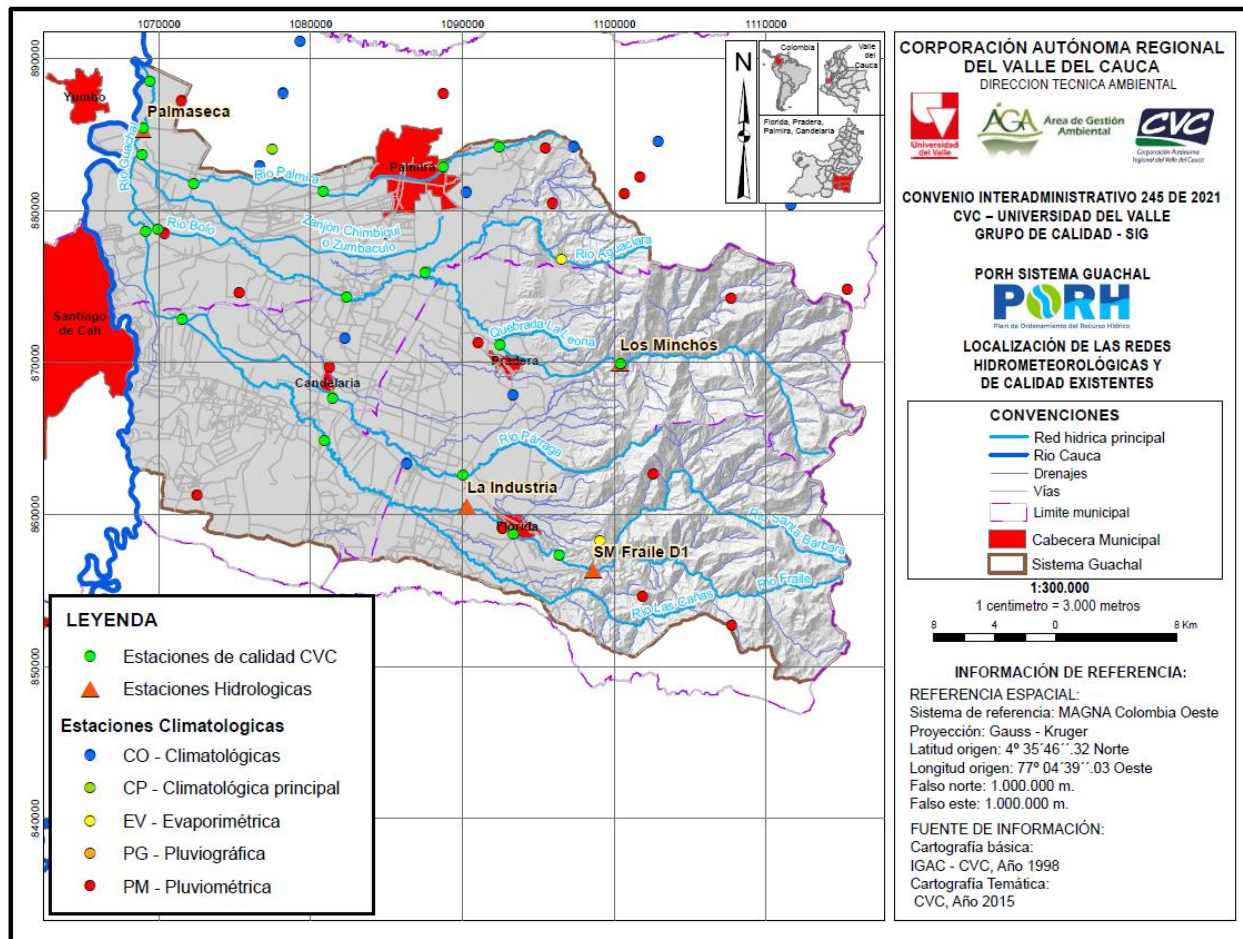


Figura 2-3. Estaciones hidrometeorológicas en el sistema Guachal

2.3.2 Red de monitoreo de calidad

La CVC ha recopilado información de calidad de los ríos que hacen parte del Sistema Guachal de forma regular sobre diecisiete (17) puntos en los ríos Bolo, Fraile, Párraga, Palmira y Guachal. Para el caso específico del río Párraga, la CVC cuenta con una red de monitoreo de calidad de agua en tres estaciones como son: GPR2-Puente Vía Florida-Pradera, GPR3-Puente vía Candelaria –Puerto Tejada, y GPR4-antes desembocadura a Fraile en puente Recta Cali – Palmira. Todos estos puntos se incluyeron en la primera campaña de monitoreo de calidad y cantidad, del año 2022 ejecutada por el laboratorio Anascol S.A.S. En la campaña 2, realizada por el laboratorio Saneamiento Ambiental SAAM S.A.S, se incluyó otro punto de monitoreo en la localidad de Vallecitos a la altura de la Derivación 1 (Tabla 2-7 y Figura 2-4).

Tabla 2-7. Estaciones de monitoreo de calidad sobre el Río Párraga

ID	Nombre	Latitud	Longitud	Distancia aguas abajo desde nacimiento (km)	Años de información	Número total de campañas	Número campañas tiempo seco	Número campañas tiempo húmedo	Campaña 1	Campaña 2
GPR1	Derivación 1	3°21'20.1"N	76°11'28.4"W	6.2	Sin información	-	-	-	No	Sí
GPR2	Puente vía Florida - Pradera	3°21'11.2"N	76°16'2.3"W	17.8	2005 a 2022	31	11	20	Sí	Sí
GPR3	Puente vía Candelaria - Puerto Tejada	3°23'58.1"N	76°20'39.2"W	31.9	2005 a 2022	31	11	20	No	Sí
GPR4	Antes desembocadura en rio Fraile	3°26'43.8"N	76°26'0.6"W	45.8	2005 a 2022	31	11	20	Sí	Sí

*Sistema de referencia: Magna Colombia Oeste

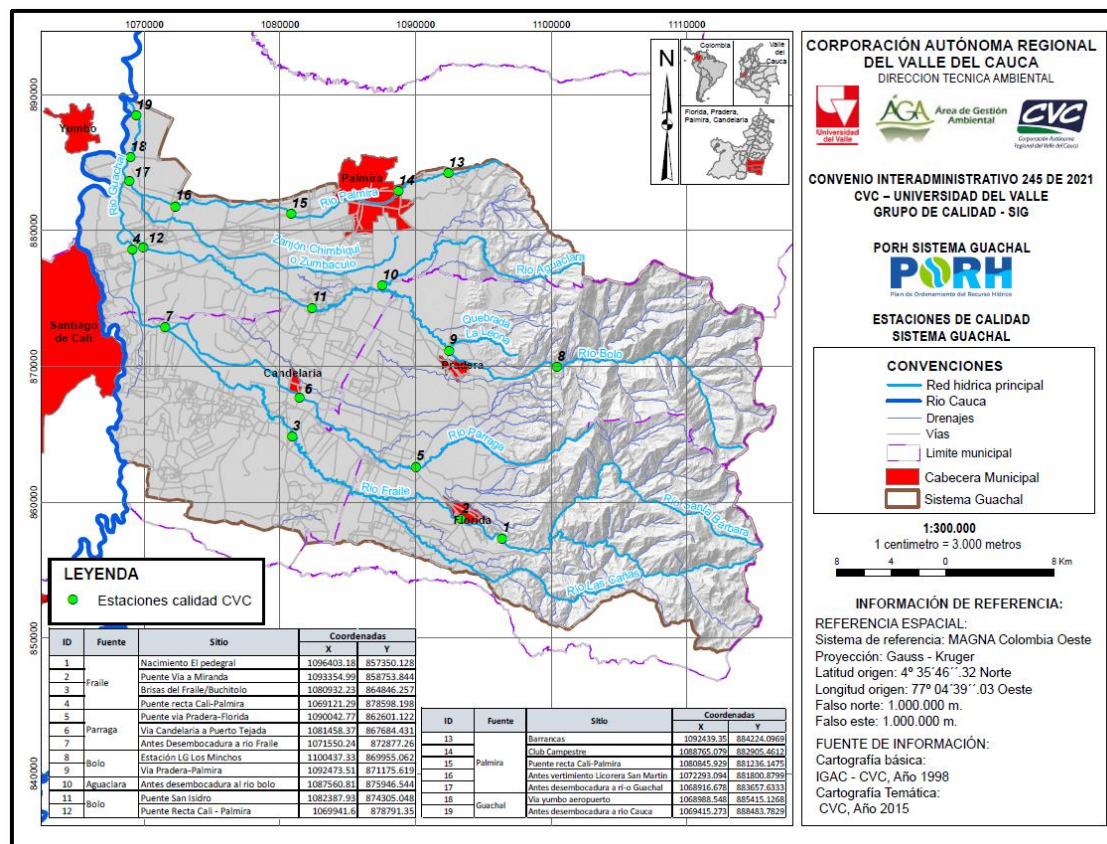


Figura 2-4 Red de Estaciones de monitoreo de calidad de CVC ubicadas en el sistema Guachal, incluido río Párraga

2.4 Oferta hídrica del río Párraga

La Oferta Hídrica Total Superficial (OHTS) corresponde al volumen de agua que escurre por la superficie del suelo, una vez que se han cubierto las cuotas de evapotranspiración e infiltración

del complejo suelo-cobertura vegetal, y se concentra en los cauces de los ríos o en los cuerpos de agua lénticos de una unidad hidrográfica (área, zona y subzona). Es calculada de forma anual y mensual para condiciones hidrológicas de años típicos medio (promedio multianual), seco y húmedo.

Su determinación permite reconocer las características, condiciones y dinámica de los procesos hidrológicos del agua superficial e identificar las relaciones entre la oferta y la demanda de agua, las potencialidades y restricciones de los sistemas hídricos para el abastecimiento de la población y el aprovechamiento de diferentes actividades socioeconómicas, además de habilitar los procesos de transformación antrópicos con los efectos en las amenazas y vulnerabilidad hídrica de los ecosistemas por regulación hídrica, (IDEAM, 2010).

Para calcular la OHTS se adoptó la ruta metodológica propuesta por el IDEAM. Tabla 2-8 muestra la OHTS obtenida del promedio de la serie de datos registrados en las estaciones y las proyectadas en m³/s.

Tabla 2-8. Oferta Hídrica Total Superficial OHTS del Río Párraga (m³/s)

Oferta Hídrica Total Superficial OHTS del Río Párraga (m ³ /s)															
ID	Estación	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
GPR2	Puente Vía Pradera-Florida	Medio	0,30	0,46	0,22	0,84	1,30	0,27	0,01	0,01	0,01	0,04	0,62	0,46	0,38
		Húmedo	1,72	3,11	1,44	3,36	4,16	1,72	0,16	0,01	0,01	0,36	2,65	1,84	1,71
		Seco	0,02	0,02	0,15	0,02	0,13	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,17	0,07	0,06
GPR4	Antes confluencia al río Fraile	Medio	2,89	3,21	2,78	6,78	9,55	5,63	5,82	4,19	2,94	3,55	6,84	5,07	4,94
		Húmedo	10,06	15,84	11,71	21,52	22,94	10,66	16,73	8,17	5,22	8,90	20,41	11,54	13,64
		Seco	0,78	0,19	0,22	0,37	2,24	2,80	1,25	1,49	1,13	1,82	1,65	0,93	1,23

2.5 Caudal Ecológico

Según el artículo 2.2.3.3.1.3 del Decreto 1076 de 2015 (modificado por el Decreto 050 de 2018), el caudal ambiental se define como el “Volumen de agua por unidad de tiempo, en términos de régimen y calidad, requerido para mantener el funcionamiento y resiliencia de los ecosistemas acuáticos y su provisión de servicios ecosistémicos”. Partiendo de esta definición, el caudal ambiental corresponde a un insumo para la estimación de la oferta hídrica disponible en los cuerpos de agua.

Bajo las consideraciones del caudal disponible para aprovechamiento como el asociado al 75% de permanencia, que conlleva la Metodología para el cálculo del Índice de Escasez (IDEAM 2013) para determinar la reducción por caudal ecológico, la CVC estableció un porcentaje de reducción por estiaje a partir de la evaluación de los caudales ubicados entre el 75 y 95% de permanencia de la Curva de Duración de Caudales. De acuerdo con los balances oferta demanda publicados por CVC, el caudal ambiental en la cuenca del río Párraga resulta de afectar la serie de caudales por un porcentaje de 15% (Tabla 2-9).

Tabla 2-9. Porcentaje asociado para el Caudal Ecológico en el río Párraga

Fuente Hídrica	Caudal Ecológico/ Reducción x estiaje
Párraga	15%

Los resultados al aplicar el caudal ecológico (15%) sobre la serie de datos de la OHTS y considerando además requerimientos hídricos para el cumplimiento de los objetivos de calidad del río Párraga, se reportan en la Tabla 2-10.

Tabla 2-10 Caudal ambiental calculado a partir de la serie de datos de la OHTS para cada punto (m³/s)

Caudal ambiental del río Párraga(m ³ /s)															
ID	Estación	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
GPR2	Puente Vía Pradera-Florida	Medio	0.093	0.093	0.093	0.13	0.2	0.093	0.01	0.01	0.01	0.04	0.093	0.093	0.08
		Húmedo	0.26	0.47	0.22	0.5	0.62	0.26	0.093	0.01	0.01	0.093	0.4	0.28	0.27
		Seco	0.02	0.02	0.093	0.02	0.093	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.093	0.07	0.04
GPR4	Antes confluencia al río Fraile	Medio	0.43	0.48	0.42	1.02	1.43	0.84	0.87	0.63	0.44	0.53	1.03	0.76	0.74
		Húmedo	1.51	2.38	1.76	3.23	3.44	1.6	2.51	1.23	0.78	1.34	3.06	1.73	2.05
		Seco	0.19	0.19	0.19	0.19	0.34	0.42	0.19	0.22	0.19	0.27	0.25	0.19	0.24

2.6 Caudal de oferta disponible

Una vez determinados los valores de caudales de oferta hídrica media mensual para año medio, seco y húmedo, así como el caudal ambiental por parte de CVC para los mismos periodos, se estimó el Caudal de Oferta Disponible mensual para año medio, seco y húmedo. En la Tabla 2-11 se relacionan los valores obtenidos de oferta hídrica.

Tabla 2-11 Oferta Hídrica Disponible OHTD del río Párraga (m³/s)

Oferta Hídrica Disponible OHTD del río Párraga (m ³ /s)															
ID	Estación	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
GPR2	Puente Vía Pradera-Florida	Medio	0.207	0.367	0.127	0.71	1.1	0.177	0	0	0	0	0.527	0.367	0.30
		Húmedo	1.46	2.64	1.22	2.86	3.54	1.46	0.067	0	0	0.267	2.25	1.56	1.44
		Seco	0	0	0.057	0	0.037	0	0	0	0	0	0.077	0	0.01
GPR4	Antes confluencia al río Fraile	Medio	2.46	2.73	2.36	5.76	8.12	4.79	4.95	3.56	2.5	3.02	5.81	4.31	4.20
		Húmedo	8.55	13.46	9.95	18.29	19.5	9.06	14.22	6.94	4.44	7.56	17.35	9.81	11.59
		Seco	0.59	0	0.03	0.18	1.9	2.38	1.06	1.27	0.94	1.55	1.4	0.74	1.00

2.7 Demanda hídrica total (DHT)

La Demanda Hídrica de las actividades socioeconómicas y los ecosistemas (DH) corresponde a la cantidad de agua anual sustraída de los sistemas hídricos para suplir las necesidades de consumo humano, los requerimientos de las actividades económicas (producción sectorial) y las demandas esenciales de los ecosistemas existentes en una unidad espacial de estudio. El

indicador cuantifica la cantidad de agua requerida para el consumo humano, los sectores económicos y los ecosistemas, señalando con su estimación los principales usos del agua en las unidades hidrográficas (áreas, zonas y subzonas).

La demanda hídrica total corresponde a la suma del volumen de agua sustraído y utilizado para los diferentes usos – consumo humano, ecosistémico y sectorial. De acuerdo con el Decreto 3930 de 2010 los usos del agua establecidos son consumo humano y doméstico, preservación de flora y fauna, agrícola, pecuario, recreativo, industrial, estético, pesca, maricultura y acuicultura, y navegación y transporte acuático.

La demanda hídrica de las actividades socioeconómicas se calcula a partir de la siguiente fórmula:

DH= UD+USS+UPFF+USA+USP+UR+USI+UE+UM+USAC+UNT+CR	
DH	Demanda hídrica de las actividades socioeconómicas y de los ecosistemas (Mm³/año)
UD	Consumo humano y uso doméstico (Mm³/año)
USS	Uso del sector servicios (Mm³/año)
UPFF	Preservación de los ecosistemas – fauna y flora (Mm³/año)
USA	Uso del sector agrícola (Mm³/año)
USP	Uso del sector agrícola (Mm³/año)
UR	Uso recreativo (Mm³/año)
USI	Uso del sector industrial (Mm³/año)
UE	Uso del sector energía (Mm³/año)
UM	Uso de la minería e hidrocarburos (Mm³/año)
USAC	Uso del sector pesca, maricultura y acuicultura (Mm³/año)
UNT	Uso para navegación y transporte (Mm³/año)
CR	Caudal de retorno (Mm³/año)

*CR: “Corresponde al agua extraída no consumida y las aguas residuales tratadas o no tratadas generadas en el consumo de agua para uso humano o sectorial, conforman el caudal de retorno en los sistemas superficiales y subterráneos de agua, cuando esta es usada como insumo o materia prima retorna en mayor o menor proporción a los sistemas hídricos naturales, en un periodo de tiempo variable y no necesariamente en el mismo lugar en el que fue extraída” (IDEAM, 2015).

Para establecer la Demanda Hídrica Total para el río Párraga se consideraron los usos domésticos, industrial, agrícola y pecuaria, cuyas expresiones matemáticas para su cálculo se detallan en la Tabla 2-12.

Tabla 2-12. Expresiones matemáticas para el cálculo de las demandas de uso de uso del agua a emplear en el sistema Guachal

Demanda de Agua	Descripción	Expresión Matemática
Uso Doméstico (DUD)	Cantidad de agua consumida por la población urbana y rural para suplir sus necesidades, expresada en términos de volumen en metros cúbicos	DUD = Demanda per cápita urbana * habitantes urbanos + Demanda per cápita rural * # habitantes rurales
Uso Industrial (DUI)	Cantidad de agua consumida por los diferentes sectores de la industria manufacturera y extractiva	$D_{ui} = \sum_{i=1}^n Vp_i * Fc_{ji}$ D_{ui} = Demanda de agua para uso industrial Vp_i = Volumen de producción según sector económico Fc_{ji} = Factor de consumo según sector económico

Demanda de Agua	Descripción	Expresión Matemática	
Uso Agrícola (DUA)	La principal fuente de agua para la agricultura es la precipitación, los volúmenes adicionales necesarios para el desarrollo de cultivos, deben ser previstos por sistemas de riego	$DUA = \sum_i^n D_{ua}^i$ $DUA = P - ETP * KC * A > 0$ No hay demanda $DUA = P - ETP * KC * A < 0$ Si hay demanda	D_{ua}=Demanda del i-ésimo cultivo P=Precipitación anual ETP=Evapotranspiración potencial H_i=No. hectáreas cultivadas KC_i=Factor de consumo i-ésimo cultivo N= No. de cultivos considerados
Uso Pecuario (DUP)	Es el resultado de multiplicar el volumen de producción de animales de importancia comercial, por un factor de consumo promedio aproximado	$D_{UP} = \sum_{i=1}^n Vpa_i * Fca_i$	Vpa_i= Volumen de producción por tipo de animal industrial Fca_i= Factor de consumo según tipo de animal N= Representa el número de tipos considerados

2.7.1 Fuentes de información consultadas

Las fuentes de información consideradas para realizar el ejercicio incluyeron los usos del agua concesionada y área beneficiada reportadas en el esquema de distribución de la reglamentación vigente de cada fuente, resultados de la revisión de usuarios directos al cauce, los censos municipales pecuarios ICA 2022, el registro único ambiental manufacturero RUA MF de la ANDI (2017), Boletín EAI DANE 202, RUA MF CVC 2020 en lo relacionado con volumen de agua consumido por municipio y volumen de agua consumido por actividad económica.

Para la Demanda de Uso Doméstico se acogió la cobertura del sistema de acueducto Acuasalud Vallecito, que surte una población de 120 habitantes, que tiene como fuente hídrica el río Párraga.

Considerando que los cauces de estudio cubren jurisdicción de varios municipios, se estableció el porcentaje que corresponde al río Párraga (Tabla 2-13).

Tabla 2-13. Representación porcentual de cada municipio en el recorrido del cauce del río Bolo en evaluación

Río	Municipio	Área, ha	%
Párraga	Florida	Candelaria	6963.01
	Pradera	Florida	5598.66
	Candelaria	Palmira	1025.58
	Palmira	Pradera	8606.76

Los datos de población utilizados corresponden a la proyección DANE para el año 2023, a partir del ajuste al Censo 2018 para el Valle del Cauca (Tabla 2-14)

Tabla 2-14. Población 2023 municipios que conforman el sistema Guachal (DANE 2020)²

² Proyección de población a nivel municipal período 2020-2035 (DANE 2020)

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>

Municipios	Cabecera Municipal	Centros Poblados y Rural Disperso	Total
Florida	41,249	17,150	58,399
Candelaria	26,019	67,913	93,932
Pradera	43,235	6,062	49,297
Palmira	285,389	73,506	358,895
Total	395,892	164,631	560,523

De los Censos ICA 2022 se presenta las poblaciones de porcinos, aves, bovinos, búfalos, caprinos, ovinos y equinos en la Tabla 2-15, y en la Tabla 2-16 se indican los requerimientos de agua para la población pecuaria.

Tabla 2-15. Poblaciones pecuarias por municipios (Censos ICA 2022)

Municipio	Porcinos	Aves	Bovinos	Equinos	Caprinos	Ovinos	Búfalos
Florida	6654	268950	5175	340	4	89	0
Candelaria	187743	5334200	3284	450	28	153	1
Pradera	3888	1523100	7459	500	60	191	47
Palmira	206257	4026300	20157	1024	78	1077	145

Tabla 2-16. Dotaciones pecuarias

Bovino	Edad	Rango de consumo (L/día-animal)	Promedio (L/día-animal)	Porcino	Consumo diario de agua (L/día)
Terneros	0-1	4-18	11	Verraco	10-15
Novilla	1-3	18-30	24	Marrana en gestación	10-17
Vaca de leche	3-10	40	40	Marrana en lactancia	20-30
Fuente: Molina Benavidez, 2011				Lechones destetados	2-4
				Lechones en crecimiento	6-8
				Fuente: FAO 2000	
Equino				Aves	Modulo consumo (L/día-100 animales)
20 a 60 L/día				Pollos y gallinas	2,40
Fuente: (Vaccaro, Dillon, Fernández 2014)				Patos	3,70
Ovinos				Pavos	6,50
3 a 8 L/día				Codornices	0,58
Fuente (FAO 2000)				IDEAM 2010	

En la Tabla 2-17 se recogen los volúmenes (m^3) de aguas consumidos por los municipios del sistema Guachal de acuerdo con lo reportado por El Registro Único Ambiental-RUA, CVC 2020.

Tabla 2-17. RUA Sector Manufacturero – Volumen de agua consumido por municipio m^3 (CVC 2018)

Municipio	Acueducto municipal/Veredal	Acueducto privado	Aguas subterráneas ³	Arroyo	Carro tanque	Qda	Río	Total
Florida	15.74	0.00	260.00	0.00	0.00	0.00	0.00	275742.00
Candelaria	79685.13	4.22	3504444.87	0.00	75.00	0.00	42.00	3588.47
Pradera	2.87	0.00	313.96	373.96	0.00	0.00	3.365.670	4.056.466
Palmira	115528.40	121310.15	3996112.34	0.00	0.00	6.45	821.62	5061016.89

Para establecer la Demanda Agrícola por tramos de cada uno de los cauces del sistema Guachal, el cálculo de la Evapotranspiración de referencia (ET_0) se realizó a partir de la ecuación Penman-Monteith⁴ y Thornwaite.

En la Tabla 2-18 y en la Figura 2-5 se observan los resultados de Evapotranspiración de referencia (ET_0 , mm) adoptada para cada uno de los tramos del cauce del río Párraga.

Tabla 2-18. Evapotranspiración de referencia (ET_0 , mm) por tramos de los cauces del río Párraga

Tramos		Meses												ANUAL
Desde	Hasta	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Antes D1	D1	103.9	96.2	107.5	97.7	98.6	99.5	109.7	114.6	107.8	104.3	98.1	104.8	1242.07
D1	Puente Pradera Florida	107.7	101.0	112.6	103.7	105.0	103.7	113.9	117.4	111.0	108.7	101.7	109.8	1303.4
Puente Pradera Florida	Puente Palmira-Candelaria	109.0	101.6	113.4	104.0	105.0	105.0	114.9	119.1	114.7	108.7	103.0	111.5	1318.9
Puente Palmira-Candelaria	Desembocadura al R Fraile	109.2	103.6	114.6	106.5	108.6	105.2	117.9	121.1	111.7	110.5	103.6	130.3	1326.5

A continuación, en los siguientes acápites se presentan los resultados de la demanda por uso de agua doméstico (DUD), la demanda de uso agrícola (DUA), la demanda de uso pecuario (DUP) y la demanda de uso industrial (DUI).

2.7.2 Demanda de uso doméstico – DUD del río Párraga

El río Párraga es fuente de abastecimiento para el sistema de acueducto Acuasalud Vallecito, que surte una población de 120 habitantes, cuya toma se ubica sobre los 1350 msnm y según el nivel de complejidad del sistema tendría una dotación de 100L/hab-día. De acuerdo con esto, la DUD anual sobre el río Párraga antes de la confluencia del río Fraile es de 3.52 millones de metros cúbicos anual como lo indica la Tabla 2-19.

³ Pozo/Acuífero

⁴ Boletín 56-FAO

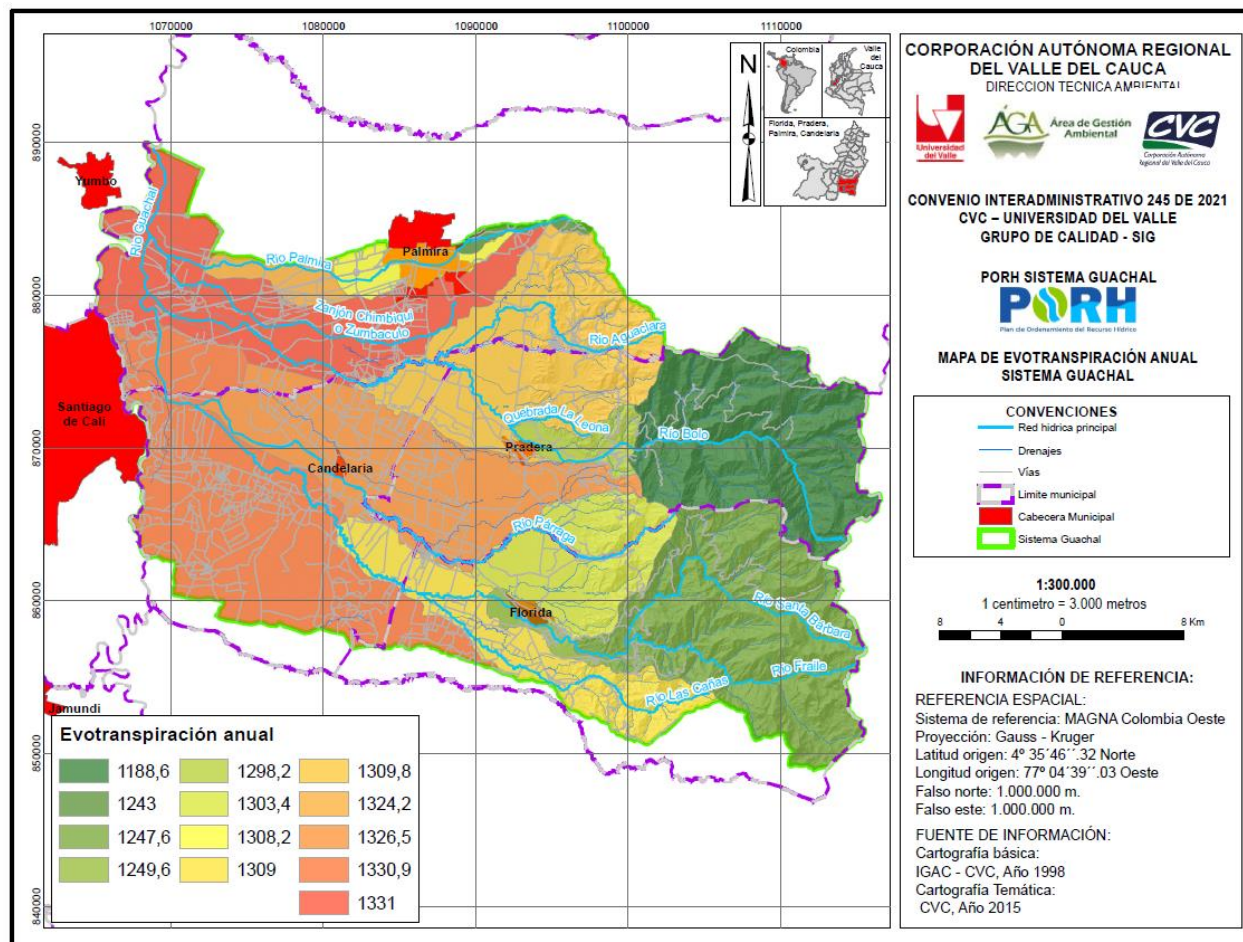


Figura 2-5. Mapa con la distribución de la Evapotranspiración de referencia (ET_0 , mm) anual para el sistema Guachal

Tabla 2-19. Demanda Uso Doméstico DUD sobre el río Párraga (Mm^3/mes) año 2023

Demanda de Uso Doméstico DUD sobre el Río Párraga (Mm^3/mes) año 2023															
ID	Estacion	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agó.	Sep.	Oct	Nov	Dic	Anual
GPR4	Antes confluencia al río Fraile	medio	0,372	0,336	0,372	0,36	0,372	0,36	0,372	0,372	0,36	0,372	0,36	0,372	3,52

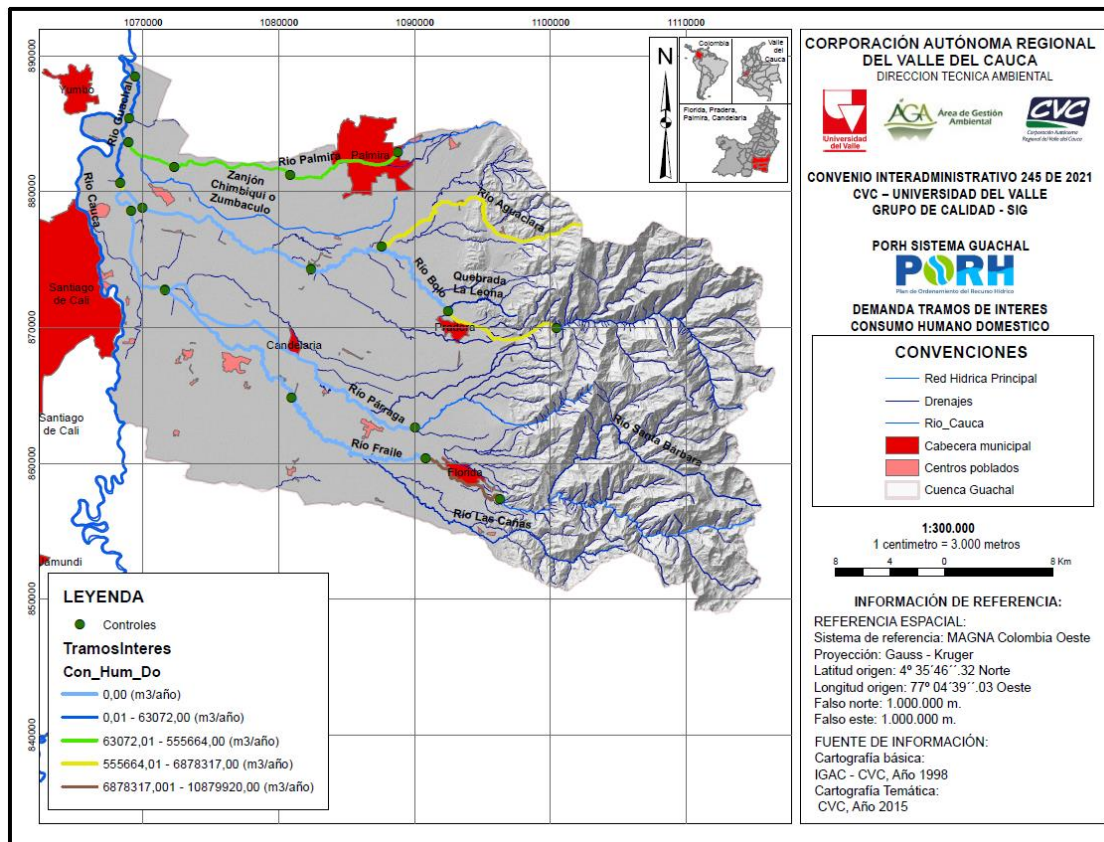


Figura 2-1. Mapa de consumo de uso doméstico en el río Fraile por tramos

2.7.3 Demanda de uso agrícola - DUA del río Párraga

Con las áreas de uso agrícola definidas por tramos, las EVT0 y asumiendo el coeficiente del cultivo -Kc de la caña que es el cultivo predominante en la zona productora, se realizó el cálculo de la DUA en Mm³/mes aplicando la fórmula matemática según la Tabla 2-12. Los resultados del DUA se presentan por cada tramo del río Párraga en la Tabla 2-20 y en el mapa de la Figura 2-6.

Tabla 2-20. Demanda Uso Agrícola – DUA- por tramos del río Párraga (Mm³/mes)

Demanda Uso Agrícola – DUA- por tramos del Río Párraga (Mm³/mes)															
ID	Estacion	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct	Nov	Dic	Anual
GPR2	Puente Vía Pradera-Florida	Medio	6,6	5,9	6,5	6	6	6,1	6,7	7	6,6	6,4	6	6,4	76,2
GPR3	Puente vía Candelaria - Puerto Tejada	Medio	2,4	2,1	2,3	2,2	2,2	2,2	2,4	2,5	2,3	2,3	2,2	2,3	27,4
GPR4	Antes confluencia al río Fraile	Medio	1,9	1,7	1,9	1,8	1,8	1,8	2	2	1,9	1,8	1,7	1,9	22,2

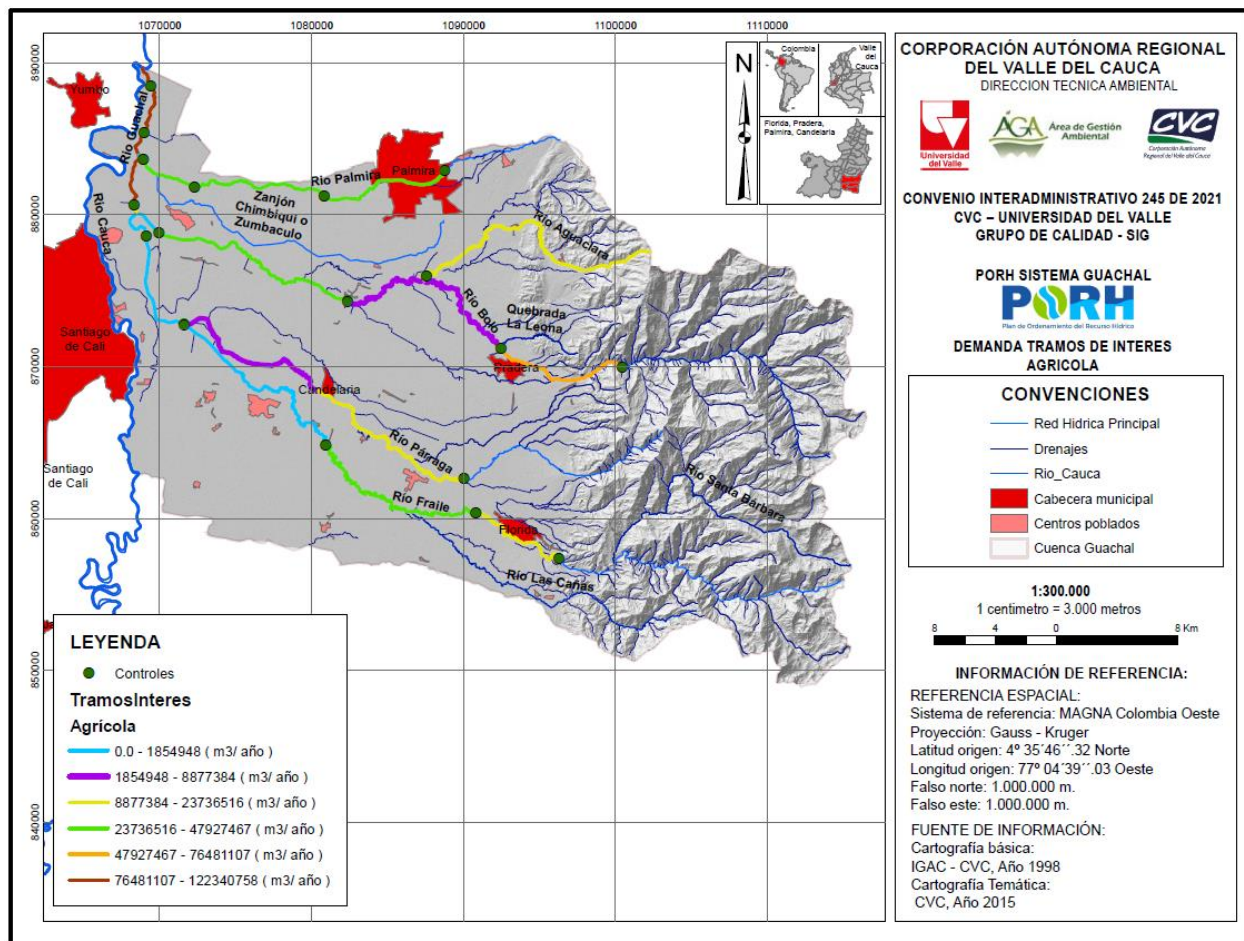


Figura 2-6. Mapa de consumo de uso agrícola por tramos en el sistema Guachal, incluido el río Párraga

2.7.4 Demanda de Uso de Agua Pecuario DUP

Con los insumos definidos se realizó el cálculo de la DUP sobre el río Párraga empleando la fórmula descrita en la Tabla 2-21, para cada una de las especies tal como se observan en la Figura 2-7. El esquema de distribución de la Reglamentación no reporta aprovechamientos pecuarios, por tanto, no se establecieron DUP por tramos.

Tabla 2-21. DUP asociada a los tramos del río Párraga para año medio (Mm^3/mes)

Demanda de uso pecuario -DUP- asociadas a la cuenca del Río Párraga (Mm^3/mes)														
ID	Estacion	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
GPR1	Derivación 1	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,03
GPR2	Puente Vía Pradera-Florida	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,20
GPR3	Puente vía Candelaria - Puerto Tejada	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,13
GPR4	Antes confluencia al río Fraile	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,12

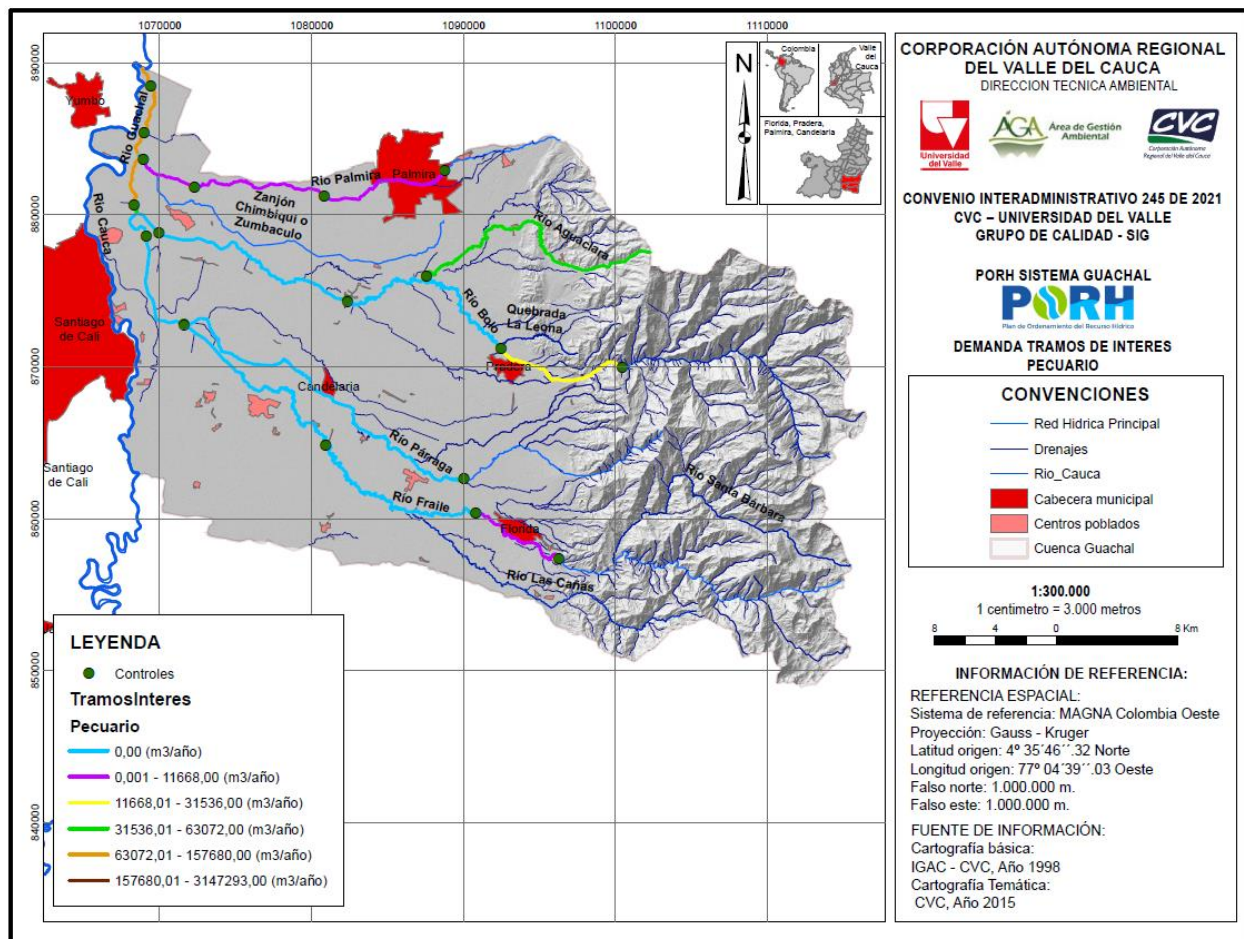


Figura 2-7. Mapa de consumo de agua para uso pecuario por tramos para los ríos del sistema Guachal incluido el río Párraga

2.7.5 Demanda de Uso de Agua Industrial DUI

En la Tabla 2-22 indica la DUI calculada desde el volumen de agua consumido por el sector industrial de acuerdo con el RUA 2020 (CVC).

Tabla 2-22. DUI asociado al río Párraga (Mm3)

Demanda de uso industrial -DUI- asociadas al Río Parraga (Mm³/mes)															
ID	Estacion	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
GPR4	Antes confluencia al río Fraile	medio	0,26	0,23	0,26	0,25	0,26	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,25	0,26	3,003

En la Figura 2-8, se puede observar el mapa con la distribución de consumo de agua para el uso industrial para el río Párraga y los demás ríos que conforman el sistema Guachal.

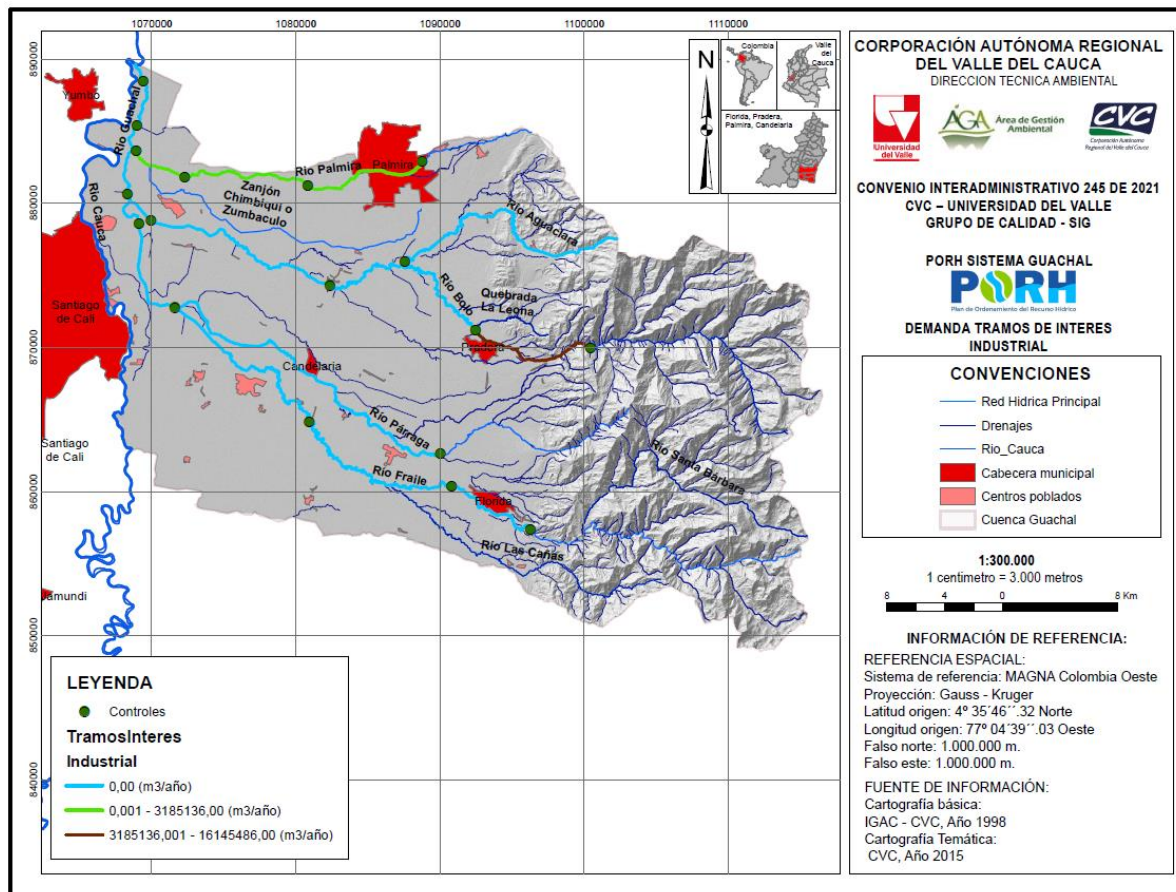


Figura 2-8. Mapa de consumo de agua para uso industrial por tramos para los ríos del sistema Guachal incluido el Río Párraga

2.8 Indicadores de presión sobre el recurso hídrico superficial

Para explicar el estado en cuanto a la cantidad y calidad del agua en Colombia, el IDEAM desarrolló el "Sistema de Indicadores Hídricos" que "pretenden responder a los cuestionamientos sobre la disponibilidad del recurso y las restricciones por afectaciones a la oferta o a la calidad. Estos índices están asociados al régimen natural (Índice de Aridez - IA, Índice de Regulación Hídrica - IRH) y a la intervención antrópica (Índice de Uso del Agua - IUA, Índice de Vulnerabilidad al desabastecimiento- IVH e Índice de Calidad del Agua - ICA)".

2.8.1 Índice de Uso del Agua – IUA

El IUA es la relación porcentual del agua utilizada (demanda hídrica) y el agua disponible (oferta hídrica neta) en términos de caudal en flujo continuo y/o volumen (IDEAM 2013,2010) el cual permite medir el grado de presión que se tiene sobre el recurso hídrico de una unidad hidrográfica de análisis. Este índice representa el grado de presión de la demanda socioeconómica de agua sobre la oferta hídrica superficial disponible en una unidad hidrográfica de estudio, evidenciando la relación directa del uso del agua respecto a su disponibilidad. A partir del IUA estimado se categorizó el estado de la presión que se tiene sobre el recurso hídrico

para el río Bolo y de acuerdo con la categorización relacionada en la Tabla 2-23.

Tabla 2-23. Categorías de IUA de acuerdo con el IDEAM (2013)

Rango (Dh/Oh) *100 IUA	Categoría IUA	Significado
>100	Crítico	La presión supera las condiciones de la oferta
50,01-100	Muy Alto	La presión demandada es muy alta con respecto a la oferta disponible
20,01-50	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
10,01-20	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
1,01-10	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
≤ 1	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto de la oferta disponible

En síntesis, de acuerdo con los valores IUA reportados para la subcuenca río Párraga la presión de la demanda se puede considerar crítica respecto a la OHSD, pues en el punto GPR2-Puente vía Pradera-Florida se superan las condiciones de la oferta; y en último punto GPR4 la presión se mantiene ALTA Tabla 2-24.

Tabla 2-24. Valor de IUA para el río Párraga para año normal

Índice de Uso del Agua – IUA ((Dh/Oh) *100) asociadas al Río Párraga - Año Normal															
ID	Estación	Demanda	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct	Nov	Dic	Anual
GPR2	Puente Vía Pradera-Florida	IUA	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100
GPR4	Antes confluencia al río Fraile	IUA	38,6	34,5	40,1	16,2	11,2	19,5	19,9	27,6	38,9	30,2	15,4	22,0	22,4
Total, Cuenca		IUA	>100	>100	>100	71,3	49,1	86,6	88,8	>100	>100	>100	70,0	97,6	>100

Para año seco el grado de presión de la demanda sobre la oferta hídrica se mantiene CRÍTICA a partir de la segunda estación (GPR2) y MUL ALTA para la estación (GPR 4) (Tabla 2-25)

Tabla 2-25. Valor de IUA para el río Párraga para año seco

Índice de Uso del Agua – IUA ((Dh/Oh) *100) asociadas al Río Párraga - Año Seco															
ID	Estación	Demanda	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct	Nov	Dic	Anual
GPR2	Puente Vía Pradera-Florida	IUA	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100
GPR4	Antes confluencia al río Fraile	IUA	>100	>100	>100	>100	47,8	39,2	92,7	77,7	>100	>100	>100	>100	89,60
Total, Cuenca		IUA	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100

2.8.2 Índice de retención y regulación hídrica IRH

El Índice de Retención y Regulación Hídrica IRH mide la capacidad de retención de humedad de las cuencas con base en la distribución de las series de frecuencias acumuladas de los caudales diarios. Expone la regulación del régimen de caudales, producto de la interacción del complejo suelo-vegetación con las condiciones climáticas y con las características físicas y morfométricas, permitiendo identificar zonas de mayor o menor capacidad de retener y regular el agua.

El IRH es evaluado con base en la curva de duración de caudales medios diarios (los que son excedidos en determinados porcentajes de tiempo), dado que esta relaciona mejor las características de la cuenca y del régimen hidrológico de los ríos en estados de niveles altos, medios y bajos (Pellecer, 1968 citado por Sánchez, 2010), por tanto, los datos medios diarios de caudal son la base para la obtención y ajuste del indicador. En la Tabla 2-26 se describen las categorías del IRH según el IDEAM (2013)

Tabla 2-26. Categorías de IRH de acuerdo con el IDEAM (2013)

IRH	Categoría	Características
>0,85	Muy alto	Capacidad de retención y regulación muy alta
0,75-0,85	Alto	Capacidad de retención y regulación alta
0,65-0,75	Medio	Capacidad de retención y regulación media
0,50-0,65	Bajo	Capacidad de retención y regulación baja
<0,50	Muy Bajo	Capacidad de retención y regulación muy baja

Todas las estaciones en el río Párraga y durante todos los meses los valores del IRH muestran una BAJA capacidad de retención y regulación hídrica, lo que está relacionado con la cobertura del suelo que desde la zona media se encuentran en potreros y en cultivo de caña. Las coberturas arbóreas a lo largo del cauce son muy angostas y fragmentadas lo que poco contribuye a la regulación hídrica (Tabla 2-27).

Tabla 2-27. Valores de IRH por tramos del Sistema Párraga

Índice de retención y regulación hídrica IRH asociadas al Río Párraga															
ID	Estación	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct	Nov	Dic	Anual
GPR1	Derivación 1	Todos	0,589	0,589	0,589	0,589	0,589	0,589	0,589	0,589	0,589	0,589	0,589	0,589	0,589
GPR2	Puente Vía Pradera-Florida	Todos	0,617	0,617	0,617	0,617	0,617	0,617	0,617	0,617	0,617	0,617	0,617	0,617	0,617
GPR3	Puente vía Candelaria - Puerto Tejada	Todos	0,588	0,588	0,588	0,588	0,588	0,588	0,588	0,588	0,588	0,588	0,588	0,588	0,588
GPR4	Antes confluencia al río Fraile	Todos	0,582	0,582	0,582	0,582	0,582	0,582	0,582	0,582	0,582	0,582	0,582	0,582	0,582

2.8.3 Índice de Aridez – IA

El Índice de aridez -IA- caracteriza de forma cualitativa el clima, revelando el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región. Identifica áreas deficitarias o de excedentes de agua, calculadas a partir del balance hídrico superficial. Tiene como finalidad representar la disponibilidad natural de agua para el conjunto suelo-planta, señalando aquellas zonas en las que la cobertura vegetal es susceptible de presentar déficit de agua dadas las condiciones climáticas y las necesidades ideales de agua para su desarrollo.

En su cálculo se evalúa la relación entre a) la diferencia de la evapotranspiración potencial y real con b) la evapotranspiración potencial, representando el déficit de agua que puede tener una cobertura vegetal comparado con la disponibilidad plena de humedad que requiere para su desarrollo (estado óptimo o ideal de agua).

De acuerdo con la categorización relacionada en la Tabla 2-28, se estableció el estado de la presión sobre el recurso hídrico sobre el río Párraga

Tabla 2-28. Rangos y categorías para la evaluación del Índice de Aridez en los Estudio Nacionales de Agua en el periodo 2014 a 2018

Categoría IA - ENA 2014-2018	Rango
Altamente deficitario de agua	>0.60
Deficitario de agua	0.50 -0.59
Entre moderado (normal) a deficitario de agua	0.40- 0.49
Moderado (Normal)	0.30 – 0.39
Moderado de exedentes de agua	0.20 – 0.29
Excedentes de agua	0.15 – 0.19
Alto excedentes de agua	<0.15

Para el caso del río Párraga el índice de aridez varía dependiendo del punto de control. En la cuenca alta el río Párraga tiende a tener una alta presión con tendencia a ser deficitario (Figura 2-9). Para el punto de control GPR2- Puente vía Florida -Padrera, el sistema tiene un grado de presión MODERADO, mientras que en la parte baja la confluencia con el río Fraile este valor muestra un índice con excedentes de agua para año normal Tabla 2-29.

Tabla 2-29. Índice de Aridez por sectores Río Párraga en año normal

Índice de Aridez mensual por sectores en el Río Párraga															
ID	Estación	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct	Nov	Dic	Anual
GPR2	Puente Vía Pradera-Florida	Normal	0,25	0,26	0,26	0,20	0,17	0,23	0,29	0,31	0,31	0,29	0,30	0,30	0,27
GPR4	Antes confluencia al río Fraile	Normal	0,13	0,14	0,13	0,07	0,04	0,10	0,16	0,20	0,20	0,19	0,20	0,21	0,15

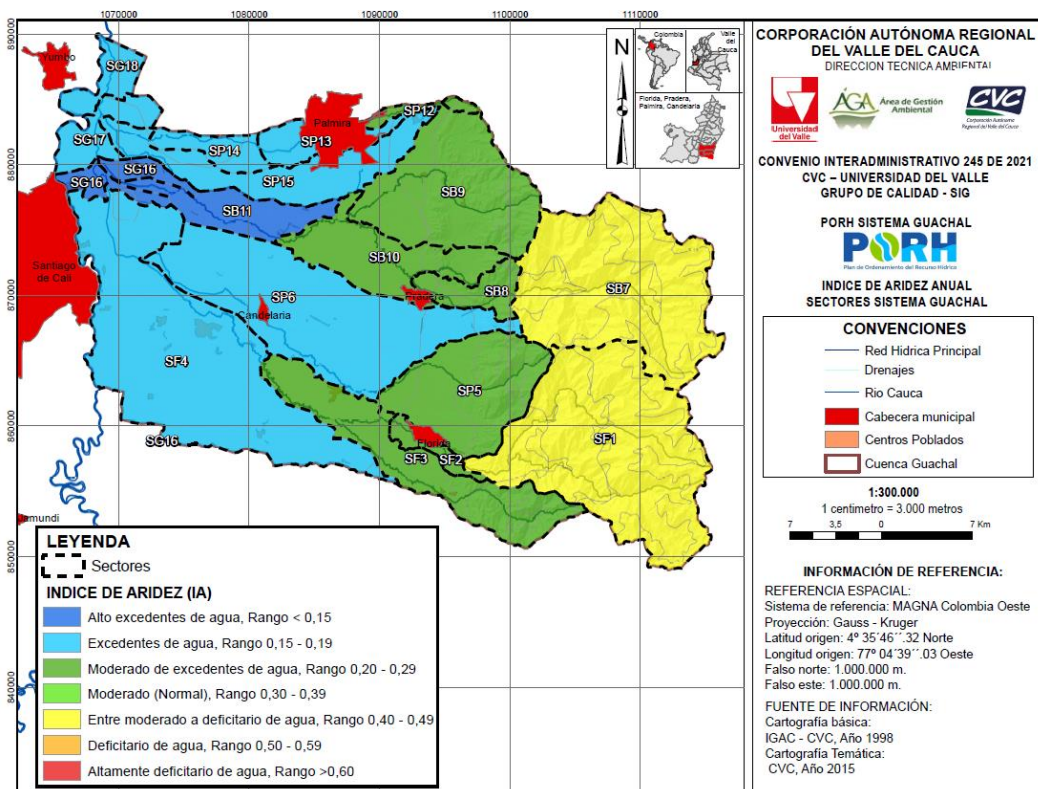


Figura 2-9 Índice de Aridez –IA- por sectores en el río Párraga

2.8.4 Índice de Vulnerabilidad Hídrica (IVH)

El IDEAM y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible definen el IVH como un indicador que permite identificar el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua ante amenazas como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómeno cálido del Pacífico (El Niño). Se calcula mediante la relación de los indicadores de regulación hídrica (IRH) y uso de agua (IUA), según la categorización establecida en el Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2014), como se muestra en la Tabla 2-30.

Tabla 2-30. Rangos y categorías del IUA y su relación con el IRH, que determinan el IVH por desabastecimiento

Matriz de Asociación Índice de Vulnerabilidad Hídrica por desabastecimiento IVH					
Índice de Uso del Agua IUA		Índice de Retención y Regulación Hídrica IRH			
Rango	Categoría	Alto	Moderado	Bajo	Muy bajo
>1	Muy bajo	Muy baja	Baja	Media	Media
1 - 10	Bajo	Baja	Baja	Media	Media
10 - 20	Medio	Media	Media	Alta	Alta
20 - 50	Alto	Media	Alta	Alta	Muy alta
50 - 100	Muy Alto	Media	Alta	Alta	Muy alta
>100	Crítico	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta

Fuente: IDEAM, 2014

En la Tabla 2-31 se presenta el IVH para la subcuenca del río Párraga en año normal exponiendo una vulnerabilidad MUY ALTA para la estación GPR2 y una vulnerabilidad ALTA en la estación GPR4.

Tabla 2-31. IVH para los tramos del Sistema Párraga en año normal

Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico IVH por tramos en el Río Párraga asociadas al año normal															
ID	Estación	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct	Nov	Dic	Anual
GPR2	Puente Vía Pradera-Florida	Normal	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto
GPR4	Antes confluencia al río Fraile	Normal	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto

Para año seco el IVH por desabastecimiento se incrementó a MUY ALTO para las mismas estaciones GPR2 y GPR4 y durante todos los meses (Tabla 2-32)

Tabla 2-32. IVH para los tramos del Sistema Párraga en año seco

Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico IVH por tramos en el Río Párraga asociadas a año seco															
ID	Estación	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct	Nov	Dic	Anual
GPR2	Puente Vía Pradera-Florida	Seco	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto
GPR4	Antes de la confluencia al río Fraile	Seco	Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto

2.9 Usos y usuarios del agua

Los usos y usuarios del agua se identificaron a partir de la revisión de información histórica de las captaciones, el esquema de distribución y reglamentación del río Párraga del 2017), los

monitoreos de calidad de agua y vertimientos del período 1996 -2022, los registros base de autoliquidación de tasa retributiva de las empresas años 2018, 2019 y 2020, registros base del cobro de tasa por uso. En campo se acudió al apoyo de los técnicos operativos CVC- Dar Sur Oriente para los recorridos de reconocimiento general, identificación de los sitios de derivación del flujo sobre el cauce principal, infraestructura de ocupación de cauce y vertimientos, Sistemas de abastecimiento y PTAP, Sistemas de tratamiento de aguas residuales, actividades de extracción, de aprovechamiento y de explotación de materiales de arrastre, entre otros.

Se conformó un grupo de 6 personas para las visitas predio a predio, trabajando en parejas los recorridos. para el levantamiento de la información recopilando información sobre usos, registro fotográfico con identificación de sitio y coordenadas; esta información se trianguló con la información secundaria y con la recopilada en los talleres de participación con actores sociales durante la fase de diagnóstico.

Los usos identificados se describen por tramos definidos por puntos de monitoreo tal como se detalla en la Tabla 2-33.

Tabla 2-33. Usos identificados por tramos en el río Párraga

RÍO PÁRRAGA			
Tramo	Descripción	Longitud (Km)	Usos
1	Desde el punto de monitoreo GPR1 - Derivación 1 en el kilómetro 6.2, hasta el punto de monitoreo GPR2 - Puente vía Florida - Pradera en el kilómetro 17.8	11,6	Desde GPR1 hasta la Qda. Alacranera, usos Consumo humano y doméstico, recreativo, agrícola, preservación de flora y fauna
			Desde Quebrada Alacranera hasta GPR2, usos Agrícola e industrial
2	Desde el punto de monitoreo GPR2 - Puente vía Florida - Pradera en el kilómetro 17.8, hasta el punto de monitoreo GPR3 - Puente vía Candelaria - Florida en el kilómetro 31.9	14,1	Agrícola e industrial
3	Desde el punto de monitoreo GPR3 - Puente vía Candelaria - Florida en el kilómetro 31.9, hasta la desembocadura del río Párraga sobre el río Fraile en el kilómetro 45.83	13,9	Agrícola
Longitud total Río Párraga		39,6	

2.9.1 Censo de usuarios

El censo de usuarios es parte esencial del PORH, lo constituye la identificación de la cantidad de usuarios del recurso a lo largo de las cuencas estudiadas, así como su condición de intervención, sea está a nivel de captación o vertimiento, bajo una situación de localización geográfica específica. El censo de usuarios se constituye en la base de referencia, para determinar la cantidad de usufructuarios o beneficiarios, así como los usos específicos que hacen del recurso hídrico.

El tramo de estudio PORH en el río Párraga es de 39.06 Km desde el sitio del primer reparto hasta la confluencia con el río Fraile. Sobre este se identificaron cinco (5) derivaciones (Tabla 2-34) y 21 captaciones de usuarios relevantes sobre el río Párraga son 21, de los cuales cinco son personas naturales y 16 son personas jurídicas, su localización se puede observar en la

Tabla 2-35 y en Figura 2-10.

Tabla 2-34. Derivaciones del flujo del río Párraga

Derivación/Margen		Coordenada		Elevación	Sector/Hacienda
		Norte	Oeste		
D1	Derecha	1097527,397	862816,7722	1367	Predio La Aurora
D2	Derecha	1097511,034	862816,7576	1302	Predio Vallecito
D3	Derecha	1091981,822	863770,3862	1113	Predio La Avelina
D4	Derecha	1086801,572	863634,0269	1056	Predio El Amparo
D5	Izquierda	1086801,572	863634,0269	1008	Detrás de Cenicaña

Sistema de referencia: Magna Colombia Oeste

Tabla 2-35 Lista de captaciones directas identificadas sobre el cauce del río Párraga

ID	NOMBRE	*Tipo de Persona	Latitud	Longitud
D6	Cruz Lozada y Cía. Ltda. - Palestina Lote T2 - La Virginia	J1	3°22'40.5"N	76°18'51.8"W
D7	Inversiones Regina S.A. - La Regina No.1 y 2	J2	3°22'40.5"N	76°18'51.8"W
D8	Mayagüez S.A - Mayagüez/San Rafael/Rumia	J3	3°22'46.8"N	76°19'19.8"W
D9	Mayagüez S.A - Mayagüez/San Rafael/Rumia	J4	3°22'53.1"N	76°19'28.4"W
D10	Mayagüez S.A - Llano de Párraga / La Colombiana /Mayagüez	J5	3°23'41.1"N	76°19'57.5"W
D11	Pontevedra S.A.S. - San Jorge - Maloya	J6	3°24'10.6"N	76°20'56.6"W
D12	Pontevedra S.A.S. - Mallorca antes El Pailón	J7	3°24'21.5"N	76°21'15.6"W
D13	Inversiones Harivalle S.A. - Santa Marta - Santa Teresita	J8	3°24'24.8"N	76°21'24.1"W
D14	Álvaro José Balcázar Arboleda - El Pailón Bombeo	N1	3°24'40.2"N	76°21'28.2"W
D15	Fernando Balcázar Jiménez - El Pailón lote A	J9	3°24'40.2"N	76°21'28.2"W
D16	Inversiones Harivalle S.A. - La Guaca	J10	3°24'40.7"N	76°21'28.2"W
D17	Inversiones Harivalle S.A. - Santa Marta	J11	3°24'41.0"N	76°21'29.0"W
D18	Amalfi S.A. - Santa Marta Escarpeta - Hda La Argelia	J12	3°24'53.7"N	76°21'39.8"W
D19	Bryon Jiménez Álvaro (No activa) - La Esmeralda	N2	3°24'55.5"N	76°21'46.1"W
D20	García Rincón S en C - Santa Marta	J13	3°25'24.3"N	76°22'17.0"W
D21	Grupo Pichucho R.E Holguín S.C.A. - La Ceiba	J14	3°25'24.3"N	76°22'17.1"W
D22	Juan José Borrero B. Sucesores y Cia. Ltda. - Santa Martha 3	J15	3°25'21.3"N	76°22'34.3"W
D23	Grupo Pichucho R.E. Holguín S.C.A. - Santa Marta E - Garzonal y Potrerito	J16	3°25'18.0"N	76°23'19.0"W
D24	Azcarate Rivera e hijos - Carrizal-Caribe y Yunde	N3	3°26'52.0"N	76°25'34.3"W
D25	Bueno Plaza José Antonio - Santa Lucia	N4	3°26'50.6"N	76°25'37.4"W
D26	Bueno Castro Alejandro - Las Palmas	N5	3°26'50.6"N	76°25'37.4"W

Sistema de referencia: WGS84

2.9.2 Vertimiento al Recurso Hídrico Superficial Río Párraga

Los vertimientos al río Párraga se dan por uso doméstico, industrial y agrícola. De origen doméstico tipo ARD (Aguas residuales domésticas) se identificaron siete vertimientos de los cuales cuatro corresponden a centros poblados, como son: La quebrada Carisucio que recoge parte de la Cabecera municipal del municipio de Florida, el corregimiento San Antonio de los Caballeros, el corregimiento de La Regina, y los drenajes sur y norte de la cabecera municipal de Candelaria, el resto de vertimientos domésticos corresponden a personas jurídicas. Además, se

identificaron seis vertimientos de tipo no doméstico (RnD), de origen industrial (4) y agrícola (2). Todos se listan en Tabla 2-36 y *Figura 2-11*.

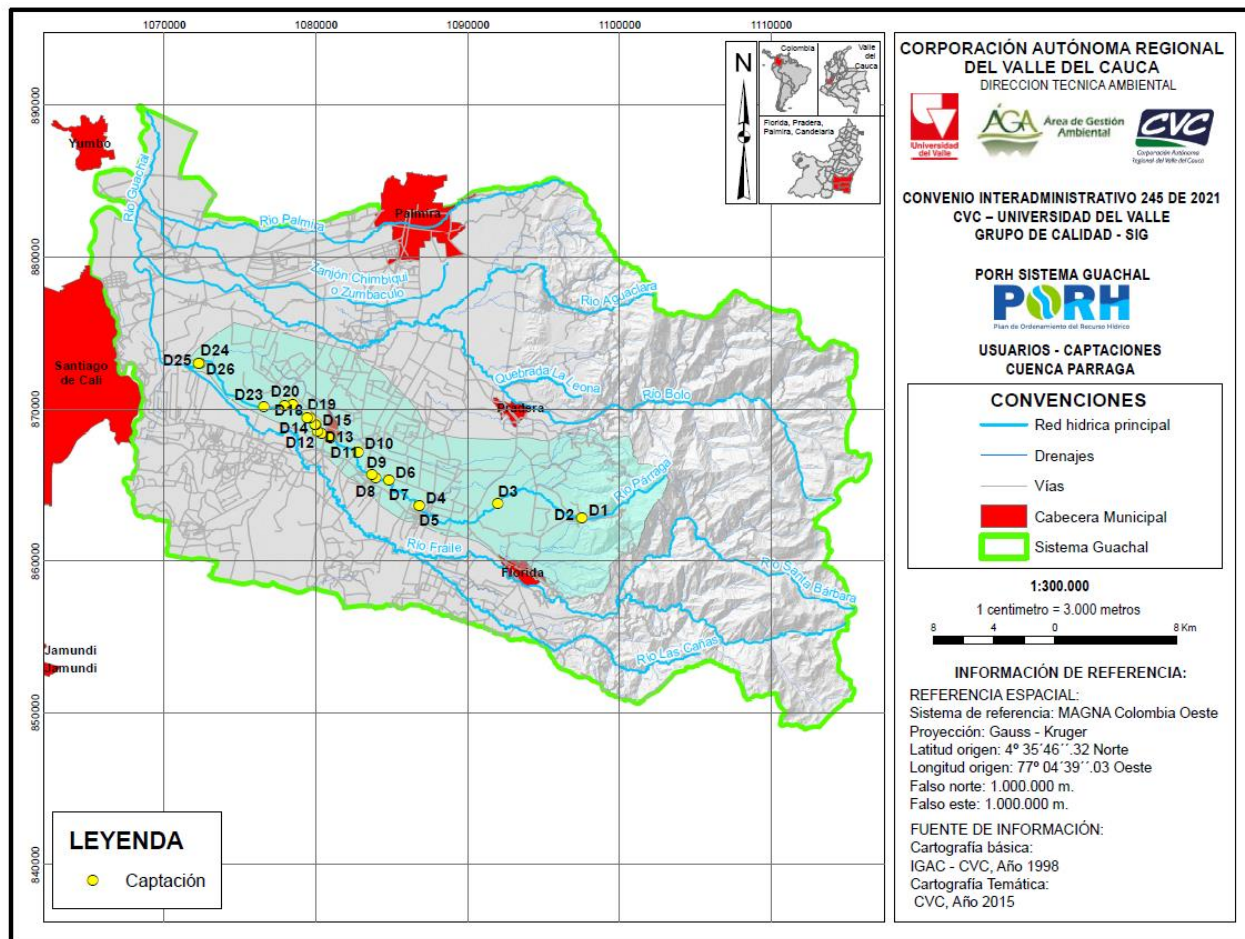


Figura 2-10. Mapa de Captaciones directas del río Párraga

Tabla 2-36. Listado de los vertimientos asociados con la cuenca del río Párraga

ID	Nombre	Tipo de vertimiento	Coordenadas	
			Latitud	Longitud
V1	SOCIEDAD BENGALA AGRÍCOLA S.A.S.	ARD	1092901,246	864440,8531
A3	Zanjón Cabuyal (Quebrada Carisucio - Vertimiento cabecera municipal de Florida)	ARD	3°21'9.2"N	76°16'12.0"W
V2	Grasas y Pieles De Occidente Empresa Unipersonal En Liquidación	ARnD	3°21'12.2"N	76°16'2.4"W
V3	CHARRY TRADING S.A.S.	ARD	3°21'17.1"N	76°16'2.3"W
V-GPR1	Vertimiento corregimiento San Antonio de los Caballeros	ARD	3°21'54.3"N	76°17'52.3"W
A4	Quebrada Salsipuedes (Riopaila Castilla S.A. - STARD Fábrica Norte)	ARnD	3°21'56.4"N	76°18'0.0"W
A4	Quebrada Salsipuedes (Riopaila Castilla S.A. - STARD Campamento Casa 5)	ARnD	3°21'56.4"N	76°18'0.0"W
V4	Riopaila Castilla S.A. - STARD	ARnD	3°21'56.4"N	76°18'0.0"W

ID	Nombre	Tipo de vertimiento	Coordenadas	
			Latitud	Longitud
V-GPR2	Aguas residuales domésticas sectores aledaños (Descarga antigua trapiche la Palestina)	ARnD	3°22'15.4"N	76°18'36.9"W
V5	PSMV Corregimiento La Regina	ARD	3°22'7.5"N	76°18'13.3"W
V6	Mayagüez S.A Destilería y otros (cogeneración, calderas, torre y ARD)	ARnD	3°22.2'N	76°18.5'W
V7	ACUAVALLE - PSMV CANDELARIA - VPC2: Drenaje Sur	ARD	3°22'53.9"N	76°19'49.4"W
V8	ACUAVALLE - PSMV CANDELARIA - VPC1: Drenaje Norte	ARD	3°23'42.2"N	76°19'58.3"W

Sistema de referencia: WGS84

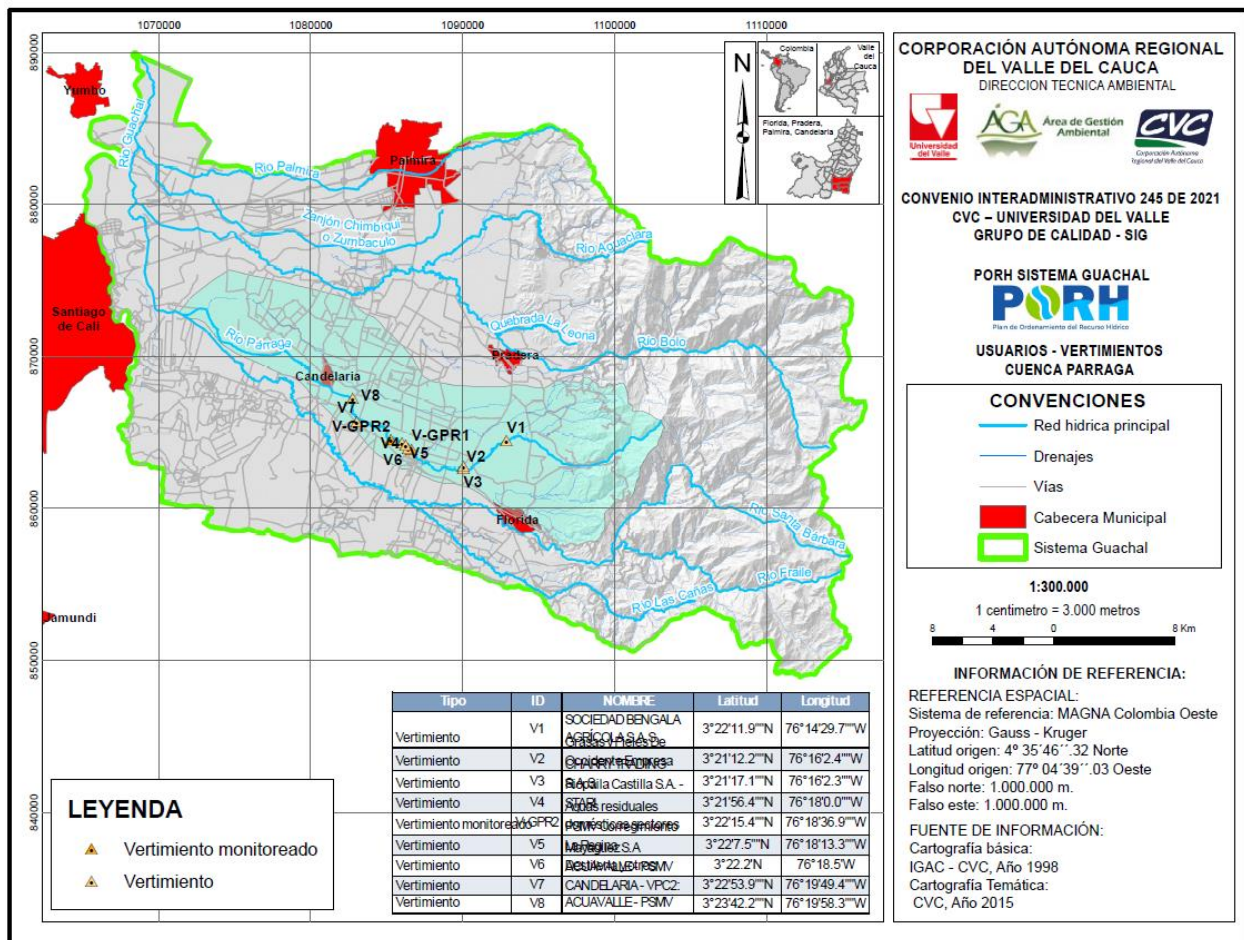


Figura 2-11. Vertimientos con influencia en el tramo PORH del Río Párraga

2.9.3 Extracciones de materiales de arrastres sobre el río Párraga tramo de estudio

Sobre el río Párraga se realiza extracción y/o acopio de material en dos sectores, como lo presenta la Tabla 2-37.

Tabla 2-37. Sitios de extracción de material de arrastre sobre el río Párraga

Sitios de extracción	Coordenada	
	Norte	Oeste
Hacienda Palestina	3°22'40,42"	76°18'51,41"
Hacienda Escocia Patiño	3°21'34,55"	76°15'15,46"

Sistema de referencia: WGS84

El único sistema de acueducto cuya fuente de abastecimiento es el río Párraga corresponde a Acuasalud Vallecito (Tabla 2-38).

Tabla 2-38. Captación sobre el río Párraga que surte acueducto del corregimiento de Vallecitos (Municipio de Pradera)

Sitios de extracción	Coordenada	
	Norte	Oeste
Sistema de Acueducto ACUASALUD Vallecito	3°21'11.34"	76°11'38,58"

Sistema de referencia: WGS84

2.9.4 Inventario de sistemas de tratamiento de aguas residuales.

La única PTAR que se asocia al río Párraga es la del municipio de Candelaria que hace dos descargas de la zona sur y zona norte de la cabecera municipal de Candelaria (Tabla 2-39).

Tabla 2-39. Localización del vertimiento de la PTAR del municipio de Candelaria

SISTEMA	Coordenadas	
	Norte	Oeste
PTAR EMCANDELARIA zona sur	1083027,414	865726,0947
PTAR EMCANDELARIA zona norte	1082751,52	867209,5993

Sistema de referencia: Magna Colombia Oeste

2.10 Análisis de problemáticas y conflictos actuales derivados del uso del recurso hídrico

Para definir las problemáticas y conflictos derivados del uso del recurso hídrico en el río Párraga, se tuvo en cuenta la propuesta metodológica definida en la Guía de Ordenamiento del Recurso Hídrico Continental Superficial, que define la revisión de la base de datos de registros y peticiones PQRS radicados en la entidad y contrastada con el análisis de la información de los instrumentos de planificación y de la calidad del recurso hídrico considerando el uso actual del suelo. De acuerdo con la revisión, las principales quejas están dadas por 4 causas que determinan los conflictos por los cuales el sistema hídrico se ve afectado (Tabla 2-40).

En función de las denuncias analizadas, se puede definir que existen 3 detonantes de conflictos principalmente definidos como:

- Usos inadecuados del recurso por actividades productivas agropecuarias, agroindustriales y domésticas
- El débil control y vigilancia sobre las captaciones irregulares, vertimientos y disposición inadecuada de residuos sólidos

- Planificación territorial desactualizada

Tabla 2-40. Denuncias presentadas por afectaciones al recurso hídrico relacionadas con el Sistema Guachal

Sistema	Descripción de la Queja
Sistema Guachal (Fraile, Párraga, Bolo, Palmira y Guachal)	Captación de un caudal mayor al concesionado
	Disposición de Residuos de Construcción y Demolición
	Vertimiento sin permiso
	Vertimiento de actividad productivas sin tratamiento

En el marco de la estrategia de participación social para el río Párraga y como resultado de los talleres de cartografía social, la comunidad identificó las siguientes problemáticas y conflictos relacionados con el uso del recurso hídrico como se describe en la Tabla 2-41. El resultado de los talleres diagnóstico del río Párraga incluye los dos talleres adelantados con los actores comunitarios e institucionales y los dos talleres con la comunidad indígena Nasa Tha

Tabla 2-41. Problemas identificados por actores sociales relacionados con el uso del agua del río Párraga

Situación	Característica del Conflicto
Actividades Agrícolas y pecuarias	Actividad agrícola relacionada con el monocultivo de caña que demanda mucha agua para riego y genera contaminación difusa. La actividad de cría y levante de cerdos en la zona alta de la cuenca
Actividades Agroindustriales	Actividades de transformación de la cosecha de la caña para producción de alcohol, panela y azúcar, las cuales generan vinazas que pueden llegar a cuerpos de agua por escorrentía o vertimiento directo
Control y vigilancia	Característica del Conflicto
Captaciones	Captaciones por mangueras en la zona de Vallecitos sin el trámite de concesión. Captaciones concesionadas que captan mayor caudal del asignado
Vertimientos	Actividades Agrícolas- Agroindustriales que generan residuos durante el proceso, que son vertidas directamente al río Párraga Aguas residuales domésticas de los centros poblados sin tratamiento
Disposición inadecuada de residuos sólidos.	Dada por el desarrollo urbanístico que en algunos casos afecta espacios de importancia para el recurso hídrico en este caso la afectación se da por la disposición inadecuada de residuos de demolición y construcción.

Las principales problemáticas manifestadas en plenaria al final de cada taller fueron la cantidad de agua que se distribuye desde la primera derivación deja al río Párraga con muy baja capacidad para diluir la contaminación y esto se nota principalmente en época seca donde el río Párraga después de su paso por el municipio de Candelaria prácticamente solo transporta aguas residuales.

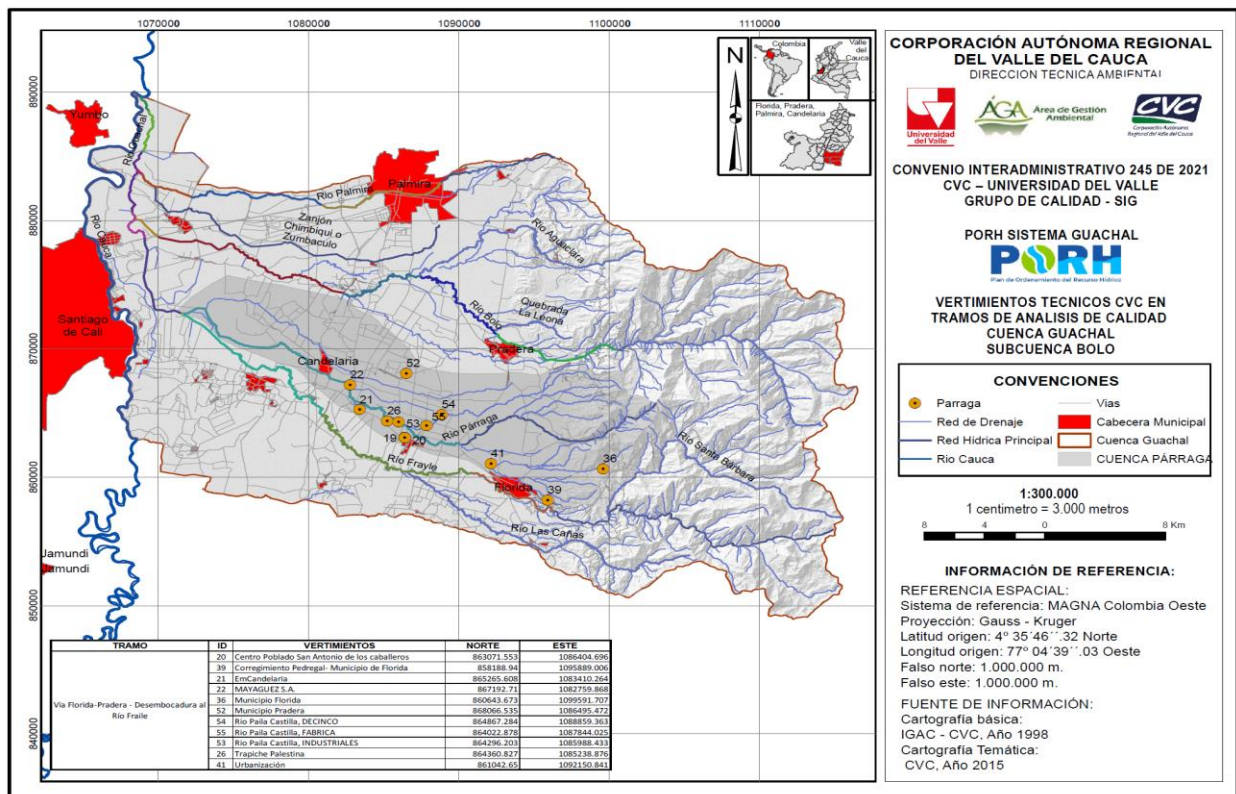


Figura 2-12 Identificación y localización de vertimientos que afectan el río Párraga, como resultado del taller de cartografía social con los técnicos de la DAR SURORIENTE

Resultados de la Cartografía Social Río Párraga

Deslizamientos	
Vertimientos industriales	
Vertimiento domiciliarios	
Captaciones de agua	
Fincas de veraneo	
Inundación de Cultivos	
Sequía	

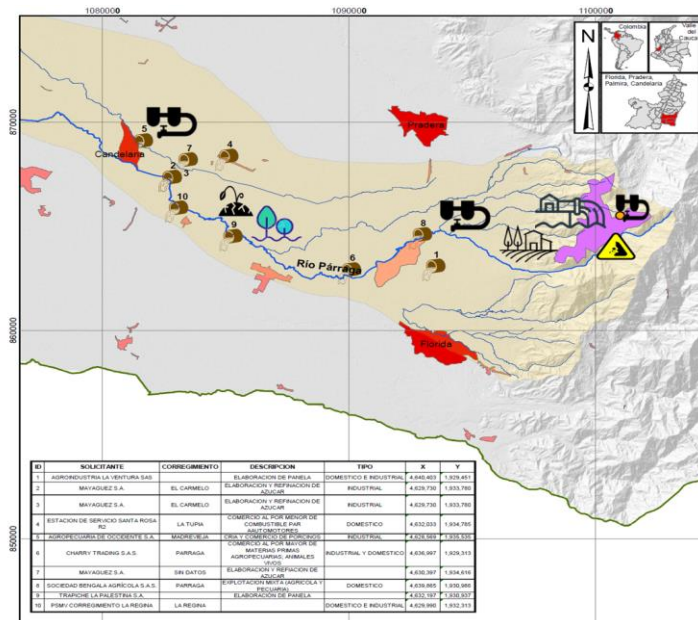


Figura 2-13. Localización de conflictos ambientales identificados en el río Párraga en los diferentes talleres con actores sociales

2.11 Calidad del agua

2.11.1 Diseño y ejecución del plan de monitoreo de cantidad y calidad el cuerpo de agua objeto de ordenamiento

La primera campaña de monitoreo en época seca se llevó a cabo el 8 de septiembre de 2022 por el laboratorio Anascol S.A.S. La segunda campaña se ejecutó en época de lluvia el 12 de abril de 2023 por el laboratorio Saneamiento Ambiental SAAM S.A.S. en estos monitoreos se muestrearon parámetros in situ, físicoquímicos, microbiológicos y recursos hidrobiológicos.

Para la selección de los puntos de muestreo se consideraron relevantes los siguientes criterios: las descargas de los municipios, las afluencias de las corrientes de tercer orden y las salidas concesionadas; además, se tuvieron presentes otros aspectos para seleccionar o descartar algunos puntos, tales como la accesibilidad al sitio, la seguridad y la presencia de estaciones hidrométricas, soportada la decisión con visitas de reconocimiento a la zona de estudio.

La denominación de los puntos de monitoreo como “GPR” facilita el reconocimiento de la ubicación del mismo. La primera letra identifica la cuenca Guachal y la segunda letra la corriente de agua en ordenación del río Párraga; la numeración reconoce el número de puntos de monitoreo sobre la corriente de agua. Los puntos de monitoreo de calidad y cantidad seleccionados para el río Párraga para cada campaña se muestran en Tabla 2-2-42 y Figura 2-14.

Tabla 2-2-42. Localización de puntos de monitoreo de las campañas de calidad en el río Párraga

ID	Nombre	Latitud	Longitud	Distancia aguas abajo desde nacimiento (km)
GPR1	Derivación 1	1098496,775	862857,5814	6.2
GPR2	Puente vía Florida - Pradera	1090040,941	862576,8523	17.8
GPR3	Puente vía Candelaria - Puerto Tejada	1081488,537	867697,0618	31.9
GPR4	Antes desembocadura en río Fraile	1071563,418	872779,9819	45.8

Sistema de referencia: Magna Colombia Oeste

2.11.1 Caracterización hidráulica

Previo a la toma de muestras de cada una de las campañas sobre el cuerpo de agua objeto de ordenamiento, se realizaron las pruebas de trazadores, el cual constituye una herramienta de gran importancia en el estudio de la hidráulica de ríos, generando así información hidrodinámica promedio a nivel de un tramo (Minambiente, 2018). Estos ensayos fueron necesarios para la estimación de los tiempos de viaje y la definición de los horarios de toma de muestra.

El trazador empleado fue Cloruro de Sodio (NaCl), el cual por sus características químicas es conservativo, como lo recomienda el Minambiente (2018). La masa del trazador fue establecida en función del caudal de la corriente a través del criterio propuesto por Hudson y Fraser (2002), 3,0 kg/m³/s. El objetivo de la dosificación de la sal fue agregar suficiente masa para obtener una

señal limpia de incremento de conductividad, sin que esto exceda el umbral de toxicidad, 400 mg/L (Moore 2004).

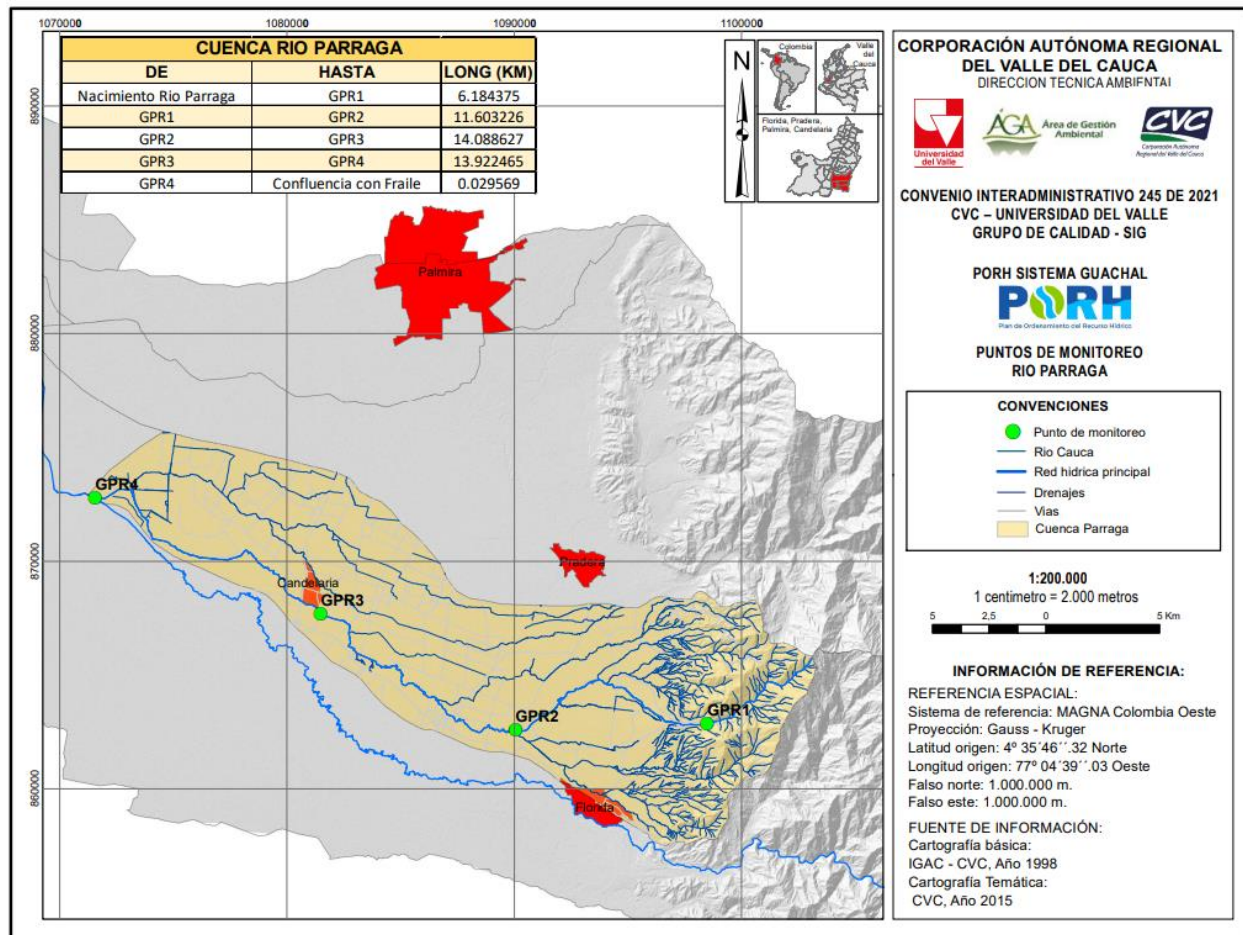


Figura 2-14. Localización de puntos de monitoreo de las campañas de calidad para el río Párraga y el sistema Guachal

Las distancias de zona de mezcla fueron definidas por el equipo de calidad, empleando los criterios empíricos de Fisher y la EPA. De esta manera, se generó información sobre la ubicación de las estaciones de seguimiento en la medición de la conductividad eléctrica, variable de detección del trazador.

En la Tabla 2-43 se presentan, para el río Párraga, los resultados obtenidos en los puntos de monitoreo en las 2 campañas para los parámetros medidos in situ y los reportados por el laboratorio correspondientes a parámetros fisicoquímicos, metales y metaloides, iones y parámetros microbiológicos.

Tabla 2-43. Resultados de análisis fisicoquímicos Campaña 1 y 2 – Río Párraga

Variables Analizadas	Unidades	CAMPAÑA 1		CAMPAÑA 2			
		P4 (GPR2)	P5 (GPR4)	GPR1	GPR2	P4 (GPR2)	P5 (GPR4)
		Puente Vía Florida – Pradera	Párraga Antes De Río Fraile	Derivación 1	Puente Vía Florida – Pradera	Puente Vía Florida – Pradera	Párraga Antes De Río Fraile
IN SITU							
Caudal	L/s			1406	1715	2542	5687
pH ¹	Unidades de pH	7.93	7.9	8.36	7.51	7.51	7.87
Conductividad ¹	µs/cm	452	691	145	300	340	458
Oxígeno Disuelto ¹	mg O ₂ /L	1.91	5.92	5.11	5.33	7.19	5.68
Saturación de Oxígeno disuelto	%			55	55	83	65
Temperatura de la muestra	°C	26.67	28.43	19.2	21.3	24.3	24.9
Sólidos Sedimentables ¹	mL/L	0.2	0.1	<0.1	0.4	0.3	2
Temperatura ambiente	°C	26.67	28.43	22.8	22.8	27.6	21.5
FISICOQUÍMICOS BÁSICOS							
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ / L	186	305	134	134	127	204
Dureza Total	mg CaCO ₃ / L	181	252	240	114	172	168
Demanda Bioquímica de Oxígeno – DBO ₅	mg O ₂ /L	7	26	<2	<2	<2	2
DBO ₂₀ (20 días) *	mg O ₂ /L	8	31	<2	<2	< 2	2
DBO ₅ Soluble*	mg O ₂ /L	<5	20	<2	<2	5	2
Demanda Química de Oxígeno – DQO	mg O ₂ /L	34.3	99.3	< 2.0	2	56	2
Carbono Orgánico Total ³	mg COT/L	4.84	25	2.3	<2	< 2.0	< 2.0
Sólidos Disueltos Totales ³	mg/L	273	381	124	168	200	224
Sólidos Suspendidos Totales	mg SST/L	11	26	< 20.0	< 20.0	46	116
Sólidos suspendidos Volátiles ³	mg/L	<11.6	<11.6	< 20.0	< 20.0	< 20.0	< 20.0
Turbiedad	NTU	2.48	5.44	1.7	8.5	17.5	32.7
Nitrógeno Amoniacal	mg N-NH ₃ / L	3.18	3.29	< 1.00	< 1.00	2	2.62
Nitrógeno Kjeldahl Total	mg NK/L	<4.00	<4.00	<5.00	5.05	<5.00	<5.00
Nitratos	mgNO ₃ - N/ L	<0.500	<0.500	5.8	1.5	6.2	4.4
Nitritos	mg NO ₂ - N/ L	0.035	0.011	< 0.010	0.662	<0.010	< 0.010
Nitrógeno Total - Cálculo SAAM				5.8	7.21	6.2	4.4
Fosfatos ⁴	mg PO ₄ ³⁻ /L	1.69	3.89	< 0.100	0.331	0.554	0.224
Fósforo Total	mg P/L	1.86	4.34	< 1.0	< 1.0	2.4	< 1.0
Aceites y Grasas	mg/L	<1.00	<1.00	<0.5	<0.5	< 0.50	< 0.50
Surfactantes Aniónicos	mg SAAM/ L ²	< 0.400	< 0.400	-	-	-	-
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	-	-	-	0.51	0.13	0.48	0.71
Fenoles	mg Fenoles/L	<0.100	<0.100	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15
METALES Y METALOIDES							
Cadmio Total	mgCd/L	<0.0100	<0.0100				
Zinc Total	mg Zn/L	<0.0500	<0.0500				
Cobre Total	mg Cu/L	<0.0200	<0.0200				
Cromo Total	mg Cr/L	<0.0200	<0.0200				

Variables Analizadas	Unidades	CAMPAÑA 1		CAMPAÑA 2			
		P4 (GPR2)	P5 (GPR4)	GPR1	GPR2	P4 (GPR2)	P5 (GPR4)
		Puente Vía Florida – Pradera	Párraga Antes De Río Fraile	Derivación 1	Puente Vía Florida – Pradera	Puente Vía Florida – Pradera	Párraga Antes De Río Fraile
Hierro Total	mg Fe/L	0.629	1.16	0.17	0.436	0.57	0.423
Manganeso Total	mg Mn/L	0.29	0.986	0.016	0.038	0.073	0.045
Mercurio Total	mg Hg/L	<0.00100	<0.00100				
Níquel Total	mg Ni/L	<0.0500	<0.0500				
Plomo ³	mg Pb/L	< 0.05	< 0.05				
IONES							
Cloruros	mg Cl-/ L	10.5	<5.00	5.3	7	5.8	7.7
Magnesio Total	mg Mg/L	0.51	0.89	13.8	18.3	28.4	19.7
Sodio Total	mg Na/L	20.7	42.1	4.9	3.8	8	9.3
Sulfatos	mg SO ₄ - ² / L	59.2	65.3	< 1	15	18	27
Calcio Total	mg Ca/L	14.2	39.9	20.8	28.7	35.8	32.4
MICROBIOLÓGICOS							
Coliformes Fecales	NMP/100mL	315100	91900	<1	<1	<1	<1
Coliformes Totales	NMP/100mL	1303000	289400	11	30000	<1	400
OTROS							
Clorofila ³	mg/m ³	< 0.1	< 0.1	<0.001	<0.001	<0.001	0.64
Color real o verdadero	UPC	<10	56	2.4	172	2.4	2.4
NOTA: N.A: NR No Aplica, No registra SM: "STANDARD METHODS for the examination of water and Wastewater" 23th Edition 2017 1 Variable medida en campo. 2 Calculado como LAS, peso molecular 288,4 3 Variable subcontratada 4 Los fosfatos son medidos como Ortofosfatos, que equivaldrían a una porción del total de fosfatos. *Variable no Acreditada Nota1: Los resultados indicados como < (menor que) refieren concentraciones inferiores a los límites de cuantificación del método analítico							

2.11.2 Resultados del monitoreo de parámetros hidrobiológicos

Las comunidades bióticas en los ecosistemas acuáticos están conformadas por diversos grupos de organismos relacionados de forma directa o indirecta, los cuales dependen de las condiciones fisicoquímicas del sistema, que moldean la estructura y la dinámica de las poblaciones. Los cambios geomorfológicos, físicos y químicos en el agua de tipo natural o antrópico se ven reflejados en la disminución, desaparición, aumento o aparición de las especies en un lugar determinado (Liévano y Ospina, 2007; Roldán y Ramírez, 2008).

Con el fin de evaluar el estado ecológico del río Párraga, se realizó el levantamiento de la línea base a través del muestreo de algas perifíticas (fitoperifiton), macroinvertebrados acuáticos en dos puntos de monitoreo de calidad fisicoquímica, cuya localización se puede observar en el mapa de la Figura 2-15; y la comunidad de peces, en la Figura 2-16 Los puntos de monitoreo de la primera campaña se mantuvieron en la segunda campaña, aunque algunos puntos en la época de lluvia no se pudieron realizar por dificultades de acceso.

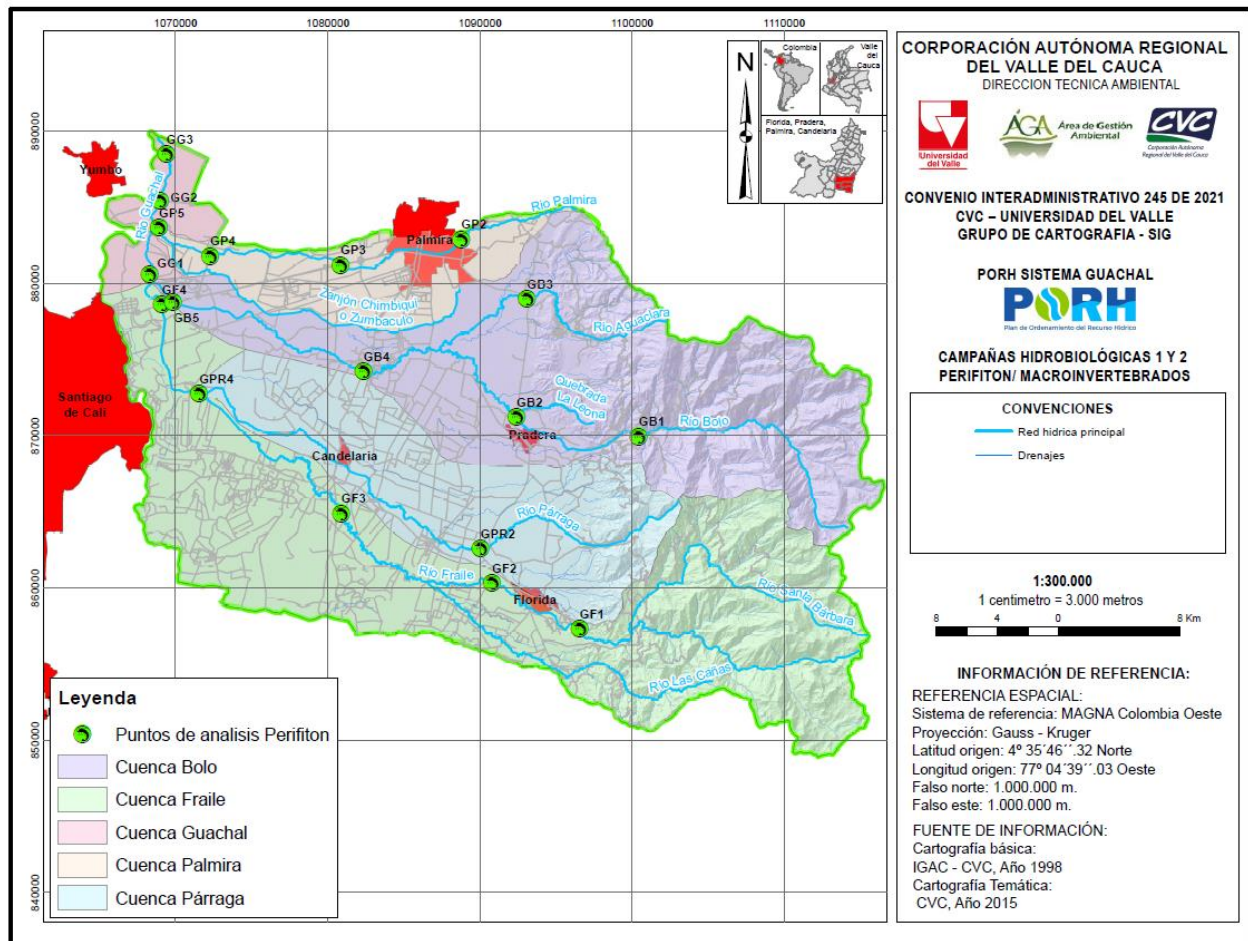


Figura 2-15 Puntos de monitoreo de las comunidades de peces en el sistema Guachal, incluyendo el Río Párraga

2.11.1 Resultados monitoreo hidrobiológicos

Composición general y grupos microalgales del río Párraga

Los dos puntos de monitoreo ubicados sobre el río Párraga alcanzaron durante las dos campañas una composición taxonómica consistente de 14 morfoespecies pertenecientes a 11 géneros de 10 familias, 9 órdenes, 3 Clases e igual número de Divisiones. Solamente una de las 5 morfoespecies presentes en el periodo de aguas bajas fue exclusivo de dicha temporada, mientras 9 se encontraron solo en el periodo de lluvias, en el cual el número total de morfoespecies ascendió a 13.

Se encontraron 10 morfoespecies de diatomeas, 3 de Clorofitas (*Tetraedron*, *Stigeoclonium* y *Oedogonium*) y una Cianofita (*Oscillatoria* sp). Al interior de las diatomeas, Bacillariales y Naviculales fueron los Órdenes de mayor presencia y número de morfoespecies. En el subsistema Párraga se destaca la presencia de tres morfoespecies de *Nitzschia* debido a la

presencia de *N. acicularis*, así como de Tetraedron, género que solo estuvo presente en este tramo del sistema estudiado.

El valor total de abundancia para Párraga fue de 2278.32 individuos/cm² con una distribución de la misma en 1543.33 individuos/cm² durante la primera campaña y de 734.99 individuos/cm² para la segunda. Lo anterior se traduce en términos de porcentaje en que el periodo de aguas altas contuvo el 67.74% de la abundancia y el periodo seco el 32.26% restante. Nuevamente *Navicula* sp1 estuvo presente en todos los sitios de muestreo durante las dos temporadas y otras morfoespecies como *Gomphonema* sp y *Nitzschia* sp1 estuvieron ausentes en solo uno de los sitios de muestreo.

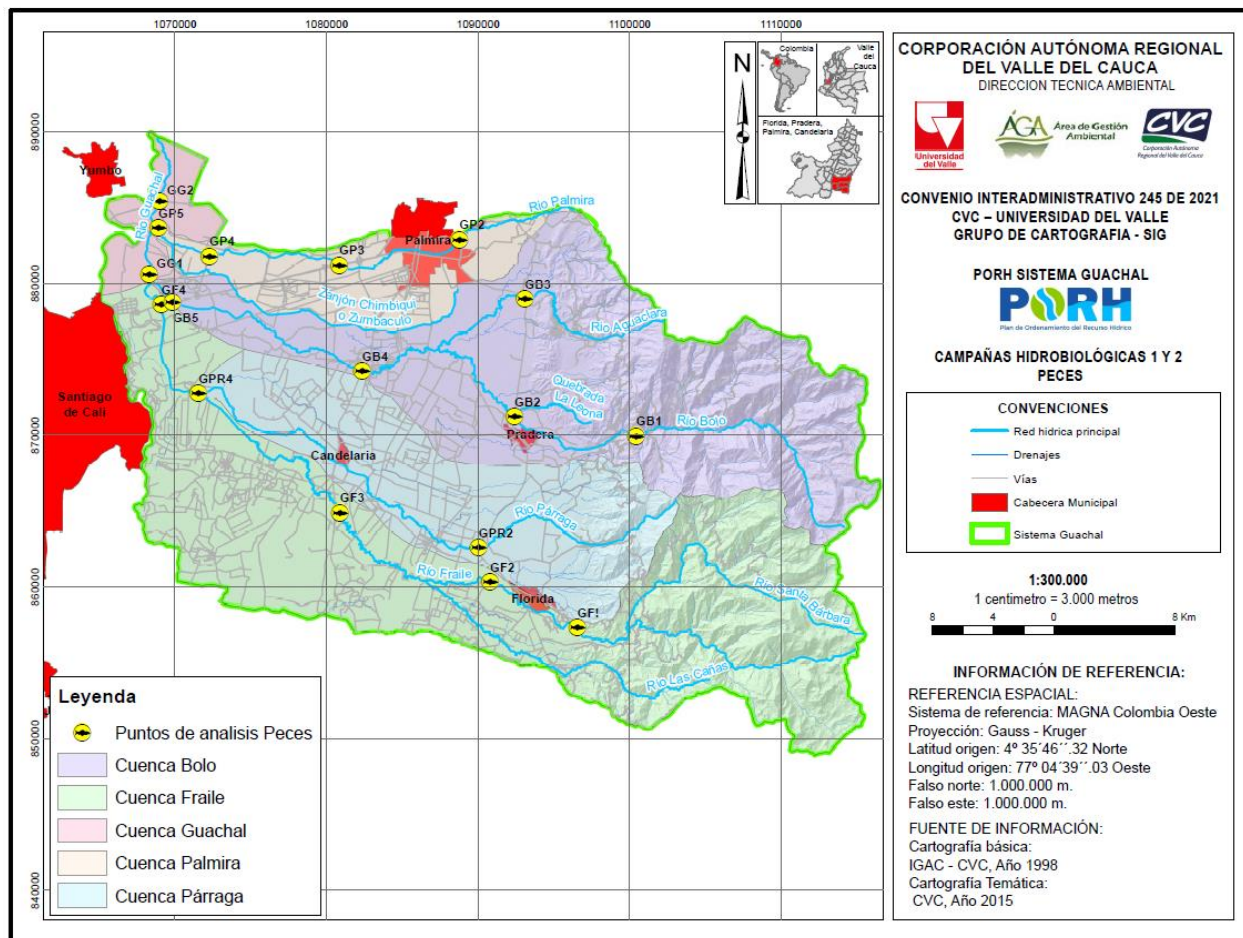


Figura 2-16. Puntos de monitoreo de las comunidades de peces en el sistema Guachal, incluyendo el Río Párraga

Composición a nivel de morfoespecies del río Párraga

Si bien la abundancia de perifiton fue superior en el primer monitoreo (periodo de aguas bajas), el número de morfoespecies alcanzó un resultado superior en el segundo monitoreo (aguas altas). La escala de los valores para la abundancia por morfoespecie y el número de ellas

registrado en los gráficos de la Figura 2-17 así lo demuestran. En el primer monitoreo, *Gomphonema* sp superó por amplio margen la abundancia de las demás morfoespecies. Este resultado no se repitió en ninguno de los tramos de los dos sistemas evaluados. *Gomphonema* sp en esa ocasión superó el valor de 1200 individuos/cm² y superó ampliamente en ambas estaciones a *Navicula* sp1, morfoespecie que habitualmente fue la de mayor densidad en los demás subsistemas y tramos evaluados. Fuera de *Gomphonema* sp, en el primer muestreo se destacaron por su abundancia superior, *Navicula* sp1 y *Nitzschia* sp1, mientras en el segundo monitoreo fueron *Nitzschia* sp2, *Fragilaria* sp1 y *Navicula* sp2. Como fue constante en las demás corrientes del sistema Guachal, el periodo de lluvias presentó mayor riqueza, pero menor abundancia.

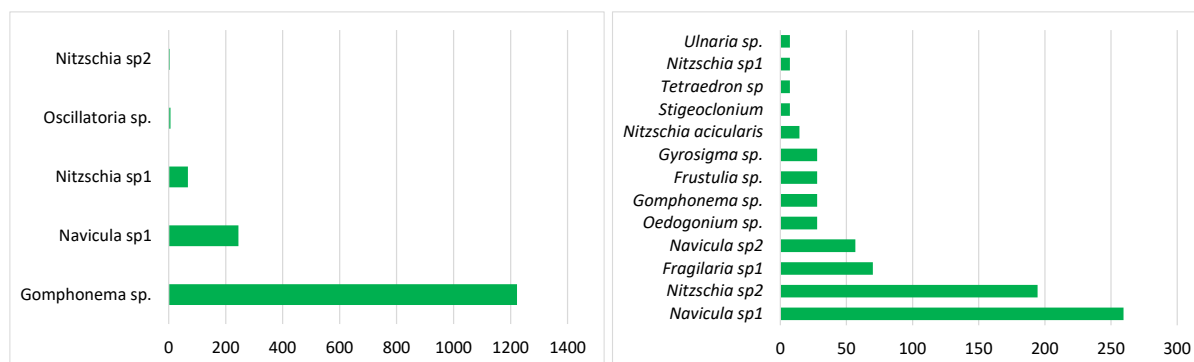


Figura 2-17. Densidad de las diferentes morfoespecies de perifiton registradas en la temporada seca (parte superior) y lluviosa (parte inferior) del río Párraga

Fuente: Elaboración propia

Riqueza y densidad microalgal por estación en el río Párraga

El número de morfoespecies fue superior en ambas estaciones en el segundo monitoreo (temporada lluviosa) con respecto al primero (temporada de bajas precipitaciones) pero al mismo tiempo, su abundancia fue inferior. El rango de variación para la riqueza estuvo entre 4 y 8 morfoespecies con mínimo en GPR4 durante la primera campaña y máximo en los dos sitios durante la segunda campaña, cuando el número de morfoespecies se igualó a 8. El rango de valores de abundancia estuvo entre 151.65 en la estación GPR2 en el segundo monitoreo y 1120.00 individuos/cm² en la estación GPR4 en el primer muestreo. Los resultados de la riqueza de morfoespecies y de abundancia perifítica en los dos sitios de muestreo durante las dos campañas de campo, pueden verse en la Figura 2-18.

Índices de diversidad microalgal en el río Párraga

Los resultados de equidad fueron superiores en el periodo de lluvias como consecuencia de que en época seca se presentó la dominancia de *Gomphonema* sp. En la estación GPR2 el valor del primer muestreo fue de 0.42 unidades y en el segundo muestreo de 0.82 unidades. Para la estación GPR4, los resultados fueron de 0.46 unidades en periodo seco y de 0.81 unidades para la temporada lluviosa. Esto indica que la variación de equidad entre los sitios de muestreo fue mínima, pero fue significativa entre los periodos monitoreados. Este mismo resultado se obtuvo en el caso de la riqueza. De acuerdo con el índice de diversidad de Shannon, y debido a la alta estabilidad entre estaciones observada para la riqueza, se comportó de una manera muy similar

a la equidad, siendo esta variable su mayor fuente de variación. Los sitios GPR2 y GPR4 alcanzaron valores de diversidad de 0.68 y 0.63 nits/individuo respectivamente para el periodo de aguas altas y de 1.71 y 1.68 nits/individuo en el periodo de aguas bajas. Como consecuencia de la alta estabilidad en la riqueza, las variaciones de diversidad se debieron en mayor medida a diferencias en la distribución de las abundancias entre las morfoespecies. Los índices ecológicos alcanzaron en general valores bajos (Tabla 2-44).

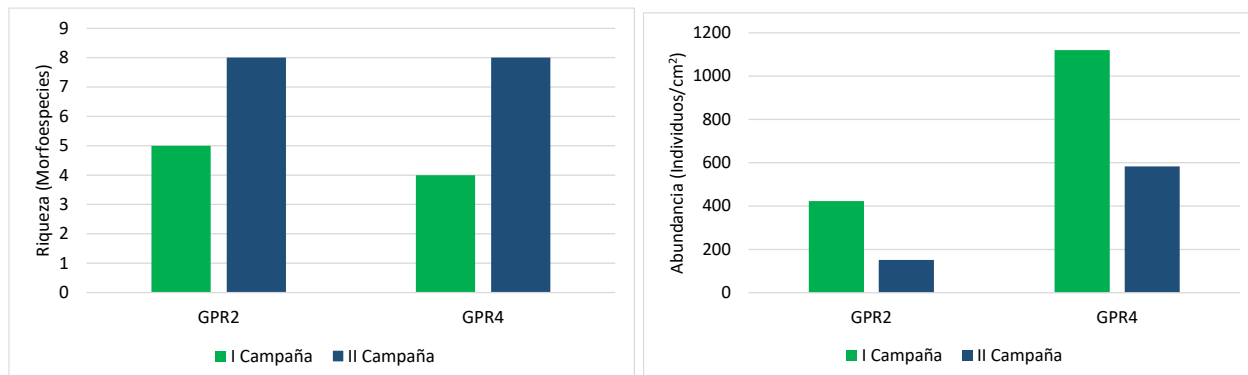


Figura 2-18. Valores de riqueza de morfoespecies (parte superior) y de abundancia total (parte inferior) de la comunidad de perifiton para los muestreos de temporada seca y época lluviosa
Fuente: Elaboración propia

Tabla 2-44. Resultados de los índices ecológicos por punto de muestreo para la comunidad de perifiton durante la primera campaña de muestreo del río Párraga

ESTACIÓN	Riqueza (S)		Abundancia (N)		Pielou (J')		Shannon – Wiener (H')	
	CI	CII	CI	CII	CI	CII	CI	CII
GPR2	5	8	423.33	151.65	0.42	0.82	0.68	1.71
GPR4	4	8	1120.00	583.34	0.46	0.81	0.63	1.68

Fuente: Elaboración Propia

2.11.2 Macroinvertebrados

Composición de macroinvertebrados bentónicos del río Párraga

Según la Tabla 2-45, en la estación GPR2, la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en época seca estuvo compuesta por 3 Phylum, 3 Clases, 3 Ordenes, 3 familias y 4 morfoespecies. En total se recolectaron 1288 individuos, donde el taxa dominante fue la subfamilia Chironominae.

Tabla 2-45. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos en época seca en Río Párraga, Puente vía Florida- La Pradera - GPR2

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa	GPR2
Annelida	Clitellata	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	<i>Helobdella sp.</i>	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Subf. Chironominae	1283
				Pupa Chironomidae	2
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	<i>Ferrisia sp.</i>	1
Total individuos/m²					1288

En la estación GPR4, la comunidad de macroinvertebrados bentónicos estuvo compuesta por 3 Phylum, 3 Clases, 5 Ordenes, 6 familias y 6 morfoespecies. En total se recolectaron 1288 individuos, dónde el taxa dominante fue la subfamilia Chironominae. El taxa dominante fué Naididae en GPR4 (Tabla 2-46).

Tabla 2-46. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos en época seca en Río Párraga, Confluencia Río Parraga antes del Río Fraile - GPR4

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Taxa	GPR4
Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	<i>Naididae M1</i>	961
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Pupa Chironomidae	3
		Coleoptera	Elmidae	<i>Heterelmis sp. (Larva)</i>	1
			Staphylinidae	Staphylinidae M1	1
		Trichoptera	Hydroptilidae	Hydroptilidae M1	1
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Cochliopinae	<i>Aroapyrgus sp.</i>	1
Total individuos/m ²					969

Según la Tabla 2-47 la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en época de lluvia estuvo compuesta por 2 Phylum, 2 Clases, 8 Ordenes, 9 familias y 10 morfoespecies. En total se recolectaron 49 individuos, dónde las familias más abundantes fueron Chironomidae en GPR2 y Naididae en GPR4.

Tabla 2-47. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos en época de lluvia

Estación	Phyllum	Clase	Orden	Familia	Taxa	Abundancia
GPR2	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomidae M1	12
		Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	4
		Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simullium sp</i>	4
		Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Heterelmis</i>	4
		Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	Leptohyphidae	1
		Insecta	Odonata	Libellulidae	Libellulidae	2
		Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	1
GPR4	Annelida	Clitellata	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	<i>Helobdella sp.</i>	1
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomidae M1	9
		Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea sp.</i>	1
	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	Naididae M1	10
Total individuos/m ²						49

Diversidad de macroinvertebrados de las aguas del río Párraga

Como muestra la Tabla 2-48 la estación GPR2 mostró un aumento en la riqueza y en la diversidad de Shannon en la época de lluvias respecto a la época seca, mientras que se presentó mayor dominancia en la época seca respecto a la época de lluvia. Estos resultados no son concluyentes respecto al comportamiento de la comunidad entre periodos hidroclimatológicos, se muestra mayor equidad y riqueza en GPR4, es de resaltar la poca abundancia total registrada en esta estación debido al arrastre de organismos por el aumento de corriente y caudal en época de lluvias.

La calidad biológica del agua mostró aguas de baja calidad en ambas estaciones, sin embargo, en GPR2 se evidenció una leve mejoría hacia aguas “moderadamente contaminadas”. En general se presenta baja diversidad y la presencia de organismos tolerantes a la contaminación.

Tabla 2-48. Abundancia Índices de diversidad y de calidad del agua BMWP para el río Párraga

Índices	Temporada Seca		Temporada de Lluvias	
	GPR2	GPR4	GPR2	GPR4
Taxa_S	4	6	8	3
Simpson_1-D	0,11	0,12	0,79	0,57
Shannon_H	0,25	0,36	1,84	0,91

2.11.3 Peces

Composición y Estructura de la Ictiofauna del Párraga

Se obtuvo información proveniente de dos estaciones que se ubicaron en el cauce principal del río Párraga (estaciones GPR2, GPR4). Se registraron 7 especies en la época seca y 10 en la de lluvias (Tabla 2-49), para un total de 12 especies pertenecientes a cuatro órdenes y 6 familias, representando el 13% de los registros para el alto Cauca (Ortega-Lara et al., 2022).

Tabla 2-49 . Registro de especies por estación y época climática para la cuenca del río Párraga, Valle del Cauca

Especie	Nombre común	Estación	
		Seca	Lluvias
<i>Brycon henni</i>	Sabaleta	GPR2	GPR2
<i>Trichomycterus caliensis</i>	Guabino	GPR2	
<i>Trichomycterus chapmani</i>	Guabino		GPR2
<i>Hypostomus</i> sp.	Corroncho	GPR2	GPR2 – GPR4
<i>Lasiancistrus caucanus</i>			GPR2
<i>Rhamdia guatemalensis</i>	Barbudo	GPR2	GPR2
<i>Andinoacara latifrons</i>	Mojarra luminosa		GPR2
<i>Coptodon rendalli</i>	Tilapia herbívora	GPR4	
<i>Oreochromis niloticus</i>	Mojarra nilótica		GPR2
<i>Poecilia caucana</i>	Pipón	GPR2 – GPR4	GPR2 – GPR4
<i>Poecilia reticulata</i>	Gupy	GPR2	GPR2 – GPR4
<i>Xiphophorus hellerii</i>	Platy		GPR2
Total		7	10

En total se capturaron 194 individuos en las dos temporadas, de los cuales las especies más abundantes en época seca fueron los pipones (*Poecilia caucana*), aportando el 62.5% de la abundancia total. La estación donde se colectaron mayor número de individuos fue en GPR4 ubicado antes de la desembocadura del Párraga al río Fraile con 97 individuos (Figura 2-19).

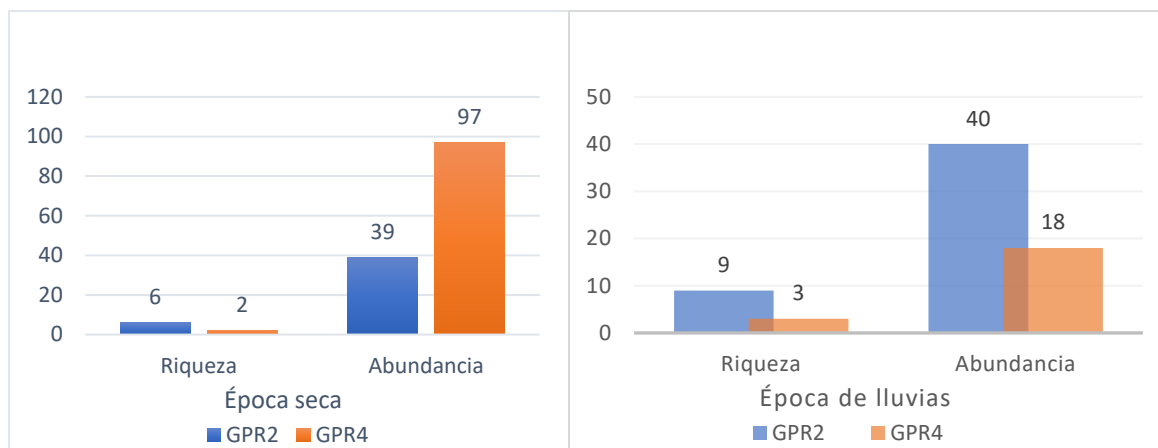


Figura 2-19. Valores de riqueza y abundancia registrados en la cuenca del río Párraga, Valle del Cauca en época seca y época de lluvias

En la época de lluvias, se capturaron 58 individuos, donde la mayor abundancia al contrario de la primera temporada, se presentó en la estación GPR2 con 40 individuos, siendo la mayoría de la familia Poeciliidae (70%), el cual es un grupo que se caracteriza por sus adaptaciones a estados de hipoxia, su reproducción en ambientes con poco oxígeno y en cortos intervalos de tiempo, lo que garantiza la gran densidad que pueden alcanzar en ambientes fuertemente intervenidos (Jaramillo-Villa & Caramashi, 2008), permaneciendo incluso mucho tiempo después en lugares donde las demás especies desaparecen (Araujo, 1998).

Diversidad de Peces en el río Párraga

Con el fin de evaluar la estructura de la comunidad, con base en los anteriores valores de riqueza y abundancia reportados, se estimaron los índices de: diversidad de Shannon-Wiener (H'), Dominancia (D) y equidad de Pielou (J'). Estos se calcularon teniendo en cuenta la abundancia relativa, de este modo se estandarizaron los valores y se analizó la representatividad de las poblaciones a través de valores relativos

De acuerdo a los resultados obtenidos por medio del índice de Shannon (H'), para ambas temporadas los valores estuvieron por debajo de 2, lo que representa una baja diversidad, lo que puede estar asociado a las condiciones que se encuentran a lo largo del río, especialmente en la zona plana, donde la homogenización de los hábitats, la pérdida de cobertura vegetal en las orillas y los vertimientos son evidentes (Tabla 2-50).

Tabla 2-50. Valores de índices de diversidad en ambos períodos climáticos para la cuenca del río Párraga, Valle del Cauca

Índices	Temporada Seca		Temporada Lluvias	
	GPR2	GPR4	GPR2	GPR4
Taxa _S - Riqueza	6	2	9	3
Individuals - Abundancia	39	97	40	18
Simpson _{1-D}	0,32	0,25	0,58	0,49
Shannon _H	0,75	0,41	1,36	0,85
Equitability _J	0,42	0,60	0,62	0,77

2.11.4 Resultados monitoreo de vertimientos

En las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos para los vertimientos monitoreados sobre el río Párraga en ambas campañas de monitoreo, para los parámetros medidos en campo, así como los reportados en laboratorio para parámetros fisicoquímicos, metales y metaloides, iones y parámetros microbiológicos.

Sobre el río Párraga son descargados dos vertimientos de interés en el marco del desarrollo del PORH. Estos vertimientos fueron monitoreados por el laboratorio Saneamiento Ambiental SAAM S.A.S., el día 21 de abril de 2023, mediante monitoreos compuestos y aforos volumétricos o de área velocidad. En la Tabla 2-51 a continuación se presentan los resultados obtenidos para los vertimientos de interés y que fueron monitoreados. Se presenta un vertimiento de ARD y otro de ARnD.

Tabla 2-51. Caracterización fisicoquímica y aforos de los vertimientos sobre el río Párraga

Variable analizada	Unidades	VGPR1	VGPR2
		Vertimiento corregimiento San Antonio de los Caballeros	Vertimiento Trapiche La Palestina
Tipo		ARD	ARnD
pH máximo	Unidades de pH	5.84	7.56
pH mínimo	Unidades de pH	4.15	7.42
Temperatura muestra máximo	°C	29.8	25.3
Temperatura muestra min	°C	24.2	24.5
Temperatura ambiente	°C	24.6	25.1
Conductividad eléctrica	u/cm	987	292
Oxígeno disuelto	mg/L	0.4	1.81
Caudal máximo	L/seg	0.16	0.04
Caudal mínimo	L/seg	0.13	0.04
Caudal promedio	L/seg	0.14	0.04
Demanda Química de Oxígeno	mg/ L O2	406	17
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/ L O2	263	9
Demanda Bioquímica de Oxígeno Soluble	mg/ L O2	210	<2
Demanda Bioquímica de Oxígeno Ultima	mg/ L O2	283	10
Sólidos Suspendidos Totales	mg/ L	145	389
Sólidos Suspendidos Volátiles	mg/ L	111	53
Sólidos sedimentables	mL/L	1.2	0.6
Sólidos Disueltos Totales	mg/ L	462	310
Turbiedad	NTU	81.8	13.6
Nitratos	mg/L N-NO3	0.8	5.3
Nitritos	mg/L N-NO2	<0.010	<0.010
Nitrógeno Amoniacal	mg/ L	23.4	<1.00
Nitrógeno Total - Cálculo	mg/ L N	52.2	5.3
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/ L N	51.4	<5.00
Fósforo Total	mg/ L P	1.5	<1.0
Fosfatos	mg/L PO4	0.975	0.383
Grasas y Aceites	mg/ L	16.6	<0.50
Sustancias Activas al Azul de Metileno	mg/ L	12.5	3.9
Fenoles	mg/ L	<0.15	<0.15
Alcalinidad Total	mg/L CaCO3	359	284

Variable analizada	Unidades	VGPR1	VGPR2
		Vertimiento corregimiento San Antonio de los Caballeros	Vertimiento Trapiche La Palestina
Tipo		ARD	ARnD
Hierro	mg/L Fe	0.155	0.136
Manganeso	mg/L Mn	0.041	0.371
Cobre	mg/L Cu	0.014	0.015
Plomo Total	mg/L Pb	<0.010	<0.010
Níquel	mg/L Ni	0.013	0.01
Cromo total	mg/L Cr	<0.005	<0.005
Cadmio Total	mg/L Cd	0.003	0.003
Cinc	mg/L Zn	0.051	0.028
Mercurio Total	mg/L Hg	<0.001	<0.001
Cloruros	mg/L Cl	53.6	10.9
Sulfatos	mg/L SO ₄	76	51
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	<1	2.00E+02
Coliformes Totales	NMP/100 mL	1.30E+07	4.80E+04

2.12 Índices de calidad y contaminación

Los índices de calidad (ICA) y contaminación (ICO) del recurso hídrico, son una herramienta que facilita la valoración de la calidad del agua, ya que un índice es un único número que expresa la calidad de la fuente, integrando los valores de ciertos parámetros en una expresión simple, cuyo resultado permite clasificar la condición de la fuente. (Anascol, 2022).

Los indicadores de calidad y contaminación dan cuenta del deterioro de las condiciones de calidad de la fuente conforme avanza el flujo de la corriente.

2.12.1 Índice de calidad de agua ICA- IDEAM en el río Párraga

El Índice de calidad del agua es el valor numérico que califica en una de cinco categorías, la calidad del agua de una corriente superficial, con base en las mediciones obtenidas para un conjunto de cinco, seis o siete variables, registradas en una estación de monitoreo j en el tiempo t (CEPAL, 2023). El indicador se puede calcular con un diferente conjunto de variables medidas, cuya cantidad y tipo depende de la disponibilidad de datos, de las diferentes presiones contaminantes a las cuales están sometidos los diferentes cuerpos de agua y del tipo de cuerpo de agua. El ICA IDEAM define el grado de calidad de un cuerpo de agua determinado (Tabla 2-52), con lo que se pretende reconocer problemas de contaminación de una manera ágil y permite evaluar una amplia cantidad de recursos hídricos en forma periódica.

Tabla 2-52. Clasificación del ICA IDEAM (ENA 2010 y CEPAL, 2023)

CLASIFICACIÓN	VALORACIÓN
Buena	0.91 - 1.00
Aceptable	0.71 - 0.90
Regular	0.51 - 0.70
Mala	0.26 - 0.50
Muy Mala	0 - 0.25

En la campaña 1 para índice de calidad IDEAM del río Párraga en todas las estaciones monitoreadas la calidad se mantuvo MALA. En la campaña 2 la primera estación tiene una calidad de agua aceptable, a partir de ahí en las demás estaciones la calidad del agua se deteriora a REGULAR (Tabla 2-53).

Tabla 2-53. Valores de ICA Monitoreo sobre el Río Párraga

ID	Nombre	ICA - IDEAM Campaña 1		ICA - IDEAM Campaña 2	
		Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
GPR1	Derivación 1	6.2 km		0,78	ACEPTABLE
GPR2	Puente vía Florida - Pradera	17.8 km	MALO	0,57	REGULAR
GPR3	Puente vía Candelaria - Florida	31.9 km		0,61	REGULAR
GPR4	Antes Desembocadura a río Fraile	45.8 km	MALO	0,63	REGULAR

Fuente: (Elaboración propia CVC-UNIVALLE Convenio 245-021, 2023)

2.12.2 Índice de Calidad CETESB para el río Párraga

Este índice permite definir el estado de calidad de una corriente o de un tramo de ésta. Resume en un vistazo las condiciones de la calidad del agua en un intervalo de tiempo específico. Es un indicador que puede ser fácilmente interpretado por todo tipo de público. Además, permite reconocer problemas de contaminación en un cuerpo de agua y evaluar cómo ha evolucionado la calidad del cuerpo de agua al realizar monitoreos con una cierta periodicidad (CEPAL, 2023). El ICA CETESB, como se presenta en la tabla siguiente, permite clasificar el cuerpo de agua cualitativamente entre pésima calidad y excelente calidad (Tabla 2-54).

Tabla 2-54. Clasificación ICA CETESB

CLASIFICACIÓN	VALORACIÓN
Excelente	$100 < ICA < 79$
Buena	$79 < ICA < 51$
Regular	$51 < ICA < 36$
Mala	$36 < ICA < 19$
Pésima	$ICA < 19$

Fuente: IQA –Índice de Qualidade das Águas. CETESB (CEPAL, 2023)

Con relación al índice de calidad CETESB la calidad se mantuvo MALA para las estaciones monitoreadas en la primera campaña. En la campaña 2 la única estación con deterioro de su calidad fue en el punto de monitoreo GPR2, cuya clasificación fue REGULAR (Tabla 2-55).

Tabla 2-55. Valores de ICA CETESB Monitoreo sobre el Río Párraga

ID	Nombre	ICA CETESB Campaña 1		ICA CETESB Campaña 2	
		Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
GPR1	Derivación 1	6.2 km		67,66	BUENA
GPR2	Puente vía Florida - Pradera	17.8 km	MALA	48,00	REGULAR
GPR3	Puente vía Candelaria - Florida	31.9 km		73,18	BUENA
GPR4	Antes Desembocadura a río Fraile	45.8 km	MALA	59,13	BUENA

2.12.3 Índice de calidad DINIUS para el río Párraga

El índice de calidad de DINIUS indica la calidad general del agua de acuerdo con su uso en específico, para este caso se tomó en cuenta el criterio general y consumo humano (Flores Rengifo, 2022). El índice toma en cuenta 12 parámetros: Oxígeno Disuelto (OD), Coliformes Totales (CT), Coliformes Fecales (CF), Potencial de Hidrógeno (pH), Demanda Bioquímica (DBO), Diferencia de Temperatura ΔT , Conductividad Eléctrica, Color, Dureza, Cloruros, Alcalinidad y Nitratos. El valor resultado del ICA DINIUS se interpreta de acuerdo con la escala de clasificación en un rango de 0 (inaceptable) a 100 (excelente), como ya se mencionó el índice indica la calidad general del agua de acuerdo con su uso (Tabla 2-56).

Tabla 2-56. Clasificación de la calidad del agua según el ICA para el índice de DINIUS

CLASIFICACIÓN	VALORACIÓN
Excelente	91-100
Buena	81-90
Regular	51-80
Mala	41-50
Pésima	0-40

Fuente: (Flores Rengifo, 2022)

En cuanto al índice de calidad DINIUS, en las dos campañas 1 y 2, la calidad del agua se mantuvo REGULAR en todas las estaciones monitoreadas (Tabla 2-57)

Tabla 2-57. Valores de DINIUS Monitoreo sobre el Río Párraga

ID	Nombre	DINIUS Campaña 1		DINIUS Campaña 2	
		Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
GPR1	Derivación 1	6.2 km		73,29	REGULAR
GPR2	Puente vía Florida - Pradera	17.8 km	REGULAR	65,06	REGULAR
GPR3	Puente vía Candelaria - Florida	31.9 km		78,21	REGULAR
GPR4	Antes Desembocadura a río Fraile	45.8 km	REGULAR	69,22	REGULAR

Fuente: (Elaboración propia CVC-UNIVALLE Convenio 245-021, 2023)

2.12.4 Índice de Contaminación ICOMO

El índice de contaminación por mineralización – ICOMO evalúa las variables como oxígeno disuelto, DBO₅, y coliformes totales y fecales. Permite evaluar la contaminación de un cuerpo de agua en relación con el grado de contaminación por materia orgánica (CEPAL, 2023). El Índice expresa el valor promedio de los índices para tres variables elegidas en un rango de 0 a 1, índices próximos a cero (0) reflejan muy baja contaminación por mineralización y cercanos a 1 lo contrario (Tabla 2-58) (Ramírez et al., 1997).

Tabla 2-58. Clasificación de la Contaminación ICOMO

Clasificación De La Contaminación	Valores Del ICO
Muy baja	0 - 0.2
Baja	0.2 - 0.4
Media	0.4 - 0.6
Alta	0.6 - 0.8

Clasificación De La Contaminación	Valores Del ICO
Muy Alta	0.8 - 1.0

Fuente: Ramírez, A. y Viña, (1997) (CEPAL, 2023)

En cuanto a los resultados para el ICOMO, la clasificación para la primera campaña fue de ALTA contaminación en las dos estaciones monitoreadas. Sin embargo, en la segunda campaña en todos los puntos de monitoreo la clasificación fue de MUY BAJA contaminación por mineralización (Tabla 2-59).

Tabla 2-59. Valores de ICOMO Monitoreo sobre el Río Párraga

ID	Nombre	ICOMO Campaña 1		ICOMO Campaña 2	
		Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
GPR1	Derivación 1	6.2 km		0,17	NINGUNA
GPR2	Puente vía Florida - Pradera	17.8 km	ALTA	0,16	NINGUNA
GPR3	Puente vía Candelaria - Florida	31.9 km		0,06	NINGUNA
GPR4	Antes Desembocadura a río Fraile	45.8 km	ALTA	0,13	NINGUNA

Fuente: (Elaboración propia CVC-UNIVALLE Convenio 245-021, 2023)

2.12.5 2. Índice de contaminación ICOTRO

Este índice se utiliza para la evaluación de la variable fósforo. Éste componente está ligado tan sólo a los ortofosfatos que lo conforman, por ser el nutriente limitante, este define la eutrofización de los ecosistemas acuáticos; así, en aguas claras pueden dar origen a comunidades de perifiton, mientras que en caños y quebradas de bajas altitudes pueden estar asociadas a comunidades de fitoplancton y macrófitas, debido a que en temporadas de sequía los cuerpos de agua se estancan o poseen una velocidad muy reducida (CEPAL, 2023). En la Tabla 2-60 se presenta la clasificación de la contaminación por el índice ICOTRO.

Tabla 2-60. Clasificación de la Contaminación ICOTRO

Clasificación	Peso	Expresada como
Oligotrófico	< 0.01	mg/L
Mesotrófico	0.01 - 0.02	mg/L
Eutrófico	0.01 - 1	mg/L
Hipereutrófico	< 1	mg/L

En cuanto al índice de contaminación ICOTRO, se observa en la Tabla 2-61, que para el tiempo seco la clasificación los valores máximos fue HIPEREUTRÓFICO para las dos estaciones de monitoreo, mientras que para la segunda campaña la estación de monitoreo clasificó el agua en condición Eutrófica excepto el punto GPR3 don de su clasificación fue de HIPEREUTRÓFICA (Tabla 2-61).

Tabla 2-61. Clasificación índice de contaminación ICOTRO Río Párraga

Estación de monitoreo	ID	Abscisa (km)	Tiempo seco – C1		Tiempo húmedo – C2	
			Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
Derivación 1	GPR1	6.2 km			1	EUTRÓFICO
Puente vía Florida - Pradera	GPR2	17.8 km	1,86	HIPEREUTRÓFICO	1	EUTRÓFICO
Puente vía Candelaria - Florida	GPR3	31.9 km			2,4	HIPEREUTRÓFICO

Estación de monitoreo	ID	Abscisa (km)	Tiempo seco – C1		Tiempo húmedo – C2	
			Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
Antes Desembocadura a río Fraile	GPR4	45.8 km	4,34	HIPEREUTRÓFICO	1	EUTRÓFICO

* O: Oligotrófico, M: Mesotrófico, E: Eutrófico, H: Hipereutrófico

2.12.6 Índices históricos de calidad y de contaminación

La CVC cuenta actualmente con una red de monitoreo de calidad de agua sobre el río Bolo. Con los monitoreos ejecutados por la corporación de manera anual o semestral durante los años 2005 y 2022, fue posible realizar un seguimiento a la calidad del agua e identificar el comportamiento de la corriente durante las temporadas secas y las temporadas húmedas.

En la Tabla 2-62 se compilan los resultados de los índices de calidad históricos, se observa entonces que el ICA IDEAM para tiempo seco presentó una calificación similar para las tres estaciones monitoreadas históricamente. Se observa para la estación GPR2 una variación entre calidad mala y regular, mientras que para la estación GPR3 la varió entre muy mala y mala; y para la estación de monitoreo GPR4 osciló entre muy mala y regular. Para el tiempo húmedo, en la estación GPR2 la calificación osciló entre mala y regular, mientras que para la estación de monitoreo GPR3 osciló entre muy mala y mala; finalmente para la última estación de monitoreo, GPR4 la calificación histórica osciló entre muy mala y regular.

Con respecto al ICETEBS, en la estación GPR3 se mantuvo entre pésima y mala, y en la estación de monitoreo GPR4 osciló entre pésima y regular. En tiempo húmedo, la calificación de la calidad para la estación GPR2 varió entre mala y el límite entre regular-buena; en la estación GPR3 el rango de variación fue más alto y estuvo entre pésima y buena. Finalmente, para la estación GPR4 la calificación osciló entre pésima y regular.

El ICA DINUS en el tiempo seco, para la estación GPR2 la calificación de la calidad varió entre mala y regular, mientras que para las estaciones GPR3 y GPR4 la calificación osciló entre muy mala y regular. En tiempo húmedo, la calificación para la estación GPR2 también estuvo entre mala y regular; mientras que para las estaciones GPR3 y GPR4, igual que en tiempo seco, la calidad se mantuvo entre muy mala y regular.

El índice de contaminación ICOMO, para el tiempo seco en la estación GPR2 varió entre baja hasta muy alta, mientras que para las estaciones GPR3 y GPR4 la contaminación osciló entre alta y muy alta. Para el tiempo húmedo la contaminación en la estación GPR2 varió entre media y muy alta, rango que se redujo para la estación GPR3 y se mantuvo entre alta y muy alta. Finalmente, para la estación GPR4 la contaminación varía históricamente entre media y muy alta (Tabla 2-62).

En cuanto al índice de contaminación ICOTRO, se observa en la Tabla 2-62, que para el tiempo seco la clasificación los valores máximos fue hipereutrófico para las tres estaciones de monitoreo, mientras que para los valores mínimos la clasificación fue eutrófico para las tres estaciones de monitoreo. Por otra parte, para el tiempo húmedo en la estación GPR2 la calificación de la contaminación varió entre hipereutrófico y oligotrófico, mientras que para la estación GPR3 se mantuvo en eutrófico; en el caso de la estación GPR4 la variación histórica se presentó entre hipereutrófica y oligotrófica.

Tabla 2-62. Índices históricos calculados del río Párraga para cada uno de los puntos de la red de monitoreo de la CVC durante el periodo 2005 al 2022

SECO													
Estación de monitoreo			INDICE	ICA IDEAM	ICA CETESB	DINIUS		ICOMO		ICOTRO			
Puente vía Florida - Pradera	GPR2	17.8 km	Máximos históricos	0,59	REGULAR	57,39	BUENA	62,70	REGULAR	0,87	MUY ALTA	5,07	HIPEREUTRÓFICO
Puente vía Candelaria - Florida	GPR3	31.9 km	Máximos históricos	0,47	MALO	30,59	MALA	56,02	REGULAR	0,98	MUY ALTA	1,13	HIPEREUTRÓFICO
Antes Desembocadura a río Fraile	GPR4	45.8 km	Máximos históricos	0,52	REGULAR	37,56	REGULAR	61,39	REGULAR	0,98	MUY ALTA	1,91	HIPEREUTRÓFICO
Puente vía Florida - Pradera	GPR2	17.8 km	Mínimos históricos	0,28	MALO	27,45	MALA	41,47	MALA	0,37	BAJA	0,24	EUTRÓFICO
Puente vía Candelaria - Florida	GPR3	31.9 km	Mínimos históricos	0,23	MUY MALO	15,83	PÉSIMA	35,48	MUYA MALA	0,81	MUY ALTA	0,03	EUTRÓFICO
Antes Desembocadura a río Fraile	GPR4	45.8 km	Mínimos históricos	0,21	MUY MALO	15,01	PÉSIMA	35,18	MUYA MALA	0,71	ALTA	0,03	EUTRÓFICO
HUMEDO													
Estación de monitoreo			INDICE	ICA IDEAM	ICA CETESB	DINIUS		ICOMO		ICOTRO			
Puente vía Florida - Pradera	GPR2	17.8 km	Máximos históricos	0,62	REGULAR	51,39	BUENA	64,02	REGULAR	0,80	MUY ALTA	2,24	HIPEREUTRÓFICO
Puente vía Candelaria - Florida	GPR3	31.9 km	Máximos históricos	0,67	REGULAR	57,80	BUENA	61,32	REGULAR	0,98	MUY ALTA	0,96	EUTRÓFICO
Antes Desembocadura a río Fraile	GPR4	45.8 km	Máximos históricos	0,67	REGULAR	50,22	REGULAR	#¡VALOR!	#¡VALOR!	0,98	MUY ALTA	2,66	HIPEREUTRÓFICO
Puente vía Florida - Pradera	GPR2	17.8 km	Mínimos históricos	0,32	MALO	27,63	MALA	44,14	MALA	0,41	MEDIA	0,00	OLIGOTRÓFICO
Puente vía Candelaria - Florida	GPR3	31.9 km	Mínimos históricos	0,23	MUY MALO	14,51	PÉSIMA	35,48	MUYA MALA	0,66	ALTA	0,03	EUTRÓFICO
Antes Desembocadura a río Fraile	GPR4	45.8 km	Mínimos históricos	0,20	MUY MALO	14,05	PÉSIMA	28,46	MUYA MALA	0,56	MEDIA	0,00	OLIGOTRÓFICO

2.13 Indicadores biológicos

Respecto a indicadores biológicos, se realizó el cálculo tomando en consideración los resultados de algunos parámetros de monitoreo de calidad de la corriente hídrica superficial, para lo cual se presenta los principales resultados correspondientes a la primera y segunda campaña de monitoreo.

2.13.1 Índice BMWP

El índice BMWP/Col es un método usado para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como bioindicadores, este método solo requiere establecer el nivel taxonómico hasta familia, a cada una de ellas se le otorga un valor determinado que va de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia que estos grupos tienen ante la contaminación orgánica, en donde las familias más sensibles reciben un puntaje mayor (Roldán, 2003), la suma de los puntajes de cada familia proporciona el valor total BMWP/Col. Fueron establecidas cinco categorías de calidad del agua de acuerdo con el valor total BMWP/Col y son las que se muestran en la Tabla 2-63.

Tabla 2-63. Niveles de clasificación de la calidad del agua según el índice BMWP/Col (Fuente Roldán, 2003)

CLASE	BMWP/Col	SIGNIFICADO	CALIDAD
I	>150, 101-120	Aguas muy limpias no contaminadas	Buena
II	61-100	Aguas donde se evidencia algún efecto de contaminación	Aceptable
III	36-60	Aguas contaminadas	Dudosa
IV	16-35	Aguas muy contaminadas	Critica
V	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	Muy critica

La calidad biológica del agua según el indicador BMWP/ Univalle para el río Párraga mostró aguas en condiciones “Muy Críticas a Crítica” en la temporada seca, y para la época de lluvia la condición corresponde a “Dudosa a Muy Crítica” mostrando aguas de baja calidad en ambas estaciones Tabla 2-64; lo cual explica la presencia de organismos como *Helobdella sp.* y Chironomidae adaptados a condiciones de presencia de materia orgánica en el sistema.

Tabla 2-64. Índices de diversidad y de calidad del agua BMWP para el río Párraga

Puntos de Monitoreo		Campaña 1		Campaña 2	
		E. Seca	BMWP/Col	E. Lluvia	BMWP/Col
GPR2	Puente Vía Pradera-Florida	7	MUY CRITICA	44	DUDOSA
GPR4	Antes confluencia al río Fraile	43	CRITICA	8	MUY CRITICA

3. FASE III. IDENTIFICACIÓN DE USOS POTENCIALES: PROSPECTIVA

3.1 Proyección de la demanda total de agua para el río Párraga

Para estimar la proyección de la demanda total del tramo de río Párraga en ordenación se utilizará la proyección poblacional y producción agrícola asociada al todo el sistema Guachal, debido a la limitación en disponibilidad de la información relacionada con las actividades

industriales y agropecuarias; dado que no existen estas estimaciones para el en el tramo de estudio. Partiendo que porcentaje del área de la subcuenca Guachal en el sistema Guachal es 3,9%, tal como se representa en la Tabla 2-13.

3.1.1 Enfoque Metodológico

En primer lugar, se estimó la demanda hídrica humana utilizando datos demográficos proyectados para el municipio de Pradera y para ello, se tomó en cuenta la dotación diaria de agua per cápita, medida en litros por habitante por día, ajustada por las proyecciones de crecimiento poblacional desde 2025 hasta 2044.

En paralelo, se realizó una evaluación detallada del consumo hídrico de los cultivos predominantes en el sistema de la cuenca del río Guachal, que incluyen caña de azúcar, café, frutas y hortalizas, pasturas, maíz, frijol, algodón y arroz. Para cada cultivo, se utilizó una fórmula específica que calcula la demanda hídrica en función de la extensión de tierra cultivada y el consumo diario de agua por hectárea, expresado en metros cúbicos por día. Estos datos, combinados con la extensión estimada de cada cultivo en las diferentes subcuencas, permitieron proyectar la demanda hídrica agrícola. La metodología consideró la diversidad de cultivos y su distribución geográfica, lo que permitió reflejar con mejor precisión la presión hídrica ejercida por la agricultura. En la Tabla 3-1 se presenta la relación de la población estimada al año 2024 para los municipios localizados dentro de la cuenca del sistema Guachal, como también la relación de las actividades productivas que se presentan en el territorio.

Tabla 3-1. Relación de los afluentes de la Cuenca Guachal, municipios de influencia, población estimada y actividades agrícolas con su extensión

cuenca	Municipio	Población Estimada (2024)	Actividades Agrícolas	Extensión Aproximada (ha)	
Fraile	Florida	58.522	Cultivos de caña de azúcar.	3.000	
			Ganadería en pequeñas explotaciones.	500	
			Producción de maíz y frijol en áreas rurales.	800	
Párraga	Pradera	49.416	Café en las zonas más altas.	1.200	
			Cultivos de frutas (banano, plátano) y hortalizas.	600	
			Ganadería en praderas abiertas.	400	
Bolo	Palmira	359.549	Extensas plantaciones de caña de azúcar.	25.000	
			Cultivos de algodón	1.000	
			Arroz y frutas tropicales	1.200	
Aguaclara	Palmira		Predomina el cultivo de caña de azúcar.	10.000	
			Producción de frutas y hortalizas en áreas rurales.	1.500	
Palmira	Palmira		Caña de azúcar como cultivo dominante.	12.000	
			Arroz	2.000	
			Ganadería y pastos.	1.000	
Guachal	Palmira		94.103	Caña de azúcar.	8.000
				Cultivos de frutales (cítricos, mango) y hortalizas.	1.000
				Ganadería	1.500

Para obtener una visión más integral de la demanda hídrica de la cuenca hasta 2044, se incorporó un modelo de tasa de crecimiento del PIB agrícola, calculado a partir de datos económicos históricos. Este modelo permitió ajustar las proyecciones de demanda hídrica agrícola en función de las tendencias de crecimiento económico y de producción agrícola en el Valle del Cauca. El resultado fue una estimación anualizada de la demanda hídrica, que incluye

tanto el consumo humano como el agrícola, y que permite anticipar los posibles escenarios de escasez de agua en la cuenca. La metodología destaca por su enfoque en la integración de datos económicos y demográficos, lo que ofrece una proyección más realista y contextualizada de las necesidades hídricas.

Se subraya la importancia de considerar las dinámicas de crecimiento poblacional y agrícola al evaluar la sostenibilidad de los recursos hídricos en la cuenca Fraile. La creciente demanda, impulsada por ambos factores, requiere de una gestión cuidadosa y adaptativa del recurso hídrico. Aunque la metodología proporciona una estimación robusta de la demanda futura, reconoce la necesidad de actualizar constantemente los datos y las proyecciones para reflejar los cambios en las condiciones económicas, demográficas y climáticas. Así, los resultados obtenidos no solo reflejan la situación actual, sino que también proporcionan una herramienta valiosa para la planificación y gestión a largo plazo de los recursos hídricos en la región.

Finalmente, se hace una comparación básica de la demanda hídrica proyectada al 2025 con la oferta de agua disponible en la cuenca según la medición realizada en el marco del proceso de formulación del PORH. A partir de los datos de estaciones de monitoreo y control, se estimó la oferta hídrica anual y se comparó con la demanda total proyectada dando una aproximación de la capacidad actual de la cuenca.

3.1.1 Proyección de la Demanda Hídrica para Consumo Humano

Según datos de la Organización Mundial de la Salud en promedio una persona requiere de 100 litros al día de agua para suplir sus necesidades básicas. Para las proyecciones de la dotación para el área de estudio de la cuenca Guachal, establecida en 125 litros/habitante/día, se tomaron como referencia el promedio establecido por el IDEAM, medido como la dotación de agua diaria (DaD) de acuerdo con la localización del municipio y el área de interés según la altura sobre el nivel del mar para municipios con zonas atendidas de >2.000 m.s.n.m. (120 l/hab*día) y entre <1.000 – 2.000 m.s.n.m. (130 l/hab*día).

La cuenca Guachal tiene alrededor de 562.000 habitantes al 2024, según datos del DANE, en sus cuatro municipios de influencia (Florida, Pradera, Palmira, Candelaria). De esta forma, con los datos del DANE, basados en el Censo Nacional de Población, se estima el crecimiento poblacional de los municipios dentro de la Unidad Hidrográfica para el periodo comprendido entre los años 2020 al 2044.

Para estimar la proyección por cada tramo de las fuentes que forman parte de la cuenca del río Guachal se multiplica la población proyectada para cada año en cada municipio, por el porcentaje del área que tiene el municipio dentro de la Unidad Hidrográfica. Sin embargo, esta información al no estar disponible se realiza sobre la proyección poblacional general, como se expresa en la siguiente Ecuación (1).

$$DH_{hti} = \sum_{i=1}^n (DaD * 0.001 * h_t) * \left(\frac{1}{86400}\right) \quad (1)$$

Donde:

DH_{hti} = Demanda hídrica humana promedio año expresada en m³/seg

DaD = Dotación de agua diaria, medida en litros/habitante/día

h_t = Cantidad habitantes al año en los municipios de influencia de la cuenca

De esta forma; la proyección de demanda hídrica por consumo humano para los municipios de Florida y Candelaria para considerar en abastecimiento de agua potable para sus cabeceras municipales y corregimentales como son San Antonio de los Caballeros, La Regina, El Cabuyal, El Arenal, Buchitolo, y Villagorgona cuya fuente principal es el río Bolo (Tabla 3-2).

Tabla 3-2. Proyección de la demanda hídrica para consumo humano para los municipios de Florida, Pradera, Palmira y Candelaria, para el periodo 2020-2044

Año	Florida	m3/seg	Pradera	m3/seg	Palmira	m3/seg	Candelaria	m3/seg
2025	58.566	0,0692	49.487	0,0585	359.888	0,4254	94.202	0,1113
2026	58.600	0,0693	49.497	0,0585	359.988	0,4255	94.199	0,1113
2027	58.563	0,0692	49.519	0,0585	359.882	0,4254	94.215	0,1114
2028	58.536	0,0692	49.516	0,0585	359.731	0,4252	94.168	0,1113
2029	58.501	0,0692	49.508	0,0585	359.495	0,4249	94.091	0,1112
2030	58.464	0,0691	49.483	0,0585	359.210	0,4246	94.032	0,1111
2031	58.387	0,0690	49.434	0,0584	358.874	0,4242	93.968	0,1111
2032	58.328	0,0689	49.422	0,0584	358.453	0,4237	93.859	0,1109
2033	58.245	0,0688	49.357	0,0583	358.020	0,4232	93.742	0,1108
2034	58.162	0,0687	49.314	0,0583	357.469	0,4225	93.620	0,1107
2035	58.033	0,0686	49.228	0,0582	356.829	0,4218	93.496	0,1105
2036	58.260	0,0689	49.421	0,0584	358.225	0,4234	93.862	0,1109
2037	58.471	0,0691	49.600	0,0586	359.523	0,4250	94.202	0,1113
2038	58.667	0,0693	49.765	0,0588	360.725	0,4264	94.517	0,1117
2039	58.847	0,0696	49.918	0,0590	361.831	0,4277	94.807	0,1121
2040	59.011	0,0698	50.057	0,0592	362.841	0,4289	95.071	0,1124
2041	59.159	0,0699	50.183	0,0593	363.753	0,4300	95.310	0,1127
2042	59.292	0,0701	50.296	0,0595	364.570	0,4309	95.524	0,1129
2043	59.410	0,0702	50.396	0,0596	365.295	0,4318	95.714	0,1131
2044	59.513	0,0703	50.483	0,0597	365.927	0,4325	95.880	0,1133

3.1.2 Proyección de la Demanda Hídrica para para Producción Agrícola

El Valle del Cauca tiene varias actividades productivas agropecuarias entre las que se destacan la caña de azúcar, café, frutas y hortalizas, pasturas, maíz, frijol, algodón y arroz. Según Minagricultura (2016) y de acuerdo con datos abiertos de Colombia suministrados por la Secretaría de Desarrollo Rural, Agricultura y Pesca con actualización del 9 de julio de 2024, en las ciudades de influencia del sistema de la cuenca del río Guachal, se tiene que área de cada cultivo es la que se presenta en la Tabla 3-4.

Para obtener una visión más integral de la demanda hídrica de la cuenca hasta 2044, se incorporó un modelo de tasa de crecimiento del PIB agrícola que considera las proyecciones de instrumentos de planificación como los POT y EOT, calculado a partir de datos económicos históricos. Este modelo permitió ajustar las proyecciones de demanda hídrica agrícola en función de las tendencias de crecimiento económico y de producción agrícola en el Valle del Cauca. La metodología destaca por su enfoque en la integración de datos económicos y demográficos, lo que ofrece una proyección más realista y contextualizada de las necesidades hídricas.

De acuerdo con FAO (2012), Romero, Quintero y Monserrate (2016) y Naranjo (2019) el consumo de los cultivos presentes en las áreas de influencia en los ríos que abastecen la cuenca Guachal son: **Tabla 3-3.**

Tabla 3-3. Consumo hídrico por cultivo presente en el área de influencia del sistema de la Cuenca del río Guachal

Cultivo/Actividad	Consumo de Agua (m³/ha/día)
Caña de azúcar	32,88
Café	21,92
Frutas y hortalizas	19,18
Ganadería (Pasto)	13,7
Maíz y frijol	16,44
Algodón	24,66
Arroz	35,62

De esta forma la demanda hídrica de cultivos se calcula con la Ecuación 2 descrita a continuación

$$DH_{c_i} = \sum_{i=1}^n (Ext_i * C_i) * \left(\frac{1}{86400}\right) \quad (2)$$

Donde:

DH_{c_i} = Demanda hídrica para producción agrícola promedio año expresada en m3/seg

Ext_i = Extensión estimada de cultivo en el área de influencia en cada río de la cuenca

C_i = Tipo de cultivo sobre el área de influencia de la cuenca.

Así, el consumo medio por cada actividad agrícola estimado para el 2024 se presenta en la Tabla 3-4.

Tabla 3-4. Consumo hídrico promedio en cada cultivo presente en el área de influencia de sistema de la Cuenca del sistema Guachal por Hectárea

subcuenca	Municipio	Actividad Productiva	Extensión de Tierra (ha)	Consumo en m3/seg
Fraile	Florida	Caña de azúcar	3000	1,166
		Ganadería	500	0,081
		Maíz y frijol	800	0,155
Párraga	Pradera	Café	1200	0,311
		Frutas y hortalizas	600	0,136
		Ganadería	400	0,065
Bolo	Palmira	Caña de azúcar	25000	9,716
		Algodón	1000	0,291
		Arroz y frutales	1200	0,505
Aguaclara	Palmira	Caña de azúcar	10000	3,887
		Frutas y hortalizas	1500	0,340
Palmira	Palmira	Caña de azúcar	12000	4,664
		Arroz	2000	0,842
		Ganadería	1000	0,162
Guachal	Palmira	Caña de azúcar	8000	3,109
		Frutales y hortalizas	1000	0,227
		Ganadería	1500	0,243

3.1.3 Proyección de la Demanda Hídrica Total

Para calcular la demanda hídrica del sistema de la cuenca, se considera la suma del consumo humano y el consumo agrícola proyectado hasta 2044. No obstante, para estimar el consumo de agua por la producción agrícola, es necesario calcular la tasa de crecimiento anual entre 2025 y 2044. Para ello, se utilizó un modelo VAR (modelo de vectores autorregresivos), que es un sistema de ecuaciones diseñado para analizar las relaciones entre variables económicas. Este modelo matemático permite comprender la dinámica de sistemas complejos con variables interrelacionadas, corrigiendo los efectos que pueden tener unas variables sobre otras como es en este caso donde relacionamos las variables crecimiento económico y demanda de agua. Este modelo se aplicó utilizando los datos del cálculo de actualización del sistema de cuentas económicas distritales de Santiago de Cali para el período 2015-2022 (Cifuentes et al., 2023).

$$TCE_{ag,t} = \alpha_1 TCE_{ag,t-n} + \alpha_2 \pi_{t-n} + \alpha_3 i_{t-n} + \varepsilon_{ag,t-n} \quad (3)$$

Donde:

$TCE_{ag,t}$ = Tasa de crecimiento del PIB de la agricultura para el Valle del Cauca para el periodo estimado

$TCE_{ag,t-n}$ = Tasa de crecimiento del PIB de la agricultura para el Valle del Cauca para el periodo estimado rezagados

π_{t-n} = Variación de precios histórica

i_{t-n} = Tasa de interés histórica

De esta forma, a partir del modelo el promedio anual de crecimiento del sector agrícola para el Valle del Cauca fue 3.5386% con una significancia en la proyección del 97,8652. Con los datos de la proyección de consumo hídrico humano (DH_h), el cálculo por consumo de la producción agrícola (DH_c) y el incremento estimado de la producción agrícola (TCE_{ag}) se logró estimar la demanda hídrica de cuenca Guachal (DH_{cuenca}) con la Ecuación 4.

$$DH_{cuenca,t} = DH_{h_{ti}} + DH_{c_i} * TCE_{ag,t} \quad (4)$$

Así, los ríos que surten la cuenca, como el Fraile, Párraga y Guachal son fundamentales para mantener la sostenibilidad de la producción agrícola y el abastecimiento de agua potable en los municipios beneficiados. Sin embargo, la creciente demanda hídrica, exacerbada por el crecimiento poblacional y la expansión agrícola, plantea desafíos significativos para la gestión sostenible del recurso. En la Tabla 3-5 se presenta la demanda hídrica total proyectada para los municipios que hacen parte de la cuenca del río Guachal, incluido el río Párraga.

Se subraya la importancia de considerar las dinámicas de crecimiento poblacional y agrícola al evaluar la sostenibilidad de los recursos hídricos en la cuenca Gauchal. La creciente demanda, impulsada por ambos factores, requiere de una gestión cuidadosa y adaptativa del recurso hídrico. Aunque la metodología proporciona una estimación robusta de la demanda futura, reconoce la necesidad de actualizar constantemente los datos y las proyecciones para reflejar los cambios en las condiciones económicas, demográficas y climáticas. Así, los resultados obtenidos no solo reflejan la situación actual, sino que también proporcionan una herramienta valiosa para la planificación y gestión a largo plazo de los recursos hídricos en la región.

Tabla 3-5. Demanda hídrica proyectada al 2044 para los municipios que hacen parte de la cuenca del río Fraile (datos en m³/seg)

Año	Fraile		Párraga		Bolo-Palmira		Guachal		Demanda promedio por tipo en la cuenca		Demanda promedio estimada en la cuenca
	Humano	Agrícola	Humano	Agrícola	Humano	Agrícola	Humano	Agrícola	Humano	Agrícola	
2025	0,0692	1,2469	0,0585	0,5117	0,4254	20,4075	0,1113	3,5788	0,6645	25,7450	26,4095
2026	0,0693	1,2911	0,0585	0,5298	0,4255	21,1296	0,1113	3,7055	0,6646	26,6560	27,3206
2027	0,0692	1,3367	0,0585	0,5486	0,4254	21,8773	0,1114	3,8366	0,6645	27,5992	28,2638
2028	0,0692	1,3840	0,0585	0,5680	0,4252	22,6515	0,1113	3,9724	0,6642	28,5759	29,2401
2029	0,0692	1,4330	0,0585	0,5881	0,4249	23,4530	0,1112	4,1129	0,6638	29,5871	30,2509
2030	0,0691	1,4837	0,0585	0,6089	0,4246	24,2829	0,1111	4,2585	0,6633	30,6340	31,2974
2031	0,0690	1,5362	0,0584	0,6305	0,4242	25,1422	0,1111	4,4092	0,6627	31,7180	32,3808
2032	0,0689	1,5906	0,0584	0,6528	0,4237	26,0319	0,1109	4,5652	0,6620	32,8404	33,5024
2033	0,0688	1,6469	0,0583	0,6759	0,4232	26,9531	0,1108	4,7267	0,6612	34,0025	34,6637
2034	0,0687	1,7051	0,0583	0,6998	0,4225	27,9068	0,1107	4,8940	0,6602	35,2057	35,8660
2035	0,0686	1,7655	0,0582	0,7245	0,4218	28,8943	0,1105	5,0672	0,6591	36,4515	37,1106
2036	0,0689	1,8280	0,0584	0,7502	0,4234	29,9168	0,1109	5,2465	0,6617	37,7414	38,4031
2037	0,0691	1,8926	0,0586	0,7767	0,4250	30,9754	0,1113	5,4321	0,6641	39,0769	39,7410
2038	0,0693	1,9596	0,0588	0,8042	0,4264	32,0715	0,1117	5,6243	0,6663	40,4597	41,1260
2039	0,0696	2,0290	0,0590	0,8327	0,4277	33,2064	0,1121	5,8234	0,6683	41,8914	42,5597
2040	0,0698	2,1008	0,0592	0,8621	0,4289	34,3814	0,1124	6,0294	0,6702	43,3738	44,0439
2041	0,0699	2,1751	0,0593	0,8926	0,4300	35,5981	0,1127	6,2428	0,6719	44,9086	45,5805
2042	0,0701	2,2521	0,0595	0,9242	0,4309	36,8577	0,1129	6,4637	0,6734	46,4977	47,1711
2043	0,0702	2,3318	0,0596	0,9569	0,4318	38,1620	0,1131	6,6924	0,6747	48,1431	48,8178
2044	0,0703	2,4143	0,0597	0,9908	0,4325	39,5124	0,1133	6,9292	0,6759	49,8467	50,5226

3.2 Estimación cualitativa de los riesgos asociados a la reducción de la oferta del recurso hídrico del río Párraga

Con el objetivo de incluir en el PORH del río Párraga un análisis del riesgo asociado a la oferta de agua, se han evaluado las demandas potenciales de agua en diferentes actividades relacionadas con el río. Este análisis se basa en los resultados del Índice de Vulnerabilidad Hídrica (IVH) al desabastecimiento, proyectado para los años 2024, 2029, 2034 y 2044 en los tramos monitoreados; permitiendo identificar el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas como periodos largos de estiaje o fenómeno El Niño pueden generar riesgos de desabastecimiento.

La metodología utilizada sigue los lineamientos del Estudio Nacional del Agua (ENA, 2010), como son:

“La amenaza proyectada se consideró media y alta en los tramos donde el índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento (IVH) de alto y muy alto respectivamente.

La vulnerabilidad se determinó identificando las captaciones para abastecimiento doméstico, agrícola y piscícola en los tramos previamente identificados con amenaza alta y media, considerando como vulnerabilidad alta las que capten agua para uso doméstico y como de vulnerabilidad media las que se capten para los dos usos restantes.

Se realizó el análisis cualitativo para determinar el riesgo, considerando la condición más crítica, por ejemplo: vulnerabilidad alta y amenaza alta: riesgo alto, alguna de las dos en nivel alto y la otra en medio: riesgo alto; los dos en nivel medio: riesgo medio. Se generó un mapa de riesgo asociado a la reducción de oferta”

A continuación, se presenta el resultado de la determinación de la amenaza por desabastecimiento asociado a la oferta de agua para cada punto de monitoreo y proyectada por quinquenios para los escenarios normal y seco.

3.2.1 Análisis cualitativo de la reducción y disponibilidad de la oferta hídrica para el Río Párraga proyectada al 2044

Los resultados del Índice de Vulnerabilidad Hídrica por desabastecimiento (IVH) proyectado permitieron identificar las zonas de amenaza relacionadas con la oferta y la disponibilidad de agua, tanto para años secos como para años normales. La Tabla 3-6 muestra los resultados obtenidos para la estimación de estas amenazas proyectadas por quinquenio en escenarios de año normal y año seco para el río Párraga. Para año normal la vulnerabilidad de la oferta hídrica traducida en amenaza es ALTA desde el punto GPR2 y en el último tramo en el punto GPR4 en la confluencia con el río Fraile disminuye la amenaza a MEDIA.

Tabla 3-6 Amenaza proyectada de la oferta hídrica en los puntos de control en el río Párraga para año normal y seco en los periodos proyectados

AÑO NORMAL								
ID	IVH 2029 año normal	Amenaza por Oferta	IVH 2034 año normal	Amenaza por Oferta	IVH 2039 año normal	Amenaza por Oferta	IVH 2044 año normal	Amenaza por Oferta
GPR2	Muy Alto	Alta	Muy Alto	Alta	Muy Alto	Alta	Muy Alto	Alta
GPR4	Alto	Media	Alto	Media	Alto	Media	Alto	Media
AÑO SECO								
ID	IVH 2029 año seco	Amenaza por Oferta	IVH 2034 año seco	Amenaza por Oferta	IVH 2039 año seco	Amenaza por Oferta	IVH 2044 año seco	Amenaza por Oferta
GPR2	Muy Alto	Alta	Muy Alto	Alta	Muy Alto	Alta	Muy Alto	Alta
GPR4	Muy Alto	Alta	Muy Alto	Alta	Muy Alto	Alta	Muy Alto	Alta

Al analizar el riesgo por disponibilidad de la oferta del recurso hídrico asociada al uso del doméstico y agrícola, en cada punto de control, proyectada para cada quinquenio muestra el riesgo por oferta. En la Tabla 3-7 se presentan los resultados obtenidos para la estimación del riesgo de disponibilidad por oferta para año normal y seco; donde en año seco y húmedo el riesgo por oferta para los dos puntos de monitores es ALTA. El análisis para año normal por quinquenios muestra una amenaza ALTA en el punto GPR2, que disminuye a MEDIA en todos los quinquenios, La amenaza en año normal se expresa media para todos los quinquenios. En año seco las amenazas por quinquenio se convierten en ALTO para los usos agrícola y doméstico.

Tabla 3-7 Riesgo por disponibilidad de oferta hídrica asociada al uso del agua en los sitios de control en el río Párraga para año normal y seco

AÑO NORMAL							
ID	Captaciones	Vulnerabilidad	Amenaza por Oferta 2029	Amenaza por Oferta 2034	Amenaza por Oferta 2039	Amenaza por Oferta 2044	Riesgo por Oferta
GPR2	Agrícola, Domestico	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alto
GPR4	Agrícola, Domestico	Alta	Media	Media	Media	Media	Alto
AÑO SECO							
ID	Captaciones	Vulnerabilidad	Amenaza por Oferta 2029	Amenaza por Oferta 2034	Amenaza por Oferta 2039	Amenaza por Oferta 2044	Riesgo por Oferta
GPR2	Agrícola, Domestico	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alto
GPR4	Agrícola, Domestico	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alto

3.3 Modelación de la calidad del agua

En Colombia, los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) son instrumentos de planificación que deben ser formulados por las autoridades ambientales competentes. Estos planes deben incluir la aplicación de modelos de simulación de la calidad del agua, que permitan determinar la capacidad de asimilación de sustancias contaminantes y la capacidad de dilución de estas, de manera que a partir de esto se pueda evaluar los diferentes escenarios futuros a analizar.

Para cumplir con este objetivo, se llevaron a cabo dos campañas de monitoreo sobre diferentes puntos a lo largo del río Fraile, incluyendo tributarios, vertimientos, e identificación de captaciones y otras fuentes de extracción o aporte de agua y contaminantes. Los datos obtenidos de estas campañas se utilizaron para alimentar el modelo matemático Qual2Kw, el cual aportará resultados gráficos y numéricos que permitirán la toma de decisiones sobre actividades planificadas en el cuerpo de agua en el corto, mediano y largo plazo. En la implementación del modelo de calidad se siguió el protocolo de modelación definido en la guía nacional de modelación del recurso hídrico adoptada mediante la Resolución 959 del 31 de mayo de 2018.

Se presenta a continuación, la estructura conceptual para la modelación de la calidad del agua del río Párraga, donde se presenta la identificación de cada punto de interés, así como el nombre, la ubicación y la distancia a la que se encuentra respecto al nacimiento (Tabla 3-8, Figura 3-1, Figura 3-2)

Tabla 3-8. Esquematzación Río Párraga

Tipo	ID	Nombre	Distancia aguas abajo (km)	Latitud	Longitud
Punto de monitoreo	GPR1	Derivación 1	6.20	1098496,775	862857,5814
Captación	D1	Acequia La Aurora	7.16	1097527,397	862816,7722
Captación	D2	Acequia Sin Nombre - Derivación 2	7.18	1097511,034	862816,7576
Afluente	A1	Quebrada Grande	11.67	1094185,375	864623,2073
Afluente	A2	Quebrada La Alacranera	12.08	1094185,21	864813,6683
Vertimiento	V1	SOCIEDAD BENGALA AGRÍCOLA S.A.S.	13.29	1092901,246	864440,8531
Captación	D3	Acequia La Piscina (Captación Castilla) - Derivación 3	15.12	1091981,822	863770,3862
Afluente	A3	Zanjón Cabuyal (Quebrada Carisucio - Vertimientos VPC1, VPC2 y VPC3 - Cabecera municipal de Florida)	17.69	1089741,527	862515,1666
Punto de monitoreo	GPR2	Puente vía Florida - Pradera	17.80	1090040,941	862576,8523
Vertimiento	V2	Grasas y Pielés De Occidente Empresa Unipersonal En Liquidación	17.82	1090037,831	862604,497
Vertimiento	V3	CHARRY TRADING S.A.S.	17.88	1090040,482	862758,0953
Captación	D4	Acequia Canal de Panamá - Derivación 4	22.61	1086801,572	863634,0269
Captación	D5	Acequia Palestina - Derivación 5	22.61	1086801,572	863634,0269
Vertimiento monitoreado	V-GPR1	Vertimiento corregimiento San Antonio de los Caballeros	22.95	1086647,001	863898,0868
Afluente	A4	Quebrada Salsipuedes (Vertimientos Riopaila Castilla S.A. - STARD Fábrica Norte y STARD Campamento Casa 5)	23.11	1086406,148	863962,4045
Vertimiento	V4	Riopaila Castilla S.A. - STARI	24.07	1086406,148	863962,4045
Vertimiento monitoreado	V-GPR2	Aguas residuales domésticas sectores aledaños (Descarga antigua trapiche la Palestina)	25.10	1085269,605	864542,0925
Captación	D6	Cruz Lozada y Cía. Ltda. - Palestina Lote T2 - La Virginia	26.32	1084805,925	865312,7724
Captación	D7	Inversiones Regina S.A. - La Regina No.1 y 2	26.32	1084805,925	865312,7724
Captación	D8	Mayagüez S.A - Mayagüez/San Rafael/Rumia	27.84	1083944,46	865508,7003
Captación	D9	Mayagüez S.A - Mayagüez/San Rafael/Rumia	28.21	1083678,816	865702,0227
Vertimiento	V5	PSMV CORREGIMIENTO LA REGINA	28.87	1085995,281	864302,4441

Tipo	ID	Nombre	Distancia aguas abajo (km)	Latitud	Longitud
Captación	D10	Mayagüez S.A - Llano de Párraga / La Colombiana /Mayagüez	30.45	1082776,245	867172,7558
Vertimiento	V6	Mayagüez S.A Destilería y otros (cogeneración, calderas, torre y ARD)	30.50	1084950,057	870430,6568
Punto de monitoreo	GPR3	Puente vía Candelaria - Puerto Tejada	31.90	1081488,537	867697,0618
Captación	D11	Pontevedra S.A.S. - San Jorge - Maloya	32.63	1080951,099	868080,6385
Captación	D12	Pontevedra S.A.S. - Mallorca antes El Pailón	33.39	1080367,4	868411,9607
Captación	D13	Inversiones Harivalle S.A. - Santa Marta - Santa Teresita	33.70	1080104,927	868513,1356
Captación	D14	Álvaro José Balcázar Arboleda - El Pailón Bombeo	34.27	1079974,916	868989,1769
Captación	D15	Fernando Balcázar Jiménez - El Pailón lote A	34.27	1079974,916	868989,1769
Vertimiento	V7	ACUAVALLE - PSMV CANDELARIA - VPC2: Drenaje Sur	34.27	1083027,414	865726,0947
Captación	D16	Inversiones Harivalle S.A. - La Guaca	34.28	1079974,905	869004,5362
Captación	D17	Inversiones Harivalle S.A. - Santa Marta	34.29	1079950,202	869013,7333
Vertimiento	V8	ACUAVALLE - PSMV CANDELARIA - VPC1: Drenaje Norte	34.82	1082751,52	867209,5993
Captación	D18	Amalfi S.A. - Santa Marta Escarpeta – Hda. La Argelia	34.89	1079619,602	869403,6129
Captación	D19	Bryon Jiménez Álvaro (No activa) - La Esmeralda	35.11	1079421,995	869455,6874
Captación	D20	García Rincón S en C - Santa Marta	36.63	1078470,55	870342,7499
Captación	D21	Grupo Pichucho R.E Holguín S.C.A. - La Ceiba	36.63	1078464,376	870342,7453
Captación	D22	Juan José Borrero B. Sucesores y Cía. Ltda. - Santa Martha 3	37.43	1077933,486	870250,2005
Captación	D23	Grupo Pichucho R.E. Holguín S.C.A. - Santa Marta E - Garzonal y Potrerito	38.87	1076553,689	870147,8303
Afluente	A5	Quebrada Chontaduro (Vertimientos Mayagüez S.A - Producción de Caña de Azúcar y AGROPECUARIA DE OCCIDENTE S.A. (GP La Candelaria))	44.14	1073063,39	873128,1218
Captación	D24	Azcarate Rivera e hijos - Carrizal-Caribe y Yunde	44.90	1072375,088	873032,4225
Captación	D25	Bueno Plaza José Antonio - Santa Lucía	45.00	1072279,425	872989,3517
Captación	D26	Bueno Castro Alejandro - Las Palmas	45.00	1072279,425	872989,3517
Punto de monitoreo	GPR4	Antes desembocadura en río Fraile	45.80	1071563,418	872779,9819
Punto final	-	Confluencia con río Fraile	45.83	1071549,537	872764,6135

Fuente: (Elaboración propia CVC-UNIVALLE Convenio 245-021, 2023)

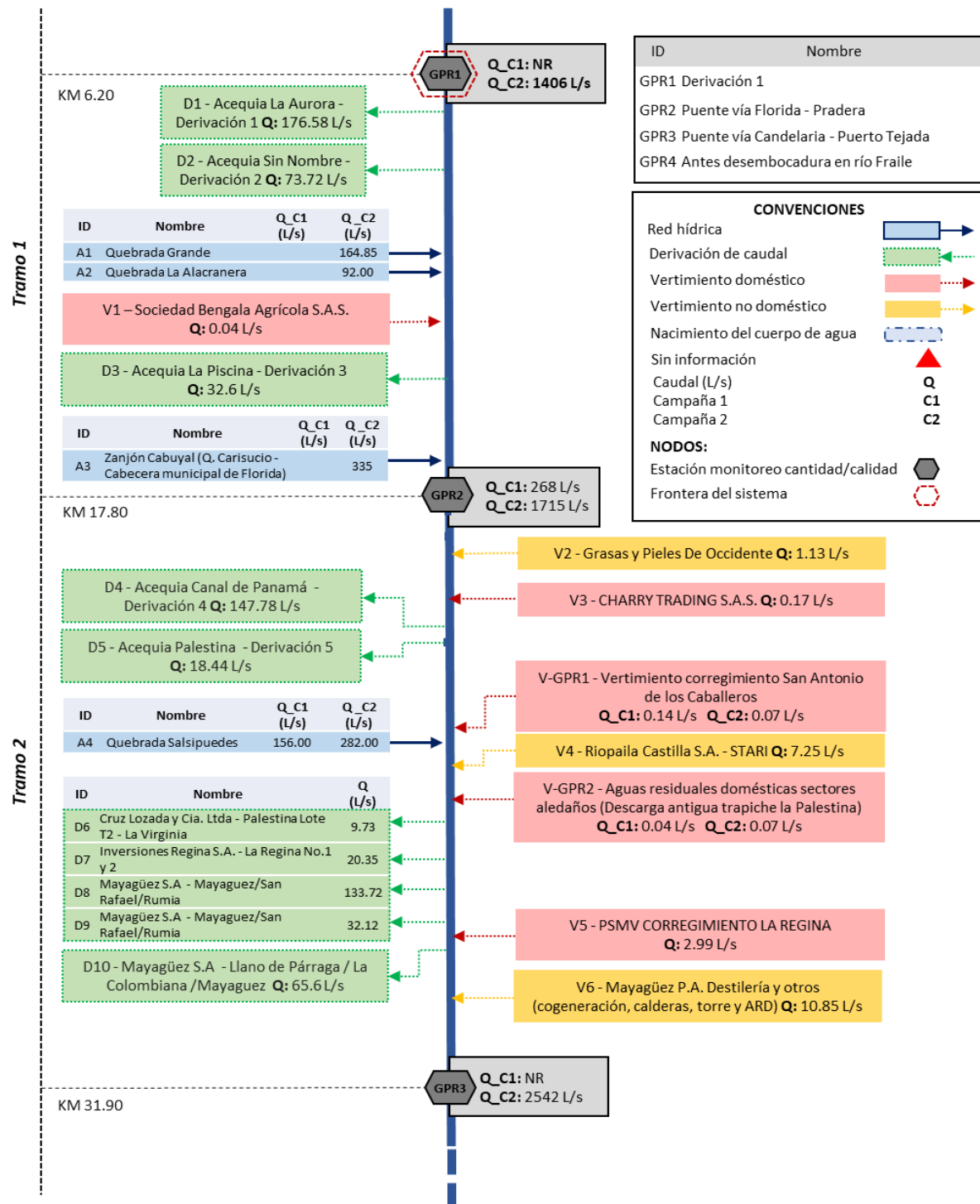


Figura 3-1. Esquema gráfico Río Párraga – Tramo 1 y 2

Fuente: (Elaboración propia CVC-UNIVALLE Convenio 245-021, 2023)

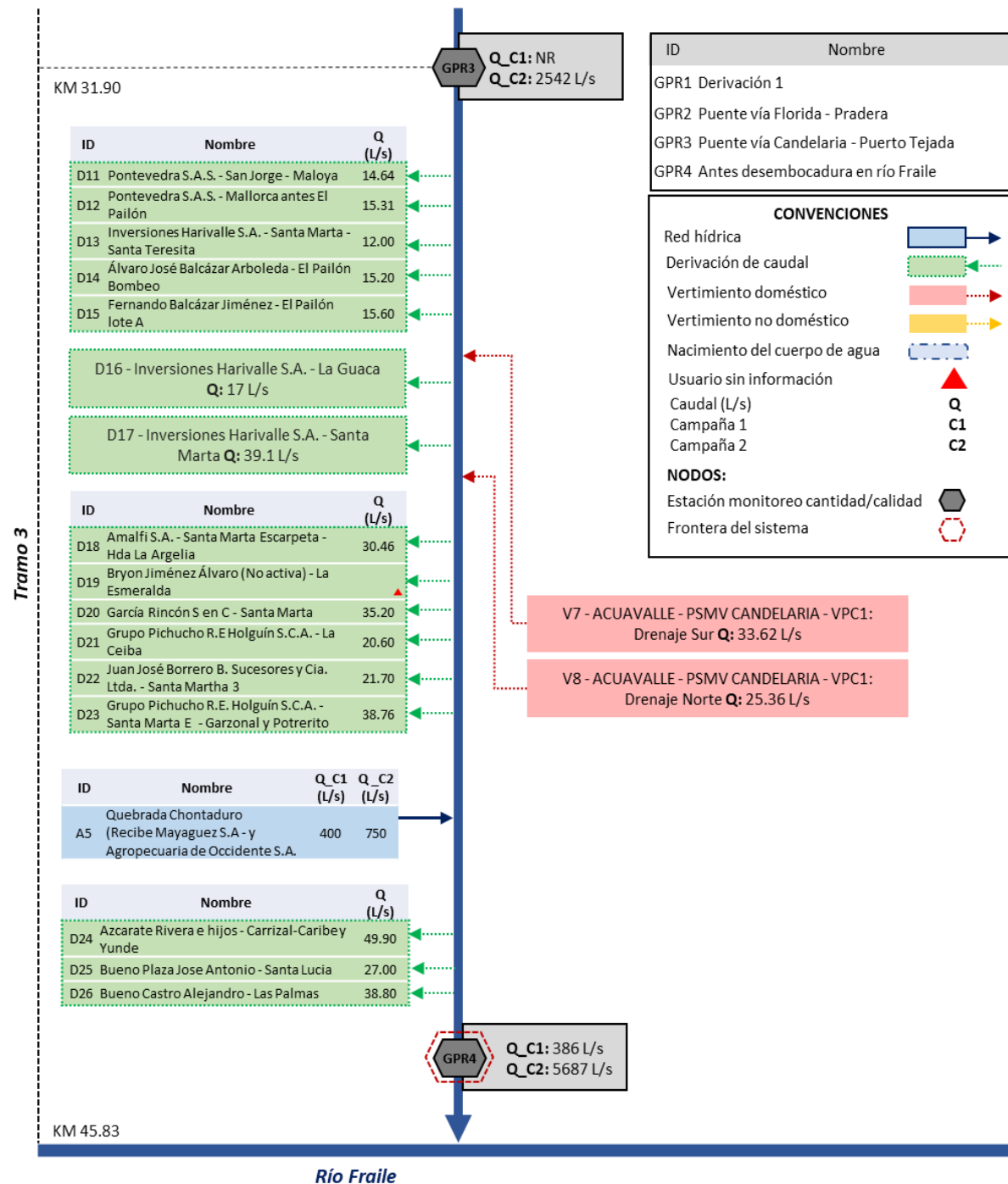


Figura 3-2. Esquema gráfico Río Párraga – Tramo 3

Fuente: (Elaboración propia CVC-UNIVALLE Convenio 245-021, 2023)

3.4 . Definición de tramos de análisis para el establecimiento de objetivos de calidad

La definición de tramos de análisis se realizó considerando las áreas del cuerpo de agua que se consideran homogéneas en términos hidrológico, hidráulico, geomorfológico, ecológico, de usos del agua y del suelo y/o de la calidad del recurso hídrico. De acuerdo con esto, a continuación, se presenta la definición de los tramos de análisis del río Párraga (Tabla 3-9).

Tabla 3-9. Definición de tramos de análisis Río Párraga

Tramo	Definición	Coordenadas ⁽¹⁾			
		Inicio tramo		Fin tramo	
		X	Y	X	Y
I	Desde el punto de monitoreo GPR1 - Derivación 1 en el kilómetro 6.2, hasta el punto de monitoreo GPR2 - Puente vía Florida - Pradera en el kilómetro 17.8	1098497.833	862856.163	1090034.704	862601.863
II	Desde el punto de monitoreo GPR2 - Puente vía Florida - Pradera en el kilómetro 17.8, hasta el punto de monitoreo GPR3 - Puente vía Candelaria - Florida en el kilómetro 32.94	1090034.704	862601.863	1080665.322	868248.994
III	Desde el punto de monitoreo GPR3 - Puente vía Candelaria - Florida en el kilómetro 32.94, hasta la desembocadura del río Párraga sobre el río Fraile en el kilómetro 45.8	1080665.322	868248.994	1071530.993	872774.119

⁽¹⁾ Sistema Magna Colombia Oeste

Fuente: (Elaboración propia CVC-UNIVALLE Convenio 245-021, 2023)

3.5 Calibración y confirmación del río Párraga

En la calibración y confirmación del software matemático de modelación de la calidad del agua Qual2Kw se realizó un análisis de todos los elementos que hacen parte de la esquematización de la corriente en cuanto a su caudal y calidad, de manera que fueran integrados a la calibración y confirmación realizada bajo el software.

Posterior al balance de caudales se llevó a cabo la calibración automática del modelo de calidad del agua para el río Párraga, esta calibración arrojó los valores de las constantes cinéticas que describen la dinámica de la corriente y con las cuales se realizó la corrida que permitió la validación del modelo. La calibración se realizó a partir de los datos de tiempo seco, obtenidos en la campaña 1 de monitoreo, mientras que la confirmación se desarrolló a partir de los datos obtenidos en campaña 2, temporada de lluvias.

Teniendo en cuenta que el Qual2Kw realiza la calibración automática de las constantes cinéticas mediante algoritmos genéticos para obtener un margen de error mínimo entre los datos medidos en campo y los datos simulados por el modelo, se seleccionó el índice de coincidencia

desarrollado por Willmott et al. (1985) como la función objetivo y se presenta a continuación en la ecuación (10):

$$f(x) = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (O_{ij} - P_{ij})^2}{\sum_{i=1}^n (|O_{ij} - \bar{O}_{ij}| + |P_{ij} - \bar{O}_{ij}|)^2} \quad (10)$$

Donde: O_{ij} es el valor observado, P_{ij} es el valor predicho por el modelo y $\bar{O}_{ij}$ es el valor observado promedio.

De acuerdo con la Guía Nacional de modelación del Recurso Hídrico para aguas superficiales continentales, el índice de coincidencia varía entre 0 y 1, con valores más altos indicando mejores ajustes. Este índice también está basado en la suma de los cuadrados de los residuales, pero está normalizado de acuerdo con un error potencial.

Una vez se ingresó al modelo toda la información de la campaña de monitoreo seleccionada para la calibración, se asignaron pesos iguales a todas las variables en la hoja de trabajo “Fitness” y se programó la función objetivo en esta misma hoja. Posteriormente se enlazó el valor de la función objetivo al algoritmo genético y las constantes cinéticas a calibrar en la hoja de trabajo “Rates”. En la Tabla 3-10 se muestra la estimación del índice de coincidencia, para cada variable modelada y el valor promedio final obtenido, que corresponde a 0.74 para la calibración y 0.63 para la confirmación.

Tabla 3-10. Valor final obtenido para la función objetivo – río Párraga

Fuente: (Elaboración propia CVC-UNIVALLE Convenio 245-021, 2023)

Variable	Unidades	Valor Fitness Calibración	Valor Fitness Confirmación
Conductividad	μs/cm	1.00	0.92
Sólidos suspendidos inorgánicos	mg/L	1.00	0.91
Oxígeno disuelto	mg/L	0.99	0.77
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	0.98	0.00*
Nitrógeno orgánico	mg/L	0.83	0.95
Nitrógeno amoniacal	mg/L	0.00*	0.28
Nitratos	mg/L	0.00*	0.31
Fósforo orgánico	mg/L	1.00	0.47
Fósforo inorgánico	mg/L	0.14	0.66
Fitoplancton	mg/L	1.00	0.50
Detritus	mg/L	1.00	0.74
Coliformes fecales	NPM/100mL	1.00	0.44
Alcalinidad	mg/L	0.99	0.90
pH	mg/L	1.00	0.61
Nitrógeno total	mg/L	0.00*	0.18
Fósforo total	mg/L	0.41	0.49
Sólidos suspendidos totales	mg/L	1.00	0.90
Temperatura	°C	0.98	0.98
Promedio		0.74	0.63

*El cálculo del fitness para algunas variables dio como resultado 0 o valores muy cercanos a 0, esto se debe a que el resultado de la caracterización fisicoquímica para todas las estaciones de monitoreo sobre el Párraga, o para la mayoría de ellas, se encontró por debajo del límite del método de cuantificación del laboratorio que realizó los análisis. De acuerdo con esto, los valores que se muestran en 0 no fueron tenidos en cuenta en el promedio final.

A continuación, se presentan los resultados gráficos obtenidos en la calibración y confirmación del modelo implementado para el río Párraga. En la Figura 3-3 se presenta la calibración y confirmación para el caudal. En la Figura 3-4 se presenta la calibración y confirmación para el parámetro de oxígeno disuelto. En la Figura 3-5 se presenta la calibración y confirmación para la demanda bioquímica de oxígeno – DBO5. En la Figura 3-6 se presenta la calibración y confirmación para la variable de sólidos suspendidos totales – SST. En la Figura 3-7 se presenta la calibración y confirmación del parámetro de patógenos (coliformes termotolerantes).

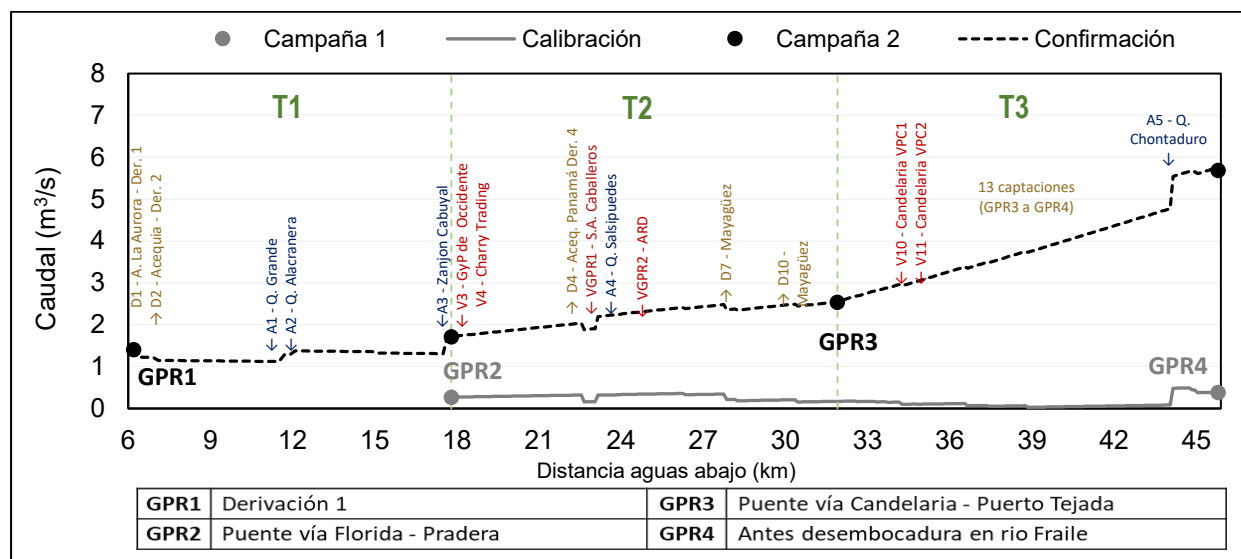


Figura 3-3. Calibración y confirmación de caudal Río Párraga

Fuente: (Elaboración propia CVC-UNIVALLE Convenio 245-021, 2023)

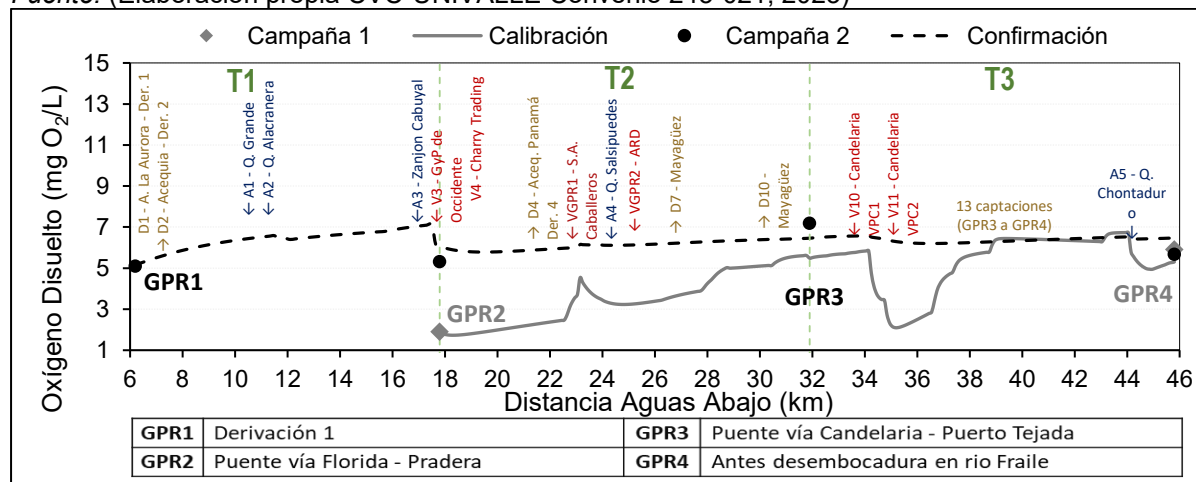


Figura 3-4. Calibración y confirmación oxígeno disuelto Río Párraga

Fuente: (Elaboración propia CVC-UNIVALLE Convenio 245-021, 2023)

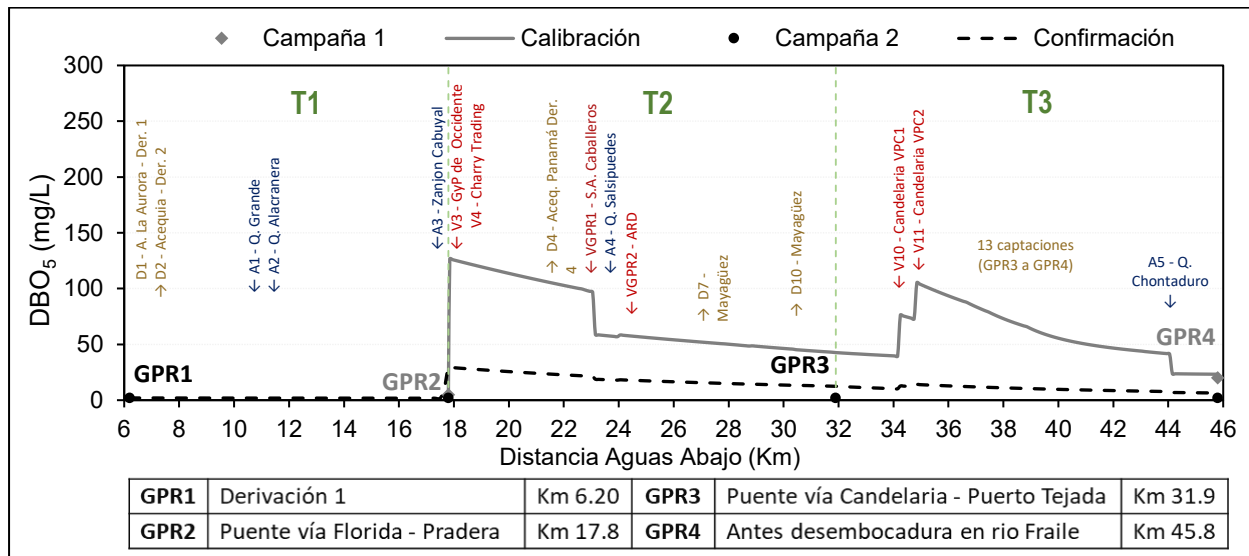


Figura 3-5. Calibración y confirmación DBO₅ Río Párraga

Fuente: (Elaboración propia CVC-UNIVALLE Convenio 245-021, 2023)

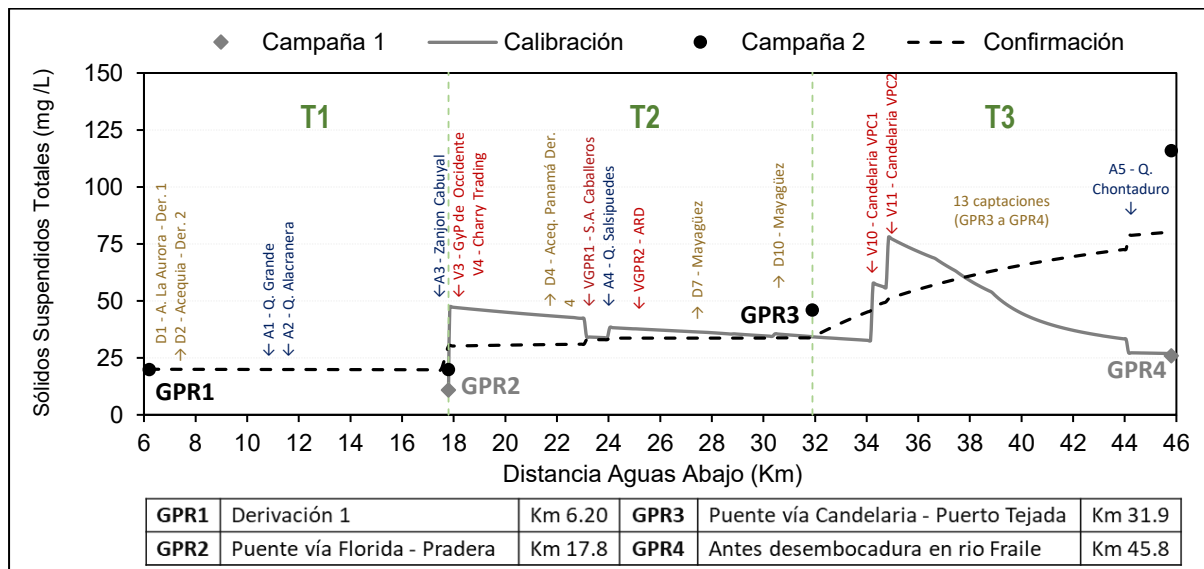


Figura 3-6. Calibración y confirmación SST Río Párraga

Fuente: (Elaboración propia CVC-UNIVALLE Convenio 245-021, 2023)

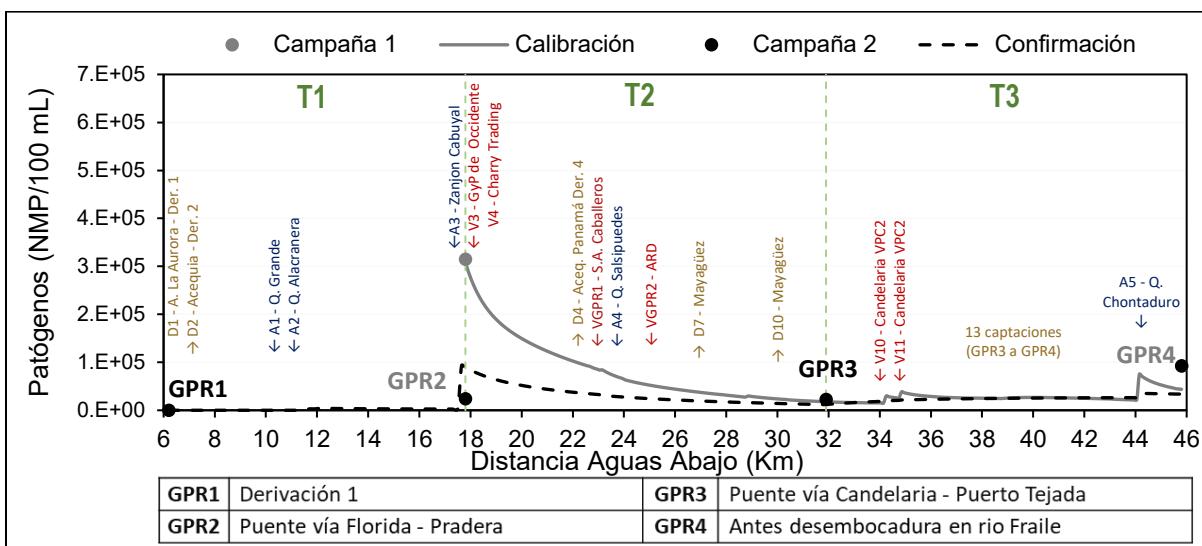


Figura 3-7. Calibración y confirmación patógenos Río Párraga
Fuente: (Elaboración propia CVC-UNIVALLE Convenio 245-021, 2023)

3.6 Formulación y simulación de escenarios

Para la fase prospectiva del ordenamiento del río Párraga, fueron propuestos escenarios de simulación de calidad, a corto, mediano y largo plazo, que combinaron diferentes acciones preventivas y correctivas para el control de la contaminación aportada a las corrientes por los diversos vertimientos de tipo doméstico e industrial.

En total se simularon cuatro escenarios en el río Párraga mediante el modelo Qual2Kw, el primer escenario corresponde al escenario base (año 2024), y los tres escenarios restantes corresponden al escenario a corto plazo (año 2028), mediano plazo (año 2033) y largo plazo (Años 2038 y 2043). Todos los escenarios fueron simulados considerando el caudal ambiental tanto para la corriente principal como para sus tributarios. En la Tabla 3-11 se presenta el planteamiento del escenario base.

Tabla 3-11. Planteamiento del escenario base del río Párraga

Tramo	Tipo	ID	Nombre	Distancia aguas abajo (km)	Acciones planificadas	Caudal (L/s)	Calidad	
							DBO5 (mg/L)	SST (mg/L)
I	Punto de Monitoreo	GPR1	Derivación 1	6.2	Caudal ambiental y Características fisicoquímicas tiempo seco	14.3	2.0	20.0
	Captación	D1	Acequia La Aurora	7.16	-	176.58	-	-
	Captación	D2	Acequia Sin Nombre - Derivación 2	7.18	-	73.72	-	-
	Afluente	A1	Quebrada Grande	11.67	Caudal ambiental y Características fisicoquímicas tiempo seco	15.16	2.0	20.0

Tramo	Tipo	ID	Nombre	Distancia aguas abajo (km)	Acciones planificadas	Caudal (L/s)	Calidad	
							DBO5 (mg/L)	SST (mg/L)
	Afluente	A2	Quebrada La Alacranera	12.08	Caudal ambiental y Características físicoquímicas tiempo seco	4.07	2.0	20.0
	Vertimiento	V1	SOCIEDAD BENGALA AGRÍCOLA S.A.S.	13.29	Caudal condiciones actuales y Características físicoquímicas actuales	0.04	34.0	9.0
	Captación	D3	Acequia La Piscina (Captación Castilla) - Derivación 3	15.12	-	32.59	-	-
	Afluente	A3	Zanjón Cabuyal (Quebrada Carisucio - Vertimientos VPC1 VPC2 VCP3 - Cabecera municipal de Florida)	17.69	Caudal ambiental y Características físicoquímicas tiempo seco	89.7	38.23	39.69
	Punto de Monitoreo	GPR2	Puente vía Florida - Pradera	17.8	-	-	-	-
II	Vertimiento	V2	Grasas y Pielés De Occidente Empresa Unipersonal En Liquidación	17.82	Caudal condiciones actuales y Características físicoquímicas actuales	1.13	29338.0	8750.0
	Vertimiento	V3	CHARRY TRADING S.A.S.	17.88	Caudal condiciones actuales y Características físicoquímicas actuales	0.17	103.3	97.6
	Captación	D4	Acequia Canal de Panamá - Derivación 4	22.61	-	147.78	-	-
	Captación	D5	Acequia Palestina - Derivación 5	22.61	-	18.44	-	-
	Vertimiento monitoreado	V-GPR1	Vertimiento corregimiento San Antonio de los Caballeros	22.95	Caudal condiciones actuales y Características físicoquímicas actuales	6.02	222.0	144.0
	Afluente	A4	Quebrada Salsipuedes (Vertimientos Riopaila Castilla S.A. - STARD Fábrica Norte y STARD Campamento Casa 5)	23.11	Caudal ambiental y Características físicoquímicas tiempo seco	7.60	2.0	46.0
	Vertimiento	V4	Riopaila Castilla S.A. - STARI	24.07	Caudal condiciones actuales y Características físicoquímicas actuales	7.25	140.0	244.0
	Vertimiento monitoreado	V-GPR2	Aguas residuales domésticas sectores aledaños (Descarga antiguo Trapiche la Palestina)	25.1	Caudal condiciones actuales y Características físicoquímicas actuales	0.07	2.0	96.0
	Captación	D6	Cruz Lozada y Cía. Ltda. - Palestina Lote T2 - La Virginia	26.32	-	9.73	-	-
	Captación	D7	Inversiones Regina S.A. - La Regina No.1 y 2	26.32	-	20.35	-	-
	Captación	D8	Mayagüez S.A - Mayagüez/San Rafael/Rumia	27.84	-	133.72	-	-
	Captación	D9	Mayagüez S.A - Mayagüez/San Rafael/Rumia	28.21	-	32.12	-	-
	Vertimiento	V5	PSMV Corregimiento La Regina	28.87	Caudal proyectado año 1: Año 2024 y Características físicoquímicas actuales	3.82	74.9	46.0
	Captación	D10	Mayagüez S.A - Llano de Párraga / La Colombiana /Mayagüez	30.45	-	65.60	-	-
	Vertimiento	V6	Mayagüez S.A Destilería y otros (cogeneración, calderas, torre y ARD)	30.5	Caudal condiciones actuales y Características físicoquímicas actuales	10.85	39.3	58.2

FORMULACIÓN DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO (PORH) DE LOS CAUCES NATURALES DE LOS RÍOS GUACHAL-BOLO-FRAILE-PÁRRAGA-PALMIRA
CONVENIO INTERADMINISTRATIVO CVC – UNIVERSIDAD DEL VALLE No. 245 de 2021

Tramo	Tipo	ID	Nombre	Distancia aguas abajo (km)	Acciones planificadas	Caudal (L/s)	Calidad	
							DBO5 (mg/L)	SST (mg/L)
	Punto de Monitoreo	GPR3	Puente vía Candelaria - Puerto Tejada	31.9	-	-	-	-
III	Captación	D11	Pontevedra S.A.S. - San Jorge - Maloya	32.63	-	14.64	-	-
	Captación	D12	Pontevedra S.A.S. - Mallorca antes El Pailón	33.39	-	15.31	-	-
	Captación	D13	Inversiones Harivalle S.A. - Santa Marta - Santa Teresita	33.7	-	12.00	-	-
	Captación	D14	Álvaro José Balcazar Arboleda - El Pailón Bombeo	34.27	-	15.20	-	-
	Captación	D15	Fernando Balcázar Jiménez - El Pailón lote A	34.27	-	15.60	-	-
	Vertimiento	V7	ACUAVALLE - PSMV CANDELARIA - VPC2: Drenaje Sur	34.27	Caudal proyectado año 1: Año 2024 y Características fisicoquímicas actuales	35.68	328	171
	Captación	D16	Inversiones Harivalle S.A. - La Guaca	34.28	-	17.00	-	-
	Captación	D17	Inversiones Harivalle S.A. - Santa Marta	34.29	-	39.10	-	-
	Vertimiento	V8	ACUAVALLE - PSMV CANDELARIA - VPC1: Drenaje Norte	34.82	Caudal proyectado año 1: Año 2024 y Características fisicoquímicas actuales	26.92	328.0	171.0
	Captación	D18	Amalfi S.A. - Santa Marta Escarpeta - Hda La Argelia	34.89	-	30.46	-	-
	Captación	D19	Bryon Jiménez Álvaro (No activa) - La Esmeralda	35.11	-		-	-
	Captación	D20	García Rincón S en C - Santa Marta	36.63	-	35.20	-	-
	Captación	D21	Grupo Pichucho R.E Holguín S.C.A. - La Ceiba	36.63	-	20.60	-	-
	Captación	D22	Juan José Borrero B. Sucesores y Cia. Ltda. - Santa Martha 3	37.43	-	21.70	-	-
	Captación	D23	Grupo Pichucho R.E. Holguín S.C.A. - Santa Marta E - Garzonal y Potrerito	38.87	-	38.76	-	-
	Afluente	A5	Quebrada Chontaduro (Vertimientos Mayagüez S.A - Producción de Caña de Azúcar y AGROPECUARIA DE OCCIDENTE S.A. (GP La Candelaria))	44.14	Caudal ambiental y Características fisicoquímicas tiempo seco	16.60	2.0	116.0
	Captación	D24	Azcarate Rivera e hijos - Carrizal- Caribe y Yunde	44.9	-	49.90	-	-
	Captación	D25	Bueno Plaza José Antonio - Santa Lucía	45	-	27.00	-	-
	Captación	D26	Bueno Castro Alejandro - Las Palmas	45	-	38.80	-	-
	Punto de Monitoreo	GPR4	Antes desembocadura en río Fraile	45.8	-	-	-	-
	Punto final		Confluencia con río Fraile	45.83	-	-	-	-

Fuente: (Elaboración propia CVC-UNIVALLE Convenio 245-021, 2023)

Escenario a corto plazo (5 años) para el río Párraga

Para el horizonte de cinco años, se propone la implementación de las siguientes estrategias orientadas a la conservación y recuperación de la calidad hídrica del Río Párraga:

1. Conservación del caudal ambiental

Garantizar el mantenimiento del caudal ambiental en el cauce principal y en sus tributarios durante todos los meses del año, con el fin de preservar los ecosistemas acuáticos y asegurar la sostenibilidad del recurso hídrico.

2. Uso eficiente del recurso hídrico

Promover prácticas de uso racional y ahorro de agua entre todos los usuarios, con el objetivo de disminuir la captación directa desde la fuente y reducir la carga contaminante de las aguas residuales vertidas.

3. Cumplimiento del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) del municipio de Candelaria

Eliminar los siguientes puntos de vertimiento y asegurar la conducción de los vertimientos hasta la PTAR del área urbana de Candelaria:

- VPC2: Drenaje de la zona sur

4. Cumplimiento del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) del municipio de Florida:

Eliminar los siguientes puntos de vertimiento del municipio de Florida que descargan sobre el río Párraga y asegurar su conducción de los vertimientos hasta la PTAR:

- VPC1
- VPC2
- VPC3

5. Infraestructura de tratamiento de aguas residuales

Operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del área urbana de Candelaria en cumplimiento de las cargas máximas permisibles establecidas en el escenario de modelación.

6. Cumplimiento normativo de vertimientos existentes

Verificación y exigencia del cumplimiento de la normativa vigente en materia de vertimientos, así como de las cargas máximas permisibles establecidas en los permisos otorgados a los usuarios identificados en el escenario de línea base (Tabla 3-11).

Escenario a mediano plazo (10 años) para el río Párraga

Para el horizonte de diez años, se propone la implementación de las siguientes estrategias orientadas a la conservación y recuperación de la calidad hídrica del río Párraga:

1. Conservación del caudal ambiental

Garantizar el mantenimiento del caudal ambiental en el cauce principal y en sus tributarios durante todos los meses del año, con el fin de preservar los ecosistemas acuáticos y asegurar la sostenibilidad del recurso hídrico.

2. Uso eficiente del recurso hídrico

Promover prácticas de uso racional y ahorro de agua entre todos los usuarios, con el objetivo de disminuir la captación directa desde la fuente y reducir la carga contaminante de las aguas residuales vertidas.

3. Cumplimiento del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) del municipio de Candelaria

Unificación de vertimientos VPC1 Drenaje Norte y VPC 2 Drenaje Sur y asegurar el cumplimiento de las cargas proyectadas en el PSMV.

4. Infraestructura de tratamiento de aguas residuales

Optimización, operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del área urbana de Candelaria en cumplimiento de las cargas máximas permisibles establecidas en el PSMV.

5. Cumplimiento normativo de vertimientos existentes

Verificación y exigencia del cumplimiento de la normativa vigente en materia de vertimientos, así como de las cargas máximas permisibles establecidas en los permisos otorgados a los usuarios identificados en el escenario de línea base (Tabla 3-11).

Escenario a largo plazo (20 años) para el río Párraga:

Para el horizonte de veinte años, se propone la implementación de las siguientes estrategias orientadas a la conservación y recuperación de la calidad hídrica del río Párraga:

1. Conservación del caudal ambiental

Garantizar el mantenimiento del caudal ambiental en el cauce principal y en sus tributarios durante todos los meses del año, con el fin de preservar los ecosistemas acuáticos y asegurar la sostenibilidad del recurso hídrico.

2. Uso eficiente del recurso hídrico



Promover prácticas de uso racional y ahorro de agua entre todos los usuarios, con el objetivo de disminuir la captación directa desde la fuente y reducir la carga contaminante de las aguas residuales vertidas.

3. Cumplimiento del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) del municipio de Candelaria

Asegurar el cumplimiento de las cargas proyectadas en el PSMV del área urbana del municipio de Candelaria.

4. Infraestructura de tratamiento de aguas residuales

Operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del área urbana de Candelaria en cumplimiento de las cargas máximas permisibles establecidas en el PSMV.

Diseño, construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del corregimiento de San Antonio de los Caballeros en cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en el artículo 8 Res. 631 de 2015.

Diseño, construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del corregimiento de la Regina en cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en el artículo 8 Res. 631 de 2015.

5. Cumplimiento normativo de vertimientos existentes

Verificación y exigencia del cumplimiento de la normativa vigente en materia de vertimientos, así como de las cargas máximas permisibles establecidas en los permisos otorgados a los usuarios identificados en el escenario de línea base (Tabla 3-11).

De acuerdo con el planteamiento presentado anteriormente, se observan a continuación las gráficas para caudal de cada uno de los escenarios planteados.

En el caso del oxígeno disuelto, el cual se muestra en la Figura 3-8, se observa para el tramo I la misma concentración para todos los escenarios evaluados, mientras que para el tramo II el escenario base presenta las concentraciones más bajas, esto debido a la descarga sin tratar del vertimiento V3 Grasas y Pielas de Occidente; el resto de este tramo muestra una recuperación lenta en la concentración de oxígeno disuelto y en el tramo III de nuevo se observa una reducción asociada a la descarga de los vertimientos de Candelaria.

En cuanto al escenario de 5 años donde la descarga del vertimiento V3 y V4 se realiza cumpliendo los límites máximos permisibles de la Resolución 631 de 2015, la concentración de oxígeno disuelto aumenta y mejora sus condiciones en el tramo II, mientras que para el tramo III la descarga de los vertimientos de Candelaria de nuevo reducen estas concentraciones. Finalmente, para los escenarios a 10, 15 y 20, donde todos los vertimientos se descargan cumpliendo la Resolución 631 de 2015 y se eliminan del zanjón Cabuyal los vertimientos del municipio de Florida, el oxígeno

disuelto presenta las concentraciones más elevadas para cada uno de los casos evaluados. Con los escenarios propuestos el objetivo de calidad para oxígeno disuelto se cumple para todos los plazos, salvo en la zona de mezcla de algunos vertimientos identificados.

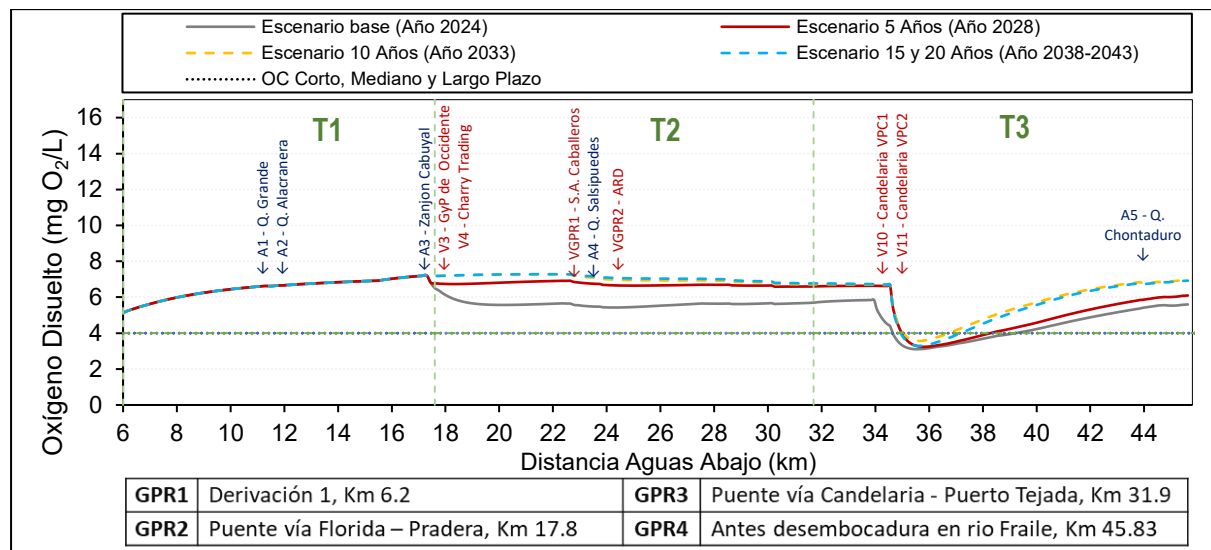


Figura 3-8 Escenarios para oxígeno disuelto del río Párraga

Fuente: (Elaboración propia CVC-UNIVALLE Convenio 245-021, 2023)

En la Figura 3-9 se observa la comparación de los escenarios para la demanda bioquímica de oxígeno – DBO₅. Las concentraciones más altas en el escenario base donde no se realiza ninguna acción, mientras que, para el escenario a 5 años, donde el vertimiento de Grasas y Pielas de Occidente se realiza cumpliendo los límites máximos permisibles de la Resolución 631 de 2015 las concentraciones de esta variable mejoran sustancialmente en el tramo II. Posteriormente, a la altura del kilómetro 34 las concentraciones aumentan debido a la descarga del vertimiento unificado de Candelaria en la zona de mezcla. Para los demás escenarios (10 y 15 y 20 años) donde los vertimientos que descargan al zanjón Cabuyal son eliminados, se cumplen los objetivos de calidad de DBO₅ para los tramos II y III de análisis.

Los sólidos suspendidos totales – SST, los cuales se muestran en la Figura 3-10, presentan una tendencia en el comportamiento similar al presentado para la DBO₅, el tramo I con concentraciones similares para todos los escenarios, mientras que en los tramos II y III las concentraciones mejoran debido a las acciones de mejora o implementación de sistemas de tratamiento para los vertimientos descargados. El aporte de SST de los vertimientos sin tratar afecta de manera importante la concentración de esta variable en la corriente del río Párraga. Se observa que en el cierre de cada tramo el objetivo de calidad se cumple para todos los casos. También se observa picos de incremento de los sólidos en la zona de mezcla de algunos vertimientos.

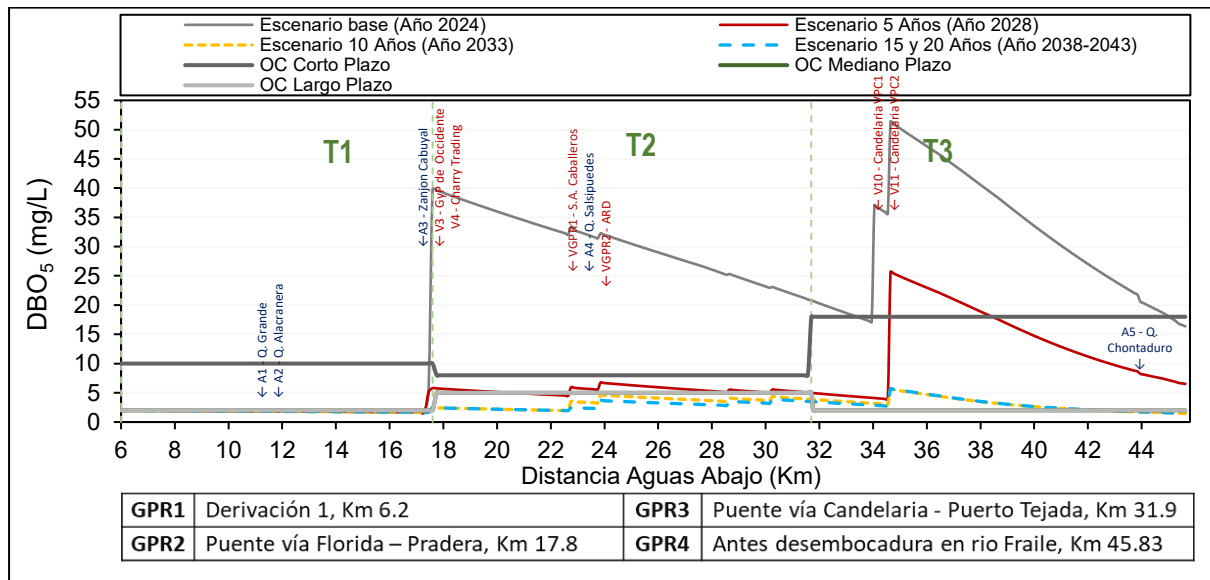


Figura 3-9 Escenarios para DBO5 del río Párraga

Fuente: (Elaboración propia CVC-UNIVALLE Convenio 245-021, 2023)

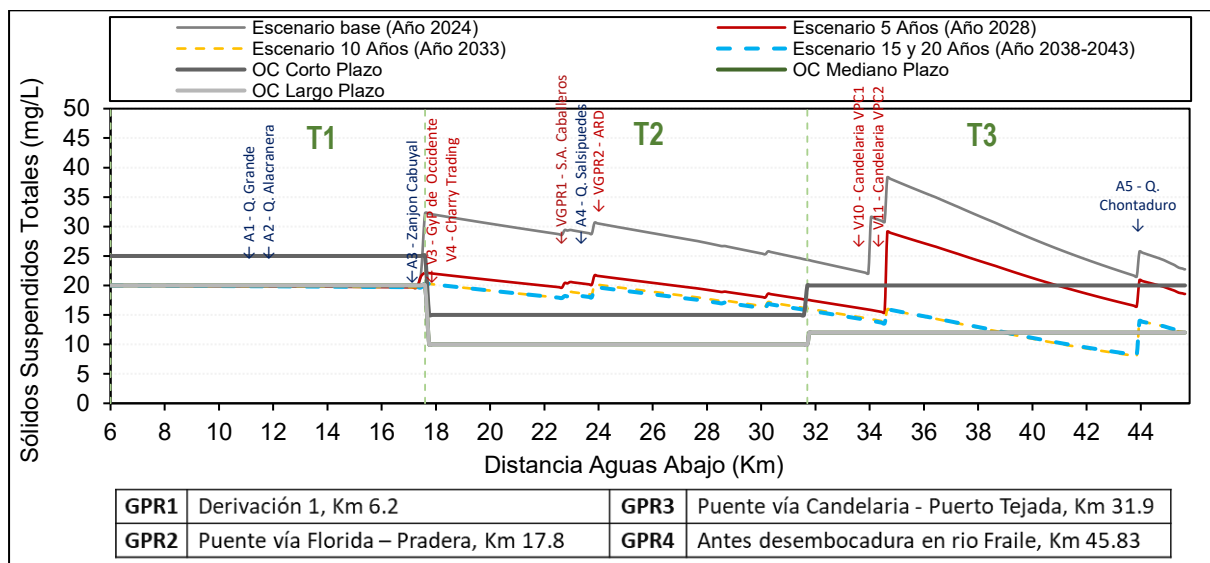


Figura 3-10 Escenarios para SST del río Párraga

Fuente: (Elaboración propia CVC-UNIVALLE Convenio 245-021, 2023)

3.7 Identificación de usos potenciales del recurso hídrico y clasificación del cuerpo de agua en ordenamiento

La identificación de usos potenciales es importante para la gestión integral del recurso hídrico, ya que permite identificar los usos que son compatibles con la calidad del agua y con las

necesidades de la población, determinado cuales son los usos óptimos que se le puedan dar al recurso de manera sostenible.

Según lo dispuesto en el Decreto Único Reglamentario No. 1076 de 2015 (MADS, 2015), los cuerpos hídricos pueden ser clasificados respecto a los vertimientos así: clase I, cuerpos de agua que no admiten vertimiento y clase II, cuerpos de agua que admiten vertimientos.

De acuerdo con el análisis de información existente, las características y condiciones de los tramos, los resultados obtenidos en la modelación y los usos actuales del recurso hídrico, se realizó la identificación de usos potenciales y la clasificación del cuerpo de agua respecto a los vertimientos, para el tramo de análisis del río Párraga, como se muestra en la Tabla 3-12.

Tabla 3-12 Identificación de usos potenciales y clasificación del cuerpo de agua respecto a los vertimientos

Tramo		Longitud (km)	Coordenadas ⁽¹⁾				Uso potencial	Clasificación ⁽³⁾
			Inicio tramo		Fin tramo			
			X	Y	X	Y		
I	Desde el punto de monitoreo GPR1 - Derivación 1 en el kilómetro 6.2, hasta el punto de monitoreo GPR2 - Puente vía Florida - Pradera en el kilómetro 17.8	11.6	1098497.833	862856.163	1090034.704	862601.863	Uso agrícola ² , pecuario, industrial, preservación de flora y fauna	Clase II
II	Desde el punto de monitoreo GPR2 - Puente vía Florida - Pradera en el kilómetro 17.8, hasta el punto de monitoreo GPR3 - Puente vía Candelaria - Florida en el kilómetro 32.94	15.14	1090034.704	862601.863	1080665.322	868248.994	Uso agrícola ² , pecuario, preservación de flora y fauna	Clase II
III	Desde el punto de monitoreo GPR3 - Puente vía Candelaria - Florida en el kilómetro 32.94, hasta la	12.86	1080665.322	868248.994	1071530.993	872774.119	Uso agrícola ² , pecuario, preservación de flora y fauna	Clase II

Tramo		Longitud (km)	Coordenadas ⁽¹⁾				Uso potencial	Clasificación ⁽³⁾
			Inicio tramo		Fin tramo			
			X	Y	X	Y		
	desembocadura del río Párraga sobre el río Fraile en el kilómetro 45.8							

(1) Sistema Magna Colombia Oeste

(2) Para riego de cultivos diferentes a frutas que se consuman sin quitar la cáscara y hortalizas de tallo corto de acuerdo con el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015

(3) Clase I. Cuerpos de agua que no admiten vertimientos; Clase II. Cuerpos de agua que admiten vertimientos con algún tratamiento

3.8 Definición o ajuste de objetivos y criterios de calidad por usos

Los objetivos de calidad se definieron considerando las condiciones más críticas en términos de capacidad de asimilación de la carga contaminante en el cuerpo de agua. Se tomaron en cuenta, la clasificación de cada tramo del río, los usos actuales y potenciales, los valores históricos de las variables de calidad del cuerpo de agua como herramienta de apoyo para los valores de concentración obtenidos en los distintos escenarios simulados, todo en función de lo establecido en la guía de ordenamiento del recurso hídrico (MADS, 2018) y en los criterios de calidad definidos en la normativa vigente. De acuerdo con los análisis realizados, con los resultados de la modelación de los escenarios, se definieron los objetivos de calidad por tramos para el río Fraile como se presenta en la Tabla 3-13.

Tabla 3-13. Usos y objetivos de calidad para el río Párraga

Tramo	Nombre del tramo	Uso potencial	Criterio de calidad	Unidades	Objetivo de calidad		
					Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
					(5 años)	(10 años)	(15 y 20 años)
I	Desde el punto de monitoreo GPR1 - Derivación 1 en el kilómetro 6.2, hasta el punto de monitoreo GPR2 - Puente vía Florida - Pradera en el kilómetro 17.8	Uso agrícola ² , pecuario, industrial, preservación de flora y fauna	Caudal ⁽¹⁾	L/s	55	55	55
			OD	mg O2/L	≥ 4	≥ 4	≥ 4
			Temperatura	°C	≤ 30	≤ 30	≤ 30
			DBO ₅	mg O2/L	≤ 10	≤ 2	≤ 2
			SST	mg/L	≤ 25	≤ 20	≤ 20
II	Desde el punto de monitoreo GPR2 - Puente vía Florida - Pradera en el kilómetro 17.8, hasta el punto de monitoreo GPR3 - Puente vía	Uso agrícola ² , pecuario, preservación de flora y fauna	pH	UpH	6.5 a 8.5	6.5 a 8.5	6.5 a 8.5
			Caudal ⁽¹⁾	L/s	93	93	93
			OD	mg O2/L	≥ 4	≥ 4	≥ 4
			Temperatura	°C	≤ 30	≤ 30	≤ 30
			DBO ₅	mg O2/L	≤ 8	≤ 5	≤ 5

Tramo	Nombre del tramo	Uso potencial	Criterio de calidad	Unidades	Objetivo de calidad		
					Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
					(5 años)	(10 años)	(15 y 20 años)
III	Candelaria - Florida en el kilómetro 31.9		SST	mg/L	≤ 15	≤ 10	≤ 10
			pH	UpH	6.5 a 8.5	6.5 a 8.5	6.5 a 8.5
	Desde el punto de monitoreo GPR3 - Puente vía Candelaria - Florida en el kilómetro 31.9, hasta la desembocadura del río Párraga sobre el río Fraile en el kilómetro 45.83	Uso agrícola ² , pecuario, preservación de flora y fauna	Caudal ⁽¹⁾	L/s	190	190	190
			OD	mg O ₂ /L	≥ 4	≥ 4	≥ 4
			Temperatura	°C	≤ 30	≤ 30	≤ 30
			DBO ₅	mg O ₂ /L	≤ 18	≤ 2	≤ 2
			SST	mg/L	≤ 20	≤ 12	≤ 12
			pH	UpH	6.5 a 8.5	6.5 a 8.5	6.5 a 8.5

⁽¹⁾ Caudal de referencia al cierre del tramo para el cumplimiento de los objetivos de calidad

⁽²⁾ Para riego de cultivos diferentes a frutas que se consuman sin quitar la cáscara y hortalizas de tallo corto de acuerdo con el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015

Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Potencial de hidrógeno (pH)

3.9 Establecimiento de la meta global de carga contaminante y proyección de cargas

La formulación del PORH del río Párraga requirió el establecimiento de una línea base de cargas contaminantes y la proyección de dichas cargas para los años de análisis contemplados en el instrumento.

En el río Párraga se identificaron vertimientos de origen doméstico de los corregimientos de San Antonio de los Caballeros, La Regina y del municipio de Candelaria, también se identificaron vertimientos de origen industrial de empresas como Grasa y Piel de Occidente, Riopaila Castilla y Mayagüez. En cada uno de los plazos evaluados mediante la modelación de la calidad del agua se implementaron diversas acciones de acuerdo con los PSMV planteados o con las acciones propuestas de acuerdo con el análisis de información para la línea base, como el cumplimiento en el corto plazo de los límites máximos permisibles de la Resolución 631 de 2015 para los vertimientos de origen no doméstico. Siendo así, para los escenarios de 10 y 15 y 20 años todos los vertimientos de origen doméstico y no doméstico se encuentran cumpliendo con la normativa ambiental vigente.

De acuerdo con los resultados del estudio de la modelación de la calidad del agua del río Párraga, realizados mediante la herramienta QUAL2Kw, y los escenarios planteados para este cuerpo de agua, se estimaron las metas de cargas contaminantes de DBO₅ y SST vertidas al río que permitan garantizar el cumplimiento de los objetivos de calidad en cada tramo de estudio. En la Tabla 3-14 las cargas proyectadas, las cargas máximas permisibles y la carga a remover por cada tramo de análisis del río Párraga.

Tabla 3-14. Cargas máximas permisibles y carga a remover por cada tramo de análisis del río Párraga

Tramo	Carga	Carga base 2024 (kg/año)		Carga a remover (kg/año)							
				Año 2028 (5 años)		Año 2033 (10 años)		Año 2038 (15 años)		Año 2043 (20 años)	
		DBO ₅	SST	DBO ₅	SST	DBO ₅	SST	DBO ₅	SST	DBO ₅	SST
I	Proyectada	42.9	11.4	42.9	11.4	42.9	11.4	42.9	11.4	42.9	11.4
	Máxima permisible	42.9	11.4	42.9	11.4	42.9	11.4	42.9	11.4	42.9	11.4
	Carga a remover	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
II	Proyectada	1142663	421122	1138217	418206	1137266	417571	1136479	417042	1132720	414542
	Máxima permisible	1142663	421122	114047	116756	113097	116073	92121	107235	91650	105917
	Carga a remover	0.0	0.0	1024169	301450	1024169	301498	1044359	309807	1041070	308625
II	Proyectada	647522	337580	687863	358612	729238	380182	774751	403910	873017	455140
	Máxima permisible	647522	337580	473955	247463	42242	60029	44879	63775	50571	71864
	Carga a remover	0.0	0.0	213909	111149	686996	320153	729872	340135	822446	383276

Fuente: (Elaboración propia CVC-UNIVALLE Convenio 245-021, 2023)

4. Fase IV Formulación del PORH

4.1 Programa de seguimiento y monitoreo al recurso hídrico en el río Párraga

El Programa de seguimiento y monitoreo al recurso hídrico es un conjunto de actividades sistemáticas y continuas que se realizan para recopilar información sobre la calidad y cantidad del agua. Esta información se utiliza para evaluar el estado del recurso hídrico, identificar problemas y tomar medidas para su conservación y protección. Este programa de seguimiento y monitoreo al recurso hídrico es una herramienta fundamental para la gestión integral del agua, y se formula desde las siguientes perspectivas:

- Seguimiento al cumplimiento de los objetivos de calidad definidos para los diferentes tramos de la corriente.
- Seguimiento al cumplimiento de los objetivos de calidad por parte de los usuarios (captaciones y vertimientos).
- Complementación, ajuste y actualización de las herramientas de modelación.

4.1.1 Seguimiento al cumplimiento de los objetivos de calidad

De acuerdo con la esquematización y resultados de modelación del río Párraga se propone a continuación la red de monitoreo para este cuerpo de agua, conformada por cuatro puntos sobre la corriente (Tabla 4-1).

Tabla 4-1. Red de monitoreo sobre el río Párraga y sus principales tributarios

Fuente: (Elaboración propia CVC-UNIVALLE Convenio 245-021, 2023)

Tipo	ID	Nombre	Distancia aguas abajo (km)	Latitud	Longitud
CP	GPR1	Río Párraga - Antes de la Derivación 1	6.20	1098496,775	862857,5814
CP	GPR2	Río Párraga - Puente vía Florida - Pradera	17.80	1090040,941	862576,8523
CP	GPR3	Río Párraga- Puente vía Candelaria - Puerto Tejada	31.90	1081488,537	867697,0618
CP	GPR4	Río Párraga - Antes desembocadura en río Fraile	45.80	1071563,418	872779,9819

CP: Corriente principal

En la Tabla 4-2 se muestran las variables de calidad que conforman el programa de seguimiento y monitoreo del río Párraga. Se debe tener en cuenta que adicional al análisis de calidad es necesario realizar las mediciones de cantidad de agua de la corriente, por lo cual se incluye en la tabla el aforo de caudal

Tabla 4-2 Variables de calidad para el seguimiento de los objetivos de calidad

Nº	Parámetro	Unidades
In situ		
1	pH	[Unidad]

N°	Parámetro	Unidades
2	Conductividad eléctrica	[μS/cm]
3	Oxígeno disuelto	[mg/L O ₂]
4	Temperatura del agua	[°C]
5	Caudal	m ³ /s
Fisicoquímicos básicos		
6	Alcalinidad	[mg/L CaCO ₃]
7	Dureza Total	[mg/L CaCO ₃]
8	DBO ₅ Total	[mg/L O ₂]
9	DQO Total	[mg/L O ₂]
10	Sólidos suspendidos totales	[mg/L]
11	Turbiedad	[UNT]
12	Nitrógeno total	[mg/L N]
13	Nitrógeno amoniacal	[mg/L N-NH ₃]
14	Nitritos	[mg/L N-NO ₂]
15	Nitratos	[mg/L N-NO ₃]
16	Fósforo total	[mg/L P]
17	Fosfatos	[mg/L]
18	Potasio	[mg/L]
19	Fenoles	[mg/L]
Metales y metaloides		
20	Hierro (Fe)	[mg/L]
21	Manganeso (Mg)	[mg/L]
22	Plomo	[mg/L]
23	Cadmio Total	[mg/L]
24	Zinc	[mg/L]
25	Mercurio Total	[mg/L]
Iones		
26	Cloruros	[mg/L Cl ⁻]
27	Sulfatos	[mg/L SO ₄ ²⁻]
28	Sodio	[mg/L]
29	Calcio	[mg/L]
30	Magnesio	[mg/L]
31	Carbonato	[mg/L]
32	Bicarbonato	[mg/L]
Microbiológicos		
33	Coliformes totales	[NMP/100mL]
34	Coliformes fecales	[NMP/100mL]
Hidrobiológicos ⁽¹⁾		
35	Perifiton ⁽¹⁾	[# individuos/unidad de área] o [biomasa]
36	Macroinvertebrados ⁽¹⁾	[# individuos/unidad de área] o [total de individuos por taxón] o [biomasa]
37	Peces ⁽¹⁾	[# individuos por especie] o [biomasa]

Notas

⁽¹⁾ El monitoreo de estos parámetros se realizará cada dos años, realizando dos campañas en cada año
(Elaboración propia CVC-UNIVALLE Convenio 245-021, 2023)

La toma de muestras debe realizarse siguiendo los protocolos definidos en la Guía para el Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Subterráneas (IDEAM, Guía para el Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Subterráneas, 2004), Protocolo para el Seguimiento y Monitoreo del Agua (IDEAM, Protocolo para el Seguimiento y Monitoreo del Agua, 2007) y la Guía Nacional de Modelación del Recurso Hídrico para Aguas Superficiales Continentales (IDEAM, 2018).

Medición de parámetros hidrobiológicos:

Se incluirá el análisis de los recursos hidrobiológicos, con el objetivo de incorporar el estado ecológico del sistema hídrico a través del muestreo de algas perifíticas, macroinvertebrados acuáticos y peces. Con la toma de muestras se deberá definir la composición, riqueza y diversidad de estas comunidades (MADS, 2018).

4.1.1.1 Frecuencia de monitoreo

Se recomienda que el muestreo de calidad y cantidad (con excepción de los parámetros hidrobiológicos) se realice en dos campañas al año, teniendo en cuenta la metodología propuesta por en la Guía para el Ordenamiento del Recurso Hídrico continental Superficial expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS en el año 2018, en donde plantean que las campañas deberán responder a diferentes condiciones de caudal (caudales altos en un periodo de transición o húmedo y caudales bajos o de estiaje), con el propósito de analizar el comportamiento de la calidad del agua en relación con la condición climatológica.

El monitoreo de parámetros hidrobiológicos se realizará cada dos años, realizando dos campañas en cada año, buscando que las mediciones de los parámetros hidrobiológicos se lleven a cabo en las mismas estaciones de muestreo y coincidentes con la medición de variables fisicoquímicas, microbiológicas y de caudal.

4.1.2 Seguimiento a usuarios del recurso hídrico

En la Tabla 4-3 se puede observar los puntos propuestos para la red de seguimiento y monitoreo de vertimientos, cuyas actividades se proponen con una frecuencia de una vez al año, teniendo en cuenta una temporada climática.

Tabla 4-3. Red de monitoreo sobre los vertimientos que descargan sobre el río Párraga

ID	Nombre	Distancia aguas abajo (km)	Latitud	Longitud
V1	SOCIEDAD BENGALA AGRÍCOLA S.A.S.	13.29	1092898,156	864443,9224
V2	Grasas y Pielas De Occidente Empresa Unipersonal En Liquidación	17.82	1090037,828	862607,5689
V3	CHARRY TRADING S.A.S.	17.88	1090040,791	862758,0956
V-GPR1	Vertimiento corregimiento San Antonio de los Caballeros	22.95	1086643,914	863898,0843
V4	Riopaila Castilla S.A. - STARI	24.07	1086406,148	863962,4045

ID	Nombre	Distancia aguas abajo (km)	Latitud	Longitud
V-GPR2	Trapiche La Palestina (No operando) + ARD	25.10	1085266,515	864545,1619
V5	PSMV CORREGIMIENTO LA REGINA	28.87	1085995,281	864303,0584
V6	Mayagüez S.A Destilería y otros (cogeneración, calderas, torre y ARD)	30.50	1086251,651	864134,3078
V7	ACUAVALLE - PSMV CANDELARIA - VPC2: Drenaje Sur	34.27	1083027,414	865726,0947
V8	ACUAVALLE - PSMV CANDELARIA - VPC1: Drenaje Norte	34.82	1082751,52	867209,5993

Fuente: (Elaboración propia CVC-UNIVALLE Convenio 245-021, 2023)

La toma de muestras debe realizarse siguiendo los protocolos definidos en la Guía para el Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Subterráneas (IDEAM, Guía para el Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Subterráneas, 2004), Protocolo para el Seguimiento y Monitoreo del Agua (IDEAM, Protocolo para el Seguimiento y Monitoreo del Agua, 2007) y la Guía Nacional de Modelación del Recurso Hídrico para Aguas Superficiales Continentales (IDEAM, 2018).

4.1.3 Complementación, ajuste y actualización de las herramientas de modelación

Teniendo en cuenta que las corrientes superficiales son sistemas complejos y altamente dinámicos, por lo que sus características hidrológicas, hidráulicas, geomorfológicas y de calidad de aguas varían tanto espacial como temporalmente, se hace necesario un levantamiento periódico de estas mismas. Es por ello que se requiere de la realización de futuras campañas de monitoreo que permitan afianzar y consolidar las bases de datos de parámetros hidráulicos, biológicos y fisicoquímicos de calidad del agua.

Por tanto, se recomienda que la metodología de las campañas de monitoreo con el propósito de actualización de la herramienta de modelación se realice siguiendo los protocolos definidos en la Guía de Ordenamiento del Recurso hídrico (MADS, 2018) y la Guía Nacional de Modelación del Recurso Hídrico para Aguas Superficiales Continentales (MADS, 2018). Las campañas deben realizarse en el cuerpo de agua en diferentes épocas climatológicas del año buscando tener caudales altos y bajos y en los vertimientos teniendo en cuenta las dinámicas poblacionales y actividades económicas de las diferentes zonas, las cuales permitirán producir un modelo más robusto y calibrado.

La toma de muestras en cada estación debe realizarse en función de los tiempos de viaje obtenidos en el estudio hidrodinámico realizado para condiciones de baja y alta precipitación, cumpliendo así el seguimiento a la masa del agua propuesta en MADS (2018). Las campañas de monitoreo con fines de calibración y validación deben desarrollarse como mínimo una vez al finalizar el mediano plazo (decimoprimer año) o antes si se presentan situaciones que justifiquen la necesidad.

4.2 Estructura del componente programático del PORH del río Párraga

En este apartado se presenta la estructura del componente programático del PORH, la formulación de líneas estratégicas, programas, proyectos, actividades, objetivos, indicadores, horizonte temporal, y entidades responsables, correspondiente a la fase de Formulación, para el río Párraga en articulación con los planteamientos de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico – PNGIRH (MAVDT, 2010), en cuanto a los objetivos específicos.

El componente programático está orientado a la formulación de las líneas estratégicas a desarrollar con sus proyectos a corto, mediano y largo plazo que buscan la sostenibilidad del recurso y garantizar el cumplimiento de los objetivos de calidad propuestos.

4.2.1 Línea estratégica 1 Gestión de la calidad del agua

Esta línea estratégica busca garantizar la conservación, recuperación y uso sostenible de los recursos hídricos mediante acciones integrales orientadas al control de la contaminación y el cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos para las diferentes corrientes. En este marco, se promueven medidas para evaluar y monitorear de forma sistemática el estado físico, químico y microbiológico del agua, así como la implementación de obras y prácticas que reduzcan las cargas contaminantes de origen doméstico y no doméstico. Las intervenciones contemplan desde el seguimiento técnico y la actualización de herramientas de modelación, hasta el diseño, construcción, operación y optimización de infraestructuras de saneamiento y tratamiento. De esta manera, se busca fortalecer la gestión ambiental, garantizar la salud pública, preservar los ecosistemas acuáticos y asegurar la disponibilidad de agua de calidad para las generaciones presentes y futuras.

4.2.2 Línea estratégica 2 Gestión de la oferta

La Línea Estratégica de Gestión de la Oferta está orientada a garantizar la disponibilidad y sostenibilidad del recurso hídrico, asegurando que el río Párraga pueda satisfacer de manera continua las necesidades de los ecosistemas y de las comunidades que dependen del mismo. Entre las acciones consideradas se incluyen la delimitación, conservación y recuperación de áreas de importancia ambiental, así como la implementación de intervenciones físicas y de manejo que fortalezcan la capacidad de regulación y recarga de las fuentes.

4.2.3 Línea estratégica 3 Gestión de la demanda

En la línea estratégica de gestión de la demanda de agua se busca optimizar el uso del recurso hídrico, asegurando que las necesidades humanas, productivas y ambientales se satisfagan de manera eficiente y sostenible, especialmente en contextos de caudales reducidos. Este enfoque promueve la implementación de medidas técnicas, operativas y de gestión que permitan reducir pérdidas, fomentar el ahorro y garantizar la disponibilidad de agua para el caudal ambiental y otros usos prioritarios. Asimismo, considera acciones para caracterizar la demanda, establecer mecanismos de control y medición, y aplicar instrumentos de regulación que contribuyan a un equilibrio entre la extracción y la capacidad de las fuentes hídricas. Con ello, se pretende

minimizar los riesgos asociados al déficit de agua y asegurar la continuidad de los servicios ecosistémicos y productivos a largo plazo.

4.2.4 Línea estratégica 4 – Gobernanza del agua

La gobernanza del recurso hídrico se fundamentará en el fortalecimiento de las capacidades comunitarias para asegurar una gestión participativa, articulada y sostenible del agua en el territorio. Esta línea estratégica reconoce el papel clave de las organizaciones locales en la prestación de servicios públicos rurales y en la implementación de buenas prácticas que contribuyan a la protección y sostenibilidad del recurso hídrico.

Mediante procesos de formación, sensibilización y acompañamiento técnico y administrativo, se busca empoderar a las comunidades en aspectos como la gestión de residuos sólidos, el manejo del alcantarillado y la promoción de una cultura del agua orientada al uso eficiente y a la reducción de la contaminación. Estas acciones permiten consolidar una gestión corresponsable del recurso, fortaleciendo el vínculo entre la ciudadanía y la conservación del río Párraga. En las Tabla 4-4 a Tabla 4-7 se presentan las líneas que integran el componente programático del PORH del río Párraga.

Tabla 4-4 Línea Estratégica 1: Gestión de la calidad del agua

Línea Estratégica 1	Gestión de la calidad del agua									
Programa 1	Monitoreo y seguimiento a la calidad del recurso hídrico									
Objetivo General	Evaluar el estado del recurso hídrico en relación a los objetivos de calidad establecidos, identificar problemas y tomar medidas para su conservación y protección									
Acciones	Indicadores	Meta	Horizonte de tiempo PORH (años)							Entidades Responsables
			CORTO					MEDIANO	LARGO	
			1	2	3	4	5	6 a 10	11 a 20	
Ejecución de la campaña de monitoreo de cantidad y calidad fisicoquímica y microbiológica según el programa de seguimiento y monitoreo del PORH	Número de campañas de monitoreo realizadas	Realizar 40 campañas de monitoreo en el horizonte de la planificación del PORH para realizar seguimiento a los objetivos de calidad								CVC
Ejecución de la campaña de monitoreo hidrobiológico según el programa de seguimiento y monitoreo del PORH	Número de campañas de monitoreo realizadas	Realizar 20 campañas de monitoreo en el horizonte de la planificación del PORH para el seguimiento al estado de los ecosistemas hidrobiológicos								CVC
Monitoreo de la calidad y cantidad del agua con propósito de actualización de la herramienta de modelación de la calidad del agua del río Párraga aplicando el modelo QUAL2Kw	Número de optimizaciones del modelo de calidad de agua del río	Realizar una optimización del modelo de calidad del agua durante el período de ejecución del PORH								CVC

Línea Estratégica	Gestión de la calidad del agua									
Programa 2	Saneamiento de fuentes hídricas									
Objetivo General	Reducir la carga contaminante del vertimiento de aguas residuales Cumplir los objetivos de calidad del río Párraga Eliminar y transportar a la PTAR los vertimientos domésticos del sector sur de la cabecera Municipal de Candelaria									
Acciones	Indicadores	Meta	Horizonte de tiempo PORH (años)							Entidades Responsables
			CORTO					MEDIANO	LARGO	
			1	2	3	4	5	6 a 10	11 a 20	
Implementación del PSMV de la cabecera de Candelaria	% de implementación del PSMV del municipio de Candelaria	100% de PSMV implementado								CVC, ALCALDÍA, ACUAVALLE S.A ESP, VALLECAUCANA DE AGUAS, PRESTADOR ALCANTARILLADO
Estudios y diseños del colector del drenaje del sector sur de la cabecera Municipal de Candelaria	Número de vertimientos eliminados	1								CVC, ALCALDÍA, ACUAVALLE S.A ESP, VALLECAUCANA DE AGUAS, PRESTADOR DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS
Construcción del colector del drenaje del sector sur de la cabecera Municipal de Candelaria										CVC, ALCALDÍA, ACUAVALLE S.A ESP, VALLECAUCANA DE AGUAS, PRESTADOR DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS
Operación y mantenimiento redes y estructuras alcantarillado										PRESTADOR DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS
Operación y mantenimiento de la PTAR del municipio de Candelaria										PRESTADOR DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS, ALCALDÍA DE CANDELARIA
Estudio técnico para la optimización y puesta en marcha de la PTAR Fase I	% de optimización y operación de la PTAR Fase I	PTAR Candelaria Fase I optimizada y operando								ALCALDÍA, VALLECAUCANA DE AGUAS, PRESTADOR ALCANTARILLADO, CVC,

Línea Estratégica	Gestión de la calidad del agua										
Programa 2	Saneamiento de fuentes hídricas										
Objetivo General	Tratar la totalidad del agua residual doméstica de la cabecera del Municipio de Candelaria										
Objetivos Especificos	Optimizar y poner en marcha la primera fase de la PTAR										
	Garantizar el funcionamiento de la infraestructura de saneamiento construida										
Acciones	Indicadores	Meta	Horizonte de tiempo PORH (años)							Entidades Responsables	
			CORTO					MEDIANO	LARGO		
			1	2	3	4	5	6 a 10	11 a 20		
Ejecución de obras resultantes del estudio para optimización y puesta en marcha de la PTAR Fase I	Tratamientos de vertimientos generados en la cabecera del Municipio de Candelaria % de optimización y operación de la PTAR Fase I No. de estudios y diseños No. de PTAR cumpliendo cargas máximas permisibles	Cumplir con el objetivo de calidad del tramo III del río Párraga								ALCALDÍA, ACUAVALLE S.A ESP, VALLECAUCANA DE AGUAS PRESTADOR ALCANTARILLADO, CVC	
Construcción colectora Gualí y estructuras de separación en cabecera Municipal de Candelaria										ALCALDÍA, ACUAVALLE S.A ESP, VALLECAUCANA DE AGUAS, PRESTADOR ALCANTARILLADO, CVC	
Unificación de vertimientos VPC1 Drenaje Norte y PVC 2 Drenaje Sur										ALCALDÍA, ACUAVALLE S.A ESP, VALLECAUCANA DE AGUAS, PRESTADOR ALCANTARILLADO, CVC	
Ejecución de estudio técnico PTAR Fase II										ALCALDÍA, PRESTADOR ALCANTARILLADO, CVC	
Construcción y puesta en marcha de la PTAR Fase II (acorde al resultado del estudio)										CVC, ALCALDÍA, ACUAVALLE S.A ESP, VALLECAUCANA DE AGUAS, PRESTADOR ALCANTARILLADO	
Operación y mantenimiento de la PTAR Fase II										PRESTADOR DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	

Línea Estratégica	Gestión de la calidad del agua									
Programa 2	Saneamiento de fuentes hídricas									
Objetivo General	Eliminar los múltiples vertimientos que afectan los zanjones Carisucio y Limón - Vertimientos VPC1 VPC2 VCP3									
Objetivos Específicos	Realizar el diseño técnico acorde con la necesidad de la cuenca norte de Florida									
	Eliminar los múltiples vertimientos que afectan los zanjones Carisucio y Limón con la construcción del interceptor norte									
Acciones	Indicadores	Meta	Horizonte de tiempo PORH (años)							Entidades Responsables
			CORTO					MEDIANO	LARGO	
			1	2	3	4	5	6 a 10	11 a 20	
Estudios y diseños, construcción del interceptor Sanitario y eliminación de vertimientos para la cuenca norte de la cabecera Municipal de Florida que descargan sobre el río Párraga	Número de diseños Interceptor construido No. de vertimientos eliminados	Cumplir con el objetivo de calidad del tramo III del río Párraga								CVC, ALCALDÍA, ACUAVALLE S.A ESP, VALLECAUCANA DE AGUAS, PRESTADOR

Línea Estratégica	Gestión de la calidad del agua									
Programa 2	Saneamiento de fuentes hídricas									
Objetivo General	Implementar alternativas de tratamiento de aguas residuales para el sector Palestina									
Objetivos Específicos	Desarrollar estudios, diseños y trámites									
	Construcción de la solución de saneamiento acorde a la necesidad y estudios									
Acciones	Indicadores	Meta	Horizonte de tiempo PORH (años)							Entidades Responsables
			CORTO					MEDIANO	LARGO	
			1	2	3	4	5	6 a 10	11 a 20	
Estudios, diseños y trámites de la solución de saneamiento	Tratamientos de vertimientos generados en el Sector Palestina	Cumplir con el objetivo de calidad del tramo III del río Párraga								ALCALDÍA, CVC, VALLECAUCANA DE AGUAS, PRESTADOR SERVICIO ALCANTARILLADO
Construcción de la solución de saneamiento	Tratamientos de vertimientos generados en el Sector Palestina	Cumplir con el objetivo de calidad del tramo III del río Párraga en								ALCALDÍA, CVC, VALLECAUCANA DE AGUAS, PRESTADOR SERVICIO ALCANTARILLADO
Operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales										PRESTADOR DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO

Línea Estratégica	Gestión de la calidad del agua									
Programa	Saneamiento de fuentes hídricas									
Objetivo General	Establecer acciones para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte y tratamiento									
Objetivos Específicos	Implementar una solución de saneamiento sostenible									
Acciones	Indicadores	Meta	Horizonte de tiempo PORH (años)							Entidades Responsables
			CORTO					MEDIANO	LARGO	
			1	2	3	4	5	6 a 10	11 a 20	
Formular e implementar el PSMV de San Antonio de los Caballeros	Número de alternativas de saneamiento implementadas	Cumplir con el objetivo de calidad del tramo II del río Párraga Cumplimiento de límites máximos permisibles artículo 8 Res. 631 de 2015								ALCALDÍA, VALLECAUCANA DE AGUAS, CVC, , PRESTADOR DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS
Diseño, construcción y operación del sistema de tratamiento de aguas residuales del corregimiento de San Antonio de los Caballeros	Kg de carga contaminante vertidos al río Párraga									ALCALDÍA, VALLECAUCANA DE AGUAS, CVC, PRESTADOR DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS
Formular e implementar el PSMV del corregimiento de la Regina	Número de alternativas de saneamiento implementadas Kg de carga contaminante vertidos al río Párraga									ALCALDÍA, VALLECAUCANA DE AGUAS, CVC, PRESTADOR DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS
Diseño, construcción y operación del sistema de tratamiento de aguas residuales del corregimiento de La Regina	Número de alternativas de saneamiento implementadas Kg de carga contaminante vertidos al río Párraga									ALCALDÍA, VALLECAUCANA DE AGUAS, CVC, PRESTADOR DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Línea Estratégica	Gestión de la calidad del agua									
Programa 2	Saneamiento de fuentes hídricas									
Objetivo General	Garantizar el cumplimiento de la normatividad de los actos administrativos de permisos de vertimiento existentes en la fuente de interés									
Objetivos Específicos	Garantizar el cumplimiento de la normatividad de los actos administrativos de permisos de vertimiento existentes en la fuente de interés									
Acciones	Indicadores	Meta	Horizonte de tiempo PORH (años)							Entidades Responsables
			CORTO					MEDIANO	LARGO	
			1	2	3	4	5	6 a 10	11 a 20	
Implementación de prácticas de producción más limpia y/o optimización de sistemas de tratamiento de agua residual de los usuarios por vertimientos que permitan cumplir las cargas contaminantes máximas establecidas en los escenarios de calidad del PORH del río Párraga	Kg de carga contaminante vertida Permisos de vertimiento vigentes	Los usuarios con permiso de vertimiento cumplen con las cargas máximas permisibles definidas en los escenarios de calidad del PORH del río Párraga								USUARIOS DEL RECURSO HÍDRICO

Tabla 4-5 Línea Estratégica 2: Gestión de la Oferta

Línea Estratégica 2	Gestión de la Oferta									
Programa 1	Ocupación sostenible del territorio									
Objetivo General	Contribuir con la capacidad de regulación hídrica de la cuenca del río Párraga para el mejoramiento de las condiciones de calidad y cantidad del recurso hídrico									
Acciones	Indicadores	Meta	Horizonte de tiempo PORH (años)							Entidades Responsables
			CORTO					MEDIANO	LARGO	
			1	2	3	4	5	6 a 10	11 a 20	
Acotamiento e implementación de rondas hídricas en zonas prioritizadas	Área intervenida/Total del área prioritizada de rondas hídricas x 100	100% de acotamiento e implementación de la ronda hídrica en tramos prioritizados								Alcaldía municipal de Candelaria y Florida - CVC

Tabla 4-6 Línea Estratégica 3: Gestión de la demanda de agua

Línea Estratégica 3	Gestión de la demanda de agua										
Programa 1	Uso eficiente y ahorro de agua										
Objetivo General	Garantizar el uso sostenible del recurso hídrico en situaciones de caudal bajo para preservar el caudal ambiental del río Párraga Caracterizar la demanda de agua del río Párraga Garantizar el uso sostenible del recurso hídrico										
Acciones	Indicadores	Meta	Horizonte de tiempo PORH (años)								Entidades Responsables
			CORTO					MEDIANO	LARGO		
			1	2	3	4	5	6 a 10	11 a 20		
Formulación, aprobación e implementación del programa para el uso eficiente y ahorro del agua (PUEAA) por parte los usuarios del recurso hídrico acorde con lo establecido en la normatividad vigente	No. de usuarios con PUEAA formulados y aprobados No. de PUEAA en implementación	Los usuarios del recurso hídrico del río Párraga implementan las acciones definidas en los PUEAA									Usuarios con concesiones de agua en el río Párraga - CVC
Implementación de turnos de aprovechamiento del recurso hídrico del río Párraga que permitan contar el caudal definido para el cumplimiento de los objetivos de calidad, según se requiera	No. de turnos de aprovechamiento implementados Caudal medido en estaciones de monitoreo	El río Párraga, en diferentes condiciones hidrológicas, mantiene el caudal que permite cumplimiento de los objetivos de calidad									Usuarios con concesiones de agua en el río Párraga - CVC
Diagnóstico y diseño de obras de control e instrumentación para la medición de caudal extraído del río Párraga	No. de obras requeridas No. de obras diseñadas	Los usuarios del recurso hídrico del río Párraga cuentan con los diseños de las obras requeridas según las condiciones definidas en las concesiones de agua									Usuarios con concesiones de agua en el río Párraga - Asociación de usuarios del agua -CVC
Implementación de obras de control e instrumentación para la medición de caudal extraído del río Párraga	Número de obras de control e instrumentación implementadas / Número total de obras programadas x 100 No. de obras operando adecuadamente	Los usuarios del recurso hídrico del río Párraga cuentan con las obras de control e instrumentación para la medición del caudal extraído según las condiciones definidas en las concesiones de agua									Usuarios con concesiones de agua en el río Párraga - Asociación de usuarios del agua -CVC

Tabla 4-7 Línea Estratégica 4: Gobernanza del agua

Línea Estratégica 4	Gobernanza del agua									
Programa 1	Participación Comunitaria y cultura del agua									
Objetivo General	Fortalecer las capacidades técnicas y administrativas de las organizaciones comunitarias para la prestación de los servicios públicos para la sostenibilidad del recurso hídrico									
Acciones	Indicadores	Meta	Horizonte de tiempo PORH (años)							Entidades Responsables
			CORTO					MEDIANO	LARGO	
			1	2	3	4	5	6 a 10	11 a 20	
Capacitación y fortalecimiento en la gestión integral de residuos sólidos	No. de organizaciones fortalecidas	Dos procesos de fortalecimiento de las organizaciones comunitarias que prestan servicios públicos con influencia en el río Párraga (un proceso en el corto plazo y otro en el mediano plazo)								CVC, Alcaldía de Candelaria y Florida, Gobernación del Valle del Cauca prestadores de los servicios comunitarios, usuarios
Capacitación y fortalecimiento técnico y administrativo para la prestación del servicio de alcantarillado y actividades complementarias en el sector rural	No. de organizaciones fortalecidas	Dos procesos de fortalecimiento de las organizaciones comunitarias que prestan servicios públicos con influencia en el río Párraga (un proceso en el corto plazo y otro en el mediano plazo)								CVC, Alcaldía de Candelaria y Florida, Gobernación del Valle del Cauca prestadores de los servicios comunitarios, usuarios
Desarrollo de procesos de educación ambiental y sensibilización de los usuarios del recurso hídrico del río Párraga sobre la necesidad de implementar acciones para el ahorro y uso eficiente del agua y el control de la contaminación para la sostenibilidad del recurso hídrico	No. de procesos ejecutados No. de actores que participan	Dos procesos de educación ambiental y sensibilización dirigido a los usuarios directos del río Párraga (un proceso en el corto plazo y otro en el mediano plazo)								CVC, Alcaldía de Candelaria y Florida, Gobernación del Valle del Cauca prestadores de los servicios comunitarios, usuarios

4.3 Ruta de Articulación

Con el fin de asegurar el éxito en la implementación del PORH del río Parraga, se plantean las estrategias articuladoras; el estado base de la unidad hidrológica en estudio, identificado en la fase diagnóstica, y los objetivos de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico – PNGIRH (MAVDT, 2010) que se fundamenta en ocho (8) principios:

1. **Bien de uso público:** El agua es un bien de uso público y su conservación es responsabilidad de todos.
2. **Uso prioritario:** El acceso al agua para consumo humano y domestico tendrá prioridad sobre cualquier otro uso y en consecuencia se considera un fin fundamental del Estado. Además, los usos colectivos tendrán prioridad sobre los usos particulares.
3. **Factor de desarrollo:** El agua se considera un recurso estratégico para el desarrollo social, cultural y económico del país por su contribución a la vida, a la salud, al bienestar, a la seguridad alimentaria y al mantenimiento y funcionamiento de los ecosistemas.
4. **Integridad y diversidad:** La gestión integral del recurso hídrico armoniza los procesos locales, regionales y nacionales y reconoce la diversidad territorial, ecosistémica, étnica y cultural del país, las necesidades de las poblaciones vulnerables (niños, adultos mayores, minorías étnicas), e incorpora el enfoque de género.
5. **Unidad de gestión:** La cuenca hidrográfica es la unidad fundamental para la planificación y gestión integral descentralizada del patrimonio hídrico.
6. **Ahorro y uso eficiente:** El agua dulce se considera un recurso y por lo tanto, su uso será racional y se basará en el ahorro y uso eficiente.
7. **Participación y equidad:** La gestión del agua se orientará bajo un enfoque participativo y multisectorial, incluyendo a entidades públicas, sectores productivos y demás usuarios del recurso, y se desarrollará de forma transparente y gradual propendiendo por la equidad social.
8. **Información e investigación:** El acceso a la información y la investigación son fundamentales para la gestión integral del recurso hídrico (Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico, Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2010).

Teniendo en cuenta los riesgos identificados y situaciones propias de la corriente en ordenamiento, se presenta a continuación la articulación con los instrumentos de planeación existentes, la descripción de las líneas estratégicas para la conformación de proyectos, así como las fichas correspondientes a cada proyecto donde se definen actividades, tareas, responsables, costos y metas.

Este proceso fue retroalimentado por los actores territoriales consultados en las diferentes fases de desarrollo del PORH del sistema Guachal en la estrategia de participación desarrollada. Donde se relacionan con las establecidas por el equipo técnico, las cuales obedecen, de una parte, a los requerimientos de la normatividad y protocolos técnicos y de otra a las características y necesidades del río y su territorio.

4.3.1 Articulación del PORH con los instrumentos de planificación

El plan de ordenamiento del recurso hídrico-PORH, como parte de los instrumentos que hacen posible la gestión integral del agua, requiere mantener una articulación con instrumentos de planificación y gestión que se formulan a escala regional y municipal con injerencia en las subcuencas de los ríos que conforman la Cuenca Hidrográfica del río Guachal acorde con la fase de diagnóstico, los instrumentos de planificación existentes que fueron tenidos en cuenta al igual que los documentos técnicos se muestran en la siguiente (Figura 4-1).

INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN Y TÉCNICOS EN ARTULACIÓN CON PORH DEL RIO PÁRRAGA			
GESTIÓN AMBIENTAL	GESTIÓN DEL RECURSO HIDRICO	PLANIFICACIÓN TERRITORIAL	DIAGNÓSTICOS TÉCNICOS
El Plan de Gestión Ambiental Regional 2015-2036	Plan Estratégico Macrocuena –PEM Magdalena-Cauca (2015) Línea base Plan de Manejo Ambiental del acuífero Valle del Cauca (CVC, 2010). Acuerdo CVC 042 del año 2010 PSMV: Municipio Candelaria Cabecera (02/2023), Reglamentación del río Párraga con resolución 0100 No. 0600-0778 de 2017	Plan de Ordenamiento Territorial Departamental del Valle del Cauca Plan de Ordenamiento Territorial/ PBOT del municipio de Candelaria (Acuerdo 02/2015 que modifica el Acuerdo 015 2005-2015) Plan de Ordenamiento Territorial/ PBOT del municipio de Pradera (019 / 2002)	Evaluación Nacional del Agua ENA (2008,2010, 2014,2018) Evaluaciones Regionales del Agua ERA (CVC 2018) Priorización de Fuentes Superficiales para el Ordenamiento del Recurso Hídrico en el Valle del Cauca (2012)

Figura 4-1. Instrumentos de planificación y estudios técnicos tomados en cuenta para la articulación con el PORH del río Párraga

Se consultó el Plan Estratégico de la Macrocuena Magdalena-Cauca en el cual se formularon lineamientos estratégicos y determinantes ambientales, que de acuerdo con el Decreto 1640 del 2 de agosto de 2012, es un instrumento de planificación de más alta jerarquía; y por lo tanto el marco para el desarrollo de otros de orden local, con la finalidad de mantener la coherencia en la planificación, el manejo y desarrollo del territorio. El componente programático del PORH y las acciones que CVC desarrolla actualmente, se articula con los lineamientos estratégicos de los ejes temáticos planteados para “Calidad y sostenibilidad del Recurso Hídrico y Educación ambiental, cultura y participación ciudadana”, sin embargo, continúa pendiente la formulación del Plan de Ordenamiento de la cuenca del Guachal -POMCA GUACHAL- de la que el río Fraile hace parte (Tabla 4-8).

Tabla 4-8 Líneas estratégicas y acciones propuestas para el PEM de la Macrocuena Magdalena-Cauca, que se enmarcan en la propuesta programática del PORH del río Párraga

OBJETIVO ESTRATEGICO	LINEA ESTRATEGICA	LINEA DE ACTUACION	CRITERIO DE ACTUACION
Mejorar las condiciones de la calidad del agua de la cuenca del río cauca y de los	Planificación del uso y manejo del recurso	Ordenación y manejo integral de las cuencas hidrográficas	Formulación de planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas

OBJETIVO ESTRATEGICO	LINEA ESTRATEGICA	LINEA DE ACTUACION	CRITERIO DE ACTUACION
aspectos concernientes a la regulación de la cantidad del agua para obtener condiciones óptimas en su distribución en el territorio y a los usuarios como insumo para los diferentes usos		Diseño e implementación de sistemas de monitoreo e información ambiental.	Consolidación y ampliación de la red de monitoreo de la calidad del agua y promover la integración de ésta con otras redes públicas y particulares existentes.
		Regulación de la oferta del recurso hídrico para satisfacer la demanda actual y futura, en el desarrollo sectorial y territorial en las zonas de alta ocupación y en zonas en proceso de ocupación.	Implementación de sistemas de revegetalización y reforestación con fines de regulación hídrica.
			Orientación de un uso eficiente del agua a través de la formación de una conciencia de uso racional.
	Reducción de la contaminación	Diseño, construcción y optimización de la infraestructura física para la captación, almacenamiento, transporte, distribución, tratamiento y disposición del recurso hídrico	Fomento y promoción para el mejoramiento continuo de la infraestructura física para el suministro de agua potable y conducción y disposición de aguas residuales
Promover procesos de participación, concertación y educación para la adopción de valores y actitudes reconociendo la diversidad cultural hacia la sostenibilidad del territorio	Reconocimiento de la diversidad cultural	Incorporación de la etnoeducación y la educación ambiental a la educación formal y no formal	Articulación de estrategias de educación ambiental con las CAR, para la socialización del conocimiento, la conservación y preservación del río como eje del desarrollo regional y nacional con campañas masivas de difusión

Fuente: (CORMAGDALENA, Secretaría Técnica del Río Cauca, Universidad de Medellín, 2006)

Con respecto a los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), enmarcado en el Decreto 1076 de 2015 y la Resolución 1433 de 2004 del MAVDT, son instrumentos de planificación que propende por el avance en la descontaminación de fuentes de agua, atacando los problemas de saneamiento y tratando los vertimientos de aguas residuales domésticas. El área del sistema Guachal cuenta con diez (10) PSMV, de los cuales uno tiene impacto directo sobre el cauce río Párraga, como es el PSMV del municipio de Candelaria.

El PSMV para Candelaria presentado por Acuavalle S.A ESP, como prestador del servicio de alcantarillado, a la CVC durante la vigencia 2023, con respecto a la Planta de Tratamiento de Agua Residual PTAR indica:

- El sistema de alcantarillado comprende dos emisarios finales o colectores; el norte que recolecta el 43% y que se encuentra en funcionamiento entregando a la PTAR un caudal entre 12,5 y 17 lps. Adicionalmente, el colector sur recolecta el 57%, y entrega a una Estación de Bombeo de Agua Residual - EBAR con punto de descarga al Río Párraga.
- El colector sur, presenta fallas estructurales que no permiten la entrega a la PTAR, requiere inversión en diseños y obras.

- La PTAR cuenta con una primera fase en operación, por tanto, presenta una sola línea de tratamiento

Considerando lo antes indicado para el cumplimiento de los objetivos de calidad del río Párraga es prioritaria la implementación del PSMV de la cabecera del municipio de Candelaria acorde con lo definido en el plan de acción de dicho instrumento de tal forma que se cumplan con los indicadores de seguimiento establecidos respecto a las metas de carga contaminante proyectadas, la construcción de colectores e interceptores para la eliminación de los puntos de vertimiento y la optimización, puesta en marcha, operación y mantenimiento de la PTAR.

Articulación del PORH con el POT

Los resultados del PORH son considerados determinante ambiental, los cuales deben ser incorporados en la actualización de los instrumentos de ordenamiento territorial con relación a:

- Información relacionada con la oferta hídrica total (cantidad de agua que fluye por el cuerpo de agua y la oferta hídrica disponible (Oferta hídrica total menos el caudal ambiental, lo cual condicionará qué cantidad de agua puede ser concesionada u otorgada para diferentes procesos que se desarrollen en el territorio y en todo caso deberán ser tenidos en cuenta para la definición de perímetros, usos y densidades de ocupación.
- Los usos actuales y potenciales del cuerpo de agua, en concordancia con los objetivos de calidad asociados y la disponibilidad del recurso hídrico, condicionarán la definición de los modelos de ocupación territorial y en tal sentido deberán armonizarse con el régimen de usos definido en el POT para cada actividad.
- Criterios y objetivos de calidad, este aspecto condiciona qué cantidad de cargas contaminantes pueden descargarse a los cuerpos de agua por diferentes vertimientos, a fin de garantizar la preservación de las condiciones de calidad y cantidad requeridas para el sostenimiento de los ecosistemas acuáticos y demás usos sobre el cuerpo de agua.
- Prohibiciones y condicionamientos (Clasificación de las aguas, prohibiciones y condicionamientos para permitir vertimientos). La definición de zonas de clase tipo I condiciona las áreas de actividad propuestas en el POT, toda vez que se prohíben vertimientos o el desarrollo de actividades específicas lo cual deberá quedar indicado en las normas urbanísticas del POT.

Bibliografía

Universidad del Valle y CVC, (2023). Documento técnico de formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico del río Párraga