



FORMULACIÓN DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO - PORH DEL RÍO YUMBO

DOCUMENTO SÍNTESIS

CORPORACION AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA – CVC
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN AGUA Y SANEAMIENTO – GIAS
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA – UTP

Diciembre de 2019



Grupo de
Investigación
en Agua y
Saneamiento



Facultad
de Ciencias
Ambientales



Universidad
Tecnológica
de Pereira



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

CONTENIDO

Resumen	5
INTRODUCCIÓN.....	5
1. FASE I: DECLARATORIA.	6
2. FASE II: DIAGNOSTICO.....	7
2.1. Desarrollo de la estrategia de participación social	7
2.2. Delimitación del área de trabajo	9
Figura 4 Delimitación área de trabajo, río Yumbo.	9
2.3. Localización y caracterización de las redes hidrometeorológicas y de calidad existentes....	9
2.4. Inventario de captaciones y vertimientos.....	11
2.5. Análisis de conflictos actuales de uso, por calidad	13
2.6. Demanda hídrica.....	16
2.7. Calidad del agua	16
2.7.1. Resultados monitoreo de cantidad y calidad	16
2.8. Oferta hídrica.....	25
2.9. Índice de uso del agua (IUA)	27
2.10. Riesgos asociados a la reducción de la oferta y disponibilidad del recurso hídrico	32
3. FASE III: IDENTIFICACIÓN DE USOS POTENCIALES DEL RECURSO HÍDRICO.....	34
3.1. Definición de usos potenciales mediante el desarrollo de la estrategia de participación social	34
3.2. Modelación de la calidad del recurso hídrico.	37
4. FASE IV: FORMULACIÓN.....	42
4.1. Estrategia de participación social.	42
4.2. Clasificación de los cuerpos de agua en ordenamiento.....	43
4.3. Objetivos de calidad.....	45
4.4. Definición de metas quinquenales de reducción de cargas contaminantes.	48
4.5. Articulación con el plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica – POMCA 02631.	49
4.6. Programa de seguimiento y monitoreo del recurso hídrico.....	49
4.7. Estructuración del componente programático del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico - PORH del río Yumbo	50
5. Bibliografía.....	55

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Reuniones de acercamiento a los actores sociales en la fase de Diagnóstico.....	7
Tabla 2 Aspectos generales de la Mesa Intersectorial N° 1 – Diagnóstico Participativo.....	8
Tabla 3 Reunión de coordinación del proceso simultáneo de formulación del POMCA.....	8
Tabla 4. Inventario de captaciones en la subcuenca del río Yumbo.....	11
Tabla 5. Resultados de los parámetros In Situ medidos en el río Yumbo.....	16
Tabla 6. Resultados de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos para el río Yumbo.....	18
Tabla 7. Resultados de los parámetros medidos In Situ en VPC 10.....	19
Tabla 8. Resultados de los parámetros analizados en laboratorio en VPC 10.....	20
Tabla 9. Proyección de cargas contaminantes del municipio de Yumbo.....	22
Tabla 10. Rendimiento hídrico para el área hidrológica objeto de estudio subcuenca río Yumbo.....	25
Tabla 11. Caudal de oferta total medio mensual, año seco y año húmedo - área hidrológica objeto de estudio subcuenca río Yumbo.....	26
Tabla 12. Caudal de oferta total medio mensual tributarios principales-río Yumbo.....	26
Tabla 13. Caudal de oferta total medio mensual estaciones de monitoreo recurso hídrico-río Yumbo.....	26
Tabla 14. IUA mensual estaciones río Yumbo.....	32
Tabla 15. Riesgo asociado a la reducción de la oferta en las estaciones de monitoreo en el área hidrológica objeto de estudio en la subcuenca del río Yumbo.....	33
Tabla 16. Riesgo asociado a la disponibilidad en las estaciones de monitoreo de la subcuenca del río Yumbo.....	33
Tabla 17 Aspectos generales de la Mesa intersectorial N°2 - Socialización del Diagnóstico.....	34
Tabla 18 Aspectos generales de la Mesa intersectorial N° 3 - Identificación de usos.....	35
Tabla 19 Definición participativa de objetivos de calidad del río Yumbo.....	36
Tabla 20 Horizonte de implementación del PORH del río Yumbo.....	36
Tabla 21 Aspectos generales de la mesa intersectorial N° 5.....	42
Tabla 22 Reunión de articulación de instrumentos de planificación.....	43
Tabla 23. Clasificación de los cuerpos de agua en ordenamiento en la subcuenca del río Yumbo.....	44
Tabla 24. Objetivos de calidad definidos para las corrientes objeto de ordenamiento en la subcuenca del río Yumbo.....	46
Tabla 25. Cargas contaminantes base y meta Tramos III y IV del río Yumbo.....	48
Tabla 26. Cargas contaminantes incluidas en el modelo (Escenario Tendencial e Implementación del PSMV).....	49
Tabla 27. Red de monitoreo propuesta para el seguimiento a los objetivos de calidad definidos en el PORH.....	50
Tabla 28. Síntesis contenido programático PORH Yumbo.....	51
Tabla 29. Horizonte de inversión para a las actividades propuestas en el PORH del río Yumbo.....	52
Tabla 30. Entidades y fuentes de financiación PORH del río Yumbo.....	54



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Fases PORH	5
Figura 2 Esquema de desarrollo de la estrategia de participación social	6
Figura 3 Resolución 0100 No 0660 0696 de 2017	7
Figura 4 Delimitación área de trabajo, río Yumbo.	9
Figura 5. Espacialización de las estaciones hidrometeorológicas existentes en el área de influencia de la subcuenca hidrográfica del río Yumbo.....	10
Figura 6 Estaciones de monitoreo de calidad subcuenca del río Yumbo	11
Figura 7. Inventario de captaciones en las corrientes objeto de ordenamiento en la subcuenca del río Yumbo	12
Figura 8. Vertimientos identificados en las corrientes objeto de ordenamiento en la subcuenca río Yumbo	13
Figura 9. Conflictos identificados según fuente de información.	14
Figura 10. Espacialización (aproximada) de conflictos identificados.....	15
Figura 11. Comparación conflictos identificados con la calidad del agua de la red de monitoreo de CVC.	15
Figura 12. Relación demanda de agua	16
Figura 13. Carga vertida y carga transportada de DBO ₅ (kg/día).....	21
Figura 14. Carga vertida y carga transportada de SST (kg/día).....	21
Figura 15. Resultados ICA IDEAM	23
Figura 16. Resultados ICA CETESB	23
Figura 17. Resultado ICO's.....	24
Figura 18. Resultados ICOTRO	24
Figura 19. Caudal de oferta media mensual área hidrológica objeto de estudio en la subcuenca río Yumbo.	25
Figura 20. Distribución IUA mensual en la subcuenca del río Yumbo - Año normal.	27
Figura 21. Distribución IUA mensual en la subcuenca del río Yumbo -Año seco.....	28
Figura 22. Distribución IUA mensual en la subcuenca del río Yumbo -Año húmedo.	28
Figura 23. Distribución IUA mensual Q. La Buitrera subcuenca río Yumbo -Año normal.	29
Figura 24. Distribución IUA mensual Q. La Buitrera subcuenca río Yumbo -Año seco.....	29
Figura 25. Distribución IUA mensual Q. La Buitrera subcuenca río Yumbo -Año húmedo.....	29
Figura 26. Distribución IUA mensual Q. Santa Inés subcuenca río Yumbo -Año normal.....	30
Figura 27. Distribución IUA mensual Q. Santa Inés subcuenca río Yumbo -Año seco.	30
Figura 28. Distribución IUA mensual Q. Santa Inés subcuenca río Yumbo -Año húmedo.....	30
Figura 29. Distribución IUA mensual Q. Yumbillo subcuenca río Yumbo -Año normal.	31
Figura 30. Distribución IUA mensual Q. Yumbillo subcuenca río Yumbo -Año seco.....	31
Figura 31. Distribución IUA mensual Q. Yumbillo subcuenca río Yumbo -Año húmedo.....	31
Figura 32. Topología para la modelación de calidad del agua río Yumbo.....	37
Figura 33. Caudal (m ³ /s) - Escenarios de simulación	39
Figura 34. Oxígeno disuelto (mg/l) - Escenarios de simulación	40
Figura 35. DBO ₅ total (mg/l) - Escenarios de simulación	40
Figura 36. Sólidos suspendidos totales (mg/l) - Escenarios de simulación	41
Figura 37. Coliformes fecales (NMP/100 ml) - Escenarios de simulación	42

Resumen

El plan de ordenamiento del recurso hídrico - PORH, es un instrumento de planificación que permite en ejercicio de la Autoridad Ambiental intervenir de manera sistémica los cuerpos de agua en pro del mejoramiento de las condiciones de calidad y cantidad requeridas para el sostenimiento de los ecosistemas acuáticos y los usos actuales y potenciales de dichos cuerpos de agua”, el PORH se compone de las fases de: 1) Declaratoria de Ordenamiento, 2) Diagnóstico, 3) Identificación de los Usos Potenciales del Recurso Hídrico y 4) Elaboración del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (**Figura 1**)

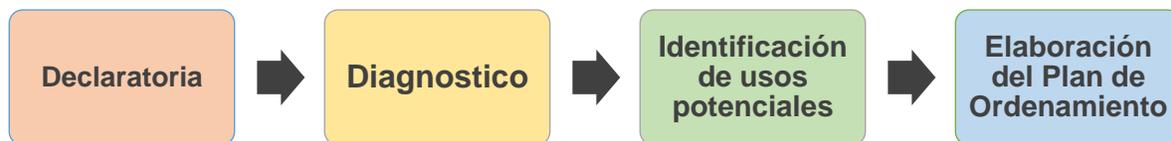


Figura 1 Fases PORH

El proceso de ordenamiento en el río Yumbo, se inició con la expedición de la resolución 0100 No 0660-0696 del 27 de septiembre de 2017, mediante la cual se declaró su ordenamiento. Una vez declarada en ordenamiento, se inició con la fase de diagnóstico; en la cual se evidenció una fuerte afectación de la calidad del río en su tramo urbano, la cual está relacionada principalmente con la descarga de vertimientos de origen doméstico; en términos de cantidad, se encontró una presión alta sobre el recurso, asociada al uso ineficiente del agua; conocida la situación actual del río Yumbo, se procedió a realizar diferentes espacios de participación con los actores más relevantes del recurso hídrico, con el fin de identificar y definir los Usos Potenciales en el río (Fase Prospectiva). Finalmente, se procedió con la elaboración del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico.

De esta manera; el presente documento reúne los principales componentes definidos en la formulación del PORH del río Yumbo.

INTRODUCCIÓN

El ordenamiento del recurso hídrico, requiere la implementación de una estrategia de participación social que promueva la vinculación de todos los actores sociales en la toma de decisiones para cada fase del ordenamiento del Recurso Hídrico; de esta manera, la estrategia de participación del proceso de formulación del PORH se diseñó a partir de los lineamientos establecidos en la guía técnica del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, las recomendaciones del equipo técnico de la CVC, y de la experiencia previa de la UTP en torno a procesos sociales requeridos en la formulación de instrumentos de

planificación. En la Figura 2, se presenta el esquema de las mesas intersectoriales propuestas para la participación y diálogo entre los actores sociales.

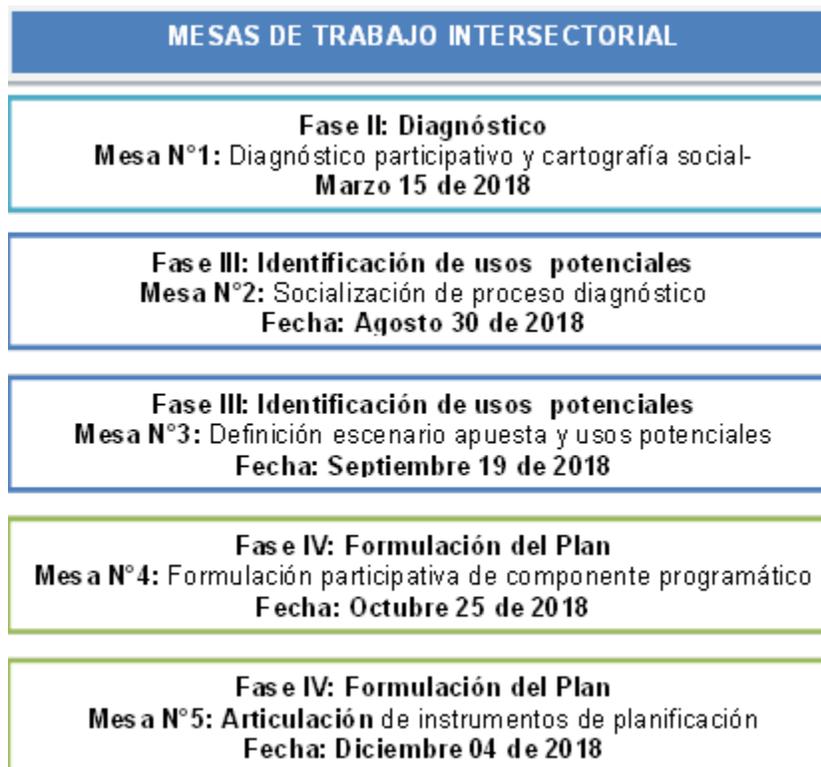


Figura 2 Esquema de desarrollo de la estrategia de participación social

A continuación, se describe en detalle la implementación de la estrategia de participación social y los principales resultados alcanzados para cada una de las fases del PORH del río Yumbo.

1. FASE I: DECLARATORIA.

El proceso de ordenamiento en el río Yumbo, se inició con la expedición de la resolución 0100 No 0660-0696 del 27 de septiembre de 2017, mediante la cual se declaró su ordenamiento (Figura 3).



Figura 3 Resolución 0100 No 0660 0696 de 2017

2. FASE II: DIAGNOSTICO

En la Fase II, se estableció la situación ambiental actual del río Yumbo en el Valle del Cauca, teniendo en cuenta sus aspectos sociales, físicos, bióticos y antrópicos, con el fin de establecer las potencialidades, conflictos y restricciones del mismo.

2.1. Desarrollo de la estrategia de participación social

Las primeras reuniones programadas fueron de acercamiento a los actores sociales identificados, quienes solicitaron convocar a estos encuentros a los representantes de todas las organizaciones locales y regionales con competencias y responsabilidades en la gestión del recurso hídrico. La Tabla 1 indica la fecha de realización de estas actividades, los temas abordados y los actores que participaron.

Tabla 1 Reuniones de acercamiento a los actores sociales en la fase de Diagnóstico.

Fecha	Objetivo	Actores involucrados	Técnicas
Febrero 15 de 2018	<ul style="list-style-type: none"> Presentar el convenio de formulación del PORH, así como sus etapas en la administración municipal y usuarios del agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Acueductos comunitarios. Administración municipal. 	Presentación formal
Febrero 28 de 2018	<ul style="list-style-type: none"> Comunicar las características y actividades programadas para el PORH en la mesa ambiental del municipio de Yumbo. 	<ul style="list-style-type: none"> Administración municipal. Participantes mesa ambiental. 	Presentación formal

Posteriormente, se ejecutó la mesa intersectorial de diagnóstico participativo. En la Tabla 2 se muestra los detalles del encuentro realizado en marzo con el propósito de construir colectivamente un mapa parlante que diera cuenta de los usos actuales del recurso

hídrico en el río Yumbo y los conflictos asociados. Con los actores institucionales y comunitarios se acordó la programación de actividades iniciales de campo y el suministro de información secundaria.

Tabla 2 Aspectos generales de la Mesa Intersectorial N° 1 – Diagnóstico Participativo.

Fecha	Objetivo	Actores involucrados	Técnicas
Marzo 15 de 2018	<ul style="list-style-type: none"> • Adelantar el diagnóstico participativo de usos actuales del recurso hídrico sobre la corriente y conflictos asociados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Acueductos comunitarios. • Administración municipal. • Autoridad Ambiental. • PROAGUA 	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación formal • Mapa parlante – cartografía social

Los principales conflictos referenciados fueron la escasez de agua que enfrentan los acueductos comunitarios y la ESPY; la disposición inadecuada de vertimientos líquidos y residuos sólidos sobre la corriente; el riesgo de calidad que supone la actividad recreativa; la afectación a la cobertura vegetal que suponen los incendios forestales y las actividades productivas; así como la desarticulación de las acciones realizadas para la gestión del agua por las distintas entidades.



Foto 1 Diagnóstico participativo - Yumbo



Foto 2 Mapa parlante – Yumbo.

Finalmente, la Tabla 3 contiene información de la reunión de coordinación para articular el proceso de formulación del POMCA de la subzona hidrográfica 2631 adelantado de manera simultánea por CVC. En la misma fue posible extender la invitación a participar de las actividades de trabajo intersectorial a ejecutar en la formulación del PORH, de forma tal, que en las mismas se lograra identificar actores claves en el proceso de elaboración del POMCA.

Tabla 3 Reunión de coordinación del proceso simultáneo de formulación del POMCA.

Fecha	Temas tratados	Actores involucrados
Abril 18 de 2018	Participación en la socialización del POMCA subzona hidrográfica 2631	Actores sociales representativos en el aprestamiento del POMCA.

2.2. Delimitación del área de trabajo

El Río Yumbo nace en la Cordillera Occidental a una altura aproximada de 1400 msnm, en la confluencia de la Quebrada Santa Inés y el río Yumbillo; el cauce principal tiene una longitud aproximada de 10 kilómetros desde su nacimiento hasta su entrega en el río Cauca. Políticamente la cuenca se encuentra ubicada totalmente en la jurisdicción del municipio de Yumbo. Para la delimitación de área de trabajo, se procedió a la identificación preliminar del área hidrológica correspondiente al río Yumbo, dejando fuera del área de estudio a aquellas corrientes que drenan de forma independiente al río Cauca. Posteriormente, se definieron las corrientes objeto de ordenamiento a partir del trazado de un Buffer de 300 metros a lado y lado de las corrientes que evidenciaran mayor presión sobre el recurso hídrico en términos de disponibilidad y usuarios del recurso hídrico asentados allí; de esta forma, se definieron como corrientes objeto de ordenamiento a la quebrada Santa Inés, parte del río Yumbillo y el cauce natural del río Yumbo (Figura 4).

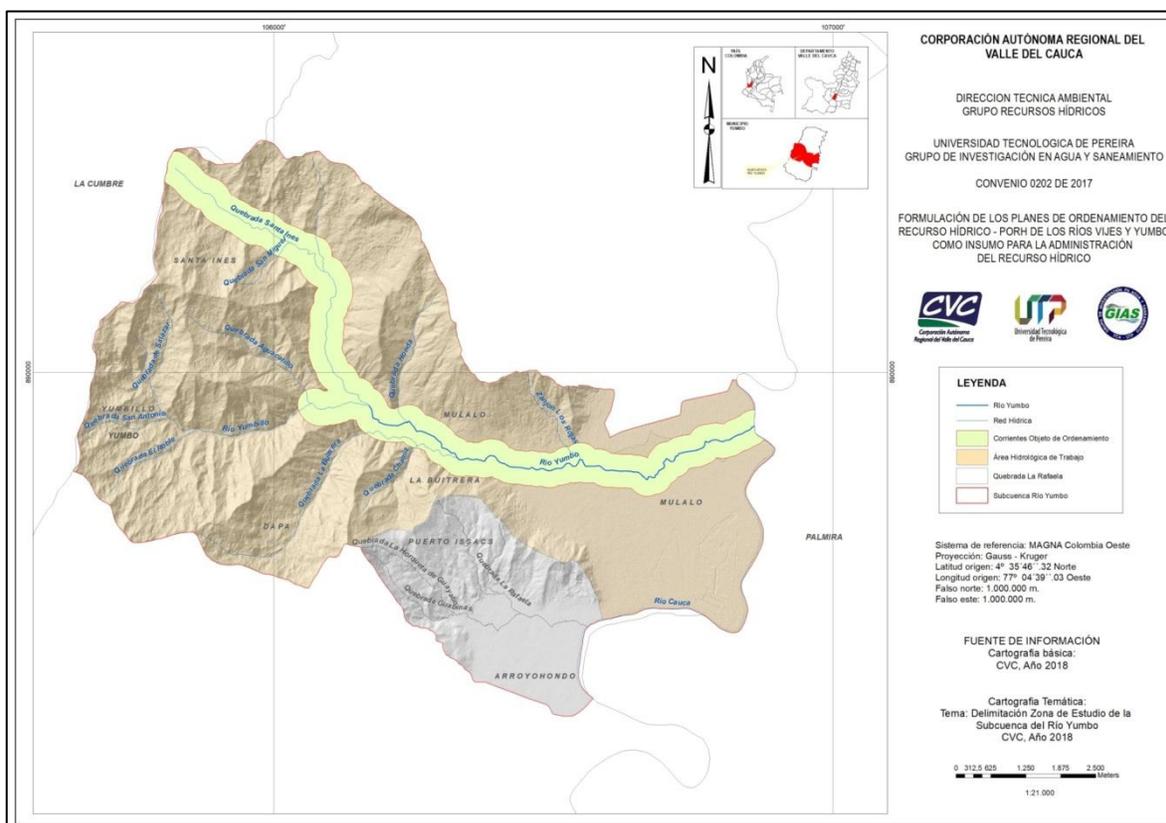


Figura 4 Delimitación área de trabajo, río Yumbo.

2.3. Localización y caracterización de las redes hidrometeorológicas y de calidad existentes.

2.3.1. Redes hidrometeorológicas

El monitoreo hidro-meteorológico de la subcuenca hidrográfica del río Yumbo se realizó a partir de estaciones fijas ubicadas sobre el área de aferencia y cercanas a éstas. En el área de influencia de la subcuenca hidrografica del rio Yumbo, se observó que hay espacializadas un total de treinta y siete (37) estaciones, las cuales son: Pluviométricas-PM- (17 estaciones), Pluviográficas-PG- (7 estaciones), Climáticas Ordinarias-CO- (7 estaciones), Limnigráficas – LG- (2 estaciones), Climaticas Principales –CP-(2 estaciones), Evaporimétricas – EV- (1 estación) y Climaticas Automaticas – CA- (1 estación). En la Figura 5 se observa la espacialización de éstas en la subcuenca del río Yumbo.

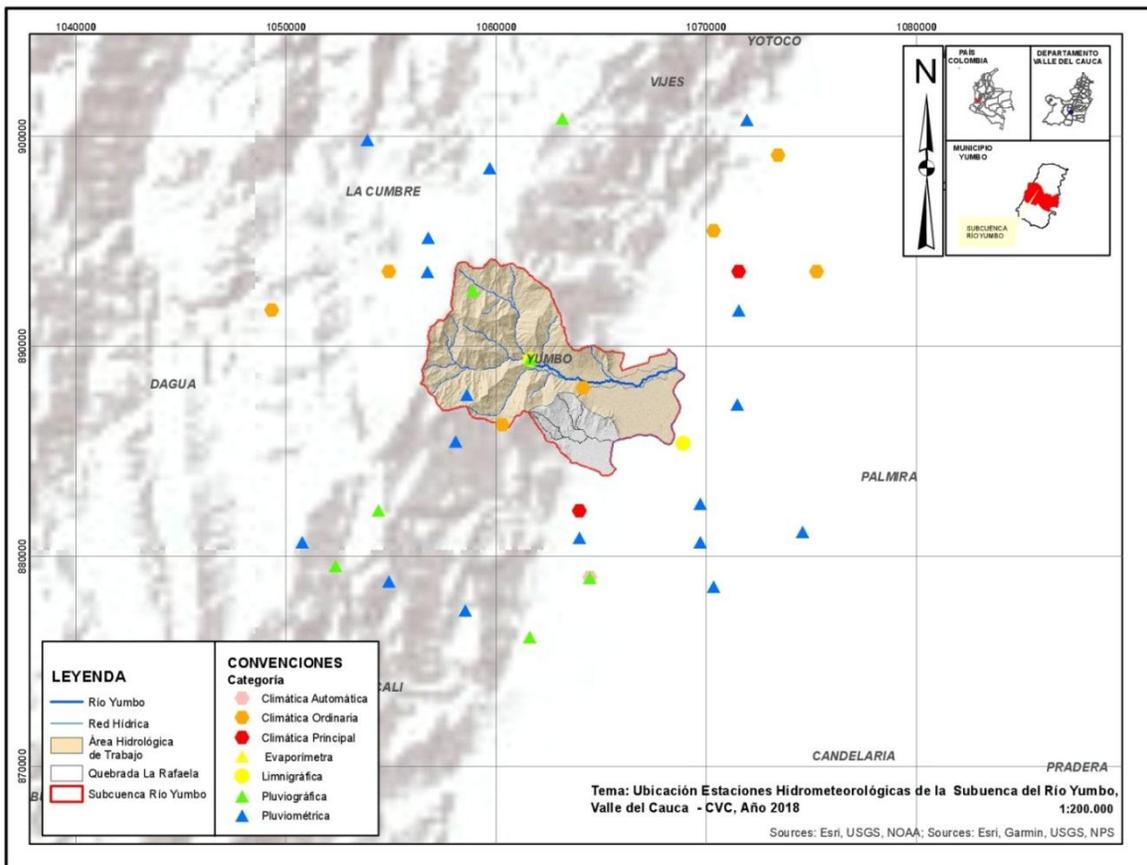


Figura 5. Espacialización de las estaciones hidrometeorológicas existentes en el área de influencia de la subcuenca hidrográfica del río Yumbo.

2.3.2. Red de monitoreo de calidad

El monitoreo de calidad en la subcuenca hidrográfica del río Yumbo, se realizó con frecuencia anual entre los años 1996 y 1997, pero desde el año 1998 hasta la actualidad se viene realizando de forma semestral sobre las estaciones sobre la quebrada Santa Inés y el río Yumbo. En este proceso de monitoreo de la calidad de las fuentes hídricas superficiales llevado a cabo por el laboratorio Ambiental de la Dirección Técnica Ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca –CVC-, se realiza

seguimiento y evaluación al comportamiento de diferentes parámetros físicos y químicos. En la Figura 6 se presenta la espacialización de la red de monitoreo de calidad de CVC en la subcuenca hidrográfica del río Yumbo.

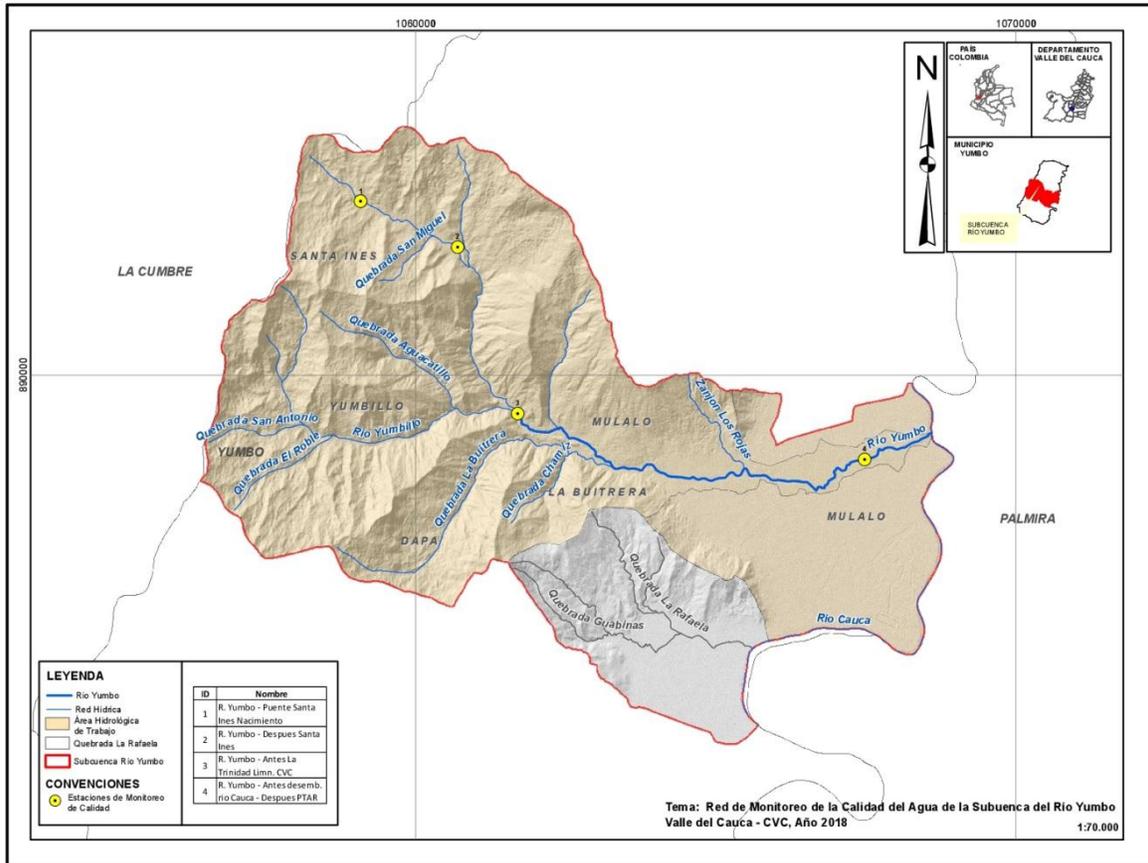


Figura 6 Estaciones de monitoreo de calidad subcuenca del río Yumbo

2.4. Inventario de captaciones y vertimientos

En total se identificaron 16 puntos de captación, en la Tabla 4 se presentan las características principales de las captaciones inventariadas las cuales pueden ser apreciadas espacialmente en la Figura 7 a partir del campo ID de la Tabla 4.

Tabla 4. Inventario de captaciones en la subcuenca del río Yumbo

ID	Usuario	Longitud E*	Latitud N*	Fuente abastecedora	Altitud msnm
1	Asociación de Suscriptores de Acueducto y Alcantarillado Barrio La Trinidad - ACUATRINIDAD	1061064,27	889362,60	Q. Yumbillo	1188
2	Agua Riveras de Yumbo S.A.S.	1061080,39	889360,29	Q. Yumbillo	1185
3	Asociación Comunitaria de Usuarios del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de La Vereda El Chocho - Asoagua Chocho	1059465,93	892700,72	Q Santa Ines	1554
4	Asociación Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado de La Vereda Peñas Negras	1059465,93	892700,72	Q Santa Ines	1554
5	Junta Administrativa de Acueducto y Alcantarillado de	1059150,29	892874,59	Q Santa Ines	1621

ID	Usuario	Longitud E*	Latitud N*	Fuente abastecedora	Altitud msnm
	Santa Inés				
6	Junta Administrativa de Acueducto y Alcantarillado de Santa Inés	1059307,21	892800,15	Q Santa Ines	1613
7	Empresa Oficial de Servicios Públicos de Yumbo - ESPY S.A. E.S.P.	1062997,95	888693,75	Rio Yumbo	1060
8	Empresa Oficial de Servicios Públicos de Yumbo - ESPY S.A. E.S.P.	1062343,00	888853,95	Q La Buitrera	1092
9	Junta de Acción Comunal Barrio Trinidad	1061962,86	889072,53	Rio Yumbo	1113
10	Agrícola La Ceiba Limitada	1066449,98	888216,28	Rio Yumbo	970
11	Junta administradora de Acueducto y alcantarillado Corregimiento de La Buitrera - ACUBAY	1059629,92	886693,72	Q La Buitrera	1612
12	Junta administradora de Acueducto y alcantarillado Corregimiento de La Buitrera - ACUBAY	1059479,44	886754,45	Q La Buitrera	1655
13	Asociación de Usuarios del Servicio de Agua Potable Yumbillo - Acuyumbillo	1057618,99	888380,06	Q Sinai	1776
14	Asociación de Usuarios del Servicio de Agua Potable Yumbillo - Acuyumbillo	1057496,77	888379,99	Q La Embosacada	1758
15	Asociación Junta Administradora del Agua del Sector Las Brisas	1057165,52	890593,68	Afluente Q Salazar	1956
16	Junta de Acción Comunal Vereda Salazar	1057159,93	890650,07	Afluente Q Salazar	1961

*Datum MAGNA Colombia Oeste

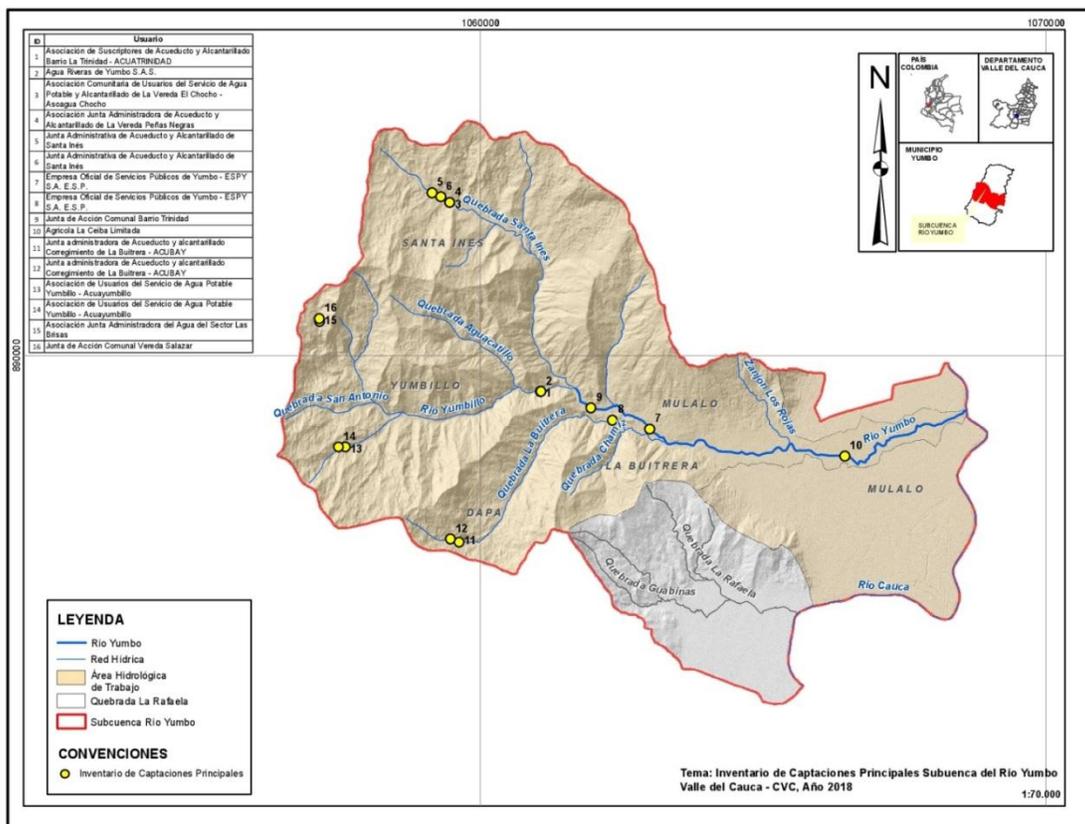


Figura 7. Inventario de captaciones en las corrientes objeto de ordenamiento en la subcuenca del río Yumbo

Sobre la quebrada Santa Inés se identificaron dos vertimientos puntuales que se realizan en la zona rural, en el tramo urbano del río Yumbo se identificaron 30 puntos de vertimiento asociados principalmente a los identificados en el PSMV de la cabecera municipal del municipio de Yumbo. Los vertimientos identificados en la fase de diagnóstico, pueden ser apreciados espacialmente en la Figura 8.

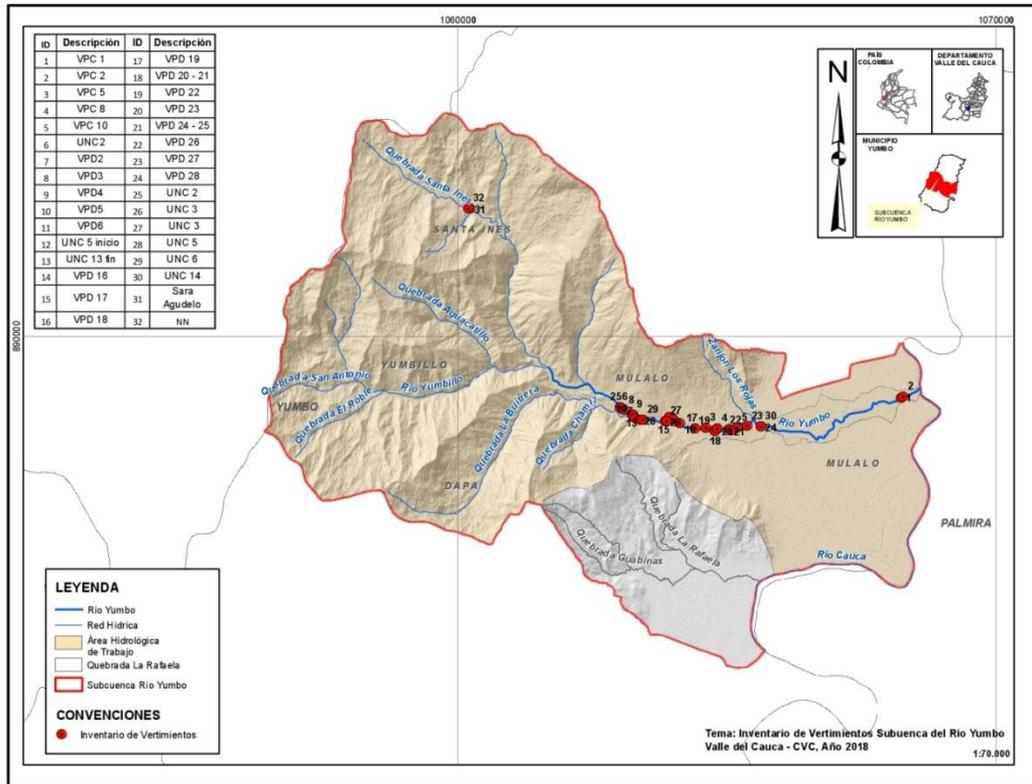


Figura 8. Vertimientos identificados en las corrientes objeto de ordenamiento en la subcuenca río Yumbo

2.5. Análisis de conflictos actuales de uso, por calidad

Fueron identificados en total 12 conflictos que corresponden a 3 fuentes de información, donde el 75% corresponden a los identificados en el sistema PQR de la CVC para los años 2016-2017, como se observa en la Figura 9. Esto evidencia que probablemente a través de un adecuado manejo del sistema de PQRs, es posible desde la identificación, gestionar los conflictos al interior de la autoridad ambiental.

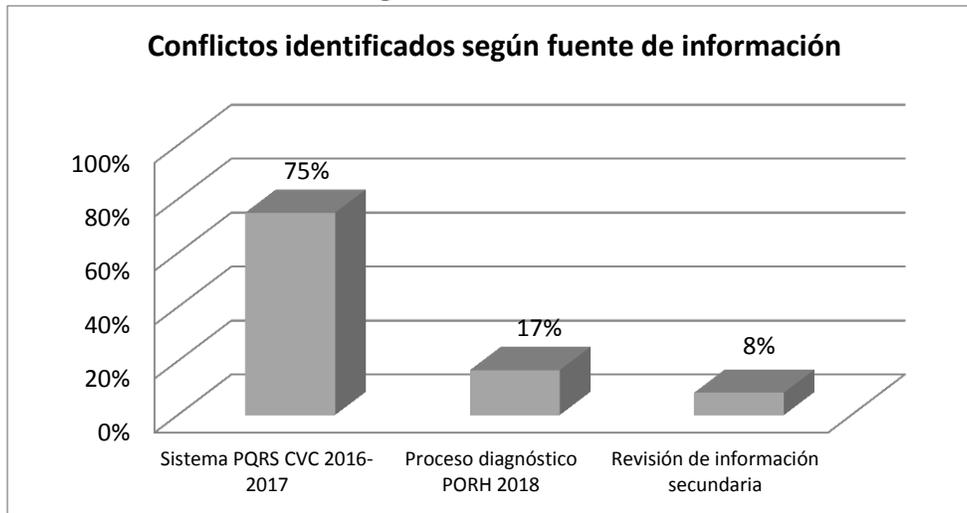


Figura 9. Conflictos identificados según fuente de información.

Debido a que la fuente de información utilizada para la identificación de los conflictos no cuenta con una precisa especialización, se realizó un ejercicio de aproximación con un buffer de 250 metros de la posible ubicación de los conflictos identificados. Según se observa en la Figura 10, la mayor concentración de conflictos se presenta en la zona rural de la cuenca. Es necesario resaltar la necesidad de contar con esta información debidamente georreferenciada, con el fin de facilitar la gestión de los conflictos.

Los conflictos identificados más el buffer de 250 metros fueron contrastados con el índice de calidad ICA-IDEAM (promedio histórico), esto con el fin de tratar de evidenciar coincidencias entre los conflictos y la calidad del agua medida en las estaciones de monitoreo existentes en la corriente. Se puede observar en la Figura 11, que hay una coincidencia entre seis (6) conflictos que se encuentran en el buffer de la zona de estudio y la calidad regular del agua de los puntos monitoreo EM2 y EM3 y calidad mala en el punto de monitoreo EM4.

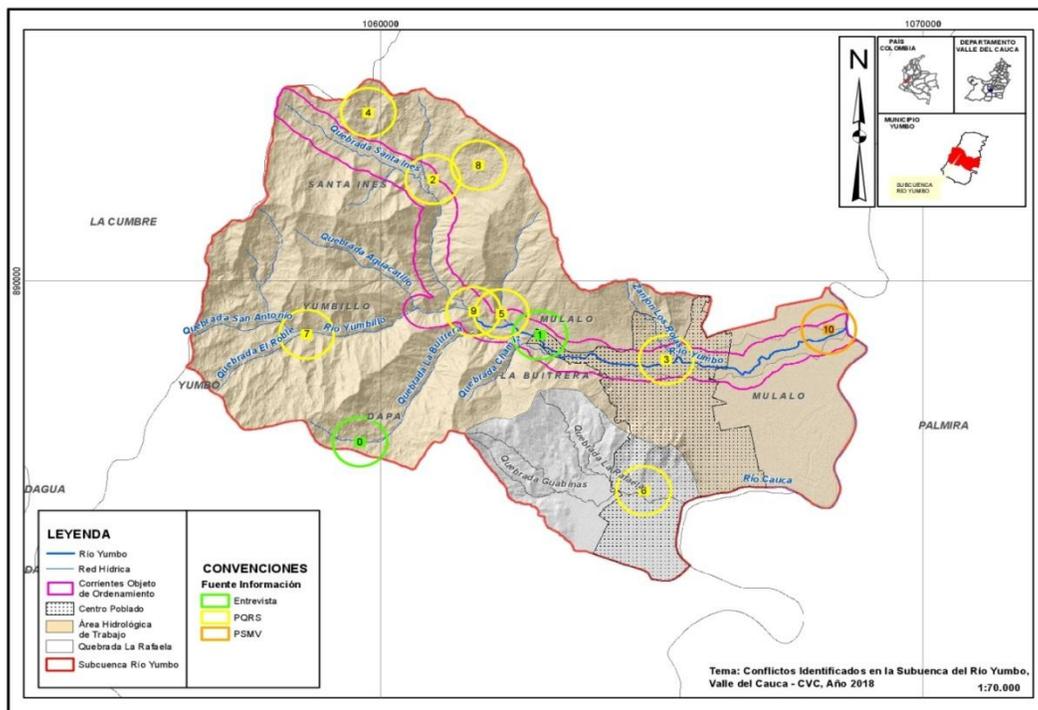


Figura 10. Espacialización (aproximada) de conflictos identificados

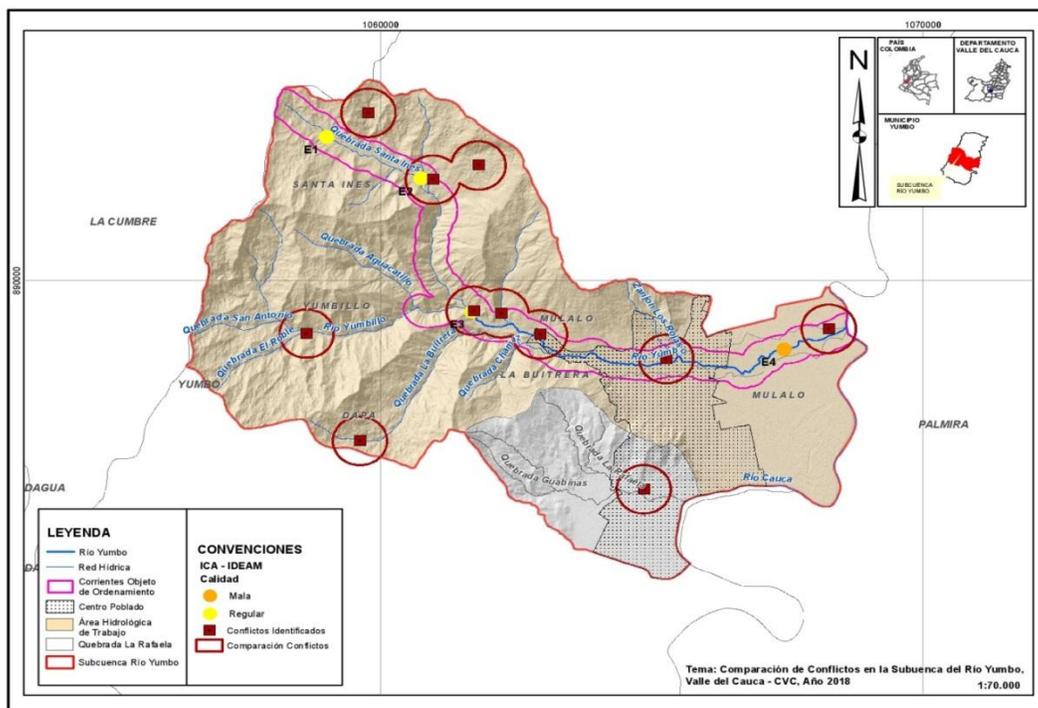


Figura 11. Comparación conflictos identificados con la calidad del agua de la red de monitoreo de CVC.

2.6. Demanda hídrica

El total de agua demandada en los usuarios identificados en la subcuenca del río Yumbo es de 102,95 L/s a cierre de subcuenca. Según indica el caudal total medido al momento de realizar el censo (102,95 L/s) y caudal calculado para dotación (48,19 L/s), en las corrientes objeto de ordenamiento de la subcuenca del río Yumbo, se evidencia una situación crítica con respecto a la demanda (Figura 12), lo cual puede estar asociado a dos panoramas; el primero el uso irracional del recurso y el segundo las pérdidas en los sistemas.

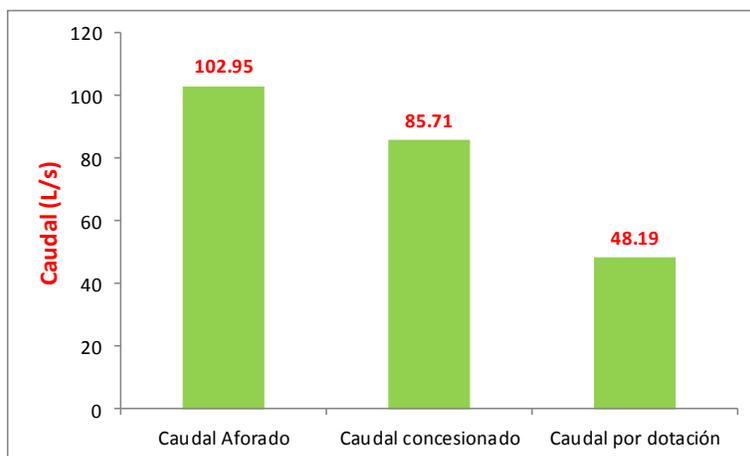


Figura 12. Relación demanda de agua

2.7. Calidad del agua

2.7.1. Resultados monitoreo de cantidad y calidad

Parámetros medidos In Situ para fuentes superficiales

La Tabla 5 presenta los resultados de los parámetros medidos *In Situ*, en las estaciones de monitoreo en el río Yumbo. Allí pueden apreciarse las diferencias de caudal registradas entre la campaña de monitoreo No 1 (C1) y la campaña de monitoreo No 2 (C2).

Tabla 5. Resultados de los parámetros *In Situ* medidos en el río Yumbo

Estación	Longitud (km)	Caudal (L/s)		pH (UpH)		Conductividad eléctrica (us/cm)		Temperatura del agua (°C)	
		C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
EM 1	0,00	5,91	7,43	8,30	7,48	170,00	208,10	18,66	18,10
EM 2	1,92	19,76	33,70	8,81	8,21	255,00	291,00	21,00	19,30
EM 3	5,38	80,41	154,85	8,97	8,38	263,00	277,40	23,00	19,60
EM 4	8,62	31,78	130,10	8,63	8,05	360,00	399,00	25,00	23,00
EM 6	13,84	236,69	250,28	7,87	7,34	455,00	411,00	28,00	24,70

Resultados de parámetros analizados en laboratorio para fuentes superficiales

En la Tabla 6 presenta los resultados de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos analizados en el río Yumbo. Los resultados presentados permiten identificar la afectación de calidad del agua en el tramo ubicado entre la estación EM4 (Antes de primer vertimiento colectivo VPC5) y la estación EM 6 (Antes Desembocadura a Río Cauca - después PTAR Yumbo), siendo la descarga de vertimientos la principal causa de afectación de calidad en el tramo urbano del río Yumbo.

Los Coliformes, son el parámetro más restrictivo para la destinación del recurso de acuerdo a los criterios de calidad para destinación del recurso establecidos en el Decreto 1594 de 1984 compilado en el Decreto 1076 de 2015. De igual manera, la concentración de Coliformes presentes en el río Yumbo, clasifican sus aguas en un nivel de calidad Muy deficiente de acuerdo a la especificaciones del RAS 2000, Sección II, Título C, Capítulo C2 aspectos de calidad del agua y su Tratabilidad. Es interesante resaltar también la disminución del Oxígeno disuelto en el tramo ubicado entre la estación EM4 (Antes de primer vertimiento colectivo VPC5) y la estación EM 6 (Antes Desembocadura a Río Cauca - después PTAR Yumbo); situación que refleja el deterioro de calidad por la descarga de vertimientos puntuales sobre el río Yumbo.

Tabla 6. Resultados de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos para el río Yumbo

Parámetro	Unidad	Estación									
		EM1 (0,00 km)		EM2 (1,92 km)		EM3 (5,38 km)		EM4 (8,82 km)		EM6 (13,84 km)	
		C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
DBO ₅ Total	(mg/L)	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	7,20	78,30	89,50
DBO ₅ Filtrada	(mg/L)	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	6,91	18,30	22,60
DQO (Total)	(mg/L)	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	21,50	192,0	194,00
DQO (Filtrada)	(mg/L)	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	20,00	52,60	63,00
Fosforo total	(mg/L)	0,03	0,07	0,04	0,18	0,03	0,07	0,03	0,25	1,97	2,22
Fosforo reactivo	(mg/L)	0,03	0,05	0,03	0,15	0,03	0,05	0,03	0,13	1,22	0,83
Nitratos	(mg/L)	0,39	0,41	0,58	0,64	0,38	0,46	0,48	0,55	0,72	0,25
Nitritos	(mg/L)	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,04	0,02	0,10	0,02	0,09
Nitrógeno Amoniacal	(mg/L)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	14,50	9,72
Nitrógeno Total Kajeldahl	(mg/L)	10,00	10,0	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	17,30	16,3
Oxígeno Disuelto	(mg/L)	6,16	6,61	5,38	7,06	6,45	7,46	4,76	5,69	0,20	0,20
Solidos disueltos totales	(mg/L)	156,0	150,00	198,0	227,00	214,0	216,00	288,0	312,00	292,0	293,00
Solidos sedimentables	(mL/L)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	1,90
Solidos Suspendidos Totales	(mg/L)	3,90	4,80	4,30	3,90	3,90	5,50	9,60	19,90	135,00	106,00
Solidos Suspendidos Volátiles	(mg/L)	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	5,70	9,10	72,50	80,40
Solidos Totales	(mg/L)	160,0	150,00	233,0	228,00	284,0	218,00	312,0	323,00	464,0	407,00
Dureza Total	(mg/L)	109,0	105	152,0	161	158,0	150,0	233,0	192,00	110,0	132,0
Alcalinidad	(mg/L)	117,0	115,00	170,0	168,00	161,0	148,00	201,0	181,00	164,0	161,00
Carbono Orgánico Total	(mg/L)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,01	42,10	48,40
Color Verdadero	(Upt/Co)	5,00	15,00	5,00	15,00	5,00	10,00	10,00	15,00	30,00	50,00
Grasas y Aceites	(mg/L)	10,00	34,3	18,20	10,00	10,00	10,00	10,00	17,2	27,40	26,4
Turbiedad	NTU	0,17	0,18	3,22	3,30	0,20	6,71	4,77	6,83	59,50	80,90
Tensoactivos	(mg/L)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,96	2,98
Clorofila -a5	mg/m ³	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	12,90	4,92	0,20
Hierro	(mg/L)	0,30	0,30	1,01	0,30	0,30	0,49	0,30	0,44	4,63	1,19
Manganeso	(mg/L)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,20	0,15
Cloruros	(mg/L)	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,66	30,40	25,7
Sulfatos	(mg/L)	5,00	5,00	17,20	7,85	21,70	18,3	55,20	117	62,10	58,7
Calcio	(mg/L)	14,8	22,6	36,2	33,2	33,4	30,4	46,3	41,5	31,6	36,1
Magnesio	(mg/L)	10,40	13,4	17,8	21,00	17,1	20,0	23,8	25,7	11,8	15,5
Sodio	(mg/L)	5,72	5,35	9,37	10,8	8,33	9,44	41,7	15,1	38,3	40,6
Coliformes totales	[NMP/100 mL]	4,9E+03	4,9,E+05	5,4E+04	3,5,E+04	5,4E+04	7,0,E+04	1,6E+05	2,4,E+06	1,6E+07	2,4,E+06
<i>E. Coli</i>	[NMP/100 mL]	3,3E+03	4,9,E+05	1,1E+04	3,5,E+04	3,5E+04	7,0,E+04	9,2E+04	2,4,E+06	1,6E+07	2,4,E+06

■ Parámetro reportado por abajo del límite de cuantificación de la técnica analítica

Resultados de parámetros medidos In Situ en vertimientos

Durante la campaña de monitoreo No. 1, se realizó la caracterización del efluente del Colector barrio la Uribe, calle 10 con carrera 1, Barrios galería, Belalcázar y Bolívar (VPC10), en la Tabla 7 se presentan los resultados de los parámetros *In Situ* en el punto de vertimiento VPC 10. El caudal en el punto de vertimiento VCP10, registro un caudal máximo de 82,7 L/s a las 10:00 a,m, y un caudal mínimo de 42,9 L/s a las 2:00 p,m, por su parte el comportamiento de los parámetros pH, conductividad eléctrica y temperatura; presentaron diferencias leves durante la jornada de monitoreo.

Tabla 7. Resultados de los parámetros medidos *In Situ* en VPC 10

Hora	Caudal (L/s)	pH (UpH)	Conductividad eléctrica (us/cm)	Temperatura del agua (°C)
08:00	59,02	7,97	551,00	25,00
08:30	59,02	7,95	546,00	25,00
09:00	44,82	7,67	536,00	25,00
09:30	44,82	7,69	575,00	25,00
10:00	82,72	7,69	548,00	25,00
10:30	82,72	7,63	578,00	25,00
11:00	57,05	7,60	543,00	25,00
11:30	57,05	7,56	556,00	25,00
12:00	44,20	7,05	577,00	26,00
12:30	44,20	7,24	550,00	26,00
13:00	66,60	7,41	459,00	26,00
13:30	66,60	7,46	459,00	26,00
14:00	42,86	7,35	488,00	26,00
Valor Promedio	57,82	7,56	535,85	25,38
Valor Máximo	82,72	7,97	578,00	26,00
Valor mínimo	42,86	7,05	459,00	25,00
Desviación estándar	13,94	0,26	41,07	0,51

Resultados de parámetros analizados en laboratorio en vertimientos

En la Tabla 8 se presentan los resultados de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos analizados en el vertimiento VPC 10.

Tabla 8. Resultados de los parámetros analizados en laboratorio en VPC 10.

Parámetro	Unidad	Resultado
DBO ₅ Total	(mg/L)	196,00
DBO ₅ Filtrada	(mg/L)	35,30
DQO (Total)	(mg/L)	467,00
DQO (Filtrada)	(mg/L)	89,80
P total	(mg/L)	3,01
P reactivo	(mg/L)	1,85
NO ₃	(mg/L)	1,34
NO ₂	(mg/L)	0,04
N Amoniacal	(mg/L)	14,00
NTK	(mg/L)	25,40
NT/PT		8,90
OD	(mg/L)	0,79
Ssed	(mL/L)	5,00
SST	(mg/L)	434,00
SSV	(mg/L)	228,00
ST	(mg/L)	815,00
Alcalinidad	(mg/L)	154,00
Grasas y Aceites	(mg/L)	42,80
Turbiedad	NTU	208,00
SAAM	(mg/L)	0,85
Arsenico	(µg/L)	1,01
Cadmio	(mg/L)	0,15
Cobre	(mg/L)	0,20
Cromo	(mg/L)	0,40
Mercurio	(mg/L)	1,00
Niquel	(mg/L)	0,35
Plomo	(mg/L)	0,50
Zinc	(mg/L)	0,18
Cloruros	(mg/L)	12,30
Sulfatos	(mg/L)	58,80
Coliformes totales	[NMP/100mL]	1,6E+07
E, Coli	[NMP/100mL]	1,6E+07

■ Parámetro reportado por abajo del límite de cuantificación de la técnica analítica.

Las cargas contaminantes calculadas para el vertimiento del Colector del barrio la Uribe, calle 10 con carrera 1, Barrios galería, Belalcázar y Bolívar (VPC10), fueron de 978,81 kg/día de DBO₅, 2332,16 kg/día para DQO y 2167,36 kg/día de SST.

2.7.2. Determinación de Cargas Contaminantes

La determinación de las cargas contaminantes generadas en el río Yumbo, se realizó con base en los vertimientos puntuales representativos (directos e indirectos) identificados durante los recorridos de campo en el marco del inventario de obras hidráulicas, la información recopilada en el censo de usuarios del recurso hídrico y el análisis del PSMV de la cabecera municipal de Yumbo.

Los resultados del monitoreo, indican que el río presenta una fuerte afectación de calidad a causa de los vertimientos generados en el tramo comprendido entre el km 7,42 hasta su desembocadura; de esta forma evidenciando que frente a la alta carga contaminante vertida de DBO₅ (Figura 13) y SST (Figura 14), el río presenta una deficiente capacidad de asimilación y recuperación antes de desembocar sus aguas al río Cauca.

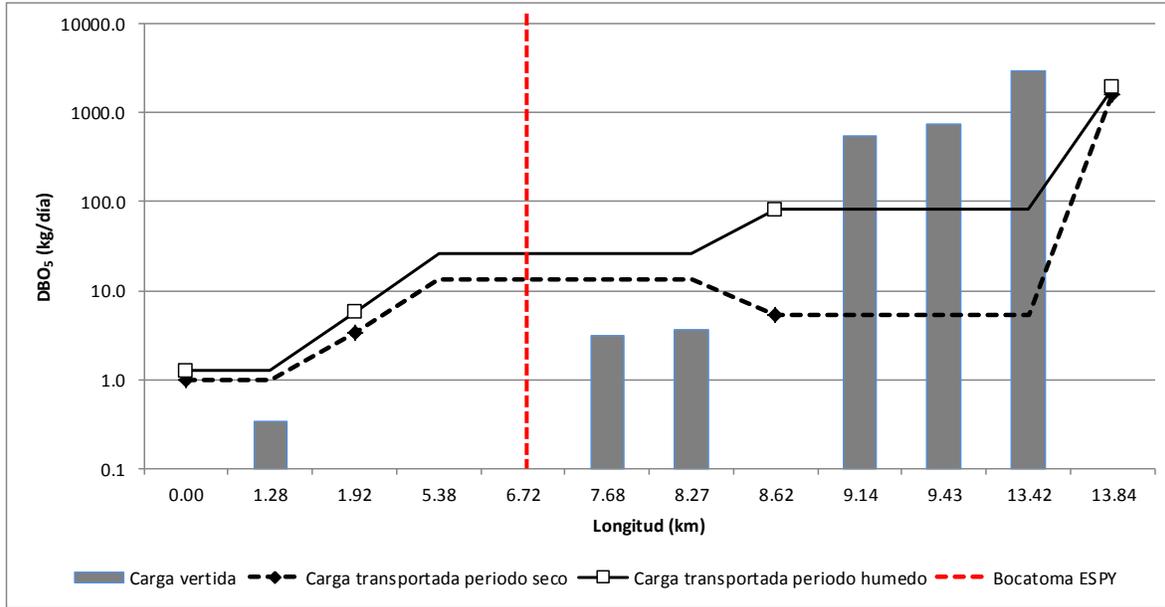


Figura 13. Carga vertida y carga transportada de DBO₅ (kg/día)

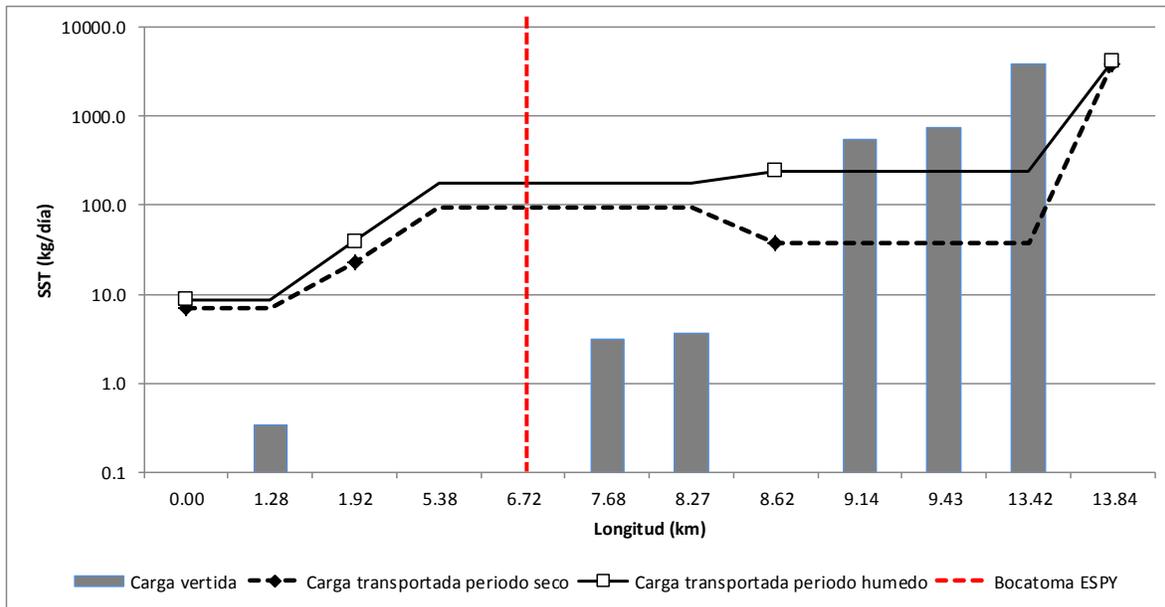


Figura 14. Carga vertida y carga transportada de SST (kg/día)

2.7.3. Proyección de cargas contaminantes del municipio de Yumbo

Para la proyección de cargas contaminantes, la ESPY S.A.S. ESP (2015) utilizó el promedio teórico recomendado por el reglamento técnico del sector. A partir de los resultados obtenidos, la Empresa de Servicios Públicos de Yumbo justifica la necesidad de incrementar la cobertura del servicio de alcantarillado en el municipio de Yumbo (PSMV cabecera municipal de Yumbo 2015). En la Tabla 9 se presenta la proyección de cargas contaminantes en el municipio de Yumbo.

Tabla 9. Proyección de cargas contaminantes del municipio de Yumbo.

		Cargas contaminantes (kg/año) ¹							
		Generada		Recolectada y transportada		Tratada		Vertida	
Año	No Habitantes	DBO ₅	SST	DBO ₅	SST	DBO ₅	SST	DBO ₅	SST
2016	105544	1926180	1926180	1924639	1924639	0	0	1926180	1926180
2017	108290	1976289	1976289	1976289	1976289	0	0	1976289	1976289
2018	111107	2027702	2027702	2027702	2027702	0	0	2027702	2027702
2019	113997	2080452	2080452	2080452	2080452	2080452	2080452	416090	416090
2020	116963	2134575	2134575	2134575	2134575	2134575	2134575	426915	426915
2021	120006	2190105	2190105	2190105	2190105	2190105	2190105	438021	438021
2022	123128	2247081	2247081	2247081	2247081	2247081	2247081	449416	449416
2023	126331	2305538	2305538	2305538	2305538	2305538	2305538	461108	461108
2024	129617	2365516	2365516	2365516	2365516	2365516	2365516	473103	473103
2025	132989	2427055	2427055	2427055	2427055	2427055	2427055	485411	485411

2.7.4. Índices de calidad y contaminación actuales

ICA IDEAM

Los resultados del ICA IDEAM calculados para el río Yumbo (Figura 15), indican que se presenta afectación de la calidad del río a partir de la estación de monitoreo EM 4 (8,62 km), la afectación de calidad en este tramo puede obedecer a la disminución del caudal por la captación de la ESPY y al aporte contaminante de la quebrada la Buitrera, Entre la estación EM 4 y la estación EM 6 (12,30 km) la calidad pasa de ser Regular a Muy Mala, debido principalmente al aporte de vertimientos puntuales en este tramo.

¹ Carga per cápita estimada a partir del recomendados por la resolución 1096 de 2000 (RAS 2000) (50 gr/hab/día para DBO₅ y SST).

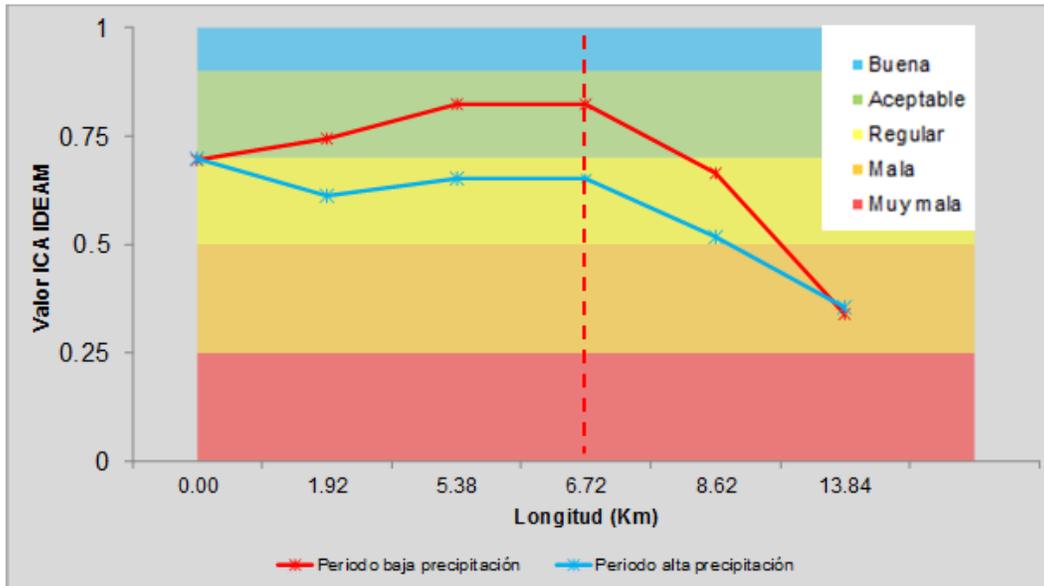


Figura 15. Resultados ICA IDEAM

ICA CETESB

Los resultados del ICA CETESB calculados para el río Yumbo (Figura 16), indican que se presenta afectación de la calidad del río a partir de la estación EM4 (8,62 km), la afectación de calidad en este tramo puede obedecer a la disminución del caudal por la captación de la ESPY y al aporte contaminante de la quebrada la Buitrera y al aporte de vertimientos puntuales en este tramo.

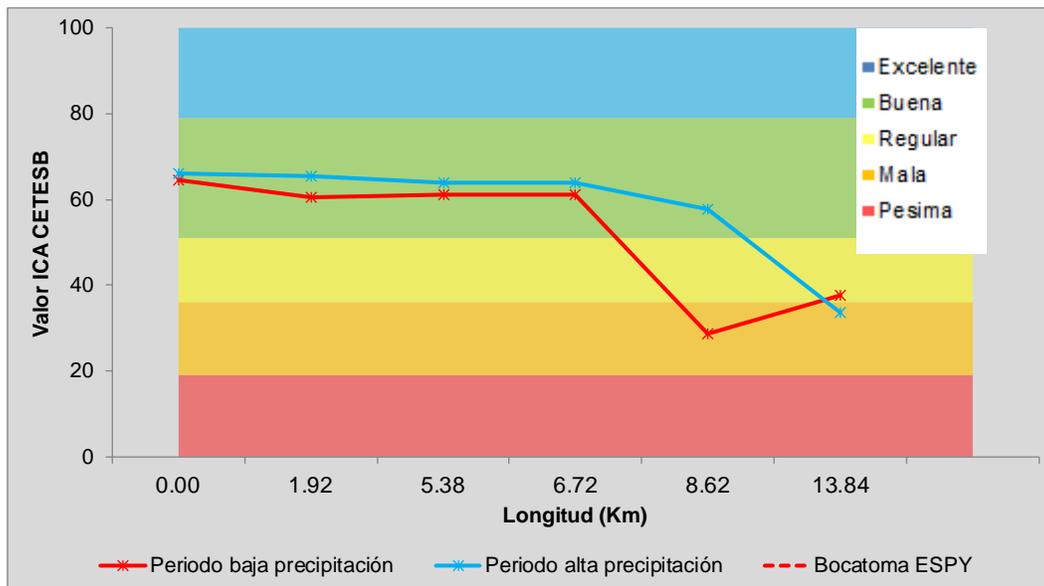


Figura 16. Resultados ICA CETESB

Comportamiento ICO's en el río Yumbo

Los resultados de los ICOs calculados para el río Yumbo, indican un Muy Alta contaminación por mineralización en tres de los cinco tramos evaluados– ICOMI, contaminación entre Media a Muy Alta por materia orgánica – ICOMO en las Estaciones EM 4 y EM 6 y Baja en la estación EM 3 y baja afectación por solidos suspendidos – ICOSUS. En la Figura 17 se presenta el comportamiento de los ICO's en el río Yumbo. Los resultados obtenidos en el río Yumbo, indican que se trata de un río con alto contenido de nutrientes según el ICOTRO (Figura 18).

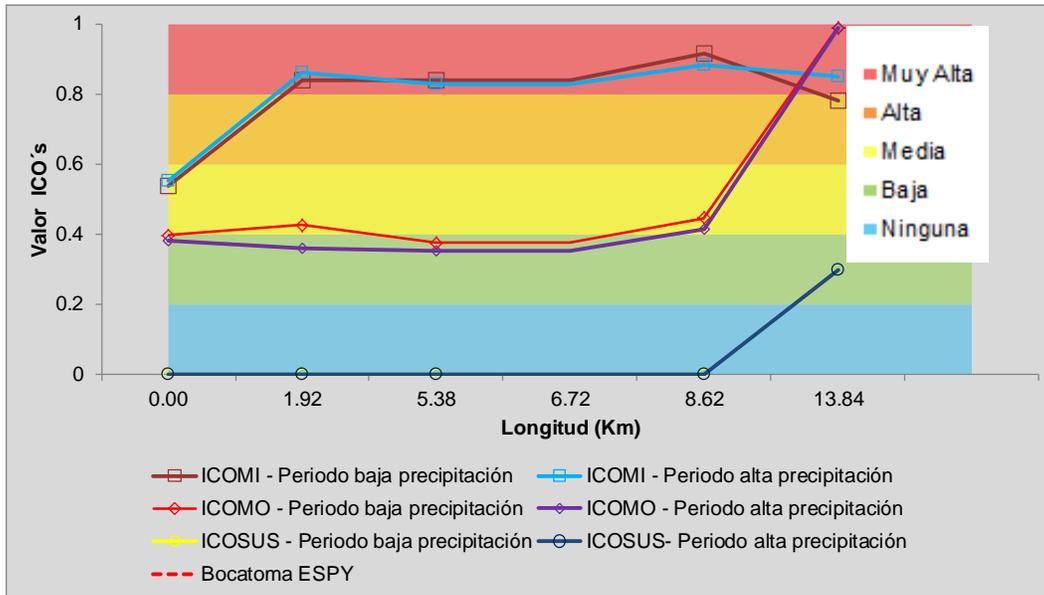


Figura 17. Resultado ICO's

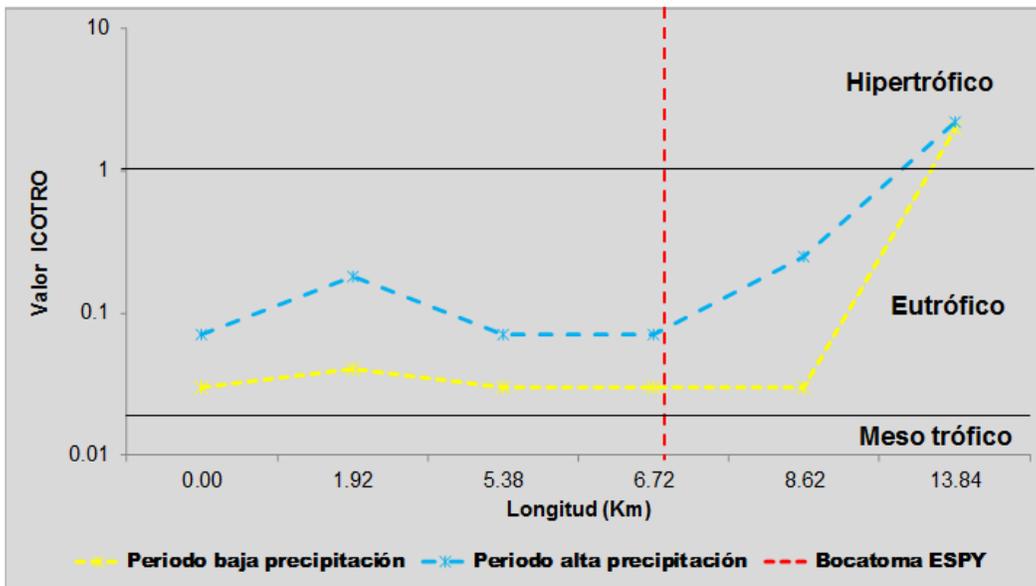


Figura 18. Resultados ICOTRO

2.8. Oferta hídrica

Con el valor del área aferente de la estación hidrométrica o punto de derivación y el caudal medio mensual obtenido para el área hidrológica objeto de estudio subcuenca río Yumbo en el estudio de “Caudales específicos para las cuencas en el Departamento del Valle del Cauca” (CVC, 2018), se estimaron los caudales específicos o rendimiento hídrico (Tabla 10).

Tabla 10. Rendimiento hídrico para el área hidrológica objeto de estudio subcuenca río Yumbo

Rendimiento (L/s.ha)											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0,082	0,075	0,082	0,093	0,096	0,078	0,06	0,054	0,053	0,064	0,082	0,08

Se puede observar de manera general que el comportamiento del régimen de caudal de oferta total a cierre del área de estudio obedece a un régimen de tipo bimodal (Figura 19), con dos períodos de altos caudales y dos períodos de bajos caudales, comportamiento similar al régimen de precipitación media. Para el área hidrológica objeto de estudio en la subcuenca del río Yumbo, los meses de caudales más bajos son agosto y septiembre, y los meses de caudales altos corresponden a mayo y abril.

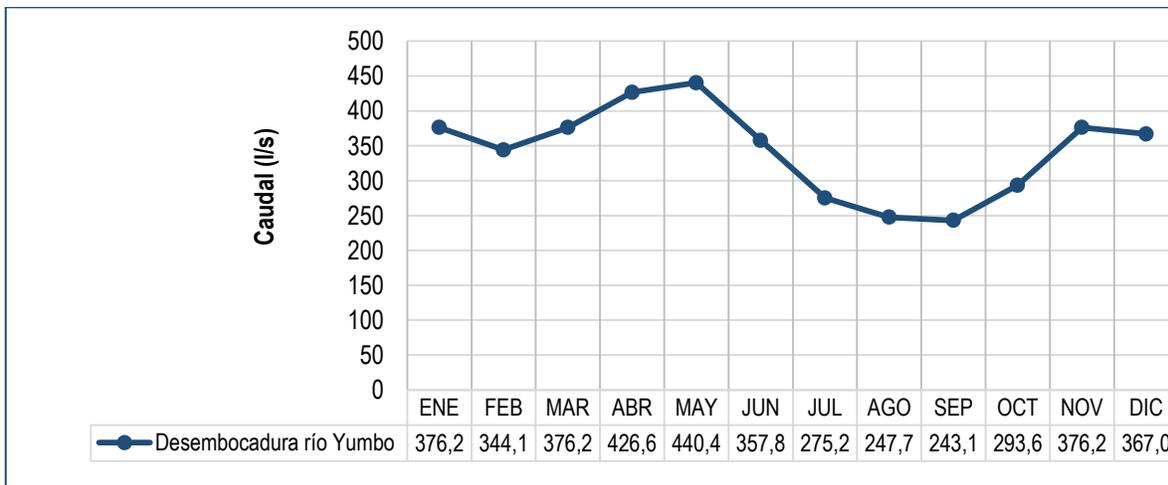


Figura 19. Caudal de oferta media mensual área hidrológica objeto de estudio en la subcuenca río Yumbo.

En la Tabla 11, se relacionan los caudales de oferta total medios mensuales para el área hidrológica objeto de estudio subcuenca río Yumbo; igualmente se relacionan los caudales de oferta total para año seco y año húmedo (siendo el año seco asociado a un año de ocurrencia del fenómeno de El Niño y el año húmedo a la ocurrencia de fenómeno de La Niña).

Tabla 11. Caudal de oferta total medio mensual, año seco y año húmedo - área hidrológica objeto de estudio subcuenca río Yumbo.

Año	Caudal Total (L/s)											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Normal	376,2	344,1	376,2	426,6	440,4	357,8	275,2	247,7	243,1	293,6	376,2	367,0
Seco	237,3	131,6	84,7	163,9	455,3	369,5	225,7	127,4	93,7	220,7	334,7	301,4
Húmedo	571,4	310,2	343,5	1189,4	1223,4	565,8	368,3	250,6	456,9	748,8	692,0	684,6

Para el cálculo de la oferta hídrica total en los puntos de monitoreo se empleó el método proporcional (trasposición de caudales). En la Tabla 12 y

Tabla 13 se relaciona la oferta hídrica total media, año seco y año húmedo para los tributarios y estaciones de monitoreo del área hidrológica objeto de estudio subcuenca del río Yumbo.

Tabla 12. Caudal de oferta total medio mensual tributarios principales-río Yumbo.

Microcuenca	Año	Caudal (L/s)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Q. Sta Inés	Normal	109,8	100,4	109,8	124,5	128,5	104,4	80,3	72,3	71,0	85,7	109,8	107,1
	Seco	69,3	38,4	24,7	47,8	132,9	107,9	65,9	37,2	27,4	64,4	97,7	88,0
	Húmedo	166,8	90,6	100,3	347,2	357,1	165,2	107,5	73,1	133,4	218,6	202,0	199,8
Q. Yumbillo	Normal	121,0	110,7	121,0	137,3	141,7	115,1	88,6	79,7	78,2	94,5	121,0	118,1
	Seco	76,4	42,3	27,3	52,7	146,5	118,9	72,6	41,0	30,2	71,0	107,7	97,0
	Húmedo	183,8	99,8	110,5	382,7	393,6	182,0	118,5	80,6	147,0	240,9	222,6	220,3
Q. La Buitrera	Normal	60,2	55,1	60,2	68,3	70,5	57,3	44,1	39,7	38,9	47,0	60,2	58,8
	Seco	37,0	19,8	11,8	22,5	65,3	48,0	31,2	17,8	11,7	22,7	35,4	43,8
	Húmedo	110,6	51,3	57,9	112,0	218,1	89,8	57,0	38,0	33,7	134,7	87,9	160,6

Tabla 13. Caudal de oferta total medio mensual estaciones de monitoreo recurso hídrico-río Yumbo.

Año Normal													
Estación	Caudal Total (L/s)												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
EM1*	16,3	14,9	16,3	18,5	19,1	15,5	11,9	10,7	10,5	12,7	16,3	15,9	
EM2*	50,9	46,6	50,9	57,8	59,6	48,5	37,3	33,5	32,9	39,8	50,9	49,7	
EM3*	230,6	210,9	230,6	261,5	269,9	219,3	168,7	151,8	149,0	180,0	230,6	224,9	
EM4*	340,9	311,8	340,9	386,6	399,1	324,2	249,4	224,5	220,3	266,0	340,9	332,5	
EM6*	373,1	341,3	373,1	423,2	436,8	354,9	273,0	245,7	241,2	291,2	373,1	364,0	
Año Seco													
Estación	Caudal Total (L/s)												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
EM1*	10,3	5,9	4,1	8,0	21,6	18,2	10,6	6,0	4,7	12,7	16,6	14,1	
EM2*	31,9	18,1	12,6	24,8	67,7	57,2	33,2	18,6	14,8	39,5	51,4	43,4	



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

EM3*	144,7	80,9	54,0	105,4	295,2	243,6	143,9	81,1	62,2	161,4	221,7	190,7
EM4*	211,1	117,2	76,2	148,3	414,4	336,5	203,1	114,6	85,4	209,0	288,1	271,2
EM6*	235,4	130,5	84,1	162,5	451,6	366,6	223,8	126,3	93,0	218,9	332,0	299,0
Año Húmedo												
Estación	Caudal Total (L/s)											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
EM1*	25,5	13,5	15,5	82,3	64,1	26,2	16,5	11,6	32,3	40,7	41,9	25,6
EM2*	79,2	42,4	48,4	254,0	199,6	81,0	51,9	36,5	99,7	125,9	129,0	79,7
EM3*	376,9	190,6	215,3	981,1	884,9	368,6	229,5	159,5	376,5	553,7	521,5	414,3
EM4*	540,3	277,7	310,3	1197,5	1198,7	519,9	329,9	226,2	454,6	742,9	669,7	635,7
EM6*	566,8	307,7	340,7	1179,7	1213,5	561,2	365,3	248,6	453,2	742,7	686,4	679,1

*: EM1: Estación Puente Santa Inés Nacimiento; EM2: Estación Después Santa Inés; EM3: Estación Antes La Trinidad limnógrafo CVC; EM4: Estación Antes de primer vertimiento colectivo VPC5; EM6: Estación Antes Desembocadura a Río Cauca - después PTAR Yumbo

2.9. Índice de uso del agua (IUA)

En la Figura 20 se observa que el IUA a cierre del área hidrológica de estudio en la subcuenca del río Yumbo es Alto en diez (10) de los doce (12) meses y Muy Alto en dos (2) meses, siendo estos últimos, los meses de más baja oferta media mensual; de manera general, la demanda hídrica es alta en comparación con la oferta disponible en el río Yumbo. Durante la ocurrencia de un año seco (Figura 21), ocurrencia de fenómeno ENOS (fenómeno de El Niño) o periodo de sequía prolongado el IUA se puede observar más crítico pasando a ser Muy Alto y Alto. En año húmedo (Figura 22), el mes más crítico es Agosto (mes de menor caudal de oferta) y cinco (5) de los doce (12) meses pasan a tener un IUA Medio.

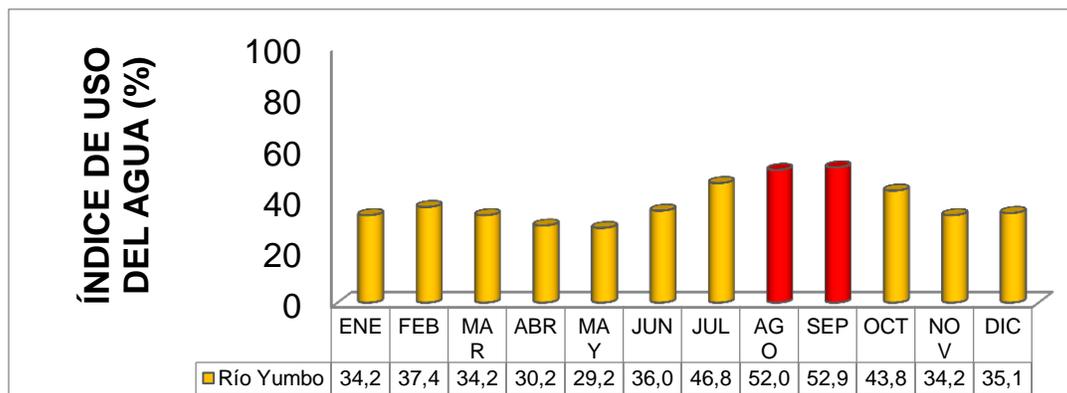


Figura 20. Distribución IUA mensual en la subcuenca del río Yumbo - Año normal.

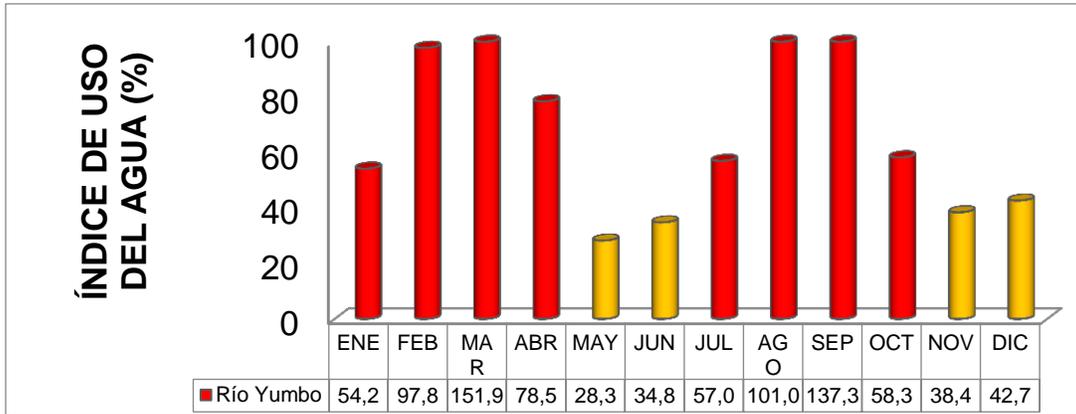


Figura 21. Distribución IUA mensual en la subcuenca del río Yumbo -Año seco.

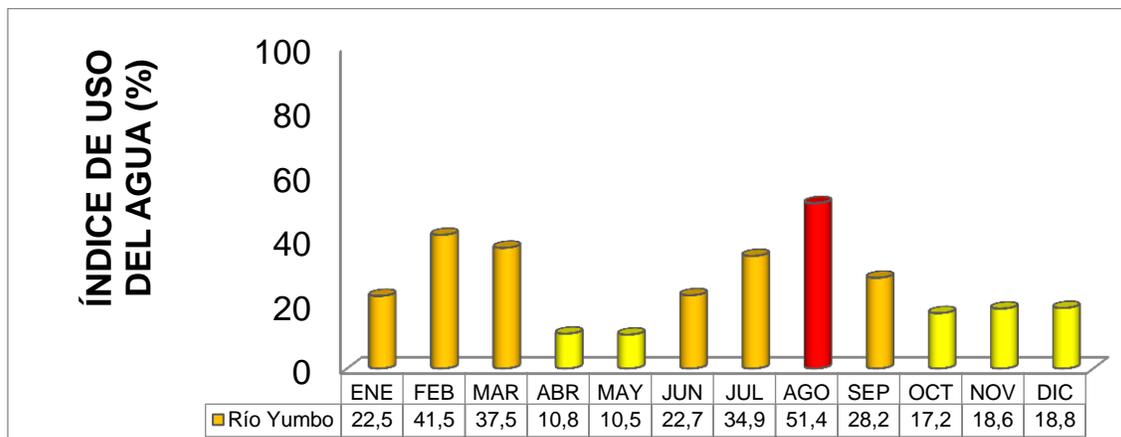


Figura 22. Distribución IUA mensual en la subcuenca del río Yumbo -Año húmedo.

A cierre de tributarios, se observa en año normal que la Q. La Buitrera presenta los IUA más críticos, indicando para todos los meses del año una presión Alta, en comparación con la Q. Santa Inés que presenta presión entre Media y Baja y la Q. Yumbillo entre Media y Alta (ver Figura 23, Figura 26 y Figura 29). Durante el periodo seco (Figura 24, Figura 27 y Figura 30) los IUA observados en el año normal se vuelven más críticos debido a la reducción de la oferta; en el periodo húmedo (Figura 25, Figura 28 y Figura 31) los IUA indican menor presión por el aumento de la precipitación y por ende del recurso hídrico disponible en las fuentes superficiales.

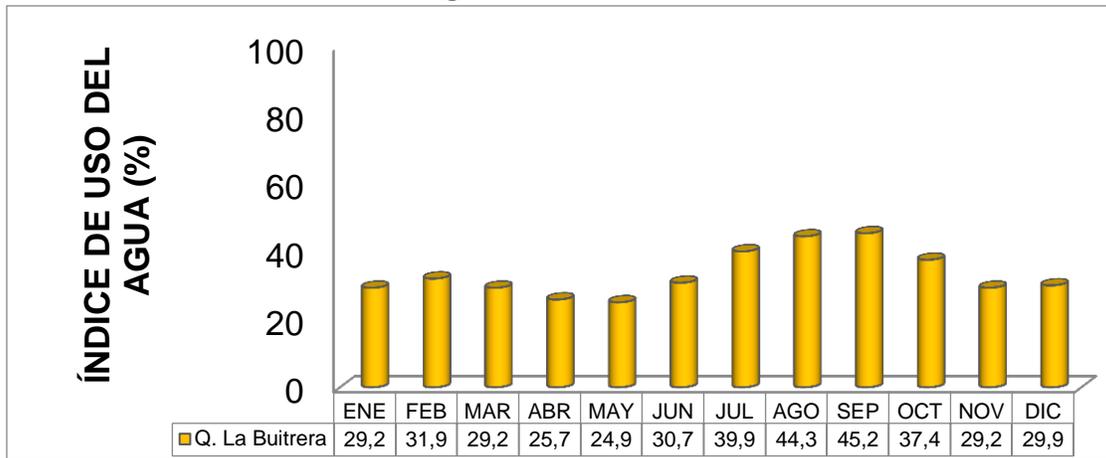


Figura 23. Distribución IUA mensual Q. La Buitrera subcuena río Yumbo -Año normal.

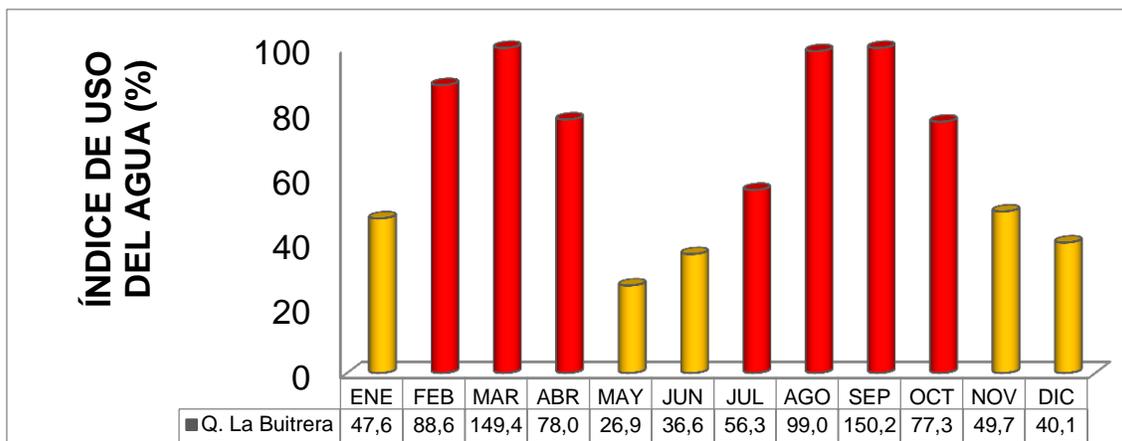


Figura 24. Distribución IUA mensual Q. La Buitrera subcuena río Yumbo -Año seco.

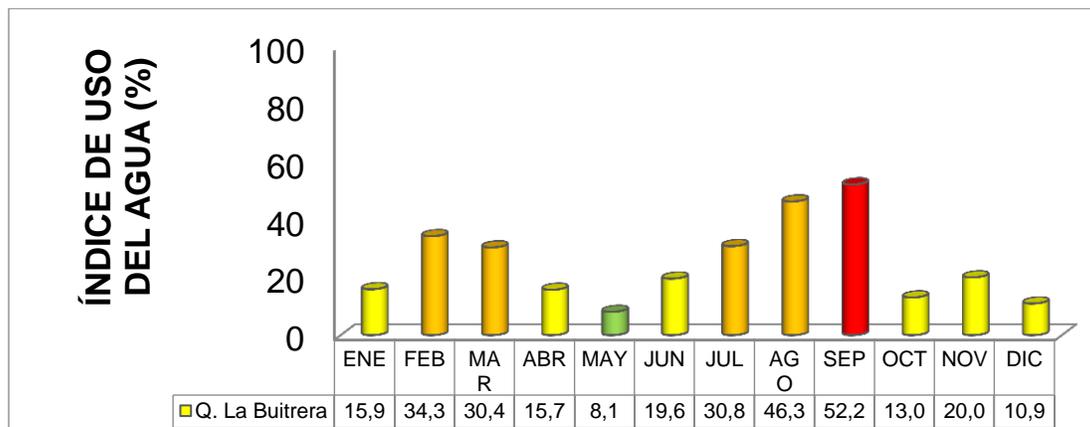


Figura 25. Distribución IUA mensual Q. La Buitrera subcuena río Yumbo -Año húmedo.

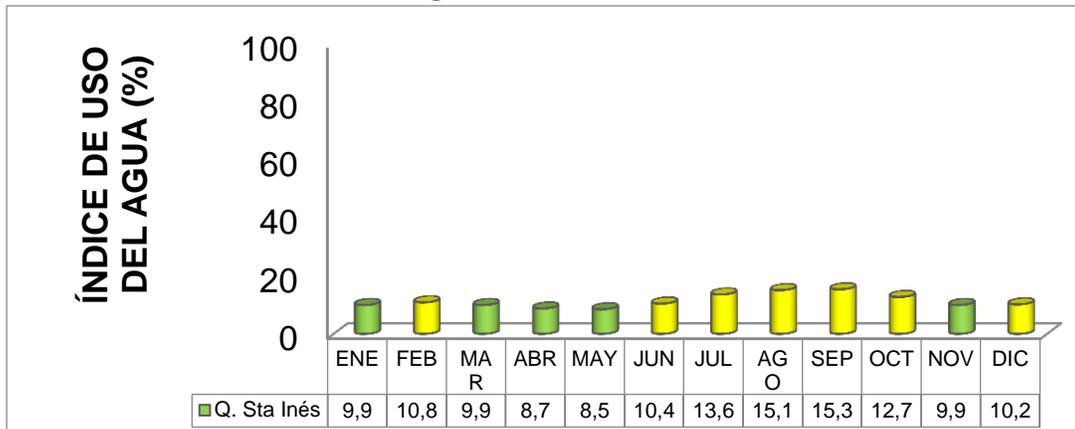


Figura 26. Distribución IUA mensual Q. Santa Inés subcuenca río Yumbo -Año normal.

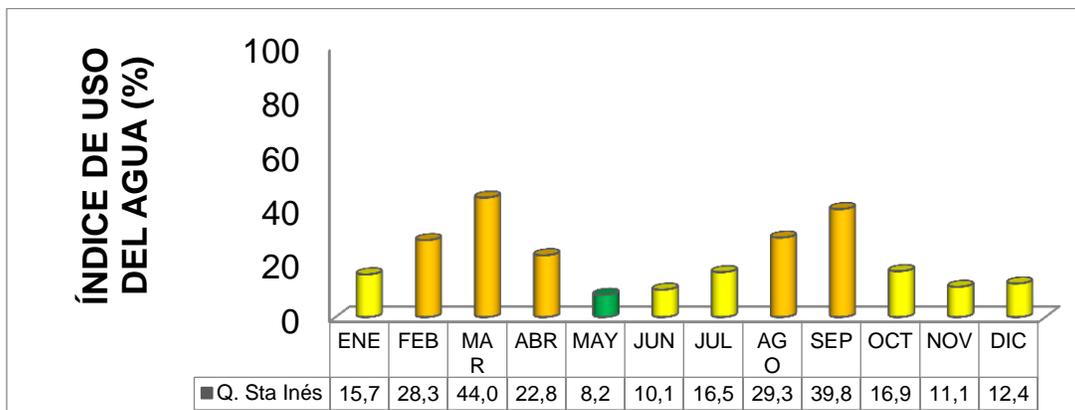


Figura 27. Distribución IUA mensual Q. Santa Inés subcuenca río Yumbo -Año seco.

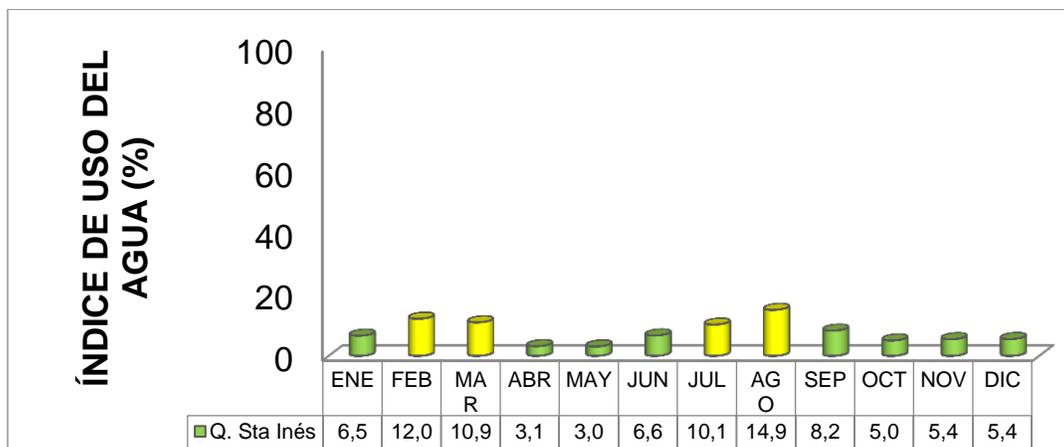


Figura 28. Distribución IUA mensual Q. Santa Inés subcuenca río Yumbo -Año húmedo.

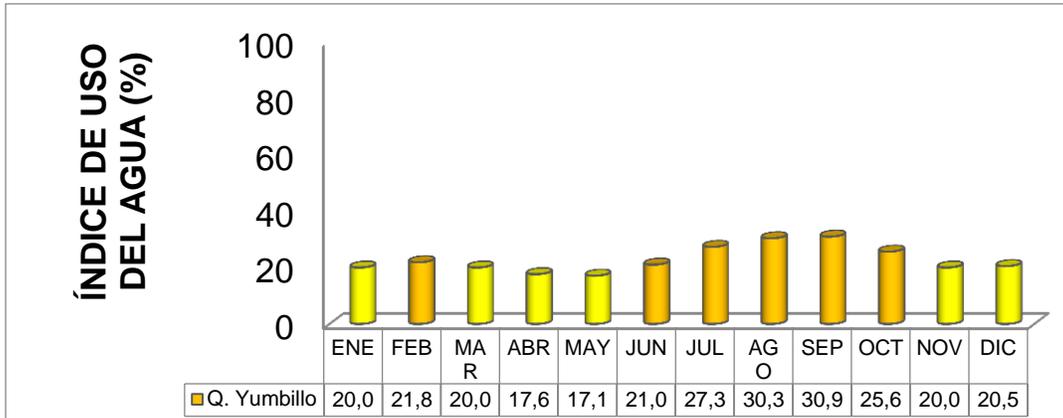


Figura 29. Distribución IUA mensual Q. Yumbillo subcuenca río Yumbo -Año normal.

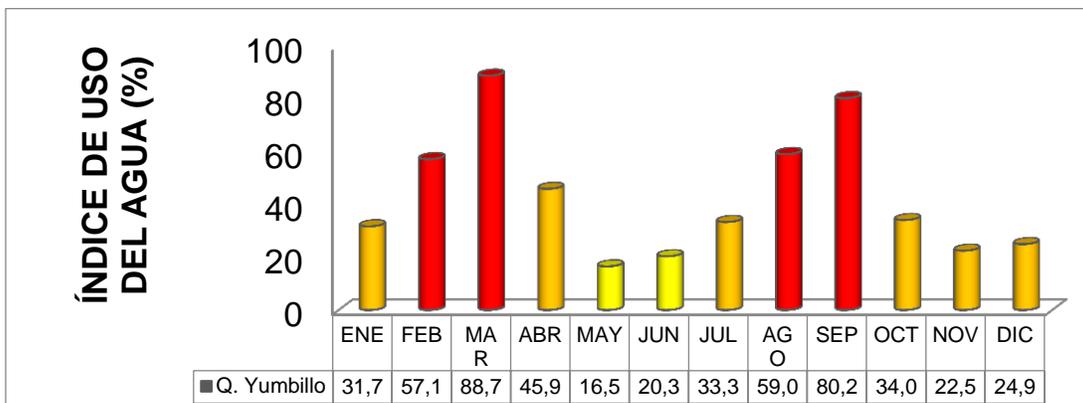


Figura 30. Distribución IUA mensual Q. Yumbillo subcuenca río Yumbo -Año seco.

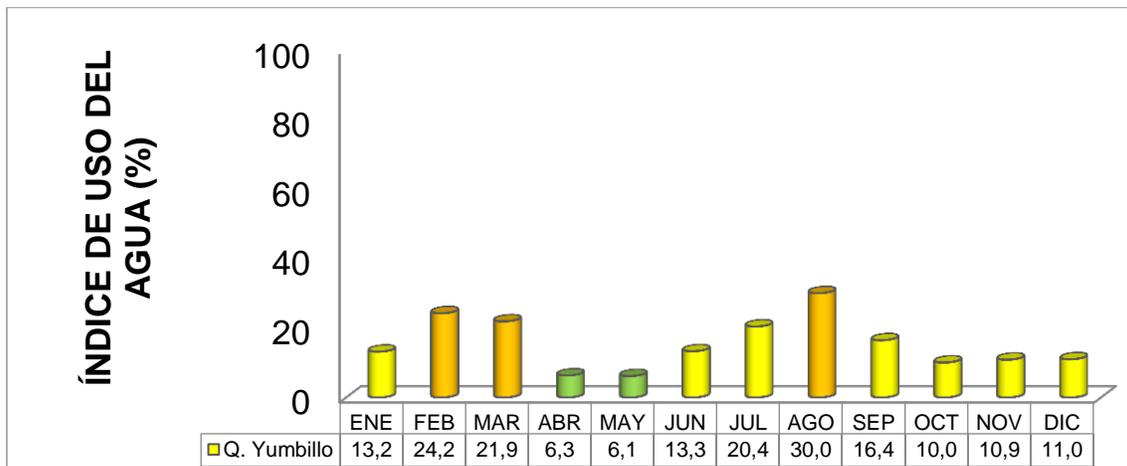


Figura 31. Distribución IUA mensual Q. Yumbillo subcuenca río Yumbo -Año húmedo.

En la Tabla 14 se relaciona el IUA para las estaciones de monitoreo ubicadas sobre la Q. Santa Inés y el río Yumbo, en donde se puede observar que las estaciones EM1 y EM3 para el año normal son las que menor presión sobre el recurso hídrico reflejan, ello ya que en la EM1 solo hay demanda de la bocatoma 1 del Acueducto de Santa Inés y en la EM3, pese a la demanda acumulada de los diferentes usuarios de la Q. Santa Inés y la Q. Yumbillo, se debe considerar que en este punto se tienen varios afluentes para formar el río Yumbo, por lo que el caudal de oferta disponible es un poco mayor.

Tabla 14. IUA mensual estaciones río Yumbo.

Año Normal													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
EM1*	Green												
EM2*	Yellow												
EM3*	Yellow												
EM4*	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow						
EM6*	Yellow												
Año Seco													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
EM1*	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Yellow
EM2*	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
EM3*	Yellow												
EM4*	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Red
EM6*	Red	Red	Red	Red	Yellow	Red							
Año Húmedo													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
EM1*	Green												
EM2*	Yellow												
EM3*	Green	Yellow	Yellow	Green	Yellow								
EM4*	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
EM6*	Yellow												

*: EM1: Estación Puente Santa Inés Nacimiento; EM2: Estación Después Santa Inés; EM3: Estación Antes La Trinidad limnógrafo CVC; EM4: Estación Antes de primer vertimiento colectivo VPC5; EM6: Estación Antes Desembocadura a Río Cauca - después PTAR Yumbo.

2.10. Riesgos asociados a la reducción de la oferta y disponibilidad del recurso hídrico

En la Tabla 15, se relaciona el riesgo asociado a la reducción de la oferta hídrica en los tramos comprendidos por las estaciones de monitoreo en el área hidrológica objeto de estudio en la subcuenca del río Yumbo. Allí puede observarse que la condición más crítica corresponde a año seco; en donde, el riesgo asociado a la reducción de la oferta es Alto para el tramo comprendido entre la estación de monitoreo Puente Santa Inés Nacimiento (EM1) y la estación de monitoreo antes de desembocar al río Cauca (EM6).

Tabla 15. Riesgo asociado a la reducción de la oferta en las estaciones de monitoreo en el área hidrológica objeto de estudio en la subcuenca del río Yumbo

Año Normal				
Estación	IVH	Amenaza	Vulnerabilidad	Riesgo
Estación Puente Santa Inés Nacimiento (EM1)	Medio	-	Alta	-
Estación Después Santa Inés (EM2)	Alto	Media	Alta	Alto
Estación Antes La Trinidad limnógrafo CVC (EM3)	Alto	Media	Alta	Alto
Estación Antes de primer vertimiento colectivo (EM4)	Alto	Media	Media	Medio
Estación Antes Desembocadura a Río Cauca - después PTAR Yumbo (EM6)	Alto	Media	Media	Medio
Año Seco				
Estación	IVH	Amenaza	Vulnerabilidad	Riesgo
Estación Puente Santa Inés Nacimiento (EM1)	Alto	Media	Alta	Alto
Estación Después Santa Inés (EM2)	Alto	Media	Alta	Alto
Estación Antes La Trinidad limnógrafo CVC (EM3)	Alto	Media	Alta	Alto
Estación Antes de primer vertimiento colectivo (EM4)	Alto	Media	Media	Alto
Estación Antes Desembocadura a Río Cauca - después PTAR Yumbo (EM 6)	Alto	Media	Media	Alto
Año Húmedo				
Estación	IVH	Amenaza	Vulnerabilidad	Riesgo
Estación Puente Santa Inés Nacimiento (EM1)	Medio	-	Alta	-
Estación Después Santa Inés (EM 2)	Medio	-	Alta	-
Estación Antes La Trinidad limnógrafo CVC (EM 3)	Alto	Media	Alta	Alto
Estación Antes de primer vertimiento colectivo (EM4)	Alto	Media	Media	Medio
Estación Antes Desembocadura a Río Cauca - después PTAR Yumbo (EM 6)	Alto	Media	Media	Medio

En la Tabla 16, se relaciona el riesgo asociado a la disponibilidad en los tramos comprendidos por las estaciones de monitoreo en el área hidrológica objeto de estudio en la subcuenca del río Yumbo. Allí puede observarse que la condición más crítica; está relacionada con la mala calidad del agua en el tramo urbano del municipio; por su parte la parte rural de la subcuenca, presenta riesgo bajo.

Tabla 16. Riesgo asociado a la disponibilidad en las estaciones de monitoreo de la subcuenca del río Yumbo

Campaña Monitoreo periodo - baja precipitación				
Estación	ICA IDEAM	Amenaza	Vulnerabilidad	Riesgo
Estación Puente Santa Inés Nacimiento (EM1)	Aceptable	Baja	Alta	Bajo
Estación Después Santa Inés (EM2)	Aceptable	Baja	Alta	Bajo
Estación Antes La Trinidad limnógrafo CVC (EM3)	Aceptable	Baja	Alta	Bajo
Estación Antes de primer vertimiento colectivo (EM 4)	Regular	Media	Media	Medio
Estación Antes Desembocadura a Río Cauca - después PTAR Yumbo (EM6)	Mala	Alta	Media	Alto
Campaña Monitoreo periodo – alta precipitación				
Estación	ICA IDEAM	Amenaza	Vulnerabilidad	Riesgo
Estación Puente Santa Inés Nacimiento (EM1)	Aceptable	Baja	Alta	Bajo
Estación Después Santa Inés (EM2)	Regular	Baja	Alta	Bajo
Estación Antes La Trinidad limnógrafo CVC (EM3)	Regular	Media	Alta	Alto
Estación Antes de primer vertimiento colectivo (EM 4)	Regular	Media	Media	Medio
Estación Antes Desembocadura a Río Cauca - después PTAR Yumbo (EM6)	Mala	Alta	Media	Alto

3. FASE III: IDENTIFICACIÓN DE USOS POTENCIALES DEL RECURSO HÍDRICO

3.1. Definición de usos potenciales mediante el desarrollo de la estrategia de participación social

La fase de prospectiva en el marco de la formulación de los planes de ordenamiento del recurso hídrico, plantea el análisis de los usos potenciales del recurso, para diseñar los escenarios futuros de uso coordinado y sostenible del recurso hídrico. De esta manera se obtienen las metas o criterios de calidad necesarios para la formulación para de estrategias orientadas a alcanzar las condiciones requeridas para el sostenimiento de los ecosistemas acuáticos, los usos actuales y potenciales sobre el río Yumbo.

En la mesa intersectorial N°2 se realizó la Socialización de los resultados de la fase de Diagnóstico. El primer encuentro de la estrategia en la Fase III, se desarrolló en un espacio formal, en el cual se presentaron los principales resultados del levantamiento de información primaria y de campo, así como la revisión de información secundaria (Tabla 17). La información suministrada fue entregada a cada uno de los asistentes en un resumen divulgativo.

Tabla 17 Aspectos generales de la Mesa intersectorial N°2 - Socialización del Diagnóstico

Fecha	Objetivo	Actores involucrados	Técnicas
Agosto 30 de 2018	Socializar el diagnóstico realizado en la Fase II de la formulación del PORH del río Yumbo	Acueductos Comunitarios Fundación PROAGUA Administración Municipal Administración Departamental Autoridad Ambiental	Presentación formal. Mesas de trabajo

Con el propósito de facilitar la comprensión de los asistentes, se hizo énfasis en tres aspectos que constituyen los principales productos del proceso: calidad del agua, cantidad del agua y usos actuales del recurso (Foto 3). Para ello, se plantearon tres preguntas orientadoras a las que posteriormente se dio respuesta colectiva durante el trabajo en subgrupos. El encuentro culminó con la puesta en común de las principales conclusiones de cada mesa (Foto 4).



Foto 3 Exposición de objetivos y alcances del PORH



Foto 4 Presentación de resultados de las mesas de trabajo

La mesa intersectorial N°3 para la Identificación de usos potenciales y objetivos de calidad del RH se realizó en según la Tabla 18 en primera instancia, se presentó a los asistentes un panorama general de los usos del agua y sus requerimientos de calidad sobre una corriente superficial hipotética.

Tabla 18 Aspectos generales de la Mesa intersectorial N° 3 - Identificación de usos

Fecha	Objetivo	Actores involucrados	Técnicas
Septiembre 19 de 2018	Identificar los usos potenciales del agua para el río Yumbo a partir de los escenarios asociados y la modelación de calidad del agua.	Acueductos comunitarios Fundación PROAGUA Administración municipal ESPY S.A.S. Autoridad Ambiental Administración departamental	Ejemplo ilustrado. Grupos focales. Cartografía social. Adaptación de técnica de ábaco de Regnier.

Los asistentes se ubicaron en dos grupos: el primer grupo trabajó la parte alta y el segundo la parte baja; a su vez, cada parte fue dividida en dos tramos. Se realizó un ejercicio de adaptación del ábaco de Regnier en cada mesa (Foto 5 y Foto 6), con el propósito de reconocer la factibilidad de las implicaciones de definir cada uso potencial, a partir de los actuales. Una vez se calificó la factibilidad de las acciones, se definieron los usos potenciales para cada tramo propuestos como se expone en la Tabla 19.



Foto 5 Mesa de trabajo N° 1 – Definición de usos potenciales - parte alta



Foto 6: Mesa de trabajo N° 2 – Definición de usos potenciales - parte baja

Tabla 19 Definición participativa de objetivos de calidad del río Yumbo

Tramo	Referencia	Usos actuales	Objetivo de calidad
I	Nacimiento - Puente Santa Inés	Preservación de flora y fauna	Preservación de flora y fauna
II	Puente Santa Inés - Bocatoma ESPY	Consumo humano y doméstico Recreativo	Consumo humano y doméstico
III	Bocatoma ESPY - Puente sobre la vía Panamericana	Dilución y transporte de AR	Estético
IV	Puente sobre la vía Panamericana - Desembocadura	Agrícola	Agrícola

En la plenaria fueron establecidos además los horizontes de tiempo, que tienen en cuenta un conjunto de planes y programas vigentes relacionados, con el propósito de determinar las acciones realizables y el plazo adecuado para su implementación y supervisión (Tabla 20).

Tabla 20 Horizonte de implementación del PORH del río Yumbo

Horizonte temporal	Año de revisión
Corto Plazo	5 años
Mediano Plazo	10 años
Largo Plazo	20 años

3.2. Modelación de la calidad del recurso hídrico.

El esquema con la topología correspondiente a la corriente, para la simulación de calidad del agua por medio del modelo computacional Qual-2K, donde se describen los aportes o extracciones codificadas se presenta en la siguiente figura:

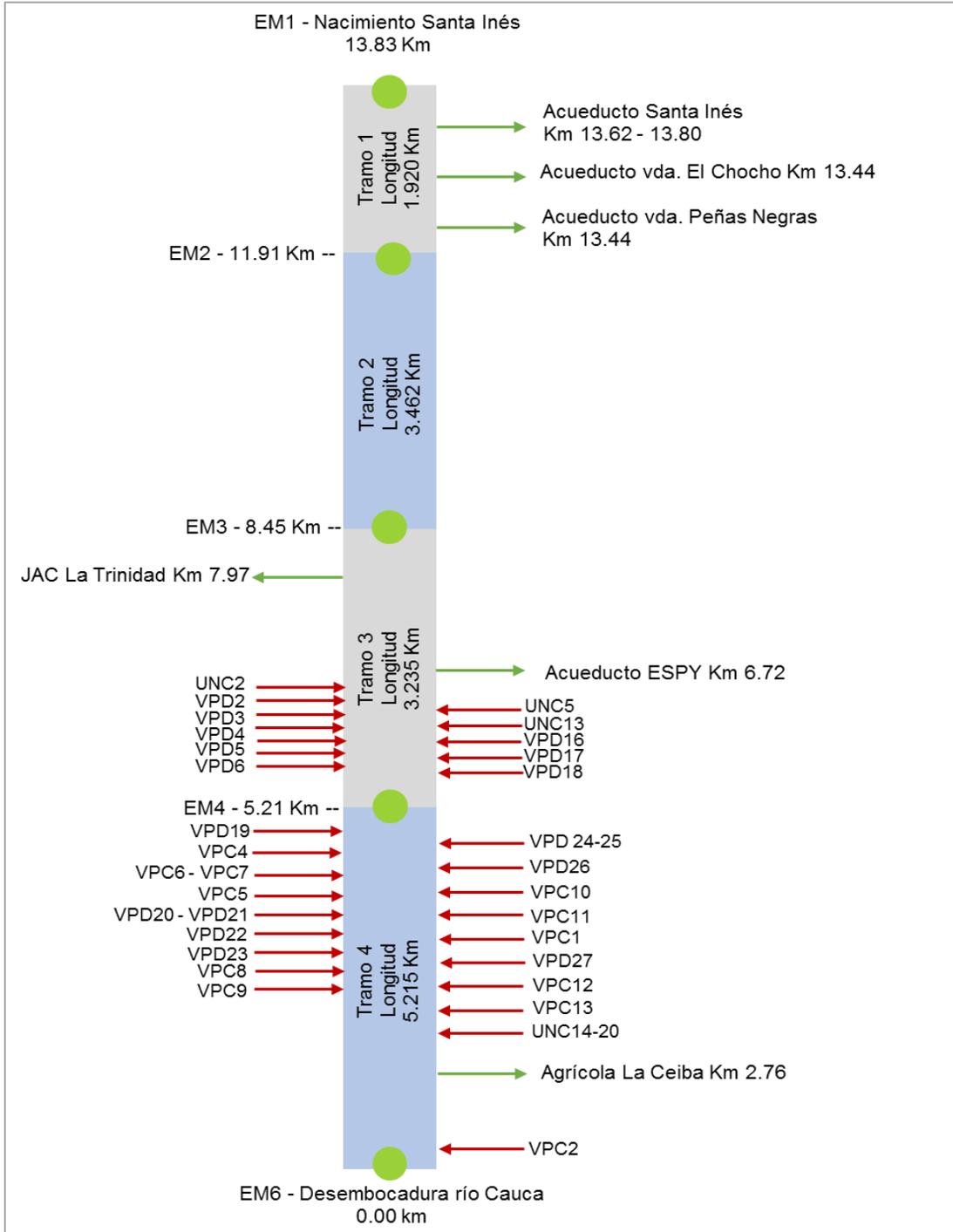


Figura 32. Topología para la modelación de calidad del agua río Yumbo.

Para la fase prospectiva del ordenamiento del río Yumbo, fueron propuestos tres escenarios de simulación de calidad, en función de la información disponible en los instrumentos de planificación, principalmente el PSMV y considerando que la Empresa Oficial de Servicios Públicos de Yumbo S.A. ESP es el usuario principal generador de vertimientos a la corriente en el tramo urbano del río. En este sentido, los escenarios de simulación son:

- **Escenario base:** corresponde al modelo de simulación calibrado para la condición de caudales más bajos.
- **Escenario caudal mínimo:** corresponde a los resultados de la simulación con el caudal mínimo obtenido mediante modelación hidrológica. Los resultados de esta modelación se encuentran en detalle en el documento diagnóstico del PORH del río Yumbo.
- **Escenario de saneamiento:** corresponde a los resultados del modelo con la recolección de los vertimientos puntuales y un vertimiento único (VPC2) que corresponde al vertimiento principal de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de la Empresa Oficial de Servicios Públicos de Yumbo S.A. ESP. proyectada para entrar en funcionamiento en el año 2019 según en PSMV aprobado. Adicionalmente con una remoción en carga contaminante DBO_5 y SST del 80% con respecto a la carga vertida actualmente como fue estipulado en el PSMV aprobado.

La carga total vertida (sin tratamiento) y reportada en el PSMV para el año 2018 es de 2.027.702 Kg de DBO_5 y SST, sin embargo estos datos fueron estimados a partir de cargas per-cápita establecidas en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Estas cargas contaminantes per-cápita representan valores de concentraciones y caudales mayores a los obtenidos en los en las campañas de monitoreo de vertimientos tanto para la implementación y calibración del modelo de calidad como para el PSMV, motivo por el cual, de acuerdo al modelo de simulación calibrado, la carga vertida a la corriente para el año 2018 es de 581.154.29 Kg de DBO_5 y 911.107.62 Kg de SST. De acuerdo con lo anterior, la remoción correspondiente al saneamiento para este escenario fue aplicada a estas últimas cargas contaminantes y no a las reportadas en el PSMV.

En la Figura 33 se observan los resultados de los escenarios para la variable caudal. Se reemplazó el caudal base - calibración (0.0059 m³/s), por el caudal mínimo obtenido mediante modelación hidrológica (0.0041 m³/s) en la primera estación de monitoreo o Headwater (EM1). El caudal base es un cercano al caudal mínimo, por lo tanto los resultados de la simulación para ambos escenarios, en cambio en el comportamiento del caudal en la longitud de la corriente es mínimo. Adicionalmente, el caudal obtenido mediante modelación hidrológica no considera aportes como vertimientos o extracciones, en este sentido, en el tramo donde el río recibe los vertimientos el comportamiento del caudal en la corriente no presenta variaciones significativas en ambos escenarios. De forma similar sucede en escenario base y escenario de caudal mínimo para las variables de calidad.

Para el escenario de saneamiento, todos los aportes son colectados y llevados al vertimiento principal de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (PTARD) de Yumbo (VPC2). El flujo total de estos vertimientos fue cuantificado en 0.228 m³/s. por tanto, esta es la magnitud de la descarga que se presenta en la abscisa 0.30 Km y que aumenta el caudal de 0.025 m³/s a 0.25 m³/s. En este escenario se presume que el vertimiento fue previamente tratado con niveles de remoción correspondientes a tratamiento secundario como está establecido en el PSMV.

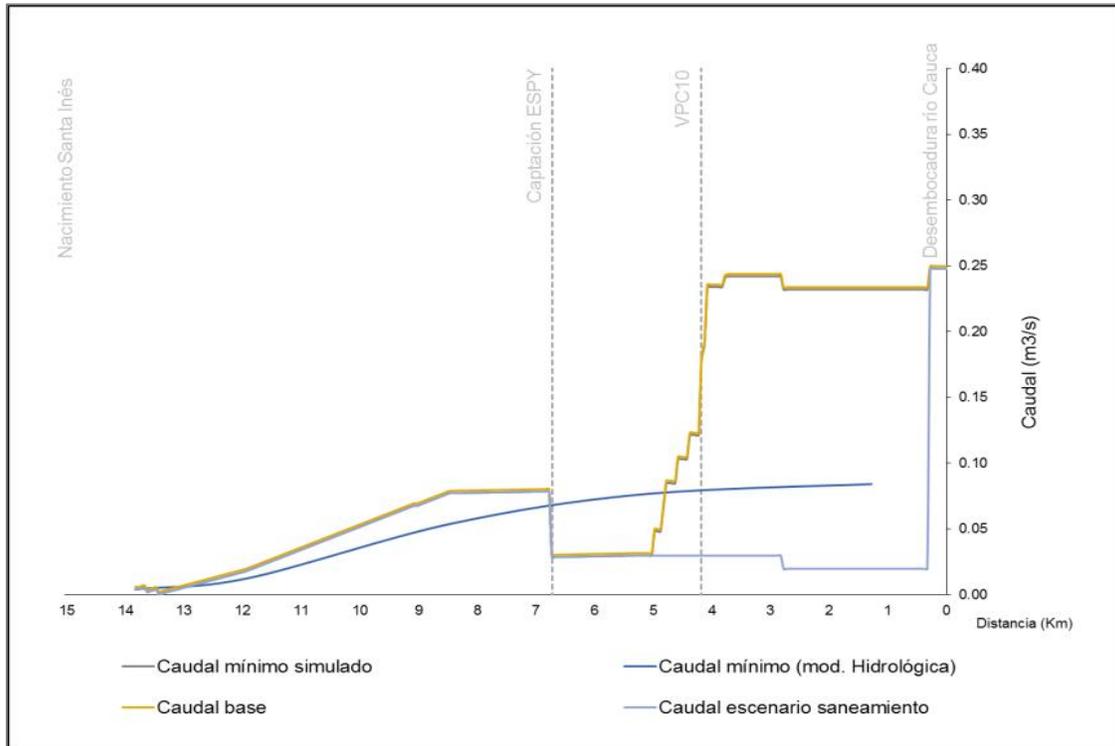


Figura 33. Caudal (m³/s) - Escenarios de simulación

En la Figura 34 se presentan los resultados de los escenarios de simulación para la variable oxígeno disuelto. Así como el comportamiento del caudal en la corriente, los resultados para el escenario base y el escenario de caudal mínimo son muy similares. Para el escenario de saneamiento, es notoria la recuperación de los niveles de OD en la corriente en el tramo urbano, donde inician los vertimientos, sin embargo, la descarga del vertimiento principal de la PTARD (VPC2) – en la abscisa 0.30 Km. representa un caudal mayor al que tendría la corriente en ese punto bajo un escenario de caudal mínimo, por lo tanto, el OD no superaría los 2.0 mg/l en la desembocadura del río Yumbo al río Cauca.

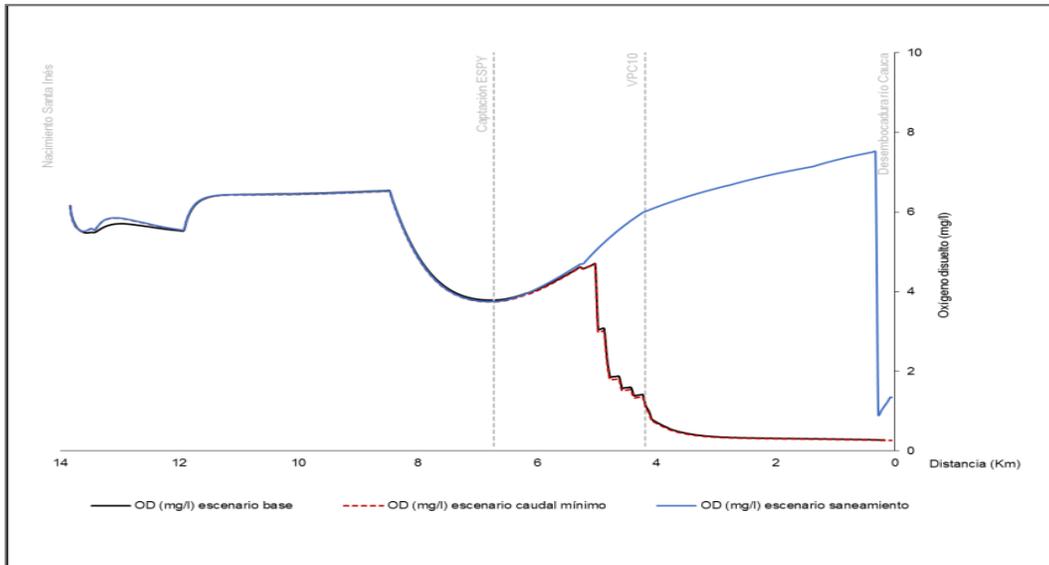


Figura 34. Oxígeno disuelto (mg/l) - Escenarios de simulación

En la Figura 35 se presentan los resultados de los escenarios de simulación para la variable DBO₅. No se presentan diferencias significativas entre el comportamiento de la variable en el escenario base y el escenario de caudal mínimo. Adicionalmente, las concentraciones de este constituyente se encuentran en el límite de cuantificación (1.95 mg/l) para toda la corriente Santa Inés y parte del río Yumbo. A partir de la abscisa 5.0 Km. inician los vertimientos municipales a la corriente se observa un rápido incremento de la concentración de DBO₅ alcanzando 80 mg/l en la desembocadura. Para el escenario de saneamiento, con una remoción correspondiente a tratamiento secundario, las concentraciones de DBO₅ se mantendrían cercanas al límite de cuantificación de la variable hasta la recepción del vertimiento principal de la PTAR de Yumbo, donde la concentración llegaría a 14.6 mg/l en la desembocadura.

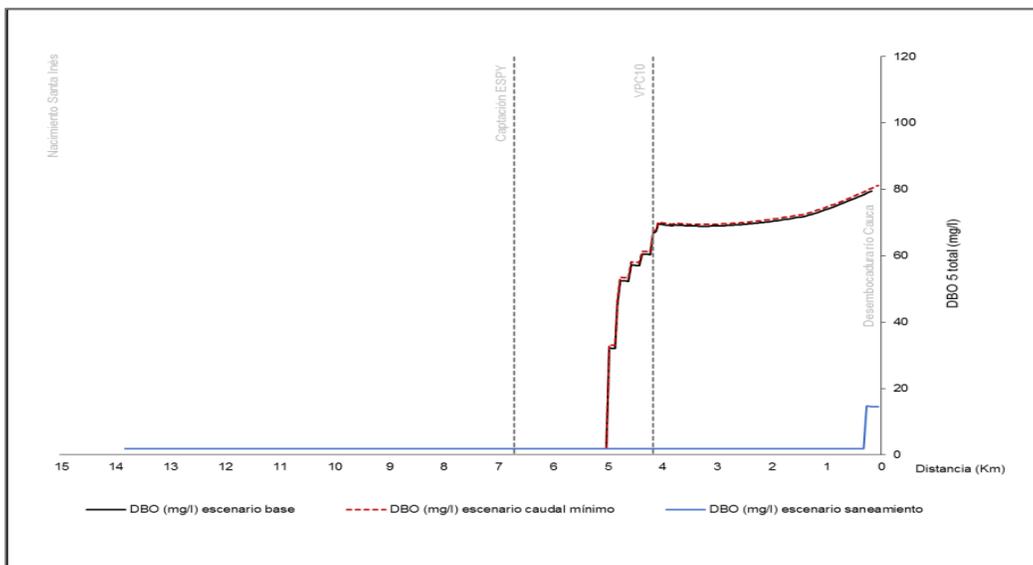


Figura 35. DBO₅ total (mg/l) - Escenarios de simulación

En la Figura 36 se presentan los resultados de los escenarios de simulación para la variable sólidos suspendidos totales (SST). La concentración de SST se encuentra en el límite de cuantificación (3.90 mg/l) para la corriente Santa Inés y parte del río Yumbo hasta la abscisa 5.21 Km donde inicia la recepción de vertimientos de aguas residuales domésticas. A partir de esta abscisa la concentración de SST se eleva rápidamente hasta alcanzar 184.30 mg/l. a partir de este punto crítico la concentración descende paulatinamente hasta alcanzar 120 mg/l en la desembocadura del río Yumbo al río Cauca. Para el escenario de saneamiento la concentración de SST aumenta en el punto de la descarga principal de la PTARD (VPC2) hasta alcanzar una concentración de 14.68 mg/l que se mantiene hasta la desembocadura.

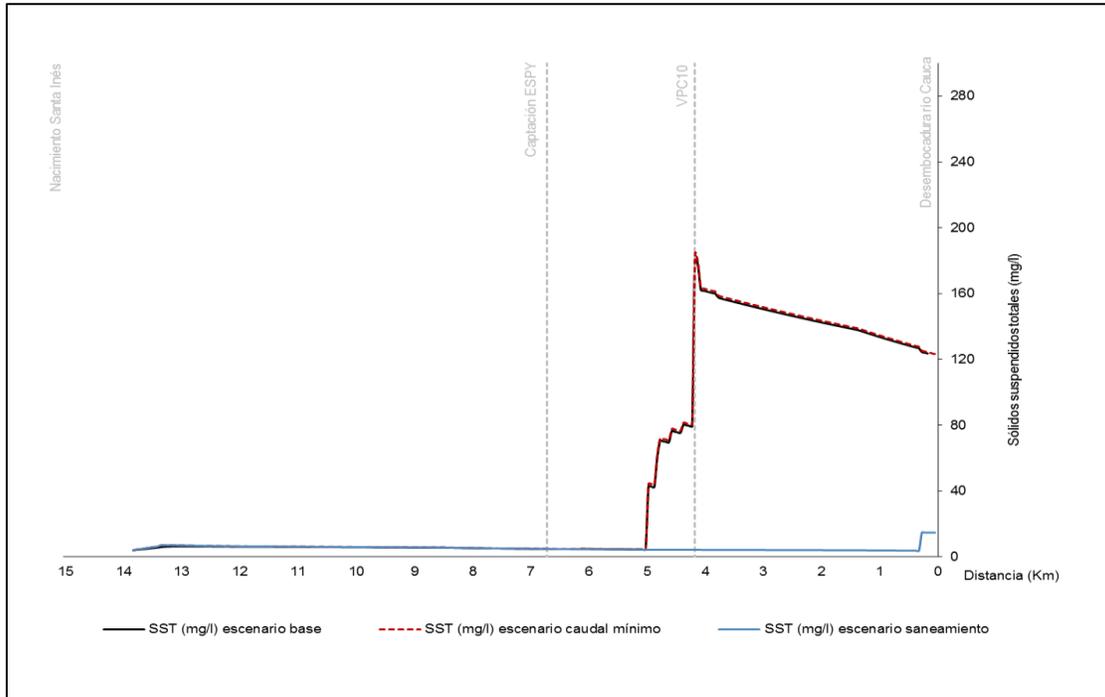


Figura 36. Sólidos suspendidos totales (mg/l) - Escenarios de simulación

En la Figura 37 se presenta se presentan los resultados de los escenarios de simulación para la coliformes fecales. En este caso el comportamiento de la variable es el mismo para los tres escenarios debido a; (1) la similitud en el comportamiento del flujo para el escenario base y el escenario de caudal mínimo y (2) en el escenario de saneamiento se contempla un sistema de tratamiento de nivel secundario en el cual la remoción de coliformes fecales es mínima o nula.

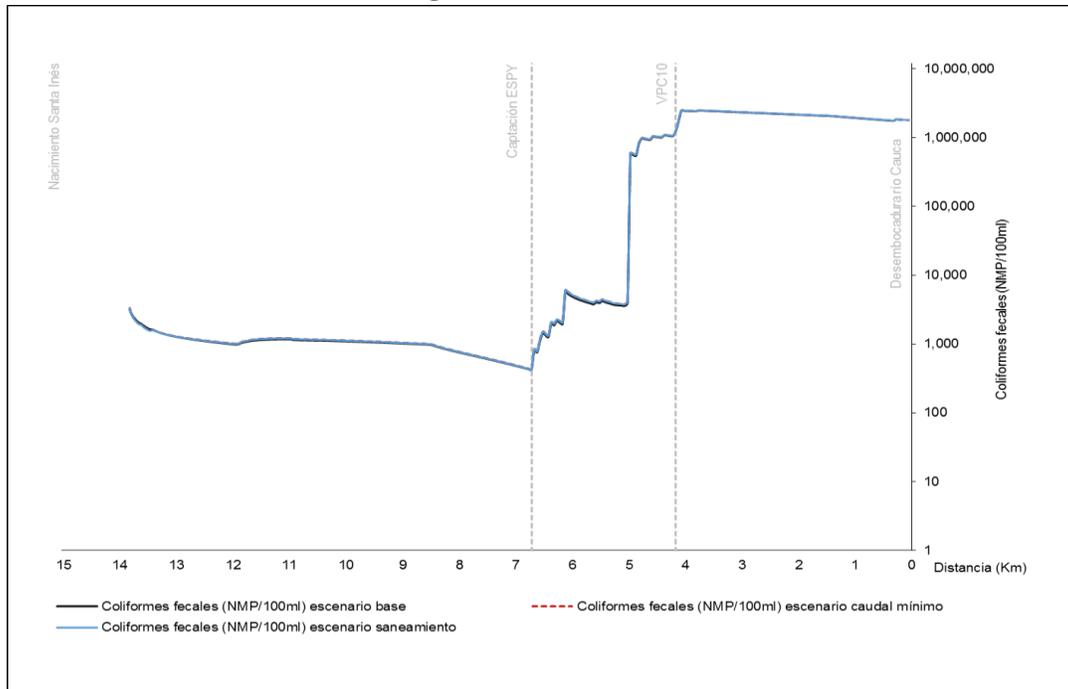


Figura 37. Coliformes felcales (NMP/100 ml) - Escenarios de simulación

4. FASE IV: FORMULACIÓN

En esta fase, se estructuró el contenido programático del PORH de manera que permita el alcance de los objetivos de calidad trazados.

4.1. Estrategia de participación social.

La mesa intersectorial, correspondiente a la Fase IV del PORH: Elaboración del Plan, se desarrolló de manera conjunta con los actores sociales que se reseñan en la Tabla 21. En el encuentro se implementó la matriz de planificación, sobre la cual debía establecer los actores competentes, el proyecto/programa/plan relacionado del que se dispone y el horizonte de ejecución o vigencia del mismo (Foto 7 y Foto 8).

Tabla 21 Aspectos generales de la mesa intersectorial N° 5.

Fecha	Objetivo	Actores involucrados	Técnicas
Octubre 25 de 2018	Revisar las acciones del contenido programático correspondiente a la formulación del PORH del río Yumbo.	Acueductos comunitarios Administración municipal ESPY S.A.S. Autoridad Ambiental Administración departamental	Matriz plan de acción Grupos focales

La principal conclusión de los grupos focales se relaciona con el reconocimiento de la necesidad de articulación de acciones sectoriales. Es decir, de momento se adelantan proyectos en pro de la conservación del recurso hídrico, pero se requiere de trabajo conjunto para garantizar un impacto mayor de las mismas.



Foto 7 Socialización del contenido programático



Foto 8 Presentación en grupo del contenido programático

A partir de las determinaciones tomadas en la mesa intersectorial, se realizó un encuentro final, con el propósito de articular el PORH con el Plan de Ordenamiento Territorial de Yumbo (Tabla 22). En este encuentro, se expuso a los asistentes los principales programas y acciones para el río Yumbo. Adicionalmente se presentó la ruta de articulación para el Ordenamiento del Recurso Hídrico, con sus respectivos apartados

Tabla 22 Reunión de articulación de instrumentos de planificación

Fecha	Objetivo	Actores involucrados	Técnicas
Diciembre 04 de 2018	Revisar las acciones del contenido programático correspondiente a la formulación del PORH del río Yumbo.	Administración municipal	Presentación formal

4.2. Clasificación de los cuerpos de agua en ordenamiento.

La clasificación de los cuerpos de agua en el área hidrológica objeto de ordenamiento en la subcuenca del río Yumbo, quedo definida de acuerdo a los tramos y usos potenciales identificados y delimitados durante la fase de prospectiva.

Tabla 23. Clasificación de los cuerpos de agua en ordenamiento en la subcuenca del río Yumbo.

Clasificación	Tramo	Descripción	Inicio*		Final*		Uso potencial
			Longitud E	Latitud N	Longitud E	Latitud N	
Clase I	I	Desde nacimiento - hasta la estación Puente Santa Inés	1058237,34	893653,12	1059132,32	892896,50	Preservación de flora y fauna
	II	Desde la estación Puente Santa Inés - hasta la Bocatoma de la ESPY sobre el río Yumbo	1059132,32	892896,50	1062999,53	888684,01	Consumo humano y doméstico
Clase II	III	Desde la Bocatoma ESPY sobre el río Yumbo - hasta el Puente sobre la vía Panamericana	1062999,53	888684,01	1065885,09	888283,11	Estético
	IV	Desde el Puente sobre la vía Panamericana - hasta la desembocadura al río Cauca	1065885,09	888283,11	1068594,40	889031,42	Agrícola

*Datum MAGNA Colombia Oeste

4.3. Objetivos de calidad

Los objetivos de calidad para el río Yumbo, se definieron a partir de los resultados de calibración y escenarios de simulación del modelo de calidad del agua en el río Yumbo presentada en la fase de prospectiva, en la Tabla 24 se presentan los objetivos de calidad definidos.

Tabla 24. Objetivos de calidad definidos para las corrientes objeto de ordenamiento en la subcuenca del río Yumbo.

Tramo	Descripción	Coordenadas inicio - final	Uso actual	Uso potencial	Variable	Criterio de calidad -corto plazo (5 años)	Criterio de calidad - mediano plazo (10 años)	Criterio de calidad - largo plazo (20 años)	Caudal (l/s)
I	Desde nacimiento - hasta la estación Puente Santa Inés	Inicio (Long E, Lat N): 1058237.339, 893653.179 Final (Long E, Lat N): 1059132.320, 892896.504	Preservación de flora y fauna	Preservación de flora y fauna	DBO ₅ (mg/l)	≤5	≤5	≤5	19,5
					OD (mg/l)	≥5	≥5	≥5	
					pH (unidades)	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	
					SST (mg/l)	≤10	≤10	≤10	
					Conductividad eléctrica (μS/cm)	≤700	≤700	≤700	
					Nitrógeno total (mg/l)	≤10	≤10	≤10	
					Fósforo total (mg/l)	≤0,5	≤0,5	≤0,5	
					Coliformes fecales (NMP/100ml)	≤20000	≤2000	≤2000	
Material flotante	Ausentes	Ausentes	Ausentes						
II	Desde la estación Puente Santa Inés - hasta la Bocatoma de la ESPY sobre el río Yumbo	Inicio (Long E, Lat N): 1059132.320, 892896.504 Final (Long E, Lat N): 1062999.533, 888684.014	Consumo humano y doméstico, recreativo de contacto primario	Consumo humano y doméstico	DBO ₅ (mg/l)	≤5	≤5	≤5	80,4
					OD (mg/l)	≥5	≥5	≥5	
					pH (unidades)	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	
					SST (mg/l)	≤10	≤10	≤10	
					Conductividad eléctrica (μS/cm)	≤750	≤750	≤750	
					Nitrógeno total (mg/l)	≤10	≤10	≤10	
					Fósforo total (mg/l)	≤0,5	≤0,5	≤0,5	
					Coliformes fecales (NMP/100ml)	≤20000	≤2000	≤2000	
Material flotante	Ausente	Ausente	Ausente						
III	Desde la Bocatoma ESPY sobre el río Yumbo - hasta el Puente sobre la vía Panamericana	Inicio (Long E, Lat N): 1062999.533, 888684.014 Final (Long E, Lat N): 1065885.099, 888283.113	Dilución y transporte de vertimientos	Estético	DBO ₅ (mg/l)	≤80	≤10	≤10	31,6
					OD (mg/l)	≥1,2	≥4	≥4	
					pH (unidades)	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0	
					SST (mg/l)	≤160	≤10	≤10	
					SAAM (mg/l)	≤2	≤1	≤0,5	
					Grasas y aceites	Menor al límite de detección**	Menor al límite de detección**	Menor al límite de detección**	
					Material flotante	Ausente	Ausente	Ausente	

Tramo	Descripción	Coordenadas inicio - final	Uso actual	Uso potencial	Variable	Criterio de calidad -corto plazo (5 años)	Criterio de calidad - mediano plazo (10 años)	Criterio de calidad - largo plazo (20 años)	Caudal (l/s)
IV	Desde el Puente sobre la vía Panamericana - hasta la desembocadura al río Cauca	Inicio (x,y): 1065885.099, 888283.113 Final (Long E, Lat N): 1068594.402, 889031.423	Agrícola	Agrícola	DBO ₅ (mg/l)	≤80	≤20	≤20	236,5
					OD (mg/l)	≥1,2	≥1,2	≥1,2	
					pH (unidades)	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0	
					SST (mg/l)	≤125	≤20	≤20	
					Material flotante	Ausente	Ausente	Ausente	
					Grasas y aceites	Menor al límite de detección**	Menor al límite de detección**	Menor al límite de detección**	
					Arsénico (mg/l)	≤0,1	≤0,1	≤0,05	
					Bario (mg/l)	≤1	≤1	≤1	
					Cadmio (mg/l)	≤0,01	≤0,01	≤0,01	
					Cinc (mg/l)	≤15	≤15	≤15	
					Cromo (mg/l)	≤0,05	≤0,05	≤0,05	
					Cobre (mg/l)	≤1	≤1	≤1	
					Plata (mg/l)	≤0,05	≤0,05	≤0,05	
Plomo (mg/l)	≤0,05	≤0,05	≤0,05						
Selenio (mg/l)	≤0,01	≤0,01	≤0,01						

*Datum MAGNA Colombia Oeste

** Método SM, 5520 D. extracción Soxhlet.

4.4. Definición de metas quinquenales de reducción de cargas contaminantes.

El artículo 8 del Decreto 2667 de 2012 compilado en el artículo 2.2.9.7.3.1 del Decreto 1076 de 2015, define para la meta global de carga contaminante que:

- La autoridad ambiental competente establecerá cada cinco años, una meta global de carga contaminante para cada cuerpo de agua o tramo del mismo.
- La meta global será definida para cada uno de los elementos, sustancias o parámetros, objeto del cobro de la tasa y se expresará como la carga total de contaminante a ser vertida al final del quinquenio, expresada en términos de kilogramos/año.
- Las autoridades ambientales establecerán la meta global que conduzca a los usuarios al cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos por dichas autoridades.
- La determinación de la meta global de carga contaminante en un cuerpo de agua o tramo del mismo, se hará teniendo en cuenta la línea base, las proyecciones de cargas de los usuarios y los objetivos de calidad vigentes al final del quinquenio así como la capacidad de carga del tramo o cuerpo de agua y la ejecución de obras previstas de obras previstas en el PSMV.

De acuerdo a lo anterior, durante la fase de diagnóstico del PORH del río Yumbo, se identificó a la Empresa de Servicios Públicos de Yumbo ESPY S.A. E.S.P, como entidad prestadora del servicio de alcantarillado, la cual presenta PSMV aprobado mediante la resolución No 0100 No 710 0097 de 2016 de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC); de acuerdo a su estado de cumplimiento, la ESPY S.A. E.S.P debe realizar ajuste al cronograma de ejecución del PSMV direccionándolo al cumplimiento de los objetivos de calidad definidos por el presente PORH para los tramos III y IV del río Yumbo. En la Tabla 25 se presentan las cargas metas establecidas al año 2025 por el PSMV como base para el primer quinquenio; se debe considerar, que el cumplimiento de los objetivos de calidad en los tramos III y IV está sujeto a la eliminación de vertimientos directos al río.

Tabla 25. Cargas contaminantes base y meta Tramos III y IV del río Yumbo

	Año	Carga (kg/año)	
		DBO ₅	SST
Línea Base	2018	2027702	2027702
Meta	2019	416090	416090
Meta	2020	426915	426915
Meta	2021	438021	438021
Meta	2022	449416	449416
Meta	2023	461108	461108
Meta	2024	473103	473103
Meta	2025	485411	485411

Tabla 26. Cargas contaminantes incluidas en el modelo (Escenario Tendencial e Implementación del PSMV)

Cargas escenario base 2018	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Población de referencia	126.316	143.614	190.466
Carga contaminante DBO (Kg/año)	660.736	751.216	996.290
Carga contaminante SST (Kg/año)	1.035.873	1.177.723	1.561.939
Cargas escenario PSMV con tratamiento	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Carga contaminante DBO (Kg/año)	132.147	150.243	199.258
Carga contaminante SST (Kg/año)	207.174	235.545	312.387

4.5. Articulación con el plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica – POMCA 02631.

En la actualidad el POMCA de la subzona hidrográfica 02631 (Arroyohondo, Yumbo, Mulaló, Vijes, Yotoco, Mediacanoa y Piedras), se encuentra en la fase de diagnóstico; por tal motivo, es necesario que en la definición del componente programático (fase de formulación) del POMCA 02631, se consideren los objetivos de calidad y usos definidos en el presente PORH, los cuales deberán ser analizados en función de la zonificación ambiental y del componente programático de dicho POMCA. Para lo anterior se deberán considerar como mínimo:

- Los programas del POMCA que desarrollan los temas de calidad y cantidad del recurso hídrico y su aporte al ordenamiento y cumplimiento de los objetivos definidos en el PORH.
- El análisis de los indicadores de línea base del POMCA respecto a la información obtenida en la fase de diagnóstico del PORH.
- La definición de los escenarios prospectivos en el tema de recurso hídrico, en función de información consolidada en el PORH.
- La definición del programa de monitoreo y seguimiento del POMCA debe contemplar el programa de monitoreo y seguimiento del recurso hídrico definido en el presente PORH.

4.6. Programa de seguimiento y monitoreo del recurso hídrico.

De acuerdo a los objetivos de calidad definidos para el río Yumbo (Tabla 24), se propone ajustar la red de monitoreo existente, guardando coherencia con las fronteras de cada tramo definido; de esta manera la red de monitoreo propuesta, permitirá la verificación de su cumplimiento. En la Tabla 27 se presenta la red de monitoreo propuesta.

Tabla 27. Red de monitoreo propuesta para el seguimiento a los objetivos de calidad definidos en el PORH.

Estación	Descripción	Coordenadas		Tramo	Uso definido
		Latitud N	Longitud E		
1	Puente Santa Inés Nacimiento	1059090,5	892888,5	I	Preservación de flora y fauna
2	Antes La Trinidad limnógrafo CVC	1061697,3	889360,4	II	Consumo humano y doméstico
3	Puente sobre la vía Panamericana	1065885,1	888283,1	III	Estético
4	Antes Desembocadura a Río Cauca - después PTAR Yumbo	1067483,4	888589,3	IV	Agrícola

Con el propósito de incorporar el estado ecológico del río Yumbo, se recomienda adelantar el levantamiento de la línea base a través de muestreos de Macro invertebrados y Perifiton en las estaciones de monitoreo propuestas para el seguimiento al cumplimiento de los objetivos de calidad. Una vez conocido el estado de calidad hidrobiológico, se recomienda hacer seguimiento al finalizar el corto, mediano y largo plazo establecidos en el presente PORH.

4.7. Estructuración del componente programático del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico - PORH del río Yumbo

Con el fin de garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico a través de una gestión y un uso eficiente y eficaz, articulados al ordenamiento y uso del territorio y a la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica, considerando además el agua como factor de desarrollo económico y de bienestar social, e implementando procesos de participación equitativa e incluyente; el componente programático del presente PORH, es estructurado a partir de los objetivos establecidos en la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico- PNGIRH, los cuales son:

Objetivo 1. OFERTA: Conservar los ecosistemas y los procesos hidrológicos de los que depende la oferta de agua para el país.

Objetivo 2. DEMANDA: Caracterizar, cuantificar y optimizar la demanda de agua en el país.

Objetivo 3. CALIDAD: Mejorar la calidad y minimizar la contaminación del recurso hídrico.

Objetivo 4. RIESGO: Desarrollar la gestión integral de los riesgos asociados a la oferta y disponibilidad del agua.

Objetivo 5. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL: Generar las condiciones para el fortalecimiento institucional en la gestión integral del recurso hídrico.

Objetivo 6. GOBERNABILIDAD: Consolidar y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico.

En la Tabla 28 se sintetiza el contenido programático que estructura el PORH del río Yumbo en concordancia con los objetivos de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico; mientras que en la Tabla 29 se resumen las actividades y costos proyectados para los programas formulados y en la Tabla 30 se describen las entidades responsables y posibles fuentes de financiación.

Tabla 28. Síntesis contenido programático PORH Yumbo.

Objetivo PNGIRH	Componente estratégico PORH	Programas	Meta	Proyectos
OFERTA: Conservar los ecosistemas y los procesos hidrológicos de los que depende la oferta de agua para el país.	Regulación de la oferta hídrica	Programa 1: Manejo y conservación de fuentes abastecedoras de acueductos ubicados en los Tramos I y II de la zona de estudio del PORH.	Áreas aferentes de acueductos ubicados en los tramos I y II conservadas y protegidas	Proyecto 1: Gestión para la incorporación de rondas hídricas en zonas priorizadas en la fase de formulación PORH.
				Proyecto 2: Gestión para la conservación y recuperación de bosques para la protección del recurso hídrico.
DEMANDA: Caracterizar, cuantificar y optimizar la demanda de agua en el país.	Distribución equitativa y uso eficiente del recurso hídrico	Programa 2: Uso eficiente del recurso hídrico	Alcanzar un grado de presión de la demanda entre bajo y moderado con relación a la oferta de agua disponible ($5 < IUA < 20$).	Proyecto 3: Actualización de la reglamentación del uso de las aguas en el tramo II de la zona de estudio del PORH.
				Proyecto 4: Formulación e implementación de los Planes de Uso Eficiente y Ahorro del Agua - PUEAA en los acueductos ubicados en el tramo II de la zona de estudio del PORH.
CALIDAD: Mejorar la calidad y minimizar la contaminación del recurso hídrico.	Saneamiento rural y urbano	Programa 3: Mejoramiento de la calidad del agua en la zona rural y urbana	Alcanzar el objetivo de calidad respecto a coliformes fecales (< 2000 NMP/100 mL) en el tramo II de la zona de estudio del PORH Eliminación de vertimientos y reducción cargas contaminantes en los tramos III y IV de la zona de estudio del PORH.	Proyecto 5: Gestión para el manejo integral de vertimientos rurales en los tramos I y II de la zona de estudio del PORH.
				Proyecto 6: Gestión para el manejo integral de vertimientos urbanos en los tramos III y IV de la zona de estudio del PORH.
FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL: Generar las condiciones para el fortalecimiento institucional en la gestión integral del recurso hídrico.	Apropiación institucional del contenido programático PORH	Programa 4: Gestión del conocimiento para la administración eficiente del recurso hídrico	Fortalecer la toma de decisiones entorno al ordenamiento del río Yumbo	Proyecto 7: Gestión para el fortalecimiento al interior de las instituciones.
				Proyecto 8: Gestión para la armonización del conocimiento técnico y científico con las necesidades del río Yumbo respecto a Ordenamiento
GOBERNABILIDAD: Consolidar y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico.	Articulación para la implementación del PORH,	Programa 5: Sinergia para la implementación del PORH, en los diferentes espacios de articulación existentes	Incorporar el PORH como eje articulador en los procesos de gestión territorial local.	Proyecto 9: Gestión para la incorporación del PORH en los espacios de articulación interinstitucional existentes.

Tabla 29. Horizonte de inversión para a las actividades propuestas en el PORH del rio Yumbo.

Programas	Actividades	Corto Plazo (años)					Mediano	Largo
		1	2	3	4	5	6 a 10 años	11 a 20 años
Programa de monitoreo y seguimiento al recurso hídrico	Campañas de monitoreo de calidad físico, química y microbiológica en las estaciones definidas en el PORH							
	Levantamiento de la línea base de calidad del componente hidrobiológico							
	Instalación dos estaciones climatológicas automatizadas							
	Operación y mantenimiento de estaciones climatológicas							
	Instalación Limnómetro							
	Seguimiento a usuarios y concesiones							
Manejo y conservación de fuentes abastecedoras de acueductos ubicados en los Tramos I y II de la zona de estudio del PORH	Ajuste de determinantes ambientales Resolución 574 de 2015 para incorporar áreas priorizadas del PORH							
	Acotamiento de rondas hídricas priorizadas atendiendo la guía técnica							
	Incorporación de rondas hídricas priorizadas como determinante ambiental del POT							
	Restauración y mantenimiento rondas hídricas (Tramo I Y II)							
	Priorización de la microcuenca Q Santa Inés para la implementación procesos de reconversión de suelos							
Uso eficiente del recurso hídrico	Redistribución de caudales (Tramo II)							
	Generación y adopción de MCA							
	Elaboración y formalización de los PUEEA (usuarios tramo II)							
	Implementación de los PUEEA							
Mejoramiento de la calidad del agua en la zona rural y urbana	Establecimiento de la línea base de vertimientos y sistemas de tratamiento de usuarios ubicados en los tramos I y II.							
	Identificar fuentes de coliformes fecales en el tramo I y II.							
	Definición de alternativas para la eliminación de coliformes fecales en el tramo I y II							
	Implementación de alternativas para la eliminación de coliformes fecales en el tramo I y II							
	Mantenimiento a las alternativas existentes e implementadas.							
	Cumplimiento del cronograma de obras e inversiones del PSMV (vigente) respecto a eliminación de vertimientos y construcción PTAR							
	Manejo de lodos producto de la mantenimiento y operación de la							

Programas	Actividades	Corto Plazo (años)					Mediano	Largo
		1	2	3	4	5	6 a 10 años	11 a 20 años
	PTAP							
Gestión del conocimiento para la administración eficiente del recurso hídrico	Talleres de capacitación							
	Convocar actores pertinentes al proceso							
	Socialización del contenido del PORH adoptado por Resolución							
	Realizar convenios interadministrativos con universidades para la generación de conocimiento entorno a la administración eficiente del recurso hídrico							
Sinergia para la implementación del PORH, en los diferentes espacios de articulación existentes	Articular el programa Manejo y conservación de fuentes abastecedoras (Tramo I y II) de acueductos con la agenda del Sistema Municipal de Áreas Protegidas de Yumbo. Acuerdo 029 de 2012 Alcaldía de Yumbo							
	Fortalecimiento de procesos de participación social y comunitaria; a partir de la incorporación del contenido programático del PORH en el Comité Técnico Interinstitucional de Educación Ambiental CIDEA. Decreto N° 327 DEL 27 DE OCTUBRE de 2008							
	Incorporar el acotamiento e implementación de las rondas hídricas definidas en el PORH en el Consejo Municipal de Desarrollo Rural Ley 101 de 1993 art. 61.							
	Articular los programas del PORH direccionados a mejorar la cantidad y calidad del recurso hídrico, con las funciones del Consejo Departamental de Política Ambiental y de Gestión Integral del Recurso Hídrico (Ordenanza 445 del 17 febrero del 2017 y Ordenanza Modificatoria 446 del 06 de abril del 2017)							
	Armonizar el PORH con los instrumentos de planificación existentes como el Plan de Gestión Ambiental Regional PGAR de CVC, Plan de Acción de CVC, Plan de Ordenamiento Territorial, Plan Municipal de Desarrollo, Plan estratégico de Gestión de resultados,							

Tabla 30. Entidades y fuentes de financiación PORH del río Yumbo.

Programa	Entidades responsables	Posibles fuentes de financiación
Programa de monitoreo y seguimiento al recurso hídrico	Grupo de calidad ambiental - Dirección técnica ambiental- CVC	- Programa gestión integral del recurso hídrico, proyecto Caracterización y balance de los recursos naturales y sus actores sociales relevantes del Plan Ambiental Institucional de CVC.
Manejo y conservación de fuentes abastecedoras de acueductos ubicados en los Tramos I y II de la zona de estudio del PORH	Grupo de calidad ambiental - Dirección técnica ambiental- CVC – Alcaldía (Secretaría de Planeación – UMATA)	- Programa cobertura y uso sostenible del suelo, proyecto Restauración de coberturas boscosas y rehabilitación de suelos en conflicto por uso y manejo del Plan Ambiental Institucional de CVC.
Uso eficiente del recurso hídrico	Grupo de Calidad Ambiental - Dirección Técnica Ambiental- CVC	- Programa gestión integral del recurso hídrico, proyecto Caracterización y balance de los recursos naturales y sus actores sociales relevantes del Plan Ambiental Institucional de CVC.
	Acueducto Asoagua el Chocho, JACA Santa Inés, JACA Peñas Negras, Alcaldía municipal de Yumbo - Empresa de Servicios Públicos de Yumbo (Unidad Técnica de apoyo a las juntas administradoras de acueducto y alcantarillado de la zona rural del municipio de Yumbo).	-Línea estratégica Yumbo territorio de oportunidades para la movilidad social, proyecto agua potable y saneamiento básico del Plan de desarrollo municipal.
Mejoramiento de la calidad del agua en la zona rural y urbana	CVC - Secretaría Salud Municipal, Empresa Prestadora de Servicios Públicos de Yumbo – ESPY S.A. E.S.P.	- Programa gestión integral del recurso hídrico, proyecto Mejoramiento de la disponibilidad del agua para los diferentes usos del Plan Ambiental Institucional de CVC.
		- Programa Agua Potable Y saneamiento Básico del Plan de Desarrollo Municipal de Yumbo.
Gestión del conocimiento para la	CVC	Plan de Inversiones y proyectos del PMSV de la cabecera municipal de Yumbo, para la eliminación de vertimientos, construcción, operación y mantenimiento de la PTAR
		- Programa Fortalecimiento y desarrollo institucional, proyecto

Programa	Entidades responsables	Posibles fuentes de financiación
administración eficiente del recurso hídrico		Fortalecimiento de las capacidades organizacionales para apoyar la gestión misional del Plan Ambiental Institucional de CVC.
Sinergia para la implementación del PORH, en los diferentes espacios de articulación existentes	<p>Gobernación del Valle, Alcaldía municipal o su delegado - CVC - Consejo municipal de gestión del riesgo de desastres - Organizaciones comunitarias y campesinas Organizaciones no gubernamentales ambientalistas - Asociaciones de productores agrícolas o pecuarios - Instituciones educativas públicas o privadas, Empresas públicas o privadas de servicios públicos (aseo, agua, energía), Asociación de juntas de acción comunal (ASOCOMUNAL)- Comando de policía, Organismos de socorro (defensa civil, bomberos) -Concejo municipal</p>	<p>- Programa Fortalecimiento y desarrollo institucional, proyecto Fortalecimiento de las capacidades organizacionales para apoyar la gestión misional del Plan Ambiental Institucional de CVC.</p>

5. Bibliografía

Universidad Tecnológica de Pereira (UTP) y Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). 2018. Documento técnico de formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico del río Yumbo.