

**MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO
TERRITORIAL**

**CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL URABA
- CORPOURABA -**



**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
REQUERIMIENTO DE LOS PLANES DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE
VERTIMIENTOS (PSMV) A LAS ENTIDADES PRESTADORAS DEL
SERVICIO DE ALCANTARILLADO DE LA JURISIDICCIÓN DE
CORPOURABA**

**CUENCA DEL RÍO SAN JUAN
MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ, ARBOLETES
Y SAN JUAN DE URABÁ**

**Unidad de Aguas
Subdirección de Gestión y Administración Ambiental
100-09-03-01-0005**

AGOSTO DE 2007

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

GABRIEL CEBALLOS ECHEVERRI
Director General

HAROLD E. TRIANA GUTIÉRREZ
Subdirector de Gestión y Administración Ambiental

JOSÉ DOMINGO NAVARRO ALZATE
Subdirector de Planeación y Ordenamiento Territorial

ARBÉY MOLINA
Subdirector Jurídico y Administrativo

Equipo Técnico

JUAN FERNANDO GOMEZ CATAÑO
Ingeniero Sanitario

ELIZABETH ORTIZ BAQUERO
Bióloga

JUAN DIEGO CORREA RENDÓN
Ecólogo de Zonas Costeras

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	6
1. SISTEMAS HIDROLOGICOS	9
2. ORDEN DE PRIORIZACIÓN POR MUNICIPIOS	15
3. CLASIFICACIÓN DE USOS REALES Y POTENCIALES.....	17
4. TIPIFICACIÓN DE LA FUENTE, CRITERIOS DE CALIDAD Y CARGAS CONTAMINANTES DE ORIGEN PUNTUAL	24
5. USOS, CRITERIOS Y OBJETIVOS DE CALIDAD	30
6. SIMULACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL RÍO SAN JUAN	33
7. ACCIONES REQUERIDAS PARA EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD PROPUESTOS	47
8. CONCLUSIONES	51
9. RECOMENDACIONES	52
10. GLOSARIO DE TÉRMINOS	55
11. BIBLIOGRAFÍA	56

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

LISTADO DE TABLAS

TABLA 1.	SISTEMAS HIDROECOLÓGICOS DE LA JURISDICCIÓN DE CORPOURABA	9
TABLA 2.	SUBSISTEMAS HIDROLÓGICOS EN LA JURISDICCIÓN DE CORPOURABA	11
TABLA 3.	ORDEN DE PRIORIDAD POR MUNICIPIO DE LA JURISDICCIÓN PARA EL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.....	16
TABLA 4.	USOS REALES Y POTENCIALES POR TRAMOS EN LA CUENCA DEL RÍO SAN JUAN.....	22
TABLA 5.	TIPIFICACIÓN DE LOS TRAMOS DEL RÍO SAN JUAN Y FUENTES DE VERTIMIENTOS LÍQUIDOS PUNTUALES	25
TABLA 6.	OBJETIVOS DE CALIDAD PARA EL RÍO SAN JUAN	31
TABLA 7.	CALIDAD DE AGUA EXIGIDA POR LA <i>AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE</i>	33
TABLA 8.	CALIDAD DE AGUAS EXIGIDO POR LA COMISIÓN PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA DE NUEVA INGLATERRA.....	33
TABLA 9.	CALIDAD DE AGUAS EXIGIDO POR LAS NORMAS U.S.A.	34
TABLA 10.	CALIDAD DE AGUA EXIGIDA EN COLOMBIA POR EL DECRETO 1594 DE 1984.....	34
TABLA 11.	MODELO DE SIMULACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL TRAMO INICIAL (SAN PEDRO-SANTA CATALINA-EL PLAYÓN) DEL RÍO SAN JUAN	35
TABLA 12.	MODELO DE SIMULACIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA PARA DEL SEGUNDO TRAMO (EL CARMELO) DEL RÍO SAN JUAN.....	37
TABLA 13.	MODELO DE SIMULACIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA DEL TERCER TRAMO (LA CANDELARIA-EL TIGRE) DEL RÍO SAN JUAN.....	39
TABLA 14.	MODELO DE SIMULACIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA DEL CUARTO TRAMO (SAN JUANCITO) DEL RÍO SAN JUAN	41
TABLA 15.	MODELO DE SIMULACIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA DEL QUINTO TRAMO (SAN JUAN) DEL RÍO SAN JUAN	44
TABLA 16.	ACCIONES PARA ALCANZAR OBJETIVOS DE CALIDAD EN EL RÍO SAN JUAN.....	47
TABLA 17.	NECESIDADES DE REDUCCIÓN DE LA CARGA ORGÁNICA DE ACUERDO CON LA VARIACIÓN DEL OXÍGENO DISUELTO EN EL TRAMO INICIAL DEL RÍO SAN JUAN	48
TABLA 18.	NECESIDADES DE REDUCCIÓN DE LA CARGA ORGÁNICA DE ACUERDO CON LA VARIACIÓN DEL OXÍGENO DISUELTO EN EL SEGUNDO TRAMO DEL RÍO SAN JUAN.....	49
TABLA 19.	NECESIDADES DE REDUCCIÓN DE LA CARGA ORGÁNICA DE ACUERDO CON LA VARIACIÓN DEL OXÍGENO DISUELTO EN EL TERCER TRAMO DEL RÍO SAN JUAN	49
TABLA 20.	NECESIDADES DE REDUCCIÓN DE LA CARGA ORGÁNICA DE ACUERDO CON LA VARIACIÓN DEL OXÍGENO DISUELTO EN EL CUARTO TRAMO DEL RÍO SAN JUAN	50
TABLA 21.	NECESIDADES DE REDUCCIÓN DE LA CARGA ORGÁNICA DE ACUERDO CON LA VARIACIÓN DEL OXÍGENO DISUELTO EN EL QUINTO TRAMO DEL RÍO SAN JUAN.....	50
TABLA 22.	ACCIONES A REALIZAR EN EL CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO EN CADA UNO DE LOS TRAMOS DEL RÍO SAN JUAN	52

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

LISTADO DE MAPAS

MAPA 1.	UBICACIÓN DE TRAMOS EN EL RÍO SAN JUAN	20
MAPA 2.	USOS DEL SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO SAN JUAN	21

LISTADOS DE FOTOS

FOTO 1.	PANORÁMICA DEL CASCO URBANO DE SAN PEDRO DE URABÁ	17
FOTO 2.	PANORÁMICA DEL CASCO URBANO DE SAN JUAN DE URABÁ.....	18

INTRODUCCIÓN

En ejecución de la Política Nacional para el manejo de las aguas residuales municipales y en cumplimiento de lo estipulado por el decreto 3100 de 2003 sobre tasas retributivas, se establecieron los Objetivos de Calidad Mínimos para el río San Juan como fuente receptora de aguas residuales en los municipios de San Pedro de Urabá, Arboletes y San Juan de Urabá, y abastecedora del acueducto de este último.

Este estudio se efectuó buscando que las actividades a desarrollar en los próximos años en cuanto a la recolección, manejo y tratamiento de las aguas residuales por parte de las empresas prestadoras del servicio de acueducto y alcantarillado, sean viables, socialmente aceptables y sostenibles económica y ambientalmente.

Los objetivos de calidad se trazan con base en las proyecciones de calidad del recurso, obtenidas mediante simulación. En este sentido se empleó la metodología simplificada para la fijación de objetivos de calidad (MESOCA) establecida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Los objetivos de calidad del recurso se requieren para la concertación y el establecimiento de las Metas de reducción de cargas de DBO₅ Y SST, conforme lo determina el Decreto 3100 de 2003. Hasta cuando se lleve a cabo el ordenamiento del recurso hídrico, para la aplicación de los criterios de calidad y normas de vertimiento, se tiene en cuenta la destinación genérica del recurso al momento de vigencia del decreto 1594 de 1984, hecha por la Corporación.

El Capítulo III del Decreto 1594 de 1984, establece los siguientes usos del agua, sin que su enunciado indique orden de prioridad:

- a) Consumo humano y doméstico
- b) Preservación de flora y fauna
- c) Agrícola
- d) Pecuario
- e) Recreativo
- f) Industrial
- g) Transporte

Así mismo se considera que el empleo del agua para la recepción de vertimientos, siempre y cuando ello no impida la utilización posterior del

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

recurso de acuerdo con el ordenamiento previo del mismo, se denominará dilución y asimilación; su uso para contribuir a la armonización y embellecimiento del paisaje, se denominará estético.

La fijación de objetivos de calidad de un cuerpo de agua debe considerar las exclusiones y prohibiciones que establece la ley. No todas las fuentes de agua admiten ser utilizadas para verter aguas residuales. Al respecto, el Decreto 1541 establece la siguiente clasificación de las aguas con respecto a los vertimientos:

Clase I: Cuerpos de aguas que no admiten vertimientos

Clase II: Cuerpos de aguas que admiten vertimiento con algún tratamiento

Pertenecen a la clase I:

- 1) Las cabeceras de las fuentes de agua
- 2) Las aguas subterráneas
- 3) Los cuerpos de agua de zonas costeras, utilizadas actualmente para recreación
- 4) Un sector aguas arriba de las bocatomas para agua potable
- 5) Aquellos que se declaren como especialmente protegidos de acuerdo con lo dispuesto por los artículos 70 y 137 del decreto ley 2811 de 1974.

Pertenecen a la clase II los demás cuerpos de agua no incluidos en la clase I.

Los cuerpos de agua clase I tienen prelación en su uso y destinación y por lo tanto, al no ser receptores de vertimientos líquidos ni sólidos, resulta superfluo un proceso de concertación de metas de reducción de cargas contaminantes. La meta está fijada por ley y es de cero cargas contaminantes. Mientras no se cuente el ordenamiento del Recurso hídrico, se deben establecer objetivos de calidad respetando la normatividad y considerando los usos genéricos de las aguas establecidos en el decreto 1594 de 1984.

Los cuerpos de agua de las cabeceras urbanas y de los centros poblados del país, tienen una destinación prioritaria para el drenaje de aguas lluvias y el transporte de aguas residuales, por lo tanto su uso principal es el de la asimilación y la dilución.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

En algunos municipios de la Jurisdicción de CORPOURABA aun no existen sistemas de tratamiento de aguas residuales o no operan de forma eficiente. En este caso la metodología MESOCA adopta la asimilación y la dilución como los usos prevalecientes, por lo tanto los objetivos de calidad deben contribuir a minimizar el impacto sobre la salud de las poblaciones cercanas y la estética del espacio urbano. En este sentido la metodología propone priorizar los objetivos de calidad de la siguiente lista:

- 1-Eliminación de olores agresivos de la fuente de agua
- 2-Eliminación de sólidos flotantes desagradables a la vista
- 3-Eliminación de grasas y aceites
- 4-Eliminación de depósitos de lodos orgánicos
- 5-Reducción de la carga orgánica
- 6-Mejorar levemente los niveles de oxígeno disuelto de la fuente en el tramo o sector específico (entre 1 y 4 mg/l)

Generalmente los cuerpos de agua en áreas rurales presentan oxígeno disuelto por encima de los 5,0 mg/l y su DBO₅ es inferior a 2,0 mg/l, valores por debajo o por encima, respectivamente, indican que el agua está contaminada por vertimientos del sector agropecuario o industrial. Ya se indicó que los cuerpos de agua que abastecen los acueductos no deben ser receptores de vertimientos líquidos, por lo tanto sus objetivos de calidad deben mantener sus condiciones de calidad actuales.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

1. SISTEMAS HIDROLOGICOS

En la Jurisdicción de CORPOURABA se priorizaron cinco sistemas hidrológicos los cuales se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Sistemas hidroecológicos de la jurisdicción de CORPOURABA

Sistema hidrológico/cuenca	Descripción
1. Río León	Recorre los municipios de Mutatá, Chigorodó, Carepa, Apartadó y Turbo, desemboca directamente al golfo de Urabá, sirviendo como vía de salida de la producción bananera al exterior. Presenta restricciones altas para la mayoría de los usos después de la afluencia del río Carepa, la preservación de flora y fauna tiene limitantes por el oxígeno disuelto, el principal obstáculo para los fines agrícolas es el alto contenido de cloruros que pueden propiciar la salinización de los suelos ¹ .
2. Río Sucio	Toma el nombre de río Sucio a partir de la confluencia de los ríos Cañasgordas y La Herradura a unos 800 msnm en la cordillera occidental. El río Cañasgordas nace en las inmediaciones del cerro de las Nutrias, 11 km al sur de la población de la que toma su nombre, en jurisdicción de los municipios de Abriaquí y Giraldo, a unos 3.300 msnm. La cuenca del río Cañasgordas limita con la divisoria de los ríos La Herradura y Tonusco, presentando como cima destacada el cerro de Las Nutrias (aprox. 3.300 msnm); por el Suroriente, con la divisoria del río Tonusco, destacándose el Boquerón de Toyo (Depresión natural 2.200 msnm), los altos Loma Grande (2.700 msnm) y Romero (2.930 msnm); y por el Nororiente con las divisorias de los ríos Cauca y El Chuzá. El río Sucio recorre los municipios de Cañasgordas, Uramita, Dabeiba y Mutatá para desembocar al río Atrato. Recibe las aguas residuales de Cañasgordas, Dabeiba y Uramita.
3. Río San Juan	Nace en la Serranía de Abibe en el alto de Quimarí a una altura de 670 msnm, recorre los municipios de San Pedro de Urabá, Arboletes y San Juan de Urabá donde desemboca directamente al mar Caribe. La cuenca tiene un área de 139.544 ha y el río principal una longitud de 183.38 km. Presenta limitaciones en la oferta debido a las condiciones climáticas donde dominan las bajas precipitaciones. Un factor que incide en la deficiente calidad del agua es la deforestación y pérdida de diversidad de las coberturas vegetales. La contaminación del agua es crítica en la parte media y baja por altos contenidos de materia orgánica y

¹ Tomado de Plan de Manejo Ambiental para el uso de agroquímicos en la agroindustria bananera del Urabá Antioqueño. AUGURA – Universidad de Antioquia. 2002

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

Sistema hidrológico/cuenca	Descripción
	sedimentos que no la hacen apta para el consumo humano ni para el desarrollo de actividades recreativas. ² Recibe las aguas residuales domésticas del municipio de San Pedro de Urabá y aguas abajo, cerca de su desembocadura, se encuentra el punto de captación para el abastecimiento de agua del área urbana del municipio de San Juan de Urabá.
4. Río Penderisco	Nace en el cerro Plateado entre los municipios de Urrao, Carmen de Atrato y Betulia, el municipio de Urrao conforma la cuenca del río Penderisco con un área de 255.000 Ha, posteriormente se une con el río Jengamecoda para conformar así el río Murrí afluente del Atrato.
5. Litoral	Enmarca todo el caribe antioqueño sobre el Golfo de Urabá, constituido por la zona costera de los municipios de Turbo, Necoclí, San Juan de Urabá y Arboletes alcanzando 420 km e longitud. En el litoral antioqueño se destacan las vertientes de los ríos Atrato y León, adicionalmente se encuentran más de 30 afluentes, entre ellos los ríos Turbo, Guadalito (El Tres) y Currulao. El mayor impacto ambiental y paisajístico lo causa el río Atrato al depositar gran cantidad de sedimentos, residuos sólidos y empalizadas sobre la costa oriental del Golfo.

Para cada sistema hidroecológico se determinaron los subsistemas que lo componen. En la Tabla 2 se hace una descripción de cada uno.

² Tomado de Implementación software cuenta física del agua cuencas de los ríos el Oso, Apucarco, el Tambo y San Juan de Urabá, Universidad Nacional, 2004

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

Tabla 2. Subsistemas hidrológicos en la jurisdicción de CORPOURABA

Sistema hidrológico/ cuenca	Subsistema/ cuerpo de agua asociado	Descripción
1. Río León	1.1 Río Apartadó	Ubicado en el municipio del mismo nombre y surte el acueducto del casco urbano, nace en la serranía de Abibe en el alto de Carepa a 1089 msnm y desemboca a 3 msnm en el río León, su cuenca tiene un área de 16.353 ha. Una vez ha recibido los vertimientos urbanos, los usos del agua para consumo humano y recreación quedan restringidos por el alto contenido de materia orgánica que disminuye el contenido del oxígeno disuelto. El uso agropecuario se permite hasta la parte media, donde la descarga del río Churidó eleva los parámetros por encima de la normatividad permitida para estos usos. Las condiciones ambientales que garantizan el ecosistema acuático se perturban aguas abajo por la disminución de los niveles de oxígeno ³ .
	1.2 Río Chigorodó	Nace en la vertiente occidental de la Serranía de Abibe a una altura de 1200 msnm y desemboca al río León. Abastece el acueducto del área urbana del municipio de Chigorodó, de uno de sus afluentes en la parte alta se abastece el acueducto del área urbana de Carepa. Su cuenca tiene un área 30.984 ha ⁴ . La calidad del agua se ve afectada en la parte media, quedando restringido su uso para consumo humano y recreativo por el mal manejo de los residuos sólidos y desechos líquidos del municipio. Casi todo el río permite actividades de carácter agropecuario, excepto en la desembocadura por la presencia de mercurio, nitritos y coliformes. La calidad es buena para la preservación de flora y fauna a lo largo de todo su recorrido, excluyendo el tramo final ³ .

³ Tomado de plan de manejo ambiental para el uso de agroquímicos en la agroindustria bananera del Urabá Antioqueño. AUGURA – Universidad de Antioquia. 2002

⁴ Tomado de Implementación software cuenta física del agua en las cuencas de los ríos Chigorodó, Carepa, Apartado y Turbo. Universidad Nacional, 2004.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

Sistema hidrológico/ cuenca	Subsistema/ cuerpo de agua asociado	Descripción
	1.3 Río Carepa	Ubicado en el municipio del mismo nombre, nace en el alto de Carepa en la serranía de Abibe, recorre el municipio de oriente a occidente hasta desembocar en el río León. Su cuenca tiene 24.225 ha y su cauce una longitud de 62.6 km. Para los usos de preservación de flora y fauna, recreación y consumo humano, presenta restricciones severas después de los vertimientos líquidos y sólidos del municipio. Los principales parámetros que limitan el uso son la turbiedad, sedimentos y el oxígeno disuelto. Las actividades agrícolas presentan restricción en el tramo final ³ debido a la calidad del agua.
	1.4. Río Vijagual	Representa el límite entre los municipios de Apartadó y Carepa, nace en la serranía de Abibe y desemboca en el río León. En algunos puntos presenta concentraciones de mercurio, hierro, coliformes, nitritos y déficit de oxígeno disuelto. Ningún tramo del río es apto para consumo humano y recreacional, las condiciones no son propicias para la conservación de flora y fauna por la baja concentración de oxígeno disuelto, el uso permisible es el agrícola, con algunas limitantes por la presencia de coliformes totales, fecales y la alta concentración de hierro ⁵ .
	1.5 Río Grande	Nace en la serranía de Abibe y define el límite entre los municipios de Turbo y Apartadó. El uso para consumo humano y recreacional es permitido sin ninguna restricción en la parte alta, con riesgo en la parte media por contaminación por materia orgánica y completamente restringidos antes de confluir al río León. Las actividades agropecuarias y de preservación de flora y fauna son factibles a lo largo del río, excepto en la desembocadura donde la baja concentración de oxígeno disuelto y la salinidad lo impiden ⁵ .
	1.6 Canales del Casco urbano de Nueva Colonia	En el casco urbano de este corregimiento se encuentra un sistema de canales o caños que drenan las aguas residuales de la población y las aguas lluvias, desembocando en el canal artificial que conduce hacia el río León, en el área de influencia de las barcadillas de las comercializadoras bananeras. Además de la carga orgánica, estos canales transportan gran cantidad de residuos sólidos que se concentran en sus desembocaduras.

⁵ Tomado de plan de manejo ambiental para el uso de agroquímicos en la agroindustria bananera del Urabá Antioqueño. AUGURA – Universidad de Antioquia. 2002

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

Sistema hidrológico/ cuenca	Subsistema/ cuerpo de agua asociado	Descripción
2. Río Sucio	2.1 Río Mutatá	Nace en la serranía de Abibe desembocando en el río Sucio a 200 metros del casco urbano de Mutatá, surte el acueducto de este municipio y recibe sus aguas residuales. Presenta caudales aproximados de 5000 l/s en época de menores precipitaciones.
	2.3 Río el Cerro	Se encuentra dentro del complejo hídrico denominado Sistema del Río Sucio que es complementado por los ríos La Herradura, Verde, Nore, Chaquenodá, Carauta, Murri, Quiparadó y Musinga. Este complejo hídrico alimenta dos grandes ríos, El Murri y el Río Sucio que vierten sus aguas en el gran río Atrato.
	2.4 Río La Herradura	Nace en el alto El Junco (Páramo de Frontino) en el municipio de Abriaquí, a unos 3.400 msnm. Desemboca a 800 msnm en el río Cañasgordas o río Sucio, afluente del río Atrato, drenando una cuenca de 431.8 km ² . En total recorre 50 km en dirección predominante sur – norte. En sus cabeceras (zona sur) la cuenca limita con las quebradas Noque (afluente del río Cauca) y Encarnación (afluente del Penderisco). La divisoria alcanza cerros de considerable altura como son: Morro Pelón (3.450 msnm), alto El Junco (3.400 msnm) y el alto El Toro (2.800 msnm).
4. Río Penderisco	4.1 Río Urrao	Abastece el acueducto del municipio de Urrao y hace parte de la cuenca del río Penderisco. Tiene su origen en el sistema lagunar de las sabanas de Puente Largo, en el Páramo del Sol, a una altura de 3.650 msnm, con relieve plano, ligeramente ondulado, circula por un lecho rocoso rodeado de franjas variables de bosque intervenido, potreros y diversidad de cultivos. Desemboca al río Penderisco a una altura de 1.850 msnm, la actividad agropecuaria y la explotación de madera son la base de la economía del municipio, destacándose cultivos de café, granadilla, fríjol, caña, fique, tomate de árbol, espárrago y grandes extensiones de pastos. En el sector pecuario se cuenta con cría de ganado vacuno, porcinos, aves y truchas ⁶ .

⁶ Caracterización limnológica de la cuenca del río Urrao. 1998

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

Sistema hidrológico/ cuenca	Subsistema/ cuerpo de agua asociado	Descripción
5. Litoral	5.1 Río Turbo	La cuenca del río Turbo se encuentra localizada en su totalidad en la zona norte del municipio; posee una superficie aproximada de 150 km ² y una longitud de 42.5 km. La cuenca se encuentra limitada al occidente por el golfo de Urabá, al oriente por la parte alta de la serranía de Abibe, al sur por la cuenca del río Guadalito y al norte por la cuenca del río Mulatos. Vierte sus aguas sobre el río Turbo las quebradas los Indios, La Playona, las Mercedes, San Felipe, las Cañas, la Pedregosa, Santa Bárbara y Aguas Frías ⁷ .
	5.2 Río Currulao	Tiene su división natural al oriente con la cuenca del río Mulatos (en la línea aproximada a los 800 msnm), al noroeste con la cuenca del río Grande y al occidente con la cuenca del río Apartadó (en línea aproximada a los 1.000 msnm). Posee un área de 239 km ² y cubre una superficie aproximada de 178 km ² (74% del área total) dentro de la jurisdicción del municipio. El río sigue su curso sur-norte dentro del municipio para luego descender al golfo de Urabá con un viraje en sentido oriente-occidente, regando la zona bananera del municipio de Turbo.
	5.3 Río Guadalito	Esta cuenca se encuentra completamente dentro de la jurisdicción de Turbo, su cuenca tiene un área aproximada de 121 km ² . El caudal promedio multianual en la estación El Tres para el río Guadalito es de 2.73 m ³ /s. Se presenta en los meses de febrero y marzo un caudal mínimo de 1 m ³ /s y caudales en el período lluvioso que varían entre 3 y 5 m ³ /s a excepción del pequeño veranillo en el mes de septiembre en el cual los caudales se reducen a 2.5 m ³ /s.

⁷ Tomado del POT del municipio de Turbo

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

Sistema hidrológico/cuenca	Subsistema/cuerpo de agua asociado	Descripción
	5.2 Caños Veranillo, Puerto Tranca y Bahía de Turbo	<p>Los caños Varanillo y Puerto Tranca constituyen las principales vías de evacuación de las aguas residuales que no son objeto de tratamiento en el casco urbano de Turbo. Ambos caños se caracterizan por su escaso caudal en época seca y desbordamiento durante las lluvias intensas. Ambos caños desembocan en el muelle el Waffe, donde se concentran la materia orgánica y los residuos sólidos transportados, los cuales son retenidos o desalojados por efectos de la marea o por las lluvias, constituyendo un foco de dispersión de contaminantes hacia la bahía Turbo y el Golfo de Urabá.</p> <p>La bahía Turbo está formada por la proyección norte sur de la Punta de las Vacas al oeste del casco urbano de este municipio. La bahía es importante para el transporte marítimo y la pesca artesanal, constituye un sistema estuarino donde hay mezcla del agua marina del Golfo y de los aportes continentales.</p>

Sobre cada sistema hidrológico se han identificado las principales fuentes puntuales de contaminación y los cuerpos de agua afectados por estos vertimientos, exceptuando el río San Juan donde no se presentan subsistemas de interés, por lo tanto no se incluye en la tabla 2. En total se han identificado 10 subsistemas, sobre los cuales se debe desarrollar el procedimiento para establecer los objetivos de calidad de acuerdo con la metodología MESOCA.

2. ORDEN DE PRIORIZACIÓN POR MUNICIPIOS

A continuación se establece el orden de prioridad por municipio en la jurisdicción de CORPOURABA, para dar tratamiento a las aguas residuales municipales domésticas, teniendo en cuenta el impacto ambiental generado por los vertimientos, el tamaño de la población, la longitud del cuerpo de agua receptor, porcentaje de cobertura de acueducto y alcantarillado y la relación entre ambas (Tabla 3).

Los municipios de San Pedro de Urabá, San Juan de Urabá y Arboletes se encuentran priorizados ocupando el sexto, décimo y catorceavo puesto respectivamente, entre los 19 municipios de la jurisdicción. También se

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

encuentran en los puestos 32, 75 y 96 entre los 125 municipios del Departamento de Antioquia, y 225, 560 y 727 entre los 1084 municipios del País.

Tabla 3. Orden de prioridad por municipio de la jurisdicción para el manejo de aguas residuales domésticas

Ítem	Municipio	Prioridad a nivel Nacional	% cobertura acueducto	% cobertura alcantarillado	Relación cobertura acueducto y alcantarillado
1	Apartadó	150	100	62.1	37.9
2	Urrao	158	100	87.6	12.4
3	Cañasgordas	166	96	88	8.0
4	Carepa	168	86.7	76.5	10.2
5	Chigorodó	171	54	68.2	-14.2
6	San Pedro de Urabá	225	95	93.7	1.3
7	Frontino	317	97	87.8	9.2
8	Dabeiba	427	95	86.8	8.2
9	Turbo	522	56.21	36.60	19.61
10	San Juan de Urabá	560	82	8.5	73.5
11	Giraldo	605	86	84	2.0
12	Peque	690	96	95.3	0.7
13	Abriaquí	718	100	92.4	7.6
14	Arboletes	727	70	74.9	-4.9
15	Mutatá	774	97.38	77	20.4
16	Necoclí	834	88	23.3	64.7
17	Vigía del Fuerte	838	80	0.20	79.8
18	Murindó	869	90	0	90.0
19	Uramita	978	88	74.9	13.1

Fuente: Plan Nacional de Manejo de Aguas Municipales

3. CLASIFICACIÓN DE USOS REALES Y POTENCIALES

Los criterios técnicos asumidos por el grupo de aguas de la Corporación, para la clasificación de usos reales y potenciales de la cuenca del río San Juan, son los siguientes:

- Desde su nacimiento en la serranía de Abibe hasta su desembocadura en el mar Caribe, el río San Juan recibe los vertimientos de aguas residuales domésticas de diferentes asentamientos humanos, por lo que estas comunidades se consideran usuarias del río.
- En el casco urbano de San Pedro de Urabá (
- Foto 1) el agua para consumo doméstico se capta de la quebrada Aguas Claras y las aguas residuales se vierten al río San Juan sin tratamiento previo para la reducción de la carga orgánica contaminante.



Foto 1. Panorámica del casco urbano de San Pedro de Urabá

- Para el abastecimiento del área urbana de San Juan de Urabá, el agua es captada del río San Juan. Algún porcentaje de las aguas residuales son sometidas a tratamiento para la reducción de la carga orgánica contaminante antes de ser vertidas al río San Juan.
- Los centros poblados de corregimientos que se encuentran sobre el río San Juan son los siguientes: Santa Catalina y El Playón en el municipio de San Pedro de Urabá, La Candelaria y El Carmelo en Arboletes, y San

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

Juancito en el municipio de San Juan de Urabá. Estos albergan alrededor de 1.700 habitantes y son generadores de aguas residuales domésticas que son vertidas al río sin ser objeto de recolección y tratamiento.



Foto 2. Panorámica del casco urbano de San Juan de Urabá

- En gran parte del río se desarrolla la pesca artesanal y es empleado en el transporte fluvial y en actividades recreativas de contacto primario y secundario.
- La definición de los tramos de análisis se desarrolló considerando la ubicación de los principales asentamientos humanos y la disponibilidad de información sobre la calidad del agua en el río San Juan.

Se distinguen cinco (5) tramos de análisis, los cuales se identifican en el Mapa 1. En el Mapa 2 presentan los usos del suelo en la cuenca del río San Juan.

T1: Inicia aguas arriba del casco urbano de San Pedro de Urabá y se extiende hasta un punto 100 metros antes del centro poblado del corregimiento El Carmelo, en el municipio de Arboletes. Este tramo alcanza una longitud de 61.200 m., en el se hallan los centros poblados de Santa Catalina y El Playón y en sus márgenes se encuentran principalmente pastos empleados en la producción ganadera, rastrojo alto y bajo, así como pequeñas áreas dedicadas a los cultivos agrícolas.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

Aguas arriba de este tramo se encuentran las veredas Alto San Juan, Mayupa, La Rula, La Cabaña, El Ají, Angostura, Alto de Rosario y Santa Rosa, las cuales tienen diferentes niveles de influencia sobre la calidad del agua del río por el vertimiento de aguas residuales.

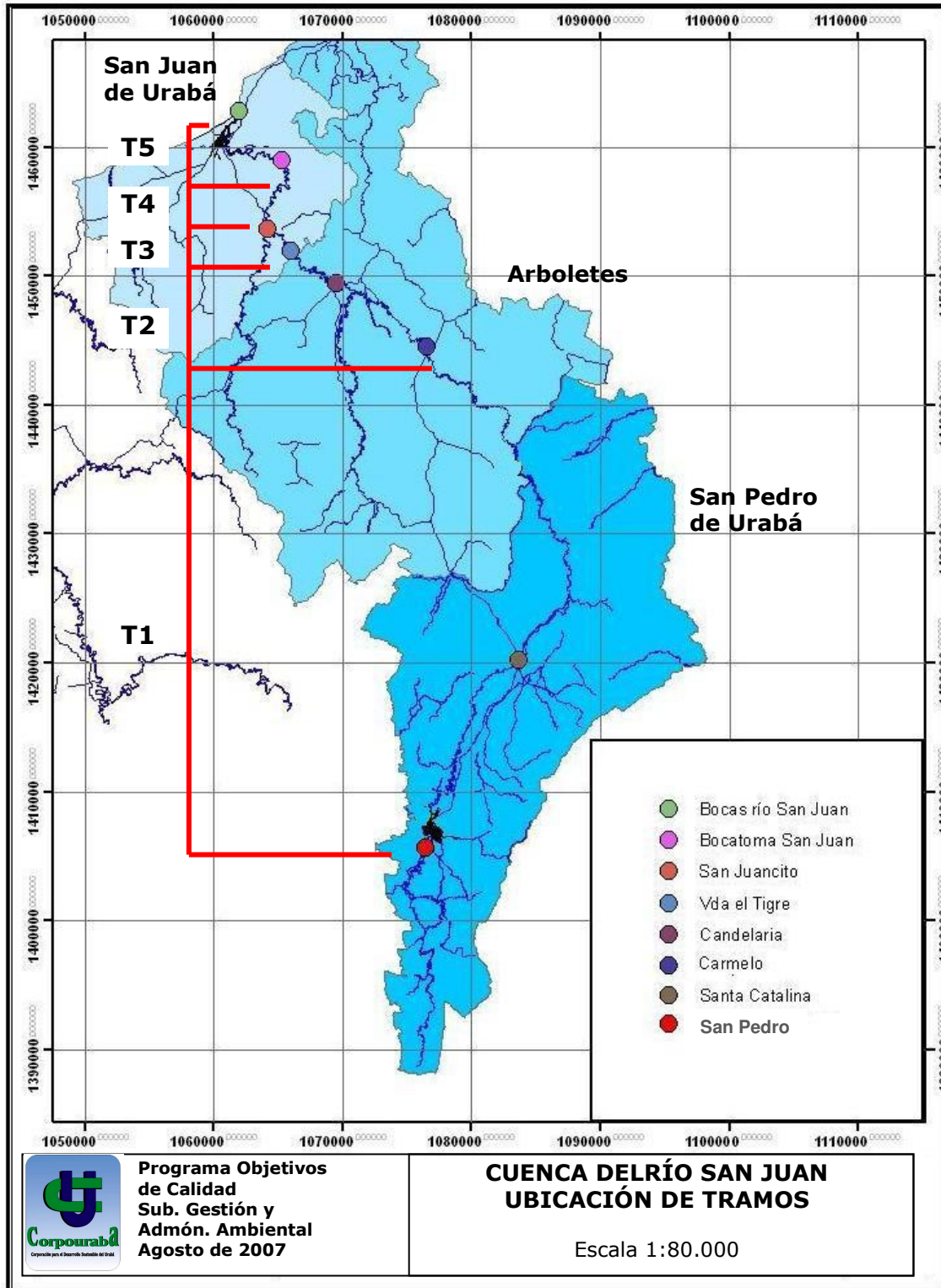
T2: Tramo del río San Juan que inicia antes del centro poblado del corregimiento El Carmelo en el municipio de Arboletes y que se extiende hasta un punto aguas arriba del centro poblado del corregimiento La Candelaria en el mismo municipio. El tramo tiene una longitud aproximada de 13.980 m y en sus márgenes, al igual que en el tramo inicial, se encuentran pastos ganaderos, rastrojo alto, rastrojo bajo y pequeñas áreas dedicadas a los cultivos agrícolas.

T3: Este tramo inicia aguas arriba del centro poblado del corregimiento La Candelaria en el municipio de Arboletes y se extiende hasta la vereda El Tigre, aguas arriba de la desembocadura del río San Juancito. El tramo tiene una longitud aproximada de 12.100 m y en sus márgenes se encuentran mayor proporción de pastos y rastrojo alto.

T4: Incluye la extensión del río San Juan entre la afluencia del río San Juancito y un punto previo a la bocatoma del casco urbano de San Juan de Urabá, incluyendo en su sección inicial el centro poblado de San Juancito. El tramo tiene una longitud aproximada de 10.540 m y en sus márgenes se han desarrollado con mayor intensidad pastos, rastrojo alto y cultivos agrícolas, principalmente de plátano.

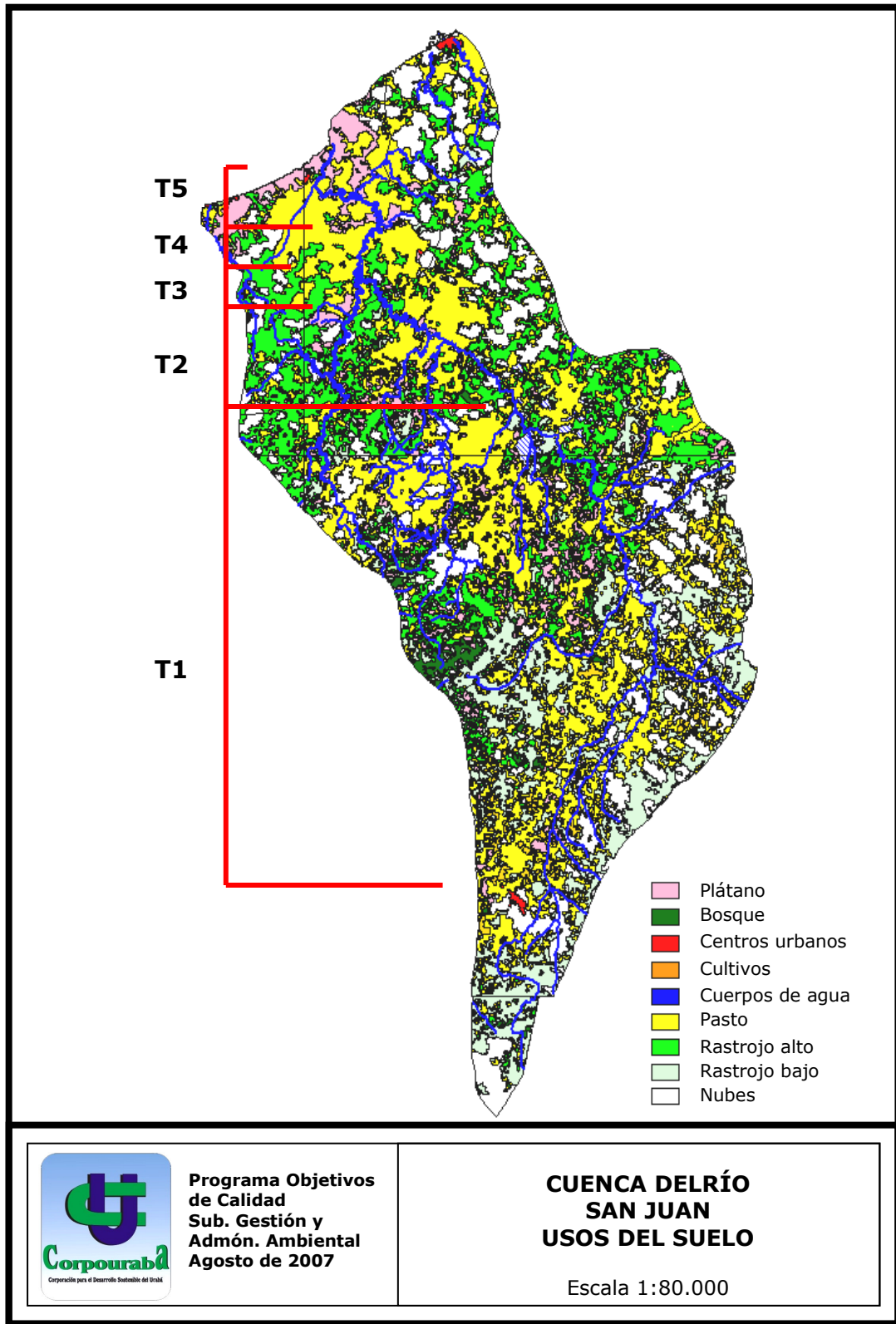
T5: Entre la bocatoma y la desembocadura en el mar Caribe, donde se ubica el casco urbano de San Juan de Urabá. El tramo tiene una longitud aproximada de 11.740 m, en sus márgenes se presentan mayores extensiones de pastos y de cultivos de plátano.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**



Mapa 1. Ubicación de tramos en el río San Juan

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**



Programa Objetivos de Calidad
Sub. Gestión y Admón. Ambiental
Agosto de 2007

**CUENCA DEL RÍO
SAN JUAN
USOS DEL SUELO**

Escala 1:80.000

Mapa 2. Usos del suelo en la cuenca del río San Juan

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

- Los tramos donde se detectaron usos legales o no legalizados para consumo doméstico, fueron determinados como de uso potencial prioritario para consumo humano colectivo. En este sentido, los objetivos de calidad del agua en los próximos 10 años deben apuntar a contribuir en el logro de los criterios y estándares que se han definido para esos usos.

En la Tabla 4 se indican los usos reales y potenciales en los tramos del río San Juan, de acuerdo con el análisis del grupo de aguas de la Corporación.

Tabla 4. Usos reales y potenciales por tramos en la cuenca del río San Juan

Tramo	Usos de los recursos hídricos	Real	Potencial
T1	1. Doméstico	X	X
	2. Contacto primario	X	X
	3. Contacto secundario	X	X
	4. Transporte fluvial	X	X
	5. Recreativo	X	X
	6. Preservación y reproducción de flora y fauna		
	7. Pesca artesanal, deportiva e industrial	X	X
	8. Riego		
	9. Agroindustrial		
	10. Paisajístico	X	P
	11. Transporte de aguas residuales y asimilación	P	X
T2	1. Doméstico	X	X
	2. Contacto primario	X	X
	3. Contacto secundario	X	X
	4. Transporte fluvial	X	X
	5. Recreativo	X	X
	6. Preservación y reproducción de flora y fauna		
	7. Pesca artesanal, deportiva e industrial	X	X
	8. Riego		
	9. Agroindustrial		
	10. Paisajístico	X	P
	11. Transporte de aguas residuales y asimilación	P	X
T3	1. Doméstico	X	X
	2. Contacto primario	X	X
	3. Contacto secundario	X	X
	4. Transporte fluvial	X	X
	5. Recreativo	X	X
	6. Preservación y reproducción de flora y fauna		
	7. Pesca artesanal, deportiva e industrial	X	X

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

Tramo	Usos de los recursos hídricos	Real	Potencial
	8. Riego		
	9. Agroindustrial		
	10. Paisajístico	X	P
	11. Transporte de aguas residuales y asimilación	P	X
T4	1. Doméstico	X	X
	2. Contacto primario	X	X
	3. Contacto secundario	X	X
	4. Transporte fluvial	X	X
	5. Recreativo	X	X
	6. Preservación y reproducción de flora y fauna		
	7. Pesca artesanal, deportiva e industrial	X	X
	8. Riego		
	9. Agroindustrial		
	10. Paisajístico	X	P
	11. Transporte de aguas residuales y asimilación	P	X
T5	1. Doméstico	P	P
	2. Contacto primario	X	X
	3. Contacto secundario	X	X
	4. Transporte fluvial	X	X
	5. Recreativo	X	X
	6. Preservación y reproducción de flora y fauna		
	7. Pesca artesanal, deportiva e industrial	X	X
	8. Riego		
	9. Agroindustrial		
	10. Paisajístico	X	X
	11. Transporte de aguas residuales y asimilación	X	X

P= Predominante

4. TIPIFICACIÓN DE LA FUENTE, CRITERIOS DE CALIDAD Y CARGAS CONTAMINANTES DE ORIGEN PUNTUAL

Los datos fisicoquímicos y microbiológicos del río San Juan corresponden a la información obtenida en el monitoreo efectuado por el grupo de aguas de la Corporación en abril de 2006. Adicionalmente se emplean los datos de caudal obtenidos mediante el aforo de este río en la misma época.

Se analizaron variables como temperatura, pH, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), sólidos suspendidos totales y coliformes totales y fecales. Los datos poblacionales fueron tomados de la Carta de Generalidades de Antioquia 2003-2004 y del Atlas Veredal de Antioquia 2004.

Fueron calculados algunos índices de calidad del agua a partir de los datos fisicoquímicos y microbiológicos, y los resultados fueron graficados. El índice de contaminación por minerales (ICOMI) relaciona los niveles de la alcalinidad, conductividad y dureza del agua. El índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO) es calculado a partir del porcentaje de saturación de oxígeno, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y los coliformes totales. Adicionalmente se calculó el índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS). Los valores cercanos a cero (0) reflejan baja contaminación, y próximos a uno (1), alta contaminación por las variables involucradas.

Adicionalmente se calculó el índice de calidad del agua (ICA), desarrollado por la Fundación de Sanidad Nacional de los Estados Unidos, que hace énfasis en contaminantes convencionales no en contaminantes tóxicos. Las variables incluidas en su cálculo son el porcentaje de saturación de oxígeno, coliformes fecales, pH, DBO, nitratos, fosfatos, temperatura, turbiedad y sólidos totales. Los rangos de calidad del agua que van desde muy mala hasta excelente, son los siguientes:

Muy mala	0 – 25
Mala	26 – 50
Media	51 – 70
Buena	71 – 90
Excelente	91 – 100

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

En la Tabla 5 se presenta la información correspondiente a la calidad del agua en el río San Juan, datos del monitoreo realizado por la Unidad de Aguas de CORPOURABA en abril de 2006.

Tabla 5. Tipificación de los tramos del río San Juan y fuentes de vertimientos líquidos puntuales

SISTEMA: San Juan									
Número de habitantes								20.218	
Factor per cápita de concentración doméstica						DBO		0.05	
						SST		0.04	
Descripción del vertimiento		La carga doméstica corresponde al vertimiento de las aguas residuales generadas por los habitantes de los cascos urbanos de los municipios de San Pedro y San Juan de Urabá, así como de los centros poblados Santa Catalina y El Playón en San Pedro, El Carmelo y La Candelaria en Arboletes, y San Juancito en San Juan de Urabá. En todos los casos las aguas residuales domésticas llegan al río San Juan sin ser sometidas a tratamiento para la disminución de su carga orgánica contaminante.							
Carga doméstica vertida (Kg/día)									
DBO (Kg/día)					SST (Kg/día)				
1010,9					808,72				
Calidad del vertimiento									
Tramo	Q (m ³ /s)	Longitud (m)	T °C	pH	OD (mg/l)	DBO (mg/l)	SST (mg/l)	CTS (NMP 100ml)	CFS (NMP 100ml)
T1	0,40	61.200	27,3	8,06	6,12	1,51	63	50.000	13.000
T2	0,49	13.980	27,2	7,85	4,08	6,92	10	1.700	1.300
T3	0,40	12.100	27,1	7,97	6,02	1,22	23	50.000	13.000
T4	1,25	10.540	26,0	7,53	8,97	1,60	15	13.000	1.300
T5	1,25	11.740	30,0	7,82	5,07	1,45	62	28.000	13.000

Es notable la contaminación microbiológica en todos los tramos del río San Juan, los valores de los coliformes totales y fecales incrementan cada vez que el río atraviesa los asentamientos humanos, en mayor proporción en San Pedro de Urabá, La Candelaria y San Juan de Urabá (Figura 1). La carga microbiológica en el área de la bocatoma de San Juan de Urabá es alta (13.000 NMP/100 ml), excediendo el criterio de calidad para consumo doméstico (2.000 NMP/100 ml), por lo que se requiere reducirla. Los coliformes fecales también provienen del material ruminal generado por el ganado que pasta a orillas del río, el cual puede tener una influencia considerable en aquellos sectores donde estos animales tienen acceso directo a la corriente de agua y donde los establos y encierros se encuentran en sus orillas.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

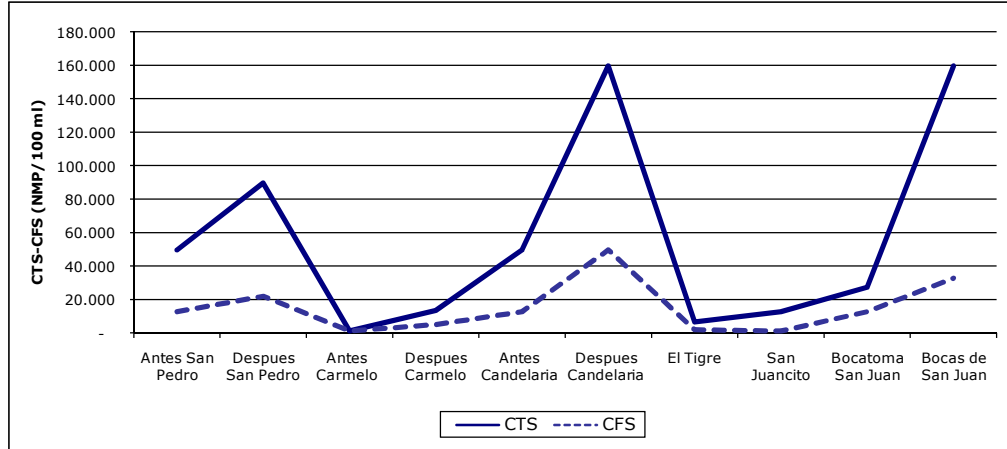


Figura 1. Variaciones de los coliformes totales (CTS) y fecales (CFS) a través del río San Juan

En general los valores del oxígeno disuelto son aceptables en todos los tramos pues se encuentra alrededor de 4 mg/l (Figura 2), concentración adecuada para el desarrollo de la fauna acuática y la depuración de la materia orgánica. En la mayoría de los casos el oxígeno disuelto disminuye una vez el río atraviesa los diferentes asentamientos humanos, particularmente en San Pedro. Nuevamente el aporte de las aguas del río San Juancito tiene un efecto positivo sobre la calidad del agua del San Juan, elevando significativamente los niveles de oxígeno disuelto, alcanzando una concentración cercana a 9 mg/l.

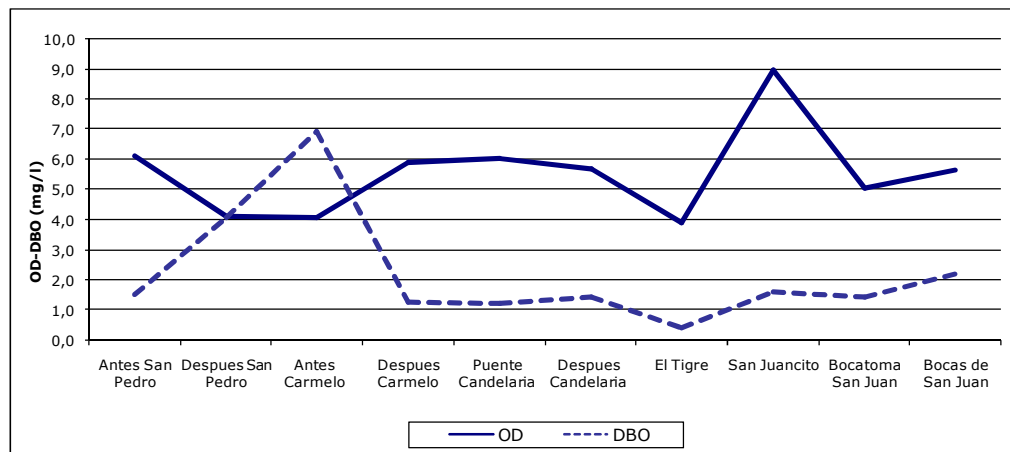


Figura 2. Variaciones del oxígeno disuelto (OD) y de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) a través del río San Juan

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

Los mayores valores de la DBO se hallan en el primer tramo del río, la influencia de los aportes de materia orgánica del casco urbano de San Pedro y los centros poblados de Santa Catalina y El Playón, determinan el pico máximo antes de El Carmelo donde el río San Juan se encuentra con 6,92 mg/l de DBO (Figura 2).

Los sólidos suspendidos tienen su máxima concentración antes del casco urbano de San Pedro (Figura 3), donde la extracción de material de arrastre del río con fines comerciales genera la remoción de los sedimentos del fondo. Los valores disminuyen significativamente después de San Pedro, indicando una buena velocidad de precipitación. Los sólidos suspendidos incrementan paulatinamente a medida que el río San Juan discurre entre San Pedro y la vereda El Tigre, alcanzando 23 mg/l en este sector. La confluencia del río San Juancito provoca la disminución de los sólidos suspendidos en el San Juan. Los valores se incrementan hacia el último tramo del río, cayendo nuevamente en el área de la desembocadura por la pérdida eventual del flujo del río ante el taponamiento de la boca, convirtiéndose en un sistema léntico que permite la precipitación de los materiales transportados.

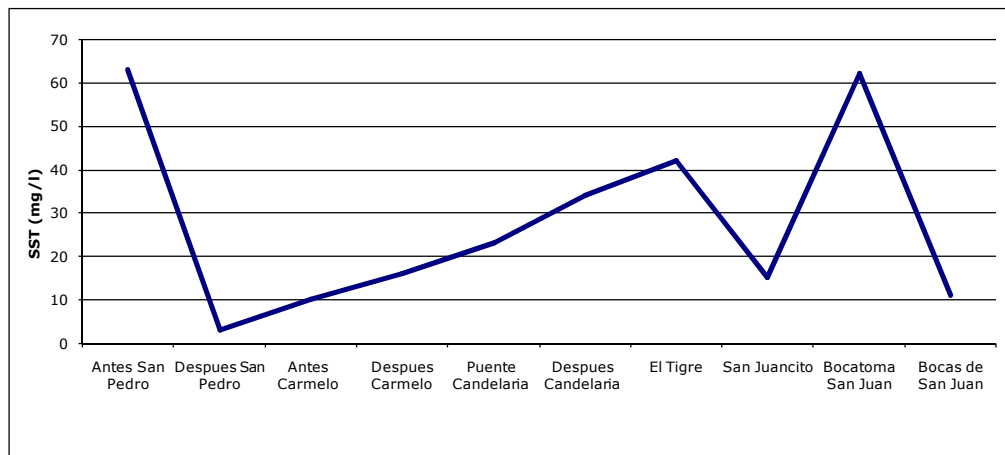


Figura 3. Variaciones de los sólidos suspendidos totales a través del río San Juan

Los valores del pH tienden a la basicidad, la mayoría se encuentran por encima de 7,5 (Figura 4). El incremento de los procesos oxidativos de la materia orgánica una vez el río atraviesa el casco urbano de San Pedro y el consecuente consumo de oxígeno y aumento de las concentraciones de dióxido de carbono, determinan un menor pH en este sector del río, alcanzando 7,44 unidades.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

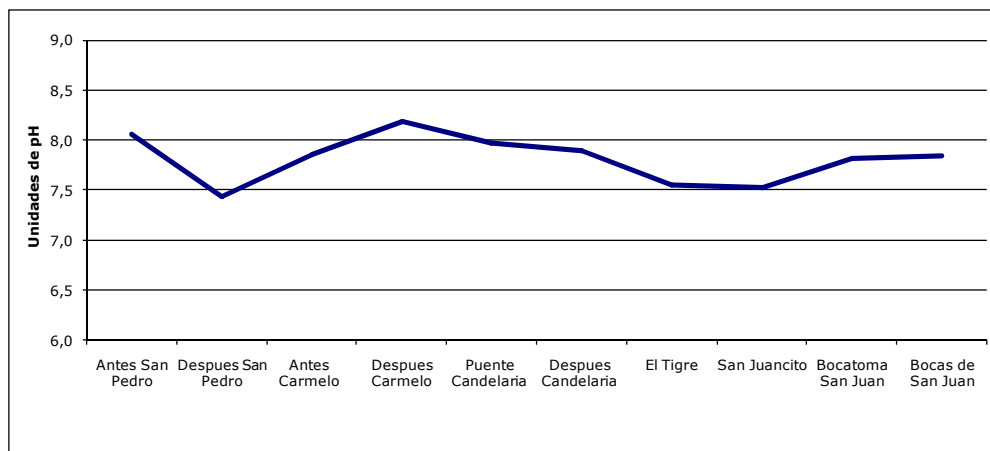


Figura 4. Variaciones del pH a través del río San Juan

En cuanto a los valores de los índices de contaminación (Figura 5), el ICOMI muestra los mayores valores, sin embargo hay un decremento importante después del casco urbano de San Pedro, indicando una reducción en los niveles de conductividad, dureza y alcalinidad del agua.

El índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO) muestra su mayor valor después del casco urbano de San Pedro, luego desciende levemente, permaneciendo alrededor de 0,4 entre El Carmelo y la vereda El Tigre. Posteriormente desciende en el área de afluencia del río San Juancito, como ya se mencionó, diluye la carga contaminante. En el último tramo el ICOMO asciende nuevamente como consecuencia de la materia orgánica vertida por el casco urbano de San Juan de Urabá.

Los valores del índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS) son los más bajos entre los índices calculados, en general se mantiene por debajo de 0,2 con picos superiores antes de San Pedro y en la bocatoma de San Juan. En el primer caso, como se mencionó, la extracción de material de arrastre del río provoca la resuspensión de sedimentos.

Los valores del índice de calidad del agua (ICA) permanecen en la categoría media a través del río San Juan. Este índice aumenta y desciende como resultado del vertimiento de las aguas residuales domésticas en los asentamientos humanos y por la depuración que realiza el río. Se aprecia que la mayor influencia sobre el deterioro de la calidad del agua la tiene el casco urbano de San Pedro de Urabá.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

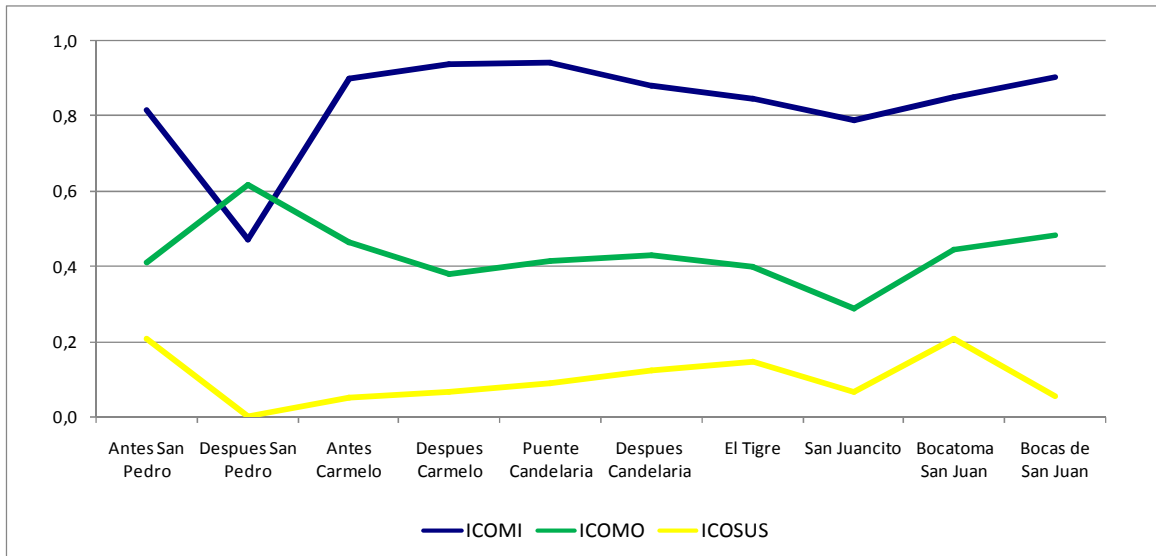


Figura 5. Índices de contaminación por minerales (ICOMI), materia orgánica (ICOMO) y sólidos suspendidos (ICOSUS) en el río San Juan

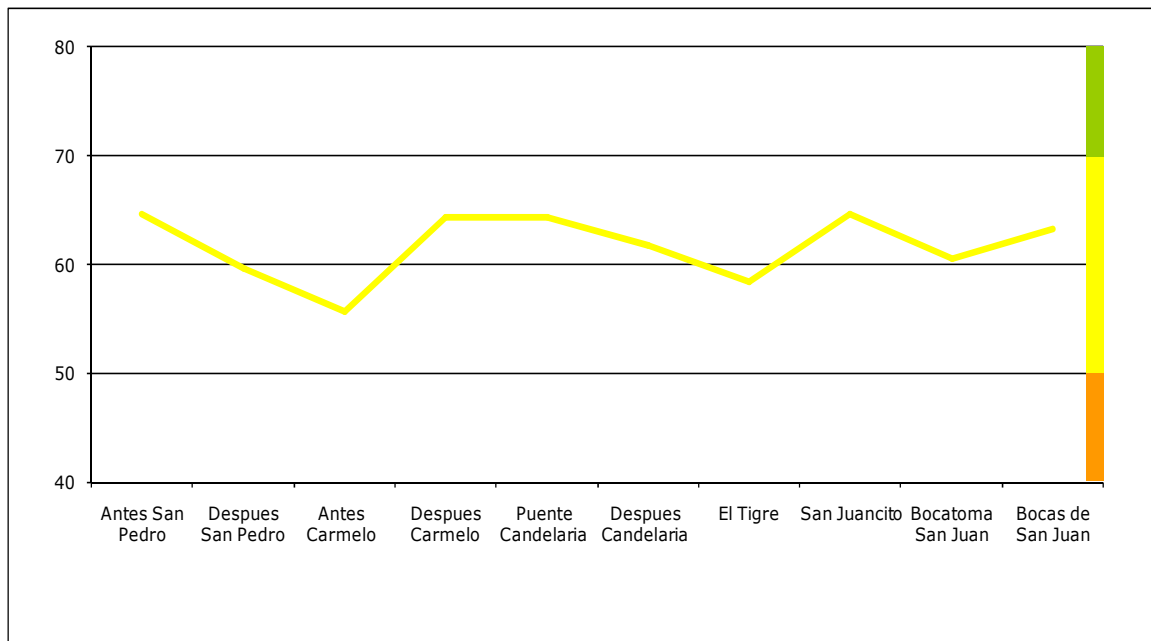


Figura 6. Variación del índice de calidad del agua (ICA) en el río San Juan

5. USOS, CRITERIOS Y OBJETIVOS DE CALIDAD

Se desarrollaron y establecieron los objetivos de calidad en los diferentes tramos del río San Juan como sistema receptor de los vertimientos de los asentamientos humanos relacionados. En los tramos de la corriente evaluada se deben garantizar niveles mínimos de oxígeno disuelto, de manera que se aseguren los procesos depurativos de la materia orgánica y el desarrollo de los recursos hidrobiológicos. Concentraciones de oxígeno disuelto entre 2 y 4 mg/l evitan procesos anaeróbicos generadores de olores ofensivos a causa del desprendimiento de gases como el ácido sulfhídrico y el metano. Algunos peces tienen mayores requerimientos de oxígeno que otros, por lo que una concentración entre 2 y 4 mg/l es adecuada para el desarrollo de las diferentes especies que se encuentran en estas corrientes.

De acuerdo con el PLAN DECENAL DE AGUAS RESIDUALES, los municipios de San Pedro, Arboletes y San Juan han sido priorizados para la inversión en saneamiento urbano en los próximos 10 años, indicando que necesariamente se deberá remover al menos el 50% de la carga de DBO₅. Esto implica el desarrollo de sistemas de tratamiento preliminar para remover el 100% de los elementos flotantes, así como gran parte de los sólidos suspendidos.

En cuanto a las condiciones del pH, técnicamente se requiere para cualquier uso evitar aguas ácidas o básicas, por lo que en general se desean valores próximos a la neutralidad (4.5 – 9.0).

La contaminación microbiológica del agua merece especial atención cuando el recurso es destinado al consumo humano, la norma colombiana (Decreto 1594/84) indica que los coliformes fecales no deben superar 2000 NMP/100ml cuando el agua es sometida a tratamiento convencional. Esta condición es muy importante en el caso del abastecimiento del casco urbano de San Juan de Urabá, ya que su punto de captación se encuentra bajo la influencia de los vertimientos de los diferentes asentamientos humanos ubicados aguas arriba, requiriéndose la disminución de la contaminación microbiológica para evitar enfermedades de origen hídrico en las comunidades usuarias.

Ya se ha mencionado que en el caso de las corrientes o tramos donde el uso predominante es la asimilación y transporte de aguas residuales domésticas, los objetivos de calidad deben contribuir a minimizar el impacto sobre la salud de la población y a la estética del espacio urbano. Por lo

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

tanto, se han definido objetivos de calidad tendientes a eliminar olores ofensivos mediante el aumento de los niveles de oxígeno disuelto, la reducción de la carga de DBO₅ y de los sólidos suspendidos principalmente.

Tabla 6. Objetivos de calidad para el río San Juan

Parámetro	Índice			Objetivo de calidad
	Actual	Nivel técnico o normativo	Deseado (técnica/ factible)	
TRAMO			T1 (San Pedro-Santa Catalina-El Playón)	
USO POTENCIAL PREDOMINANTE			Paisajístico	
OD (mg/l)	6,12	≥4,0	≥4,0	≥4,0
DBO ₅ (mg/l)	1,51	DBO ₅ ≤ 5,0	DBO ₅ ≤ 5	DBO ₅ ≤ 5,0
SST (mg/l)	63	0 ≤ SST ≤ 20	0 ≤ SST ≤ 20	20
pH (unidad pH)	8,06	4,5 – 9,0	4,5 – 9,0	4,5 – 9,0
T (°C)	27,3	± 5 °C temp. ambiente	± 5 °C temp. ambiente	± 5 °C temp. ambiente
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	13.000	≤ 5.000	≤ 5.000	≤ 4.000
Olores ofensivos	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Grasas y aceites (mg/l)	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Material flotante (Perceptible a la vista)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
TRAMO			T2 (El Carmelo)	
USO POTENCIAL PREDOMINANTE			Paisajístico	
OD (mg/l)	4,08	≥4,0	≥4,0	≥4,0
DBO ₅ (mg/l)	6,92	DBO ₅ ≤ 5,0	DBO ₅ ≤ 5,0	DBO ₅ ≤ 5,0
SST (mg/l)	10	0 ≤ SST ≤ 20	0 ≤ SST ≤ 20	10
pH (unidad pH)	7,85	5,0 – 9,0	5,0 – 9,0	5,0 – 9,0
T (°C)	27,2	± 5°C temp. ambiente	± 5°C temp. ambiente	± 5°C temp. ambiente
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1.700	≤ 5.000	≤ 5.000	≤ 3.000
Olores ofensivos	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Grasas y aceites (mg/l)	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Material flotante (Perceptible a la vista)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
TRAMO			T3 (La Candelaria-El Tigre)	
USO POTENCIAL PREDOMINANTE			Paisajístico	
OD (mg/l)	6,02	≥4,0	≥4,0	≥4,0
DBO ₅ (mg/l)	1,22	DBO ₅ ≤ 5,0	DBO ₅ ≤ 5,0	DBO ₅ ≤ 5,0
SST (mg/l)	23	0 ≤ SST ≤ 20	0 ≤ SST ≤ 20	20
pH (unidad pH)	7,97	4,5 – 9,0	4,5 – 9,0	4,5 – 9,0

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

Parámetro	Índice			Objetivo de calidad
	Actual	Nivel técnico o normativo	Deseado (técnica/ factible)	
T (°C)	27,1	± 5°C temp. ambiente	± 5°C temp. ambiente	± 5°C temp. ambiente
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	13.000	≤ 5.000	≤ 5.000	≤ 3.000
Olores ofensivos	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Grasas y aceites (mg/l)	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Material flotante (Perceptible a la vista)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
TRAMO			T4 (San Juancito)	
USO POTENCIAL PREDOMINANTE			Doméstico	
OD (mg/l)	8,97	≥4,0	≥4,0	≥4,0
DBO ₅ (mg/l)	1,6	DBO ₅ ≤ 5,0	DBO ₅ ≤5,0	DBO ₅ ≤5,0
SST (mg/l)	15	0 ≤ SST ≤ 20	0 ≤ SST ≤ 20	10
pH (unidad pH)	7,53	4,5 - 9,0	4,5 - 9,0	4,5 - 9,0
T (°C)	26,0	±5 °C temp. Amb	± 5 °C temp. ambiente	± 5 °C temp. ambiente
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1.300	≤ 5.000	≤ 2.000	≤ 2.000
Olores ofensivos	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Grasas y aceites (mg/l)	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Material flotante (Perceptible a la vista)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
TRAMO			T5 (San Juan)	
USO POTENCIAL PREDOMINANTE			Paisajístico	
OD (mg/l)	5,07	≥4,0	≥4,0	≥4,0
DBO ₅ (mg/l)	1,45	DBO ₅ ≤ 5,0	DBO ₅ ≤5,0	DBO ₅ ≤5,0
SST (mg/l)	62	0 ≤ SST ≤ 20	0 ≤ SST ≤ 20	30
pH (unidad pH)	7,82	4,5 - 9,0	4,5 - 9,0	4,5 - 9,0
T (°C)	30,0	±5 °C temp. Amb	± 5 °C temp. ambiente	± 5 °C temp. ambiente
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	13.000	≤ 2.000	≤ 5.000	≤ 4.000
Olores ofensivos	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Grasas y aceites (mg/l)	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Material flotante (Perceptible a la vista)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

6. SIMULACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL RÍO SAN JUAN

Para aplicar el modelo de simulación, se tuvieron en cuenta los resultados del monitoreo realizado en el río en abril de 2006 y la literatura disponible sobre la calidad del agua exigida dependiendo de los usos del agua proyectados, estos se mencionan a continuación:

Tabla 7. Calidad de agua exigida por la *American Petroleum Institute*

Parámetro	Unidad	Límites para los diferentes usos			
		Recreación	Vida acuática tolerante	Ganado y vida silvestre	Riego
Temperatura	°C	35	34	35	35
Oxígeno disuelto	mg/l	-	4	algo	algo
pH	Und. de pH	5-9	6-9	5-9	5-9
Coliformes	N/100 ml	10	-	-	-
Color, Olor, Turbidez, Sólidos en suspensión		No perceptibles	No perceptibles	No perceptibles	No perceptibles

Tabla 8. Calidad de aguas exigido por la Comisión para el control de la Contaminación del Agua de Nueva Inglaterra

Parámetro	Unidad	Límites para los diferentes usos			
		Abastecimiento de Agua	Vida acuática	Animales	Riego
Temperatura	°C	Temperatura natural	Incremento que no exceda el límite recomendable	Incremento que no exceda el límite recomendable	Incremento que no exceda el límite recomendable
Oxígeno disuelto	mg/l	> 5	>5	>3	>5
pH	Und. de pH	Valor natural	6.5-8.0	6.0-8.5	6.5-8.0
Coliformes	NMP/100 ml	100 en 100ml	No puede exceder una mediana de 1000 ml.	Ninguna que pueda impedir su utilización.	No puede exceder una mediana de 1000 ml.
Color, Olor, Turbidez, Sólidos en Suspensión	Ninguna	No perceptibles	Ninguna que pueda impedir su utilización	Ninguna que pueda impedir su utilización	Ninguna que pueda impedir su utilización

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

Tabla 9. Calidad de aguas exigido por las normas U.S.A.

Parámetro	Unidad	Límites para los diferentes usos			
		Abastecimiento de Agua	Vida acuática	Animales	Riego
Temperatura	°C	< 29	28-35	-	13-29
Oxígeno disuelto	mg/l	> 3	Fondo Aeróbico	-	-
pH	Und. de pH	5.0-8.5	7.0-9.2	6.0-8.5	4.5-9.0
Coliformes Fecales	N/100 ml	2.000	-	-	4.000

Tabla 10. Calidad de agua exigida en Colombia por el Decreto 1594 de 1984

Parámetro	Unidad	Límites para los diferentes usos			
		Abastecimiento de Agua con tratamiento	Contacto primario	Preservación de flora y fauna	Agrícola
Temperatura	°C	-	-	-	-
Oxígeno disuelto	mg/l	-	70% de la concentración de saturación	4.0	-
pH	Und. De pH	5.0-9.0	5.0-9.0	4.5-9.0	4.5-9.0
Coliformes totales y Fecales	N/100 ml	20.000	1.000 y 200 respectivamente	-	5.000 y 1.000 respectiva/
Grasas y aceites	% de sólidos secos	Ausentes	Ausentes	0.01 CL ₉₆ , 50	-

En la simulación de la capacidad de carga de cada tramo, se corrió el modelo simplificado MESOCA, ajustando las variables al caudal y temperatura de la corriente en época de estiaje.

El modelo simplificado para cuerpos de agua corriente es aplicable de manera expedita para todos los subsistemas evaluados, siguiendo los procedimientos y las constantes indicadas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

A continuación se presenta la información correspondiente a la simulación de la capacidad de carga de cada unos de los tramos del río San Juan (Tabla 11 a la Tabla 15).

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

Tabla 11. Modelo de simulación de la capacidad de carga del **tramo inicial** (San Pedro-Santa Catalina-El Playón) del río San Juan

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
Tramo	Inicial T1: San Pedro-Santa Catalina-El Playón		
Caudal del río	m ³ /seg	0,40	Medido en campo
Caudal del río	m ³ /h	1.440	Modificación de unidades
Oxígeno Disuelto (Ca)	mg/L	6,12	Medido en campo
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	1,51	Evaluada en laboratorio
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	63	Evaluados en laboratorio
Coliformes Fecales	NMP/100ml	13000	Evaluados en laboratorio
Coliformes Totales	NMP/100ml	50.000	Evaluados en laboratorio
pH	Unid de PH	8,06	Evaluado en laboratorio
Temperatura	°C	27,3	Medida en campo
CÁLCULOS SIMULACIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA DEL TRAMO			
C_s concentración de saturación de oxígeno	mg/L	8,1	Dato de la tabla 2, sobre saturación de oxígeno disuelto, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas, Enero a marzo de 1996, Modelos simplificados de calidad de aguas, corregido teniendo en cuenta la temperatura medida en campo
C_c concentración mínima aceptable de oxígeno disuelto	mg/L	4	Deseado según criterios técnicos para proyectarlo en el tramo
D_a déficit inicial de Oxígeno disuelto	mg/L	4,02	Oxígeno de saturación menos Oxígeno Disuelto aguas arriba
D_c déficit de saturación O ₂ final	mg/L	4,1	Saturación de oxígeno menos Oxígeno Disuelto deseado
D_a/D_c	adimensional	0,98	Cociente entre el déficit inicial de Oxígeno Disuelto y el Déficit de Saturación de Oxígeno
K_r Tasa de remoción de la DBO	K ₁ tabla	0,80	Dato de la tabla 5, sobre tasa de remoción de la DBO a 20 °C, para caudales inferiores a 20 m ³ /s, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas, Enero a marzo de 1996, Modelos simplificados de calidad de aguas
K_r Tasa de remoción de la DBO (Ajustada a la temperatura)	K ₁	1,08	Corrección por temperatura ($k_1=(k_1)_{20}*\theta^{T-20}$) . θ tiene un rango entre 1.01 y 1.075, se utilizó el dato medio (1.043)

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
K₂ Tasa de reoxigenación	K ₂ tabla	0,46	Dato de la tabla 4, sobre tasa la tasa de reaireación del agua a 20 °C, para las condiciones típicas del río San Juan de baja velocidad y de curso léntico en época seca, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas
K₂ Tasa de reoxigenación (Ajustada a la temperatura)	K ₂	0,55	Corrección por temperatura ($k_2=(k_2)_{20}*\theta^{T-20}$). θ tiene un rango entre 1.024 y 1.028, se empleo el dato medio (1.026)
f constante de auto purificación del cuerpo de agua	adimensional	0,51	Cociente entre la constante de reoxigenación (k_2) y la constante de remoción de la DBO (k_r)
La/Dc		0,5	Del monograma carga admisible para aguas receptoras de vertimientos, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas, Enero a marzo de 1996, Modelos simplificados de calidad de aguas. Cociente entre la DBO en el punto de descarga y el déficit de Saturación de Oxígeno final
La concentración de DBO _u inmediateamente después del punto de descarga	mg/L	2,05	Despeje de la formula
DBO_u máxima carga orgánica admisible por unidad de tiempo	Kg/h	-8,59	DBO a los 20 días, se obtiene el dato mediante calculo matemático, es de un 70 a 80% mayor que la DBO ₅
DBO₅ Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días	Kg/h	-6,44	La DBO5 es aproximadamente el 75% de la DBO _u
DBO₅ (Máx permisible)	Kg/día	-154,63	Conversión de la DBO a días
Factor Per Capita (DBO ₅)	Kg/persona/día	0,05	Utilizado por CORPOURABA en los procesos de tasas retributivas
Carga equivalente	personas	-3092,64	Cociente entre la DBO ₅ Kg/día y el factor per cápita
Población actual	Personas	247	Población estimada para este tramo del río
Carga de DBO ₅ equivalente a la población actual	Kg/día	12	Este es la carga que genera la población actual del tramo (247 personas), de acuerdo con los datos suministrados por el modelo de simulación para las condiciones deseadas de oxígeno disuelto, este tramo del río no debe recibir descarga alguna de DBO pues su carga máxima permisible se encuentra negativa

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
Saturación capacidad de carga del río	%	-8%	Porcentaje de saturación de la capacidad de carga del río respecto a la población actual
Tiempo en años para alcanzar población limite	Años		Con las condiciones de contaminación actuales de este tramo del río, el modelo de simulación no opera, indicando que ya se ha saturado la capacidad de carga

Tabla 12. Modelo de simulación de capacidad de carga para del **segundo tramo** (El Carmelo) del río San Juan

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
Tramo	Segundo T2: El Carmelo		
Caudal del río	m ³ /seg	0,49	Medido en campo
Caudal del río	m ³ /h	1.764	Modificación de unidades
Oxígeno Disuelto (Ca)	mg/L	4,08	Medido en campo
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	6,92	Evaluada en laboratorio
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	10	Evaluados en laboratorio
Coliformes Fecales	NMP/100ml	1.300	Evaluados en laboratorio
Coliformes Totales	NMP/100ml	1.700	Evaluados en laboratorio
pH	Unid de PH	7,85	Evaluado en laboratorio
Temperatura	°C	27,2	Medida en campo
CÁLCULOS SIMULACIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA DEL TRAMO			
C_s concentración de saturación de oxígeno	mg/L	8,1	Dato de la tabla 2, sobre saturación de oxígeno disuelto, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas, Enero a marzo de 1996, Modelos simplificados de calidad de aguas, corregido teniendo en cuenta la temperatura medida en campo
C_c concentración mínima aceptable de oxígeno disuelto	mg/L	4	Deseado según criterios técnicos para proyectarlo en el tramo
D_a déficit inicial de Oxígeno disuelto	mg/L	4,02	Oxígeno de saturación menos Oxígeno Disuelto aguas arriba
D_c déficit de saturación O ₂ final	mg/L	4,1	Saturación de oxígeno menos Oxígeno Disuelto deseado
D_a/D_c	adimensional	0,98	Cociente entre el deficit inicial de Oxígeno Disuelto y el Déficit de Saturación de Oxígeno

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
K_r Tasa de remoción de la DBO	K ₁ tabla	0,80	Dato de la tabla 5, sobre tasa de remoción de la DBO a 20 °C, para caudales inferiores a 20 m ³ /s, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas, Enero a marzo de 1996, Modelos simplificados de calidad de aguas
K_r Tasa de remoción de la DBO (Ajustada a la temperatura)	K ₁	1,08	Corrección por temperatura ($k_1=(k_1)_{20}*\theta^{T-20}$) . θ tiene un rango entre 1.01 y 1.075, se utilizó el dato medio (1.043)
K₂ Tasa de reoxigenación	K ₂ tabla	0,46	Dato de la tabla 4, sobre tasa la tasa de reaireación del agua a 20 °C, para las condiciones típicas del río San Juan de baja velocidad y de curso léntico en época seca, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas
K₂ Tasa de reoxigenación (Ajustada a la temperatura)	K ₂	0,55	Corrección por temperatura ($k_2=(k_2)_{20}*\theta^{T-20}$). θ tiene un rango entre 1.024 y 1.028, se empleo el dato medio (1.026)
f constante de auto purificación del cuerpo de agua	adimensional	0,51	Cociente entre la constante de reoxigenación (k_2) y la constante de remoción de la DBO (k_r)
La/Dc		0,5	Del monograma carga admisible para aguas receptoras de vertimientos, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas, Enero a marzo de 1996, Modelos simplificados de calidad de aguas. Cociente entre la DBO en el punto de descarga y el déficit de Saturación de Oxígeno final
La concentración de DBOu inmediatamente después del punto de descarga	mg/L	2,05	Despeje de la formula
DBOu máxima carga orgánica admisible por unidad de tiempo	Kg./h	-8,59	DBO a los 20 días, se obtiene el dato mediante calculo matemático, es de un 70 a 80% mayor que la DBO ₅
DBO₅ Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días	Kg./h	-6,44	La DBO5 es aproximadamente el 75% de la DBOu
DBO₅ (Máx permisible)	k/día	-154,63	Conversión de la DBO a días
Factor Per Capita (DBO ₅)	Kg./ persona/día	0,05	Utilizado por CORPOURABA en los procesos de tasas retributivas

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
Carga equivalente	personas	- 3092,64	Cociente entre la DBO ₅ Kg/día y el factor per cápita
Población actual	Personas	247	Población estimada para este tramo del río
Carga de DBO ₅ equivalente a la población actual	Kg./día	12	Este es la carga que genera la población actual del tramo (247 personas), de acuerdo con los datos suministrados por el modelo de simulación para las condiciones deseadas de oxígeno disuelto, este tramo del río no debe recibir descarga alguna de DBO pues su carga máxima permisible se encuentra negativa
Saturación capacidad de carga del río	%	-8%	Porcentaje de saturación de la capacidad de carga del río respecto a la población actual
Tiempo en años para alcanzar población limite	Años		Con las condiciones de contaminación actuales de este tramo del río, el modelo de simulación no opera, indicando que ya se ha saturado la capacidad de carga

Tabla 13. Modelo de simulación de capacidad de carga del **tercer tramo** (La Candelaria-El Tigre) del río San Juan

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
Tramo	Tercero T3: La Candelaria-El tigre		
Caudal del río	m ³ /seg	0,40	Medido en campo
Caudal del río	m ³ /h	1.440	Modificación de unidades
Oxígeno Disuelto (Ca)	mg/L	6,02	Medido en campo
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	1,22	Evaluada en laboratorio
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	23	Evaluados en laboratorio
Coliformes Fecales	NMP/100ml	13.000	Evaluados en laboratorio
Coliformes Totales	NMP/100ml	50.000	Evaluados en laboratorio
pH	Unid de PH	7,97	Evaluado en laboratorio
Temperatura	°C	27,1	Medida en campo
CÁLCULOS SIMULACIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA DEL TRAMO			
Cs concentración de saturación de oxígeno	mg/L	8,1	Dato de la tabla 2, sobre saturación de oxígeno disuelto, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas, Enero a marzo de 1996, Modelos simplificados de calidad de aguas, corregido teniendo en cuenta la temperatura medida en campo

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
C_c concentración mínima aceptable de oxígeno disuelto	mg/L	4	Deseado según criterios técnicos para proyectarlo en el tramo
D_a déficit inicial de Oxígeno disuelto	mg/L	2,08	Oxígeno de saturación menos Oxígeno Disuelto aguas arriba
D_c déficit de saturación O ₂ final	mg/L	4,1	Saturación de oxígeno menos Oxígeno Disuelto deseado
D_a/D_c	adimensional	0,51	Cociente entre el déficit inicial de Oxígeno Disuelto y el Déficit de Saturación de Oxígeno
K_r Tasa de remoción de la DBO	K ₁ tabla	0,80	Dato de la tabla 5, sobre tasa de remoción de la DBO a 20 °C, para caudales inferiores a 20 m ³ /s, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas, Enero a marzo de 1996, Modelos simplificados de calidad de aguas
K_r Tasa de remoción de la DBO (Ajustada a la temperatura)	K ₁	1,08	Corrección por temperatura ($k_1=(k_1)_{20}*\theta^{T-20}$) . θ tiene un rango entre 1.01 y 1.075, se utilizó el dato medio (1.043)
K₂ Tasa de reoxigenación	K ₂ tabla	0,46	Dato de la tabla 4, sobre tasa la tasa de reaireación del agua a 20 °C, para las condiciones típicas del río San Juan de baja velocidad y de curso léntico en época seca, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas
K₂ Tasa de reoxigenación (Ajustada a la temperatura)	K ₂	0,55	Corrección por temperatura ($k_2=(k_2)_{20}*\theta^{T-20}$) . θ tiene un rango entre 1.024 y 1.028, se empleo el dato medio (1.026)
f constante de auto purificación del cuerpo de agua	adimensional	0,51	Cociente entre la constante de reoxigenación (k ₂) y la constante de remoción de la DBO (k _r)
La/Dc		1,5	Del monograma carga admisible para aguas receptoras de vertimientos, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas, Enero a marzo de 1996, Modelos simplificados de calidad de aguas. Cociente entre la DBO en el punto de descarga y el déficit de Saturación de Oxígeno final
La concentración de DBO _u inmediatamente después del punto de descarga	mg/L	6,15	Despeje de la formula

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
DBOu máxima carga organica admisible por unidad de tiempo	Kg/h	7,10	DBO a los 20 días, se obtiene el dato mediante calculo matemático, es de un 70 a 80% mayor que la DBO ₅
DBO ₅ Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días	Kg/h	5,32	La DBO5 es aproximadamente el 75% de la DBOu
DBO ₅ (Máx permisible)	Kg/día	127,79	Conversión de la DBO a días
Factor Per Capita (DBO ₅)	Kg/persona/día	0,05	Utilizado por CORPOURABA en los procesos de tasas retributivas
Carga equivalente	personas	2.555,71	Cociente entre la DBO ₅ Kg/día y el factor per cápita
Población actual	Personas	217	Población estimada para este tramo del río
Carga de DBO ₅ equivalente a la población actual	Kg/día	11	Este es la carga que genera la población actual del tramo (217 personas), se observa que la máxima carga que puede asimilar el río es de 127,79 Kg/día que es una carga aportada por 2.555,71 personas
Saturación capacidad de carga del río	%	8%	Porcentaje de saturación de la capacidad de carga del río respecto a la población actual
Tiempo en años para alcanzar población limite	Años	89,35	De acuerdo con el crecimiento de la población y las condiciones actuales de este tramo del río, pueden transcurrir 89,35 años para alcanzar el nivel de saturación de su capacidad de carga de DBO

Tabla 14. Modelo de simulación de capacidad de carga del **cuarto tramo** (San Juancito) del río San Juan

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
Tramo	Cuarto T4: San Juancito		
Caudal del río	m ³ /seg	1,250	Medido en campo
Caudal del río	m ³ /h	4.500	Modificación de unidades
Oxígeno Disuelto (Ca)	mg/L	8,97	Medido en campo
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	1,6	Evaluada en laboratorio
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	15	Evaluados en laboratorio

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
Coliformes Fecales	NMP/100ml	1.300	Evaluados en laboratorio
Sustancias de Interés Sanitario	mg/L	-	
Grasas y Aceites	mg/L	-	
Coliformes Totales	NMP/100ml	13.000	Evaluados en laboratorio
pH	Unid de PH	7,53	Evaluado en laboratorio
Temperatura	°C	26	Medida en campo
CÁLCULOS SIMULACIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA DEL TRAMO			
C_s concentración de saturación de oxígeno	mg/L	8,2	Dato de la tabla 2, sobre saturación de oxígeno disuelto, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas, Enero a marzo de 1996, Modelos simplificados de calidad de aguas, corregido teniendo en cuenta la temperatura medida en campo
C_c concentración mínima aceptable de oxígeno disuelto	mg/L	4	Deseado según criterios técnicos para proyectarlo en el tramo
D_a déficit inicial de Oxígeno disuelto	mg/L	-0,77	Oxígeno de saturación menos Oxígeno Disuelto aguas arriba
D_c déficit de saturación O ₂ final	mg/L	4,2	Saturación de oxígeno menos Oxígeno Disuelto deseado
D_a/D_c	adimensional	-0,18	Cociente entre el déficit inicial de Oxígeno Disuelto y el Déficit de Saturación de Oxígeno
K_r Tasa de remoción de la DBO	K ₁ tabla	0,80	Dato de la tabla 5, sobre tasa de remoción de la DBO a 20 °C, para caudales inferiores a 20 m ³ /s, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas, Enero a marzo de 1996, Modelos simplificados de calidad de aguas
K_r Tasa de remoción de la DBO (Ajustada a la temperatura)	K ₁	1,03	Corrección por temperatura ($k_1=(k_1)_{20}*\theta^{T-20}$) . θ tiene un rango entre 1.01 y 1.075, se utilizó el dato medio (1.043)
K₂ Tasa de reoxigenación	K ₂ tabla	0,46	Dato de la tabla 4, sobre tasa la tasa de reaireación del agua a 20 °C, para las condiciones típicas del río San Juan de baja velocidad y de curso léntico en época seca, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas
K₂ Tasa de reoxigenación (Ajustada a la temperatura)	K ₂	0,54	Corrección por temperatura ($k_2=(k_2)_{20}*\theta^{T-20}$) . θ tiene un rango entre 1.024 y 1.028, se empleo el dato medio (1.026)

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
f constante de auto purificación del cuerpo de agua	adimensional	0,52	Cociente entre la constante de reoxigenación (k_2) y la constante de remoción de la DBO (k_r)
La/Dc		1,9	Del monograma carga admisible para aguas receptoras de vertimientos, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas, Enero a marzo de 1996, Modelos simplificados de calidad de aguas. Cociente entre la DBO en el punto de descarga y el déficit de Saturación de Oxígeno final
La concentración de DBOu inmediatamente después del punto de descarga	mg/L	7,98	Despeje de la formula
DBOu máxima carga organica admisible por unidad de tiempo	Kg./h	28,71	DBO a los 20 días, se obtiene el dato mediante calculo matemático, es de un 70 a 80% mayor que la DBO ₅
DBO₅ Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días	Kg./h	21,53	La DBO ₅ es aproximadamente el 75% de la DBOu
DBO₅ (Máx permisible)	k/día	516,78	Conversión de la DBO a días
Factor Per Capita (DBO ₅)	Kg./ persona/día	0,05	Utilizado por CORPOURABA en los procesos de tasas retributivas
Carga equivalente	personas	10.335,60	Cociente entre la DBO ₅ Kg/día y el factor per cápita
Población actual	Personas	321	Población estimada para este tramo del río
Carga de DBO ₅ equivalente a la población actual	Kg./día	16	Este es la carga que genera la población actual del tramo (321 personas), se observa que la máxima carga que puede asimilar el río es de 516,78 Kg/día que es una carga aportada por 10.335,6 personas
Saturación capacidad de carga del río	%	3%	Porcentaje de saturación de la capacidad de carga del río respecto a la población actual
Tiempo en años para alcanzar población limite	Años	125,79	De acuerdo con el crecimiento de la población y las condiciones actuales de este tramo del río, pueden transcurrir 125,79 años para alcanzar el nivel de saturación de su capacidad de carga de DBO

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

Tabla 15. Modelo de simulación de capacidad de carga del **quinto tramo** (San Juan) del río San Juan

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
Tramo	Quinto T5: San Juan		
Caudal del río	m ³ /seg	1,25	Medido en campo
Caudal del río	m ³ /h	4.500	Modificación de unidades
Oxígeno Disuelto (Ca)	mg/L	5,07	Medido en campo
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	1,45	Evaluada en laboratorio
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	62	Evaluados en laboratorio
Coliformes Fecales	NMP/100ml	13.000	Evaluados en laboratorio
Coliformes Totales	NMP/100ml	28.000	Evaluados en laboratorio
pH	Unid de PH	7,82	Evaluado en laboratorio
Temperatura	°C	30	Medida en campo
CÁLCULOS SIMULACIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA DEL TRAMO			
C_s concentración de saturación de oxígeno	mg/L	7,6	Dato de la tabla 2, sobre saturación de oxígeno disuelto, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas, Enero a marzo de 1996, Modelos simplificados de calidad de aguas, corregido teniendo en cuenta la temperatura medida en campo
C_c concentración mínima aceptable de oxígeno disuelto	mg/L	4	Deseado según criterios técnicos para proyectarlo en el tramo
D_a déficit inicial de Oxígeno disuelto	mg/L	2,53	Oxígeno de saturación menos Oxígeno Disuelto aguas arriba
D_c déficit de saturación O ₂ final	mg/L	3,6	Saturación de oxígeno menos Oxígeno Disuelto deseado
D_a/D_c	adimensional	0,70	Cociente entre el déficit inicial de Oxígeno Disuelto y el Déficit de Saturación de Oxígeno
K_r Tasa de remoción de la DBO	K ₁ tabla	0,80	Dato de la tabla 5, sobre tasa de remoción de la DBO a 20 °C, para caudales inferiores a 20 m ³ /s, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas, Enero a marzo de 1996, Modelos simplificados de calidad de aguas
K_r Tasa de remoción de la DBO (Ajustada a la temperatura)	K ₁	1,22	Corrección por temperatura ($k_1 = (k_1)_{20} * \theta^{T-20}$). θ tiene un rango entre 1.01 y 1.075, se utilizó el dato medio (1.043)

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
K₂ Tasa de reoxigenación	K ₂ tabla	0,46	Dato de la tabla 4, sobre tasa la tasa de reaireación del agua a 20 °C, para las condiciones típicas del río San Juan de baja velocidad y de curso léntico en época seca, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas
K₂ Tasa de reoxigenación (Ajustada a la temperatura)	K ₂	0,59	Corrección por temperatura ($k_2=(k_2)_{20}*\theta^{T-20}$). θ tiene un rango entre 1.024 y 1.028, se empleo el dato medio (1.026)
f constante de auto purificación del cuerpo de agua	adimensional	0,49	Cociente entre la constante de reoxigenación (k_2) y la constante de remoción de la DBO (k_r)
La/Dc		1,2	Del monograma carga admisible para aguas receptoras de vertimientos, del libro II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas, Enero a marzo de 1996, Modelos simplificados de calidad de aguas. Cociente entre la DBO en el punto de descarga y el déficit de Saturación de Oxígeno final
La concentración de DBO _u inmediateamente después del punto de descarga	mg/L	4,32	Despeje de la formula
DBO_u máxima carga organica admisible por unidad de tiempo	Kg/h	12,92	DBO a los 20 días, se obtiene el dato mediante calculo matemático, es de un 70 a 80% mayor que la DBO ₅
DBO₅ Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días	Kg/h	9,69	La DBO ₅ es aproximadamente el 75% de la DBO _u
DBO₅ (Máx permisible)	Kg/día	232,47	Conversión de la DBO a días
Factor Per Capita (DBO ₅)	Kg/persona/día	0,05	Utilizado por CORPOURABA en los procesos de tasas retributivas
Carga equivalente	personas	4.649,40	Cociente entre la DBO ₅ Kg/día y el factor per cápita
Población actual	Personas	6.615	Población estimada para este tramo del río
Carga de DBO ₅ equivalente a la población actual	Kg/día	331	Este es la carga que genera la población actual del tramo (6.615 personas), se observa que la máxima carga que puede asimilar el río es de 232,47 Kg/día que es una carga aportada por 4.649,4 personas
Saturación capacidad de carga del río	%	142%	Porcentaje de saturación de la capacidad de carga del río respecto a la población actual

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

PARÁMETRO	UNIDAD	ACTUAL	SUSTENTACIÓN
Tiempo en años para alcanzar población limite	Años	-12,78	Han transcurrido 12,78 años desde que se alcanzó el nivel de saturación de la capacidad de carga de DBO en el último tramo del río San Juan

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

7. ACCIONES REQUERIDAS PARA EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD PROPUESTOS

De acuerdo con el estado actual del río San Juan, su capacidad de asimilación de la carga contaminante y los resultados del modelo de simulación, se deben realizar diversas acciones para alcanzar los objetivos de calidad planteados en los diferentes tramos (Tabla 16).

Tabla 16. Acciones para alcanzar objetivos de calidad en el río San Juan

Meta	Acciones requeridas para lograrlo	Resultado de calidad esperado
Reducir olores ofensivos en el cuerpo de agua (generación de ácido sulfhídrico H ₂ S)	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar sólidos flotantes. • Eliminar grasas y aceites orgánicos. • Eliminar depósitos de lodos orgánicos. • Colectar e interceptar la carga orgánica, llevarla por fuera del área de influencia del tramo evaluado. • Reducir el 80% de los sólidos suspendidos totales y la DBO. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación de los olores ofensivos. • Concentración de oxígeno disuelto superior a 4 mg/l en periodo seco. • Reducción de la carga de DBO vertida.
Eliminar los sólidos flotantes desagradables a la vista, tales como grasas, materia fecal, natas y residuos sólidos.	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de colectores, interceptores, hasta sitios predeterminados para su posterior tratamiento. • Construcción y optimización de la eficiencia de sistemas de pretratamiento de aguas residuales. • Procesos de educación continuada a la comunidad. • Limpieza periódica de las orillas del río y destaponamiento de la desembocadura, con adecuada disposición de los residuos recolectados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de los sólidos flotantes en el cuerpo de agua. • Reducción de la carga orgánica aportada a la fuente. • Incremento del oxígeno disuelto en el cuerpo de agua. • Mejoramiento paisajístico, estético y visual del cuerpo de agua.
Mantener y elevar los niveles de oxígeno disuelto en el río.	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección y tratamiento de los vertimientos de aguas residuales domésticas. • Adecuado manejo y disposición final de lodos resultantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento de los niveles de oxígeno en el cuerpo de agua. • Reducción en un 80% de la carga de DBO₅ en los diferentes tramos del río.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

Meta	Acciones requeridas para lograrlo	Resultado de calidad esperado
Reducción del número de coliformes totales y fecales presentes en el cuerpo de agua.	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de colectores e interceptores y sistema de tratamiento primario y secundario. • Conservación de áreas de retiro. • Cercamiento en fincas ganaderas a orillas del río a fin de evitar el acceso de los animales al cuerpo de agua. 	• Disminución de los niveles de contaminación microbiológica en el cuerpo de agua.

Para definir los escenarios de metas de reducción de cargas contaminantes, se utilizó el modelo de simulación (MESOCA) con valores de oxígeno predeterminados, se establecieron los niveles de carga contaminante admisible y las necesidades de reducción para cada cuerpo de agua. En las Tabla 17 a 21 se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 17. Necesidades de reducción de la carga orgánica de acuerdo con la variación del oxígeno disuelto en el **tramo inicial** del río San Juan

Nivel de O ₂ disuelto	Carga Admisible		Carga Actual		Necesidad De Reducción	
	Kg DBOu/día	Kg DBO ₅ /día	Kg/día DBO actual	%	Kg/día DBO ₅	%
0,5	394,33	295,75	595	201%	299,6	50,32
1,0	364,95	273,72	595	217%	321,6	54,02
1,5	335,58	251,68	595	237%	343,6	57,72
2,0	295,66	221,75	595	268%	373,6	62,75
2,5	257,47	193,10	595	308%	402,2	67,56
3,0	229,82	172,37	595	345%	422,9	71,05
3,5	194,23	145,67	595	409%	449,6	75,53
4,0	160,36	120,27	595	495%	475,0	79,80
4,5	128,22	96,16	595	619%	499,1	83,85
5,0	97,80	73,35	595	812%	521,9	87,68
5,5	51,15	38,36	595	1552%	556,9	93,56
6,0	5,88	4,41	595	13510%	590,9	99,26
6,5	-24,54	-18,40	595	-3235%	613,7	103,09

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

Tabla 18. Necesidades de reducción de la carga orgánica de acuerdo con la variación del oxígeno disuelto en el **segundo tramo** del río San Juan

Nivel de O ₂ disuelto	Carga Admisible		Carga Actual		Necesidad De Reducción	
	Kg DBOu/día	Kg DBO ₅ /día	Kg/día DBO actual	%	Kg/día DBO ₅	%
0,5	189,67	142,25	12	9%	-129,9	-1051,81
1,0	142,88	107,16	12	12%	-94,8	-767,72
1,5	70,28	52,71	12	23%	-40,4	-326,79
2,0	29,85	22,39	12	55%	-10,0	-81,26
2,5	-8,47	-6,35	12	-194%	18,7	151,42
3,0	-66,26	-49,69	12	-25%	62,0	502,36
3,5	-98,22	-73,66	12	-17%	86,0	696,47
4,0	-206,18	-154,63	12	-8%	167,0	1352,08
4,5	-216,76	-162,57	12	-8%	174,9	1416,36
5,0	-227,34	-170,51	12	-7%	182,9	1480,63
5,5	-237,93	-178,45	12	-7%	190,8	1544,91
6,0	-248,51	-186,38	12	-7%	198,7	1609,18
6,5	-259,10	-194,32	12	-6%	206,7	1673,46

Tabla 19. Necesidades de reducción de la carga orgánica de acuerdo con la variación del oxígeno disuelto en el **tercer tramo** del río San Juan

Nivel de O ₂ disuelto	Carga Admisible		Carga Actual		Necesidad De Reducción	
	Kg DBOu/día	Kg DBO ₅ /día	Kg/día DBO actual	%	Kg/día DBO ₅	%
0,5	404,35	303,26	11	4%	-292,4	-2695,06
1,0	374,98	281,23	11	4%	-270,4	-2492,00
1,5	334,20	250,65	11	4%	-239,8	-2210,11
2,0	305,68	229,26	11	5%	-218,4	-2013,02
2,5	277,17	207,88	11	5%	-197,0	-1815,93
3,0	239,85	179,88	11	6%	-169,0	-1557,92
3,5	204,25	153,19	11	7%	-142,3	-1311,86
4,0	170,38	127,79	11	8%	-116,9	-1077,75
4,5	132,02	99,01	11	11%	-88,2	-812,58
5,0	97,11	72,84	11	15%	-62,0	-571,29
5,5	56,68	42,51	11	26%	-31,7	-291,79
6,0	-5,88	-4,41	11	-246%	15,3	140,61
6,5	-14,52	-10,89	11	-100%	21,7	200,34

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

Tabla 20. Necesidades de reducción de la carga orgánica de acuerdo con la variación del oxígeno disuelto en el **cuarto tramo** del río San Juan

Nivel de O ₂ disuelto	Carga Admisible		Carga Actual		Necesidad De Reducción	
	Kg DBO _u /día	Kg DBO ₅ /día	Kg/día DBO actual	%	Kg/día DBO ₅	%
0,5	1906,20	1429,65	16	1%	-1413,6	-8807,48
1,0	1693,44	1270,08	16	1%	-1254,0	-7813,27
1,5	1346,76	1010,07	16	2%	-994,0	-6193,27
2,0	1166,40	874,80	16	2%	-858,8	-5350,47
2,5	1027,62	770,72	16	2%	-754,7	-4701,96
3,0	922,32	691,74	16	2%	-675,7	-4209,91
3,5	791,64	593,73	16	3%	-577,7	-3599,25
4,0	689,04	516,78	16	3%	-500,7	-3119,81
4,5	546,48	409,86	16	4%	-393,8	-2453,64
5,0	432,00	324,00	16	5%	-308,0	-1918,69
5,5	308,34	231,26	16	7%	-215,2	-1340,84
6,0	207,36	155,52	16	10%	-139,5	-868,97
6,5	84,24	63,18	16	25%	-47,1	-293,64

Tabla 21. Necesidades de reducción de la carga orgánica de acuerdo con la variación del oxígeno disuelto en el **quinto tramo** del río San Juan

Nivel de O ₂ disuelto	Carga Admisible		Carga Actual		Necesidad De Reducción	
	Kg DBO _u /día	Kg DBO ₅ /día	Kg/día DBO actual	%	Kg/día DBO ₅	%
0,5	1146,96	860,22	331	38%	-529,5	-160,08
1,0	1019,52	764,64	331	43%	-433,9	-131,18
1,5	897,48	673,11	331	49%	-342,4	-103,51
2,0	780,84	585,63	331	56%	-254,9	-77,06
2,5	669,60	502,20	331	66%	-171,5	-51,84
3,0	538,92	404,19	331	82%	-73,4	-22,20
3,5	419,04	314,28	331	105%	16,5	4,98
4,0	309,96	232,47	331	142%	98,3	29,71
4,5	178,20	133,65	331	247%	197,1	59,59
5,0	-16,20	-12,15	331	-2722%	342,9	103,67
5,5	-65,88	-49,41	331	-669%	380,2	114,94
6,0	-87,48	-65,61	331	-504%	396,4	119,84
6,5	-109,08	-81,81	331	-404%	412,6	124,73

7. CONCLUSIONES

Para mantener las condiciones deseadas de oxígeno disuelto (4 mg/l) en el **tramo inicial (T1)** del río San Juan se requiere que la carga de DBO generada por la población del casco urbano de San Pedro no exceda de 120,27 Kg/día, sin embargo, la carga actual recibida por el tramo es más alta (474,73 Kg/día). De acuerdo con los datos estimados, han transcurrido 57,9 años desde que se sobrepasó la capacidad de autodepuración en este tramo del río. Es necesario reducir la contaminación microbiológica, además controlar la extracción del material de arrastre del río en inmediaciones del casco urbano de San Pedro.

Para mantener las condiciones deseadas de oxígeno disuelto (4 mg/l) en el **segundo tramo (T2)** del río San Juan, es necesario reducir en un 100% la carga orgánica vertida. El tramo no tiene capacidad para depurar las aguas residuales domésticas que son vertidas por el centro poblado El Carmelo, la carga de DBO con la que allí se encuentra el río es alta (6,92 mg/l), producto de los vertimientos realizados aguas arriba por los diferentes asentamientos humanos, entre ellos el casco urbano de San Pedro y los centros poblados de Santa Catalina y El Playón. De esta manera el modelo de simulación no opera, por lo que es necesario reducir la carga de DBO que es vertida aguas arriba y en este tramo del río.

La carga de DBO generada por la población actual del **tercer tramo (T3)** del río San Juan (La Candelaria) es inferior a la que puede depurar este tramo del río (127,79 Kg/día de DBO) para mantener las condiciones deseadas de oxígeno disuelto (4 mg/l). La carga actual de DBO vertida por el centro poblado El Carmelo llega a 11 Kg/día, por lo que aun pueden transcurrir 89,35 años para alcanzar el punto de saturación del tramo.

La carga de DBO generada por la población de San Juancito en el **cuarto tramo (T4)** del río San Juan, esta lejos de sobrepasar su capacidad de depuración que se encuentra en un 3%. Esto es un resultado del efecto de dilución de la materia orgánica generado por la afluencia del río San Juancito. La carga de DBO vertida actualmente (16 kg/día de DBO) es inferior a la que puede depurar el río en este tramo (516,78 Kg/día de DBO), la concentración de oxígeno disuelto deseado (4 mg/l) se puede mantener aun con el incremento de la población en los próximos 125,79 años. No obstante, se requiere reducir la contaminación microbiológica vertida al río, de manera que se asegure el objetivo de calidad respecto a los coliformes fecales, los cuales no deberán exceder 2.000 NMP/100 ml.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

La carga de DBO generada por la población del casco urbano de San Juan en el **quinto tramo (T5)** del río San Juan, sobrepasa su capacidad de depuración que se encuentra en un 142%. La carga actual de DBO es de 331 kg/día y para mantener las condiciones deseadas de oxígeno disuelto (4 mg/l) no debe superar 232,47 Kg/día, por lo que es necesario reducirla al menos en un 30%. Han transcurrido 12,78 años desde que se alcanzó el nivel de saturación de la capacidad de carga de DBO en este tramo del río San Juan.

Varias de las actividades a realizar para dar cumplimiento al PSMV pueden estar sujetas a cofinanciación con recursos del fondo regional de descontaminación hídrica, siendo este un apoyo para apalancar la respectiva ejecución.

8. RECOMENDACIONES

A continuación se detallan las acciones que se deben realizar en cada una de las corrientes evaluadas, en el corto, mediano y largo plazo para alcanzar objetivos de calidad establecidos.

El corto plazo se estima entre cero (0) y dos (2) años, el mediano plazo entre dos (2) y cinco (5) años, y el largo plazo de cinco (5) a diez (10) años.

Tabla 22. Acciones a realizar en el corto, mediano y largo plazo en cada uno de los tramos del río San Juan

TRAMO	PLAZO	ACCIONES
Inicial (T1): San Pedro-El Playón	Corto	<ol style="list-style-type: none">1. Continuar actividades de recuperación y conservación de la cuenca alta del río San Juan, buscando la sostenibilidad del recurso hídrico.2. Diseñar e invertir en proyectos de solución de procesos erosivos y reforestación de conservación y protección.3. Controlar la extracción de material de arrastre.4. Establecer las distancias y áreas de retiro, así como las zonas de conservación las cuales se deben delimitar claramente.5. Hacer un manejo adecuado del material ruminal generado en las ganaderías a orillas del río6. Construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales del casco urbano de San Pedro de Urabá.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

TRAMO	PLAZO	ACCIONES
	Mediano	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las actividades que se desarrollen en el área de influencia de este tramo, deberán contar con los respectivos sistemas de tratamiento para sus residuos a fin de evitar la contaminación directa del cuerpo de agua. 2. Realizar actividades tendientes a la disminución de los sitios o puntos de vertimiento en los centros poblados de los corregimientos de San Pedro de Urabá, ubicados a orillas del río San Juan. 3. Mantener y optimizar la eficiencia del sistema de tratamiento de las aguas residuales domésticas del casco urbano de San Pedro, de manera que se reduzca la carga de DBO en un 80%. 4. Aumentar al 80% la cobertura del alcantarillado en el casco urbano de San Pedro de Urabá. 5. Reducir en un 80% el número de puntos de vertimiento en los centros poblados Santa Catalina y El Playón del municipio de San Pedro de Urabá.
	Largo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentar al 100% la cobertura del alcantarillado en el casco urbano de San Pedro de Urabá. 2. Reducir en un 100% el número de puntos de vertimiento en los centros poblados Santa Catalina y El Playón del municipio de San Pedro de Urabá.
Segundo (T2): El Carmelo	Corto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar actividades tendientes a la disminución de los sitios o puntos de vertimiento. 2. Realizar procesos de educación y sensibilización en torno al agua y al manejo de residuos sólidos. 3. Establecer las distancias y áreas de retiro, así como las zonas de conservación las cuales se deben delimitar claramente. 4. Hacer un manejo adecuado del material ruminal generado en las ganaderías a orillas del río
	Mediano y Largo plazo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disminuir los puntos de vertimientos en un 80%. 2. Continuar con procesos de educación y socialización. 3. Realizar estudios y evaluación de alternativas para el diseño del sistema de tratamiento de las aguas residuales generadas en el centro poblado El Carmelo.
Tercero (T3): La Candelaria- El Tigre	Corto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar actividades tendientes a la disminución de los sitios o puntos de vertimiento. 2. Realizar procesos de educación y sensibilización en torno al agua y al manejo de residuos sólidos. 3. Establecer las distancias y áreas de retiro, así como las zonas de conservación las cuales se deben delimitar claramente. 4. Hacer un manejo adecuado del material ruminal generado en las ganaderías a orillas del río

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

TRAMO	PLAZO	ACCIONES
	Mediano y largo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disminuir los puntos de vertimientos en un 80%. 2. Continuar con procesos de educación y socialización. 3. Realizar estudios y evaluación de alternativas para el diseño del sistema de tratamiento de las aguas residuales generadas en el centro poblado La Candelaria.
Cuarto (T4): San Juancito	Corto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disminuir los vertimientos de aguas residuales en la cuenca del río San Juancito, para mejorar la calidad de sus aguas y mitigar la contaminación generada en el río San Juan. 2. Realizar actividades tendientes a la disminución de los sitios o puntos de vertimientos, correspondientes al centro poblado de San Juancito. 3. Establecer las distancias y áreas de retiro, así como las zonas de conservación las cuales se deben delimitar claramente. 4. Hacer un manejo adecuado del material ruminal generado en las ganaderías a orillas del río
	Mediano y Largo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disminuir los puntos de vertimientos en un 100%. 2. Continuar con procesos de educación y socialización. 3. Gestión de recursos y construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales del centro poblado de San Juancito.
Quinto (T5): San Juan de Urabá	Corto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseñar e invertir en proyectos de solución de procesos erosivos y reforestación de conservación y protección. 2. Establecer las distancias y áreas de retiro, así como las zonas de conservación las cuales se deben delimitar claramente. 3. Hacer un manejo adecuado del material ruminal generado en las ganaderías a orillas del río 4. Entregar la información planimétrica de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas del área urbana de San Juan de Urabá. 5. Realizar el mantenimiento y caracterización de la eficiencia de los sistemas de tratamiento de aguas residuales existentes en el casco urbano de San Juan de Urabá 6. Realizar actividades tendientes a la disminución de los sitios o puntos de vertimiento correspondientes a las veredas y el casco urbano de San Juan de Urabá. 7. Realizar estudios y evaluación de alternativas para el diseño del sistema de tratamiento de las aguas residuales generadas en el casco urbano de San Juan de Urabá.

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

TRAMO	PLAZO	ACCIONES
	Mediano	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las actividades que se desarrollen en el área de influencia de este tramo, deberán contar con los respectivos sistemas de tratamiento para sus residuos a fin de evitar la contaminación directa del cuerpo de agua. 2. Reducir los vertimientos en el tramo en más de un 80%. 3. Porcentaje de cobertura de alcantarillado del 100% en el casco urbano. 4. Aumentar la eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales a más del 70%.
	Largo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realización de obras y adecuación ambientales en la zona de riberas del río en el sector urbano. 2. Mantener y optimizar la eficiencia del sistema de tratamiento de las aguas residuales domésticas del casco urbano de San Juan de Urabá, de manera que se reduzca la carga de DBO en un 80%. 3. Continuación de procesos educativos en torno al manejo de aguas residuales, agua potable, cuidado y manejo de zonas de ribera.

9. GLOSARIO DE TÉRMINOS

CFS: Coliformes fecales

CTS: Coliformes totales

CUASIMETAS: Opción metodológica cuando no se han implementado modelos de simulación de corrientes de agua.

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno

ICOMI: Índice de contaminación por minerales

ICOMO: Índice de contaminación por materia orgánica

ICOSUS: Índice de contaminación por sólidos suspendidos

ICA: Índice de calidad del agua

MAVDT: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

MESOCA: Metodología Simplificada para el Establecimiento de Objetivos de calidad.

OD: Oxígeno Disuelto

PSMV: Plan de Saneamiento y manejo de Vertimientos

SST: Sólidos Suspendidos Totales

10. BIBLIOGRAFÍA

AUGURA – Universidad de Antioquia. 2002. Plan de manejo ambiental para el uso de agroquímicos en la agroindustria bananera del Urabá Antioqueño.

CETESB. II curso internacional sobre el control de contaminación de aguas, Modelos simplificados de calidad de aguas, Enero a marzo de 1996.

CONPES 3177. Plan de la Presidencia de la República, para la priorización de la inversión en saneamiento y manejo de aguas residuales domesticas municipales. 2002.

CORPOURABA - Universidad Nacional. Implementación software cuenta física del agua cuencas de los ríos el Oso, Apucarco, el Tambo y San Juan de Urabá. 2004.

CORPOURABA - Universidad Nacional. Implementación software cuenta física del agua en las cuencas de los ríos Chigorodó, Carepa, Apartadó y Turbo. 2004.

CORPOURABA, Recuperación y manejo del recurso hídrico, Monitoreo de calidad de agua, ríos Turbo, Currulao y Grande, Municipio de Turbo. 2006.

Departamento de Antioquia. Carta de Generalidades de Antioquia. 2003-2004.

Gobernación de Antioquia. Estudio de Impacto ambiental vía Herradura la Balsa, municipios de Frontino-Cañasgordas. 2005

**ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN - MUNICIPIOS DE SAN PEDRO DE URABÁ,
ARBOLETES Y SAN JUAN DE URABÁ
2007**

Gobernación de Antioquia. Atlas veredal de Antioquia. 2006.

Hidrotec - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Inventario de sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales. 2002.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 3100 Sobre las tasas retributivas. 2003.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Fichas didácticas: perfil, línea base, objetivos y metas. 2005.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Modelo de gestión para el manejo integral del recurso Hídrico. 2005.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Plan Nacional de Manejo de aguas residuales municipales. 2004.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 1433 de 2004.

Ministerio de Salud, Ministerio de Agricultura y Departamento de Planeación. Decreto 1594 26 de junio de 1984.