Alcaldía de Medellín

CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA EL COMANEJO DE LAS ÁREAS Y ECOSISTEMAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL DEL CORREGIMIENTO DE SAN ANTONIO DE PRADO, MUNICIPIO DE MEDELLÍN



INFORME FINAL

CONVENIO No 4600057133 de 2014

Fecha de inicio del convenio:	Fecha de terminación del convenio
26 de noviembre de 2014	26 Marzo de 2016

Alcaldía de Medellín

CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA EL COMANEJO DE LAS ÁREAS Y ECOSISTEMAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL DEL CORREGIMIENTO DE SAN ANTONIO DE PRADO, MUNICIPIO DE MEDELLÍN

PROYECTO DE PLANEACIÓN Y PRESUPUESTO PARTICIPATIVO

INFORME FINAL

CONVENIO DE ASOCIACIÓN Nº 4600057133 de 2014

ANEXO II

MONITOREOS DE CALIDAD DE AGUAS Y HUMEDALES, 2015

Fecha de inicio del convenio	Fecha de terminación del convenio
26 de noviembre de 2014	26 Marzo de 2016

Recibo a satisfacción por Supervisor y/o Interventor	Fecha de entrega al SIAMED	Custodia documento original
Nombre:		Sistema de Información Ambiental de Medellín - SIAMED
Firma:		

ALCALDÍA DE MEDELLÍN

FEDERICO GUTIÉRREZ ZULUAGA
Alcalde

OSCAR HOYOS GIRALDO
Secretario del Medio Ambiente

VERÓNICA COTES LONDOÑO
Subsecretaria de Gestión Ambiental

MARÍA CRISTINA VELÁSQUEZ BERNAL
Subsecretaria de Recursos Naturales Renovables

ALCALDÍA DE MEDELLÍN

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE

EQUIPO DE TRABAJO

ÁLVARO ADOLFO GUZMÁN CUERVO
Supervisor

CONSULTORÍA

EQUIPO DE TRABAJO

CORPORACIÓN COMITÉ PRO ROMERAL PARA LA RECUPERACIÓN Y PRESERVACIÓN DE MICROCUENCAS

CARLOS MARIO URIBE GARCÍA, Coordinador del proyecto y áreas de restauración ecológica retiros y aguas
ÁLVARO AGUDELO VALDERRAMA, Área Forestal, reconversión y suelos
DARÍO ZAPATA AGUDELO, Área social y restauración de retiros
SERGIO ANDRÉS GIRALDO MIRA, Área de SIG
ELIANA CONTRERAS MARTÍNEZ, Área de Bioindicación
MAYRA ALEJANDRA CORREA BEDOYA, Área de Bioindicación
CARLOS ANDRÉS GARZÓN ACOSTA, Auxiliar de campo
YULIETH NATALIA OROZCO Q., Auxiliar de campo
LEÓN DARÍO MONTOYA, Auxiliar de campo
NATALY VÉLEZ GALLEGO, Auxiliar de campo
LIYANET ROMERO CASTAÑO, Secretaria
MARÍA YONY ORTIZ HERRERA, Administración del proyecto
LUIS CARLOS CORREA V., Auxiliar contable
ALEXANDER GÓMEZ MESA, Guardabosques
BLANCA NELLY SABAS SALINAS, Guardabosques
HERNÁN DARÍO CASTAÑEDA ALZATE, Guardabosques

AGRADECIMIENTOS

La Corporación Pro Romeral agradece a todos aquellos habitantes que de manera desinteresada contribuyeron a llevar a buen término el presente convenio y los diferentes estudios que lo integran, así como las acciones de cuidado de las reservas, la restauración de tramos de retiros y cauces de quebradas, dedicando tiempo y conocimiento local para que los estudios, diagnósticos y propuestas de acción fuesen realmente pertinentes y contextualizados y viables. Se resaltan entre otros a las comunidades de La Loma, el barrio Barichara, barrio Santa Rita, instituciones educativas Monseñor Víctor Wiedemann, y San José Obrero, vecinos de las áreas de importancia estratégica para la conservación del agua, el cuerpo de Bomberos de Medellín (San Antonio de Prado), al grupo de DAGRED local de San Antonio de Prado y muy especialmente al proceso de Presupuesto Participativo y a la Mesa Ambiental de San Antonio de Prado.

ANEXO II

ÍNDICE GENERAL

		Página
	PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO DE MONITOREO DE AGUAS	23
1.	OBJETIVOS	26
1.1.	Objetivo general	26
1.2	Objetivos específicos del componente de monitoreos	27
2.	ALCANCES	27
2.1.	Monitoreo del agua	27
2.2.	Sitios de muestreo	28
2.3.	Población beneficiada	31
3.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	31
3.1.	Área del estudio	31
3.2.	Marco de planeación para el desarrollo del proyecto	34
4.	METODOLOGÍA	38
4.1.	Recopilación de información secundaria	39
4.2.	Recolección y análisis de información primaria	40
4.21.	Agua	40
4.2.1.1.	Articulación del proyecto de monitoreo al PAAL corregimental	42
5.	MONITOREO DEL ESTADO AMBIENTAL AGUA EN LAS QUEBRADAS BÁSICAS	43
5.1.	Generalidades sobre la cuenca Doña María y el bien hídrico en San Antonio de Prado	44

5.2.	Aspectos hidrológicos y morfométricos de la cuenca principal y las quebradas afluentes	51
5.3.	Uso y manejo del agua en perspectiva socioeconómica y ambiental en el corregimiento	53
5.4.	Estado del agua en las quebradas estudiadas	59
5.5.	Evaluación de calidad de las aguas y tramos de retiros	71
5.5.1.	Parámetros considerados	77
5.5.2.	Resultados de laboratorio y campo	81
5.5.3.	Interpretación básica de los parámetros evaluados	92
5.5.3.1.	Contenido de materia orgánica	92
5.5.3.2	Comparación histórica de los indicadores de materia orgánica	103
5.5.3.3.	Patógenos	107
5.5.3.4.	Comparación histórica de la contaminación por patógenos	114
5.5.3.5.	Resumen sobre la variación histórica del contenido de materia orgánica y de patógenos	124
5.5.3.6.	Oxígeno Disuelto (O.D.)	133
5.5.3.7.	Comparación histórica de la cantidad de Oxígeno Disuelto (2008 - 2015)	139
5.5.3.8.	Sólidos en las corrientes de las quebradas evaluadas	146
5.5.3.9.	Conductividad eléctrica (CE)	153
5.5.3.10.	Turbiedad	157
5.5.3.11.	pH	165
5.5.3.12.	Dureza	168
5.5.3.13.	Olor	168
5.6.	Resultado final sobre la calidad del agua (ICASAP)	174
5.6.1.	Valoración de la calidad del agua	184

6.	MONITOREO DEL ESTADO AMBIENTAL AGUA EN QUEBRADAS ASOCIADAS A RESERVAS Y DEL ESTADO AMBIENTAL DE HUMEDALES	201
6.1.	Humedales	202
6.2	Calidad del agua en humedales y quebradas asociadas a las reservas	216
7.	BIOINDICACIÓN EN LOS SITIOS DE MUESTREOS	221
7.1.	Macroinvertebrados acuáticos	221
7.2.	Método BMWP Colombia	224
7.3.	Metodología	225
7.4.	Resultados de la bioindicación asociada a las 19 quebradas básicas (semestre I de 2015)	226
7.4.1.	Índice de calidad ambiental BMWP/Col	229
7.5.	Resultados de la bioindicación asociada a quebradas de reservas y humedales (semestre II de 2015	237
7.5.1.	Características ecológicas de las familias más abundantes en las quebradas objeto de estudio	240
7.5.2.	Índice de calidad ambiental BMWP/Col[1] (Álvarez 2005)	241
8.	EVALUACIÓN DE CALIDAD DE TRAMOS DE RETIROS Y CAUCES	244
8.1.	Registro fotográfico de algunas afectaciones de retiros y cauces en las quebradas evaluadas	255
8.2.	Afectaciones detalladas en tramos de retiros de quebradas	262
8.3.	Afectaciones recientes en cauces, retiros y humedales	287
9.	LOS MONITOREOS AMBIENTALES EN FUNCIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN SAP	288
10.	PROPUESTAS PARA LA ACCIÓN DESDE EL PAAL DE SAN ANTONIO DE PRADO	291
11.	OBSERVACIONES FINALES Y RECOMENDACIONES	294
12.	ANEXOS	298

ÍNDICE DE FOTOS

N° FOTO		Página
1 a 3.	Vista panorámica de la parte alta, media y baja de la cuenca Doña María.	45
4 a 7.	Obras para el drenaje forzado y reconformación del paisaje en la zona del humedal 2 de La Zorrita, en la vereda Potrerito.	211
8 y 9.	Obras para el drenaje forzado de los pantanales de La Florida, con grandes filtros y reconformación del paisaje, durante 2014	213
10 a 13	Situación de los humedales de La Florida en 2015 y 2016.	213
14 a 19	Situación de los humedales en Potrerito y Astilleros	214
20 a 24	Situación de los humedales en Yarumalito y Barcino (El Salado)	215
25 a 44.	Algunos órdenes encontrados en 19 quebradas de SAP 2015	235
45 a 65	Algunas afectaciones en retiros de quebradas 2015	261

ÍNDICE DE FOTOS AÉREAS

N° FOTO		Página
1.	Vista panorámica de la cuenca Doña María en San Antonio de Prado y su ubicación en el contexto del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.	46
2.	Vista panorámica de la cuenca Doña María en San Antonio de Prado, cuencas monitoreadas y sitios de muestreo en 2015	47
3.	Vista panorámica de los sitios de monitoreo en las subcuencas de la Doña María en su vertiente occidental	48
4.	Vista panorámica de los sitios de monitoreo en las subcuencas de la Doña María en su vertiente oriental sur	49
5.	Vista panorámica de los sitios de monitoreo en las subcuencas de la Doña María en su vertiente nororiental	50
6.	Vista panorámica de los sitios con humedales en La Florida, 2013	209
7.	Vista panorámica de los sitios con humedales en la zona de expansión de La Florida, 2015	210

ÍNDICE DE GRÁFICOS

N° GRÁFICO		Página
1.	Líneas Estratégicas y programas del PAAL SAP 2007-2019	35
2.	Proceso de monitoreo del recurso agua en SAP, 2015	39
3.	Principales causas de afectación de retiros en las quebradas evaluadas, 2015	67
4.	Importancia relativa de afectaciones específicas con relación al total de afectaciones en los trayectos de retiros en SAP en 2015	68
5.	Porcentaje de trayectos de retiros de quebrada que sufren afectaciones ambientales específicas en SAP, 2015	69
6.	DBO_5 en diferentes sitios de 19 quebradas en San Antonio de Prado, 2015	96
7.	DQO en diferentes sitios de 19 quebradas en San Antonio de Prado, 2015	98
8.	Correlación DBO_5 Vs. DQO en varios sitios de 19 quebradas en San Antonio de Prado, 2015	99
9.	Relación DBO_5/DQO en varios sitios de 19 quebradas en San Antonio de Prado, 2015	102
10	Comportamiento histórico de la DBO_5 en 19 microcuencas de SAP, entre 2008 y 2015	105
11.	Comportamiento histórico de la DQO en 19 microcuencas de SAP, entre 2008 y 2015	106
12.	Coliformes Fecales en los 60 sitios muestreados en San Antonio de Prado en 2015	111
13.	Coliformes Totales en los 60 sitios muestreados en San Antonio de Prado en 2015	112
14.	Correlación Coliformes Totales - Fecales en los 60 sitios muestreados en San Antonio de Prado, 2015	113

15.	Comparativo de Coliformes Totales en 19 microcuencas de SAP, entre 2008 y 2015	114
16.	Comparativo de Coliformes Fecales en 19 microcuencas de SAP, entre 2008 y 2015	123
17.	Comparativo de Coliformes Totales y la DBO_5 en 19 microcuencas de SAP, 2015	125
18.	Comparativo de Coliformes Fecales y la DBO_5 en 19 microcuencas de SAP, 2015	125
19.	Comparativo de % SAT OD y DBO_5 en 19 microcuencas de SAP, 2015	127
20.	Comparativo DBO5 y OD en 19 microcuencas de SAP, 2015	128
21.	Oxígeno Disuelto en 19 microcuencas y 65 sitios de SAP, 2015	137
22.	Saturación de Oxígeno Disuelto en 19 microcuencas y 65 sitios de SAP, 2015	139
23.	Comparativo de Oxígeno Disuelto en 19 microcuencas de SAP, 2008, 2009, 2012, 2013 y 2015	145
24.	Sólidos Disueltos en 19 microcuencas de SAP, 2015	149
25.	Sólidos Suspendidos Totales (SST) en 19 cuencas en SAP, 2015	151
26.	Comparativo de Sólidos Suspendidos Totales en 19 microcuencas de SAP, 2008 – 2015	152
27.	Conductividad Eléctrica en 19 microcuencas de SAP, 2015	156
28.	Turbiedad en 19 microcuencas de SAP, 2015	160
29.	Comportamiento histórico de la Turbiedad en 19 microcuencas de SAP, 2008-2015	164
30.	pH en los 65 sitios muestreados en 19 microcuencas de San Antonio de Prado en 2015	167
31 a 38.	Curvas Qi, para los parámetros considerados en la ecuación ICASAP 2015	182
39.	Calidad del agua en 19 quebradas en San Antonio de Prado – 2015 (ICASAP 2015)	190
40.	Número y porcentaje de sitios por calidad de agua en 19 microcuencas de SAP, 2015 (ICASAP 2015	191

41.	Algunos sitios muestreados en quebradas de San Antonio de Prado durante 2015	200
42.	Número de individuos por quebrada, en SAP 2015	227
43.	Número de individuos por estación, en SAP 2015	228
44.	Número de familias, géneros y abundancia de individuos en cada phyllum encontrado en las quebradas y humedales de San Antonio de Prado.	238
45.	Número de individuos encontrados en cada sitio de muestreo: quebradas y humedales de San Antonio de Prado	239
46.	Algunos tramos de retiro muestreados en quebradas de San Antonio de Prado durante 2015	252
47.	Calidad de los trayectos de retiros de quebradas en 19 microcuencas de SAP, 2015	284
48.	Número y porcentaje de trayectos de retiro, según su calidad, 2015	285
49.	Flujo espacial del agua como BSA en SAP (tomado de Uribe, 2014)	290
50.	Flujos de productos y económicos en el subsector del agua en SAP	291

ÍNDICE DE MAPAS

N° MAPA		Página
1.	Área de estudio y cuencas bajo monitoreo de aguas y retiros de quebradas en SAP-2015	32
2.	Área de estudio y relictos de monitoreo de bosques y estados sucesionales en SAP-2015	33
3.	Sitios monitoreados y ubicación de bocatomas en SAP, 2015.	62
4.	Quebradas y sitios de monitoreo de aguas y tramos de retiros en SAP, 2015.	76
5.	Índice de Calidad de Agua (ICA SAP) en 2009.	193
6.	Índice de Calidad de Agua (ICASAP) en 2012	194
7.	Índice de Calidad de Agua (ICASAP) en 2013	195
8.	Índice de Calidad de Agua (ICASAP), en quebradas del sur, durante 2015	196
9.	Índice de Calidad de Agua (ICASAP), en quebradas del norte de SAP, durante 2015	197
10.	Índice de Calidad de Agua (ICASAP), en quebradas de SAP, durante 2015	199
11.	Ubicación de los humedales en la zona sur de SAP, 2015	211
12.	Calidad de Retiros de quebradas en SAP 2012, metodología IIRSAP 2012 (Tomado de SMAM, 2012)	249
13.	Calidad de Retiros de quebradas en SAP 2013, metodología IIRSAP 2013	250
14.	Calidad de Retiros de quebradas del sur de SAP, 2015, metodología IIRSAP 2013	251
15.	Calidad de Retiros de quebradas en SAP 2015, metodología IIRSAP 2013	254

ÍNDICE DE TABLAS

N° TABLA		Página
1	Ubicación de los sitios de muestreo de aguas en San Antonio de Prado en 2015	29
2	Sitios adicionales de muestreo de aguas en algunos parámetros en San Antonio de Prado, 2015	41
3	Características morfométricas de algunos afluentes y cuencas de la Doña María en San Antonio de Prado monitoreadas en 2015	51
4	Sitios totales de muestreo de aguas y retiros en 22 microcuencas de San Antonio de Prado - 2015	71
5	Métodos analíticos empleados en el monitoreo de calidad de agua	78
6	Resultados de laboratorio y campo en 65 sitios de 18 microcuencas en SAP y 21 sitios adicionales en reservas y humedales – 2015	82
7	Niveles de calidad de algunos parámetros según el D. 1594/84 y otras fuentes	89
8.	Límites para los Coliformes totales y fecales	108
9.	Variación histórica del contenido de materia orgánica y patógenos en 19 quebradas de SAP 2008-2015	130
10.	Variación histórica del OD y temperatura en 19 microcuencas en SAP 2008-2015	141
11.	Turbiedad, pH y valoración BMWP/Col en 65 sitios de 19 quebradas SAP en 2015	161
12.	Comparativo de presencia de olores en los 65 sitios muestreados en SAP, 2009-2015	170
13.	Valoración del Índice de Calidad Ambiental del agua (ICA) en SAP, 2012	173
14.	Límites establecidos para la valoración del Índice de Calidad Ambien del agua (ICA) en SAP	173
15.	Valoración del Índice de Calidad Ambiental del agua ICASAP, 2015	174

(V1)

16. Calidad del agua en 19 quebradas y 60 sitios en San Antonio de Prado – 2008 a 2015 186
17. Descripción del estado ambiental de los humedales encontrados en San Antonio de Prado y comparativo 2013-2015 203
18. Nivel de alerta sobre el estado de riesgo de humedales en SAP, 2015 215
19. Valores en algunos parámetros e índice de calidad en humedales y partes altas de quebradas asociadas a las reservas en SAP, 2015 218
20. Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo al índice BMWP/Col 229
21. Clasificación de las aguas en 64 sitios de 19 quebradas en SAP, de acuerdo al índice BMWP/Col 230
22. BMWP/Col Estaciones de mayor a menor calidad 232
23. Resultado del cálculo del índice BMWP/ Col (Álvarez, 2005) para cada sitio muestreado 243
24. Resultado del cálculo del índice BMWP/ Col (Roldán, 2003) para cada sitio muestreado 244
25. Valores de calificación para los niveles de calidad IIRSAP 246
26. Valores de calidad para los diferentes tipos de afectaciones de retiros según IIRSAP 247
27. Afectaciones en tramos de retiros en 19 quebradas de SAP, 2015 262
28. Calidad del agua y trayectos en 19 quebradas de San Antonio de Prado 2008, 2009, 2012, 2013 y 2015 280

ANEXO II

CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA EL COMANEJO DE LAS ÁREAS Y ECOSISTEMAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL DEL CORREGIMIENTO DE SAN ANTONIO DE PRADO, MUNICIPIO DE MEDELLÍN

SUBPROYECTO MONITOREOS DE CALIDAD DE AGUAS Y HUMEDALES EN SAN ANTONIO DE PRADO

PRESENTACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proceso de degradación de los bienes y servicios ambientales (BSA) en San Antonio de Prado ha sido reconocido y divulgado desde hace varios años en la localidad y la ciudad, pero la Agenda Ambiental corregimental y estudios de monitoreo ambiental posteriores han demostrado que estos BSA están tan afectados por las actividades productivas ejercidas mediante sistemas de manejo insostenibles y por procesos de ocupación del territorio y en particular por procesos urbanísticos desordenados y mal planificados desde el punto de vista ambiental, que en muchos casos la oferta ambiental de los BSA se muestran insuficientes para la demanda de ellos, no tanto porque la oferta absoluta sea insuficiente, sino porque la afectación o deterioro de bienes como el agua y el suelo es tan elevada que los hace inutilizables (SMAM de Medellín, Agenda Ambiental Corregimental de San Antonio de Prado, 2007; SMAM de Medellín y Corporación Pro Romeral, Monitoreo del recurso Agua en San Antonio de Prado, 2008, 2010, 2012, 2014).

Los estudios de monitoreo ambiental y en particular el estudio de monitoreo de agua de 2013 resalta que “desde hace varios años parte de la población rural y de la zona central han sufrido racionamientos de agua crónicos en épocas de sequía debido a que las fuentes tradicionales no alcanzan a surtir la demanda y las fuentes no tradicionales están muy contaminadas para ser utilizadas, e incluso las fuentes tradicionales en sus partes medias ya están también inutilizables por excesiva contaminación, a pesar de que podrían servir para el suministro del agua a muchos miles de personas aguas abajo” (SMAM de Medellín y Pro Romeral, 2014).

El déficit de agua crónico en algunos sitios y estacional en muchos otros es una verdadera contradicción territorial si se tiene en cuenta que San Antonio de Prado es un territorio de muy alta humedad, con exceso de agua que drena superficialmente todo el año, pero debido al mal uso de la tierra (conflictos de uso ganadería/forestal o conservación) y principalmente a la contaminación de las fuentes hídricas, se presentan estas condiciones de déficit real que no está impactando sólo a las actividades recreativas, educativas y ecosistémicas, sino también a las productivas y ahora a las urbanísticas que ven muy limitadas sus posibilidades de expansión debido al déficit de agua y la las dificultades para obtenerla desde zonas lejanas en otros municipios. En resumen, esto ha conllevado no sólo a un déficit estacional en la oferta hídrica para uso humano, sino además para uso ambiental y aún para actividades agropecuarias, limitando las posibilidades de producción y la rentabilidad, y por consiguiente la permanencia en el tiempo de las formas de producción campesinas. Esta problemática está asociada fuertemente a la conservación o no de las áreas boscosas que se asocian a las zonas de recarga y retiros, pero igualmente a las cimas que funcionan como corredores biológicos. En esa perspectiva es evidente un atraso considerable en la localidad en cuanto a la adquisición de predios para la conservación de acuerdo con lo estipulado en el artículo 111 de la ley 99 de 1993 y aún más en cuanto a la aplicación de pagos por servicios ambientales (PSA), tal como lo permite y obliga el decreto 953 de 2013.

Pero la degradación de las aguas y los retiros de quebradas, son manifestaciones de una tendencia mayor: la degradación general del ambiente en el corregimiento que sufre además una perdida cuantitativa y cualitativa de bosques y estados sucesionales, una pérdida localizada de biodiversidad, y un aumento en la degradación de los suelos, el aire y el paisaje.

Varios estudios locales han demostrado la veracidad de estos diagnósticos y la urgente necesidad de implementar acciones de contrarresten estas tendencias y las reviertan desde el corto plazo, pero estas propuestas de proyectos y programas de recuperación y control deben estar sustentados en una base científica confiable, en datos medidos y en acciones evaluadas. En esta perspectiva los monitoreos del agua, suelo, bosques y biodiversidad, entre otros, están desempeñando un papel fundamental en la sustentación de proyectos que buscan el control de daños y la recuperación de los bienes y servicios ecosistémicos, como en el caso del programa de reconversión agrotecnológica y producción más limpia en el corregimiento o como en el caso del programa Mas Bosques para Medellín, que se consolida con la adquisición de predios para la conservación del recurso hídrico, pero además con el programa de manejo social de las reservas locales.

En el corregimiento, especialmente por la vía de Presupuesto Participativo, se ha establecido que esta problemática y las posibles estrategias que se aborden para gestionarla y solucionarla deben ser objeto de evaluación y monitoreo permanente, por lo cual en San Antonio de Prado se ha instaurado un Observatorio Ambiental Local que aborda la dimensión de los monitoreos ambientales, las alertas y recomendaciones para la acción ambiental local, fundamentada en el Plan de Acción Ambiental 2007-2019.

A estas líneas de acción corresponden, en primer lugar, los estudios abordados en este convenio y cuyos resultados se muestran en el presente anexo, que trata sobre en ajuste, validación y formulación final del Plan de Manejo de las Áreas de Interés Estratégico (AIE), localmente llamadas reservas, que han sido adquiridas hasta ahora por el municipio de Medellín con el fin de contribuir a la citada garantía de provisión de BSA, espacios que son protegidos y administrados bajo la modalidad de comodato por la Corporación Pro Romeral, desde hace cerca de 8 años. En segundo lugar, están los estudios de monitoreo ambiental en agua, bosques (estados sucesionales), humedales y suelo (movimientos en masa) que se abordan en los anexos I, II, III y IV y finalmente, en tercer lugar, se contemplan acciones de restauración ecológica en tramos de retiros de quebradas y reconversión agrotecnológica en predios vecinos a las reservas, así como proceso de formación comunitaria y de comanejo de las AIE a lo largo de 15 meses, lo cual se resume en el documento base de este informe.

JUSTIFICACIÓN

En sintonía con este proceso de gestión ambiental participativo, desde la formulación de la Agenda Ambiental Local y su Plan de Acción Ambiental en San Antonio de Prado, la Secretaria del Medio Ambiente de Medellín y algunas organizaciones ambientales de San Antonio de Prado se han comprometido en implementar eficientemente los proyectos identificados en él, de manera que contribuyan a atenuar los impactos ambientales presentes en el corregimiento generado por las actividades humanas, pero además en procura de garantizar la estabilidad ambiental de la ciudad, lo cual se logra en gran medida restaurando, protegiendo y monitoreando los ecosistemas estratégicos que le proveen bienes y servicios ecosistémicos claves para esa estabilidad y en general los ecosistemas y espacios públicos claves.

Esta visión de garantizar la sustentabilidad en la localidad y la ciudad con criterios de equidad regional considera que es indispensable promover el desarrollo de la ruralidad de

Medellín bajo criterios de sostenibilidad ambiental, humana, económica, de participación y equidad social, donde se conjugue el manejo protector de las potencialidades y fragilidades de los recursos físicos, económicos y financieros, públicos y privados.

Por otro lado, desde hace varios años la Secretaría del Medio Ambiente de Medellín, tiene el compromiso institucional por la preservación de los ecosistemas estratégicos de la ciudad y en general el compromiso por insertarse en los Sistemas de Área Protegidas como el SIDAP, el SIMAP y el SINAP, por medio de estrategias como el Parque Central de Antioquia y áreas locales y regionales como el Parque Arví, los Cerros Tutelares y el DMI DVARC, que avanzan en su consolidación impactando el ecosistema estratégico la Cuchilla El Romeral, donde se desarrollará el actual proyecto.

El DMI DVARC se enmarca en un ecosistema estratégico considerado como uno de los más importantes de Antioquia y reporta anualmente varias decenas de miles de millones de pesos en servicios ambientales (más de 58 mil millones de pesos en 2006, de acuerdo con el estudio de Plan de Manejo del DMI, según Corantioquia), tan solo en los 11 municipios que conforman el área declarada. Medellín es uno de los más beneficiados con los aportes en BSA de parte de este ecosistema, y particularmente San Antonio de Prado recibe importantes beneficios no sólo en cuanto a la provisión del agua para sus más de 110.000 habitantes, sino en cuanto a recreación, investigación, educación, prevención de desastres, control, de inundaciones y movimientos en masa, mantenimiento de biodiversidad, mantenimiento de la estabilidad ecológica, protección del suelo, control de erosión y sedimentación, regulación hídrica, purificación del aire y captura de dióxido de carbono y otros gases contaminantes como SOx, NOx y refrescamiento ambiental, oferta paisajística, etc.

Algunos de los principales proyectos identificados en el PAALSAP 2007-2019, son los relacionados con los monitoreos ambientales (bajo la coordinación del Observatorio Ambiental Local-OALSAP), la educación y formación de cultura ambiental, y el manejo participativo (Comanejo) de las áreas de interés estratégico adquiridas por el estado con fines de conservación, las cuales han merecido la atención inmediata desde que se planteó la Agenda Ambiental Local. Por lo tanto con este convenio que integra estas líneas de acción contempladas en la Agenda y que tienen fases anteriores, se busca atender esa prioridad de gestión identificada, la cual debe ser coherente con los términos metodológicos e insumos del diagnóstico que se obtuvo para cada uno de los proyectos en la Agenda Ambiental Local y en las fases de ejecución anteriores.

En el estudio de monitoreo de agua de 2013 en San Antonio de Prado se expresó que el corregimiento ha estado creciendo poblacionalmente de una manera desmesurada en las últimas décadas con graves implicaciones ambientales, sociales y culturales, y que desde hace unos 10 años se ha visto que los límites a este crecimiento fueron rebasados desde el punto de vista de la sostenibilidad y por eso considera que la localidad sigue ciegamente la ruta de "desarrollo" de la urbe Metropolitana y particularmente de Medellín, en donde los criterios de sostenibilidad, huella ecológica, dependencia de servicios, entre otros, poco se tiene en cuenta cuando se toman decisiones de planificación y crecimiento poblacional del territorio.

Con el fin de garantizar la nombrada sostenibilidad, el disfrute de los servicios ecosistémicos a generaciones futuras y la base ambiental para la supervivencia de la trama de la vida, es necesario organizar los procesos productivos, las formas de relación sociedad/naturaleza, las tecnologías y sistemas de manejo, de manera que se garantice este propósito de conservación; pero la efectividad de estas acciones sólo pude medirse mediante actividades de monitoreo de estado ambiental de los BSA que buscan protegerse y en esa perspectiva San Antonio de Prado va a la vanguardia en cuanto a monitoreos ambientales, no sólo del agua y los retiros, así como de los bosques, sino de varios otros servicios y bienes ambientales, igualmente en cuanto a monitoreo del estado de los sitios con movimientos en masa, todo lo cual se encuentra bajo la coordinación del Observatorio Ambiental Local (OALSAP) y en desarrollo del PAALAP 2007-2019.

El programa de monitoreo en la localidad, ha permitido conocer el deterioro acelerado y profundo del recurso agua en la mayoría de quebradas con influencia urbana, y en muchas de las relacionadas con producciones agropecuarias en la zona rural del corregimiento. Igualmente ha permitido conocer las variaciones positivas o no sobre el estado de las coberturas boscosas, los humedales y movimientos en masa, entre otros. Con base en esta información han podido establecerse procesos sociales de manejo para la restauración que aunque parcial y muy limitadas por carecer de fondos económicos suficientes, han resultado muy importantes desde el punto de vista de la sensibilidad socioambiental y el incremento en las gestiones para promover el accionar institucional y privado.

Como se enunció antes, la deficiencia en la oferta de BSA y en particular del agua a nivel local no está necesariamente relacionada con un déficit natural en el territorio (caudal neto disponible), sino más bien con la "oferta utilizable", es decir, la que proveen actualmente las fuentes no contaminadas o poco contaminadas. En otras palabras, la mayor limitación de la oferta del agua para actividades productivas, para consumo humano y animal, para recreación para la ampliación del urbanismo y para la supervivencia de otras especies (las

silvestres), está relacionada fuertemente con la calidad del agua disponible, o sea con su grado de contaminación o sanidad (Secretaria del Medio Ambiente de Medellín, "Monitoreo del recurso hídrico en San Antonio de Prado", 2008), y en esa medida resulta que su gestión, recuperación y manejo sostenible representa un incremento real de oferta y por lo tanto una mayor estabilidad socioeconómica y ambiental para San Antonio de Prado, para Medellín y el área metropolitana en general. En esta perspectiva la implementación cabal del Plan de Acción Ambiental Local, PAAL 2007-2019, resulta ser la herramienta de planificación y gestión más eficaz para el mejor vivir y para el ambiente local.

Por otro lado, los estudios de monitoreo de la calidad del agua, bosques, suelo y otros relacionados, han servido de base para el planteamiento de nuevos proyectos y el replanteamiento de algunos existentes, han permitido que la comunidad, en especial a través de la Mesa Ambiental y algunas organizaciones locales puedan gestionar con mayor sustento acciones urgentes para el mejoramiento o recuperación de la calidad ambiental territorial y en particular de las aguas, microcuencas y ecosistemas locales. Pero además ha permitido a la ciudad iniciar la implementación del OAM y abrir las puertas para que se consolide el SIGAM, dado que ya varias secretarias y entidades públicas han implementado acciones basadas en los requerimientos locales que se sustenta en los monitoreos.

ANEXO II

MONITOREOS DE CALIDAD DE AGUAS Y HUMEDALES EN SAN ANTONIO DE PRADO

PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO DE MONITOREO DE AGUAS

El proceso de monitoreo de la calidad ambiental del agua en San Antonio de Prado, inició en 2006-2007 con la formulación de la Agenda Ambiental Local que levantó unas líneas bases y luego se mantuvo principalmente el financiamiento por la vía de PP con el apoyo o cofinanciamiento de organizaciones locales, todo lo cual se enmarca en la implementación del Plan de Acción Ambiental Local de San Antonio de Prado, PAAL 2007-2019, hasta el punto que ahora ha logrado constituirse un Observatorio Ambiental Local (OALSAP), bajo la coordinación de la Mesa Ambiental, que no sólo monitorea el estado de calidad del agua y los retiros de quebradas, sino además los movimientos en masa (estado de actividad en el corregimiento) , la erosión agropecuaria (erosión histórica y activa, en la zona rural del corregimiento), el estado de los bosques y la biodiversidad (estado de cantidad y calidad en bosques nativos y rastrojos, así como flora y fauna), los humedales (ubicación y estado en el corregimiento), sitios críticos de escombros y basuras, la ejecución del PAAL y dentro de poco iniciará el monitoreo del aire (ruido) y el clima (una estación climática básica para precipitación, viento y temperatura).

Los recursos económicos, técnicos y logísticos para la planeación y ejecución de estos procesos de monitoreo han venido tanto de la Secretaría del Medio Ambiente de Medellín, como de ONG locales (principalmente la Corporación Pro Romeral y algunas organizaciones de la Mesa Ambiental). De hecho los monitoreos de movimientos en masa, seguimiento al PAAL y sitios críticos de basuras y escombros no han contado con recursos públicos hasta ahora.

El actual informe contiene los resultados finales de uno de los componentes (Monitoreo del estado ambiental de la calidad de aguas en 19 microcuencas y del estado actual de intervención de humedales en San Antonio de Prado) comprendidos en el convenio de asociación entre la Secretaría del Medio Ambiente de Medellín y la Corporación Pro Romeral para el comanejo de las áreas y ecosistemas de importancia ambiental del corregimiento de San Antonio de Prado, del municipio de Medellín.

El convenio contempla varios subproyectos, incluyendo los incorporados con la ampliación y extensión:

- Monitoreo de la calidad ambiental del agua y los retiros de quebradas en 19 microcuencas
- Monitoreo de la calidad ambiental de los relictos de bosques y rastrojos
- Monitoreo del estado ambiental de los humedales y movimientos en masa en la localidad.
- Restauración ambiental y mejoramiento de algunos tramos de quebradas
- Socialización, ajuste y validación del plan de manejo ambiental para las reservas o áreas de importancia estratégica para la conservación del agua y su implementación inicial
- Procesos de manejo, vigilancia y control en las 7 reservas públicas en San Antonio de Prado
- Proceso de reconversión agrotecnológica en algunos predios vecinos a las reservas
- Implementación de un curso de guardabosques voluntarios

El presente anexo, contiene los resultados de los estudios de monitoreo de la calidad de aguas, retiros de quebradas y estado de humedales realizado durante 2015.

En cuanto a los monitoreos de aguas cabe resaltar que en San Antonio de Prado viene desarrollándose un importante programa de monitoreo ambiental desde la formulación de la Agenda Ambiental corregimental y como implementación del Plan de Acción Ambiental Local 2007-2019, y en desarrollo del Observatorio Ambiental de Medellín, OAM, contemplado en el PAM de Medellín y formalizado con el acuerdo 21 de 2007.

Este es la experiencia más importante de Medellín en cuanto a monitoreo de la calidad del agua en la zona rural de la ciudad y quizá de toda el área metropolitana, y ha mantenido continuidad gracias a los recursos asignados de manera constante por el proceso de PPP y contrapartidas comunitarias.

En el caso de los monitoreos del estado ambiental del agua y retiros de quebradas, se han realizado hasta el momento 5 fases, lo cual ha facilitado el mejoramiento metodológico, los

sistemas de análisis, las ecuaciones para los índices de calidad de aguas, los niveles de ponderación y valores de calidad para las aguas y retiros, así mismo las propuestas de intervención con proyectos que impactan el recurso, pero aún es necesario continuar con el monitoreo semestral o por lo menos anual hasta consolidar suficiente información como para generar modelos ajustados a nuestras realidades tropicales y rurales.

Hasta ahora por medio de este programa ha podido incidirse positivamente en las decisiones políticas de la ciudad con enfoque local, en relación con la implementación de estrategias de control y prevención de daños ambientales en particular en cuanto a la contaminación hídrica de fuentes destinadas a proveer agua tanto para consumo humano, como para la conservación de la biodiversidad, la recreación y la educación.

La fase del programa de Monitoreo del Recurso Hídrico, realizada en 2015 mediante convenio entre la Secretaría del Medio Ambiente de Medellín y la Corporación Pro Romeral para la recuperación y Preservación de Microcuencas, se constituye en el desarrollo de los programas PAALSAP 2007-2019: **"**Recuperación y Manejo Social Integral de Ecosistemas Boscosos y Áreas de Reserva Públicas**"** en su línea estratégica "BOSQUES (ÉNFASIS BIODIVERSIDAD)", y del programa de “Monitoreo del estado ambiental de los bosques, biodiversidad, agua y suelo”, y contempla el diseño de muestreos de acuerdo con las recomendaciones de la fase anterior.

Se hizo en 19 quebradas de 18 contempladas inicialmente, cada una con 3 - 7 sitios de muestreo, de acuerdo con las directrices de la fase anterior y en cada una se analizaron los parámetros determinados en la fase anterior, procurando ajustar cada vez más las ecuaciones de ICA existentes. Pero además se integró a los estudios de monitoreo de las reservas locales, incluyendo dos quebradas nuevas priorizadas antes (Astillera y Guapante) y asociadas directamente con las áreas de importancia estratégica para la conservación del agua en el corregimiento, además se incluyó la alta Doña María.

Además se realizó la evaluación del estado ambiental de retiros en los trayectos (desde 50-100 metros arriba y hasta 50 -100 metros abajo de los sitios de muestreo de aguas), de acuerdo con las directrices del anterior muestreo, en las quebradas básicas.

En total son 60 sitios de muestreo básico y parámetros adicionales y 8 - 12 sitios más con sólo parámetros adicionales, contemplando el monitoreo en 18 - 20 subcuencas de la Doña María y en algunos sitios de su cauce principal.

Si bien puede decirse que el programa de monitoreo de la calidad ambiental del agua y retiros de quebradas está correctamente desarrollado, se ha visto la necesidad de intensificar estos monitoreos en cuanto a su frecuencia (a mínimo 2 veces al año y desde el punto de vista técnico, mejor sería hacerlo 4 veces anuales en concordancia con los periodos de lluvia – sequía de cada semestre) y ampliar el número de quebradas monitoreadas de manera que se puedan medir los impactos de los demás proyectos sobre los BSA locales y regionales, además mejorando la frecuencia y cantidad de estos monitoreos pueden ajustarse algunos otros proyectos y en un lapso de unos 3-5 años más podría tenerse información mínima básica para intentar un modelamiento. Se ha considerado necesario, desde estudios de monitoreo anteriores, incluir quebradas adicionales como El Hato o Cabaña, La Astillera, La Guapante, La Honda (en El Salado), Cajones, La Grande y parte alta de la Doña María. Y en esa perspectiva en el actual estudio se han incluido algunos sitios en esas quebradas, en la medida en que se asocian o no con los monitoreos que quieren establecerse en el marco del plan de manejo de las reservas en el norte y sur del corregimiento.

Durante 2015 se incluyeron sitios en la alta Doña María, un brazo de La Astillera y dos brazos de La Guapante.

En el caso de los monitoreos del estado ambiental de los humedales, se tiene una línea base desde 2012, cuando un convenio entre la Mesa Ambiental de SAP y la Corporación Pro Romeral, con apoyo de la SMAM, realizó el estudio, el cual se monitorea en el actual convenio.

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Implementar acciones iniciales contempladas en el plan de manejo ambiental de las reservas de San Antonio de Prado del municipio de Medellín, veredas la Florida, Potrerito, y Astilleros con fines de conservación, restauración, manejo y control, así mismo realizar el monitoreo del recurso hídrico, de los trayectos de retiros de quebrada, de los relictos de coberturas boscosas, humedales y sitios de movimientos en masa del corregimiento, de acuerdo con las directrices trazadas en la Agenda Ambiental y en la fase anterior de

monitoreo para cada caso, y además implementar la gestión socioambiental de los retiros de quebradas, de manera que se apoye el proceso de restauración y consolidación de conectores ecológicos entre los retiros de algunas quebradas y las reservas locales

1.2 Objetivos específicos del componente de monitoreos

- Realizar el monitoreo del recurso hídrico y de los trayectos de retiros de quebrada, en el corregimiento San Antonio de Prado del municipio de Medellín, de acuerdo con las directrices trazadas en la agenda ambiental y en la cuarta fase de monitoreo de quebradas.

- Evaluar la calidad del agua de las principales quebradas del corregimiento de San Antonio de Prado, en los sitios determinados en la fase anterior, en las 18 microcuencas establecidas, de acuerdo con las directrices técnicas y los alcances establecidos en la quinta fase.

- Continuar con el ajuste de las ecuaciones de índices de calidad de aguas bajo las dos metodologías propuestas y desarrolladas en la fase anterior.

- Realizar la caracterización ambiental y monitoreo del estado de cobertura e intervención de las zonas de retiro aledañas a los sitios de muestreo de calidad de agua.

- Continuar el proceso de monitoreo de la calidad ambiental de los relictos de bosques y estados sucesionales del corregimiento, de acuerdo con las directrices de la fase anterior.

- Realizar el monitoreo del estado ambiental de los humedales y sitios de movimientos en masa, de acuerdo con las directrices y metodologías establecidas en las fases anteriores.

- Articular el programa de seguimiento y monitoreo de los recursos naturales a la implementación de los planes, programas y proyectos ambientales identificados en el PAAL del corregimiento.

2. ALCANCES

2.1 Monitoreo del agua

Con la ejecución de este proyecto se da continuidad al proceso de generación de conocimiento sobre el estado ambiental del agua en el corregimiento en lo que respecta a la

calidad; así como al monitoreo del grado de contaminación o sanidad y los problemas ambientales asociados a la calidad del bien. Se identifican las causas principales que generan los estados de deterioro encontrados durante la ejecución de la evaluación de la calidad y se proponen algunas alternativas de solución.

Se hacen muestreos de aguas para identificar el grado de contaminación en las partes altas, medias y bajas de las quebradas, de manera que permita conocer su calidad con relación al posible uso y se hacen recomendaciones para mejorar la situación.

Estos análisis se llevan a cabo sobre las 18 microcuencas contempladas en la fase anterior. Las quebradas La Manguala, La Jacinta, La Chorrera o Larga (de La Verde), La Zulia y La Despensa, La Limona cuentan con 4 sitios de muestreo o más, El Indio con 1 y las demás tendrán 3, para un total de 60 sitios de muestreo. En algunos otros sitios de estas quebradas y de otras no contempladas en los términos iniciales se realizaron monitoreos de parámetros como OD, % de saturación de OD, pH, Temperatura, Conductividad eléctrica, Sólidos disueltos totales, todos medidos directamente en campo.

Los muestreos se realizaron sobre las siguientes Quebradas básicas:

La Despensa, La Sorbetana, La Manguala, La Limona, La Zorrita, La Jacinta, La Cañadita, La Barro Azul (o Barba Azul), La Isabela, La Zulia (la Verde o La Honda), La Popala, El Coco o Macana, Chorrera o Larga (en El Salado), La Candela, Larga o Arenera (en La Verde), La Cabuyala y El Indio. Adicionalmente se realizaron muestreos en un afluente de La Larga en Yarumalito, y se complementó la información con los muestreos derivados de las fuentes asociadas a las reservas del norte (quebradas La Astillera y La Guapante), así como con la Doña María misma en su arte alta y media.

Se avanzó en el ajuste la ecuación de ICASAP y en las curvas para determinar los valores de calidad para cada parámetro contemplado en la ecuación.

2.2 Sitios de muestreo

Los sitios de muestreo de las 18 quebradas básicas, están determinados por las coordenadas y ubicaciones que aparecen en la tabla 1, con base en la fase de monitoreo del agua y retiros de quebradas de 2013, pero un listado competo y actualizado para 2015 puede verse en la tabla 4 y en el anexo II-3.

Tabla 1. Ubicación de los sitios de muestreo de aguas en San Antonio de Prado en 2015

TRAMO DE QUEBRADA	Coord. Magna Sirgas		ALTURA (m.s.n.m.)
	COORD X	COORD Y	
AFLUENTE DE LARGA EL SALADO	822.129	1.177.901	2125
BARRO AZUL - ALTA	824.028	1.176.010	2114
BARRO AZUL - MEDIA	824.341	1.176.061	2039
BARRO AZUL -BAJA	824.804	1.176.563	1877
CABUYALA ALTA ALCANTARILLA	824.934	1.175.081	1972
CABUYALA - MEDIA	825.595	1.175.179	1866
CABUYALA -BAJA	827.444	1.175.098	1669
CANDELA - ALTA	822.648	1.176.818	2183
CANDELA - MEDIA	823.146	1.177.783	2026
CANDELA -BAJA	824.138	1.178.054	1876
CAÑADITA - ALTA	823.910	1.175.617	2174
CAÑADITA - MEDIA	824.083	1.175.522	2122
CAÑADITA -BAJA	824.297	1.175.266	2054
DESPENSA - ALTA	822.640	1.175.899	2260
DESPENSA - MEDIA ALTA	823.090	1.176.523	2112
DESPENSA - MEDIA BAJA	823.687	1.176.995	1967
DESPENSA -BAJA	824.678	1.177.036	1850
DOÑA MARÍA (LAS PLAYAS)	823.914	1.178.512	1895
INDIO MEDIA	826.946	1.177.148	1855
ISABELA - ALTA	827.548	1.177.030	1904
ISABELA - MEDIA	827.054	1.176.664	1761
ISABELA -BAJA	827.070	1.176.132	1707
JACINTA - ALTA	824.760	1.174.907	2035
JACINTA - MEDIA ALTA	826.650	1.174.711	1761
JACINTA - MEDIA BAJA	825.698	1.174.668	1886
JACINTA -BAJA	827.285	1.174.731	1688
LARGA (EL SALADO) - ALTA	821.239	1.177.193	2300

TRAMO DE QUEBRADA	Coord. Magna Sirgas		ALTURA (m.s.n.m.)
	COORD X	COORD Y	
LARGA (EL SALADO) - MEDIA	822.016	1.177.854	2132
LARGA (EL SALADO) -BAJA	823.561	1.178.947	1920
LARGA (LA VERDE) - ALTA	826.607	1.177.158	2100
LARGA (LA VERDE) - MEDIA ALTA BR DER	826.568	1.177.570	1915
LARGA (LA VERDE) - MEDIA ALTA BR IZQ	826.617	1.177.542	1909
LARGA (LA VERDE) - MEDIA BAJA	826.673	1.177.034	1830
LARGA (LA VERDE) 68	826.634	1.176.763	1787
LARGA (LA VERDE) 69	826.542	1.177.644	1945
LARGA (LA VERDE) -BAJA	826.467	1.176.531	1751
LIMONA 1 - ALTA	824.142	1.174.778	2110
LIMONA 2 - ALTA	824.161	1.174.348	2130
LIMONA - MEDIA ALTA	825.232	1.174.462	1932
LIMONA - MEDIA BAJA	825.967	1.174.464	1843
LIMONA - MEDIA BAJA 2	825.983	1.174.460	1843
LIMONA - MEDIA BAJA 3	825.954	1.174.463	1848
LIMONA -BAJA	827.572	1.174.815	1673
MACANA - ALTA	823.630	1.176.340	2128
MACANA - MEDIA	824.020	1.176.525	2010
MACANA -BAJA	824.747	1.176.706	1841
MANGUALA - ALTA	823.323	1.174.776	2260
MANGUALA - MEDIA ALTA	824.226	1.175.260	2061
MANGUALA - MEDIA BAJA	824.756	1.175.419	1972
MANGUALA MEDIA BAJA2 (CHISPERO)	824.620	1.175.315	1992
MANGUALA -BAJA	827.367	1.175.416	1678
POPALA - ALTA	827.882	1.176.509	1909
POPALA - MEDIA	827.500	1.176.094	1791
POPALA -BAJA	827.359	1.175.832	1722
SORBETANA -ALTA	825.058	1.179.224	2036
SORBETANA - MEDIA	824.516	1.179.329	1905
SORBETANA -BAJA	823.933	1.178.565	2344
ZORRITA - ALTA	823.398	1.175.356	2321

TRAMO DE QUEBRADA	Coord. Magna Sirgas		ALTURA (m.s.n.m.)
	COORD X	COORD Y	
ZORRITA - MEDIA	823.908	1.175.302	2126
ZORRITA -BAJA	824.211	1.175.271	2074
ZULIA ALTA POS NUEVA BOC	826.841	1.177.911	1993
ZULIA - ALTA	826.873	1.177.995	2026
ZULIA - MEDIA ALTA	826.765	1.177.331	1879
ZULIA - MEDIA BAJA	826.841	1.176.815	1775
ZULIA -BAJA	826.822	1.176.221	1725

2.3 Población beneficiada

La población directamente beneficiada son los habitantes del corregimiento que viven en las áreas correspondientes a las 18 microcuencas evaluadas, así como los habitantes que se sirven de las aguas de las quebradas monitoreadas, lo cual corresponde a más del 90% de la población corregimental, es decir, cerca de 100.000 habitantes.

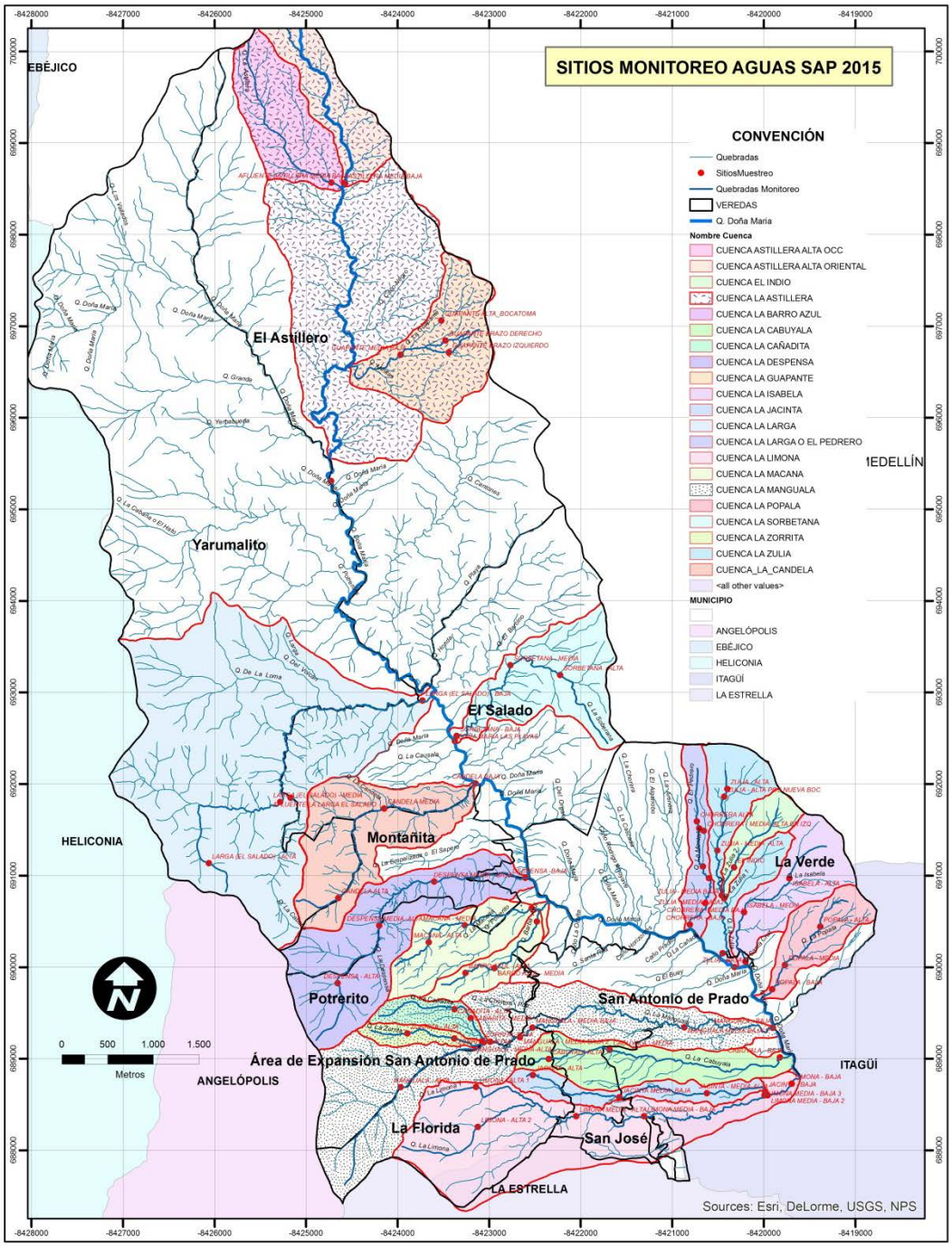
Indirectamente se benefician todos los demás habitantes del corregimiento, resto de Medellín y sur del Valle de Aburrá, debido a que en un futuro cercano podrán disfrutar de una mayor oferta de agua menos contaminada y retiros de quebradas en mejor estado, lo que repercutirá en un ambiente general más sano para el disfrute recreativo, educativo, investigativo o para el uso directo de sus bienes y servicios ecosistémicos, siempre que se asuman las recomendaciones.

3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

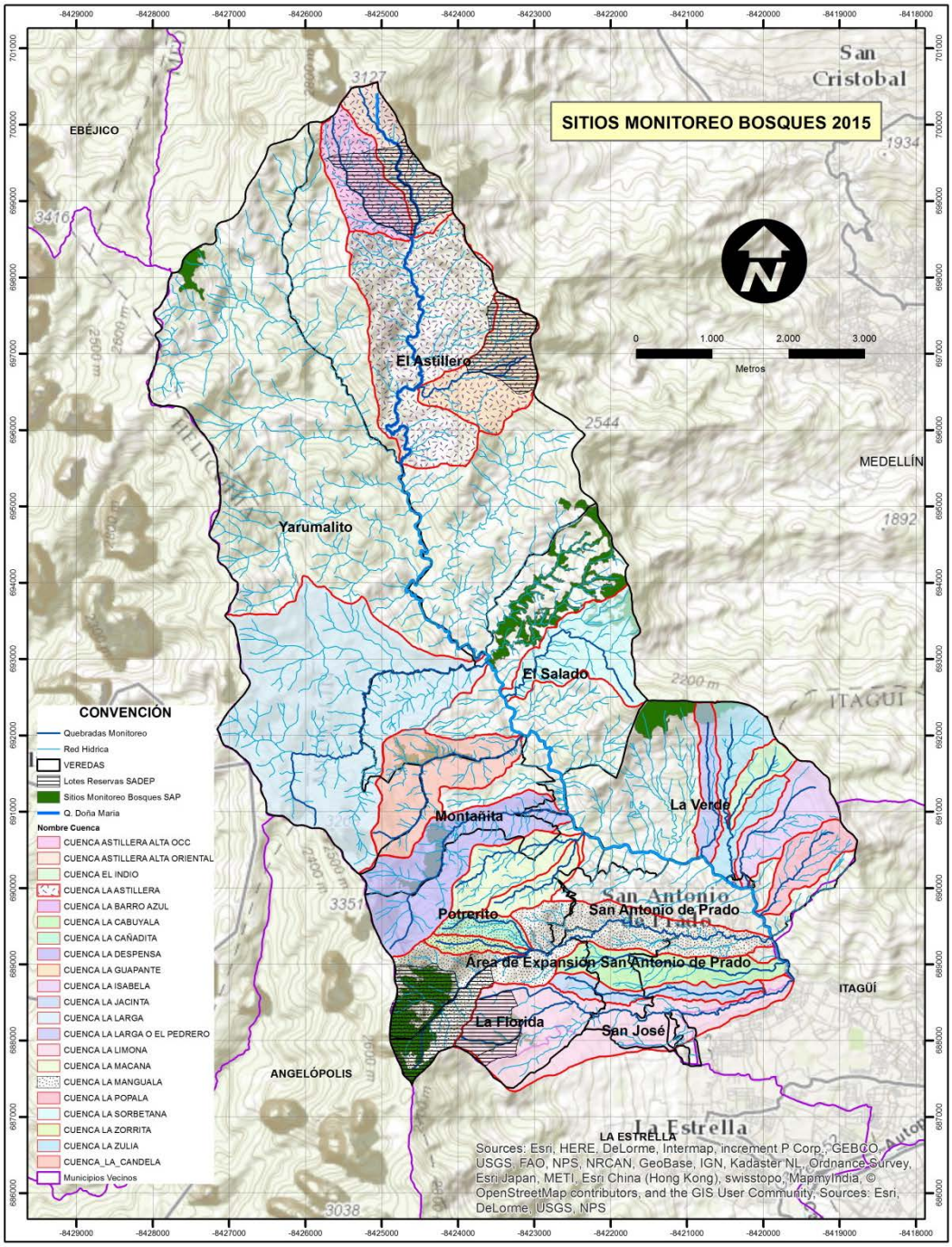
3.1 Área del estudio

El área de manejo y estudio lo constituye el corregimiento de San Antonio de Prado en el área rural y urbana, específicamente en las zonas de interés ambiental adquiridas por el municipio de Medellín con fines de conservación en las partes altas de las cuencas abastecedoras de agua para acueductos veredales (7 predios o reservas) y en las cuencas que han sido objeto de monitoreo en las fases anteriores (18 quebradas de igual número de cuencas), pero además en las zonas o relictos de coberturas boscosas establecidas en la

fase anterior de monitoreo del estado ambiental de bosques las cuales se encuentra dispersas por todo el corregimiento (véase mapas 2), al igual que los sitios de movimientos en masa y humedales presentes en todas las veredas.



Mapa 1. Área de estudio y cuencas bajo monitoreo de aguas y retiros de quebradas en SAP-2015



Mapa 2. Área de estudio y relictos de monitoreo de bosques y estados sucesionales en SAP-2015

3.2 Marco de planeación para el desarrollo del proyecto

El PAAL de San Antonio de Prado está compuesto por 8 líneas estratégicas, fundamentadas en el Perfil Ambiental Corregimental. Estas 8 líneas estratégicas se nutren con 29 programas y 88 proyectos priorizados a lo largo de los 12 años del Plan. En el gráfico 1 se aprecia un resumen de las líneas estratégicas del PAAL y la ubicación del actual programa y proyecto.

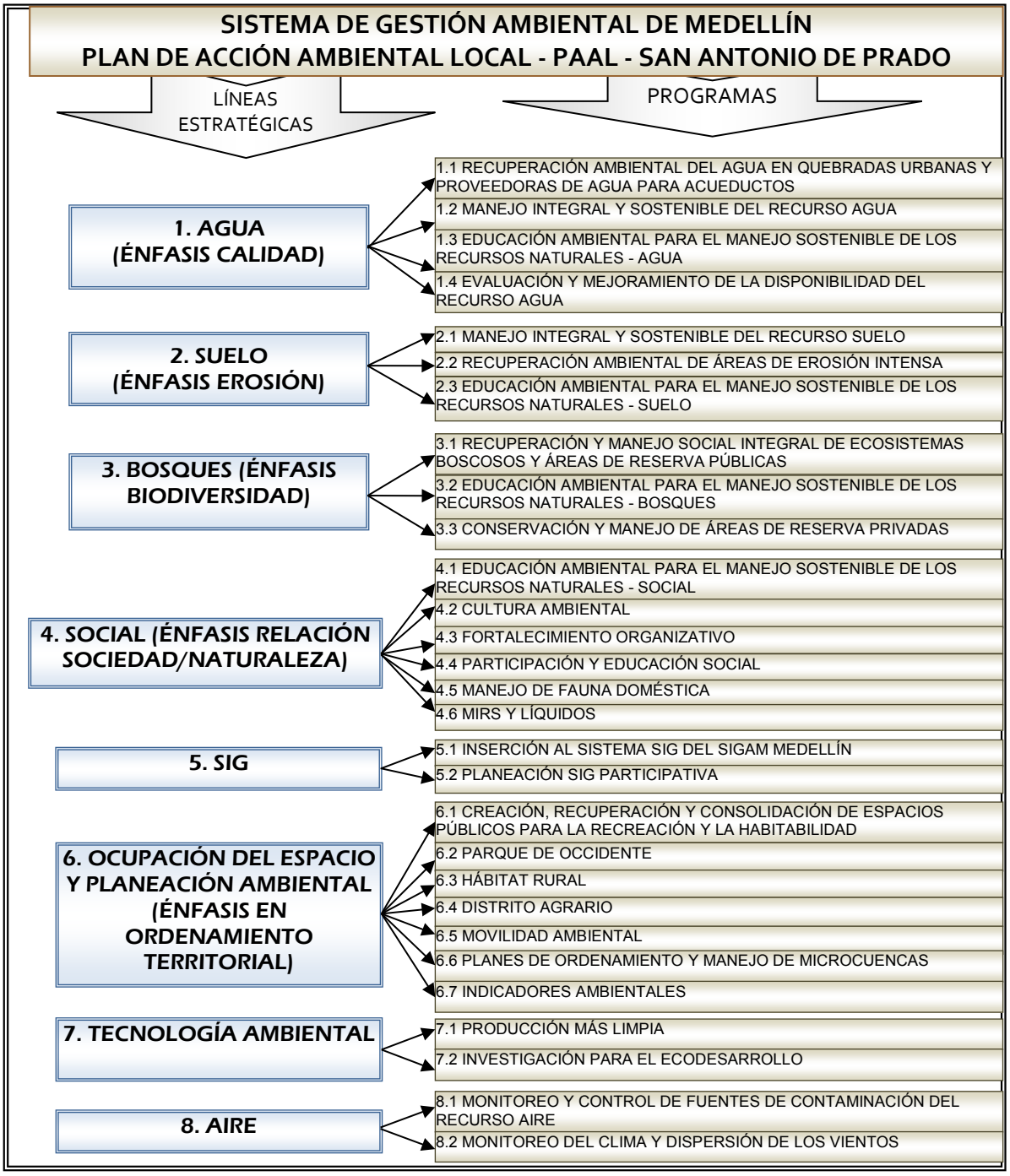


Gráfico 1. Líneas Estratégicas y programas del PAAL SAP 2007-2019. (Tomado de "Agenda Ambiental Local para San Antonio de Prado y Bases para la Implementación del Sistema de Gestión Ambiental Corregimental". 2007. SMAM.)

El presente proyecto, en su línea de reservas, está contemplado como un desarrollo de la **línea estratégica** BOSQUES (ÉNFASIS BIODIVERSIDAD) del Plan de Acción Ambiental Local (PAAL) de San Antonio de Prado, en su **Programa**: RECUPERACIÓN Y MANEJO SOCIAL INTEGRAL DE ECOSISTEMAS BOSCOSOS Y ÁREAS DE RESERVA PÚBLICAS, **Componente:** Entrega en administración, a organizaciones comunitarias locales, del 50 - 100% de los predios adquiridos en áreas de nacimientos y cabeceras, **Proyecto**: BRC-2 : Fortalecimiento y capacitación administrativa de áreas de reserva a 5 organizaciones (Acueductos comunitarios, JACs, ONG locales); el cual a su vez se relaciona con el PAM de Medellín así: Estrategia 1: Aprovechamiento responsable y endógeno de recursos naturales y ecosistemas estratégicos , Programa 1-1: Gestión integral de microcuencas, Proyectos 1-1-1 Identificación, caracterización y protección de nacimientos, zonas de recarga y acuíferos. Programa 1-2: GESTIÓN INTEGRAL DE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS Y ÁREAS VERDES, Proyecto 1-2-2: Administración, aprovechamiento sostenible, recuperación, conservación y mantenimiento de ecosistemas estratégicos, proyecto 1-2-4 Recuperación, conservación y mantenimiento de áreas verdes, zonas de importancia ambiental y redes ecológicas

Así mismo se relaciona con la **Línea Estratégica** BOSQUES (ÉNFASIS BIODIVERSIDAD del citado PAAL en su **Programa**: RECUPERACIÓN Y MANEJO SOCIAL INTEGRAL DE ECOSISTEMAS BOSCOSOS Y ÁREAS DE RESERVA PÚBLICAS; **Componente:** Uso sostenible de la biodiversidad; **Proyecto** BRU-2: Establecimiento de corredores biológicos; el cual está relacionado con el PAM de Medellín así: Estrategia 1: Aprovechamiento responsable y endógeno de recursos naturales y ecosistemas estratégicos. Programa 1-1: Gestión integral de microcuencas, Proyecto 1-1-1 Identificación, caracterización y protección de nacimientos, zonas de recarga y acuíferos; y con la Estrategia 6: GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL Y REGIONAL, Programa 6-2 MEDELLÍN EN LA REGIÓN, Proyecto 6-2-2 Articulación a Planes Regionales de Manejo de Ecosistemas estratégicos, Proyecto 6-2-6 Articulación a la educación, formación e investigación ambiental regional

En la misma línea, del citado PAAL, también se relaciona con el **Programa**: EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS NATURALES; **Componente:** Investigación y Formación para el manejo integral de los bosques andinos; **Proyecto** BEI-1 : Manejo de áreas de conservación; el cual está relacionado con el PAM de Medellín así: Estrategia 1: Aprovechamiento responsable y endógeno de recursos naturales y ecosistemas estratégicos; Programa 1-2: GESTIÓN INTEGRAL DE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS Y ÁREAS VERDES, proyecto 1-2-2 Administración, aprovechamiento sostenible, recuperación, conservación y mantenimiento de ecosistemas estratégicos ,

Proyecto 1-2-3 Sensibilización y educación sobre la importancia de los ecosistemas estratégicos.

Y finalmente está relacionado con la **Línea**: OCUPACIÓN DEL ESPACIO Y PLANEACIÓN AMBIENTAL (ÉNFASIS EN ORDENAMIENTO TERRITORIAL) del PAAL, en su **Programa**: PARQUE DE OCCIDENTE; **Componente:** Consolidar el parque regional de occidente; **Proyecto** OPC-1: Creación y consolidación del área corregimental inserta en el Parque de Occidente que se relaciona con el PAM así: Estrategia 1: Aprovechamiento responsable y endógeno de recursos naturales y ecosistemas estratégicos, Programa 1-2: GESTIÓN INTEGRAL DE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS Y ÁREAS VERDES, Proyecto 1-2-2: Administración, aprovechamiento sostenible, recuperación, conservación y mantenimiento de ecosistemas estratégicos, Proyecto 1-2-4 Recuperación, conservación y mantenimiento de áreas verdes, zonas de importancia ambiental y redes ecológicas.

Igualmente su componente de monitoreo se enmarca en la línea estratégica 1: "Agua (Énfasis en calidad)", programa: "Recuperación Ambiental del Agua en Quebradas Urbanas y Proveedoras de Agua para Acueductos" con sus proyectos PAAL ARM-1: "*Monitoreo de la calidad del agua en quebradas*", ARM-2: "*Monitoreo del estado de los retiros de quebradas*"; y en la línea estratégica 3: "Bosques (Énfasis en Biodiversidad)", programa: "Recuperación y Manejo Social Integral de Ecosistemas Boscosos y Áreas de Reserva Públicas" con su proyecto PAAL BRM-1: "*Monitoreo de áreas boscosas nativas*". A su vez está muy relacionado con los proyectos de la línea estratégica 4: "Social (Énfasis en la relación Sociedad/Naturaleza").

En el marco de este proceso de consolidación del SIGAM, el municipio ha elaborado un sistema de indicadores ambientales en el cual "se reconoce que el análisis de la sostenibilidad se debe realizar con el apoyo de instrumentos que permitan el monitoreo de los recursos naturales, su evaluación y comunicación sobre sus avances y tendencias, con el fin de reorientarla en los procesos de planeación" (SMAM, 2006). El actual proyecto está ubicado en esta línea de acción del SIGAM y se convierte en una implementación real del propósito de mantener un monitoreo constante en algunos bienes y servicios ambientales de la ciudad y sus localidades

Estos proyectos PAAL se encuentran a su vez sustentados en las estrategias, programas y proyectos del Plan Ambiental de Medellín, que gestiona el SIGAM de Medellín, referenciados en el PAALSAP (Secretaría del Medio Ambiente de Medellín, Agenda Ambiental de San Antonio de Prado, 2006), así como en el Plan de Desarrollo de Medellín.

El actual proyecto corresponde a la quinta fase del programa de monitoreo de calidad ambiental del agua y retiros de quebradas en el corregimiento y a la tercera de movimientos en masa y bosques, y segunda de humedales.

4. METODOLOGÍA

Para el caso del agua, la metodología implementada se basó en las directrices definidas por el estudio de monitoreo de 2013-2014.

Los pocos ajustes introducidos se describen en los capítulos respectivos, así mismo los sitios nuevos de monitoreo.

Para 2015 se realizaron muestreos complementarios de bioindicación con mayor detalle y rigor técnico.

Para los demás componentes la metodología sigue los criterios de las fases anteriores.

En síntesis la metodología general está trazada así:

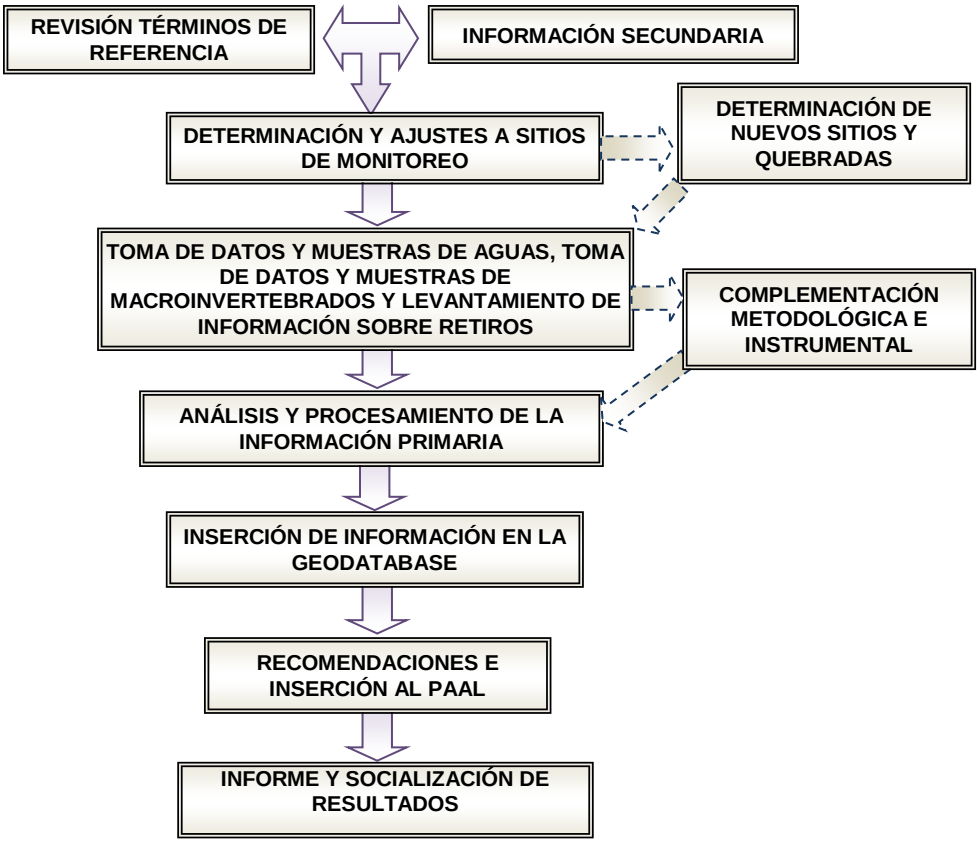


Gráfico 2. Proceso de monitoreo del recurso agua en SAP, 2015

Para el caso de los monitoreos de relictos de bosques y estados sucesionales, se siguió la metodología establecida en el proyecto de monitoreo de 2008 y complementado para 2015, tal como se explica en el capítulo respectivo. En movimientos en masa se siguió la metodología de 2013 al igual que para humedales.

4.1 Recopilación de información secundaria

Se acopió y procesó la información precedente sobre el estado de los recursos monitoreados, de acuerdo con los resultados presentados en la Agenda Ambiental Corregimental 2007, y los proyectos de monitoreo anteriores en especial el estudio de

2013-2014 que incorporó todos los anteriores en cuanto a sus monitoreos de la calidad del agua y retiros, la cual sirvió de base comparativa en cuanto a los resultados obtenidos en 2015. Toda eta información puede observarse en los capítulos respectivos al tratarse cada tema específico.

Igual tratamiento se realizó para el caso de los monitoreos de bosques y estados sucesionales, movimientos en masa y humedales.

4.2 Recolección y análisis de información primaria

Se procedió al levantamiento de información primaria correspondiente al monitoreo de la calidad de aguas en las 18 quebradas planteadas en los términos de referencia; se hizo lo mismo con los tramos de retiro correspondientes y adicionalmente se realizaron toma de datos directamente en campo, en cerca de 8-12 sitios más, para los parámetros de pH, O.D., % de O.D. Disuelto, C.E., T.S.D., O.R.P. estos datos fueron tomados mediante el instrumento Hanna HI 9828, debidamente calibrado y con verificación de Integridad de datos, los demás parámetros fueron obtenidos a partir de las muestras radicadas en el laboratorio de aguas de Corantioquia, el cual está certificado.

6.2.1 Agua

Este bien fue evaluado en 18 quebradas básicas durante el desarrollo del proyecto de monitoreo de recursos naturales en San Antonio de Prado, 2013-2014, estudio que ajustó la metodología para la evaluación del agua (calidad) y de los retiros de quebradas (intervención de retiros en tramos).

En el actual proyecto, se mantuvieron los sitios de muestreo establecidos en la fase anterior y se agregaron 8 sitios más, en 5 cuencas, 2 de las cuales son nuevas. En estos sitios se generó la línea base para los parámetros a los que se alude en el numeral 6.2. Pero igualmente no se realizó monitoreo fisicoquímico y de macroinvertebrados en 2 sitios (Zorrita alta y Jacinta alta) debido a que sus cauces se encontraban secos al momento de muestreo. Así mismo se realizaron muestreos iniciales en dos nuevas fuentes: la Guapante y La Astillera, incluyendo 6 sitios nuevos. Estas dos cuencas son estratégicas porque sus partes altas son actualmente reservas públicas y su función es la conservación para proveer BSA.

En total se evaluaron 68 sitios de calidad de aguas (de los 60 inicialmente planteados en los términos de referencia, lo cual se constituye en un aporte adicional a las contrapartidas concertadas inicialmente), sin incluir los sitios en las fuentes asociadas a las reservas del norte del corregimiento (6 sitios).

Los nuevos sitios, adicionales a los concertados están definidos por las coordenadas que aparecen en la tabla 2.

Tabla 2. Sitios adicionales de muestreo de aguas en algunos parámetros en San Antonio de Prado, 2015

TRAMO DE QUEBRADA	COORD X	COORD Y	ALTURA (m.s.n.m.)
ZULIA MEDIA BAJA 2	826.807	1.176.853	1.783
DOÑA MARÍA MEDIA BAJA (LA VERDE)	826.949	1.176.074	
MANGUALA - MEDIA-BAJA 3 (COMPARTIR)	826.406	1.175.421	1.778
ASTILLERA MEDIA ALTA	822.725	1.184.519	2.437
AFLUENTE DE ASTILLERA	822.574	1.184.535	2.476
GUAPANTE MEDIA BAJA	823.326	1.182.679	2.315
GUAPANTE BOCATOMA	823.784	1.183.055	2.463
AFLUENTE 1 GUAPANTE	823.851	1.182.705	2.429
AFLUENTE 2 GUAPANTE	823.811	1.182.833	2.427
AFLUENTE 1 GUAPANTE (BOC. CASA)	823.938	1.182.663	2.443

De manera preliminar se establecieron en oficina los puntos de muestreo y mediante visitas de campo se ajustaron o corroboraron los sitios de acuerdo con la mejor conveniencia para las actividades de monitoreo. Los sitios nuevos fueron georreferenciados y ubicados de manera definitiva en el mapa, junto con los sitios generados al construir la línea base de los nuevos sitios en las quebradas asociadas a las reservas y los que el conveniante ejecutor adicionó por su cuenta (ver tabla 2).

El mismo día de la toma de muestras de aguas o durante visitas posteriores, se hizo la evaluación de los tramos de retiro de quebradas en una longitud de 50 - 100 metros arriba y abajo de cada sitio de muestreo y a ambos lados de la corriente. En total fueron 68 trayectos evaluados en detalle (de 60 trayectos inicialmente contemplados) en 19 quebradas (de 18

inicialmente contempladas) y cerca de 6,5 kilómetros de retiros a cada lado de las corrientes.

Una vez obtenidos los resultados se aplicaron los criterios de calificación establecidos en la Agenda Ambiental Corregimental y especialmente en la fase anterior de monitoreo y se analizaron de manera absoluta (línea base) para los nuevos sitios y de manera absoluta y comparativa para los ya establecidos.

Los resultados finales fueron integrados a la geodatabase del SIGAME y mapificados.

Finalmente se procedió a realizar las recomendaciones que permiten insertarse en el PAAL, mejorar las condiciones ambientales de estas quebradas y facilitar la gestión para su manejo, desde la perspectiva de gestión de los proyectos del PAAL en particular y del SIGAM en general.

Por último se socializan los resultados obtenidos en el escenario de la Mesa Ambiental, con el fin de mantener informada y sensibilizada a la comunidad y de estimular la participación social e institucional en la solución de los problemas encontrados, en la mitigación de los impactos ambientales generados por actividades productivas y asentamientos humanos, y en resumen para estimular la participación comunitaria, institucional y empresarial en el manejo sostenible de este recurso en particular y de estos ecosistemas acuáticos en general, con enfoque de cuencas.

4.2.1.1 Articulación del proyecto de monitoreo a la formulación de planes, programas y proyectos ambientales del PAAL corregimental

Al igual que en el monitoreo anterior, una vez terminados los análisis, se generaron recomendaciones y se establecerán las rutas más convenientes para gestionar el manejo adecuado de los problemas y potencialidades, desde el ámbito de los programas y proyectos del PAAL. Se establecieron así las rutas de articulación entre estos monitoreos y los desarrollos de otros proyectos considerados en el PAAL.

Con la estrategia de articulación al PAAL, se busca lograr su objeto principal, pero además contribuir a la solución de la problemática diagnosticada durante los monitoreos ambientales. Así mismo se pretende que los procesos de monitoreo señalen pautas para corregir tendencias negativas e insostenibles en la construcción del territorio, en su uso y

manejo, y que indiquen la manera como potenciar las tendencias positivas generadas por la realización de algunos proyectos y prácticas de manejo establecidas en el PAAL o en acciones privadas.

Elaboración y publicación del documento final

A partir de los resultados obtenidos se produjo el documento final, complementado con una memoria fotográfica y digital de fácil consulta por parte de técnicos, tomadores de decisiones y ciudadanía en general.

Además de las copias digitales básicas se editan 70 DVD, con la memoria del proyecto (sin incluir el componente SIG -Geodatabase-), los cuales son entregados preferiblemente a organizaciones comunitarias locales como acueductos comunitarios, JACs, Instituciones educativas y empresas privadas que se relacionen directamente con el uso y manejo de estos recursos naturales o que impactan sobre ellos y además se hace entrega a los participantes en la Mesa Ambiental e instituciones públicas.

Estos documentos no sólo servirán a estas organizaciones como material de consulta y referencia, sino que además podrán sensibilizar a una gran parte de la población, organizaciones y empresas locales, con respecto al estado actual de los recursos naturales del corregimiento y la necesidad de insertarse en el proceso de manejo sostenible del ambiente local y regional, preferiblemente por la vía del SIGAM y la Mesa Ambiental con su OAL.

Socialización y divulgación de los resultados

El propósito de esta actividad es difundir entre los funcionarios de la Secretaría del Medio Ambiente, CARs, los actores del SIGAM y la comunidad en general, la información obtenida con el desarrollo del proyecto. Para ello se realiza un evento en el corregimiento, en el marco de la Mesa Ambiental, con invitación especial a los actores institucionales.

5. MONITOREO DEL ESTADO AMBIENTAL AGUA EN LAS QUEBRADAS BÁSICAS

El programa de monitoreo ambiental en San Antonio de Prado puede considerarse como un ejemplo pionero en la región, por su concepción de integrar el desarrollo sostenible local con el desarrollo de la ciudad y la región bajo alianzas público-comunitarias: el corregimiento visualiza y reconoce los impactos ambientales y los beneficios que genera el territorio y su

relación con territorios lejanos, y trata de incidir al respecto llevando un control sobre el estado de sus recursos que pueden impactar aguas abajo, incluso aunque está esté por fuera de su jurisdicción.

A pesar de la importancia de este programa, desde la perspectiva institucional no se manifiesta un compromiso correspondiente con los esfuerzos locales, al punto que la financiación siempre ha dependido de fondos que asigna el programa de PP y apoyos de organizaciones locales; pero cuando se suspenden los recursos de PP el municipio no asigna recursos ordinarios para garantizar la continuidad. Esta situación lo ha mantenido en un entorno de mucha vulnerabilidad. No obstante hasta ahora ha podido realizarse en niveles aceptables, dando por resultado una base informativa y diagnostica vital para el corregimiento, algunos de cuyos datos se presentan a continuación.

Para facilitar la consulta del lector se ha seguido durante este informe un formato similar al presentado en el informe de 2013-2014, incorporando la nueva información y contrastándola con la de los años anteriores.

5.1 Generalidades sobre la cuenca Doña María y el bien hídrico en San Antonio de Prado

La Doña María es una de las cuencas más grandes y caudalosas entre las tributarias del río Aburrá y es la cuenca a cuyo cauce principal vierten las 18 quebradas básicas (más tres adicionales) incluidas en el programa de monitoreo ambiental de calidad del agua y de los retiros de quebradas en SAP.

> *"La Doña María nace en el Alto del Padre Amaya (normalmente se considera como sitio de nacimiento el Alto de Canoas) y recorre el corregimiento de norte a sur, cruzando luego el municipio de Itagüí antes de desembocar al río Aburrá. A esta tributan directamente más de 90 microcuencas (La Manguala, La Despensa, La Limona, La Cabuyala, La Cajones, El Barcino, La Zulia, La Astillera, La Larga, La Piedra Gorda, La Isabela, La Popala, La Zorrita, La Guapante, etc.), todas jóvenes, con fuertes pendientes, alta rugosidad y recorridos cortos."* (SMAM, Monitoreo de los recursos suelo y bosques en San Antonio de Prado", 2008)

De las 21 quebradas consideradas en este monitoreo de 2015, 12 quebradas nacen en la formación orográfica llamada Cuchilla del Romeral, vertiente hacia el Río Aburrá (La Limona, La Manguala, La Jacinta, La Cabuyala, La Candela, La Barro Azul, La Cañadita, La Zorrita,

La Macana o El Coco, La Despensa, La Larga del Salado-Yarumalito y su afluente) y 8 en la formación del Barcino, vertiente hacia La Doña María, (La Popala, La Isabela, La Zulia, La Larga de la Verde o Chorrera, La Sorbetana, El Indio, Guapante y Astillera), la restante es la Doña María en sí misma.



Fotos 1 a 3. Vista panorámica de la parte alta, media y baja de la cuenca Doña María. En la parte alta y Media de esta cuenca se ubican todas las microcuencas y sitios incluidos en este estudio (tomado de SMAM, y Pro Romeral, 2014)

En el mapa 1 y en las fotos satelitales 2, 3, 4 y 5 puede observarse la conformación de la red hidrológica del corregimiento en la zona centro y sur y así como las cuencas involucradas en las actividades de evaluación de la calidad del agua durante 2015.

De acuerdo con el estudio de monitoreo de 2009:

La cuenca Doña María se encuentra localizada al occidente del Valle de Aburrá. Limita al occidente con los municipios de Heliconia y Angelópolis, al oriente con el corregimiento de Altavista, al norte con los corregimientos San Cristóbal y Palmitas y al sur con los municipios de Itagüí y La Estrella. La parte de la cuenca perteneciente a Medellín, se encuentra en jurisdicción del corregimiento de San Antonio de Prado.

La parte de la cuenca correspondiente a San Antonio de Prado tiene un área de 6061 ha, siendo la cuenca de mayor extensión del municipio de Medellín, de ésta área, 5602 ha (92.4%) se encuentra en suelo rural, 372,8 ha (6.1%) es suelo urbano y el restante 1.4% es área de expansión (Actualización red hídrica, 2006).

El área completa de la cuenca, incluyendo lo correspondiente a San Antonio de Prado, La Estrella e Itagüí es de 71,4 Km^2 (SMAM y Pro Romeral, Monitoreo del recurso hídrico en San Antonio de Prado", 2009)

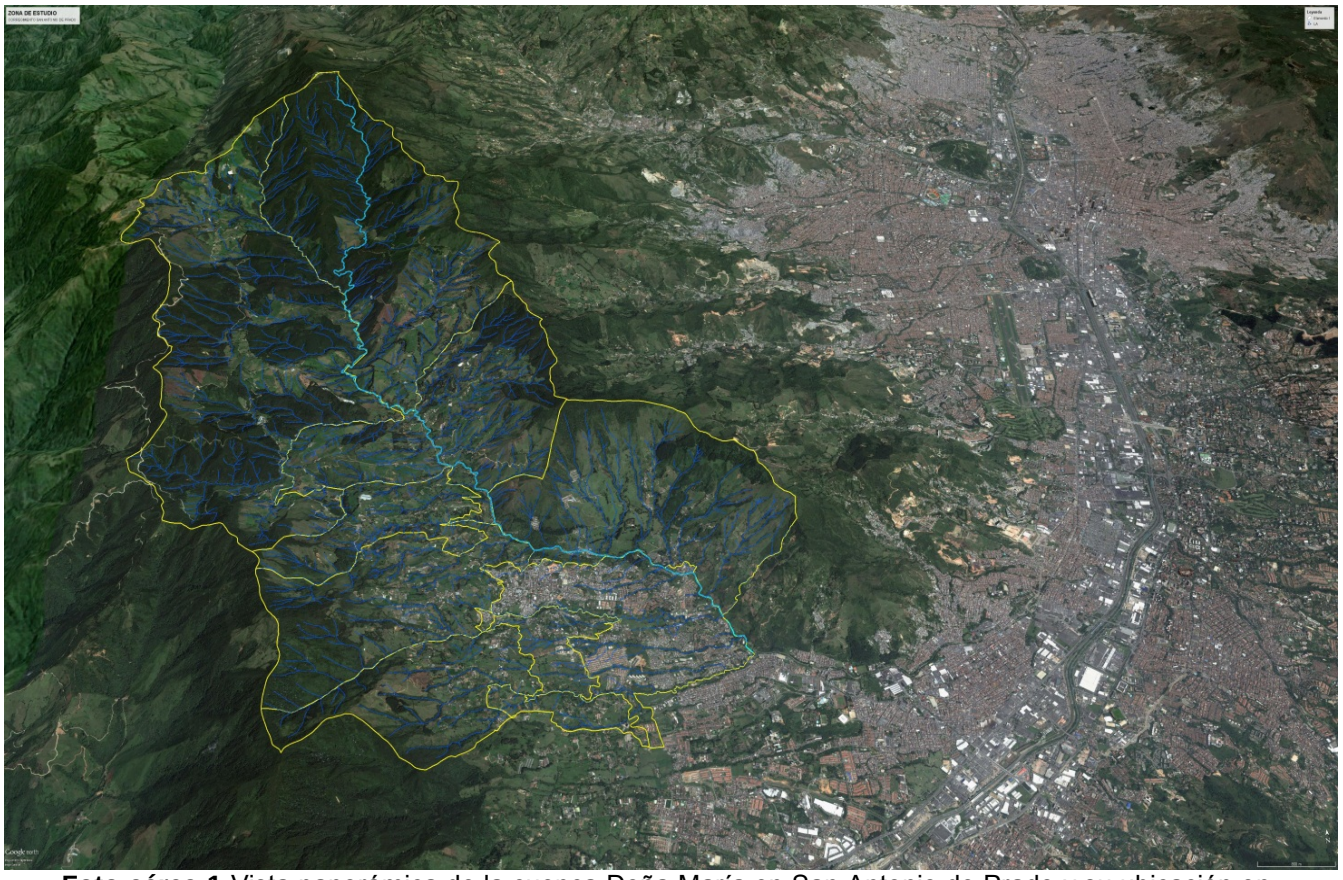


Foto aérea 1 Vista panorámica de la cuenca Doña María en San Antonio de Prado y su ubicación en el contexto del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

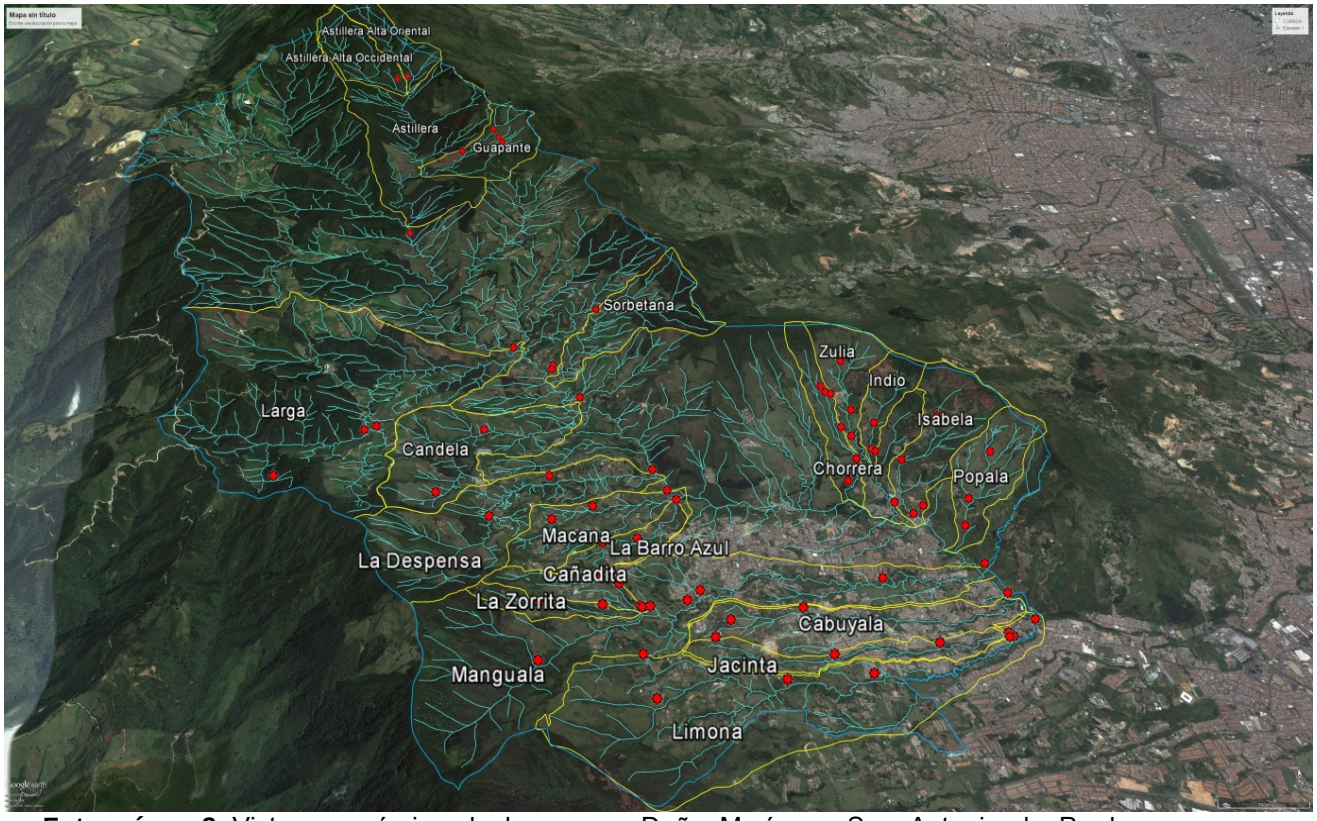


Foto aérea 2 Vista panorámica de la cuenca Doña María en San Antonio de Prado, cuencas monitoreadas y sitios de muestreo en 2015.

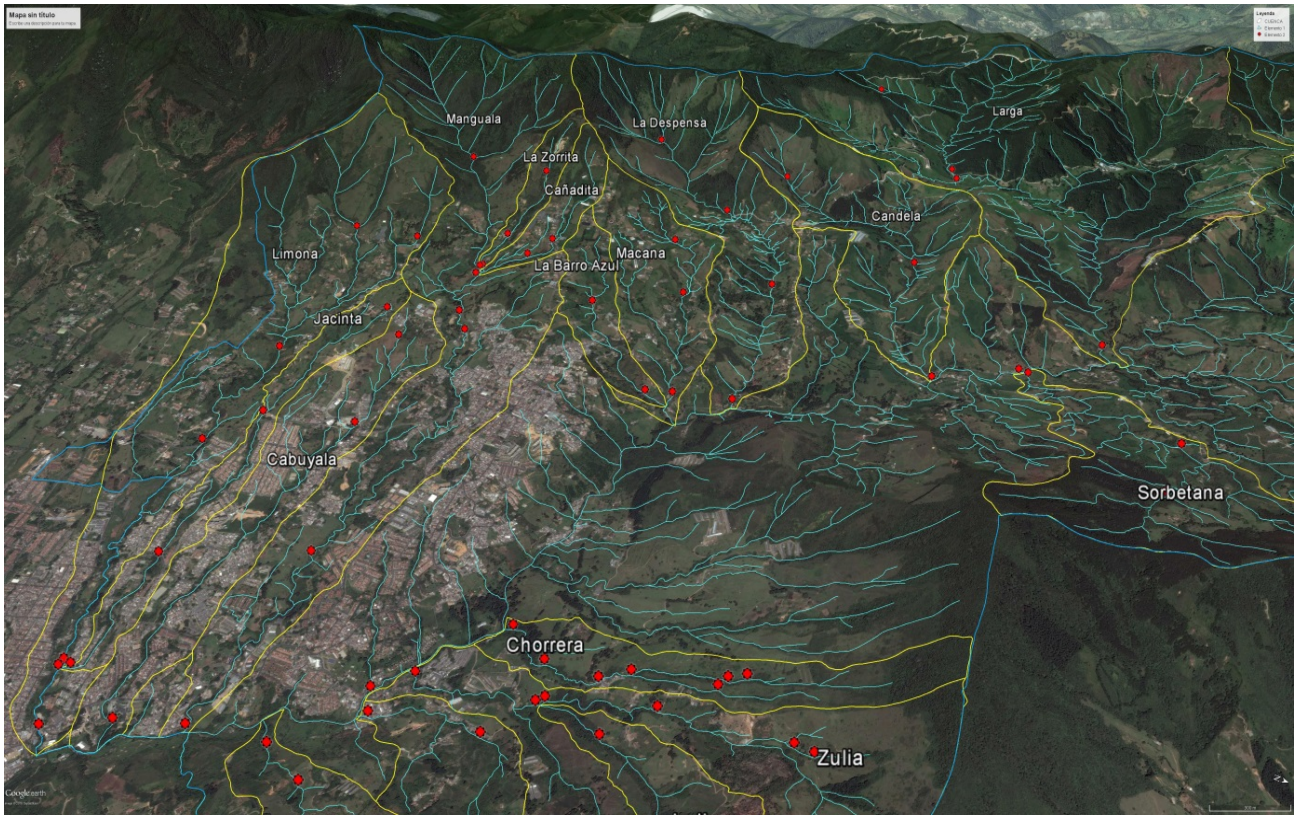


Foto aérea 3. Vista panorámica de los sitios de monitoreo en las subcuencas de la Doña María en su vertiente occidental

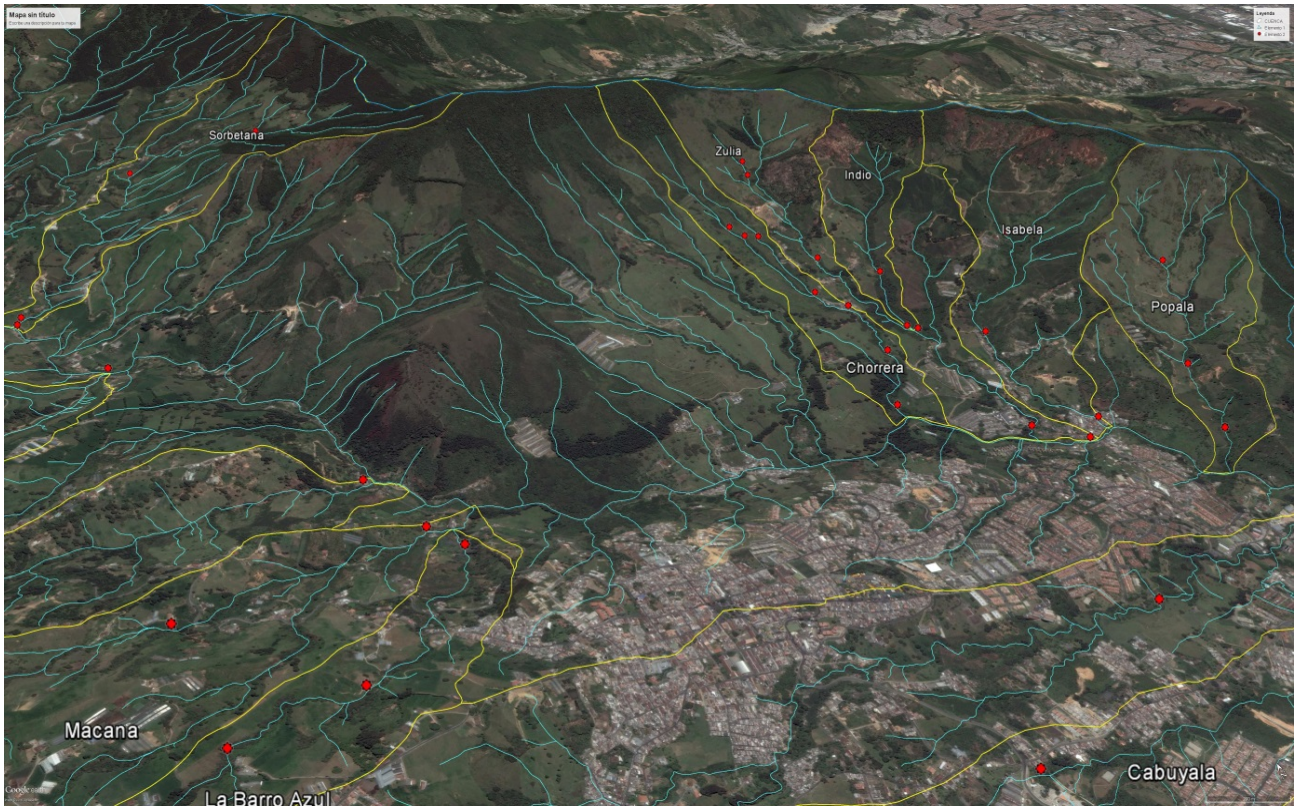


Foto aérea 4 Vista panorámica de los sitios de monitoreo en las subcuencas de la Doña María en Su vertiente oriental sur

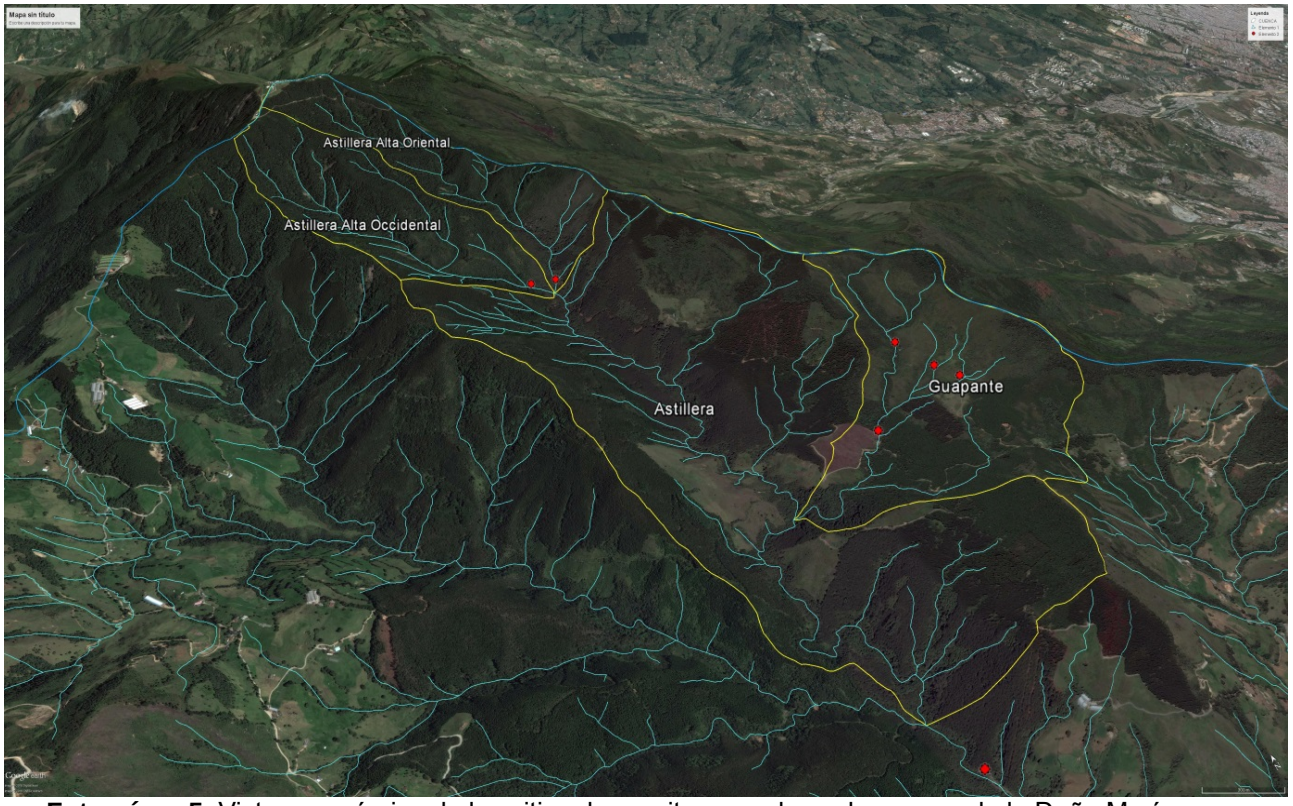


Foto aérea 5. Vista panorámica de los sitios de monitoreo en las subcuencas de la Doña María en su vertiente nororiental

5.2 Aspectos hidrológicos y morfométricos de la cuenca principal y las quebradas afluentes

En los estudios anteriores de formulación de la Agenda Ambiental y de monitoreos de recursos naturales (SMAM y Pro Romeral, 2007, 2008, 2009, 2012 y 2014), se realiza una completa descripción de la cuenca Doña María y sus cuencas tributarias objeto de monitoreo en el corregimiento. Estas informaciones incluyen las características morfológicas y morfométricas y además compendian y actualizan la información sobre una gran cantidad de parámetros relacionados con las cuencas y con las quebradas principales. Se recomienda consultar estos estudios para obtener mayor información en este tema.

Durante 2015 se han complementado los cálculos y mediciones y se ha agregado información de nuevas microcuencas incluidas en el estudio, tal como aparece en la tabla 3, en particular frente a las características morfológicas y morfométricas.

Tabla 3 Características morfométricas de algunos afluentes y cuencas de la Doña María en San Antonio de Prado monitoreadas en 2015

Microcuenca	Área (Ha)	Perímetro (m)	Longitud de la corriente principal (m)	Cota nacimiento	Cota Desembocadura	Largo de la cuenca (m)	Ancho máximo(m)	Altura máxima de la cuenca (msnm)	Índice de Compacidad	Pendiente de la cuenca (S) (%)	Densidad de drenaje (km/km^2)	Número de orden
LA DESPENSA	221	8.126	3.806	2.705	1.800	2.957	1.242	2.740	1,45	22,27	4,48	2
LA SORBETANA	142	6.701	2.754	2.375	1.875	1.888	1.574	2.405	1,48	14,92	5,84	3
LA LIMONA	360	10.421	5.409	2.550	1.622	4.500	1.430	2.600	1.54	17,81	5.63	3
LA MANGUALA	404	13.278	6.600	2.710	1.646	5.145	1.556	2.795	1,79	16,03	3,49	4
LA JACINTA	56	6.435	2.958	2.014	1.660	2.831	370	2.058		11,0	6,70	3
EL BUEY	19	3.028	1.307	1.880	1.695	1.361	468	1.915	1,96	12,22	7,74	2
LA CAÑADITA	34	3.055	1.497	2.445	1.648	1.320	338	2.505	1,48	52,18	8,83	3
LA ZORRITA	23	2.991	1.344	2.490	2.040	1.376	268	2.555	1,76	30,09	6,43	2
LA LARGA (Yarumalito	659	12.863	5.270	2.540	1.890	3.600	3.742	2.575	1,41	10,11	6,53	4
LA LARGA O CHORRERA (La Verde)	51	4.764	1.997	2.105	1.705	1.982	402	2.340	1,42	16,79	5,11	4
LA POPALA	67	4.146	1.658	2.080	1.662	1.600	637	2.186	1,35	20,16	6,90	3
LA ISABELA	93	4.934	1.963	2.060	1.685	1.812	940	2.205	1,18	15,2	6,52	3
LA CABUYALA	111	6.833	3.254	2.010	1.634	3.043	556	2.050	1,87	11,0	14,29	3
LA BARRO AZUL	41	3.705	1.659	2.150	1.815	1.604	356	2.225	1,62	18,08	6,26	3
LA ZULIA	145	6.352	2.591	2.120	1.690	2.318	1.320	2.320	1,37	13,54	5,64	3
LA MACANA O EL COCO	132,8	5.050	2.133	2.210	1.815	2.050	1.000	2.395	1.21	17,5	7,07	4
LA CANDELA	175,5	6.840	3.120	2.350	1.860	2.460	1.282	2.475	1,46	18,27	8,15	4
EL INDIO	37.19	3.278	1.200	2040	1.765	1265	500	2.320	1,52	22,02	5,86	2
ASTILLERA	217	6.147	2.308	3.105	2.369	2.060	1.320	3.105	1,18	23,96	6,11	5
GUAPANTE	88	4.820	1.750	2.660	2.240	1.300	1.340	2.660	1,45	17,43	6,09	4

Basado en Estudio de Monitoreo del Agua de San Antonio de Prado, 2012 y 2013, complementado en 2015

5.3 Uso y manejo del agua en perspectiva socioeconómica y ambiental en el corregimiento

En los estudios de monitoreo anteriores se han dejado establecidos tanto diagnósticos sobre el estado presente del agua como sobre las causas de los daños detectados, así como sobre las características culturales y tecnológicas relacionadas con el uso y manejo del bien y con sus implicaciones sobre los sistemas productivos, pero también sobre el sistema natural y los procesos de expansionismo urbano.

La mayoría de las reflexiones y observaciones realizadas siguen teniendo vigencia actualmente; pero de la misma manera, y en la medida en que los daños causados ponen de manifiesto, de manera más dramática, los efectos sobre la salud humana, animal y ambiental, así como sobre las limitaciones a los procesos productivos agropecuarios y sobre el creciente urbanismo, poniendo en riesgo incluso importantes proyectos económicos como los de varias urbanizaciones que no tienen garantizado el suministro del agua, en esa misma manera se acrecienta la conciencia sobre la necesidad de racionalizar el uso del bien, el manejo de los ecosistemas que garantizan su provisión y los espacios asociados a los retiros de quebradas que aseguran espacios para la recreación y la estabilidad ambiental del territorio.

Se reitera sobre el caso más inesperado (desde la visión de los planificadores y urbanistas), que es la limitación manifiesta que están imponiendo los ecosistemas locales al exacerbado proceso urbanístico, pues ahora “se hacen más evidentes las limitaciones que impone la carencia del agua en actividades productivas y en procesos de expansionismo urbano, como los actuales en la zona de plan parcial de La Florida en donde algunas nuevas urbanizaciones (apenas planteadas en diseños y con contratos de ventas listos) tienen problemas de suministro debido por un lado a que los acueductos (Vergel Centro y Manantial) no tiene la capacidad instalada para atender cerca de 1.500 viviendas nuevas, pero además debido a que las fuentes hídricas ya han copado su capacidad ambiental y legal de suministro (en muchos casos esta capacidad se rebasa en épocas de sequía, cuando no se respeta el caudal ecológico causando graves daños, algunas veces irreversibles, sobre la fauna de las corrientes” (SMAM y Pro Romeral, 2014).

Durante 2015 se presentaron algunos eventos que corroboran la tendencia descrita y otros que son nuevos y que en todo caso ocasionaron impactos en la calidad del agua de las quebradas objeto de monitoreo en este año.

Durante el monitoreo de este año pudo constatarse que la mayoría de sitios desmejoraron la calidad ambiental del agua con relación a 2013-2014.

Los pocos sitios que mejoraron la calidad presentaron causales relacionadas con las gestiones que adelantaron las organizaciones locales y la Mesa Ambiental para que se hiciera control de vertimientos puntuales, pero también se relacionó con la leve mejora en el estado de algunos retiros y claramente con la adquisición de predios para restauración y conservación por parte del municipio de Medellín. Las mejorías se hacen evidente en sectores de La Jacinta, La Limona, La Chorrera, Larga del Salado y Sorbetana.

En los sitios que desmejoraron su calidad, las causas se relacionan con nuevos vertimientos puntuales de elevada magnitud o incremento en sitios con vertimientos identificados anteriormente. La falta de control (a pesar de las denuncias) sobre los vertimientos puntuales en varios sitios que habían sido determinados como críticos en el monitoreo anterior, incitó a algunos propietarios a incrementar los vertimientos (especialmente de marraneras) que impactaron fuertemente algunos tramos de quebradas, igual sucede con algunos sitios que están recibiendo descargas directas de aguas residuales domésticas, incluyendo nuevas urbanizaciones y viviendas, implicando directamente a EPM, como proveedor del servicio de alcantarillado. A partir de este año se incrementan los sitios críticos asociados a proceso de producción agroindustrial y urbanístico (p.e. en La Sorbetana, La Zulia, La Larga, entre otras).

En concordancia con este fenómeno de contaminación acrecentada, han disminuido los sitios donde se presentaron peces y cangrejos como bioindicadores de buena calidad.

Ha de reiterarse que la mayoría de daños pueden prevenirse con el oportuno control público por parte de la alcaldía y las CAR, pero la debilidad o carencia absoluta en esta actividad ha determinado que se mantengan e incluso se incrementen los daños ambientales que pudieron ser evitados.

En años anteriores se demostró que el control oportuno generaba una incipiente conciencia ambiental y ayudaba en la consolidación de una cultura ambiental con relación al agua y los ecosistemas, tal como se evidenciaron algunos sectores en quebradas como La Cañadita, La Zorrita, La Macana, La Zulia, La Manguala y Limona altas, entre otras, que cada vez mejoran más su calidad ambiental y el entorno. Pero durante 2015 se evidenció un retroceso importante, correlacionado con la falta del ejercicio público del control ambiental, en la mayoría de cuencas y quebradas tal como se aprecia en el gráfico 3. En casi todos los casos se han establecido focos de contaminación por vertimientos puntuales que no han

sido controlados ni visitados por las autoridades, lo que ha generado que se incrementen, a pesar de las denuncias comunitarias.

Si bien a nivel local la Mesa Ambiental y algunas organizaciones locales han desempeñado un papel clave al servir de soporte y apoyo en pro de multiplicar la incidencia de las denuncias que la comunidad realiza tímidamente por el temor a represalias, y en esa medida la denuncia formal realizada por esta forma organizativa resulta ser de utilidad para el cumplimiento del papel del estado (principalmente de las autoridades ambientales). Pero la respuesta estatal no es equivalente a los esfuerzos comunitarios, cuyas voluntades en gran parte se nutren del programa permanente de monitoreo ambiental que ha permitido socializar el estado actual y sensibilizar sobre la urgente necesidad de control y restauración. La evidente debilidad estatal y su desidia constante logran fortalecer no sólo las acciones infractoras, sino que desestimula el compromiso ciudadano por contribuir en la defensa ambiental, tal como lo obliga la constitución.

De acuerdo con el estudio de monitoreo de 2013-2014, "…el programa de monitoreo ha servido de base técnica para la gestión de iniciativas de mejoramiento ambiental como el apoyo a la reconversión agrotecnológica, la construcción de alcantarillados, y propuestas como la construcción de alcantarillados no convencionales o de pequeñas plantas de tratamiento en pequeños centralidades que hacen inviable económicamente la construcción de redes colectoras y técnicamente imposibilitan la construcción de tanques sépticos, tal es el caso de sitios críticos como la centralidad de Montañita, sectores como María Auxiliadora, Las Coles, Las Camelias, entre otros".

En 2015 se ha mantenido la flagrante contravención en cuanto a vertimiento de aguas residuales provenientes de viviendas y sectores enteros que están destruyendo varias corrientes hasta su desembocadura en La Doña María. La situación es más grave cuando se tiene en cuenta que algunos sectores corresponden a urbanizaciones nuevas que deben planificarse en cumplimiento del rigor ambiental. En otras ocasiones, barrios o sectores completos de barrios antiguos vierten sus aguas residuales a las quebradas cercanas, las cuales se convierten en cloacas abiertas, perdiendo las posibilidades que representan sus retiros para constituir parques lineales, como en el caso de La Cabuyala, El Buey, que son afectadas desde sus partes altas, u otras como La Limona, La Manguala, La Jacinta, La Chorrera o Larga en La Verde, La Isabela que son afectadas en sus partes medias y bajas, todo lo cual ocurre a pesar de que existen soluciones técnicas fáciles de llevar a cabo como el control oportuno, los alcantarillados no convencionales u otras que aunque más costosas es indispensable implementarlas como la reubicación de viviendas y sectores enteros en alto riesgo que carecen de alcantarillados.

En la zona rural se presentan casos cuya solución es fácil de lograr: simplemente el control a vertimientos puntuales de actividades porcícolas y establos que no implementan acciones de reconversión agrotecnológica; pero la autoridad ambiental no está obligándolos a cumplir la norma y de esta manera fuentes que hace 3 años eran limpias y ofertaban servicios ambientales en abundancia y además soportaban muy buena biodiversidad, ahora son poco menos que cloacas, tal es el caso de la Zulia y La Popala, entre otros. Y se teme que lo mismo vaya a ocurrir a partir de este año en la Sorbetana, donde en su parte baja está estableciéndose un proyecto agroindustrial potencialmente muy contaminante del aire y el agua, sin que al parecer la autoridad ambiental o la alcaldía hagan control respectivo.

De igual manera en la zona rural, los tanques sépticos mantienen su problemática relacionada con el deficiente manejo, pues no se les hace mantenimiento y con ello realizan vertimientos directos, lo cual resulta ser peor que los anteriores pozos en tierra (aunque estos últimos tienen el riesgo de generar movimientos en masa). Sin embargo el aumento progresivo de conciencia y formación sobre este tema a los propietarios ha dado por resultado que recientemente se ha establecido una red ambiental de economía social y solidaria en el corregimiento con enfoque empresarial que entre otras líneas de acción se encargará de prestar los servicios de mantenimiento de tanques sépticos en la localidad y se espera que esto contribuya al mejoramiento de la calidad ambiental del agua en muchas quebradas en el corto plazo.

Tal como se ha expresado desde estudios anteriores, la disponibilidad de agua limpia para las centralidades urbanas está determinada por el buen uso que se dé al agua en las zonas rurales y particularmente en las partes altas de las cuencas, y en esa medida la escasez estacional y crónica del agua se debe en gran parte tanto a la contaminación como a los despilfarros en el uso aguas arriba en algunos predios que no controlan técnicamente los riegos en cultivos, mantienen bebederos en potreros con corriente continua, sin reguladores, realizan riegos excesivos de excretas líquidas, no hacen control a tuberías rotas ni aíslan los retiros. Bajo este punto de vista a nivel de planificación estratégica del territorio no debería (a diferencia de lo que se hace actualmente y desde hace décadas) aislarse la relación urbano-rural, dando excesiva prelación a las inversiones en las zonas urbanas a costa del deterioro de los BSA en la zona rural que se ve obligada en parte a degradar el medio ambiente para ser más competitivo económicamente.

Es evidente entonces que el estado es una fuerza determinante en la conservación y mejoramiento de la calidad ambiental de los territorios, no sólo por la posibilidad legal de ejercer control, sino por la elevada capacidad de inversión. Así por ejemplo, el buen manejo

de los retiros y la garantía de la disponibilidad del agua depende en gran parte de la toma de decisiones de política pública tendientes a la conservación y manejo sostenible de los BSA de la ciudad, lo cual implica no sólo un eficaz control, sino además el establecimiento de subsidios, el pago por servicios ambientales y la adquisición de predios con destino a la conservación, lo cual en el caso local, se traduce en el fortalecimiento y apoyo a los programas y proyectos contemplados en el PAAL, pues resultan ser los más eficientes en lograr estos objetivos de conservación y uso sostenible del territorio.

La débil y extemporánea actuación para corregir las causas de la degradación ambiental está acelerando la cercanía a los límites al crecimiento urbanístico que están marcados por la capacidad de carga ambiental del territorio: varios nuevos proyectos urbanísticos que están ofertando viviendas en los sectores con aprobación de planes parciales se han visto con serias limitantes relacionadas con el suministro de agua debido a que las fuentes principales cercanas a la zona urbana, La Manguala y La Limona, ya no están en capacidad de abastecer más usuarios y los acueductos comunitarios tiene serias limitaciones para abastecer un flujo tan grande de demanda; pero además si lo hacen tendrán que servirse del caudal ecológico, destruyendo el ecosistema hídrico y contraviniendo la norma, como ocurre en épocas de sequía desde hace varios años y en varias quebradas, implicando no sólo a acueductos comunitarios, sino al de EPM y a empresas pecuarias (incluyendo trucheras).

La estrategia de adquisición de predios en las partes altas de las cuencas proveedoras de agua para acueductos es correcta, pero se ha implementado no sólo tardíamente en algunos casos, sino que se desarrolla de manera muy tímida con relación a lo requerido y con lo que dictamina la norma, pues si acaso los municipios más grandes económicamente solo están invirtiendo el 20 - 30% de lo que les exige la ley, por ejemplo en el caso de Medellín la norma dicta que debería estar invirtiendo en adquisición de predios, actividades de mantenimiento de los predios adquiridos y en pago por servicios ambientales por lo menos 21.000 millones de pesos al año, (mínimo el 1% de los ingresos corrientes anuales), pero en realidad invierte en esos rubros sólo una fracción de lo exigido por la norma, lo cual no garantiza la estabilidad ambiental de la ciudad y la región, pero tampoco la estabilidad en la localidad que parece que va a tener que entrar en la dinámica de ciudad, haciéndose dependiente de la provisión de servicios y bienes que se proveen muy lejos, pudiendo ser autosuficiente a menores costos económicos, ambientales y sociales.

De todas maneras la estrategia de adquisición y cuidado de predios para la conservación sólo empezará a mostrar sus efectos benéficos a una escala notable dentro de unos 10 o 20 años, cuando los bosques y procesos sucesionales estén consolidados.

Ya desde los informes anteriores se ha recalcado que es urgente aumentar la intensidad de las adquisiciones de predios con fines de restauración ecológica y conservación para la provisión de servicios ambientales en todas las cuencas proveedoras de agua actualmente e incluir aquellas que se serán las futuras abastecedoras. Cuencas como La Manguala y La Limona deben ser adquiridas en su parte alta, pues el proceso fue suspendido desde hace varios años, en particular en La Manguala y por lo tanto no fue terminado. La Despensa y varias cuencas en la vereda La Verde y El Salado, así como en perspectiva de mediano plazo cuencas como La Candela, La Larga de Yarumalito y la alta Doña María tanto en Yarumalito como en Astilleros, también deben adquirirse o establecer los pagos por servicios ambientales de manera que puedan competir con actividades económicas alternativas como la ganadería, pues de ellas dependerá la estabilidad futura de la zona urbana de San Antonio de Prado y la permanencia productiva rural del corregimiento. El PSA es quizá la mejor estrategia para garantizar la provisión segura y estable de los servicios ambientales del territorio y la ciudad, así como del área metropolitana en su conjunto.

Se recuerda que en lo atinente a los usos tradicionales del agua en el corregimiento, el estudio de monitoreo, 2008, realiza una amplia descripción de la situación, por lo cual se recomienda su consulta en aspectos como los usos del agua en el corregimiento, las fuentes abastecedoras de agua, los principales sistemas abastecedores, sistemas de captación, y los sistemas de tratamiento de aguas residuales, etc.

La Mesa Ambiental de San Antonio de Prado y Pro Romeral en 2012 realizaron un estudio de identificación de humedales y corrientes hídricas que no sólo sirven como reguladoras de caudales, sino que son espacios de mantenimiento de la biodiversidad, pero desde entonces se constata la pérdida de humedales en las zonas de expansión urbana, especialmente en aquella que cuenta con planes parciales aprobados, debido a que los nuevos proyectos urbanísticos están drenando los humedales mediante un abatimiento del nivel freático con profundos filtros y proceden luego al llenado de las bateas para construir infraestructura, a pesar de los altos riesgos que esto implica para la estabilidad de las construcciones que con frecuencia se ven agrietadas debido a que los terrenos van cediendo subsuperficialmente a causa de las corrientes y flujos internos, pero además causan impactos ambientales acelerando la pérdida de corrientes más abajo, que antes se abastecían de estos cuerpos.

En el último año el establecimiento de proyectos industriales, escombreras y centros de rehabilitación están introduciendo un nuevo factor que aumenta el riesgo de daños

ambientales en algunas cuencas como la alta Doña María, La Sorbetana, La Despensa, La Manguala, entre otras.

5.4 Estado del agua en las quebradas estudiadas

En 2015 se encontró que la tendencia a mejorar la calidad del agua en algunas cuencas se mantiene con relación a los años anteriores (especialmente en las partes altas de estas quebradas), pero igualmente en otras quebradas se ha visto un deterioro en la calidad, originado en vertimientos puntuales que no han contado con el control oportuno por parte de la autoridad ambiental.

La mayor parte del deterioro en la calidad del agua obedeció al vertimiento de aguas residuales agropecuarias y domésticas y a la acumulación de contaminantes desde las partes medias y en ocasiones desde las altas. Pero también hubo influencia por erosión de suelos (en particular en La Zorrita alta, donde se presentan movimientos en masa que aún no se controlan, pero este fenómeno está presente en otras cuencas), por disposición de basuras y escombros en algunos casos y por actividades agroindustriales.

En 8 casos las partes altas de las quebradas presentan regular calidad (Macana, Candela, Despensa media-alta, Cañadita, Jacinta media alta, La Barro Azul, Isabela) por estar invadidos sus retiros y recibir influencia de actividades pecuarias, e incluso un sitio presenta muy mala calidad (Cabuyala). Lo anterior ocurre a pesar de que algunas de estas quebradas son utilizadas para suministro de agua para uso doméstico y animal aguas abajo, e incluso en varios casos sus aguas son tomadas por acueductos comunitarios, algunos de los cuales no tiene planta de tratamiento, lo que agrava más la situación.

En contraste aquellas quebradas que han contado con adquisición de predios para proteger las partes altas de las cuencas proveedoras de agua a acueductos veredales, muestran una evidente mejoría, en especial debido a que los predios están siendo manejados y administrado para su conservación y oferta de servicios ambientales. En esta misma perspectiva se presentan algunos pocos casos de predios privados que han optado por la conservación voluntaria con notables beneficios para la comunidad y las cuencas proveedoras, como en la Manguala, La Despensa, La Zorrita, La Cañadita y La Sorbetana, pero esto les está implicando tantos costos y ningún beneficio económico que en algunos casos están abandonando su compromiso por la conservación debido a que no se han cumplido por parte del estado las promesas de pagos por servicios ambientales y las

estrategias implementadas por el programa Mas Bosques son consideradas como insuficientes para compensar el no uso en ganadería o agricultura. En otros varios casos los propietarios nunca han recibido apoyo de algún tipo (programa de reconversión agrotecnológica, Mas Bosques, exención de impuestos, o PSA), haciendo que estrategias de conservación lideradas por algunas organizaciones locales basadas en sensibilización y fortalecimiento de cultura ambiental vayan perdiendo acogida ante las presiones económicas.

Menos de la mitad de las partes altas de todas las quebradas evaluadas durante 2015 presentan calidades buenas o excelentes (y sólo 3 sitios presentan calidad excelente), siendo el factor más limitante la presencia de Coliformes totales y en menor medida coliformes fecales y en cuanto a retiros en las partes más altas (zonas de nacimientos) que deberían estar en un estado muy bueno o por lo menos bueno, cerca del 42% presentan calidades regulares o malas tanto por afectaciones de tipo natural como antrópicas (falta de coberturas arbóreas, invasión de potreros, basuras, infraestructuras y en pocos casos incluso descargas directas).

En los casos de las partes altas de quebradas que presentan calidad de agua regular, bajo la metodología ICASAP 2015, el fenómeno se asocia a contaminación por Coliformes provenientes de actividades ganaderas que no han conservado bien los retiros, y aunque las corrientes no reciban descargas puntuales directas (excepto en La Cabuyala que recibe directamente aguas residuales domésticas), la intromisión de animales en las corrientes y el lavado laminar de los potreros incide en la contaminación, pero en otras ocasiones el riego de excretas líquidas para abonar potreros o las descargas directas del lavado de establos y piaras son el factor determinante, especialmente en las partes medias. En estos sitios la conductividad eléctrica también resulta limitante bajo los criterios considerados en 2015 (objetivos de calidad para el río Aburrá, tramo 3). Otros análisis sobre este parámetro pueden encontrarse en el capítulo referente a C.E.

Tal como se ha manifestado en informes anteriores, por lo menos 3 zonas de nacimientos de quebradas monitoreadas fueron invadidas por construcciones de viviendas y obras civiles (El Buey, La Jacinta, La Cabuyala) y algunas más están en riesgo (La Cañadita, La Barro Azul, La Chorrera o Larga de La Verde), lo que resulta muy dramático para la estabilidad territorial y ambiental debido a que algunas de estas fuentes son destinadas a obtener agua para consumo humano y animal, así como actividades agrícolas e incluso recreativas, lo cual pone en gran riesgo la permanencia de estas actividades productivas aguas abajo.

Si bien durante 2015 se ha mantenido en general la presencia de basuras en algunos partes altas de quebradas, sobresalen por su magnitud las de Yarumalito dado que persisten los impactos generados por prácticas de disposición ilegal de residuos sólidos que estaban destinadas al Guacal pero que son dejadas a lo largo de los bordes de la vía que conduce a este relleno sanitario, y en menor medida por los propios habitantes de la vereda, aunque su magnitud comparativa con el anterior origen es muy baja. A partir del cierre del botadero de basuras del Guacal se espera una mejora considerable en los sitios considerados críticos.

La tendencia señalada el año anterior con relación al deterioro de las partes medias de las quebradas se ha mantenido durante 2015 como producto de la contaminación por basuras, la pérdida de los retiros protegidos y la recepción de aguas residuales de proyectos pecuarios y de viviendas que no cuentan con alcantarillado, tanques sépticos o algún otro sistema de tratamiento de aguas residuales. Los focos de contaminación anteriores se mantienen y además existe el peligro de que se incrementen en algunos sitios y se genere una pérdida del cauce en algunos sectores como la Cabuyala alta, la Jacinta alta, La Limona baja, La Sorbetana baja, la Popala media, entre otras. Focos denunciados con anterioridad aún no tienen tratamiento y control como sucede en Las Camelias que podrían contar fácilmente con sistemas de conducción o tratamiento de aguas residuales, pero no es así causando la pérdida práctica de esta fuente (La Chorrera o Larga), o como en la Popala media y la Zulia media alta, la Cabuyala alta, la Jacinta media baja y otras.

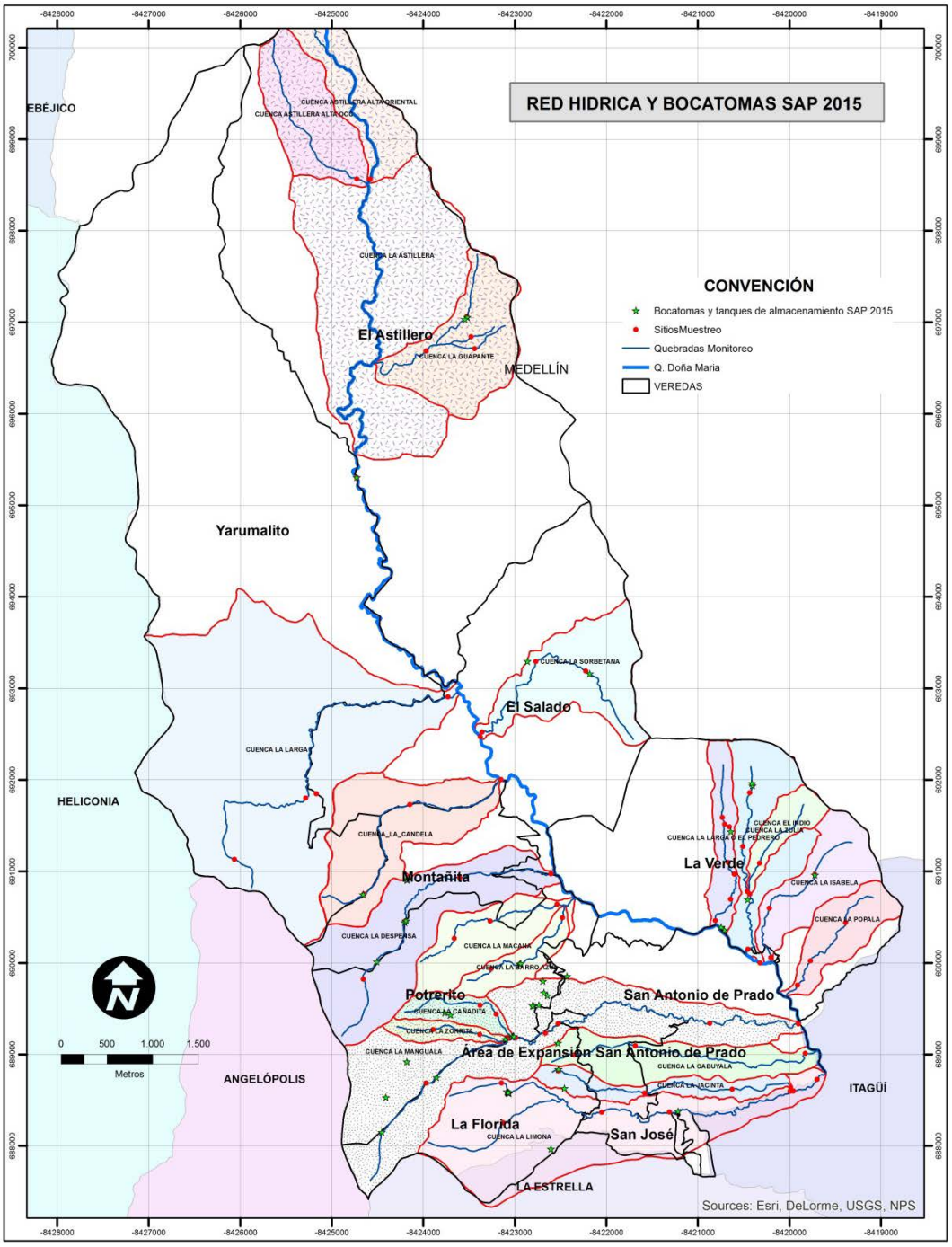
Al igual que en los años anteriores, en general la calidad de las aguas en las quebradas monitoreadas disminuye a medida que se desciende en altura, pero en algunos casos se presentan, evidencias de mejoramiento de la calidad del agua a medida que se desciende debido a la dilución al recibir afluentes limpios o aguas laminares así como por efectos de la autodepuración. Es evidente que la capacidad de resiliencia en estos ecosistemas está asociada a la elevada rugosidad y a las pendientes que mantienen un alto nivel de aireación y con ello muy buenos niveles de O.D. y de saturación de Oxígeno a lo largo de su recorrido. Esta situación muestra la importancia de mantener bajo cuidado o procesos de mejoramiento ambiental, no sólo los sectores del cauce principal de las quebradas más renombradas o habitadas del corregimiento, sino sus afluentes principales, pues la vida de las primeras depende en buena medida del buen estado de sus afluentes.

No obstante esta característica natural benéfica que incide en la autodepuración de algunas quebradas, algunos sectores reciben tal magnitud de descargas que rebasan la capacidad de resiliencia de la quebrada, sin posibilidades de recuperación hasta la desembocadura, perdiéndose una posibilidad ambiental, recreativa, educativa y de otros órdenes para la sociedad y la vida.

En prácticamente todos los casos la solución al problema no parece muy difícil técnicamente ni muy costoso económicamente e incluso en la mayoría de casos basta con realizar un control oportuno y un acompañamiento a los predios generadores del problema para obtener la solución del mismo, pero éste no se realiza lo que estimula el incremento del problema y de los impactos. Tal es el caso de algunos tramos de La Limona, La Manguala, La Jacinta, La Cabuyala, La Zulia, La Popala, La Larga o Chorrera de La Verde y en esta lista parece que se incluirá dentro poco a la Sorbetana si no se realiza un control preventivo al establecimiento de una empresa nueva en su parte baja, tal como fue denunciado por la Mesa Ambiental.

La mayoría de bocatomas de acueductos ubicadas en las partes más altas (por encima de 2300 msnm), mantienen su protección con vegetación boscosa, aunque la calidad y extensión de las mismas no siempre cumple con lo establecido por la norma. Zonas de nacimientos de quebradas como La Despensa, La Manguala, La Sorbetana, La Larga del Salado-Yarumalito, etc., presentan coberturas muy buenas en calidad y tamaño. La mayor parte con bosques nativos, y en menor medida con mezclas apropiadas de cobertura entre bosques nativos y plantaciones forestales como en La Larga del Salado-Yarumalito, La Candela y La Sorbetana; no obstante en otros casos presentan sólo pequeños retiros en bosques y rastrojos (menos de 15 metros a la redonda o de 5 metros a lo largo de cauces), seguidos por potreros algunas veces muy mal aislados que amenazan los cauces y los impactan en algún grado.

Debido a la gran cantidad de acueductos comunitarios en San Antonio de Prado (más de 20, incluyendo 6 con planta de tratamiento y el resto sin ella) y por consiguiente de sitios de bocatomas, se tomó la decisión años atrás de incluir algunos sitios relacionados con esta bocatomas, tal como se aprecia en el mapa 3.



Mapa 3. Sitios monitoreados y ubicación de bocatomas en SAP, 2015.

La estrategia de protección de estos ecosistemas, muchas veces asociados a cuencas de orden cero, mediante la adquisición de predios claves ha sido muy determinante para garantizar la oferta de servicios ambientales, especialmente el agua para acueductos veredales y en esa medida se hace un llamado a la alcaldía en relación con la urgente necesidad de adquirir más predios en las partes altas de varias quebradas que surten acueductos comunitarios como es el caso La Despensa y La Sorbetana, así como las quebradas que nacen en la vereda La Verde (La Isabela, La Larga o Chorrera, La Popala, La Zulia, El Indio, La alta Doña María, entre otras), pero igualmente en cuencas donde se inició la adquisición años atrás, pero no se continuaron a pesar de haber sido priorizadas por los estudios respectivos en cumplimiento del artículo 111 de la ley 99 de 1993, como es el caso de La Limona y Manguala.

Varias de las fuentes citadas antes presentan afectaciones en su calidad de agua, por encima de las bocatomas, debido a la intervención de sus retiros y zonas de nacimientos y a que reciben descargas directas puntuales o difusas, como sucede en las cuencas asociadas a todos los acueductos de la vereda La Verde, La Manguala, La Despensa, La Larga e incluso la alta Doña María. El mecanismo alternativo a la adquisición de predios, el pago por servicios ambientales, tampoco ha sido implementado y los pocos estímulos como la exención de pago de impuesto predial resultan claramente insuficientes lo cual mantiene acrecentada la tendencia a la degradación de las áreas que deben destinarse a la conservación y provisión de bienes y servicios ambientales locales.

La mayor parte de las zonas con conflictos de uso de la tierra y particularmente aquellas donde predominan las actividades pecuarias intensivas con riego de excretas, o sistemas de manejo agrotecnológicos no conservacionistas, y aquellos sectores influidos por asentamientos humanos concentrados, presentan los mayores daños ambientales y sus aguas son inadecuadas para el uso humano, animal y aún para el uso ambiental o recreativo. Durante 2015 el número de tramos afectados por contaminación aumentó con relación a lo encontrado en el monitoreo anterior, aumentando la crisis actual del agua y espacios públicos en el corregimiento. Entre éstas se destacan La Cañadita alta y La Macana o El Coco en Potrerito, El Buey en todo su recorrido, La Cabuyala en todo su recorrido, La Jacinta en su parte media y baja y en un sector de la parte alta, La Zulia, La Isabela y la Larga o Pedrera en La Verde, así como en menor medida La Barro Azul, La Zorrita, La Candela en la parte baja, La Manguala en su parte media baja y baja, La Limona en la parte media baja y baja, La Doña María en su parte media baja.

Tal como se señalaba en 2013, la inadecuada gestión socioambiental de las causas de contaminación y degradación de retiros están causando una evidente limitación al desarrollo

de actividades recreativas y productivas en la localidad, pero además estas limitaciones ahora se extienden a actividades que parecían inmunes como las relacionadas con la expansión urbanística en algunos sectores que cuentan con planes parciales aprobados pero que no tiene como suministrar a corto plazo el agua a las nuevas viviendas (bajo las técnicas tradicionales), a pesar de que estos sectores son recorridos por quebradas de buen caudal, pero contaminadas. Esta situación está generando un problema ambiental muy grave: algunos acueductos están tomando la totalidad del caudal en algunas fuentes y en ciertas épocas, sin dejar el caudal ecológico obligado por la normatividad, con lo cual se están iniciando procesos de extinción local de algunas especies ícticas, macroinvertebrados, plantas acuáticas y funciones ecológicas que ven rotas las posibilidades de mantener la trama de la vida en los sectores donde el agua desaparece.

Las autoridades ambientales y las de planeación, no sólo no han calculado bien la capacidad de carga, sino que no han establecido programas de control sobre las presiones de extracción de bienes en algunos ecosistemas poniendo en riesgo la biodiversidad, las funciones ecológicas y las potencialidades de muchos espacios para la educación, la recreación y la investigación, pues sin agua corriente las cuencas carecen de sentido en estos aspectos.

Complementario con el anterior aspecto, se acrecienta la tendencia estatal a invertir poco en saneamiento básico y programas de control de la erosión y contaminación ambiental como los de reconversión agrotecnológica que años atrás fueron promocionados e implementados causando impactos ambientales positivos muy fuertes en aquellos sitios donde se realizaron obras y proyectos de reconversión, tal como se señala en los estudios de monitoreo de 2012 y 2013. Y si a esto sumamos que el control a vertimientos es prácticamente nulo, se explica en gran parte porque el déficit notable en la oferta hídrica que los acueductos puedan usar en función de su calidad y con ello porque se recurre a la vía más fácil, pero ilegal de usar el caudal ecológico y secar las fuentes, en lugar de realizar un manejo sostenible de estos cuerpos de agua.

En resumen la tendencia en los últimos años (entre 2010 y 2013) al mejoramiento ambiental en cuanto a la calidad del agua en la mayoría de quebradas en San Antonio de Prado, se ha revertido en 2015, básicamente por falta de control y carencia de estímulos y apoyos a programas de saneamiento básico, reconversión agrotecnológica y cuidado de retiros.

Según el levantamiento de la información y los resultados del monitoreo en 2015, las principales fuentes de contaminación en las quebradas del corregimiento son las que tradicionalmente se han presentado, muchas de las cuales pudieron ser controladas y

evitadas mediante el ejercicio de la autoridad ambiental y mediante proyectos de estímulos y reconversión agrotecnológica y pago por servicios ambientales. Las causas de contaminación más frecuentes son:

- Vertimiento directo de aguas residuales domésticas en viviendas que carecen de sistemas de tratamiento o conducción de dichas aguas
- Vertimiento directo de aguas residuales domésticas en viviendas que poseen sistemas de tratamiento de aguas (tanques sépticos), pero que al estar mal diseñados o construidos o que al carecer de mantenimiento, descargan directamente a los cauces sin retener los sólidos hasta un nivel aceptable
- Vertimiento directo de aguas residuales de actividades pecuarias (marraneras, gallineros, establos, caballerizas, trucheras)
- Aguas cargadas de sedimentos provenientes de los procesos de erosión laminar en laderas dedicadas a ganadería de pastoreo y en menor escala a la agricultura
- Sedimentos provenientes de los movimientos en masa o socavamientos laterales en quebradas.
- Arrojo puntuales de basuras y escombros en retiros y cauces
- Carencia de aislamiento en retiros de quebradas, lo cual permite el ingreso directo de ganado a las corrientes y zonas de nacimientos.
- Descargas laminares de grandes cantidades de sedimentos y contaminantes orgánicos provenientes de las actividades de riegos de excretas líquidas en potreros en laderas, principalmente cuando se realizan en épocas de lluvias.

A pesar que desde hace muchos años viene haciéndose la solicitud a la alcaldía y entidades públicas como EPM para que establezcan soluciones a grandes focos de contaminación como los de Las Camelias en vereda La Verde, o en María Auxiliadora y barrio Los Salinas en la parte central, o en el barrio El Limonar que afecta a La Jacinta, entre otros ya citados en estudios de monitoreo anteriores, estas soluciones aún no llegan y en cambio sectores críticos se ven surgir en otras partes como en el sector de Vergel Sur parte alta que afecta a La Limona, La Florida parte baja afectando a La Cabuyala, entre otras, e incluso aparecen algunos focos potenciales como el que se presume en la parte baja de a Sorbetana con el establecimiento de un proyecto agroindustrial en la vereda El Salado, del cual no se tiene suficiente claridad, pero que ya ha afectado a los retiros de esta quebrada. Algo similar está ocurriendo con descargas puntuales provenientes del relleno sanitario El Guacal que ha producido derrames de lixiviados que alcanzan la parte alta de la Doña María, la principal fuente proveedora de agua del corregimiento.

Muchas causas de deterioro de la calidad del agua se relacionan con el deterioro de los retiros, lo cual a su vez se asocia con frecuencia a la baja cultura ambiental, tal como se aprecia en el gráfico 3. Las afectaciones mostradas en el gráfico corresponden a las presentadas en los trayectos de 50-100 metros arriba y abajo de los sitios de muestreo, tal como lo establece la metodología de IIRSAP.

Las afectaciones de retiros de quebradas presentes en 2015 son muy similares a las halladas en monitoreos anteriores: la mayoría se asocia con carencia de cobertura arbórea o boscosa, seguidas de invasión de ganadería, presencia de basuras y descargas de aguas residuales, seguidas de construcciones civiles en zonas de retiros y cauces (puentes, muros de contención, pequeñas presas, muros escalonados en cauces, bocatomas que no dejan caudal ecológico), e invasión con viviendas, seguidas de otras que tradicionalmente han mostrado poca frecuencia (ver gráficos 3 a 5).

En 2015 se presenta una clara coincidencia con 2013 en cuanto a que las actividades ganaderas con riego de excretas, las descargas directas de viviendas y urbanizaciones y los fenómenos de débil cultura ambiental son los más impactantes en las quebradas del corregimiento.

Y así mismo las soluciones reposan en la prevención y el control, acciones que se relacionan básicamente con los sistemas de manejo agrotecnológicos existentes, unido a los adecuados usos del suelo y al nivel de cultura ambiental que a su vez se asocia con el grado de sentido de pertenencia, y por lo tanto es urgente fortalecer los programas más estratégicos del PAALSAP en materia de producción sostenible, junto con los programas de saneamiento básico y un buen control por parte de las autoridades ambientales.

Durante 2015 hubo poca influencia de los movimientos en masa y otros fenómenos erosivos como socavamientos laterales sobre las quebradas, debido a la época relativamente seca en que se realizó el presente monitoreo y en general durante el año. La cuenca que mostró los mayores problemas a este respecto sigue siendo La Zorrita, una cuenca clave en la provisión de agua para consumo humano, pero que además se relaciona y vierte sus aguas a La Manguala antes de las bocatomas de los dos acueductos más grandes del corregimiento, y por eso es urgente realizar su tratamiento y manejo; pero hasta ahora las organizaciones comunitarias no han contado con los recursos económicos suficientes para abordar el tratamiento requerido en su parte alta y media y el DAGRED sólo ha realizado visitas de supervisión sin implementar soluciones.

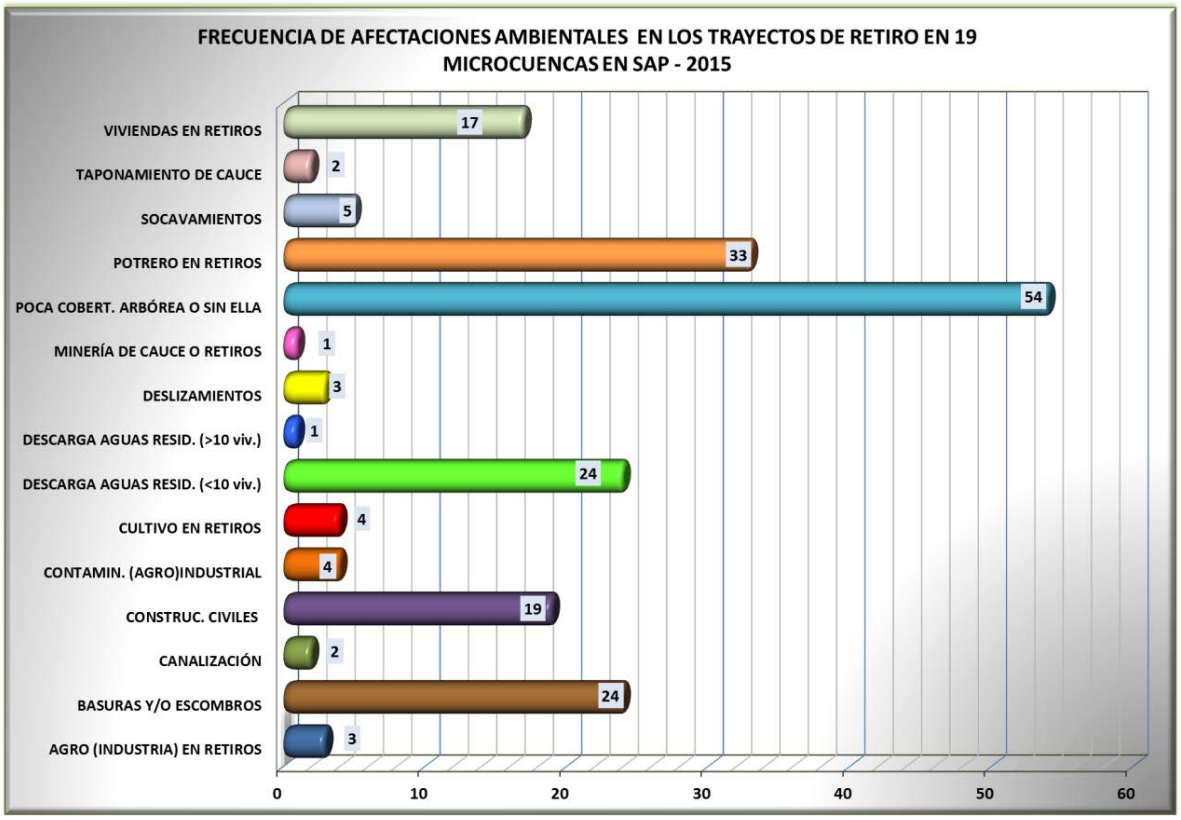


Gráfico 3. Principales causas de afectación de retiros en las quebradas evaluadas, 2015

Durante 2015 se detectó un aumento en las afectaciones de retiros relacionadas con falta de cobertura arbórea (54 sitios, o un 79,4%), en relación a 2013 (49 sitios o un 77%) de entre un total de 68 tramos evaluados. Este tipo de afectación se relaciona directamente con otro que figura en segundo lugar en cuanto a su frecuencia: la invasión de actividades pecuarias en los retiros de quebradas que se presentó en 33 tramos (48,5%) de los 68 evaluados (un poco inferior a los presentados en 2013, 53,1%, lo cual se explica porque en 2015 se incluyeron nuevos tramos y no todos presentaban esta afectación), así mismo se relaciona con las afectaciones implicadas con presencia de infraestructura y viviendas en retiros de quebradas, los cuales a su vez tienden a generar otras afectaciones como descargas directas de aguas residuales y presencia de basuras y escombros (véase gráficos 3 a 5)

En el caso de la presencia de basuras y escombros la situación ha mejorado levemente en relación con 2013, lo cual se explica porque se han incluido nuevos tramos que no

presentaron este problema y en esa medida la importancia relativa del fenómeno bajó, no obstante la situación general en los sitios antes monitoreados se mantuvo casi constante.

Un aspecto positivo es que en varios casos la presencia de basuras y escombros ha bajado en volumen por sitio crítico, en especial en las quebradas asociadas a la vía a Heliconia sobre las cuales se realizaron denuncias a la corregiduría y policía quienes han realizado recorridos de control por la vía a diferentes horas, lo cual es un factor claro de disuasión de los infractores que antes se dirigían al Guacal y dejaban parte o toda su carga a los lados de la vía, especialmente en los sectores donde se presentan plantaciones forestales.

Pero en contraste aumentaron los volúmenes en sectores críticos como los Limonares (a la altura de la desembocadura de La Jacinta) y en La Larga media del Salado-Yarumalito. Y en parte en La Jacinta media alta, por fenómenos de clara indisciplina social y bajo sentido de pertenencia, aunque en este sitio en el marco de este convenio se realizó luego un proceso de varios convites en los cuales logró limpiarse gran parte de estos retiros, luego del diagnóstico realizado durante el monitoreo.

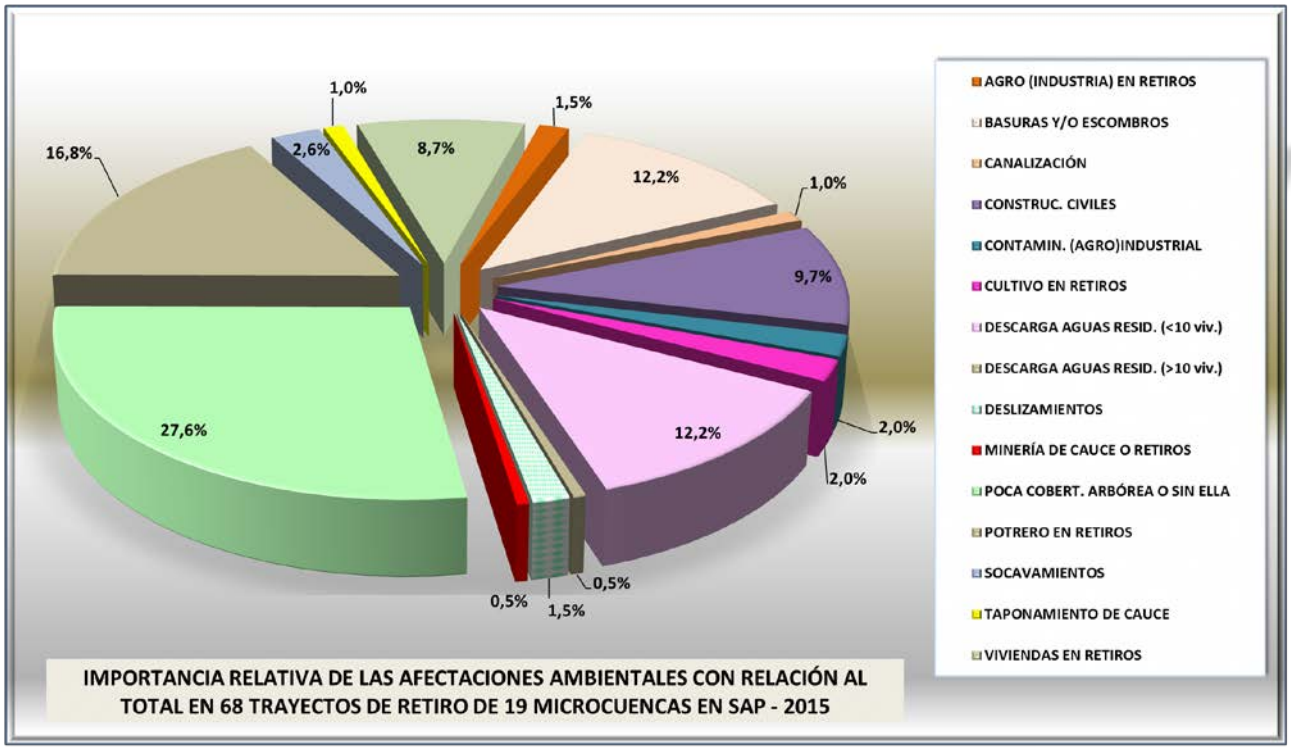


Gráfico 4 Importancia relativa de afectaciones específicas con relación al total de afectaciones en los trayectos de retiros en las quebradas evaluadas en SAP en 2015

Haciendo eco de la observación reseñada en el informe anterior, es necesario reiterar que frente a la insuficiente cobertura arbórea (bosques, rastrojos y agroforestales) en las partes medias y altas de la mayoría de cuencas evaluadas, muchas de las cuales ofertan de manera permanentes bienes y servicios ambientales, entre los cuales está la provisión de agua para acueductos veredales, es necesario fortalecer programas como el de adquisición y manejo de predios y el de Mas Bosques, pero además es urgente aumentar los impactos y la cobertura de los programas de conservación de ecosistemas estratégicos mediante el involucramiento de más actores especialmente por medio del pago por servicios ambientales, unido a un mejor control por parte de las autoridades y a un programa permanente de monitoreo en el cual la comunidad a través de la Mesa Ambiental debe tener un papel central como actor permanente en el territorio.

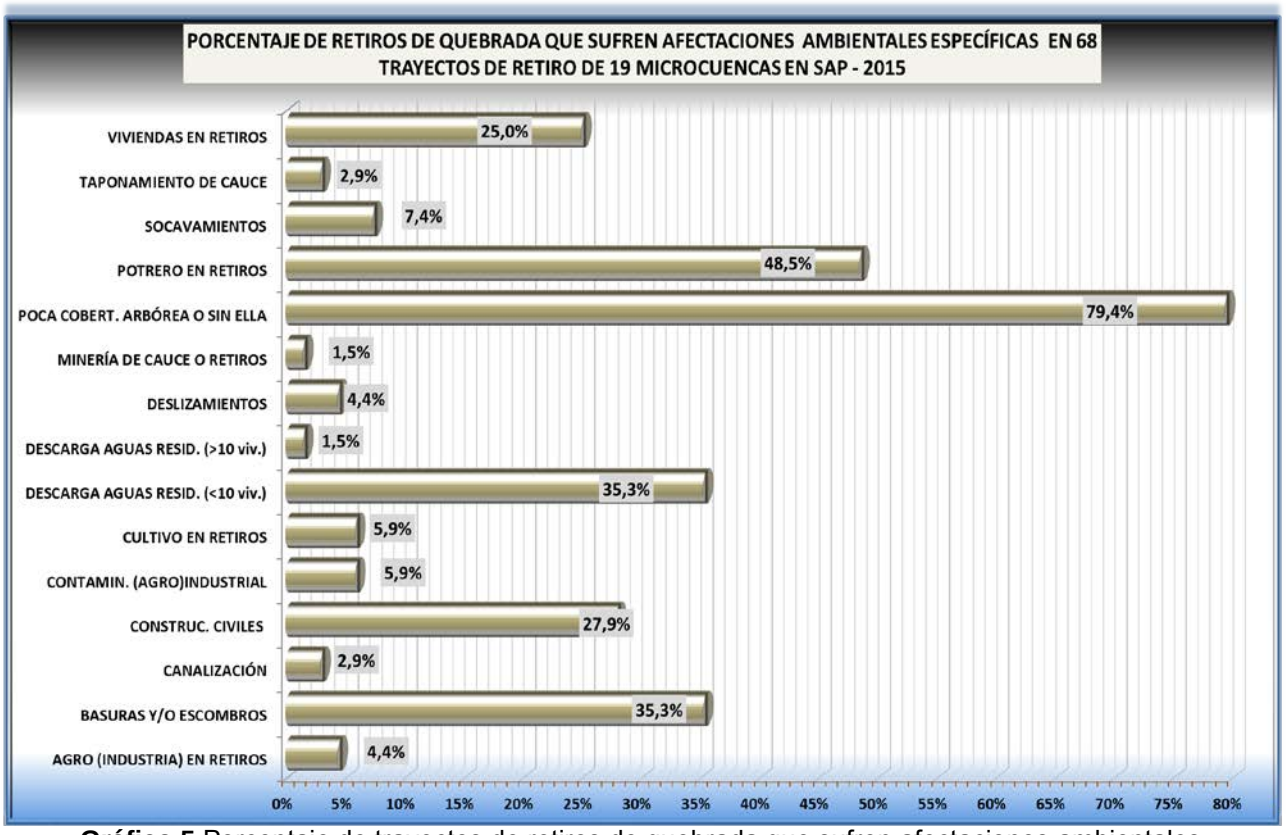


Gráfico 5 Porcentaje de trayectos de retiros de quebrada que sufren afectaciones ambientales específicas en SAP, 2015

5.5. Evaluación de calidad de las aguas y tramos de retiros

En 2015 fueron consideradas 18 corrientes básicas para los muestreos de quebradas y algunas adicionales. Estos muestreos se realizaron de acuerdo con las directrices del muestreo anterior realizado en 2013 y siguiendo además las recomendaciones del laboratorio de aguas de Corantioquia.

Se incluyeron las siguientes corrientes principales en las cuencas respectivas: La Limona, La Jacinta, La Cabuyala, La Manguala, La Zorrita, la Cañadita, La Barro Azul, La Macana, La Candela, La Despensa, La Larga (Salado-Yarumalito), La Sorbetana, La Pedrera o larga en La Verde o Chorrera, La Zulia, La Isabela, La Popala, El Indio, Doña María; a estas corrientes se sumaron tres más: un afluente de La Larga (en Yarumalito), La Guapante en varios sitios, La Astillera y La Cajones, en un sitio. Todas las anteriores adicionales a los muestreos básicos contaron con mediciones de parámetros medidos directamente en campo, pero no se incluyeron parámetros para evaluación en laboratorio.

Se muestrearon entre 1 y 7 sitios por cada quebrada considerada (parte alta, media y baja).

En 2015 para el caso de La Limona se muestrearon 7 sitios a lo largo de su trayecto, en La Manguala, La Chorrera y La Zulia se evaluaron 6 sitios a lo largo de su recorrido (más que en 2013), con el fin de mejorar el nivel de comprensión de la fuerte contaminación de estas quebradas en ciertos tramos; en La Despensa se consideraron 4 sitios, dado la importancia estratégica de esta microcuenca en el contexto del corregimiento y además con el fin de evaluar el sitio superior cercano a las captaciones que se le hacen para consumo humano por parte del acueducto de EPM. La Jacinta tuvo un sitio menos en 2015 debido a que no puedo monitorearse la parte alta porque se encontró seca debido a una fuerte intervención en su zona de afloramiento que abatió el nivel freático y fue reconducido hacia otra parte. En las demás fuentes se consideraron entre 1 y 3 sitios claves.

Durante 2015 se tuvieron en cuenta 65 sitios de monitoreo, de los cuales 2 fueron nuevos y se constituyen en línea base para esos sitios en la quebrada. Además se incluyeron nuevas quebradas asociadas a las áreas de interés estratégico para la conservación del agua en la localidad (Guapante y Astillera) y además la Cajones y un nuevo sitio en La Doña María, aumentado notablemente los beneficios para la localidad, pues estas fuentes nacen en los predios adquiridos por el municipio con fines de conservación. En todos los casos los

parámetros de OD, ORP, % sat. OD, CE, salinidad, pH, TSD y T°, fueron medidos directamente en campo mejorando mucho la precisión si se tiene en cuenta que los instrumentos usados son de alta calidad, bajo los criterios internacionales que rigen para el caso. Los demás parámetros se evaluaron en el laboratorio de aguas de Corantioquia.

Los resultados para las corrientes relacionadas con las reservas del norte del corregimiento (Guapante, Astillera), son mostradas someramente en este informe debido a que se asocian con otra actividad del presente convenio (manejo de las AIE) y su monitoreo se mantendrá en el marco del manejo de las reservas en SAP.

Siguiendo la metodología de las fases anteriores, se evaluó un tramo de los retiros arriba y abajo de cada sitio de muestreo (50 metros hacia arriba y abajo).

La información geográfica sobre los sitios de muestreo de aguas en 2015 puede verse con detalle en el anexo digital II-3 y están determinados por las coordenadas y ubicaciones que se referencian en la tabla 4.

Tabla 4. Sitios totales de muestreo de aguas y retiros en 22 microcuencas de San Antonio de Prado - 2015

SITIO DE MUESTREO	TRAMO DE QUEBRADA	UBICACIÓN	Coord. Magna Sirgas		ALTURA (m.s.n.m.)
			COORD X	COORD Y	
	AFLUENTE DE LARGA EL SALADO	Vereda Yarumalito	822.129	1.177.901	2125
WEC27	BARRO AZUL - ALTA	Vereda Potrerito	824.028	1.176.010	2114
WEC28	BARRO AZUL - MEDIA	Vereda Montañita	824.341	1.176.061	2039
WEC29	BARRO AZUL -BAJA	Vereda Montañita	824.804	1.176.563	1877
	CABUYALA ALTA ALCANTARILLA	Vereda La Florida	824.934	1.175.081	1972
WEC22	CABUYALA - MEDIA	Sector Vergel Sur	825.595	1.175.179	1866
WEC23	CABUYALA -BAJA	Rosaleda-Aragón	827.444	1.175.098	1669
WEC30	CANDELA - ALTA	Vereda Yarumalito	822.648	1.176.818	2183
WEC31	CANDELA - MEDIA	Vereda Yarumalito	823.146	1.177.783	2026
WEC32	CANDELA -BAJA	Vereda El Salado	824.138	1.178.054	1876

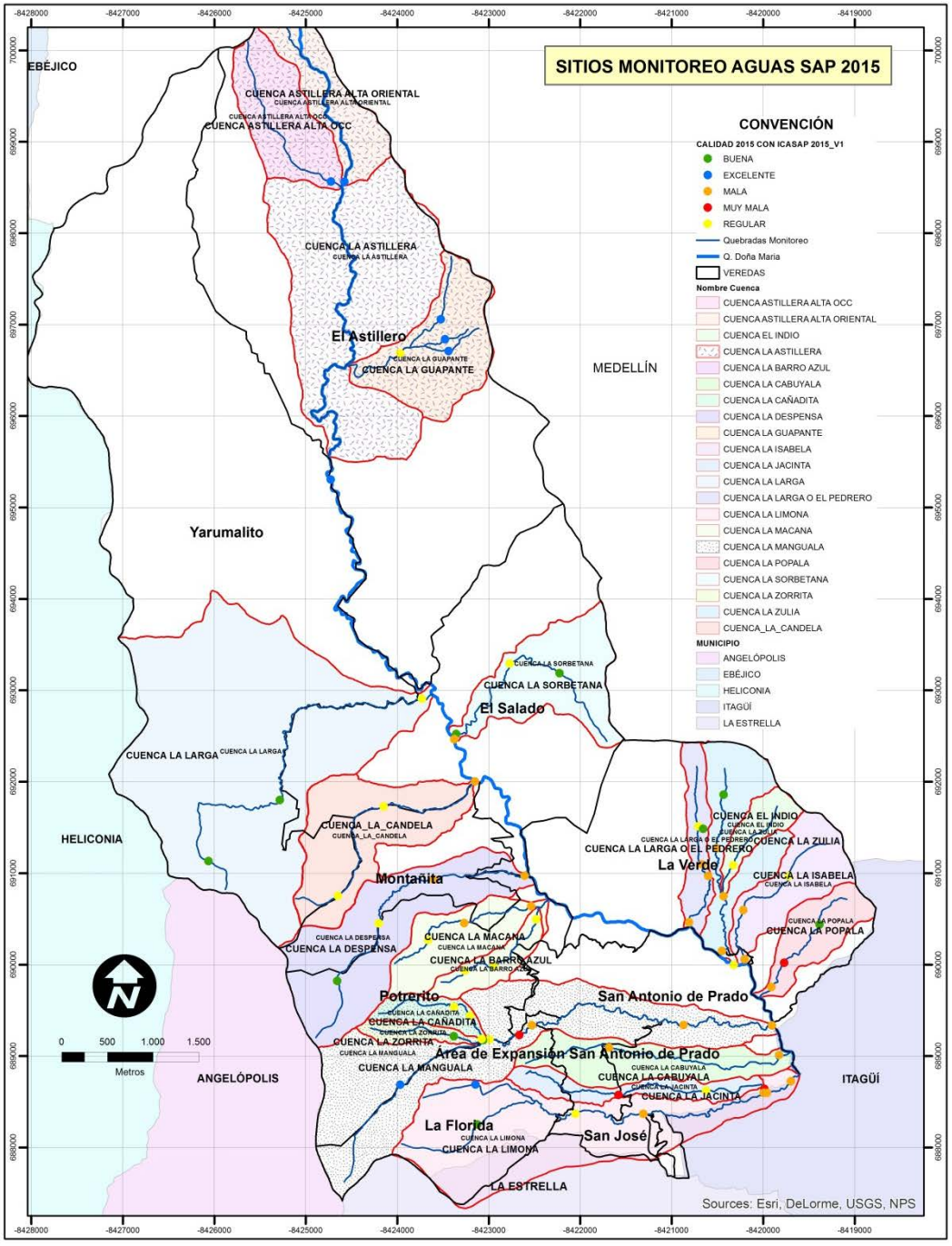
SITIO DE MUESTREO	TRAMO DE QUEBRADA	UBICACIÓN	Coord. Magna Sirgas		ALTURA (m.s.n.m.)
			COORD X	COORD Y	
WEC19	CAÑADITA - ALTA	Vereda Potrerito	823.910	1.175.617	2174
WEC20	CAÑADITA - MEDIA	Vereda Potrerito	824.083	1.175.522	2122
WEC21	CAÑADITA -BAJA	Vereda La Florida	824.297	1.175.266	2054
WEC52	DESPENSA - ALTA	Veredas Potrerito-Montañita	822.640	1.175.899	2260
WEC53	DESPENSA - MEDIA ALTA	Veredas Potrerito-Montañita	823.090	1.176.523	2112
WEC54	DESPENSA - MEDIA BAJA	Vereda Montañita	823.687	1.176.995	1967
WEC55	DESPENSA -BAJA	Vereda Montañita	824.678	1.177.036	1850
WEC59	DOÑA MARÍA (ALTA)-BOC. EPM	Vereda Yarumalito	822.570	1.181.316	2.049
	DOÑA MARÍA (Las Playas)	Vereda El Salado	823.914	1.178.512	1895
WEC60	DOÑA MARÍA (LA VERDE)	Vereda La Verde	826.949	1.176.074	
WEC36	INDIO MEDIA	Vereda La Verde	826.946	1.177.148	1855
WEC46	ISABELA - ALTA	Vereda La Verde	827.548	1.177.030	1904
WEC47	ISABELA - MEDIA	Vereda La Verde	827.054	1.176.664	1761
WEC48	ISABELA -BAJA	Vereda La Verde	827.070	1.176.132	1707
	JACINTA - ALTA	Vereda La Florida	824.760	1.174.907	2035
WEC8	JACINTA - MEDIA ALTA (Cootrasana)	Sector Vergel Sur	826.650	1.174.711	1761
WEC7	JACINTA - MEDIA BAJA (Parque lin.)	Parque La Jacinta	825.698	1.174.668	1886
WEC6	JACINTA -BAJA	Sector Limonar	827.285	1.174.731	1688
WEC33	LARGA (EL SALADO) - ALTA	Vereda Yarumalito	821.239	1.177.193	2300
WEC34	LARGA (EL SALADO) - MEDIA	Vereda Yarumalito	822.016	1.177.854	2132

SITIO DE MUESTREO	TRAMO DE QUEBRADA	UBICACIÓN	Coord. Magna Sirgas		ALTURA (m.s.n.m.)
			COORD X	COORD Y	
WEC35	LARGA (EL SALADO) -BAJA	Vereda El Salado	823.561	1.178.947	1920
	CHORRERA - ALTA	Vereda La Verde	826.607	1.177.158	2100
WEC41	CHORRERA - MEDIA ALTA BR DER	Vereda La Verde	826.542	1.177.644	1915
WEC42	CHORRERA - MEDIA ALTA BR IZQ	Vereda La Verde	826.617	1.177.542	1909
	CHORRERA - MEDIA BAJA (Camelias)	Vereda La Verde	826.673	1.177.034	1830
WEC43	CHORRERA 68	Vereda La Verde	826.607	1.177.158	1787
WEC44	CHORRERA 69	Vereda La Verde	826.634	1.176.763	1945
WEC45	CHORRERA -BAJA	Vereda La Verde	826.467	1.176.531	1751
WEC9	LIMONA 1 - ALTA	Vereda La Florida	824.142	1.174.778	2110
WEC10	LIMONA 2 - ALTA	Vereda La Florida	824.161	1.174.348	2130
WEC5	LIMONA - MEDIA ALTA	Sector Barichara	825.232	1.174.462	1932
WEC4	LIMONA - MEDIA BAJA	Sector El Limonar	825.967	1.174.464	1843
WEC3	LIMONA - MEDIA BAJA 2	Sector El Limonar	825.983	1.174.460	1843
WEC2	LIMONA - MEDIA BAJA 3	Sector El Limonar	825.954	1.174.463	1848
WEC1	LIMONA -BAJA	Sector Limonar	827.572	1.174.815	1673
WEC24	MACANA - ALTA	Vereda Potrerito	823.630	1.176.340	2128
WEC25	MACANA - MEDIA	Naranjitos-Montañita	824.020	1.176.525	2010
WEC26	MACANA -BAJA	Vereda Montañita	824.747	1.176.706	1841
WEC11	MANGUALA - ALTA	Veredas La Florida-Potrerito	823.323	1.174.776	2260
WEC12	MANGUALA - MEDIA ALTA	Vereda La Florida	824.226	1.175.260	2061

SITIO DE MUESTREO	TRAMO DE QUEBRADA	UBICACIÓN	Coord. Magna Sirgas		ALTURA (m.s.n.m.)
			COORD X	COORD Y	
WEC13	MANGUALA - MEDIA BAJA	Sector Vergel Centro	824.756	1.175.419	1972
WEC14	MANGUALA MEDIA BAJA2 (Chispero)	Parte Central	824.620	1.175.315	1892
WEC15	MANGUALA MEDIA BAJA3 (Compartir)	Parte Central	826.406	1.175.421	1.778
WEC16	MANGUALA -BAJA	Sector Pradito	827.367	1.175.416	1678
WEC49	POPALA - ALTA	Vereda La Verde	827.882	1.176.509	1909
WEC50	POPALA - MEDIA	Vereda La Verde	827.500	1.176.094	1791
WEC51	POPALA -BAJA	Vereda La Verde	827.359	1.175.832	1722
WEC56	SORBETANA -ALTA	Vereda El Salado	825.058	1.179.224	2036
WEC57	SORBETANA - MEDIA	Vereda El Salado	824.516	1.179.329	1905
WEC58	SORBETANA -BAJA	Vereda El Salado	823.933	1.178.565	2344
	ZORRITA - ALTA	Vereda Potrerito	823.398	1.175.356	2321
WEC17	ZORRITA - MEDIA	Vereda Potrerito	823.908	1.175.302	2126
WEC18	ZORRITA -BAJA	Sector Vergel Centro	824.211	1.175.271	2074
WEC37	ZULIA - ALTA(Pos Nueva Boc)	Vereda La Verde	826.873	1.177.995	2026
	ZULIA ALTA (Actual Boc.)	Vereda La Verde	826.873	1.177.995	1.993
WEC38	ZULIA - MEDIA ALTA	Vereda La Verde	826.765	1.177.331	1879
WEC39	ZULIA - MEDIA BAJA1 (Abajo desemb.)	Vereda La Verde	826.837	1.176.812	1.775
	ZULIA - MEDIA BAJA2 (Arrib desem.)	Vereda La Verde	826.807	1.176.853	1.783
WEC40	ZULIA -BAJA	Vereda La Verde	826.822	1.176.221	1725
	GUAPANTE BR1 Izq	Vereda Astilleros	823.851	1.182.705	2.429
	GUAPANTE BR2 Der	Vereda Astilleros	823.811	1.182.833	2.427

SITIO DE MUESTREO	TRAMO DE QUEBRADA	UBICACIÓN	Coord. Magna Sirgas		ALTURA (m.s.n.m.)
			COORD X	COORD Y	
	BOCAT. GUAPANTE	Vereda Astilleros	823.784	1.183.055	2.463
	GUAPANTE MEDIA BAJA	Vereda Astilleros	823.326	1.182.679	2.315
	AFL. ASTILLERA MEDIA ALTA	Vereda Astilleros	822.574	1.184.535	2.476
	ASTILLERA MED ALTA	Vereda Astilleros	822.725	1.184.519	2.437

En el mapa 4 puede observarse las cuencas, los sitios de monitoreo de aguas y trayectos de retiros en el proyecto de 2015.



Mapa 4. Quebradas y sitios de monitoreo de aguas y tramos de retiros en SAP, 2015.

5.5.1 Parámetros considerados

Los parámetros monitoreados fueron los siguientes:

Parte baja de cada quebrada:

Físico-Químicos: DBO5 total, DQO total, dureza total, oxígeno disuelto, Saturación de oxígeno, pH, sólidos suspendidos Totales, Sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica, ORP, turbidez, Temperatura del agua, Temperatura del aire en el sitio.
Microbiológicos: Coliformes y coliformes fecales NMP.
Biológicos: Macroinvertebrados

Parte media de cada quebrada:

Físico-Químicos: DBO5 total, DQO total, dureza total, oxígeno disuelto, Saturación de oxígeno, pH, sólidos suspendidos totales, Sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica, ORP, turbidez, Temperatura del agua, Temperatura del aire en el sitio.
Microbiológicos: Coliformes y coliformes fecales NMP.
Biológicos: Macroinvertebrados

Parte alta de cada quebrada:

Físico-Químicos: DBO5 total, DQO total, dureza total, oxígeno disuelto, Saturación de oxígeno, pH, sólidos suspendidos totales, Sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica, ORP, Temperatura del agua, Temperatura del aire en el sitio.
Microbiológicos: Coliformes y coliformes fecales NMP.
Biológicos: Macroinvertebrados

Los sitios de muestreo fueron georreferenciados y cartografiados y se complementó la información realizando una labor de caracterización ambiental de los retiros aproximadamente 50-100 metros arriba y abajo de cada sitio de muestreo; esta caracterización se centró en la existencia de fenómenos como deslizamientos, socavamientos laterales, cobertura vegetal presente en los retiros, intervenciones de cauces, focos de contaminación (presencia de basuras, entre otros). Esta actividad permitió dar continuidad a las evaluaciones ya existentes.

En los sitios nuevos se evaluaron los siguientes parámetros directamente en campo: pH, O.D., % saturación de Oxígeno, ORP, Conductividad eléctrica, TSD, Temperatura del agua y aire en el

sitio, para que sirvan como línea base en un futuro, y estos mismos parámetros fueron levantados para todos los sitios tradicionales bajo los mismos criterios de campo, con lo cual se busca racionalizar los costos en el monitoreo anual o semestral. En el caso de la corriente principal de la Doña María la evaluación fue completa (parámetros de campo y laboratorio).

Los métodos analíticos implementados para el análisis de cada muestra de agua que es llevada a laboratorio, son determinados por el laboratorio de aguas de Corantioquia, certificado en calidad, los demás son levantados directamente en campo con un equipo Hanna HI9828 aprobado internacionalmente y homologado, tomado entre 20 y 50 datos para cada parámetro y en cada sitio y procediendo luego a obtener el promedio. Los métodos analíticos se describen así:

Tabla 5 Métodos analíticos empleados en el monitoreo de calidad de agua

PARÁMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	FACTOR DE INCERTI-DUMBRE	FUENTES DE ORIGEN	SIGNIFICADO AMBIENTAL
PH (Unidades de pH)	Medición directa en campo multiparamétrico HI9828	± 0,02 pH	Descargas ácidas y/o alcalinas de industrias como: producción de ácidos y álcalis, curtimbres, aceros, papel, textiles, plásticos, y resinas, galvanoplastia, bebidas gaseosa, arrastre de áreas encaladas en cultivos.	El pH natural de una corriente pude variar ampliamente por el vertimiento de desechos con valores externos, afectando la vida acuática del ecosistema. El efecto más severo se presenta en el sitio de descarga, ya que muchos desechos pueden neutralizarse con otros a lo largo de la corriente.
TEMPERATURA DEL AGUA Y AIRE (°C)	Medición directa en el campo con un termómetro de alcohol. Y contrastada con medición del multiparamétrico HI9828	± 0,02 pH	Depende directamente de la temperatura ambiente, también se ve afectada por las descargas con temperaturas extremas de industrias tales como: textiles, papel, aceros, fábricas de licores, aguas de enfriamiento, y producción de vapor, al igual que la influencia que recibe de la corriente.	Cambios extremos o bruscos en la temperatura afectan adversamente la vida en el ecosistema. Al aumentar la temperatura se disminuye la cantidad de oxígeno disuelto, aumenta la actividad bacterial reduciendo el oxígeno disponible ya reducido, se aumenta la sensibilidad de la vida acuática a los elementos tóxicos, disminuye el valor de la calidad del agua para muchos usos. Se relaciona con el O.D.
OXÍGENO DISUELTO (mg O_2/L)	Medición directa en campo multiparamétrico HI9828	0,00 a 30,00 mg/l: ± 1,5 % de lectura o 0,10 mg/l el que sea mayor	La cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua depende de factores como la temperatura. Altura, condiciones climáticas y morfológicas.	Su presencia en el agua, aparte de ser indispensable, es una medida de la calidad de las mismas. Es necesario para el desarrollo de la vida acuática y en medida en que aumenta la carga contaminante este se ve disminuido al consumirse en los procesos de autodepuración hasta agotarse en corrientes altamente contaminadas. Normalmente sus valores aumentan con la rugosidad del lecho y la presencia de cascadas y pequeños saltos, debido al efecto físico de dilución del aire en contacto con la superficie

PARÁMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	FACTOR DE INCERTI-DUMBRE	FUENTES DE ORIGEN	SIGNIFICADO AMBIENTAL
TURBIEDAD (Unidades nefelométricas de Turbiedad. NTU)	Nefelométrico SM 2130 B; ed. 22-2012, Instructivo Determinación de turbiedad v. 5	0,112*C	Es ocasionado por los sólidos en suspensión, especialmente de escombros y extracción de materiales, actividades mineras, extracción y lavado de materiales de playa y por descargas altamente coloreadas como las de textiles curtimbres fábricas de licores, mataderos y procesadoras de pollo, pulpa y papel.	La turbiedad se puede relacionar directamente con el índice de contaminación, entendiendo la limitación de que muchas descargas altamente contaminadas (especialmente de sustancias tóxicas) provocan cambios en el aspecto de las aguas receptoras. Su mayor efecto se presenta en un deterioro de la parte estética de la corriente y en la limitación a los procesos de fotosíntesis.
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/l)	Método Gravimétrico: secado a 104°C SM 2540 D ed. 21-2005, Instructivo Determinación de sólidos suspendidos totales, fijos y volátiles v. 4	0,092*C	Se generan principalmente por la extracción de materiales y disposición de escombros. Entre las industrias con mayor contenido en sus descargas se tienen: Las textiles, curtimbres, mataderos, harineras y almidonerías, pulpa y papel, siderúrgica y terminales de combustibles.	Las aguas con alto contenido de sólidos suspendidos son indeseables prácticamente para todos los usos. Del total de sólidos estos son los que más problemas causan a los cursos de agua, por su difícil degradación, además de los efectos perjudiciales en la parte estética e hidráulica de la corriente. Estos pueden presentarse: flotante, en suspensión real y como sedimentables.
SÓLIDOS SEDIMENTABLES (ml/L)	Gravimétrico secado a 104°C) SM 2540 D,F ed. 21-2005, Instructivo Determinación de sólidos sedimentables v. 2	N/D	Como la anteriores también son una fracción de los sólidos totales	Son todos aquellos sólidos susceptibles de sedimentarse y acumularse, presentando problemas en captaciones, conducciones, en los cauces y sistemas de almacenamiento como presas y embalses.
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES TSD (mg/l)	Medición directa en campo multiparamétrico HI9828	± 1 % de lectura o ± 1 mg/l (ppm) el que sea mayor	Cualquier descarga doméstica, industrial o agroindustrial, ya que normalmente llevan iones o sales que se disuelven en el agua, la disolución de las rocas, la erosión de suelos, etc.	El TSD está directamente relacionado con la conductividad y refleja la cantidad desales disueltas en el agua y con ello las posibles afectaciones para ciertos organismos. En algunas partes del mundo existen objetivos de calidad para TSD.
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (µS/cm)	Medición directa en campo multiparamétrico HI9828	± 1 % de lectura o ± 1 µS/cm el que sea mayor	Cualquier descarga doméstica, industrial o agroindustrial, ya que normalmente llevan iones o sales que se disuelven en el agua, la disolución de las rocas, la erosión de suelos, etc.	La conductividad se define como la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica a través de los iones disueltos. La salinidad y la conductividad están relacionadas porque la cantidad de iones disueltos aumentan los valores de ambas. Las sales afectan la calidad del agua potable o de riego. También influyen en la biota acuática y cada organismo tolera una gama de valores de conductividad, aunque esto depende también en gran parte de la composición iónica en el agua.
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (mg O_2/l)	Colorimétrico de reflujo cerrado SM 5220 D ed. 21-2005, Instructivo Determinación de DQO total, soluble y	Rango bajo 0,068*C Rango alto 0,036*C	Una descarga, cualquiera que sea su tipo (industrial o domestico) y origen, aporta material contamínate en términos de DQO.	La DQO es una determinación que mide la fuerza contaminante de las aguas de desecho. Permite medir la cantidad de carga contaminante en términos de oxígeno requerido para la oxidación de la materia orgánica a CO_2 y H_2O, y algunos compuestos orgánicos susceptibles de oxidación. Los

PARÁMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	FACTOR DE INCERTI-DUMBRE	FUENTES DE ORIGEN	SIGNIFICADO AMBIENTAL
	sobrenadante v. 4		Puede decirse que la DQO es el parámetro más representativo para indicar la contaminación de un agua.	compuestos orgánicos excepto unos pocos pueden ser oxidados por agentes químicos en condiciones fuertemente ácidas, por lo tanto la DQO puede ser relacionada empíricamente con la DBO y contenido de materia orgánica. Estos pueden presentarse solubles como alcoholes y azucares, e insolubles como polímeros, plásticos y resinas. Ambas formas aparte de su poder contamínate, afectan la solubilidad y presentan reacciones e interacciones con otros componentes de la corriente.
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DBO5 (mg O_2/L)	Método Test DBO 5 días. SM 5210 B,4500-O G ed. 21-2005, Instructivo Determinación de DBO5 total, soluble y sobrenadante v. 4	0,032*C	Para la DBO se tienen las mismas consideraciones que n la DQO, ya que por lo general todos aquellos componentes que aportan contaminación en términos de DQO lo hacen también como DBO en una determinada fracción, dependiendo de su naturaleza y complejidad.	El DBO_5 mide el periodo utilizado durante un lapso de tiempo de oxidación a condiciones específicas, para la degradación biológica del material orgánico por medio de la acción de bacterias comunes. Esto es la cantidad de material degradable a las condiciones naturales de la corriente. Si se hace la relación DBO/DQO, hallamos la biodegradabilidad de la carga contaminante y una forma aproximada la complejidad del desecho, entendiendo que la determinación puede verse afectada por materiales inorgánicos y sustancias toxicas.
DUREZA TOTAL (mg CaCO3/L)	Método Titulométrico con EDTA. SM 2340 C ed. 22-2012, Instructivo Determinación de dureza total v. 7	0,053*C	Tanto naturales por aguas de escorrentía superficial como subsuperficial, como por influencia de descargas de aguas cargadas de detergentes, industriales, agropecuarias, etc.	Mide la cantidad de sales (iones) de Ca y Mg. Ambientalmente no está bien establecido sus daños por fuera de un amplio rango de presencia.
TEMPERATURA DEL AIRE (°C)	Medición directa en el campo con un termómetro ambiental		Corrientes de aire, influidas por coberturas, albedo, etc.	Relación con la temperatura del agua y condiciones de hábitats para especies relacionadas en todo su ciclo de vida o en parte de él con el agua
COLIFORMES TOTALES	Coliformes totales (con colilert), NMP (método Sustrato enzimático (definido)) SM 9223 ed. 22-2012, Instructivo Determinación de coliformes totales y E. coli por sustrato definido Colilert (NMP) v. 2	0,050*C	Descargas de aguas residuales domésticas y en ocasiones industriales, incluso biodigestores, tanques sépticos, descargas de estructuras de confinamiento animal (piaras, establos, etc.). También defecaciones de animales silvestres, entre otras y tecnologías de riego de excretas en pastos.	Indica la cantidad de contaminación por excretas de animales mamíferos y a la vez la probabilidad de presencia de bacterias y otros microorganismos asociadas a Coliformes que suelen ser perjudiciales para la salud humana y animal.
Escherichia coli	Escherichia coli (con colitert), nmp (método Sustrato enzimático (definido)) SM 9223	0,091*C	Descargas de aguas residuales domésticas y en ocasiones industriales, incluso biodigestores, tanques sépticos, descargas de estructuras de confinamiento animal (piaras, establos, etc.).	Indica la cantidad de contaminación por excretas de animales mamíferos y a la vez la probabilidad de presencia de bacterias y otros microorganismos asociadas a Coliformes que suelen ser perjudiciales para la salud humana y animal.

PARÁMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	FACTOR DE INCERTI-DUMBRE	FUENTES DE ORIGEN	SIGNIFICADO AMBIENTAL
	ed. 22-2012, Instructivo Determinación de coliformes totales y E. coli por sustrato definido Colilert (NMP) v. 2		También defecaciones de animales silvestres, entre otras y tecnologías de riego de excretas en pastos.	
Potencial de Oxido Reducción (ORP)	Medición directa en campo multiparamétrico HI9828	± 1,0 mV		La medición de ORP se usa como medida efectiva de la actividad de saneamiento en el agua potable, piscinas y balnearios. El tiempo de eliminación de la bacteria E.Coli en el agua depende del valor del potencial redox. El ORP es un indicador de la calidad bacteriológica del agua. En algunos países se considera que valores de ORP igual o mayor a 650 mV está dentro de los parámetros para aguas de piscinas y balnearios.

*Para conocer la incertidumbre de cada resultado, es necesario reemplazar la "C" en la expresión de la incertidumbre por el valor de concentración reportado en la Tabla Resultados de Ensayo, para el parámetro en cuestión, según el rango.

Para la evaluación de los tramos de retiro, aproximadamente 50 metros arriba y abajo de cada sitio, se realizó una labor de caracterización ambiental, de acuerdo con la metodología señalada en fases anteriores y luego se les aplicó la ecuación IIRSAP 2013.

5.5.2 Resultados de laboratorio y campo

En el anexo II-1 pueden observarse los resultados completos entregados por el laboratorio de aguas de Corantioquia, tanto en la campaña del primer semestre como en la segunda donde se incluyeron sitios altos en las quebradas asociadas a las reservas y además en los humedales. En la tabla 6 se resumen dichos resultados y más adelante se analizan. Igualmente se incluyen los resultados de las mediciones de campo para varios parámetros que fueron obtenidos directamente en campo mediante el uso del multiparamétrico de Hanna HI9828.

Tabla 6 Resultados de laboratorio y campo en 65 sitios de 18 microcuencas en SAP y 21 sitios adicionales en reservas y humedales – 2015

QUEBRADA	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	DBO_5 total (mg O_2/L)	DQO total (mg O_2/L)	ORP (mV)	Oxígeno disuelto (mg/L)	SAT. O.D. (% sat)	pH (unid. de pH)	Salinidad (UPS)	C.E. (µS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Sólidos sedimentables (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Temp. Agua (°C)	Color	Olor
AFLUENTE LARGA EL SALADO					-105,17	6,98	92,23	7,85	0,06	125,14	62,36	N/S			16,58 °C	NO (TRANSPARENTE)	NO
BARRO AZUL-ALTA	3.076	754	0,31	7,81	-136,01	6,25	83,23	7,08	0,05	113,97	57,00	N/S	7	N/S	16,98°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
BARRO AZUL-MEDIA	17.329	487	0,21	9,33	-130,74	7,10	92,85	7,26	0,04	96,62	48,59	N/S	11	5,73	16,56°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
BARRO AZUL-BAJA	27.550	860	0,51	10,9	-132,90	7,43	96,62	7,81	0,13	268,52	134,00	16	18	10,4	18,43°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
CABUYALA-ALTA ALCANTAR					-138,23	5,23	91,54	7,11	0,19	394,58	197,27				18,52°C	GRIS OSCURO	MODERADO
CABUYALA-MEDIA	517.200	129.970	11,4	16,2	-113,86	6,71	89,76	6,65	0,07	155,48	77,72	N/S	15	5,97	18,70°C	GRIS TRASLUCIDO	LEVE
CABUYALA-BAJA	1.281.000	420.000	13,8	25,9	-140,15	6,71	87,26	7,71	0,10	205,87	103,00	31	36	24,3	18,38°C	GRIS OSCURO	MODERADO
CANDELA-ALTA	17.930	2187	0,35	10,6	-96,47	6,65	87,49	7,85	0,06	125,16	62,68	N/S	7	N/S	16,11°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
CANDELA-MEDIA	21.430	1.220	0,35	7,93	-127,68	7,12	93,37	7,93	0,07	156,10	78,00	N/S	9	5,25	17,07°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
CANDELA-BAJA	77.170	39895	1,16	15	-125,78	7,30	97,31	7,51	0,07	145,44	73,00	7	7	1,86	18,48°C	GRIS TRASLUCIDO	NO
CAÑADITA-ALTA	81.640	1450	0,31	8,26	-153,13	5,94	78,09	7,16	0,05	110,00	55,00	N/S	7	N/S	16,11°C	NO	NO

QUEBRADA	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	DBO_5 total (mg O_2/L)	DQO total (mg O_2/L)	ORP (mV)	Oxígeno disuelto (mg/L)	SAT. O.D. (% sat)	pH (unid. de pH)	Salinidad (UPS)	C.E. (µS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Sólidos sedimentables (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Temp. Agua (°C)	Color	Olor
																(TRANSPARENTE)	
CAÑADITA-MEDIA	29.090	1350	0,27	13	-148,11	7,27	94,49	7,41	0,05	109,11	54,26	N/S	7	1,87	15,86°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
CAÑADITA-BAJA	8.414	920	0,24	15	-132,57	6,86	90,05	7,41	0,07	152,10	76,00	7	7	1,25	15,90°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
CHORRERA O LARGA (LV)-MEDIA ALTA BR DER	9.850	520	0,23	9,67	-134,06	6,86	91,03	7,42	0,05	101,31	51,00	N/S	16	14,2	17,90°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
CHORRERA O LARGA (LV)-MEDIA ALTA BR IZQ	9.804	187	0,15	5,17	-133,12	6,69	90,53	6,87	0,06	131,00	65,70	N/S	7	2,31	19,03°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
CHORRERA O LARGA (LV) - MEDIA ALTA68	120.330	72.700	15,3	18,1	-143,98	4,77	63,15	7,19	0,09	199,45	99,82	N/S	39	29,1	18,30°C	BLANCO O GRIS LEVE TURBIO	NO
CHORRERA O LARGA (LV) - MEDIA BAJA (Camelias)					-142,32	3,46	47,23	7,38	0,13	280,00	139,96	N/S			19,78°C	GRIS TRASLUCIDO	MODERADO
CHORRERA O LARGA (LV) - MEDIA BAJA 69 (abajo de Camelias)	727.000	464.000	21,1	26,2	-134,02	4,67	61,47	7,30	0,10	217,80	109,00	N/S	29	24,2	18,26°C	AMARILLO SUAVE	LEVE
CHORRERA O LARGA (LV) -BAJA	74.855	11.510	0,26	8,17	-132,57	6,86	90,05	7,41	0,07	152,10	76,00	7	8	4,55	18,48°C	BLANCO O GRIS LEVE TURBIO	NO

QUEBRADA	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	DBO_5 total (mg O_2/L)	DQO total (mg O_2/L)	ORP (mV)	Oxígeno disuelto (mg/L)	SAT. O.D. (% sat)	pH (unid. de pH)	Salinidad (UPS)	C.E. (µS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Sólidos sedimentables (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Temp. Agua (°C)	Color	Olor
DESPENSA - ALTA	2.909	96	1,69	2,36	-106,52	7,32	94,01	8,14	0,05	113,60	57,17	N/S	7	N/S	14,39°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
DESPENSA - MEDIA -ALTA	15.531	629	1,04	4,18	-110,53	7,41	97,31	8,39	0,07	141,02	71,00	N/S	7	1,32	16,20°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
DESPENSA - MEDIA BAJA	75.560	54.930	2,09	5,29	-110,63	7,46	97,87	7,93	0,10	210,10	105,00	N/S	7	2,64	17,10°C	NO (TRANSPARENTE)	LEVE
DESPENSA -BAJA	98.350	52.525	2,59	8,94	-117,37	7,45	102,04	7,95	0,09	190,00	95,00	7	7	1,36	19,92°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
DOÑA MARÍA - ALTA (Boc. EPM)	6.382	57	0,28	6,76	-112,32	7,86	102,51	7,75	0,02	54,00	27,00	N/S	7	0,774	16,23°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
DOÑA MARÍA - MEDIA (Las Playas)																	
DOÑA MARÍA - MEDIA BAJA (LV)	547.500	90.800	9,87	22,7	-149,58	5,83	85,65	7,38	0,07	146,43	73,29	90	91	36,80	24,19°C	GRIS TRASLUCIDO	LEVE
INDIO MEDIA	13.550	700	0,17	9,13	-137,80	7,56	99,95	7,60	0,06	137,00	68,00	N/S	31	22,7	18,17°C	AMARILLO SUAVE	NO
ISABELA - ALTA	17.329	571	0,83	5,91	-121,79	7,08	93,40	7,03	0,07	144,18	72,00	N/S	8	N/S	17,81°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
ISABELA - MEDIA	387.300	67.000	9,27	23,9	-140,64	4,82	63,67	7,09	0,08	162,60	81,25	N/S	19	9,32	18,51 °C	GRIS TRASLUCIDO	MODERADO
ISABELA -BAJA	228.000	52.000	8,04	15,2	-130,08	7,09	95,04	7,59	0,09	186,00	93,00	26	29	19,2	19,68°C	BLANCO O GRIS LEVE	LEVE

QUEBRADA	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	DBO_5 total (mg O_2/L)	DQO total (mg O_2/L)	ORP (mV)	Oxígeno disuelto (mg/L)	SAT. O.D. (% sat)	pH (unid. de pH)	Salinidad (UPS)	C.E. (µS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Sólidos sedimentables (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Temp. Agua (°C)	Color	Olor
																TURBIO	
JACINTA - ALTA																	
JACINTA - MEDIA-ALTA (Cootras)	24.196	2.968	1,65	14,4	-130,22	6,82	89,97	7,74	0,09	192,22	96,04	N/S	7	1,35	19,54°C	BLANCO O GRIS LEVE TURBIO	NO
JACINTA - MEDIA-BAJA (Parq. Lineal)	17.329.000	8.164.000	76,8	108	-183,30	4,10	55,02	7,72	0,24	493,29	246,82	N/S	29	27,8	19,48°C	GRIS OSCURO	FUERTE
JACINTA -BAJA	57.940.000	14.136.000	66,4	135	-176,20	5,78	77,35	7,74	0,31	630,00	315,00	13	20	20,1	19,76°C	GRIS OSCURO	FUERTE
LARGA (EL SALADO) - ALTA	2.143	571	0,42	5,66	-108,67	6,62	85,12	7,60	0,03	62,05	31,00	N/S	8	N/S	14,32°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
LARGA (EL SALADO) - MEDIA	6.488	86	0,26	4,05	-107,75	7,00	91,45	7,47	0,05	105,00	53,00	N/S	7	2,98	16,29°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
LARGA (EL SALADO) -BAJA	15.985	1.225	0,64	1,49	-105,01	7,48	98,08	7,94	0,06	128,00	64,00	7	7	3,25	17,49°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
LIMONA - ALTA 1	2.359	1	0,81	8,8	-124,70	7,68	99,40	7,42	0,02	53,00	27,00	N/S	7	N/S	15,55°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
LIMONA - ALTA 2	1.872	121	0,52	7,68	-131,61	6,30	82,68	7,31	0,07	145,82	73,00	N/S	7	N/S	16,21°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
LIMONA - MEDIA ALTA	12.997	3.448	2,85	13,1	-146,15	8,63	114,89	8,34	0,08	169,47	85,00	N/S	7	3,92	18,18°C	BLANCO O GRIS LEVE TURBIO	NO

QUEBRADA	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	DBO_5 total (mg O_2/L)	DQO total (mg O_2/L)	ORP (mV)	Oxígeno disuelto (mg/L)	SAT. O.D. (% sat)	pH (unid. de pH)	Salinidad (UPS)	C.E. (µS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Sólidos sedimentables (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Temp. Agua (°C)	Color	Olor
LIMONA - MEDIA BAJA	43.520	15.531	2,59	18,4	-173,10	8,68	115,49	8,32	0,08	174,00	87,00	N/S	7	2,08	18,84°C	BLANCO O GRIS LEVE TURBIO	LEVE
LIMONA - MEDIA BAJA2	129.970	30.760	1,95	14,6	-141,24	8,28	108,01	7,86	0,09	186,00	93,00	N/S	7	1,57	18,61°C	GRIS TRASLUCIDO	FUERTE
LIMONA - MEDIA BAJA3	648.800	461.100	17,9	37,1	-167,14	6,99	92,45	7,69	0,14	289,91	145,13	N/S	18	6,16	19,25°C	GRIS TRASLUCIDO	FUERTE
LIMONA -BAJA	2.481.000	1.523.000	12,4	23,3	-132,90	7,43	96,62	7,81	0,13	268,52	134,00	11	14	3,76	18,43°C	GRIS TRASLUCIDO	FUERTE
MACANA - ALTA	14.136	135	1,63	7,44	-140,31	6,45	84,86	7,33	0,06	127,13	63,84	N/S	25	N/S	16,44°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
MACANA - MEDIA	41.060	9.350	2,05	16	-145,48	6,39	84,96	7,22	0,07	141,47	70,85	N/S	22	13,5	17,44:°C	GRIS LEVE	NO
MACANA -BAJA	61.350	13.500	1,24	14	-145,32	7,02	92,29	7,62	0,07	148,03	74,00	18	20	12	17,69°C	GRIS TRASLUCIDO	NO
MANGUALA - ALTA	1.426	36	0,72	7,47	-128,94	7,78	99,32	7,60	0,03	69,00	34,83	N/S	7	N/S	14,15°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
MANGUALA - MEDIA ALTA	9.804	63	0,48	8,06	-115,83	7,65	99,60	8,22	0,06	134,00	67,00	N/S	7	N/S	16,12!C	NO (TRANSPARENTE)	NO
MANGUALA - MEDIA BAJA	920.800	648.800	5,86	18,2	-132,32	6,35	83,09	7,92	0,08	168,33	84,00	N/S	7	1,95	16,79°C	NO (TRANSPARENTE)	LEVE
MANGUALA - MEDIA BAJA2 (Chispero)	12.997.000	4.884.000	103	181	-132,50	3,64	49,57	7,62	0,18	377,84	189,03	N/S	45	49,5	19,13°C	GRIS TRASLUCIDO	FUERTE

QUEBRADA	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	DBO_5 total (mg O_2/L)	DQO total (mg O_2/L)	ORP (mV)	Oxígeno disuelto (mg/L)	SAT. O.D. (% sat)	pH (unid. de pH)	Salinidad (UPS)	C.E. (µS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Sólidos sedimentables (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Temp. Agua (°C)	Color	Olor
MANGUALA - MEDIA BAJA3 (Compartir)	2.419.600	920.800	21,1	50,3	-147,99	5,48	74,60	7,88	0,19	389,00	195,00	N/S	12	6,47	19,87°C	GRIS LEVE	LEVE
MANGUALA -BAJA	57.170.000	40.340.000	24,4	56,6	-149,18	7,33	99,24	8,06	0,18	370,19	185,00	11	14	9,35	20,24°C	GRIS TRASLUCIDO	MODERADO
POPALA - ALTA	17.329	110	0,61	5,87	-138,75	7,83	106,79	7,62	0,05	110,00	55,00	N/S	7	N/S	19,65°C	BLANCO O GRIS LEVE TURBIO	NO
POPALA - MEDIA	36.400.000	12.000.000	88	252	-149,54	6,40	85,63	7,67	0,11	234,86	117,38	N/S	120	96,7	19,13°C	CAFÉ	FUERTE
POPALA -BAJA	92.340	11.030	14,2	18,4	-133,35	7,22	95,81	7,23	0,07	148,34	74,17	16	21	15	19,14°C	GRIS TRASLUCIDO	MODERADO
SORBETANA - ALTA	11.530	740	0,68	7,35	-116,19	7,48	98,88	7,23	0,03	70,00	35,00	N/S	7	N/S	16,56°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
SORBETANA - MEDIA	61.310	4.352	0,51	10,2	-111,50	7,38	96,02	7,82	0,03	66,75	33,14	N/S	7	3,97	16,35°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
SORBETANA - BAJA	14.136	663	0,24	2,77	-119,69	7,75	99,62	7,48	0,03	63,15	31,78	7	8	4,26	16,42°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
ZORRITA - ALTA																	
ZORRITA - MEDIA	14.136	332	0,64	9,17	-116,85	8,12	107,11	8,30	0,08	161,45	80,93	N/S	25	6,86	16,32°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
ZORRITA -BAJA	18.596	667	0,24	18,8	-109,39	8,12	105,35	8,56	0,08	160,00	80,00	10	11	4,93	15,91°C	NO (TRANSPARENTE)	NO

QUEBRADA	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	DBO_5 total (mg O_2/L)	DQO total (mg O_2/L)	ORP (mV)	Oxígeno disuelto (mg/L)	SAT. O.D. (% sat)	pH (unid. de pH)	Salinidad (UPS)	C.E. (µS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Sólidos sedimentables (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Temp. Agua (°C)	Color	Olor
ZULIA - ALTA (ACTUAL BOC.)					-141,93	7,08	95,64	7,33	0,06	121,00	60,06	N/S			18,43°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
ZULIA - ALTA (POS NUEVA BOC)	3.076	20	0,22	5,95	-143,63	6,37	88,16	6,84	0,06	118,11	59,00	N/S	7	N/S	19,35°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
ZULIA - MEDIA ALTA	3.436.000	2.924.000	6,21	6,57	-156,21	6,45	87,46	7,38	0,07	156,00	78,00	N/S	12	3,97	19,43°C	GRIS TRASLUCIDO	MODERADO
ZULIA - MEDIA BAJA 1	121.000	31.000	1,05	13	-139,03	7,46	99,24	7,56	0,07	151,06	75,51	N/S	55	40,8	18,76°C	GRIS TRASLUCIDO	NO
ZULIA - MEDIA BAJA 2					-130,81	7,65	102,13	7,83	0,08	155,06	77,58	N/S			18,87°C	NO (TRANSPARENTE)	NO
ZULIA -BAJA	148.335	13.475	1,1	9,39	-143,38	7,29	95,74	7,51	0,07	158,00	79,00	7	8	4,03	18,57°C	GRIS TRASLUCIDO	LEVE
MANGUALA ALTA (Salida Reserva)	4.611	169	2	12	-78,44	7,33	93,35	7,96	0,02	53,10	27,00	N/S	N/S	0,784	14,67	NO (TRANSPARENTE)	NO
MANGUALA ALTA (Bocatoma)	3.103	52	2	12	-70,26	7,72	99,10	8,03	0,02	51,11	26,00	N/S	N/S	4,21	14,44	NO (TRANSPARENTE)	NO
LIMONA 1 Alta	3.873	408	2	12	-76,97	7,46	98,18	7,64	0,02	48,38	24,12	N/S	N/S	0,619	16,26	NO (TRANSPARENTE)	NO
LIMONA 2 Alta	8.200	970	2	12	-79,20	6,80	88,87	7,69	0,04	93,22	46,91	N/S	N/S	12,3	15,94	NO (TRANSPARENTE)	NO
GUAPANTE ALTA	3.654	41	2	12	-96,98	6,04	81,49	6,87	0,02	48,80	24,11	N/S	N/S	1,63	15,74	NO	NO

QUEBRADA	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	DBO_5 total (mg O_2/L)	DQO total (mg O_2/L)	ORP (mV)	Oxígeno disuelto (mg/L)	SAT. O.D. (% sat)	pH (unid. de pH)	Salinidad (UPS)	C.E. (µS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Sólidos sedimentables (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Temp. Agua (°C)	Color	Olor
Afluente 1																(TRANSPARENTE)	
GUAPANTE ALTA Afluente 2	2.247	31	2	12	-92,44	6,44	86,14	7,23	0,02	38,15	19,00	N/S	N/S	1,68	15,3	NO (TRANSPARENTE)	NO
GUAPANTE ALTA (Bocatoma)	12.033	107	2	12	-58,65	7,29	96,10	7,54	0,02	37,00	19,00	N/S	N/S	1,34	14,55	NO (TRANSPARENTE)	NO
GUAPANTE ALTA Vía	5.475	63	2	12	-53,96	7,73	102,33	7,73	0,01	28,90	14,94	N/S	N/S	1,84	15,52	NO (TRANSPARENTE)	NO
ASTILLERA ALTA - Afluente 1	1.872	31	2	12	-48,92	7,97	104,05	6,64	0,00	11,14	6,00	N/S	N/S	0,522	14,28	NO (TRANSPARENTE)	NO
ASTILLERA ALTA - Afluente 2	1.444	10	2	12	-46,49	7,69	99,56	7,10	0,01	15,00	8,00	N/S	N/S	0,308	13,84	NO (TRANSPARENTE)	NO
Humedal La Laguna - Potrerito	5.794	73	2	12	-61,78	9,07	125,77	7,53	0,01	26,53	13,06	N/S	N/S	0,65	16,58	NO (TRANSPARENTE)	NO
Laguna Astilleros-sit 1	2.755	265	2	65,1	-84,44	2,54	35,42	6,3	0,01	14,43	7,03	N/S	N/S	2,58	16,33	NO (TRANSPARENTE)	NO
Laguna Astilleros-sit 2	2.755	265	2	65,1	-70,80	8,68	128,60	6,58	0,01	15,00	7,00	N/S	N/S	2,58	19,23	NO (TRANSPARENTE)	NO
Humedal 2 - Barcino	10.760	630	2	12	-73,30	6,39	89,28	7,40	0,03	66,07	32,93	N/S	N/S	2,35	19,24	NO (TRANSPAREN	NO

QUEBRADA	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	DBO_5 total (mg O_2/L)	DQO total (mg O_2/L)	ORP (mV)	Oxígeno disuelto (mg/L)	SAT. O.D. (% sat)	pH (unid. de pH)	Salinidad (UPS)	C.E. (µS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Sólidos sedimentables (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Temp. Agua (°C)	Color	Olor
																TE)	
Humedal Yarumalito	22.470	100	14,4	43,2	-117,48	0,50	7,02	6,64	0,04	77,25	38,85	N/S	N/S	13,3	18,11	NO (TRANSPARENTE)	NO
DOÑA MARÍA Media-Salado	12.997	1.421	2	12	-85,01	8,08	108,88	8,21	0,04	78,00	39,00	N/S	N/S	8,41	18,71	NO (TRANSPARENTE)	NO
DOÑA MARÍA Alta (Bocat)	2.739	122	2	12	-58,83	7,56	98,34	7,84	0,02	44,17	22,01	N/S	N/S	1,89	16,18	NO (TRANSPARENTE)	NO
Humedal IGLESIA - Sit 1					-136,63	3,63	56,54	6,63	0,18	361,45	180,81	N/S	N/S		26,28	NO (TRANSPARENTE)	NO
Humedal IGLESIA - Sit 2					-141,15	2,03	31,61	6,59	0,05	117,24	58,53	N/S	N/S		26,73	NO (TRANSPARENTE)	NO
Humedal IGLESIA - Sit 3					-146,73	4,22	60,99	7,24	0,06	129,67	64,85	N/S	N/S		22,45	NO (TRANSPARENTE)	NO
Humedal IGLESIA - cauce ingreso					-145,28	4,55	64,62	7,44	0,10	205,95	102,90	N/S	N/S		21,43	NO (TRANSPARENTE)	NO

CUMPLEN | **INCUMPLEN MODERADAMENTE** | **INCUMPLEN FUERTEMENTE**

N/S.: No evaluado (no solicitado)

Tabla 7 Niveles de calidad de algunos parámetros según el D. 1594/84 y otras fuentes

	Coliformes Tot. (NMP/100 ml)	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	DBO5 total (mg O2/L)	DQO total (mg O2/L)	Nitratos (mg NO_3- -N/L)	Nitritos (mg NO_2- -N/L)	Oxígeno disuelto (mg/L)	% Saturación OD	pH (unidades de pH)	Sólidos sedimentables (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Conductividad Eléctrica (µS/cm)
Valores decreto 1594/94	1000	200	3 - 6	20	10	1	>5		6,5 - 9			10*	
Valores otras fuentes	5000	1000			10				5 - 9				
Valores otras fuentes2	20000		20 -	20 - 50	10 (N) ~ 50	0,1 - 0,5	>4	90 - 100%		20	500	5	<800 , <750
Guía MAVDT (Gpo IV), 2005		<100	<5		<5		>5						
Guía MAVDT (Gpo VII), 2005		<2000	<5		<10		>4						
Objetivos de Calidad río Aburrá-RedRío (Tramo 3) (Res 2016/2012)	<5000	<1000	<20	<30			>4		4,5 -9,0		<80		<50
Objetivos de Calidad río Aburrá-RedRío (Tramo 4) (Res 2016/2012)			<60	<110			>4		6,5 - 8,5		<200		<200

*Para consumo humano y doméstico, con tratamiento de sólo desinfección

5.5.3 Interpretación básica de los parámetros evaluados

Para facilitar el análisis y la comparación histórica en esta sección del estudio se ha seguido el esquema interpretativo propuesto en las fases anteriores y se ha contemplado sólo los sitios de las cuencas básicas.

5.5.3.1 Contenido de materia orgánica

En las quebradas de San Antonio de Prado, este parámetro tiene mucha importancia por su relación con la presencia de coliformes totales y fecales, y además con la disponibilidad de oxígeno para las especies acuáticas debido a que cuando el agua contiene mucha materia orgánica, el oxígeno disuelto es consumido aceleradamente por los microorganismos en los procesos de descomposición de ella (respiración) con lo cual puede agotarse el oxígeno para las demás especies si el recambio es bajo.

El déficit de oxígeno en las corrientes es más notable en los casos de corrientes suaves, con poca rugosidad o en ecosistemas lénticos, debido a que el aporte atmosférico de aire al cuerpo de agua es más limitado. Así, en corrientes de alta rugosidad y turbulencias la aireación es permanente y el oxígeno puede permanecer en niveles altos y correlativamente su saturación también, aunque la materia orgánica también esté en altas cantidades, tal como se evidencia en todas las quebradas evaluadas de San Antonio de Prado. Por este motivo la medición de oxígeno disuelto no es suficiente para determinar la calidad del agua.

La materia orgánica se mide principalmente como demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) y demanda química de oxígeno (DQO). En algunos casos correlaciona con la abundancia de nutrientes nitrogenados e incluso con el fósforo.

La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro que mide la cantidad de materia orgánica que hay en una muestra líquida y que es susceptible de ser oxidada por medios químicos. Este parámetro ayuda a medir la cantidad de materia orgánica. Sin embargo, puede haber interferencias debido a que en la muestra pueden existir sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros, etc.); no obstante esta posible interferencia se considera despreciable en los casos de las quebradas rurales de SAP.

La demanda bioquímica de oxígeno o demanda biológica de oxígeno (DBO) es un parámetro que mide la cantidad de materia que contiene una muestra líquida susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos, y se utiliza para determinar su grado de contaminación.

> *"La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) mide la cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica carbonácea y nitrogenada por acción de los microorganismos en condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente cinco días y 20 ºC). Mide indirectamente el contenido de materia orgánica biodegradable. El procedimiento se utiliza para calcular las necesidades relativas de oxígeno de las aguas residuales, los efluentes y otras aguas contaminadas. Los microorganismos utilizan el oxígeno que hay en el agua para oxidar mediante un proceso bioquímico la materia contaminante, que es su fuente de carbono"* (DAMA, 2006)

Internacionalmente no hay consenso en la determinación del nivel ambiental para este parámetro.

De acuerdo con Corantioquia, 2005, en corrientes no contaminadas son típicos valores de DBO_5 menores o iguales a 2 mg de O_2/L, y conceptúa que concentraciones mayores se registran en aquellas corrientes que están sometidas a recibir vertimientos contaminantes. El decreto 1594 de 1994 no contempla límites para estos factores en los usos recreativos, agropecuarios y ni siquiera ambientales, con excepción del oxígeno disuelto (véase anexo), sin embargo, algunas normativas internacionales limitan su concentración en un rango entre 3 y 6 mg de O_2/L para uso en piscicultura o sostenimiento de vida acuática (Norma Canadiense y de la Comunidad Europea, en Chapman, 1992), y otras contemplan rangos hasta 20 (EPA, citado por DAMA, 2006). Por su parte la Guía de Objetivos de Calidad en ausencia de PORH del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Territorial, de 2005, propone tentativamente el límite de 5 mg de O_2/L. Por su parte los Objetivos de calidad del río Aburrá (resolución 2016 de 2012), para el tramo 3, proponen como meta el nivel de <20 mg de O_2/L.

El programa de monitoreo de aguas en SAP en 2015 adoptó un nivel máximo para DBO_5 de 5 mg de O_2/L, y de esta manera fue trabajado en las ecuaciones y curvas de valores de calidad (cálculos de Qi). Se hizo teniendo en cuenta algunas normas internacionales, los conceptos de Corantioquia y la recomendación del MAVDT de 2005, y especialmente las condiciones reales de las quebradas en SAP que presentan una muy elevada aireación a lo largo de todo su recorrido, producto de las fuertes pendientes y alta rugosidad.

En ciertos casos puede presentarse en algunos sitios una DBO_5 por encima del nivel propuesto (incluso un 50% más), sin embargo la vida acuática de peces y otros bioindicadores exigentes en oxígeno disuelto se mantiene aparentemente en buen estado, quizá porque la elevada rugosidad permite mantener altos niveles de oxígeno en el agua y facilita la presencia simultánea de vida que hubiese desaparecido con el mismo nivel de DBO_5 pero en situaciones de menos aireación.

En el estudio de 2013 se reporta que muchos sitios muestreados que reportan niveles muy elevados de DBO_5, a pesar de contar con alta concentración de O.D. (más de 5 mg/L) y una muy buena saturación de O.D. (entre 90% y 105%), producto de la elevada aireación de las corrientes en SAP, no garantizan un buen estado ambiental del ecosistema, pues cuando la M.O. es muy elevada generalmente aparecen fuertes concentraciones de microorganismos patógenos que pueden ser nocivos para otras formas de vida acuática, tal como se ha comprobado en algunas quebradas como La Despensa, La Zulia y La Popala, e incluso en La Larga y La Candela que se ven afectadas por largos periodos con concentraciones altas de materia orgánica y en esa medida a pesar de su elevado oxígeno disuelto, los peces, Cangrejos y otras formas de vida se ven muy afectadas por enfermedades e incluso han desaparecido. En varios casos se hallaron peces y Cangrejos con enfermedades en la piel y caparazones, al parecer asociados a hongos. En esta medida ha de tenerse precaución cuando se rebasa el nivel de 6 mg/L, en los casos de valoraciones de tipo ambiental.

Los valores de DBO_5 pueden variar en una corriente dependiendo de la distancia del sitio de vertimiento o de fuentes que aportan la M.O. así como por procesos de dilución, al recibir aguas de afluentes menos contaminados. Este fenómeno se presenta en varias corrientes de SAP causando el impacto positivo de manera muy evidente como en La Cabuyala alta hasta la media, pero también en La Zulia y otras en la vereda La Verde.

Una mejor comprensión sobre el comportamiento de la DBO_5 puede hacerse parcialmente con el estudio de otros parámetros como las fracciones de sólidos contenidas: Totales (ST), Suspendidos (SST) y sedimentables (SSED), aunque estos últimos valores también pueden deberse a partículas minerales provenientes de la erosión laminar de áreas agropecuarias, de actividades mineras, escombreras, etc. El Oxígeno Disuelto (OD) también contribuye con este análisis, aunque este parámetro puede estar muy influido por condiciones locales de las quebradas como rugosidad del lecho, cascadas, áreas de aquietamiento, etc.

Los resultados de muestreos en 2015, indican problemas de posible contaminación para el uso ambiental, según el criterio de DBO_5 en 18 de los 60 sitios evaluados con este

parámetro. El problema de contaminación medido bajo el criterio de DBO_5, se presenta sólo en las partes medias y bajas de varias fuentes, excepto en La Cabuyala que presenta problemas en su parte alta. Los sitios con esta problemática tienen causas asociados a descargas de aguas residuales domésticas (Manguala, Limona, Jacinta, Cabuyala, Chorrera, Isabela y Doña María), y a contaminación por descargas de actividades pecuarias provenientes de piaras y establos que fácilmente pueden controlarse mediante el ejercicio de autoridad ambiental y estímulos como los contemplados en el programa de reconversión agrotecnológica, entre estas cuencas están La Manguala, La Chorrera, La Zulia, La Isabela, La Popala y La Doña María.

Se nota una desmejora en cuanto a este parámetro con relación al monitoreo de 2013, pues ahora hay más sitios presentando problemas. La interrupción en los monitoreos parece estar llevando a un relajamiento en el comportamiento social, pues se debilita la “presión” hacia una parte de la comunidad (zona rural) en cuanto al control de vertimientos y si a esto se suma el muy bajo control ejercido por las autoridades ambientales, los comportamientos de las unidades productivas se hacen claramente irresponsables desde el punto de vista ambiental. En el caso de la zona urbana las medidas las debe tomar en especial el municipio y EPM en cuanto a construcción de alcantarillados (convencionales o no) y conexión de estos sistemas a los conectores que llevan a la planta de San Fernando, lo cual muestra un gran debilitamiento, luego de algunos años de claro compromiso social en cuanto a la construcción de estas infraestructuras que contribuyeron notablemente a la mejora en la calidad ambiental del agua en varias quebradas.

En el caso de La Jacinta, La Limona, La Manguala, La Cabuyala y La Zulia, el elevado nivel de materia orgánica está relacionada con descargas directas de zonas urbanas o centralidades y sectores barriales que no cuentan con alcantarillados o porque existen alcantarillados públicos que aún están descargando directamente a las quebradas, pero también porque algún grupo de viviendas realizan descargas ilegales y en esa perspectiva se corroboran las exigencias comunitarias para que EPM instale esta infraestructura y para que las autoridades ambientales, así como la corregiduría realicen el control pertinente.

En el gráfico 6 puede observarse los resultados encontrados para DBO_5 en los 60 sitios de las 19 quebradas consideradas para este parámetro en 2015.

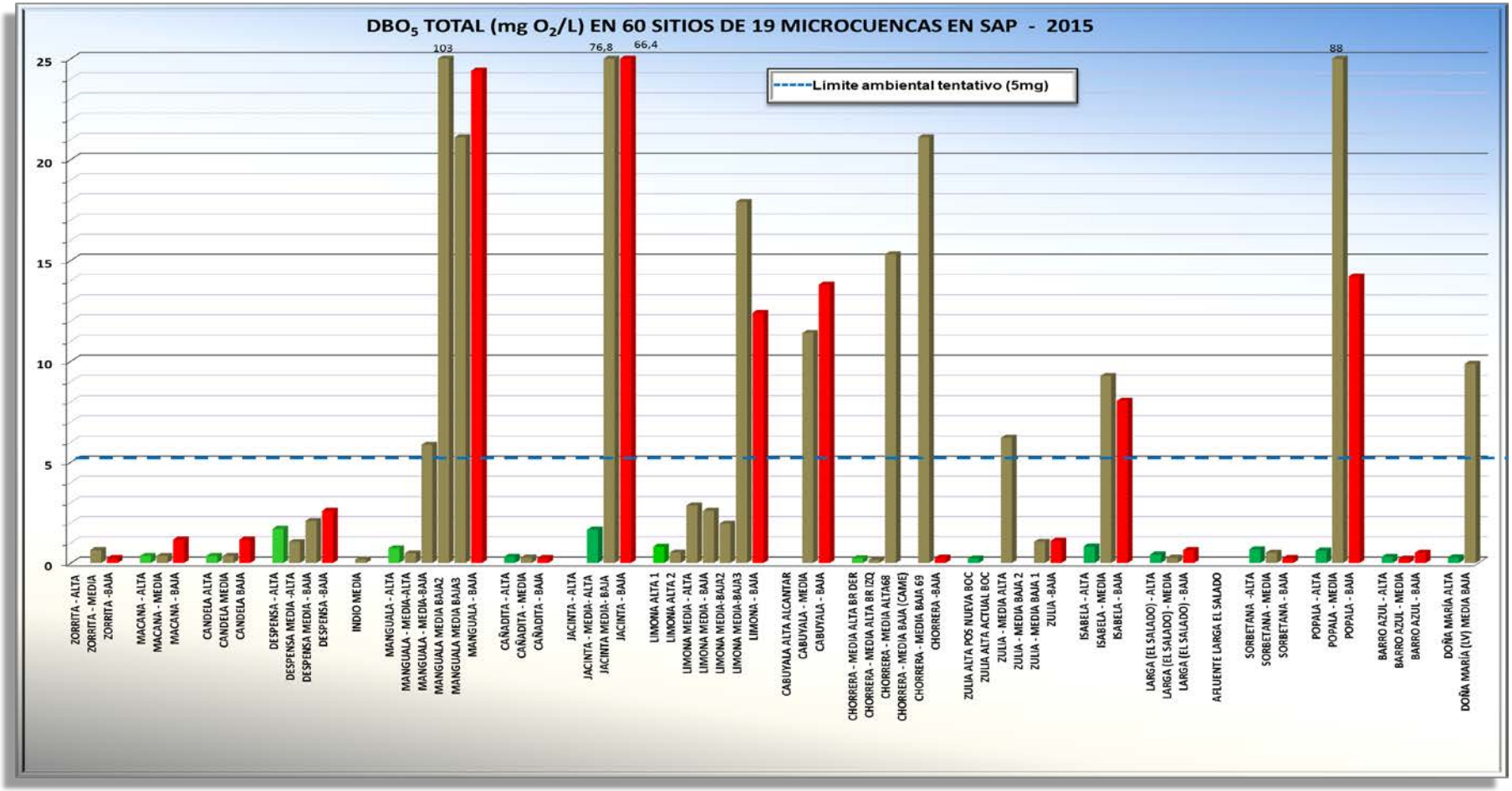


Gráfico 6. DBO_5 en diferentes sitios de 19 quebradas en San Antonio de Prado, 2015

Los valores de DQO pueden variar en una corriente dependiendo de la distancia del sitio de vertimiento así como por procesos de dilución, al recibir aguas de afluentes menos contaminados, y la interpretación de los valores para este parámetro puede ajustarse con relación a otros como ST, SST.

El Decreto 1594/94 señala para la DQO como nivel máximo permisible 20 mg de O_2/L, para el uso ambiental. Algunas fuentes internacionales ubican este nivel máximo entre 20 y 50 mg de O_2/L, y los objetivos de calidad para el uso recreativo y ambiental (funciones ecológicas) en el río Aburrá, en el corto plazo (2 años) y en el tramo 3, lo ubican como máximo en 30 mg/L. En 2015 para la integración de este parámetro en la ecuación ICASAP, se ha considerado el nivel de 20 mg de O_2/L. Al igual que para los demás parámetros integrados a la ecuación de ICASAP, se ha realizado correcciones del Qi, y se ha contrastado con un proceso de bioindicación en cada sitio para corroborar la justeza de esta decisión.

Los resultados de los muestreos en 2015, indican problemas de contaminación con relación a los niveles establecidos para el uso ambiental en SAP, basados en DQO (20 mg de O_2/L) en 12 de los 60 sitios evaluados (en comparación con 7 de 2013), e incluso de este total, 5 sitios superan el nivel de 50 mg/L.

Esta situación muestran una leve tendencia hacia la degradación de la calidad del agua en las fuentes hídricas locales, probablemente como resultado dela interrupción del programa de reconversión agrotecnológica, el debilitamiento en el programa de saneamiento básico rural, el distanciamiento en los tiempos de monitoreo y la muy baja actividad de control ambiental por cuenta de las autoridades ambientales.

Si bien los mismos sitios de quebradas que presentan elevados valores de DBO_5, lo presentan en DQO, lo cual es lógico, pues estos dos parámetros están correlacionados en las condiciones socioambientales de SAP (ver gráfico 8), es de resaltar que de acuerdo con los resultados del laboratorio, en varios sitios de 5 quebradas (Jacinta, Cabuyala, Chorrera, Zulia y Popala) hay tendencia inorgánica en la demanda de oxígeno. La Despensa también muestra esta situación, pero dado que sus valores son muy bajos no es significativo el análisis de esta relación para la parte alta de esta quebrada. En el gráfico 7 puede observarse la situación de la DQO en las 19 quebradas evaluadas para este indicador en el corregimiento.

Los valores reales para DBO_5 y DQO en los 60 sitios de la 19 quebradas monitoreadas en estos parámetros en SAP pueden verse en la tabla 6.

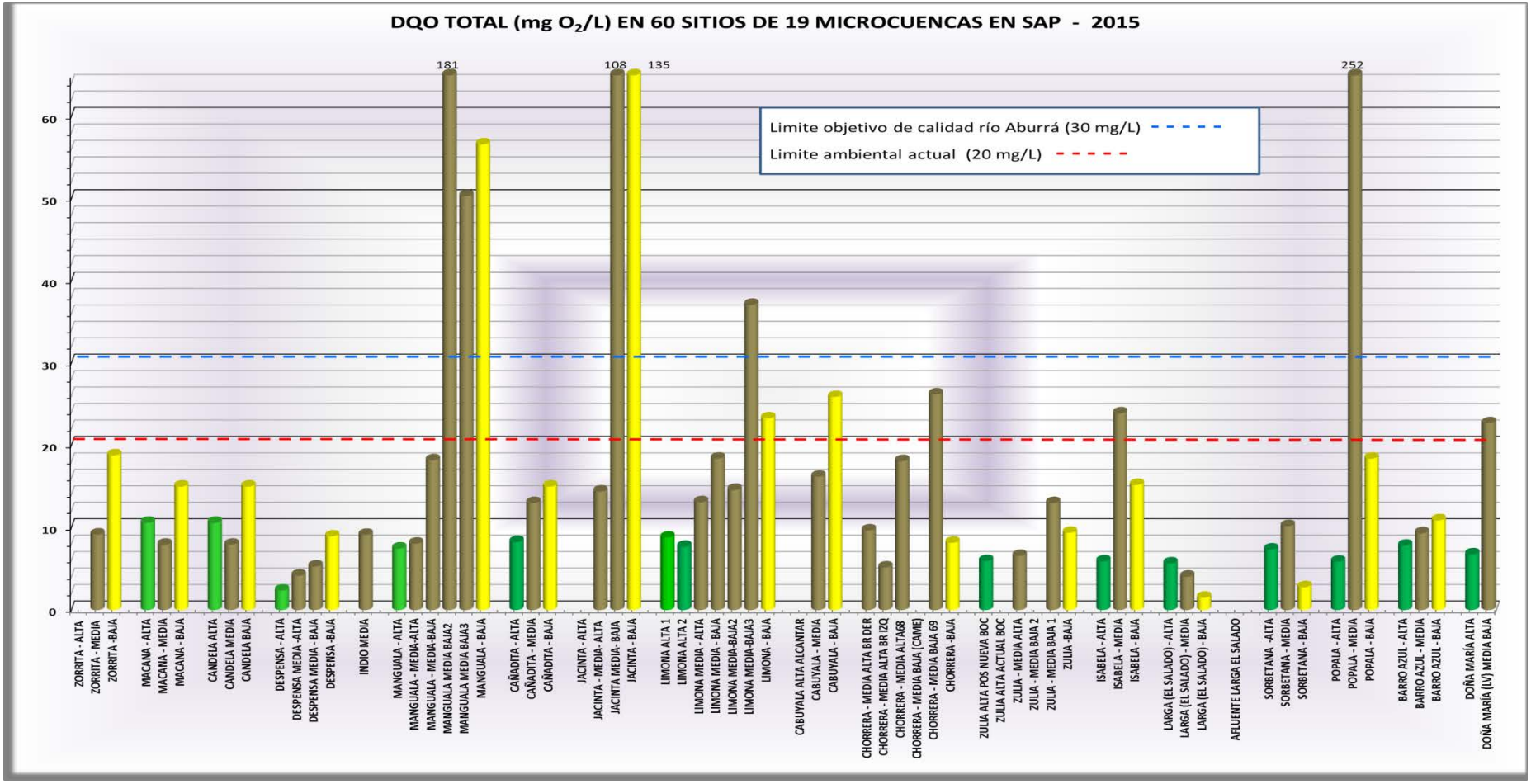


Gráfico 7. DQO en diferentes sitios de 19 quebradas en San Antonio de Prado, 2015

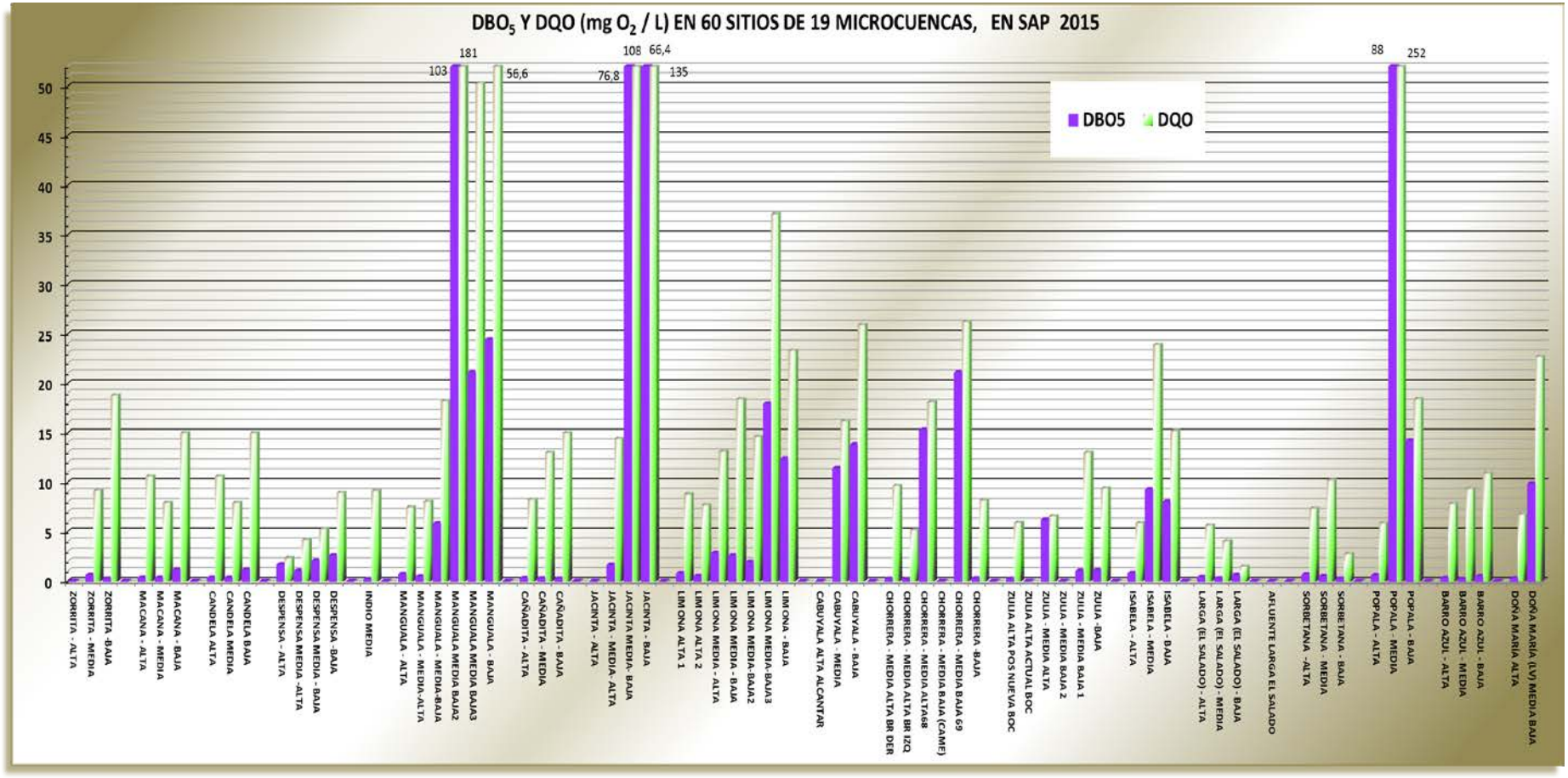


Gráfico 8. Correlación DBO_5 Vs. DQO en varios sitios de 19 quebradas en San Antonio de Prado, 2015

La relación DBO_5/DQO se usa con frecuencia para el análisis de la biodegradabilidad de la materia orgánica presente en las corrientes, pues mide la proporción entre la materia orgánica de rápida descomposición y la materia orgánica más estable, de más difícil biodegradabilidad, proveniente entre otros casos de la erosión laminar de suelos que tienen horizontes orgánicos (A) en procesos activos de pérdida, o también de sustancias de origen industrial que demandan oxígeno para su degradación, entre otras.

Durante el monitoreo de 2015 se presentaron 7 sitios de los 60 muestreados con una relación por encima de 0,6, lo que nos indica que en la demanda de oxígeno para las degradaciones predomina la materia orgánica de rápida digestión en presencia de oxígeno abundante. 17 sitios muestran una relación equilibrada y el resto la muestra con tendencias inorgánicas o de difícil biodegradación, aunque de este último grupo una cantidad importante de sitios corresponden a partes altas que muestran muy bajos valores de DBO5 y DQO por lo que este análisis carece de relevancia. De todas maneras cerca de 24 sitios del total evaluado, muestran una tendencia al predominio de materia oxidable por los organismos acuáticos y que es de difícil biodegrababilidad o que esas aguas contienen sustancias químicas que están dificultando la biodegradabilidad. También es importante tener en cuenta que muchos sitios no presentaron limitantes por DBO_5 ni por DQO y que de hecho presentaron valores por debajo de 2 mg/L de DBO_5 y de 12 mg/L para DQO, los cuales son los mínimos garantizados por el laboratorio de aguas de Corantioquia en cuanto a baja incertidumbre, por lo tanto la mayoría de valores y de relaciones deben ser vistas bajo la lupa de esta limitante técnico, y por eso sólo deben ser considerados como indicadores generales en los todos los casos en que estos límites no fueron rebasados.

La relación *DBO_5/DQO*, es explicada en los siguientes términos por la UTA, 2006:

> *"La relación entre los valores de DBO y DQO es indicativo de la biodegradabilidad de la materia contaminante. En aguas residuales un valor de la relación DBO/DQO menor de 0,2 se interpreta como un vertido de tipo inorgánico y orgánico si es mayor de 0,6" (DAMA, 2006). Otros autores consideran que el valor diferencial está dado por 0.5, así: el contenido de materia orgánica es biodegradable si DBO_5/DQO >0.5 o no es biodegradable si DBO_5/DQO <0.5 (Singh, 1971). "Una relación D.B.O./D.Q.O. inferior a 0.5, permite sospechar la presencia de sustancias tóxicas que retardan o inhiben la biodegradabilidad (metales pesados, cianuros, cloro, etc.) aún en presencia de sustancias carbonadas, resistentes ellas mismas a la descomposición biológica"* (Universidad Tecnológica de Argentina, 2006, citado por SMA de Medellín, "Monitoreo de los recursos agua y bosques en SADEP", 2008).

Para el caso de este estudio se consideraron los rangos aceptados por el DAMA, que son más flexibles y generan menos dudas de interpretación.

La mayoría de sitios que presentan limitaciones por DBO5 y DQO, muestran una relación inorgánica, es decir entre mayor a 0,6 (véase gráfico 9). Debido a que los muestreos de 2015 fueron realizados en épocas de pocas lluvias o sequía, se descartan aportes de materia orgánica proveniente de la erosión de suelos en su horizonte A, por lo cual debe sospecharse de la presencia de otras sustancias que impiden el normal proceso de biodegradación.

Debido a que hace algunos años fue suspendido el monitoreo de sustancias como plaguicidas y otras, porque resultaron no significativas en todos los casos evaluados y en cambio muy costosas de realizar, no es posible ahora determinar con claridad este comportamiento, pero quizás se relacione con sustancias de uso frecuente en el corregimiento usadas para el lavado de establos y porquerizas (venenos, microbicidas, etc.) o incluso con sustancias cloradas y yodadas de uso común como desinfectantes tanto en zonas urbanas como rurales.

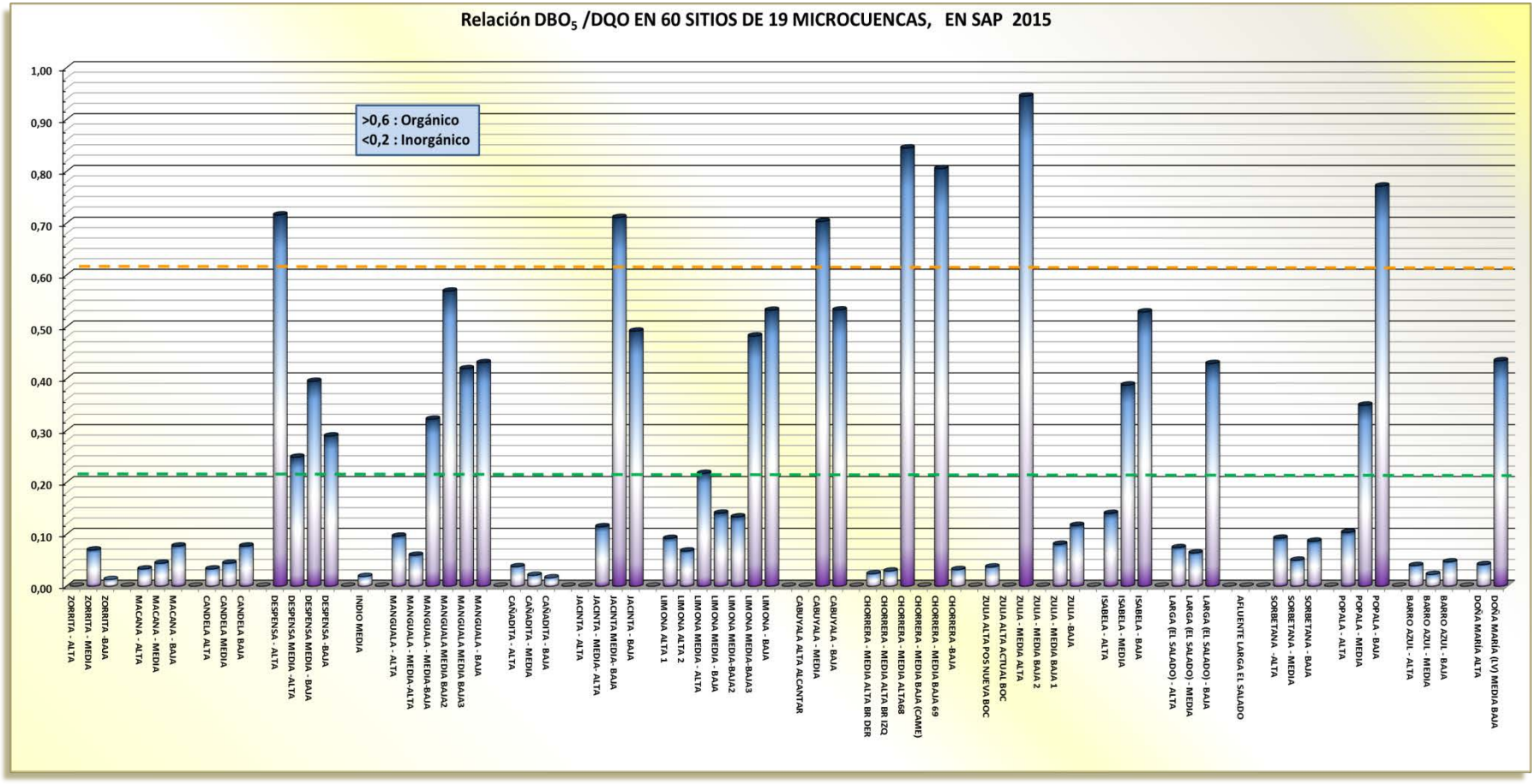


Gráfico 9. Relación DBO_5/DQO en varios sitios de 19 quebradas en San Antonio de Prado, 2015

5.5.3.2 Comparación histórica de los indicadores de materia orgánica

Hasta ahora se cuenta con posibilidades comparativas más bien reducidas, debido a que se tienen sólo 5 registros (2008, 2009, 2012, 2013 y 2015), lo cual se agrava por la interrupción en 2010-2011 y en 2014 y por el hecho de que se realizan monitoreos anuales y no trimestrales o por lo menos semestrales; sin embargo, a partir de los resultados que se muestran en los gráficos 10 y 11 puede observarse que la mejoría considerable desde el punto de vista de la DQO y la DBO_5 en casi todos los sitios hasta 2013, está perdiéndose en 2015.

Como se expresó antes, los factores más destacables en las tendencias de mejoras o pérdidas de calidad en el agua de las quebradas de la localidad se relacionan con asuntos de gestión como la constancia en la implementación de monitoreos porque mantiene en alerta a las unidades productivas contaminantes, el control oportuno por parte de las autoridades ambientales, el mantenimiento de programas claves como el de reconversión agrotecnológica y el de adquisición y administración de predios para la conservación, y finalmente el de saneamiento básico urbano y rural. Prácticamente todos fueron suspendidos o implementados débilmente en 2014, con las consecuencias que se reflejan en los resultados del actual monitoreo: un deterioro moderado en la calidad del agua en varios sitios de algunas fuentes, si se compara el lapso 2008 - 2013 y luego entre 2013 y 2015 (Popala media, Jacinta media y baja, Isabela media y baja, Limona media baja).

En los gráficos 10 y 11 puede observarse como varía la DBO5 y la DQO a lo largo de los 5 periodos de muestreos en todas estas quebradas y para los mismos sitios, aunque en algunos casos el número de sitios ha aumentado al incorporarse nuevos en los recientes monitoreos y por eso las posibilidades de comparación histórica para esos sitios es menor.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este periodo puede observarse como la DBO_5 y la DQO ha disminuido casi todos los sitios lo cual denota un mejor estado ambiental con respecto a la contaminación del agua, por lo menos en lo concerniente a la materia orgánica. No obstante se mantienen algunos sitios críticos como el de La Popala media, La Isabela media, La Chorrera media baja (sector Las Camelias), La Jacinta media baja (a partir de Barichara), La Manguala media baja (sectores de María Auxiliadora y Chispero) que rompen las tendencias al mejoramiento y en todos los casos los sitios están plenamente identificados, son descargas puntuales de gran magnitud que requieren la intervención de

EPM o la alcaldía en caso de los alcantarillados, o de la autoridad ambiental en caso de los vertimientos de unidades productivas pecuarias.

En 2015 cerca del 30% de los sitios no cumplen con la normatividad en cuanto a DBO_5 (en comparación del 20% de incumplimiento en 2013) y cerca del 20% no la cumplen por DQO (en comparación con el 15% de 2013), aunque de todas maneras se mantiene una mejora en relación a 2012 cuando cerca de 37 trayectos no cumplían la norma ambiental para DBO_5 (67%).

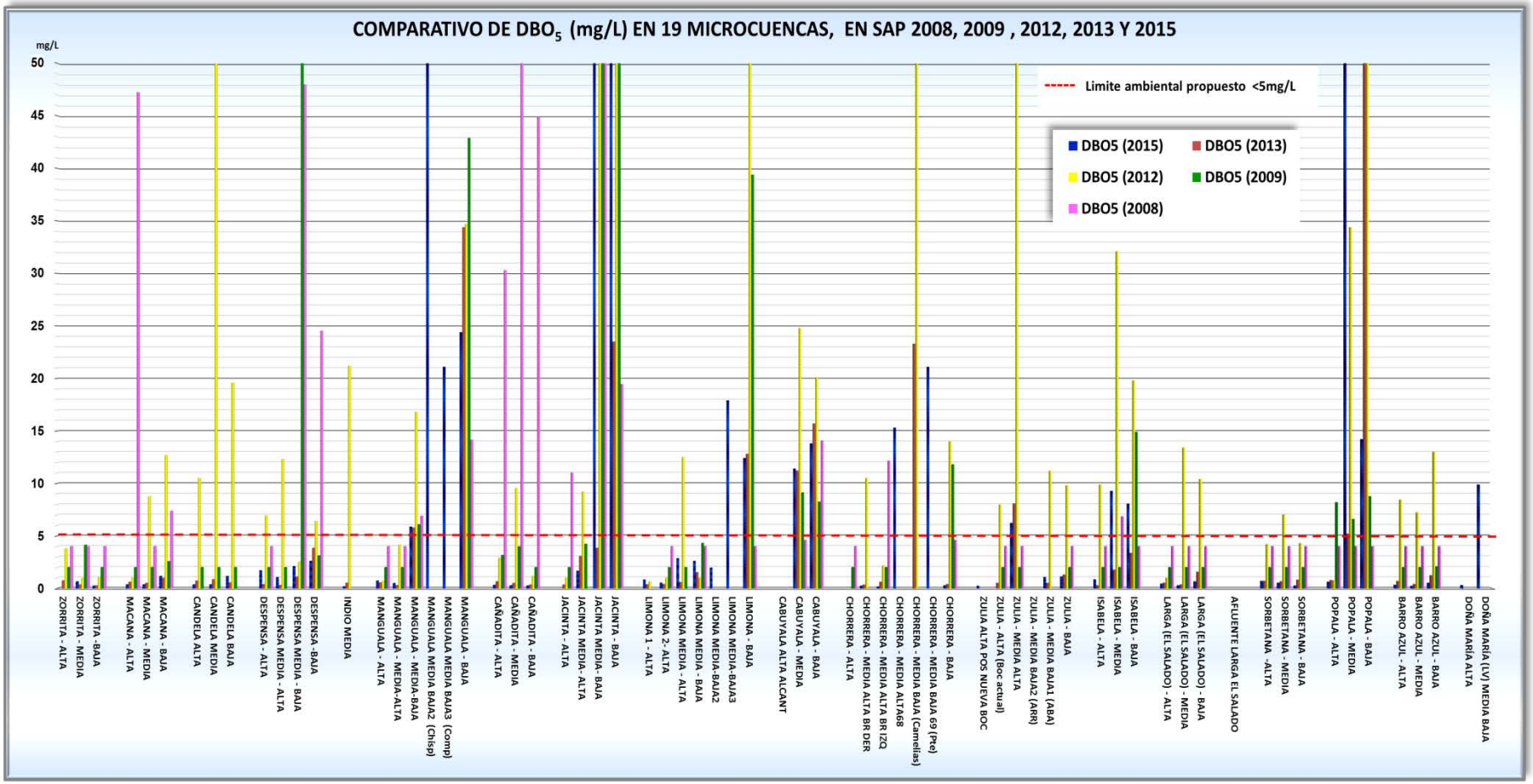


Gráfico 10. Comportamiento histórico de la DBO_5 en 19 microcuencas de SAP, entre 2008 y 2015

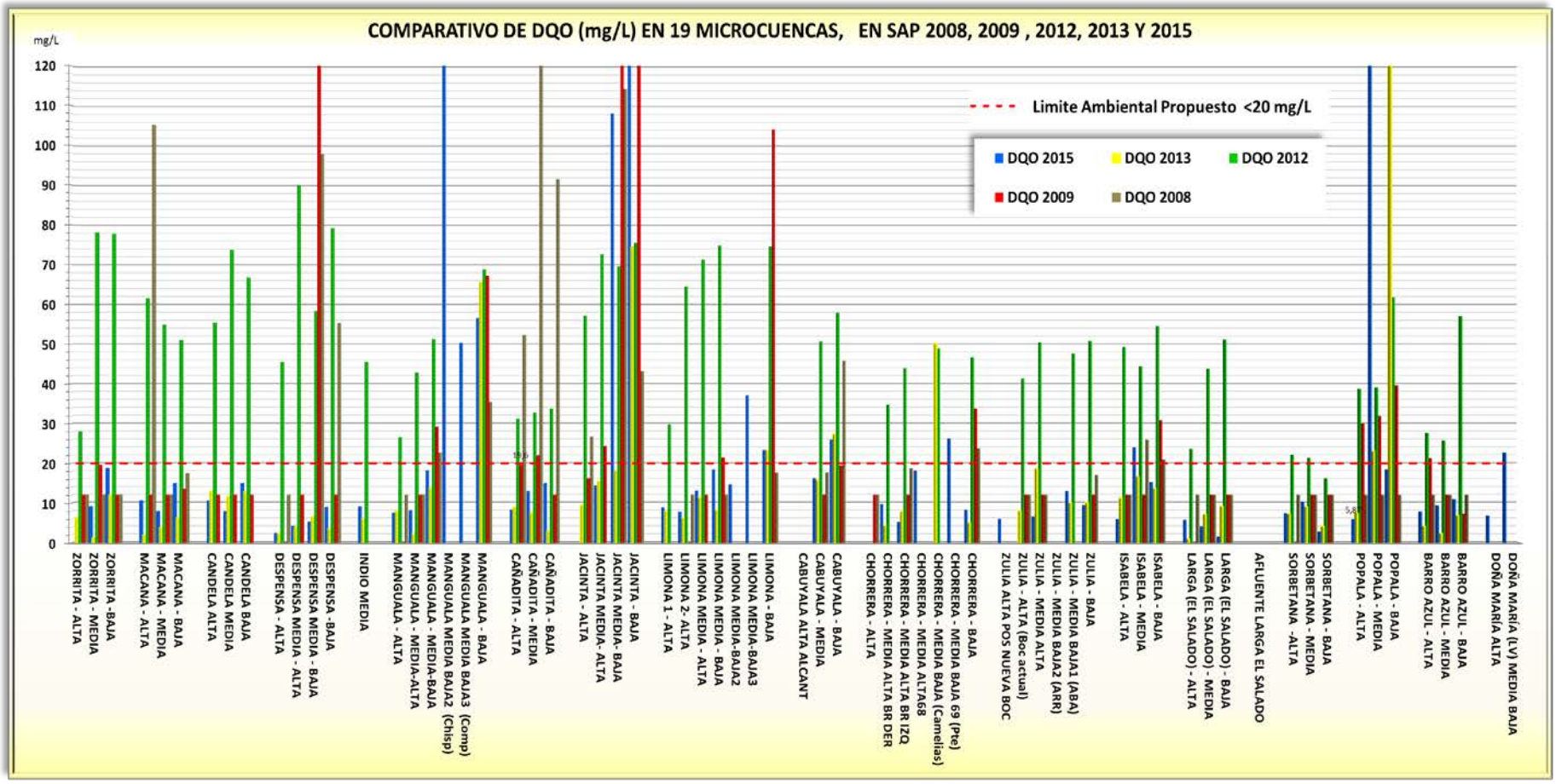


Gráfico 11. Comportamiento histórico de la DQO en 19 microcuencas de SAP, entre 2008 y 2015

Existen otros dos parámetros muy importantes en la evaluación de la contaminación por materia orgánica: los patógenos (Coliformes totales y fecales), que se analizan a continuación, cuyos resultados muestran una fuerte correlación entre la materia orgánica y los patógenos en San Antonio de Prado.

5.5.3.3 Patógenos

La evaluación para estos parámetros fue realizada por el laboratorio de Corantoquia mediante el recuento de Coliformes Totales y *E. coli*, como indicador de fecales bajo los métodos y procedimientos descritos en la tabla 5.

De acuerdo con el informe de 2013, este parámetro es importante en la medida en que la evaluación de Coliformes (especialmente *Escherichia coli*) permite inferir la presencia de excrementos humanos y animales en el agua, y consecuentemente existe la probabilidad de que ésta contenga patógenos que causan enfermedades como gastroenteritis, disentería, cólera, tifoidea, virus y patógenos que generan otras enfermedades y parasitismos como áscaris, amebiasis, etc.

Es normal que las corrientes superficiales presenten coliformes incluso fecales, aunque no existan actividades humanas cercanas, debido a la presencia de fauna silvestre asociada a las quebradas. Su gravedad para el uso y consumo humano está relacionada con la cantidad presente y el tipo de coliformes.

La presencia de los patógenos en las corrientes y más exactamente su supervivencia depende de las características de las aguas en que se encuentran, obedeciendo principalmente de la temperatura, los niveles de oxígeno disuelto, la carga de materia orgánica, etc.

El decreto 1594 de 1984 tiene estipulado para el uso humano (consumo, ambiental, recreativo, etc.), cantidades máximas de 200 y 1000 NMP/100 ml, para coliformes fecales y coliformes totales respectivamente, sin embargo otros criterios internacionales contemplan cantidades permisibles para estos usos de 1000 y 5000 NMP/100 ml, respectivamente (ver tabla 7 y 8) y los objeticos de calidad del río Aburrá para el corto plazo contemplan niveles inferiores a 5.000 y 1.000 NMP/100 ml de coliformes totales y fecales respectivamente, para el tramo 3.

Tabla 8 Límites para los Coliformes totales y fecales (Decreto 1594 de 1984 y otras fuentes).

Uso	Permitido para coliformes totales (NMP/100 ml)	Permitido para coliformes fecales (NMP/100 ml)
Captación para potabilización (tratamiento Convencional)*	20.000	2.000
Captación para potabilización (tratamiento desinfección)*	1.000	
Agrícola*	5000	1000
Recreativos-contacto primario*	1000	200
Recreativos-contacto secundario*	5.000	
Grupo III (baños y Recreo)**	1000	
Grupo IV (piscicultura)**	100	
Grupo VII (Abastecimiento de agua no potable)**	2000	
Objetivos de calidad río Aburrá, Tramo 3	<5.000	<1.000

* Criterios de calidad, D.1594/84 ** Criterios de calidad, MAVDT, 2005

Al igual que en 2013, durante 2015 los resultados de laboratorio muestran que todos los sitios presentan problemas ambientales por coliformes totales, de acuerdo con el nivel establecido por el decreto 1594/84 (aunque bajo los criterios de los objetivos de calidad del río Aburrá, existen 7 sitios que cumplen), pero 10 sitios no lo presentan por coliformes fecales (en comparación con 15 sitios en 2013), todo lo cual muestra una leve desmejora en el tiempo. Los sitios con mejores indicadores se encuentran en las reservas públicas, la Doña María alta y en 3 partes altas (La Despensa, con retiros en muy buen estado de conservación); Zulia y Popala con retiros en regular estado) y la parte media La Larga del Salado, que presenta retiros en regular estado.

Prácticamente todos los sitios que no presentan limitaciones por coliformes fecales, tienen retiros en estado “bueno” y “muy bueno”: La Despensa alta, Manguala alta, Limona alta 1 y 2, Doña María alta, Zulia alta, y la mayoría se asocian a sitios que se ubican dentro de las áreas de interés estratégico para la conservación del agua y que en la actualidad son públicas. Unos pocos casos están en predios privados, pero con retiros en buen y muy buen estado de conservación (véase gráficos 12, 13 y 14 y tablas 6 y 9). Esta situación corrobora la importancia de profundizar de manera urgente el proceso de adquisición de predios con destino a la conservación y protección ambiental y además la necesidad de establecer sin demoras los mecanismos de pagos por servicios ambientales.

Si se tienen en cuenta los criterios de los objetivos de calidad para el río Aburrá, en su ramo 3, (<5.000 NMP para coliformes totales y <1.000 para coliformes fecales), se observa que 7 de los 60 (12%) tramos evaluados son aptos para funciones ambientales (bajo el criterio de coliformes fecales) y 22 de los 60 (37%) tramos son aptos para funciones ambientales (bajo el criterio de coliformes totales). De todas maneras cerca de la tercera parte, están cumpliendo esta función a cabalidad, desde el punto de vista de los coliformes y si se tiene en cuenta que existe una clara correlación entre el estado de los retiros y la calidad del agua en cuanto a coliformes, se colige que es muy importante establecer un programa bien presupuestado de restauración de retiros, junto con el de adquisición de predios para la conservación o en su defecto el de PSA (véase gráficos 12 y 13 y tabla 9).

En relación con 2013, ha ocurrido un leve decrecimiento en los tramos que presentan condiciones de agua aptas para usos ambientales-recreativos, lo que en general mantiene la alerta sobre el estado de calidad de las fuentes hídricas en el corregimiento y la urgente necesidad de tratar el agua antes de su consumo por el ser humano, pero además se evidencia que hay fuertes restricciones para uso recreativo, asociado por ejemplo a parques lineales, miradores, o simplemente como espacios que garanticen la vida de las especies acuáticas en la mayoría de tramos de quebradas (en cerca de las 2/3 partes).

Los coliformes se mantienen como el limitante más importante y generalizado en el corregimiento con respecto al uso del agua (ver tabla 9 y gráficos 12 y 13), conservando la tendencia de años anteriores. Y en esa medida hay que reiterar, como en 2013, que ya no da espera la implementación de los programas y proyectos que "…tienden a solucionar esta problemática como la instalación de tanques sépticos y alcantarillados que derramen no a quebradas sino a colectores y además se mantiene la urgencia de construir soluciones convencionales o no para el saneamiento básico de algunos polos de asentamientos humanos veredales y centrales, como el Hoyo en Potrerito, Santa Rita, María Auxiliadora, Las Coles, El Chispero, centralidades de Montañita y El Salado, etc. Varios de estos lugares han sido priorizados y se les ha prometido soluciones de corto plazo, pero hasta ahora y luego de varios años aún no se implementan manteniendo los riesgos y daños tanto ambientales como de salud pública" (SMAM y Pro Romeral, 2013).

En San Antonio de Prado se presenta una fuerte correlación entre las cantidades de coliformes totales y coliformes fecales (ver gráfico 14), lo cual indica que básicamente las excretas son las responsables de los coliformes y no tanto las dinámicas naturales de los ecosistemas y por lo tanto muestra la necesidad de establecer acciones urgentes sobre saneamiento básico en la zona urbana y rural y el control de disposición de excretas animales en la ruralidad.

Desde la perspectiva comunitaria se ha iniciado un proceso asociativo empresarial que busca dar solución a uno de las causas de la contaminación por coliformes en la ruralidad: la carencia de mantenimiento de los tanques sépticos que ahora están colmatados y descargan directamente a las quebradas.

Algunas organizaciones locales han iniciado la construcción de una empresa encargada de prestar el servicio de mantenimiento de los tanques sépticos y si esta iniciativa da resultado será una buena contribución al mejoramiento de localidad del agua, especialmente por coliformes. No obstante aún quedan otras causas por tratar como el riego de excretas líquidas o el derrame directo de excretas a las corrientes, lo cual requiere del control de la autoridad ambiental y del apoyo al programa de reconversión agrotecnológica. Finalmente la tercera gran causa: el vertimiento de aguas residuales domésticas, necesita la intervención del estado, tanto de EPM como de la alcaldía principalmente. La construcción de alcantarillados que no derramen a las corrientes de las quebradas, sino que lleven las aguas para su tratamiento en la planta de San Fernando es la solución.

Se hace eco de la conclusión del estudio de 2013 que plantea que con una estrategia profunda que aborde los tres aspectos antes nombrados quedará solucionada más del 90% de la problemática de contaminación de aguas en el corregimiento y a su vez se recuperarán muchos tramos que pueden ser usados en consumo humano (incluyendo las demandas de nuevas urbanizaciones) y actividades productivas y obviamente con ello garantizando la sostenibilidad socioambiental y productiva del territorio:

> "*Esta posible solución a la problemática de la contaminación del agua en San Antonio de Prado demanda una voluntad política importante, pues implica el compromiso durante cerca de 5 años ininterrumpidos con relación a la financiación de los proyectos de saneamiento básico completo y técnicamente desarrollados, es decir hasta su tratamiento en la planta de San Fernando o mediante pequeñas plantas de tratamiento a nivel de focos urbanos veredales o barriales, pero además exige el financiamiento ininterrumpido para el fortalecimiento del programa de reconversión agrotecnológica con el enfoque que tuvo en las primeras 3 versiones (sin las distorsiones sufridas en las 2 últimos fases cuando operados externos al corregimiento, sin conocimiento profundo del enfoque del programa, lo llevaron al fracaso en cuanto a la filosofía establecida por la Agenda Ambiental y su PAAL 2007-2019) en este caso deberá hacerse énfasis en las soluciones agrotecnológicas relacionadas con enfocado al manejo de excretas provenientes de actividades pecuarias, sin descuidar las demás áreas de intervención en las unidades productivas*" (SMAM y Pro Romeral, 2013).

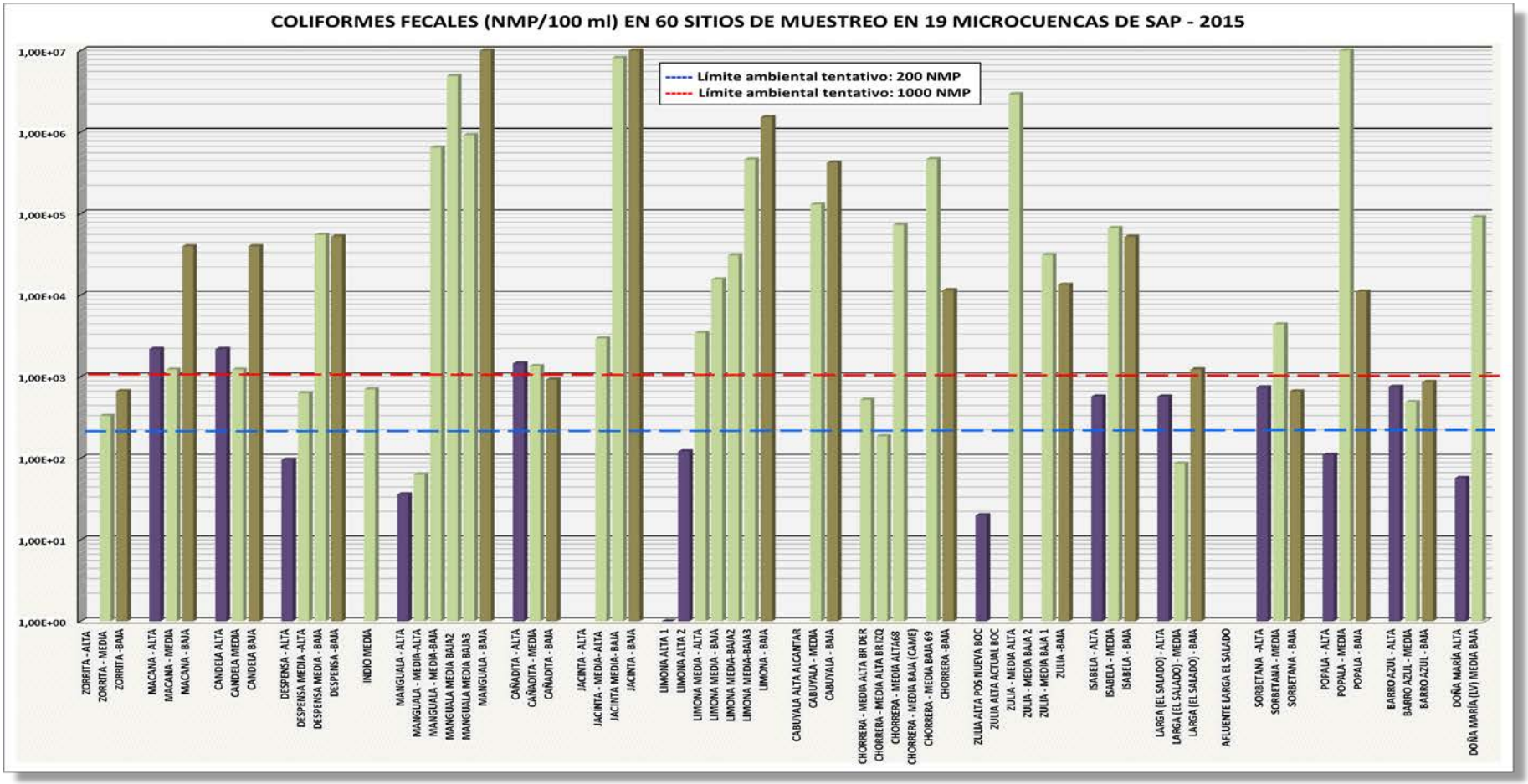


Gráfico 12. Coliformes Fecales en los 60 sitios muestreados en San Antonio de Prado en 2015

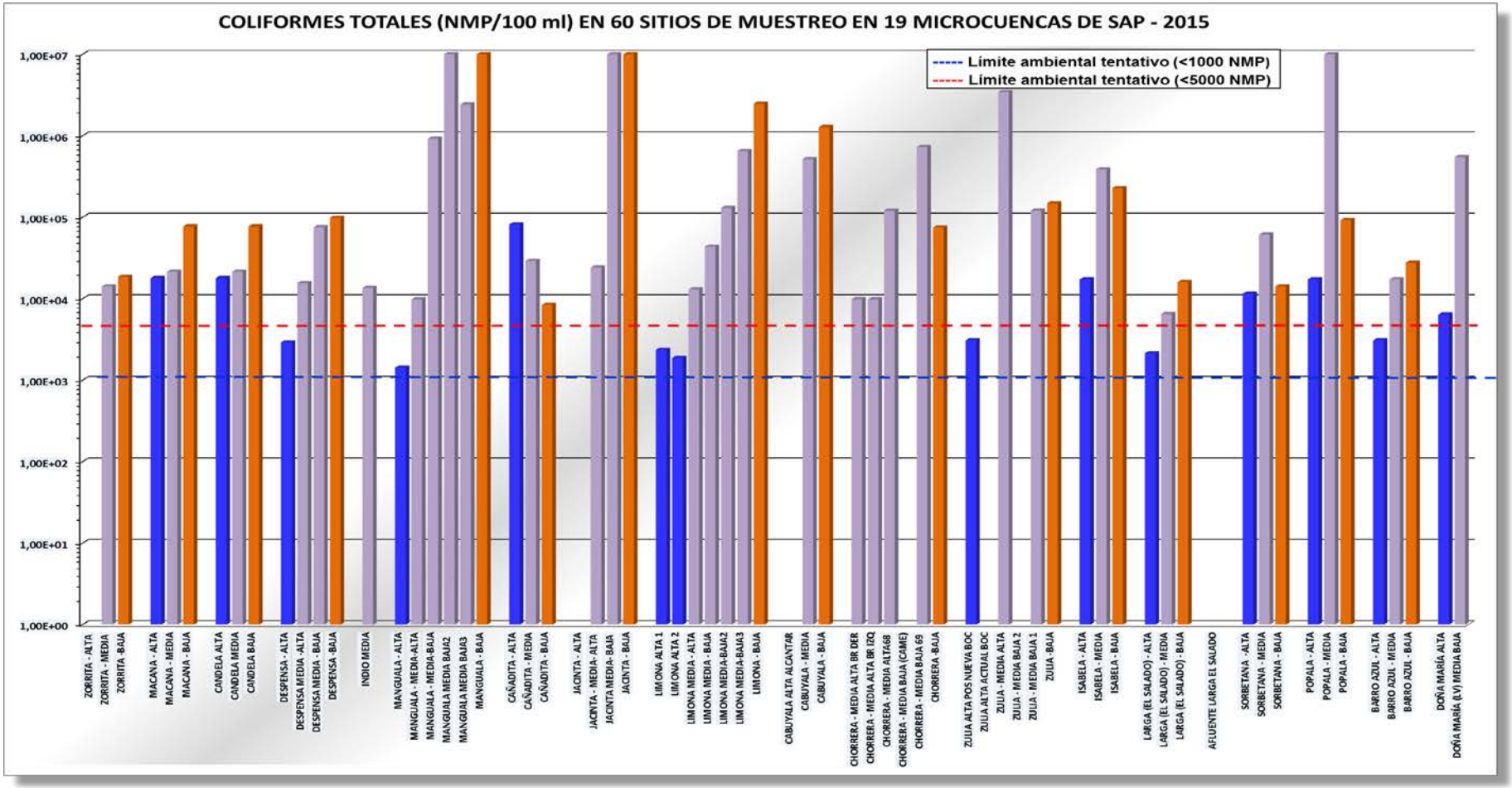


Gráfico 13 Coliformes Totales en los 60 sitios muestreados en San Antonio de Prado en 2015

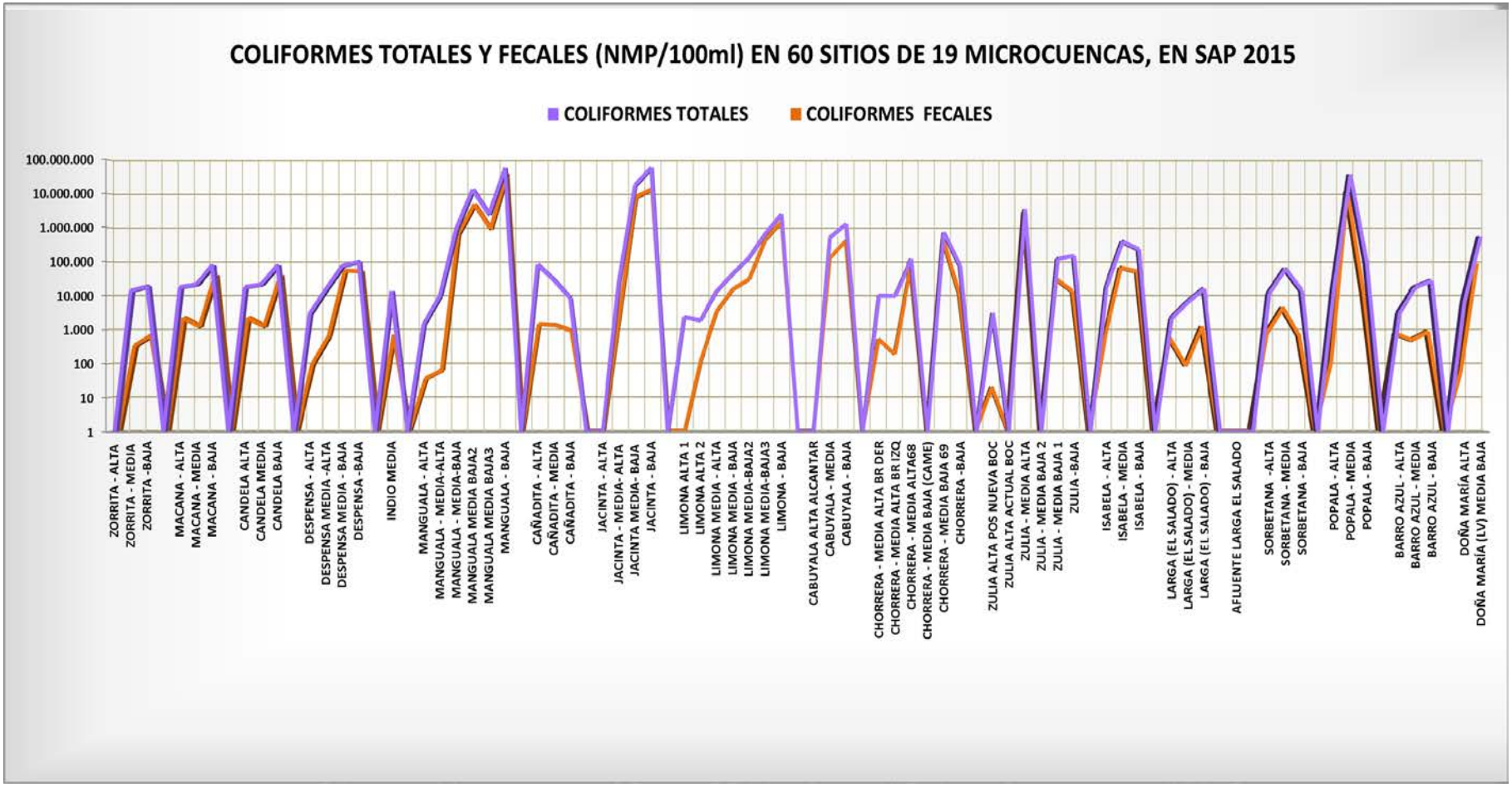


Gráfico 14 Correlación Coliformes Totales - Fecales en los 60 sitios muestreados en San Antonio de Prado, 2015

5.5.3.4 Comparación histórica de la contaminación por patógenos

Este parámetro es quizás el más limitante en las aguas del corregimiento, no obstante que el manejo y control de sus causas es, en su mayor parte, fácil de llevar a cabo mediante control institucional, e inversiones no muy cuantiosas en el programa de reconversión agrotecnológica, adquisición de predios con destino a la conservación y saneamiento básico.

Debido a los pocos registros acumulados y a que además han sucedido interrupciones en el tiempo, aún no es posible definir tendencias y proyecciones muy claras, pero los avances en cuanto a metodologías, identificación de causas y sitios críticos que requieren pronta intervención son notables.

En los gráficos 12, 13 y 14 y en las tablas 6 y 9 puede observarse los valores de las mediciones realizadas para las 19 quebradas del corregimiento en cuanto a coliformes totales y fecales en 2015, y en los gráficos 15 y 16 su variación histórica. En general se muestra una desmejora en la calidad ambiental del agua en la mayoría de quebradas y sitios, lo que se relaciona muy probablemente con las bajas inversiones en asuntos ambientales en los últimos años en la localidad: por ejemplo las adquisiciones de predios destinados a la conservación prácticamente se han detenido desde hace tres años (los últimos fueron dos pequeños predios en la cuenca La Limona), además aún no se implementa el pago por servicios ambientales y los incentivos a la conservación son tan pequeños que no generar adopción por parte de los propietarios excepto en pocos casos. El programa de saneamiento básico muestra similar debilidad y prácticamente sólo ha avanzado en el sector del Vergel en los últimos años. Además la implementación de la agenda ambiental local (PAALSAP 2007-2019), todavía no cuenta con apoyo de recursos ordinarios, por lo cual proyectos estratégicos de manejo, control, monitoreo, difusión, etc. sólo reciben apoyo del proceso de planeación y presupuesto participativo, que en los últimos años ha hecho decrecer las inversiones destinadas al medio ambiente de manera notable, para destinarlas a “grandes proyectos” como vías, infraestructura o educación gratuita. Así se ha pasado de destinar más de 1.000 millones al año (hace unos 5 años atrás) a menos de 400 millones en 2014 y 2015, lo que repercute en que programas como los de reconversión, gestión en quebradas, PRAE, gestión socioambiental por la mesa ambiental, monitoreos, etc., se vean fuertemente afectados o no puedan tener continuidad y esto a su vez se manifiesta en el detrimento de la base ambiental y la garantía de oferta de BSA.

La situación de la calidad del agua en 2015, en todas las quebradas monitoreadas se describe a continuación.

La Zorrita no muestra variación en coliformes en sus partes media y baja con relación a 2013. Su parte alta no puedo evaluarse en 2015 debido a que se encontraba seca durante el periodo de muestreo, al parecer porque todo su caudal (pequeño de por sí) estaba siendo captado. Como se señaló en el informe de 2013, estos sitios tuvieron desmejora con relación a 2012, por lo cual su estado estable en 2015, no necesariamente es buena noticia, especialmente si se tiene en cuenta que esta quebrada es usada para consumo humano por varios acueductos locales (el de EPM y el del Vergel Centro), y más abajo son destinadas a uso recreativo con contacto directo. Se recomienda implementar el programa de adquisición de predios en esta cuenca que ya está priorizada desde hace varios años (en el marco de La Manguala) o iniciar el pago por servicios ambientales, pero además retomar el programa de reconversión agrotecnológica en los predios susceptibles, ubicados aguas arriba de las bocatomas. Su calidad basada en este parámetro muestra que incumple el nivel establecido por la norma vigente, en todos los sitios muestreados. Sus principales presiones se relacionan con vertimientos puntuales de algunas viviendas y actividades agropecuarias en pequeña escala desde la parte alta, pero en su mayoría en la parte media, y por poco cuidado de retiros en su parte baja. Adicionalmente tiene influencia de dos movimientos en masa de gran tamaño que están activos y que talvez son los que más influencia están generando en la calidad actualmente; pero además ha sufrido una gran invasión de retiros en su parte media, debido a que los humedales de la zona fueron drenados y destruidos al implementar actividades de “prevención” ejecutadas por Ecopetrol, con miras a proteger la tubería de hidrocarburos que atravesaba estos humedales.

La Macana muestra una desmejora en todos los sitios. Varias pequeñas y medianas actividades agropecuarias en su parte alta y media parece que están realizando de nuevo vertimientos puntuales que antes habían sido controlados por las autoridades ambientales corrigiendo los problemas y permitiendo la recuperación parcial de la vida acuática. Sobre esta cuenca conviene reestablecer proyectos de reconversión agrotecnológica enfocados principalmente al control de la erosión y la invasión de retiros, así como al manejo de excretas pecuarias. Su calidad basada en coliformes muestra que incumple el nivel establecido por la norma vigente, en todos los sitios muestreados (a diferencia de 2013 que para coliformes fecales cumplía en su parte alta y media). Sus principales presiones se relacionan con vertimientos puntuales de algunas viviendas y actividades agropecuarias en pequeña y mediana escala desde la parte alta y mayormente en la parte media, pero además por el poco cuidado de retiros en su parte media y baja.

La Candela muestra una leve mejoría en su parte media, pero ha desmejorado en sus partes alta y baja. Esta cuenca tiene gran influencia de agroindustrias pecuarias que permanentemente realizan riegos de excretas líquidas, por lo cual se requiere acelerar los convenios de producción más limpia entre la SMA de Medellín y las empresas agroindustriales que tienen su asiento en esta zona. Estos convenios y otros en proceso como el de formación en Alternancia e incluso el de reconversión agrotecnológica con apoyo limitado a asesorías y el de más bosques para Medellín, deben acelerarse o retomarse dado que en algunos momentos los daños ambientales causados por vertimientos de estas empresas (según reportan algunas personas de las comunidades locales) llegan a niveles muy elevados causando severos daños en el cuerpo de agua y en el ecosistema ribereño en general. Su calidad basada en coliformes muestra que incumple el nivel establecido por la norma vigente, en todos los sitios muestreados (al igual que en 2013). Sus principales presiones se relacionan con vertimientos puntuales de actividades agropecuarias en mediana y gran escala desde la parte media-alta y mayormente en la parte media, pero además por el poco cuidado de retiros en su parte media y baja.

La Despensa muestra una situación variable en relación con 2013 y además a lo largo de su recorrido. En su parte alta y media baja ha mejorado en relación a coliformes totales y en las partes media-baja y baja muestra mejoría en cuanto a coliformes fecales. Pero con relación a la norma, sólo cumple en la parte alta en cuanto a coliformes fecales. Las causas de su calidad se relacionan con vertimientos puntuales de varias marraneras que manejan mal sus excretas y con invasiones de retiros. Esta microcuenca es proveedora de agua para acueductos veredales y el de EPM y es susceptible de mejorar su situación ambiental en la parte media y baja mediante el programa de reconversión agrotecnológica (con el enfoque original) y el de gestión socioambiental de retiros. Así mismo es conveniente acelerar la construcción del alcantarillado asociado a una pequeña planta de tratamiento o a un tanque séptico común en la centralidad de Montañita. Pero en su parte alta es urgente implementar el PSA o la adquisición de predios, dado que esta fuente s clave para el suministro de agua a acueductos como el de EPM.

La Manguala mantiene su buena situación ambiental en su parte alta, siguiendo una tendencia constante, seguramente influida por el excelente estado de sus retiros ya que se ubican dentro de la reserva pública La Manguala, la cual cuenta con administración permanente. En contraste, esta quebrada muestra, un deterioro progresivo aguas abajo debido a la influencia de algunos predios en la parte alta que aún no han sido adquiridos para conservación (básicamente 3 predios, aunque pueden ser más si se incluyen algunos en la cuenca de La Zorrita), ni han ingresado a alguna estrategia de pago por servicios ambientales. De ahí hacia abajo existen actividades agropecuarias que causan vertimientos

directos y difusos asociados a la intervención de retiros, lo que hace bajar su calidad; pero más abajo de su parte media-baja recibe descargas directas de viviendas y sectores enteros de barrios que la van degradando notablemente hasta convertirla en la segunda fuente más contaminada del corregimiento, a pesar de ser quizá la que más aportes realiza a acueductos comunitarios, junto con La Limona, La Despensa y la Doña María. Durante 2015 todos los sitios (excepto la parte alta) desmejoraron en calidad con relación a 2013. Las causas principales están asociadas a falta de un saneamiento básico estructurado desde la parte media-baja, en los sectores de María Auxiliadora, La Florida parte alta, Las Coles, Los Salinas y El Chispero. Y si bien esta situación permanece hasta su desembocadura, los mayores focos se centran en el tramo entre María Auxiliadora y Compartir, que coincide con un tramo que ha sido pensado por la comunidad como parque lineal aprovechando sus amplios retiros, sin que hasta ahora se haya consolidado esta propuesta y por lo cual se justifica construir un colector a lo largo de esta quebrada (que comprende la cuenca más poblada del corregimiento) para que tenga su tratamiento en la Planta de San Fernando y solucione más del 80% de la problemática ambiental del agua en esta quebrada y permita además incorporar una amplia zona pública verde al corregimiento. Solamente cumple la norma para coliformes fecales en sus partes alta y media-alta.

La Cañadita muestra leve desmejoramiento ambiental a lo largo de su recorrido, lo cual es un reflejo de la suspensión de todos los programas de mejoramiento ambiental y de la ausencia de control, pero además del aumento en la presión urbanística que sufre, tanto en su parte alta como media. Los logros obtenidos años antes especialmente por el programa de saneamiento básico implementado hace tres años empiezan a perderse, no obstante mantiene su capacidad de autodepuración y además el hecho de recibir afluentes pequeños más limpios, permite que mejore su calidad en la medida en que desciende y hasta su desembocadura en la Manguala. La gestión socioambiental de esta corriente y de la cuenca en general es clave, pues fácilmente puede recuperar su potencial de proveedora de agua para consumo humano que tuvo años atrás. No cumple con los criterios de calidad por coliformes en ningún sitio.

La Jacinta muestra leve mejora por coliformes en su parte media-alta; pero se ha degradado notablemente desde esta parte hasta su desembocadura, sin duda debido a las descargas ilegales directas de viviendas y a descargas de urbanizaciones nuevas que incumplen abiertamente la normatividad. Todo el esfuerzo realizado antes y que logró mejorar sustancialmente la calidad entre 2012 y 2013, está perdiéndose y de nuevo nos acercamos a los niveles lamentables de 2012. De nuevo el foco de contaminación se ubica en la parte media baja y se asocia con la descarga directa de un alcantarillado de EPM, entre Barichara y Limonar, que termina convirtiendo la quebrada en cloaca y esto a su vez estimula a

algunas viviendas a verter directamente a la quebrada, a pesar de la posibilidad de hacerlo al alcantarillado. Actualmente tiene presiones fuertes de urbanismo en su parte alta y media-alta lo que quizá empeore su estado. La situación de esta quebrada exige una solución definitiva mediante la construcción de un colector a lo largo de su recorrido, el cual no debe verter a su cauce sino que debe ser llevado a la planta de tratamiento de San Fernando, de lo contrario no sólo se degrada a ella sino La Limona al recibirla como afluente a la altura del sector del Limonar.

La Limona continúa mostrando mejoras en sus partes altas, lo cual deja una influencia benéfica hasta la parte media cuando empieza a recibir la influencia de las urbanizaciones nuevas (Prados del Campo y Limonar y más abajo la afluencia de La Jacinta). Las mejoras constantes en el aparte alta se relacionan sin duda con la adquisición de predios por parte del municipio con fines de conservación y protección del agua. Durante 2015 los daños en la biodiversidad presente en los cauces, se mantiene a partir de la parte media. Se reitera como en 2013 que si no se hace un control eficiente sobre las descargas de nuevas construcciones, el daño será más grave y quizá irreversible en cuanto al potencial de espacio recreativo y la biodiversidad. Pero además hay influencia del abandono de los retiros públicos a lo largo de esta quebrada y por la invasión de otros tantos, desde el sector de Los Vargas (en la vereda La Florida hasta los Limonares). El estado ambiental del agua de esta quebrada en su parte media baja y baja depende del cuidado de sus retiros que hasta ahora permanecen abandonados, pero depende aún más del buen estado ambiental de La Jacinta.

De acuerdo con el monitoreo de 2013, esta quebrada ha sido objeto de estudios para la construcción de parques a lo largo de sus retiros, por lo cual es urgente mejorar la calidad de sus aguas, con el fin de que pueda servir a la recreación y disfrute de la comunidad y para prevenir que sean invadidos sus retiros. En la parte media baja y baja presenta un limitante importante desde el punto de vista de la gestión de la alcaldía de Medellín: este trayecto es compartido con Itagüí que no muestra ningún interés por mejorar la calidad de sus retiros y el control sobre vertimiento de aguas residuales y por eso es muy importante contar con el aporte del Área Metropolitana como autoridad ambiental y para la inversión en el mejoramiento de la calidad de los retiros.

La Cabuyala en 2015 también muestra deterioro en cuanto a coliformes en relación con 2013, en todo su recorrido. El principal foco a tratar (y de fácil solución) es el vertimiento concentrado de todo el grupo de viviendas en la parte alta, cuyo nacimiento fue invadido por viviendas. En este sector fue construido un alcantarillado que vierte sus aguas al cauce unos 70 metros más abajo. Se requiere la construcción de un alcantarillado que se una al colector

más cercano para solucionar el problema de esta fuente. La preocupación expresada en 2013, con relación a que el nuevo parque biblioteca que una vez en pleno funcionamiento empiece a verter sus aguas residuales hacia varios afluentes pequeños de aguas muy limpias, con presencia de peces La Guinea, La Guineita y otras, se mantiene, aunque en realidad en 2015 ya no existen estas dos zonas de nacimiento de estas quebradas, pues fueron tapados por la construcción de otra obra pública la UVA y en esta medida se considera que estas fuentes ya no existen.

Igualmente el temor expresado por parte de la Mesa Ambiental y enunciado en el informe de 2013 con relación a que se pudieran perder estas fuentes y otras más, así como varios humedales ubicados en la declarada zona de plan parcial de La Florida, ya se cumplió: un nuevo proyecto urbanístico en proceso ha invadido los retiros de quebradas, ha abatido mediante profundos y largos filtros los niveles freáticos y con ello ha causado la desaparición de los humedales de la zona que mejoraban la calidad de las aguas de estas corrientes. De nuevo la carencia de control, a pesar de las reiteradas denuncias comunitarias, ha dado por resultado la desaparición de fuentes y la degradación ambientales de otras.

La Chorrera o Larga de La Verde en su parte alta, en los dos brazos que la originan, muestra leves mejoras tanto en coliformes fecales como totales, pero en su parte baja ha desmejorado levemente en relación con 2013. El sector de Las Camelias se mantiene como foco de mayor contaminación en su recorrido. La promesa de construcción de un alcantarillado para esta zona tampoco se ha realizado hasta 2015. Ninguno de los sitios muestreados de eta quebrada cumple con la norma, excepto la parte alta (brazo derecho) que cumple con relación a coliformes fecales. Sus principales acciones de manejo están en el programa de reconversión, y en saneamiento básico.

La quebrada La Zulia en su parte alta muestra una mejora, pero en el resto de sitios presenta un deterioro causado tanto por contaminación difusa proveniente de potreros y principalmente por el vertimiento directo de una marranera que fue construida aprovechando una obra pública (un muro de contención) y vierte sus aguas residuales directamente a la quebrada. Igual que en 2013, ahora es necesario reiterar que este es uno de los casos más críticos en el proceso de recuperación y manejo sostenible en el corregimiento, junto con el de la Popala media cuyo origen es similar, y aunque contó con una solución temporal gracias a la gestión de la Mesa Ambiental con el propietario, la situación de descargas innecesarias han vuelto a presentarse por lo cual amerita la intervención de la autoridad ambiental. Ahora parece estar recibiendo además descargas agroindustriales, por lo menos de manera esporádica. Y a pesar de recibir abajo las aguas más limpias de la quebrada El

Indio, no logra depurarse como mostraba en años anteriores. Excepto el sitio de la parte alta donde posiblemente se traslade la bocatoma del acueducto de Las Camelias parte alta, ningún otro sitio cumple con la norma de calidad ambiental en cuanto a este parámetro. Esta cuenca debe ser incorporada en el programa de reconversión agrotecnológica y manejo socioambiental de retiros y zonas de nacimiento de fuentes que proveen aguas a acueductos comunitarios, junto con todas las demás que han sido reportadas en este informe. Igualmente puede pensarse en ingresarla al programa de adquisición de predios para la conservación del agua, pero aún no se hacen los estudios respectivos para los predios y cuencas de esta vereda (4 acueductos comunitarios, todos sin planta de tratamiento).

La Isabela mantiene la tendencia a una leve desmejora ambiental en la calidad del agua en todo su recorrido. Se mantiene la incultura ciudadana de algunas personas del sector que siguen arrojando las basuras al cauce, y también la invasión de sus retiros desde su parte alta y media. Esta cuenca debe ser incorporada en los proceso de reconversión agrotecnológica, especialmente en el sector pecuario y en el de gestión socioambiental de quebradas (ambos programas con los enfoques originales contemplados en el PAAL). Además es susceptible de ingresarla al programa de adquisición de predios o PSA, pues se asocia a las cuencas proveedoras de aguas para acueductos veredales. Ninguno de los sitios en su recorrido cumple con la normatividad en cuanto a calidad por coliformes.

La Larga (del Salado - Yarumalito), excepto la parte alta para coliformes fecales, esta quebrada muestra una situación de mejoría en todo su recorrido en cuanto a coliformes en relación con 2013. La parte alta ha mostrado un deterioro, al parecer asociado a una nueva explotación pecuaria, pero debido a que se ubica por fuera del área de estudio de retiros no ha podido confirmarse la información ciudadana. La parte alta presenta muy buena cobertura en bosques nativos, aunque está cruzada por la vía a Heliconia. Esta quebrada es visualizada como una de las fuentes claves de la que dependerá en gran parte el suministro de agua futura del corregimiento y por eso es fundamental su cuidado. Esa cuenca es factible de incorporarse en convenios de producción más limpia con agroindustrias de cerdos y ganado vacuno. Ninguno de los sitios muestreados en esta quebrada cumple la normatividad de calidad ambiental de aguas, excepto la parte media que si los cumple para coliformes fecales.

La Sorbetana muestra deterioro en sus partes alta y media con relación a 2013, pero en su parte baja muestra mejoría. Durante 2015 se detectaron daños en los retiros de las partes altas y medias y se incrementó la actividad ganadera, especialmente en la parte media donde cicatrizaron algunos movimientos en masa, que fueron sembrados de nuevo con

pastos y regados intensamente con excretas para reactivarlos en su producción de pastos. En este caso también es necesario que el municipio inicie PSA o adquiera los terrenos en las zonas de nacimientos o en todo caso por encima de las bocatomas. En 2015 y dos meses después de la toma de muestras de aguas, se detectó una actividad de gran magnitud en la parte baja de esta cuenca, justo en la zona de desembocadura: se está realizando una gran explanación de terrenos y se han destruido completamente los retiros, incluyendo la remoción completa de los suelos la tala de todos los árboles. Parece que se construirá una agroindustria de abonos o procesamiento de materiales orgánicos que potencialmente tienen gran impacto sobre la calidad del agua, por lo cual se recomienda al municipio estar alerta con relación a los impactos suscitados, pues ellos repercutirán directamente en la Doña María justo en el sitio que tradicionalmente las comunidades del sur del valle de Aburrá y de San Antonio de Prado en particular usan para recreación.

La Popala en su parte alta se ha mantenido igual que en 2013 en cuanto a coliformes, pero ha empeorado en su parte media por causa del mismo foco detectado en esa época y que no ha contado con el control de la autoridad ambiental, no obstante tratarse de un foco puntual fácilmente controlable, pues es básicamente la descarga de una gran marranera que irresponsablemente vierte sus excretas a la corriente a pesar de tener grandes extensiones de terrenos donde usarlas como abonos o compostarlas. Esta cuenca es factible de ser incorporada en el programa de reconversión agrotecnológica y en algunos casos en convenios de producción más limpia. Sólo la parte alta cumple con la normatividad de calidad ambiental para coliformes fecales, los demás sitios la incumplen.

La Barro Azul muestra una leve mejora en su recorrido en cuanto a coliformes totales, pero una leve desmejora en coliformes fecales. Esta cuenca debe ser una de las priorizadas en el programa de reconversión agrotecnológica, no sólo en cuanto a la intención de descontaminar esta fuente que provee agua para uso doméstico (acueducto comunitario de Naranjitos) y animal, sino porque es una de las más afectadas por erosiones concentradas y movimientos en masa que también influyen en la calidad del agua y retiros, aunque estos últimos aspectos han estado poco activos en los dos últimos años.

En los gráficos 12 y 13 puede observarse el comportamiento histórico de esta variable en las cuencas evaluadas en los últimos años en el corregimiento.

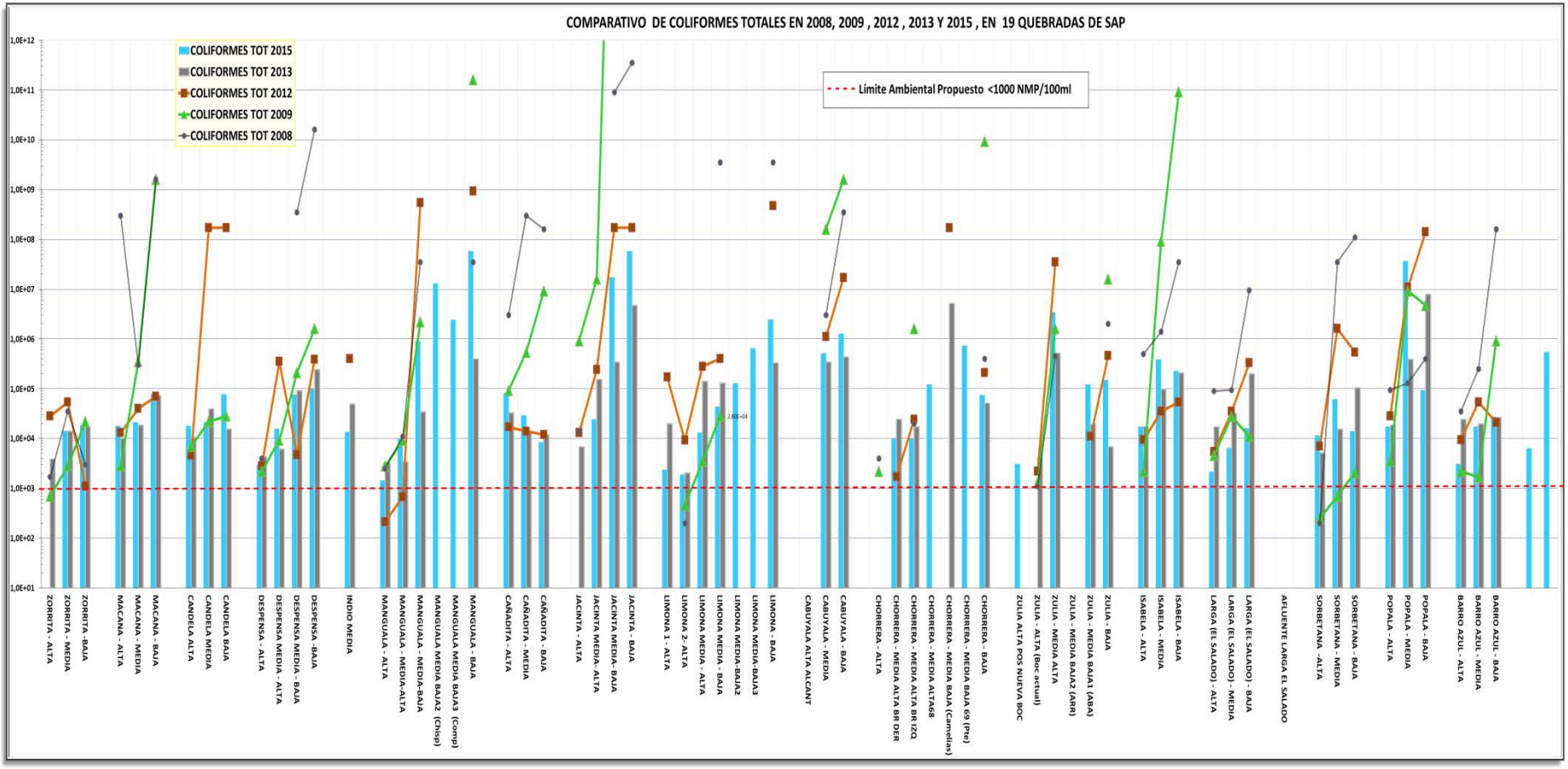


Gráfico 15. Comparativo de Coliformes Totales en 19 microcuencas de SAP, entre 2008 y 2015

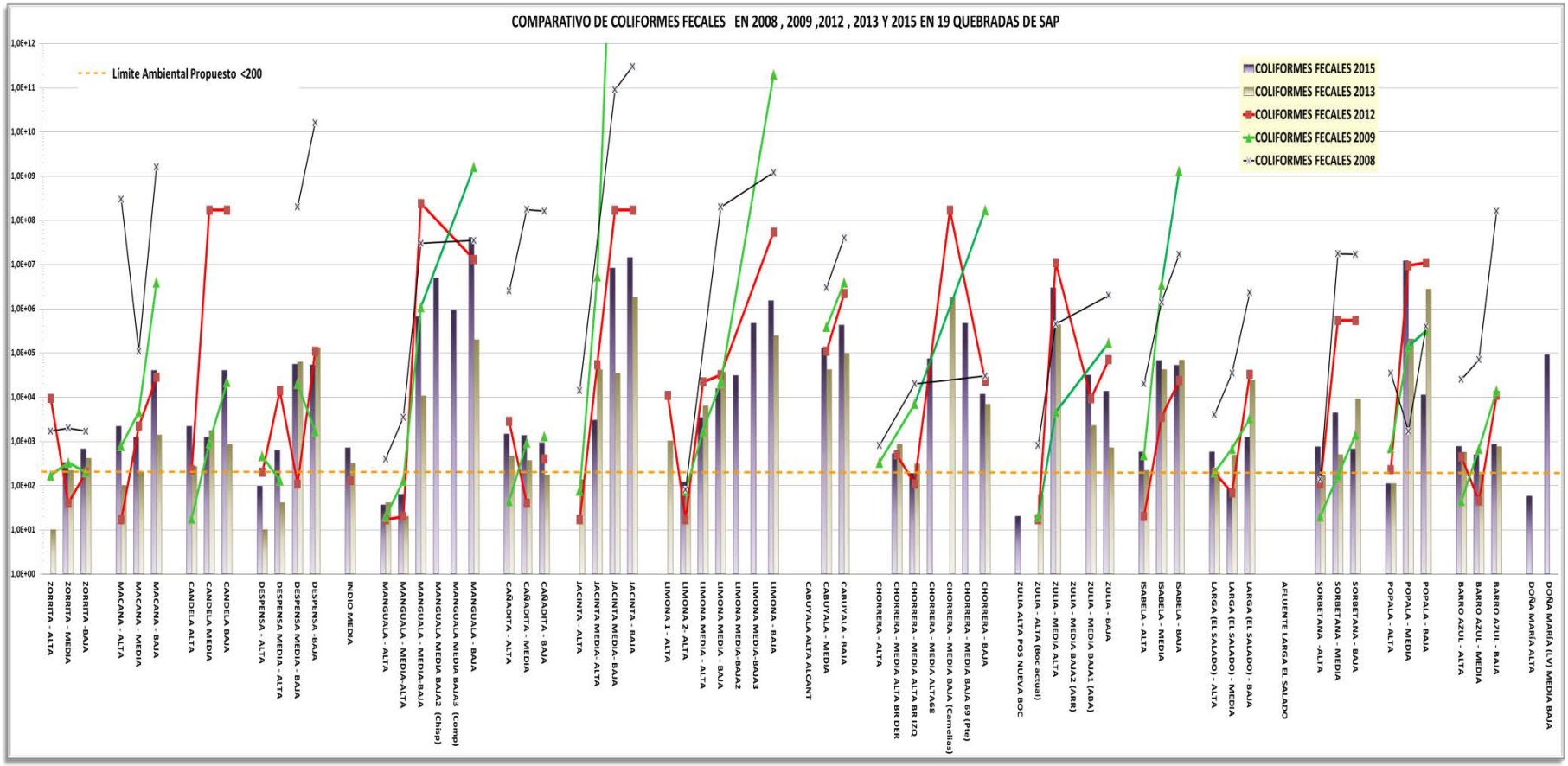


Gráfico 16 Comparativo de Coliformes Fecales en 19 microcuencas de SAP, entre 2008 y 2015

5.5.3.5 Resumen sobre la variación histórica del contenido de materia orgánica y de patógenos

Al igual que en los monitoreos anteriores la posible correlación entre la cantidad presente de patógenos y la DBO_5 (ver gráficos 17 y 18) es inexistente o muy débil como para que amerite ahondar en su análisis y se deja a posteriores investigaciones la determinación de las poblaciones microbianas encargadas de procesar la materia orgánica. De todas maneras los coliformes se mantienen como el factor más determinante de la calidad ambiental del agua en las quebradas del corregimiento y es el mayor limitante en cuanto a salubridad social y ambiental (para otras especies animales).

Tampoco se ha encontrado correlación entre el porcentaje de saturación de Oxígeno disuelto en el agua y la DBO_5 (ver gráfico 19 y 20) seguramente porque la elevada rugosidad mantiene una aireación tan elevada a todo lo largo de las corrientes tan jóvenes y pendientes que el Oxígeno Disuelto y su saturación en el agua permanece muy alto a pesar de las elevadas cargas de materia orgánica. Solamente podrían encontrarse correlaciones en los pocos remansos, pero estos son verdaderamente escasos en las corrientes. Bajo esta situación tampoco se hará mayor análisis al respecto y se estará a la espera de algunas investigaciones relacionadas con el tema, pero las cuales rebasan los alcances de este estudio, aunque serían de mucho interés para la mejor compresión sobre las características de autodepuración de estas quebradas y en general de las quebradas andinas en el área metropolitana y del país. Pero además podría aportar datos importantes para las decisiones de política pública cuando deban tomarse decisiones sobre la conveniencia o no de establecer intervenciones en cauces como minería de rocas, o canalizaciones.

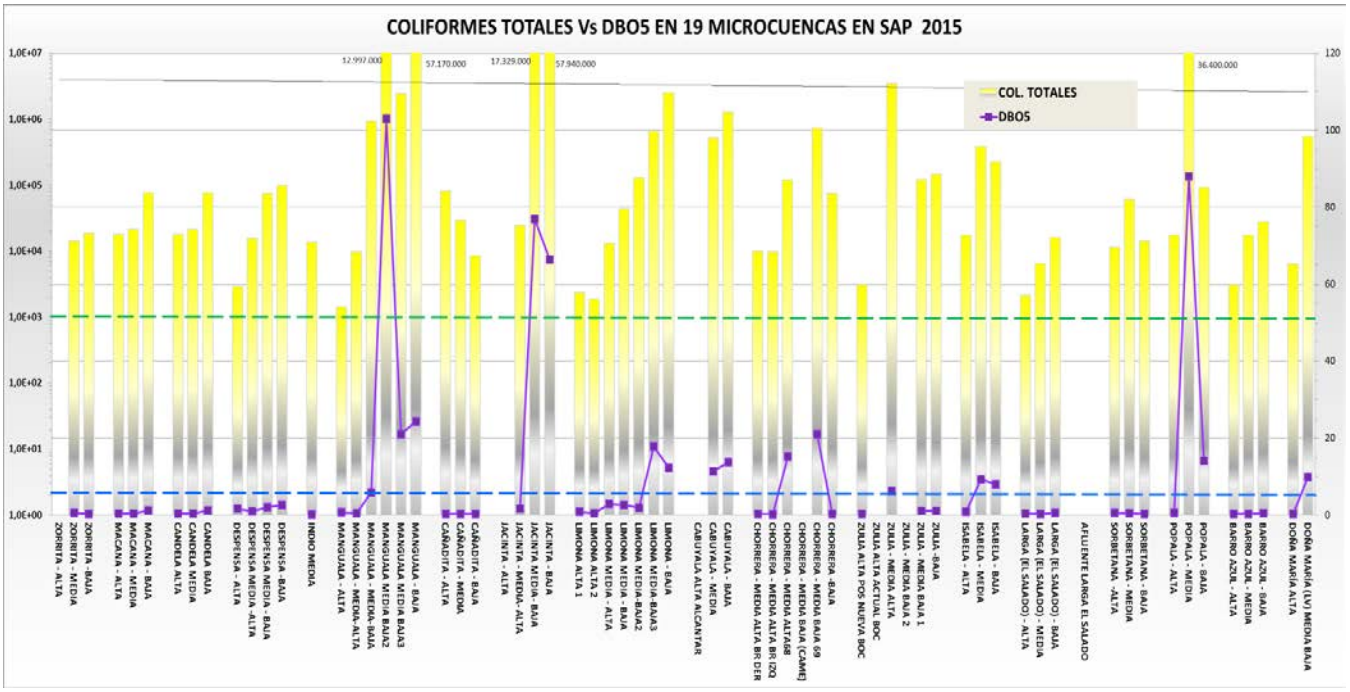


Gráfico 17 Comparativo de Coliformes Totales y la DBO_5 en 19 microcuencas de SAP, 2015

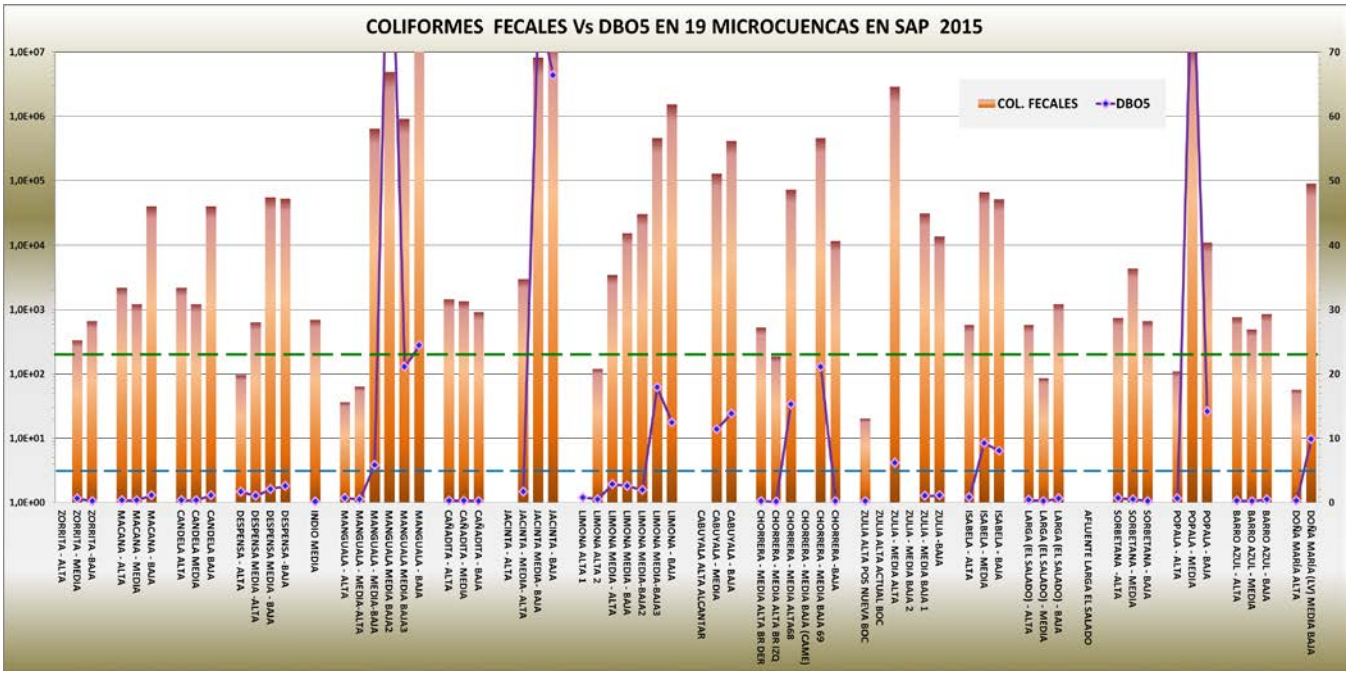


Gráfico 18 Comparativo de Coliformes Fecales y la DBO_5 en 19 microcuencas de SAP, 2015

La existencia de valores de DBO_5 entre moderados y altos en muchos trayectos de quebradas (30%), en relación con los valores de O.D. y % de saturación de OD elevados, en las quebradas estudiadas mantienen la presunción planteada en 2013 sobre el buen potencial de auto depuración, ya que los niveles de DBO_5 encontrados rebasan la norma en 18 casos de los 65 estudiados y sin embargo los niveles de O.D. encontrados sólo se incumplen en 6 sitios, 4 de los cuales tienen un nivel por encima de 4 mg O_2/L que está por encima del objetivo de calidad del río Aburrá para el tramo 3 y sólo dos sitios están entre 3,5 y 4 mg O_2/L, y en el caso del porcentaje de saturación de Oxígeno cerca de 20 están por debajo de 90% y sólo 9 por debajo de 80% de saturación, aunque 3 sitios presentan saturaciones de Oxígeno por debajo del 60%.

Esta situación ambiental sólo es posible con el aporte permanente de aire a la corriente, el cual se realiza gracias a la alta rugosidad de los lechos y elevadas pendientes de los cauces que mantienen un permanente proceso de aireación del agua, facilitando intensos procesos de oxidación de la materia orgánica que ingresa a las corrientes de manera permanente. La función de las grandes rocas, unido a las fuertes pendientes que generan pequeñas, pero constantes cascadas, hace que la actividad de descomposición aeróbica sea intensa y la autodepuración continua y efectiva, y esto a su vez permite mantener vida de macroinvertebrados y aún de peces en relativo buen nivel en la muchos sitios, a pesar de los elevados valores de materia orgánica. La ausencia de macroinvertebrados y especies ícticas se da solamente en casos de contaminación extrema por materia orgánica (a pesar del elevado nivel de oxigeno) en donde proliferan seguramente patógenos para estas especies, tal como pudo corroborarse de nuevo durante 2015 en varias ocasiones cuando se observaron procesos de muerte de macroinvertebrados y peces que mostraban enfermedades dermales al parecer por hongos y bacterias.

En los gráficos 19 y 20 y en la tabla 6 puede observarse el comportamiento de la DBO_5 Vs el O.D. en cada uno de los 60 sitios muestreados en 2015. Como se aprecia el O.D. permanece en un nivel alto (por encima de la norma) en más del 90% de los casos, a pesar de que la DBO_5 sea superior al nivel máximo permitido como apto ambientalmente. En el caso de la saturación de oxígeno no se presentó una clara relación inversa entre este parámetro y la DBO_5, seguramente debido a los ya nombrados factores de alta rugosidad y permanente aireación de las corrientes.

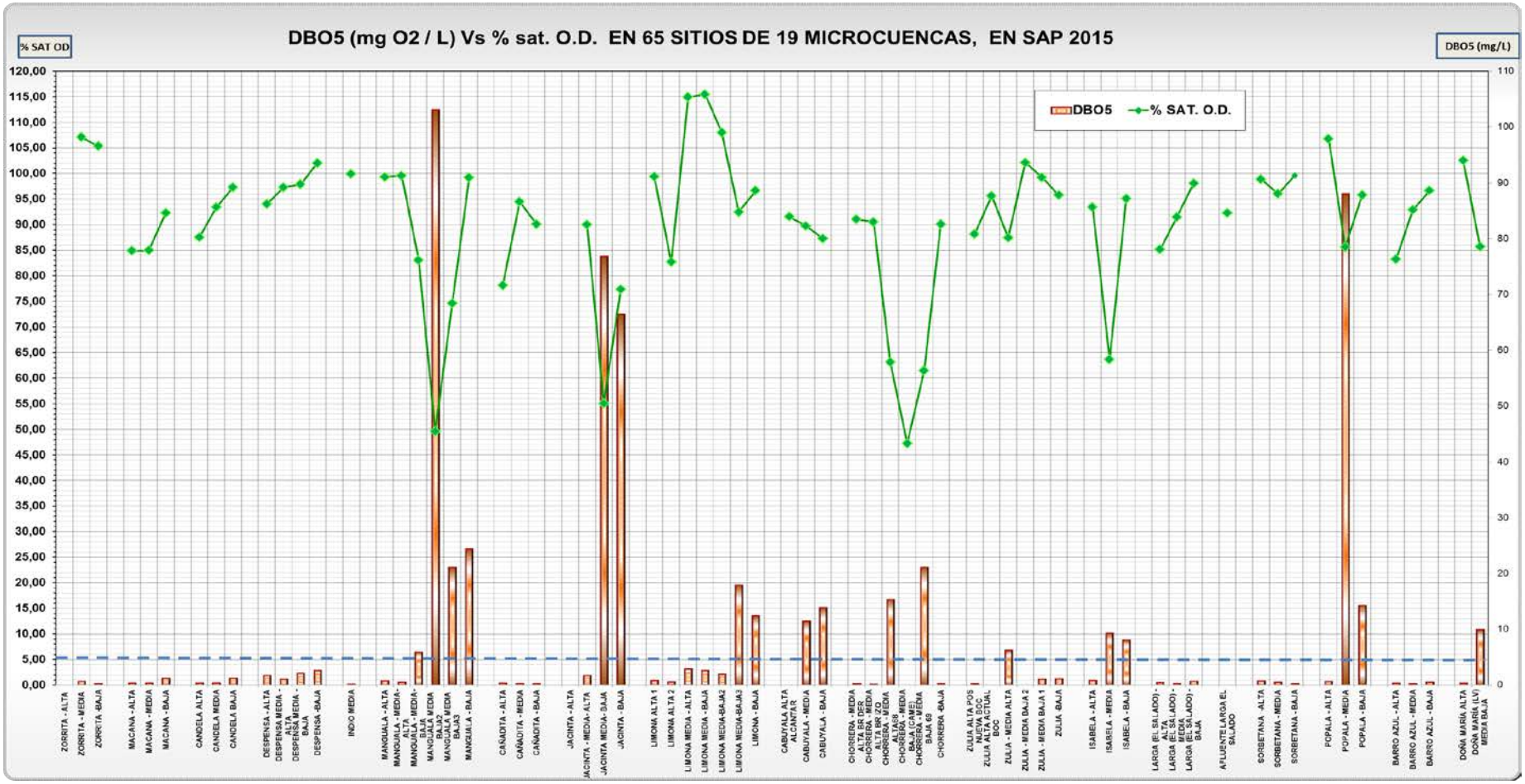


Gráfico 19 Comparativo de % SAT OD y DBO_5 en 19 microcuencas de SAP, 2015

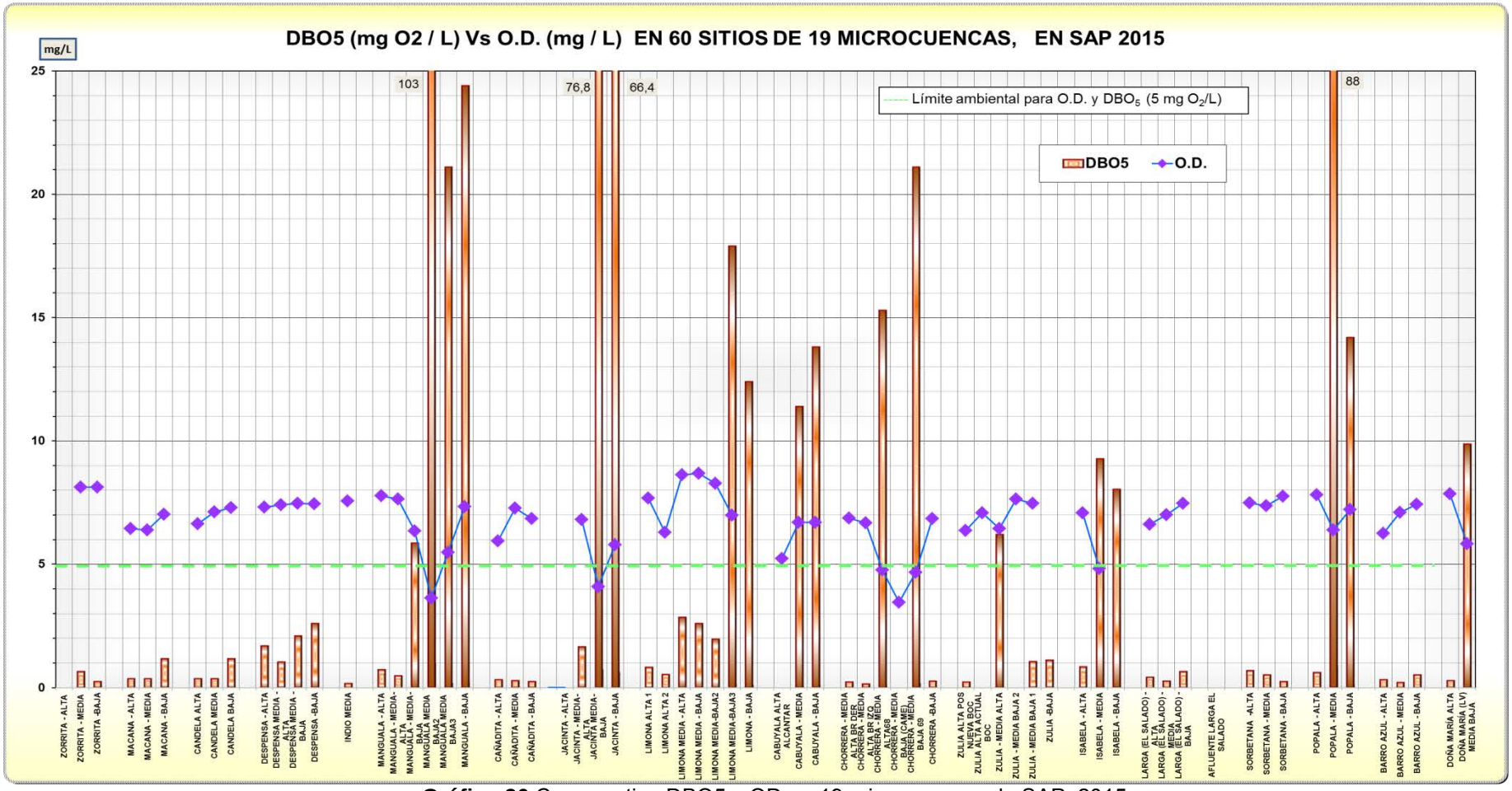


Gráfico 20 Comparativo DBO5 y OD en 19 microcuencas de SAP, 2015

Una visión estratégica de ordenamiento y ocupación sostenible del territorio demanda una gestión diferente de microcuencas como La Manguala, La Zorrita, La Cañadita, La Despensa, La Sorbetana, La Zulia, La Candela, La Larga y Cajones, que están muy asociadas a actividades pecuarias y a la vez son fuertes proveedoras de servicios ambientales. Estas cuencas sostienen la mayor parte de la oferta hídrica que es usada por la zona urbana con más de 90.000 habitantes y que se encuentra aún en pleno proceso de expansión. Pero además es urgente visionar hacia el mediano plazo cuencas como La Guapante, La Astillera y la alta Doña María que seguramente serán las que provean el agua a una gran parte del corregimiento en un futuro cercano y si bien actualmente están en su mayor parte bajo coberturas de bosques, rastrojos y plantaciones forestales, están sufriendo presiones fuertes por parte del sector pecuario intensivo (porcicultura asociada a ganadería bovina en libre pastoreo con riego de excretas liquidas) que lo recomendable es realizar mejor control al uso de la tierra de acuerdo con las directrices del POT, así como incluirlas en proceso de incentivos y compensaciones económicas por conservación, con el fin de salvaguardar su buen estado ambiental y prevenir un cambio de uso de la tierra que destruya su oferta de BSA y obligue en un futuro a hacer costosas adquisiciones e implementar procesos de restauración que cuestan varias veces más que los incentivos, compensaciones y aún las adquisiciones.

Para estas microcuencas no se tienen proyectos de adquisición de predios, ni se implementan proyectos de mejoramiento de los sistemas de manejo agrotecnológicos, excepto lo que modestamente contemplan los proyectos de Presupuesto Participativo. Algunas organizaciones locales han emprendido ocasiones algunos proyectos pequeños (estudios, actividades de educación ambiental y sensibilización, convites de recuperación, etc.), pero esto es claramente insuficiente para las necesidades de estas microcuencas.

En el PAAL 2007-2019 se encuentran contemplados varios proyectos y programas que apuntan a este manejo integral entre los cuales se cuenta: el SMR-2 "*Apoyo a la reconversión de prácticas y tecnologías agropecuarias y forestales no sostenibles*"; el proyecto "*Capacitación y apoyo para el manejo técnico del riego de excretas*" que se encuentra asociado al proyecto PAAL AMM-1 "*Promoción al manejo sostenible del agua para riego*" y el TPL-2 "*Promoción y Acompañamiento de actividades productivas ambientalmente sanas*". Los mismos que complementan los programas de ciudad relacionados con Mas Bosques y adquisición de predios, así como el de PSA, y además es urgente profundizar los proyectos de saneamiento básico en particular la construcción de alcantarillados pero exigiendo que no viertan a quebradas sino a colectores que se dirijan hacia la planta de tratamiento de San Fernando.

Tabla 9. Variación histórica del contenido de materia orgánica y patógenos en 19 quebradas de SAP 2008-2015

SITIO	DQO (mg/L)*					DBO_5 (mg/L)**					COLIFORMES TOTALES (NMP)					COLIFORMES FECALES (NMP)				
	2015	2013	2012	2009	2008	2015	2013	2012	2009	2008	2015	2013	2012	2009	2008	2015	2013	2012	2009	2008
ZORRITA - ALTA		6,36	3,81	12	12		0,74	0,34	2	4		3.873	28000	700	1.700		10	9400	170	1700
ZORRITA - MEDIA	9,17	1,29	1	19,6	12	0,64	0,34	0,25	4,13	4	14.136	14.136	54.000	280	35.000	332	216	40	330	2000
ZORRITA -BAJA	18,8	12	1,08	12	12	0,24	0,26	0,18	2	4	18.596	17.230	1.100	22000	3000	667	410	200	200	1700
MACANA - ALTA	10,6	2,03	1	12	105,1	0,35	0,61	0,2	2	47,3	17.930	10.045	13.000	2800	$3*10^8$	2.187	100	17	790	$3*10^8$
MACANA - MEDIA	7,93	3,89	8,76	12	12	0,35	0,51	0,47	2	4	21.430	18.600	40000	$3,5*10^5$	$3*10^5$	1.220	200	2.200	4600	$1,1*10^5$
MACANA - BAJA	15	6,16	12,7	13,5	17,4	1,16	0,99	0,53	2,57	7,4	77.170	72.700	70000	$1,6*10^9$	$1,6*10^9$	39.895	1.372	28000	$3,9*10^6$	$1,6*10^9$
CANDELA ALTA	10,6	13				0,35	0,72				17.930	10.501				2.187	269			
CANDELA MEDIA	7,93	11,7				0,35	0,85				21.430	39.450				1.220	1.730			
CANDELA BAJA	15	12,8				1,16	0,54				77.170	15.530				39.895	860			
DESPENSA - ALTA	2,36	2,32	6,93	NS	12	1,69	0,38	0,25	2	4	2.909	4.360	2.800	2200	4.000	96	10	200	460	0
DESPENSA MEDIA - ALTA	4,18	3,93	12,3	<12,0	12	1,04	0,3	1,91	2		15.531	6.131	$35*10^4$	54000		629	41	14000	45	
DESPENSA MEDIA - BAJA	5,29	6,57	2,53	224	97,8	2,09	1,11	0,36	177	48	75.560	92.080	4700	$2,1*10^5$	$3,5*10^8$	54.930	61.310	110	20000	$2*10^8$
DESPENSA -BAJA	8,94	3,52	6,4	12	55,3	2,59	3,84	2,14	3,12	24,5	98.350	241.960	$39*10^4$	$1,6*10^6$	$1,6*10^{10}$	52.525	129970	$11*10^4$	1700	$1,6*10^{10}$
INDIO MEDIA	9,13	5,91				0,17	0,52				13.550	48.840				700	310			
MANGUALA - ALTA	7,47	8,01	0,69	NS	12	0,72	0,53	0,46	2	4	1.426	3.285	210	2800	2500	36	41	17	20	400
MANGUALA MEDIA-ALTA	8,06	2,24	4,14	12	12	0,48	0,28	0,18	2	4	9.804	3.448	680	9200	11000	63	20	20	130	3500
MANGUALA MEDIA-BAJA	18,2	13,7	16,8	29,1	22,7	5,86	5,78	9,9	6,08	6,9	920.800	34.480	$54*10^7$	$2,2*10^6$	$3,5*10^7$	648.800	10525	$24*10^7$	$1,1*10^6$	$3*10^7$
MANGUALA MEDIA BAJA2 (CHISPERO)	181					103					12997000					4884000				
MANGUALA MEDIA BAJA3 (COMPART.)	50,3					21,1					2.419.600					920.800				
MANGUALA - BAJA	56,6	65,6	34,7	67,2	35,4	24,4	34,4	20,8	42,9	14,2	57170000	396.800	$92*10^7$	$1,6*10^{11}$	$3,5*10^7$	40340000	198630	$13,0*10^6$	$1,6*10^9$	$3,5*10^7$
CAÑADITA - ALTA	8,26	9,04	2,9	19,6	52,3	0,31	0,65	1,13	3,16	30,3	81.640	32.500	17.000	$9,2*10^4$	$3*10^6$	1.450	464	2800	45	$2,5*10^6$
CAÑADITA - MEDIA	13	7,48	9,54	21,9	497,2	0,27	0,49	0,42	3,98	393	29.090	12.997	14000	$5,4*10^5$	$3*10^8$	1.350	359	40	930	$1,75*10^8$
CAÑADITA - BAJA	15	2,98	1,17	12	91,5	0,24	0,33	0,34	2	44,9	8.414	12.033	12000	$9,2*10^6$	$1,6*10^8$	920	171	400	1300	$1,6*10^8$
JACINTA - ALTA		9,42	1	16,2	26,7		0,34	0,49	2	11,01		6.867	13000	$9,2*10^5$	14000		134	17	78	14000
JACINTA MEDIA-ALTA (COOTRAS.)	14,4	15,5	9,21	24,3		1,65	3,06	5,7	4,22		24.196	155.310	$24*10^4$	$1,6*10^7$		2.968	41.060	54000	$5,4*10^5$	
JACINTA MEDIA-BAJA (P.L.)	108	18,2	382	794	114,1	76,8	3,84	176	235	61,35	17.329.000	344.800	$17*10^7$	$1,6*10^{19}$	$9*10^{10}$	8.164.000	34.480	$17*10^7$	$1,7*10^{17}$	$9*10^{10}$
JACINTA - BAJA	135	74,5	358	259	43,2	66,4	23,5	141	134	19,46	57.940.000	$4,7*10^6$	$17*10^7$	$1,6*10^{17}$	$3,5*10^{11}$	14.136.000	1.769.700	$17*10^7$	$3,9*10^{14}$	$3*10^{11}$
LIMONA 1 - ALTA	8,8	7,95	0,63			0,81	0,36	0,17			2.359	19.863	$17*10^4$			1	1.019	$11*10^3$		

SITIO	DQO (mg/L)*					DBO_5 (mg/L)**					COLIFORMES TOTALES (NMP)					COLIFORMES FECALES (NMP)				
	2015	2013	2012	2009	2008	2015	2013	2012	2009	2008	2015	2013	2012	2009	2008	2015	2013	2012	2009	2008
LIMONA 2 - ALTA	7,68	6,28	1	NS	12	0,52	0,39	0,24	2	4	1.872	2.035	9.200	460	200	121	85	17	78	80
LIMONA MEDIA ALTA	13,1	11,4	12,5			2,85	0,58	1,45			12.997	141.360	$28*10^4$			3.448	6.310	22000		
LIMONA MEDIA BAJA	18,4	8,26	1	21,4	12	2,59	1,52	1,82	4,31	4	43.520	129.970	$4*10^5$	28000	$3,5*10^9$	15.531	36.540	32000	$2,2*10^4$	$2*10^8$
LIMONA MEDIA-BAJA2	14,6					1,95					129.970					30.760				
LIMONA MEDIA-BAJA3	37,1					17,9					648.800					461.100				
LIMONA - BAJA	23,3	23,3	55,1	104	17,6	12,4	12,8	32,4	39,4	4	2.481.000	331.400	$47*10^7$	$9,2*10^{14}$	$3,5*10^9$	1.523.000	241.960	$54*10^6$	$1,95*10^{11}$	$1,2*10^9$
CABUYALA ALTA ALCANTAR																				
CABUYALA - MEDIA	16,2	15,8	24,8	12	17,7	11,4	11,2	7,71	9,12	4,6	517.200	344.800	$11*10^5$	$1,6*10^8$	$3*10^6$	129.970	41.060	$11*10^4$	$3,9*10^5$	$3*10^6$
CABUYALA - BAJA	25,9	27,4	20,1	19,3	45,8	13,8	15,7	7,74	8,25	14,1	1.281.000	436.450	$17*10^6$	$1,6*10^9$	$3,5*10^8$	420.000	95.630	$22*10^5$	$3,9*10^6$	$4*10^7$
CHORRERA O LARGA(LV) - ALTA				12	12				2	4				2200	4000				330	800
CHORRERA O LARGA(LV) MEDIA ALTA BR DER	9,67	4,34	10,5			0,23	0,33	0,27			9.850	24.196	1700			520	857	490		
CHORRERA O LARGA(LV) MEDIA ALTA BR IZQ	5,17	7,85	2,16	12	18,7	0,15	0,61	0,16	2	12,2	9.804	17.329	24000	$1,6*10^6$	20000	187	305	110	7000	20000
CHORRERA O LARGA(LV) MEDIA ALTA 68	18,1					15,3					120.330					72.700				
CHORRERA O LARGA(LV) MEDIA BAJA (Camelias)		50,2	139				23,3	48,4				$5,2*10^6$	$17*10^7$				1789000	$17*10^7$		
CHORRERA O LARGA(LV) MEDIA BAJA 69 (PTE)	26,2					21,1					727.000					464.000				
CHORRERA O LARGA(LV) BAJA	8,17	5,08	14	33,7	23,7	0,26	0,39	1,45	11,8	4,6	74.855	51.720	$21*10^4$	$9,2*10^9$	$4*10^5$	11.510	6.770	23000	$1,7*10^8$	30000
ZULIA ALTA POS NUEVA BOC.	5,95					0,22					3.076					20				
ZULIA – ALTA (BOC. ACT.)		8,06	7,97	12	12		0,5	0,33	2	4		4.352	2.200	1300	1100		62	17	20	800
ZULIA – MEDIA ALTA	6,57	18,7	94,5	12	12	6,21	8,07	40,5	2	4	3.436.000	521.000	$35*10^6$	$1,6*10^6$	$4,5*10^5$	2.924.000	432.000	$11*10^6$	4600	$4,5*10^5$
ZULIA – MEDIA BAJA 2 (ARRIBA)																				
ZULIA – MEDIA BAJA 1 (ABAJO)	13	10,1	11,2			1,05	0,5	2,21			121.000	19.350	11000			31.000	2.260	9.200		
ZULIA - BAJA	9,39	10,1	9,81	12	17,01	1,1	1,29	1,52	2	4	148.335	6.867	$46*10^4$	$1,6*10^7$	$2*10^6$	13.475	706	70000	$1,7*10^5$	$2*10^6$
ISABELA - ALTA	5,91	11,3	9,87	12	12	0,83	0,27	0,37	2	4	17.329	17.329	9.400	2200	$5*10^5$	571	216	20	490	20000

SITIO	DQO (mg/L)*					DBO_5 (mg/L)**					COLIFORMES TOTALES (NMP)					COLIFORMES FECALES (NMP)				
	2015	2013	2012	2009	2008	2015	2013	2012	2009	2008	2015	2013	2012	2009	2008	2015	2013	2012	2009	2008
ISABELA - MEDIA	23,9	16,7	32,1	12	25,9	9,27	1,76	12,5	2	6,84	387.300	98.040	35000	$9,2*10^7$	$1,4*10^6$	67.000	41.060	3500	$3,5*10^6$	$1,4*10^6$
ISABELA - BAJA	15,2	13,7	19,8	30,8	20,9	8,04	3,36	8,99	14,9	4	228.000	209.800	54000	$9,2*10^{10}$	$3,5*10^7$	52.000	67.700	24000	$1,3*10^9$	$1,7*10^7$
LARGA (EL SALADO) - ALTA	5,66	1	1	NS	12	0,42	0,53	0,25	2	4	2.143	17.329	5.400	4600	90000	571	201	200	200	4000
LARGA (EL SALADO) - MEDIA	4,05	7,15	13,4	12	12	0,26	0,35	0,36	2	4	6.488	31.690	35.000	28000	95000	86	480	68	680	35000
LARGA (EL SALADO) - BAJA	1,49	9,21	10,4	12	12	0,64	1,56	2,09	2	4	15.985	198.630	$33*10^4$	11000	$9,5*10^6$	1.225	23.820	33.000	3300	$2,3*10^6$
AFLUENTE LARGA EL SALADO																				
SORBETANA -ALTA	7,35	7,35	4,2	NS	12	0,68	0,69	0,22	2	4	11.530	5.172	7000	250	200	740	172	110	20	140
SORBETANA - MEDIA	10,2	9,09	7,02	12	12	0,51	0,66	0,27	2	4	61.310	15.420	$16*10^5$	700	$3,5*10^7$	4.352	487	$54*10^4$	170	$1,75*10^7$
SORBETANA - BAJA	2,77	4,18	4,3	12	12	0,24	0,8	0,25	2	4	14.136	104.620	$54*10^4$	2100	$1,1*10^8$	663	9.100	$54*10^4$	1400	$1,7*10^7$
POPALA - ALTA	5,87	7,64	0,75	30	12	0,61	0,77	0,33	8,19	4	17.329	18.500	28.000	3,50E+03	95000	110	110	230	700	35000
POPALA - MEDIA	252	23,1	34,4	31,9	12	88	5,19	9,36	6,6	4	36.400.000	387.700	$11*10^6$	$9,2*10^6$	$1,3*10^5$	12.000.000	206.400	$94*10^5$	1,40E+05	1700
POPALA - BAJA	18,4	132	133	39,6	12	14,2	58,8	39,1	8,76	4	92.340	$7,9*10^6$	$14*10^7$	$4,7*10^6$	$4*10^5$	11.030	$2,72*10^4$	$11*10^6$	$3,2*10^5$	$4*10^5$
BARRO AZUL - ALTA	7,81	4,26	8,43	21,2	12	0,31	0,68	0,4	2	4	3.076	24.196	9.400	2200	35000	754	565	450	45	25000
BARRO AZUL – MEDIA	9,33	2,4	7,23	12	12	0,21	0,39	0,44	2	4	17.329	19.863	54.000	1700	$2,5*10^5$	487	175	45	680	70000
BARRO AZUL - BAJA	10,9	6,9	13	7,27	12	0,51	1,23	1,17	2,07	4	27.550	26.130	21000	$9,2*10^5$	$1,6*10^8$	860	750	11.000	14000	$1,6*10^8$
DOÑA MARÍA ALTA (BOC. EPM)	6,76					0,28					6.382					57				
DOÑA MARÍA (LAS PLAYAS)																				
DOÑA MARÍA (LV) MEDIA BAJA	22,7					9,87					547.500					90.800				

* El límite propuesto por la EPA es de 20 mg/L (Minambiente – DAMA Bogotá), y el mínimo reportado por Corantioquia hasta 2009 era 12 mg/L que es el que se presenta en la tabla en los casos correspondientes, en 2012 el mínimo reportado era de 1 mg/L

** El mínimo valor reportado por Corantioquia en 2008 era 4 mg/L, y en 2009 es 2 mg/L, y en 2012 es 0,1 mg/L y estos son los que se presentan en la tabla

5.5.3.6 Oxígeno Disuelto (O.D.)

Este parámetro es considerado tradicionalmente como uno de los más importantes en cuanto a la determinación de la calidad ambiental del agua, al punto que en ocasiones se exagera su potencial como indicador de calidad ambiental del agua y se llega a considerar como suficiente para este objetivo, lo cual es evidentemente un error. El O.D. Se relaciona con las dinámicas de autopurificación de las quebradas y de la capacidad de soportar vida. Y en conjunto con otros parámetros es clave en la determinación de calidad ambiental del agua.

La concentración de O.D. en el agua depende de varios factores como la presencia de plantas acuáticas, la rugosidad de la corriente, la presión atmosférica, la temperatura del agua, el flujo de la corriente, el contenido de materia orgánica, la presencia o no de cobertura arbórea en los retiros de las quebradas, entre otros.

En el decreto 1594 de 1984 se determina como nivel mínimo aceptable en los cuerpos de agua fríos como ríos y quebradas, 5 mg de O_2/L. Entre más alto este valor, mejor es desde el punto de vista de la capacidad de los cuerpos de agua para soportar vida y para procesar nutrientes y particularmente materia orgánica. La cantidad de O.D. puede aumentar o disminuir debido a varias circunstancias en los cuerpos de agua: cantidad de materia orgánica en proceso de descomposición, niveles de entrada de oxígeno al sistema acuático, temperatura del agua, la cantidad y tipo de descomponedores presentes, presencia de sustancias inhibidoras o catalizadoras de los procesos de descomposición biológica, etc.

En diferentes ecosistemas del mundo, los valores de O.D. pueden variar entre 0 y 15 mg/L dependiendo de si se trata de aguas lóticas o lénticas y de la temperatura, así como de la ubicación del sitio en el planeta (latitud) y de la altura sobre el nivel del mar.

En el caso de San Antonio de Prado y en general en las zonas rurales de Medellín, son usuales valores hasta de 9 mg O_2/L., aunque en ocasiones se rebasa este valor. Los objetivos de Calidad del río Aburrá en el corto plazo (2 años), para el tramo 3, estipulados por la resolución 2016 de 2013 del Área Metropolitana, considera como nivel aceptable aquel por encima de 4 mg O_2/L, pero hay que tener en cuenta que este valor se relaciona más con asuntos de política pública enfocada al mejoramiento de la calidad del agua en el cauce principal del río Aburrá y es explicable que se quede corta frente a las realidades y necesidades de sus quebradas afluentes, muchas de las cuales son proveedoras de agua a

acueductos veredales y además están asociadas a ecosistemas con elevada actividad biótica que demandan aguas de mejores calidades. En el caso de San Antonio de Prado hay más coincidencia con el tramo 2 y en las partes más altas con el tramo1, pero la citada resolución no determina objetivos de calidad para estos tramos por tratarse de jurisdicción de Corantioquia.

Como se expresó antes, el oxígeno disuelto se considera uno de los parámetros más importantes para la evaluación de los índices de calidad del agua, e incluso existen casos en los cuales se considera como el único factor para esta evaluación, lo cual es una visión excesivamente parcial sobre la determinación de la salud ambiental de los cuerpos de agua y se debe más a la intención de ahorrar inversiones en monitoreos que a propuestas serias técnica y científicamente, e incluso en ocasiones con ello se busca ocultar síntomas o realidades de contaminación.

Algunas fuentes literarias reportan que bajos niveles de O.D. en los cuerpos de agua pueden causar muerte de animales acuáticos tanto por falta de alimento, como por problemas de crecimiento y aumento de enfermedades (González, 2011) y en general se reporta un aumento de la biodiversidad acuática en la medida en que aumenta el O.D. (SMAM y Pro Romeral, 2013).

Durante 2015, se mantuvo la tendencia a un buen nivel en este indicador, aunque aumentó el número de sitios que incumplen la norma (se pasó de 2 sitios en 2013 a 6 en 2015) (ver gráfico 21 y 22)

Al analizar este parámetro desde la perspectiva de su saturación en el agua, que en realidad puede resultar mejor indicador que el de Oxígeno Disuelto por sí mismo (En el caso de la saturación ya existe una corrección por temperatura del agua, entre otras) puede verse que si se considera como rango ambiental conveniente una saturación entre 90% y 110%, 22 de los 65 sitios evaluados con este parámetro en 19 quebradas, es decir cerca del 34% de los sitios no cumplen con el mínimo de saturación del 90%. Si este rango se contempla entre 80% y 110% (propuesta tentativa de este estudio para SAP), 9 de los 65 sitios evaluados, equivalente al 14%, no cumplen con el mínimo de saturación. No obstante algunas propuestas contemplan que este nivel bajo debe ubicarse en el 70% de saturación y en este caso el número de sitios que incumplirían se ubica en 6, equivalentes al 9% del total de sitios.

El caso de los 2 sitios que sobrepasan el 110%, se explica por la alta rugosidad de esta quebrada desde varios cientos de metros aguas arriba, pero esto no se considera muy grave

si se tiene en cuenta que la carga de M.O. es elevada en esos sitios (Limona media alta y media baja) y además no presentan vida acuática superior (peces) desde hace unos 3 años, sin que hasta el momento se haya detectado la causa, pues cumple con todas las condiciones aparentes para tenerla. Parece tratarse del vertimiento de alguna sustancia adicional a los detergentes que efectivamente han aumentado desde aquel momento.

En el gráfico 22 puede verse el estado de las quebradas en cuanto a su saturación de oxígeno. Este parámetro se ha considerado en la nueva ecuación ICASAP de 2015, siguiendo las experiencias de las pruebas en 2013, con lo cual se disminuye un poco el peso de O.D. y dándoselo parcialmente a % Sat. O.D. Esta decisión sirvió para ajustar mejor la ecuación de acuerdo con lo observado en campo en cuanto a bioindicadores (ver numeral 7).

Cuando se observan los resultados relacionados con este parámetro durante 2015, se constata que el 91% de los sitios cumplen la norma (muestran concentración de oxígeno por encima de 5 mg/L), pero estos buenos indicadores no se corresponden necesariamente con los resultados de los ICA para esos sitios, ni para las quebradas del corregimiento en general: sólo 11 sitios de 60 (18,3%) presentan calidad de agua “Buena” y sólo 3 sitios (5%) presentan calidad de agua “Excelente”. Hay que tener en cuenta que los casos que no se ubican en las categorías de “Bueno” u “Excelente” tienen por factor limitante casi siempre a la materia orgánica (coliformes totales y fecales) que se presenta en un nivel muy elevado y no tanto por la DBO_5 o la DQO o por O.D.

Esta situación muestra de nuevo la elevada capacidad de las quebradas del corregimiento para integrar oxígeno de la atmósfera al cuerpo de agua mediante el proceso natural que tiene su origen en la alta rugosidad y pendientes de los cauces, lo que genera cascadas y cascadillas que mantienen elevados niveles de oxígeno disuelto a lo largo de la corrientes, aún en situaciones de elevadas cargas orgánicas, hasta ciertos límites cuando la resiliencia es superada y tanto el O.D. como la saturación del oxígeno caen. Pero además corrobora que el O.D. es sólo un indicador más dentro de un complejo de factores fisicoquímicos y que además en sí mismo tiene limitaciones que deben ser corregidas mediante la valoración del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, tal como ha sido contemplado en la ecuación de ICASAP.

El comportamiento del O.D. en las quebradas evaluadas en este estudio puede observarse en la tabla 6 y en el gráfico 21.

Para el caso de la saturación de O.D. los niveles establecidos como ambientalmente buenos en SAP, está entre 80 y 110%. Algunos autores consideran que por encima del 80% es adecuado, y teniendo en cuenta que la mayoría de las quebradas en SAP presentan elevadas cargas orgánicas y en particular alta cantidad de coliformes este estudio ha asumido el nivel mínimo de 80% (en 2013 se consideró 90%, que parece haber sido excesivamente riguroso al contrastar con la bioindicación), pero así mismo algunos autores consideran que el nivel no debe superar el 101% debido a que esto puede causar en algunos peces la enfermedad llamada “mal de burbujas” y otros en cambio consideran que el límite puede extenderse hasta 110%. Sin embargo la mayoría de información está referida a zonas templadas con aguas limpias y especies (principalmente peces) muy diferentes a las nuestras (SMAM y Pro Romeral, 2013).

El presente estudio ha establecido como nivel adecuado en SAP, para la saturación de O.D. aquel entre 80% y 110%, debido a los motivos expresados en el informe de 2013 y en el actual: 1. Varios de los tramos de quebradas que mostraron niveles de saturación de O.D. por encima del 100% también presentaron peces y muy buen estado de macroinvertebrados, 2. Varias fuentes que presentaron regular, mal y muy mal estado del agua debido a cargas orgánicas, también presentaron niveles por encima del 100% en la saturación del oxígeno, con lo cual debe priorizarse en el análisis las posibilidades de autodepuración y consumo de la materia orgánica sin castigar por este hecho el tramo. En 2013 se reportaron peces en sitios con niveles de saturación de O.D. entre 80% y 106%.

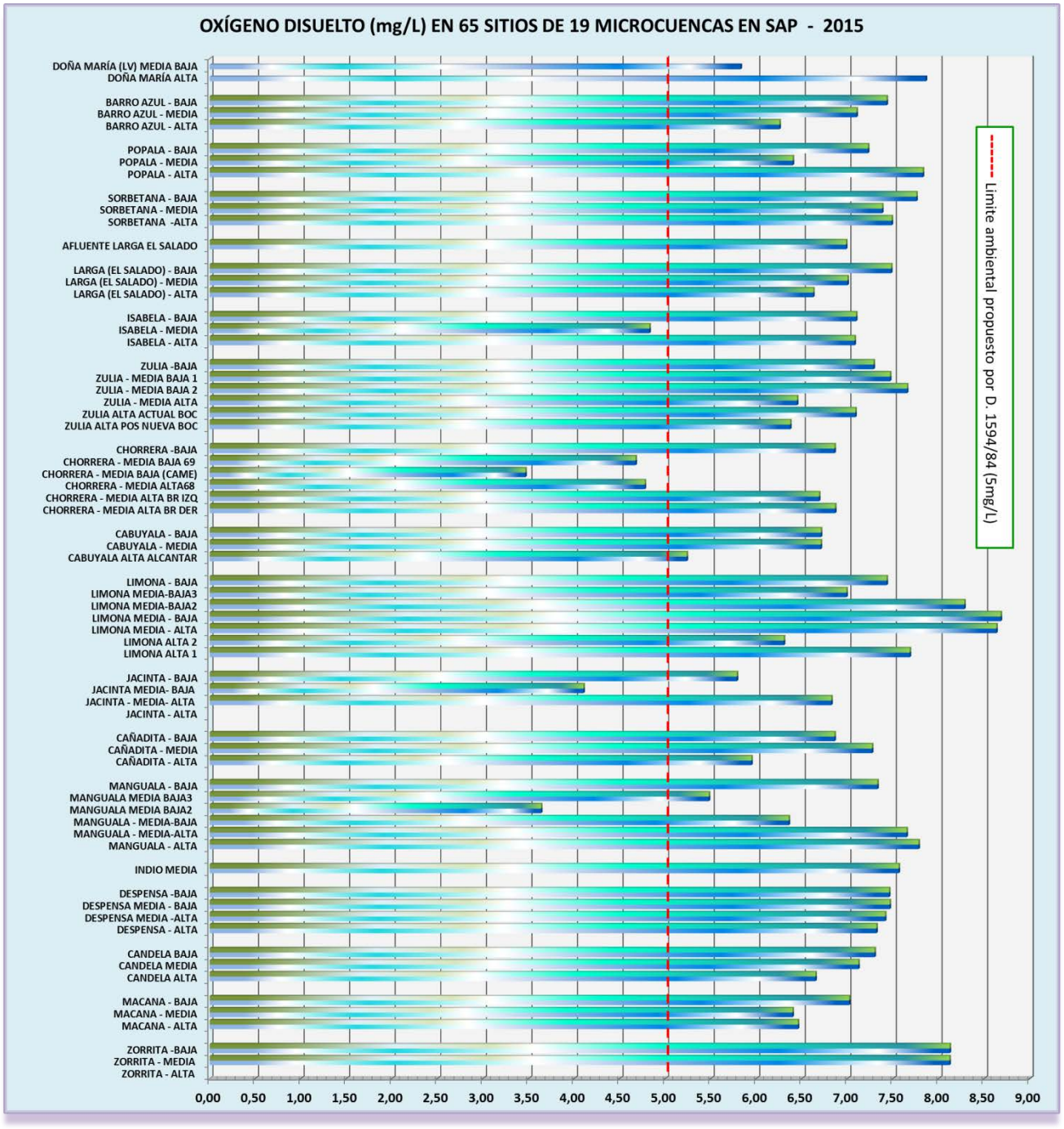


Gráfico 21 Oxígeno Disuelto en 19 microcuencas y 65 sitios de SAP, 2015

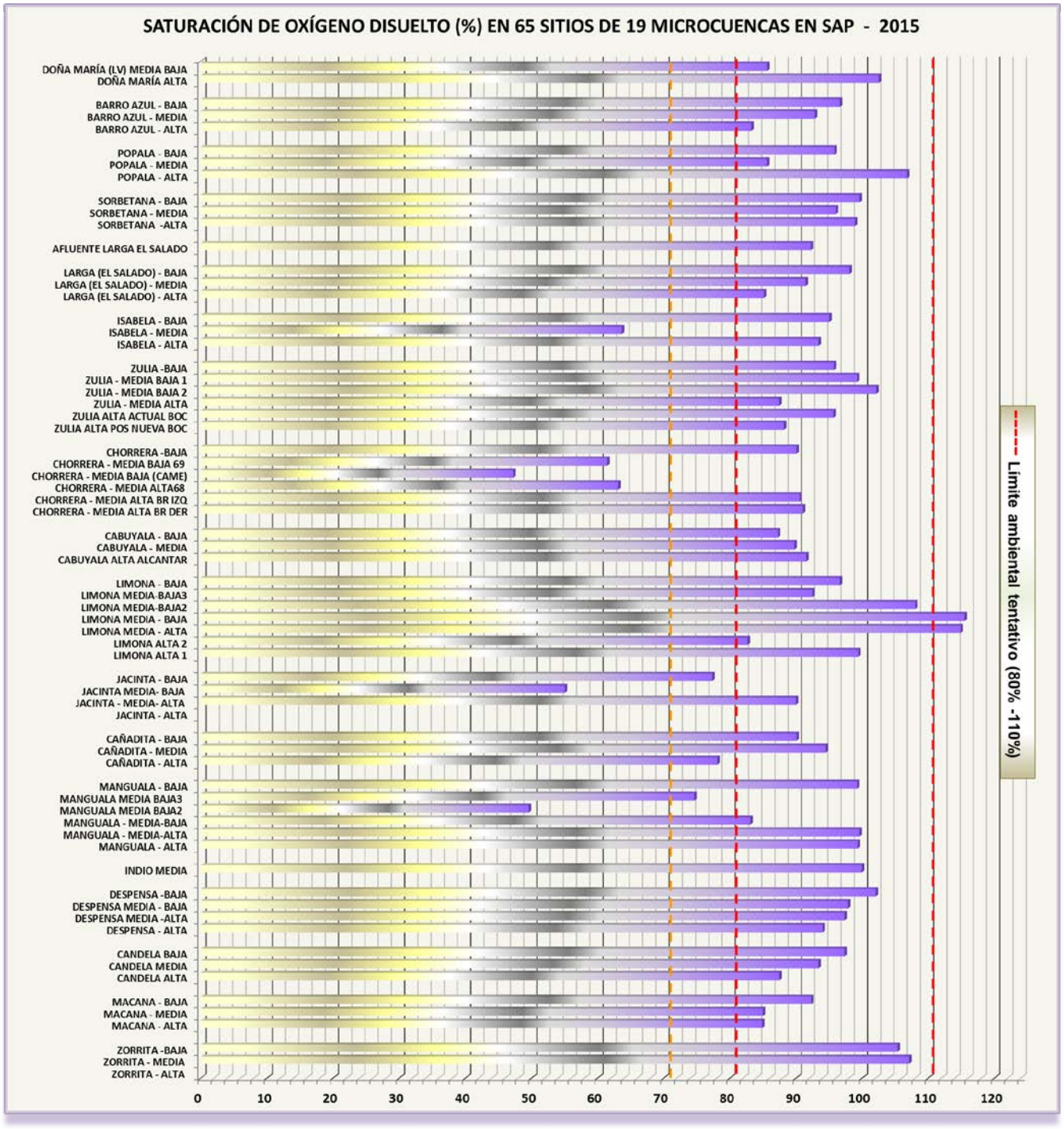


Gráfico 22 Saturación de Oxígeno Disuelto en 19 microcuencas y 65 sitios de SAP, 2015

La importancia del fenómeno ecológico de autodepuración, muy activo en las quebradas de montaña como las consideradas en este estudio, es reconocido desde las fases anteriores de los estudios de monitoreo y en esa medida se recomiendan algunos mecanismos de prevención de daños sobre estos procesos naturales entre los que se destaca el impedir canalizar las quebradas e impedir o limitar las actividades extractivas de materiales pétreos de los lechos, en fin, todo aquello que atente contra la rugosidad de las quebradas y por consiguiente sobre los procesos de reaireación.

De acuerdo con el estudio de 2013, la buena disponibilidad de oxígeno en las corrientes junto con las bajas concentraciones de materia orgánica, son los aspectos más relevantes para el buen estado ambiental de las quebradas en San Antonio de Prado, dado que factores como plaguicidas, metales pesados, sustancias industriales, entre otras, no se han detectado como limitantes hasta ahora. En esa medida el control adecuado de estos dos elementos podría garantizar la salud ambiental de las fuentes hídricas y en particular la permanencia y aumento de la biodiversidad, y en esa misma medida las recomendaciones realizadas a lo largo de este estudio garantizarían el buen estado ambiental de estos ecosistemas y de sus servicios ambientales correspondientes.

5.5.3.7 Comparación histórica de la cantidad de Oxígeno Disuelto (2008 - 2015)

Como se ha expresado antes, el debilitamiento en prácticamente todos los programas relacionados o que repercuten en el mejoramiento de la calidad ambiental de las quebradas: la ampliación de la red de saneamiento básico en algunos sectores del corregimiento, las acciones de control ambiental, el programa de reconversión de los sistemas de manejo agrotecnológico que disminuyen los impactos ambientales negativos generados en las actividades productivas, la adquisición de predios con fines de conservación y su posterior manejo con participación social, ha repercutido en una desmejora en varios indicadores de la calidad ambiental de las quebradas. El Oxígeno Disuelto es uno de ellos y quizás no se muestra como muy notable debido a las condiciones hidrológicas de las corrientes que vierten a La Doña María, que permiten una elevada reaireación, pero no deja de ser inquietante su desmejora, aunque sea leve.

Durante 2015, se detectó que 6 sitios no cumplen con la norma en cuanto a O.D.: el primero en La Isabela media, en la vereda La Verde, seguramente debido a las elevadas cargas de materia orgánica que recibe en el sitio por parte de una marranera ubicada en sus retiros; el

segundo, tercero y cuarto ubicados en un tramo medio de la quebrada La Chorrera, en la zona de influencia del sector de Las Camelias, en la vereda La Verde, seguramente por la influencia de las descargas directas del grupo de viviendas que aún no reciben la solución de saneamiento básico planteada desde hace varios años; el quinto en la Jacinta media baja, en el sector del parque lineal La Jacinta, cuyo estado se relaciona también con el vertimiento directo de aguas de alcantarillado que en lugar de estar conectado a los colectores que van hacia la planta de San Fernando, vierten directamente a la Jacinta, contrariando la normatividad ambiental vigente; y el sexto en la Manguala media baja en el sector del Chispero, debido a grandes descargas de amplios sectores urbanos que tampoco tienen solucionado su problema de saneamiento básico (barrios como María Auxiliadora, Las Coles, Palo Blanco y Los Salinas), y tal vez es la problemática más antigua y demandada por la comunidad desde hace más de 15 años sin que se dé solución y sin que permita consolidar un sueño local de construir el parque lineal más importante del corregimiento en cuanto a extensión y ubicación estratégica: el parque de la Manguala (SMAM y Pro Romeral, 2013). Como se observa en todos los casos el factor clave de la degradación se relaciona con falta de control y ausencia de inversiones en saneamiento básico en ciertos sectores.

Los buenos niveles de O.D. en las quebradas de san Antonio de Prado, y los proyectos que se realicen para aumentarlos desde el corto plazo inciden directamente en los elevados niveles de O.D. en la Q. Doña María, y finalmente contribuyen de manera positiva a incrementar los niveles de O.D. del río Aburrá, así como a lograr los objetivos de calidad estipulados por la autoridad ambiental metropolitana y a alcanzar el compromiso de ciudad de descontaminar y regresar la vida al río lo más pronto posible, por lo cual el empeño por lograr estos objetivos no deben correr a cargo sólo del municipio y las empresas y organizaciones comunitarias locales, sino de las CAR que hasta el momento han tenido un papel muy poco visible en la localidad.

En la tabla 10 y en el gráfico 23 puede apreciarse la variación en los valores de O.D. en las 19 microcuencas evaluadas durante 2008, 2009, 2012, 2013 y 2015, así mismo puede observarse el comportamiento de la saturación del O.D. en los dos últimos estudios, para las quebradas incluidas.

Tabla 10 Variación histórica del OD y temperatura en 19 microcuencas en SAP 2008-2015

UBICACIÓN	% saturación OD 2015	% saturación OD 2013	Oxígeno disuelto (mg/L) 2015	Oxígeno disuelto (mg/L) 2013	Oxígeno disuelto (mg/L) 2012	Oxígeno disuelto (mg/L) 2009	Oxígeno disuelto (mg/L) 2008	Temp. del agua (ºC) 2015	Temp. del agua (ºC) 2013	Temp. del agua (ºC) 2012	Temp. del agua (ºC) 2009
ZORRITA - ALTA		109,68		7,39	6,12	6,95	7,3		20,0	19,0	13,5
ZORRITA - MEDIA	107,11	103,47	8,12	7,82	6,62	7,3	5,8	16,3	18,0	17,0	15
ZORRITA -BAJA	105,35	106,08	8,12	7,99	6,08	7,6	6	15,9	16,0	17,0	16
MACANA - ALTA	84,86	113,81	6,45	8,74	6,52	6,77	2	16,4	16,0	17,0	15
MACANA - MEDIA	84,96	86,91	6,39	6,47	6,78	6,03	6,4	17,4	16,0	18,0	18
MACANA - BAJA	92,29	94,58	7,02	7,09	6,64	6,85	5,4	17,7	17,0	19,0	16
CANDELA ALTA	87,49	86,53	6,65	6,59	6,61	6,7		16,1	14,5	16,0	
CANDELA MEDIA	93,37	88,90	7,12	6,78	5,86	6,54		17,1	16	19,5	
CANDELA BAJA	97,31	82,76	7,30	6,40	5,99	6,39		18,5	15,5	19,5	
DESPENSA - ALTA	94,01	97,06	7,32	7,55	6,66	7,27	6,9	14,4	13,0	16,0	11,5
DESPENSA MEDIA - ALTA	97,31	98,51	7,41	7,43	6,77			16,2	16,0	17,0	
DESPENSA MEDIA - BAJA	97,87	90,64	7,46	6,76	6,62	3,53	5	17,1	16,2	18,0	19
DESPENSA -BAJA	102,04	80,46	7,45	5,95	6,5	5,71	5,6	19,9	18,0	18,0	19
INDIO MEDIA	99,95	103,76	7,56	7,86	6,58			18,2	16,0	18,0	
MANGUALA - ALTA	99,32	96,55	7,78	7,66	6,53	4,61	7	14,2	11,0	14,0	10
MANGUALA - MEDIA-ALTA	99,60	101,98	7,65	7,72	7,04	6,41	6,6	16,1	16,0	17,0	17
MANGUALA - MEDIA-BAJA	83,09	96,56	6,35	7,02	6,34	6,11	6	16,8	18,0	19,0	17
MANGUALA MEDIA BAJA2 (CHISPERO)	49,57	66,59	3,64	4,92				19,1	19,2		
MANGUALA MEDIA BAJA3 (COMPARTIR)	74,60		5,48					19,9			
MANGUALA - BAJA	99,24	103,80	7,33	7,80	5,73	5,28	5,4	20,2	17,0	21,0	21

UBICACIÓN	% saturación OD 2015	% saturación OD 2013	Oxígeno disuelto (mg/L) 2015	Oxígeno disuelto (mg/L) 2013	Oxígeno disuelto (mg/L) 2012	Oxígeno disuelto (mg/L) 2009	Oxígeno disuelto (mg/L) 2008	Temp. del agua (ºC) 2015	Temp. del agua (ºC) 2013	Temp. del agua (ºC) 2012	Temp. del agua (ºC) 2009
CAÑADITA - ALTA	78,09	104,04	5,94	7,85	5,55	6,64	4,3	16,1	15,0	16,0	15
CAÑADITA - MEDIA	94,49	104,04	7,27	7,98	6,24	6,26	3	15,9	14,5	16,0	16
CAÑADITA - BAJA	90,05	102,03	6,86	7,73	6,42	7,77	6,2	15,9	16,0	19,0	18
JACINTA - ALTA		101,52		7,33	6,1	6,15	5,7		18,0	22,0	19
JACINTA MEDIA- ALTA (Cootras)	89,97	88,68	6,82	6,62	5,54			19,5	17,0	19,5	
JACINTA MEDIA- BAJA (Parque Lineal)	55,02	98,34	4,10	7,51	2,43	1,36	4,4	19,5	17,0	20,0	19
LA JACINTA - BAJA	77,35	94,97	5,78	7,24	2,56	3,03	4,3	19,8	17,0	19,0	20
LIMONA 1 - ALTA	99,40	87,71	7,68	6,59	6,1			15,6	15,0	19,0	
LIMONA 2 - ALTA	82,68	78,45	6,30	5,98	5,83	5,93	6,8	16,2	15,0	16,0	14
LIMONA MEDIA - ALTA	114,89	123,47	8,63	9,20	6,33			18,2	17,0	17,0	
LIMONA MEDIA - BAJA	115,49	120,87	8,68	8,87	6,64	7,46	5,5	18,8	19,0	19,0	18
LIMONA MEDIA-BAJA2	108,01	102,91	8,28	8,00				18,6	17,9		
LIMONA MEDIA-BAJA3	92,45	101,21	6,99	7,68				19,3	19,2		
LIMONA - BAJA	96,62	115,95	7,43	8,41	5,34	4,38	5,6	18,4	20,0	21,0	20
CABUYALA ALTA ALCANTAR	91,54	72,64	5,23	5,27				18,5	19,5		
CABUYALA - MEDIA	89,76	87,24	6,71	6,37	5,03	5,18	5	18,7	18,0	19,0	17
CABUYALA - BAJA	87,26	82,11	6,71	6,15	5,99	7,03	5,5	18,4	18,0	20,0	19
CHORRERA (LV) - ALTA						6,13	6,6				16

UBICACIÓN	% saturación OD 2015	% saturación OD 2013	Oxígeno disuelto (mg/L) 2015	Oxígeno disuelto (mg/L) 2013	Oxígeno disuelto (mg/L) 2012	Oxígeno disuelto (mg/L) 2009	Oxígeno disuelto (mg/L) 2008	Temp. del agua (ºC) 2015	Temp. del agua (ºC) 2013	Temp. del agua (ºC) 2012	Temp. del agua (ºC) 2009
CHORRERA (LV) -MEDIA ALTA BR DER	91,03	89,28	6,86	6,83	6,68			17,9	16,0	18,0	
CHORRERA (LV) – MEDIA ALTA BR IZQ	90,53	91,96	6,69	6,90	5,52	6,35	4,7	19,0	16,0	20,0	18
CHORRERA (LV) 68	63,15	61,80	4,77	4,67				18,3	18,3		
CHORRERA (LV) – MEDIA BAJA (Camelias)	47,23	76,38	3,46	5,51	4,37			19,8	19,0	20,0	
CHORRERA (LV) 69 MEDIA BAJA (abajo Camel.)	61,47	80,79	4,67	6,03				18,3	19,4		
CHORRERA (LV) - BAJA	90,05	91,92	6,86	6,91	6,76	4,98	6,3	18,5	17,0	20,0	18
ZULIA ALTA POS NUEVA BOC	88,16	91,77	6,37	6,89				19,4	17,5		
ZULIA - ALTA	95,64	90,54	7,08	6,83	6,46	6,51	4,1	18,4	14,0	18,0	16,5
ZULIA – MEDIA ALTA	87,46	85,12	6,45	6,37	5,05	6,08	6	19,4	17,0	18,5	18
ZULIA – MEDIA BAJA	102,13	103,02	7,65	7,76	6,6			18,9	16,5	20,0	
ZULIA - BAJA	99,24	95,00	7,46	7,08	5,78	6,39	5,5	18,8	17,5	19,0	17
ISABELA - ALTA	93,40	94,26	7,08	7,21	6,78	6,13	7,1	17,8	15,5	19,0	16
ISABELA - MEDIA	63,67	92,70	4,82	7,12	5,52	5,73	5,5	18,5	16,0	19,5	16
ISABELA - BAJA	95,04	98,59	7,09	7,31	5,88	7,86	5,9	19,7	18,0	22,0	17
LARGA (EL SALADO) - ALTA	85,12	86,51	6,62	6,71	6,82	6,79	6,3	14,3	13,0	14,0	13
LARGA (EL SALADO) - MEDIA	91,45	93,81	7,00	7,11	6,33	6,41	6,8	16,3	15,0	16,0	15,5
LARGA (EL SALADO) - BAJA	98,08	96,85	7,48	7,20	6,84	6,51	7,5	17,5	17,0	19,0	16
AFLUENTE LARGA EL SALADO	92,23	96,32	6,98	6,69				16,6	17,0		

UBICACIÓN	% saturación OD 2015	% saturación OD 2013	Oxígeno disuelto (mg/L) 2015	Oxígeno disuelto (mg/L) 2013	Oxígeno disuelto (mg/L) 2012	Oxígeno disuelto (mg/L) 2009	Oxígeno disuelto (mg/L) 2008	Temp. del agua (ºC) 2015	Temp. del agua (ºC) 2013	Temp. del agua (ºC) 2012	Temp. del agua (ºC) 2009
SORBETANA -ALTA	98,88	94,31	7,48	7,19	6,66	6,27	5,8	16,6	14,2	16,5	14
SORBETANA - MEDIA	96,02	98,04	7,38	7,52	6,82	6,95	6,7	16,4C	15,0	17,0	16
SORBETANA - BAJA	99,62	102,21	7,75	7,68	6,66	7,05	6,5	16,4	17,0	18,0	15,5
POPALA - ALTA	106,79	91,18	7,83	6,78	6,54	6,38	6,4	19,7	18,0	19,0	16,8
POPALA - MEDIA	85,63	87,71	6,40	6,58	4,98	5,9	6,2	19,1	17,2	20,0	17
POPALA - BAJA	95,81	93,25	7,22	7,08	3,75	7,1	6,5	19,1	17,0	19,5	16
BARRO AZUL - ALTA	83,23	84,91	6,25	6,41	6,12	5,93	5,5	18,0	15	16,5	15
BARRO AZUL - MEDIA	92,85	103,16	7,10	7,67	6,45	6,55	6,5	19,0	16,0	18,0	16,5
BARRO AZUL - BAJA	96,62	110,08	7,43	7,98	6,61	6,95	4,4	21,0	18,0	19,0	19
DOÑA MARÍA ALTA (BOC EPM)	102,51		7,86					16,2			
DOÑA MARÍA (LAS PLAYAS)		86,66		6,25					20,4		
DOÑA MARÍA - MEDIA BAJA (LA VERDE)	85,65		5,83					24,2			

Incumple norma (D. 1594/84)

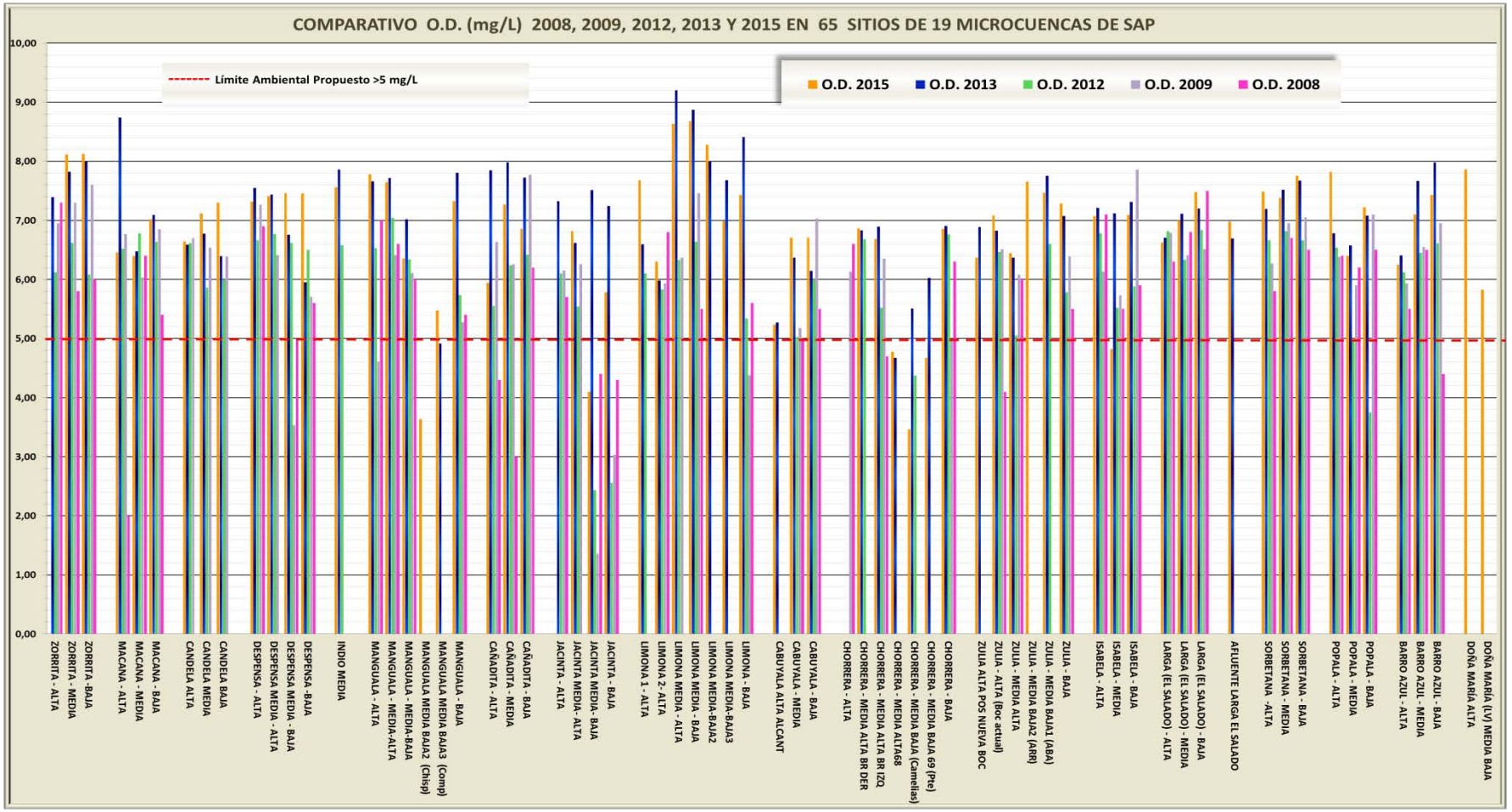


Gráfico 23. Comparativo de Oxígeno Disuelto en 19 microcuencas de SAP, 2008, 2009, 2012, 2013 y 2015

5.5.3.8 Sólidos en las corrientes de las quebradas evaluadas

Este componente de la calidad ambiental del agua fue evaluado mediante Sólidos Suspendidos Totales (mg/L) (SST), y Sólidos Disueltos Totales (mg/L) (SDT) en todos los sitios y se complementó con Sólidos Sedimentables (mg/L) (SS) sólo para algunas partes bajas de ciertas quebradas que mostraron limitaciones en monitoreos anteriores.

El parámetro de SST es definido por el DAMA de Bogotá de la siguiente manera:

> *"Los sólidos suspendidos se definen como pequeñas partículas de sólidos dispersas en el agua; no disueltas. Este indicador se refiere a la carga de SST en cuerpos de agua y no a vertimientos. En lenguaje técnico se usa la expresión Carga para señalar el volumen de sólidos suspendidos que corre o alberga un cuerpo de agua durante un periodo determinado"* (DAMA, 2006).

Los sólidos en suspensión se mantienen en ese estado en el agua debido a su naturaleza coloidal, por lo general cargadas eléctricamente, lo que les hace afines a las moléculas polares de agua, y en esa medida su condición física dificulta separarlas del agua sin una previa floculación.

Los sólidos sedimentables son sólidos de mayor densidad que el agua y se encuentran dispersos en ella debido a fuerzas de arrastre o turbulencias. Cuando estas fuerzas y velocidades cesan y el agua alcanza un estado de reposo, se precipitan. Suelen eliminarse fácilmente por cualquier método de filtración.

Los sólidos disueltos (SDT) equivalen a la cantidad total de sólidos disueltos en el agua, básicamente definidos por de las sales minerales disueltas que generan potencial iónico detectable por el instrumento en campo o en laboratorio.

En este estudio fueron medidos de manera indirecta, por medio de la conductividad eléctrica (CE), mediante el instrumento HI9828, que cumple los estándares internacionales más estrictos, y en este sentido se utiliza la conductividad eléctrica del agua como una medida de los SD.

La conductividad eléctrica refleja la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica y este nivel de corriente está relacionado con la cantidad de sales (iones) disueltas o su concentración en un momento dado.

La conversión de la conductividad eléctrica en SD puede ser realizarse mediante la siguiente relación que refleja un valor aproximado de SD.

$$SD\ (ppm) = 0.64 \times EC\ (\mu S/cm)$$

La CE también depende de la temperatura, pero esta influencia es corregida automáticamente por el instrumento empleado en este estudio, garantizando una precisión de ±1% de lectura o ±1 µS/cm el que sea mayor. Y para el caso de los SD garantiza una precisión de ±1% de lectura o ±1 mg/l (SMAM y Pro Romeral, 2013).

Durante 2015, los SDT fueron medidos en 65 sitios de 19 quebradas de SAP y sus resultados se muestran en el gráfico 24.

Para este parámetro no hay límite establecido en la norma colombiana, no obstante algunas fuentes internacionales recomiendan no sobrepasar los 500 mg/L, aunque este valor parece estar muy elevado. En el caso de las quebradas evaluadas en San Antonio de Prado, como era de esperarse los mayores valores se encuentran asociados a aquellos tramos de fuentes que reciben descargas directas de alcantarillados: Manguala media baja hasta su desembocadura (por influencia de las descargas de barrios como María Auxiliadora, Las Coles, Sector del Chispero, etc.), Limona media baja, luego de la desembocadura de la Jacinta, Jacinta a partir de su parte media baja (cuando recibe la influencia de Barichara), Cabuyala en su parte alta (debido a que el nacimiento está invadido y su cauce usado como alcantarillado), Chorrera media baja (por influencia de las descargas de Las Camelias) y Popala media por las grandes descargas de la marranera del sector (única de este grupo, que tiene influencia pecuaria). Todo lo anterior indica que la mayor parte de las causas de contaminación por este factor se relacionan con descargas de aguas residuales domésticas y particularmente por uso de jabones y detergentes que contienen abundantes sustancias iónicas.

Los resultados de laboratorio muestran que con respecto a los sólidos suspendidos totales (SST), la gran mayoría de sitios evaluados durante 2015 cumplen con los objetivos de calidad propuesto para el río Aburrá, tramo 3, pues para este tramo se contempla unos niveles máximos de 80 mg/L. El decreto 1594 de 1984 no contempla niveles para este parámetro.

En 2015 sólo dos sitios (La Popala media y la Doña María media baja) incumplieron con el límite ambiental propuesto en cuanto a los Sólidos Suspendidos Totales de acuerdo con los objetivos de calidad del río Aburrá, para el tramo 3; sin embargo ha de tenerse en cuenta

que este tramo es muy flexible o tolerante, pues está basado en los objetivos para el río en su paso por la urbe metropolitana y no en la zona rural, mejor protegida y con potenciales servicios ambientales que deben mantenerse en buen estado.

Si consideramos el nivel de 15 mg/L, trabajado en el estudio anterior, se observa que 20 de los 60 sitios incumplen (33%), lo cual empieza a generar alarma desde el punto de vista de calidad ambiental, especialmente por la posible dificultad de algunas especies de macroinvertebrados para sobrevivir al ver dificultados sus procesos respiratorios.

En el gráfico 25 puede observarse el comportamiento de los SST en las diferentes quebradas evaluadas. Estos sólidos son tanto de origen orgánico (la mayoría provenientes de descargas directas de aguas residuales domésticas y pecuarias, como producto de la erosión laminar del horizonte A y B de los suelos), como de origen mineral (provenientes de movimientos en masa, actividades mineras y escombreras ilegales mal diseñadas).

La elevada cantidad de sólidos suspendidos y sedimentables tienen un fuerte impacto en los fenómenos de sedimentación, turbidez, color y muerte de macroinvertebrados y especies ícticas, casi siempre debido a la dificultad que generan en los procesos respiratorios de estas especies, pero además reducen las actividades de fotosíntesis al cubrir las plantas acuáticas, especialmente las algas, y complementariamente generan un fuerte impacto estético y por consiguiente restringen las opciones de recreación y uso del espacio público.

Este parámetro tampoco cuenta con niveles máximos por parte de la normatividad ambiental en Colombia, sin embargo los objetivos de calidad del río Aburrá, tramo 3, señalan el límite de 80 mg/L (hasta 2015) y <20 mg/L (a partir de 2017). El parámetro no está integrado en la ecuación ICASAP, pero en general ha servido para explicar algunos fenómenos puntuales, junto con los demás sólidos evaluados y en relación con otros parámetros estudiados.

Durante 2015 se presentó incumplimiento por este parámetro (de acuerdo con los objetivos de calidad del río Aburrá-tramo 3) en dos sitios: en La Popala media y en la Doña María media baja, cerca de la salida del corregimiento y su ingreso a Itagüí, cuando ya ha recibido la mayor parte de afluentes en San Antonio de Prado.

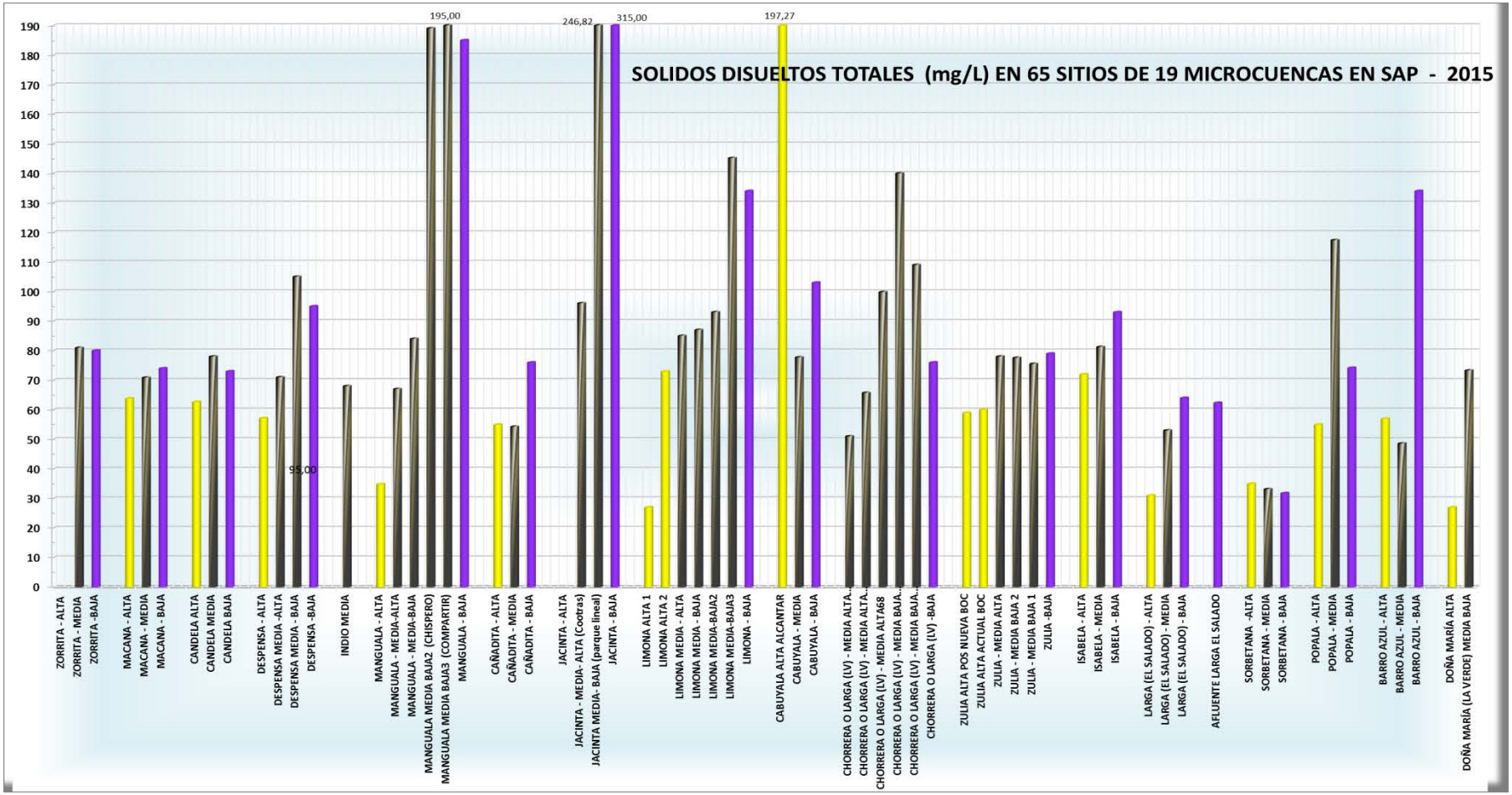


Gráfico 24. Sólidos Disueltos en 19 microcuencas de SAP, 2015

Sin embargo otros sitios como La Manguala media-baja, la Jacinta media-baja, Cabuyala baja, Chorrera media-baja, Zulia media-baja, también muestran niveles elevados de TSS. Conviene tener en cuenta que este factor es muy susceptible de variar con eventos puntuales y más bien esporádicos (socavamientos laterales, derrumbes, minería de lecho, lavado de arenas, etc.), por lo que se hace necesario incrementar la frecuencia de sus mediciones (ojalá mensuales o quincenales) para tener más claro su comportamiento real en el territorio.

Aun no se tiene información sobre caudales medios multianuales ni multimensuales o por lo menos promedios en épocas secas y lluviosas, para las quebradas consideradas, lo que se constituye en un serio limitante para realizar cálculos de cargas transportadas por esas quebradas anualmente y menos aun estacionalmente.

Las partes altas de la mayoría de quebradas mantienen estados desde muy buenos hasta aceptables en cuanto a la carga de sólidos que transportan e históricamente ha sido así, excepto en casos como en La Macana cuando fue invadida por usos agroindustriales ilegales, pero luego de controlados mejoró notablemente y se ha mantenido; o casos como el de la Cabuyala alta que ha estado invadido y destinado a servir como alcantarillado. La situación de buena calidad ambiental está asociada al mejor estado de las coberturas vegetales en estas zonas y a las pocas invasiones de retiros, y estos sitios sólo se ven perturbado en los casos en que ocurren movimientos en masa o socavamientos de cauces como está ocurriendo en la actualidad en La Zorrita alta.

Durante 2015, la buena calidad ambiental asociada a este parámetro en el corregimiento se asocia principalmente a que las épocas de lluvias han sido menos intensas que las anteriores, incidiendo en la ocurrencia de menos eventos de movimientos en masa y erosión laminar, que terminan aportando gran cantidad de sólidos a las corrientes y a que algunas actividades de minería de lecho y lavado de arenas fueron controladas. Estas últimas actividades, junto con las urbanísticas y de construcción de infraestructura, también incrementan el fenómeno, debido al mal manejo de los escombros y tierras movidas que llegan a las corrientes, perjudicando no sólo los tramos donde se originan los fenómenos erosivos, sino durante un muy largo recorrido, implicando no sólo a La Doña María, sino al río Aburrá y los embalses asociados al río Porce, por este motivo es tan importante el control oportuno a aquellas actividades que generan impactos fuertes.

En el gráfico 26 puede observarse la variación o comportamiento histórico durante los monitoreos realizados desde 2008, para los SST.

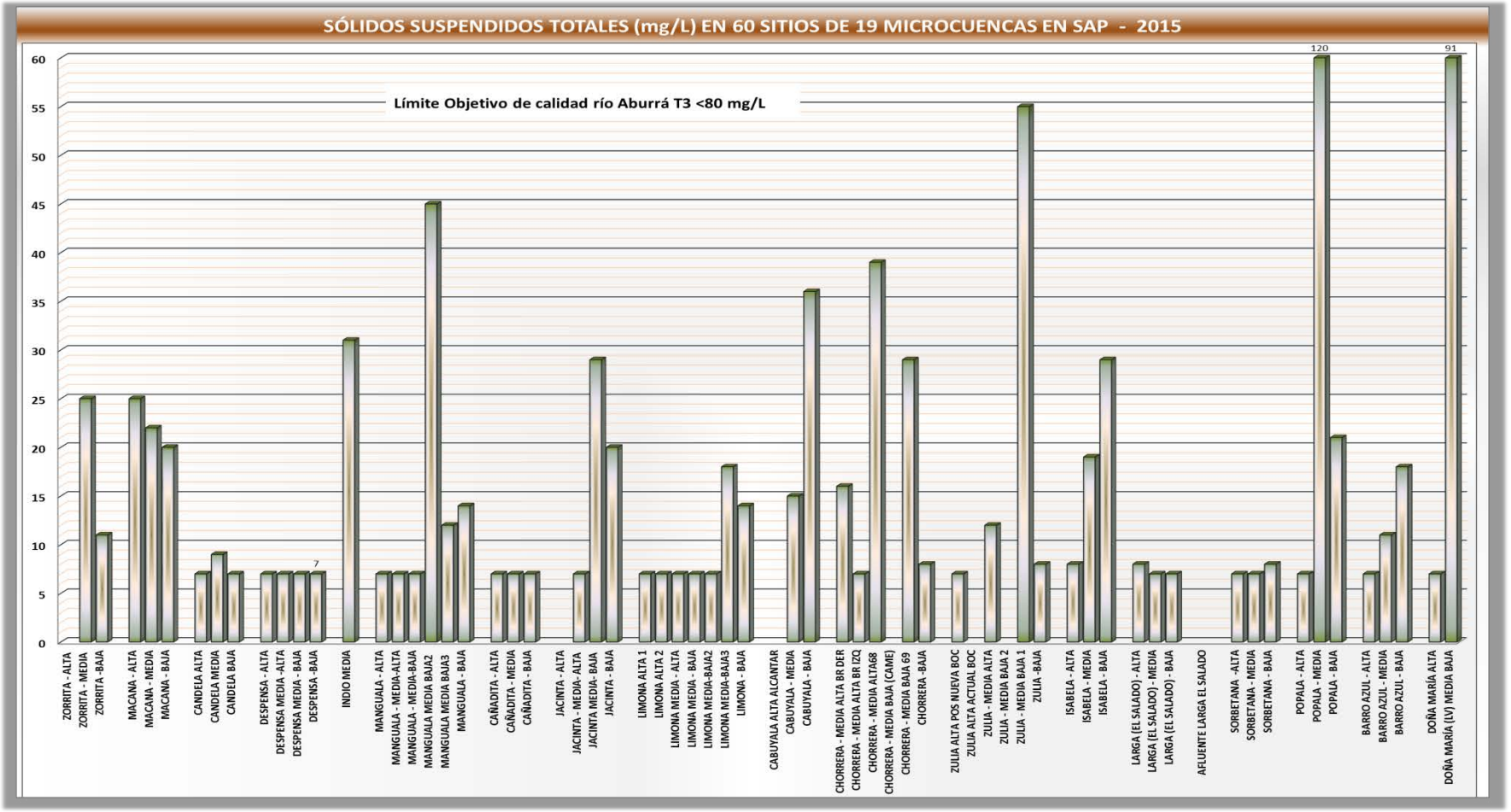


Gráfico 25 Sólidos Suspendidos Totales (SST) en 19 cuencas en SAP, 2015

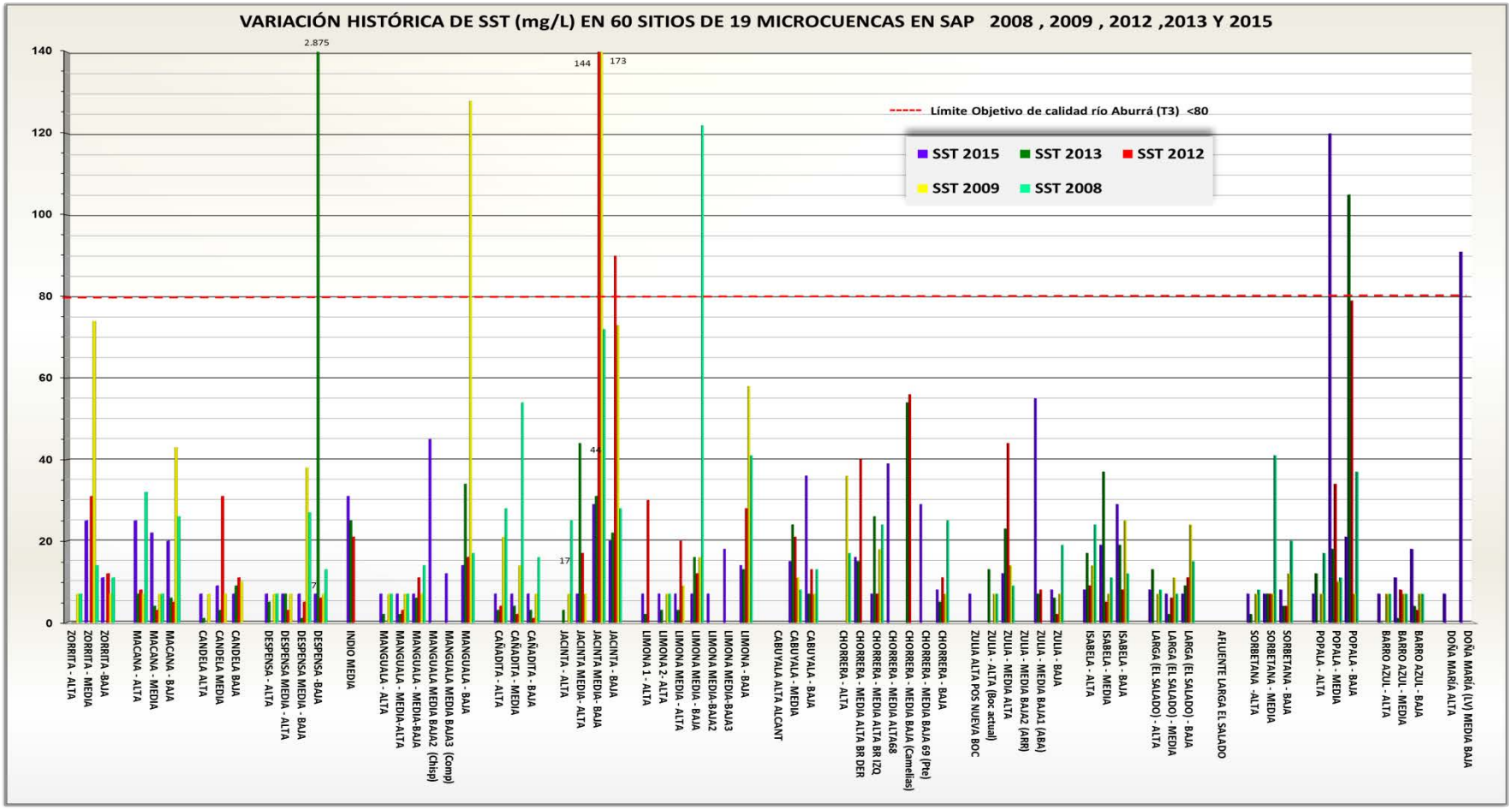


Gráfico 26. Comparativo de Sólidos Suspendidos Totales en 19 microcuencas de SAP, 2008 – 2015

5.5.3.9 Conductividad eléctrica (CE)

La conductividad eléctrica expresa la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica, lo cual a su vez está relacionado con la cantidad de sales (iones) disueltas o su concentración en un momento dado.

Normalmente los sólidos salinos (Sales) se encuentran en las corrientes hídricas y lagos en forma disuelta en diferentes proporciones y una vez disueltas se descomponen en iones cargados positiva y negativamente, a través de los cuales puede conducirse la corriente eléctrica en el agua. Se sabe que el agua pura, sin sales disueltas, prácticamente no conduce la electricidad y tiene una conductividad eléctrica tendiente a cero, así puede observarse que existen diferentes capacidades de conducción de la corriente eléctrica según el tipo de agua donde se mida:

Agua ultra pura: 5.5×10^{-6} S/m
Agua potable: 0.005 – 0.05 S/m
Agua del mar: 5 S/m

En esa medida, la salinidad y la conductividad están relacionadas porque la cantidad de iones disueltos aumentan los valores de ambas; sin embargo la relación entre sales disueltas y CE no es simple o directamente proporcional: cuando la concentración de las sales llega a un cierto nivel, la CE ya no está directamente relacionada con la concentración de las sales en el agua, debido a que muchas veces se forman pares de iones que debilitan la carga de uno al otro, haciendo que por encima de un cierto nivel, una concentración mayor de sólidos disueltos no resulte necesariamente en una conductividad eléctrica más alta (SMAM y Pro Romeral, 2013).

Igualmente la CE del agua también depende de la temperatura: en general mientras más alta la temperatura, más alta es la conductividad eléctrica, aumentado en un 2-3% por cada °C de aumento en la temperatura del agua. Normalmente los instrumentos de medición tienen en cuenta esos factores y los corrigen automáticamente y están normalizados a 25°C.

Los iones positivos más comunes en las aguas son Sodio (Na^{+}), Calcio (Ca^{+2}), Potasio (K^{+}) y Magnesio (Mg^{+2}), aunque también pueden presentarse otros iones de metales más pesados. Los iones negativos más comunes en las aguas son Cloruro (Cl^{-}), Sulfato (SO_4^{-2}), Carbonato (CO_3^{-2}), Bicarbonato (HCO_3^{-}). Los nitratos y fosfatos no contribuyen de forma apreciable a la conductividad pero se evalúan por su elevada importancia biológica y ambiental.

La composición iónica del agua puede ser crítica para la biota acuática. Cada organismo tolera una gama de valores de conductividad que en ocasiones puede ser muy estrecha, por ejemplo, los Cladocera (pulgas de agua) son mucho más sensibles al cloruro de potasio que al cloruro de sodio en concentraciones iguales. Así que no sólo importa conocer los valores de CE, sino que en ocasiones es necesario saber el origen iónico o composición de las sustancias que generan ese comportamiento en el agua.

La conductividad varía en función de la fuente de agua: agua subterránea, agua de escorrentía de la agricultura, aguas residuales municipales y precipitación y por eso la conductividad puede ser un indicador de filtración en agua subterránea o de fugas de aguas residuales.

En el caso de los estudios de monitoreo en SAP durante 2015, este parámetro fue medido directamente en campo con el instrumento HI9828 que garantiza una precisión de ±1% del valor de lectura o ±1 µS/cm, el que sea mayor.

Los objetivos de calidad para el río Aburrá en su tramo 3 tienen un nivel <50 µS/cm, como aceptable y por lo tanto en este estudio se acepta este el nivel, aunque al parecer está muy bajo de acuerdo con lo medido en campo, en las partes altas y mejor conservadas de las quebradas en SAP, cerca de los nacimientos de agua no intervenidos y bajo coberturas de bosques nativos y además sin usos de la tierra diferentes a bosques por encima de las cotas donde se tomaron las muestras, cuyos valores oscilaron entre 60 y 100 µS/cm. Se aconseja considerar para este estudio a partir de 2016 un nivel entre 60 y 100 µS/cm y contrastarlos con los resultados de bioindicación por macroinvertebrados para establecer un mejor nivel e integrarlo a la ecuación ICASAP. No obstante durante 2015, se trabajó con el nivel establecido por la RedRío, para el tramo 3 y de esa manera se construyeron las curvas respectivas y se integraron los valores a la ecuación respectiva; aunque también se construyeron las curvas para el tramo 4 en este parámetro, que han de ser probadas.

En el gráfico 27 y en la tabla 6 pueden observarse los valores y el comportamiento de este parámetro en los 65 sitios de las 19 quebradas evaluadas en 2015.

Puede verse que bajo los criterios de los objetivos de calidad del río Aburrá, tramo 3 (Resolución 2016 de 2012 de AMVA), ningún sitio, ni siquiera las partes altas cerca a los nacimientos de quebradas, sin intervenciones antrópicas y bajo coberturas de bosques nativos de muy buena calidad y ubicadas en las partes más altas de las cuencas, cumplen con el criterio de CE, y además a pesar de que estos sitios corresponden bajo el ICASAP a

un nivel de aguas excelentes y buenas, con bioindicadores que lo confirman así, por este motivo se reitera la necesidad de ajustarlo a un nivel entre 50 y 100 µS/cm, para 2016. Lo cierto es que ni siquiera las aguas provenientes de las reservas públicas bajo procesos de restauración ecológica y sin ninguna intervención humana durante más de 8 años, están cumpliendo con este nivel propuesto por la RedRío, a pesar de que sus coberturas están en bosques nativos, algunos muy bien desarrollados.

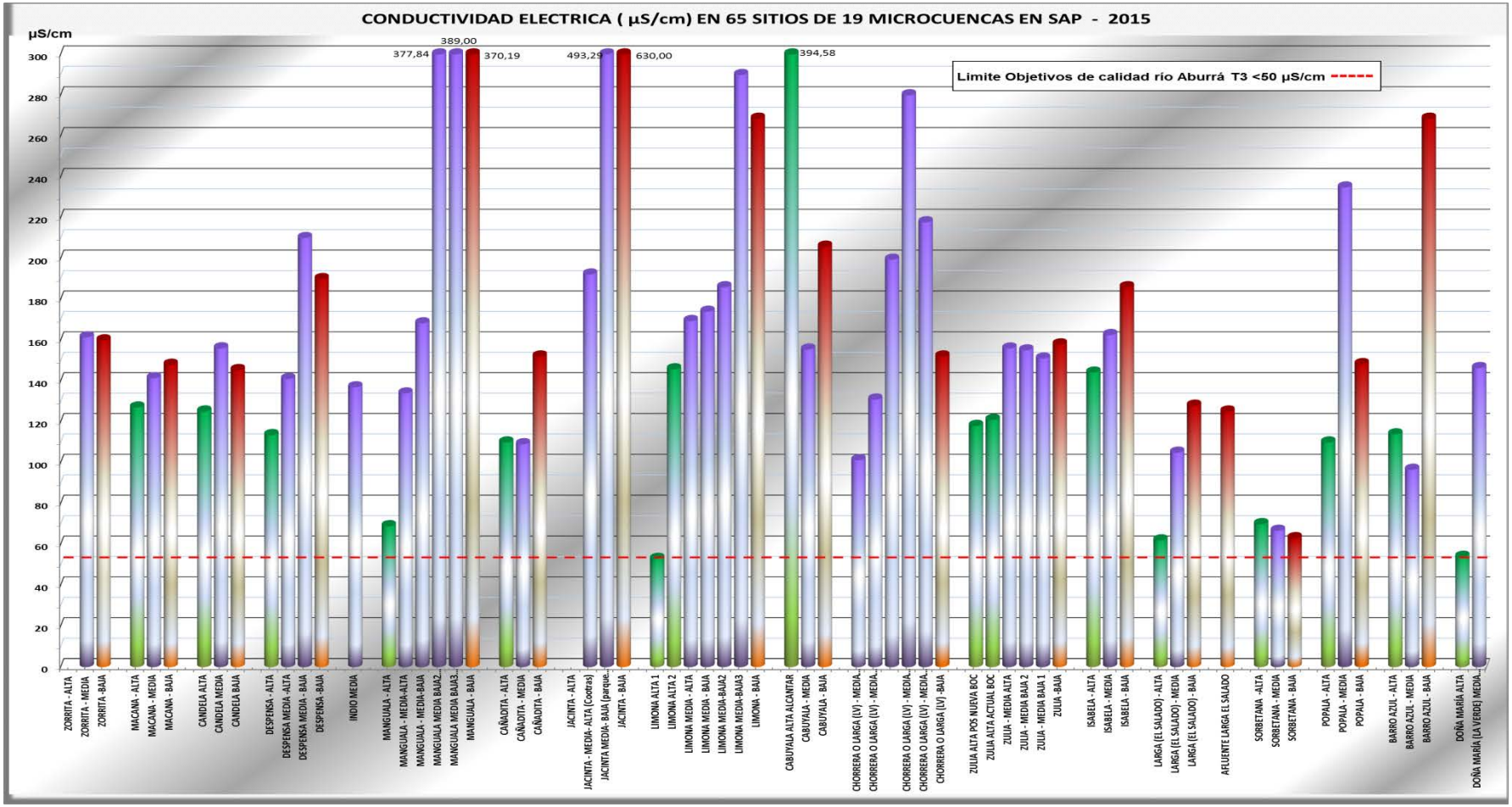


Gráfico 27. Conductividad Eléctrica en 19 microcuencas de SAP, 2015

5.5.3.10 Turbiedad

Este parámetro está relacionado con el grado de transparencia y limpieza del agua que a su vez depende de la cantidad de sólidos en suspensión del agua. Se mide mediante la absorción que sufre un haz de luz al atravesar un determinado volumen de agua.

La turbiedad no está contemplada en el decreto 1594/84 para la categoría ambiental o recreativa ni tampoco lo está dentro de los objetivos de calidad del río Aburrá o en la guía del MAVDT de 2005.

En el decreto 1594/84 se hace alusión a este parámetros en términos de que “no debe interferir con la fotosíntesis”; sin embargo la Resolución 1096/2000 contempla como valores de una fuente “aceptable” para tratamiento, un valor de turbiedad de <2 UNT, y para fuentes “regulares” para tratamiento un valor entre 2 y 40 UNT, en una fuente “deficiente” para tratamiento valores entre 40 y 150 UNT y finalmente en una fuente “muy deficiente” valores >150 UNT (Res. 1096/2000, art. 104 a 107). Algunas normas internacionales recomiendan el límite de 5.

Al considerar el valor “aceptable” (<2 UNT) de la resolución 1096/2000 como un valor indicativo, lo cual es factible dado que la mayoría de quebradas bajo monitoreo en San Antonio de Prado están asociadas a acueductos comunitarios, puede observarse que durante el primer semestre de 2015, 10 sitios de 42 cumplen (frente a 5 de 2013), y si consideramos el valor de algunas normas internacionales como un valor indicativo (5 UNT), podemos observar que 22 sitios cumplen (frente a 20 de 2013). Hay que tener en cuenta que se evaluaron 42 sitios en total, pues se ignoraron todas las partes altas por considerarse que cumplían, por lo tanto estos 18 sitios adicionales pueden agregarse a las estadísticas de cumplimiento (la única parte alta que incumple es la Cabuyala alta), y precisamente son las partes altas las que generalmente tienen asociadas bocatomas.

En la tabla 11 y en el gráfico 28 pueden observarse los valores para la turbidez en los 42 sitios muestreados (téngase presente que los 19 sitios de las partes altas no muestreados, se presumen que no tiene limitaciones de acuerdo con los registros históricos y la observación visual no indicaba problemas, excepto en la Cabuyala alta).

De acuerdo con el estudio de monitoreo de 2013, la turbiedad está asociada tanto a la presencia de materia orgánica, como a material mineral (arcillas y limos minerales), proveniente de procesos de socavamiento lateral, derrumbes activos, actividades mineras

tanto de lecho como de lavado de perfiles de suelo para obtener arenas, pero además de actividades de construcción que no realizan un control ambiental sobre el vertimiento de escombros y lodos a las corrientes cercanas de sus proyectos de construcción, así como de las escombreras informales que se presentan en retiros de quebradas. Otra gran fuente de turbidez está en las descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agroindustriales.

En San Antonio de Prado, a partir de las observaciones de este factor, ha podido apreciarse lo determinante que resulta ser en cuanto a la presencia de macroinvertebrados y consiguientemente de peces: se observa que durante eventos de larga duración y de gran trasporte de sedimentos arcillosos originados por ejemplo en movimientos en masa, socavamientos laterales y actividades de minería (especialmente lavado de suelos para obtener arenas), se presenta una gran mortandad y hasta la desaparición temporal de estos organismos, aun durante varios meses después de haber clareado las aguas.

En esta perspectiva se ha hecho un esfuerzo por integrar este parámetro a la ecuación ICASAP y correlacionarla al momento de evaluar los macroinvertebrados y la valoración BMWP/Col, pues es posible que ciertos macroinvertebrados no estén presentes en un momento dado a pesar de que las aguas tengan normalmente una buena calidad (es posible que el estado ambiental o de intervención de los retiros sean los determinantes en la presencia o no de algunas especies en ciertos sitios). Esto implica realizar monitoreos más frecuentes, ojalá 1 en cada estación seca y húmeda del año (o sea 4 veces en el año) tal como ha estado proponiéndose desde el inicio del programa de monitoreo en SAP.

Durante el monitoreo de 2015 en San Antonio de Prado la turbiedad estuvo asociada principalmente materia orgánica en la mayoría de sitios. Y si bien los impactos por sedimento minerales han disminuido debido a las tendencias secas del último año y a que han disminuido drásticamente las actividades de minería de lecho y lavado de arenas, se mantienen los efectos de sedimentación asociados a las construcciones de casas, infraestructuras civiles y urbanizaciones.

La situación de turbiedad ha empeorado con relación a 2013, en las quebradas La Zorrita (por movimientos en masa), La Macana (por socavamientos laterales), El Indio media (por socavamientos laterales), Jacinta baja, Isabela baja, Popala media y Barro Azul baja (todas estas últimas por vertimientos de aguas residuales); pero así mismo ha mejorado su estado con relación a 2013 en la Despensa baja (ha ocurrido cicatrización parcial de los movimientos en masa y se han estabilizado temporalmente los socavamientos laterales), La Manguala baja (ha disminuido la influencia de sedimentos minerales provenientes de obras

y construcciones, así como la estabilidad de algunos socavamientos), Jacinta media alta (ha cicatrizado el movimiento en masa y los socavamientos), Cabuyala media, Chorrera media alta brazo izquierdo (han cicatrizado los socavamientos en gran parte), Zulia media alta e Isabela media (cicatrización de socavamientos), y Popala baja (ver gráfico 28). La corriente principal de la Doña María mantiene su mejoramiento desde el punto de vista visual, pues ha dejado de presentar, en épocas secas, sus típicas coloraciones cafés y amarillas que le generaban las actividades de lavados de perfiles de suelo para la obtención de arenas en la vereda El Salado.

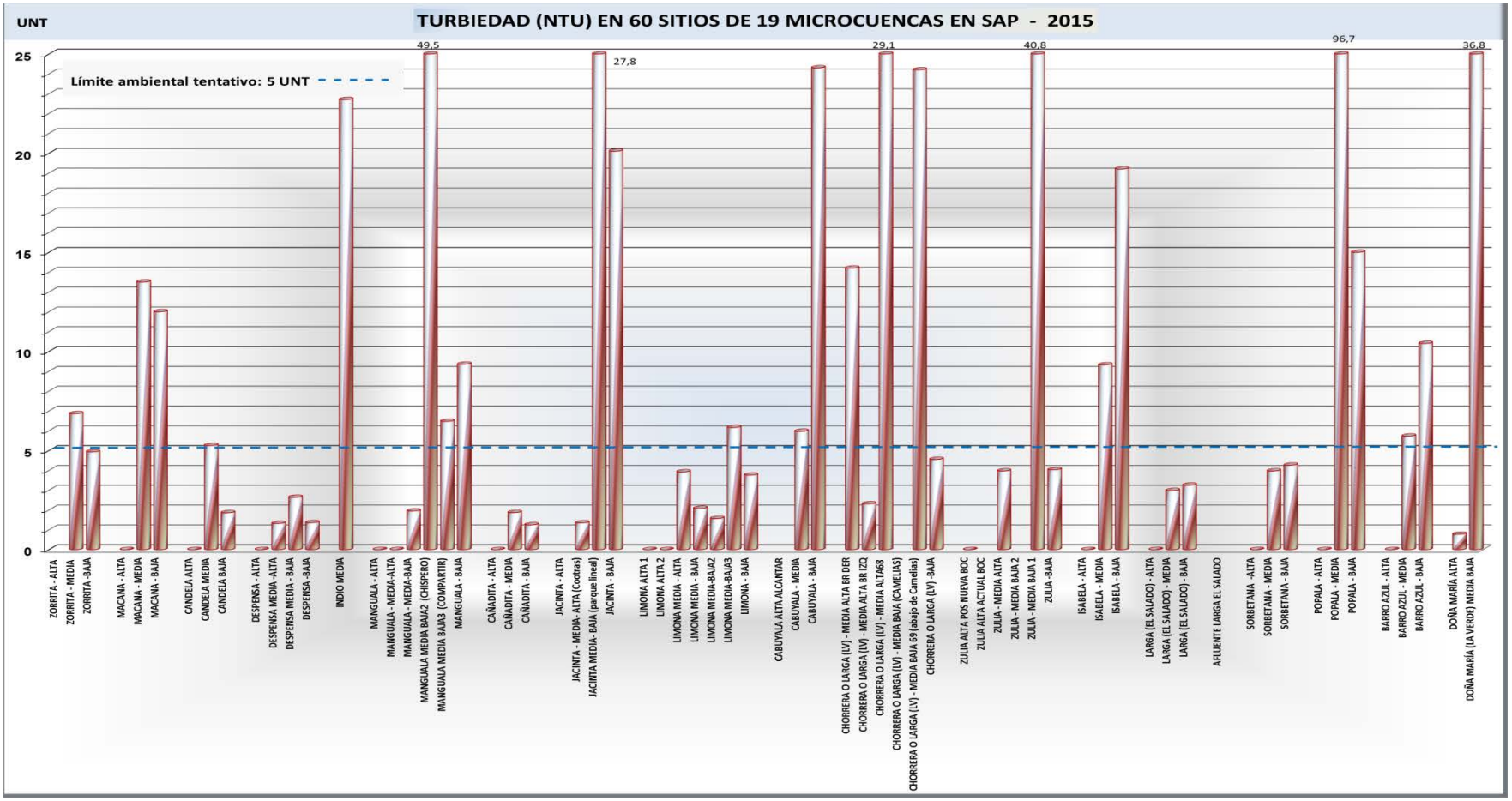


Gráfico 28. Turbiedad en 19 microcuencas de SAP, 2015

Tabla 11. Turbiedad, pH y valoración BMWP/Col en 65 sitios de 19 quebradas SAP en 2015

SITIO DE QUEBRADA	TURBIDEZ (NTU)	pH	Valoración BMWP/Col (Metodología Roldán, 2003)
AFLUENTE LARGA EL SALADO		7,85	Dudosa
BARRO AZUL - ALTA	N/S	7,08	Critica
BARRO AZUL - MEDIA	5,73	7,26	Critica
BARRO AZUL -BAJA	10,4	7,81	Dudosa
CABUYALA - ALTA ALCANTAR		7,11	
CABUYALA - MEDIA	5,97	6,65	Critica
CABUYALA -BAJA	24,3	7,71	Muy critica
CANDELA - ALTA	N/S	7,85	Aceptable
CANDELA - MEDIA	5,25	7,93	Dudosa
CANDELA -BAJA	1,86	7,51	Aceptable
CAÑADITA - ALTA	N/S	7,16	Dudosa
CAÑADITA - MEDIA	1,87	7,41	Critica
CAÑADITA -BAJA	1,25	7,41	Muy critica
CHORRERA O LARGA (LV) - MEDIA ALTA BR DER	14,2	7,42	Aceptable
CHORRERA O LARGA (LV) - MEDIA ALTA BR IZQ	2,31	6,87	Aceptable
CHORRERA O LARGA (LV) - MEDIA ALTA68	29,1	7,19	Muy critica
CHORRERA O LARGA (LV) - MEDIA BAJA (CAMELIAS)		7,38	
CHORRERA O LARGA (LV) - MEDIA BAJA 69 (abajo de Camelias)	24,2	7,30	Muy critica
CHORRERA O LARGA (LV) -BAJA	4,55	7,41	Dudosa
DESPENSA - ALTA	N/S	8,14	Aceptable
DESPENSA - MEDIA ALTA	1,32	8,39	Aceptable
DESPENSA - MEDIA BAJA	2,64	7,93	Critica
DESPENSA -BAJA	1,36	7,95	Aceptable
DOÑA MARÍA -ALTA (BOC EPM)	0,774	7,75	Aceptable
DOÑA MARÍA -MEDIA (LAS PLAYAS)			
DOÑA MARÍA -MEDIA BAJA (LA VERDE)	36,80	7,38	Critica
INDIO MEDIA	22,7	7,60	Aceptable
ISABELA - ALTA	N/S	7,03	Aceptable
ISABELA - MEDIA	9,32	7,09	Dudosa

SITIO DE QUEBRADA	TURBIDEZ (NTU)	pH	Valoración BMWP/Col (Metodología Roldán, 2003)
ISABELA -BAJA	19,2	7,59	Critica
JACINTA - ALTA			
JACINTA - MEDIA- ALTA (COOTRAS)	1,35	7,74	Muy critica
JACINTA - MEDIA-BAJA (PARQUE LIN)	27,8	7,72	Critica
JACINTA -BAJA	20,1	7,74	Muy critica
LARGA (EL SALADO) - ALTA	N/S	7,60	Aceptable
LARGA (EL SALADO) - MEDIA	2,98	7,47	Buena
LARGA (EL SALADO) -BAJA	3,25	7,94	Dudosa
LIMONA - ALTA 1	N/S	7,42	Aceptable
LIMONA - ALTA 2	N/S	7,31	Aceptable
LIMONA - MEDIA ALTA	3,92	8,34	Critica
LIMONA - MEDIA BAJA	2,08	8,32	Critica
LIMONA - MEDIA BAJA2	1,57	7,86	Dudosa
LIMONA - MEDIA BAJA3	6,16	7,69	Muy critica
LIMONA -BAJA	3,76	7,81	Critica
MACANA - ALTA	N/S	7,33	Dudosa
MACANA - MEDIA	13,5	7,22	Aceptable
MACANA -BAJA	12	7,62	Aceptable
MANGUALA - ALTA	N/S	7,60	Aceptable
MANGUALA - MEDIA ALTA	N/S	8,22	Buena
MANGUALA - MEDIA BAJA	1,95	7,92	Muy critica
MANGUALA - MEDIA BAJA2 (CHISPERO)	49,5	7,62	Muy critica
MANGUALA - MEDIA BAJA3 (COMPARTIR)	6,47	7,88	Muy critica
MANGUALA -BAJA	9,35	8,06	Muy critica
POPALA - ALTA	N/S	7,62	Aceptable
POPALA - MEDIA	96,7	7,67	Muy critica
POPALA -BAJA	15	7,23	Critica
SORBETANA -ALTA	N/S	7,23	Aceptable
SORBETANA - MEDIA	3,97	7,82	Aceptable
SORBETANA -BAJA	4,26	7,48	Dudosa
ZORRITA - ALTA			

SITIO DE QUEBRADA	**TURBIDEZ** (NTU)	**pH**	**Valoración BMWP/Col** (Metodología Roldán, 2003)
ZORRITA - MEDIA	6,86	8,30	Buena
ZORRITA -BAJA	4,93	8,56	Aceptable
ZULIA - ALTA (ACTUAL BOC.)		7,33	
ZULIA - ALTA (POS NUEVA BOC)	N/S	6,84	Aceptable
ZULIA - MEDIA ALTA	3,97	7,38	Muy critica
ZULIA - MEDIA BAJA 1	40,8	7,56	Aceptable
ZULIA - MEDIA BAJA 2		7,83	
ZULIA -BAJA	4,03	7,51	Critica

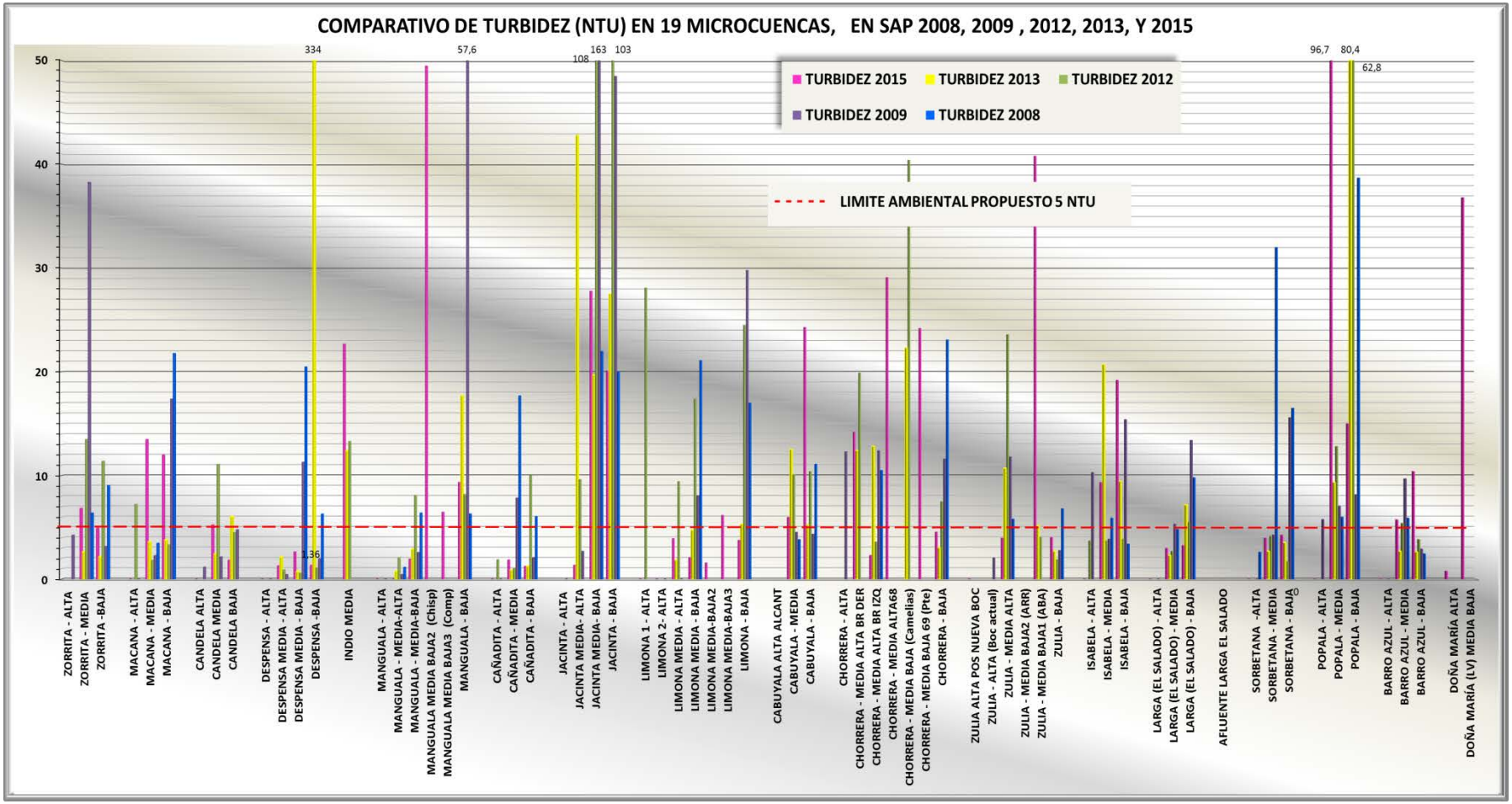


Gráfico 29. Comportamiento histórico de la Turbiedad en 19 microcuencas de SAP, 2008-2015

5.5.3.11 pH

El pH es una medida de la concentración de iones Hidrógeno. Se define como el Logaritmo del inverso de la concentración de iones H^+ (pH = Log $1/[H^+]$ = Log $1/[H_3O^+]$). Su interpretación va relacionada con la Alcalinidad o Acidez titulable.

Para el caso ambiental la normatividad colombiana contempla el rango de 6.5 – 9 (Dec. 1594/84, para preservación de flora y fauna en aguas frías dulces). La normatividad ambiental internacional contempla el rango de 5 – 9 como el aceptable, para el normal desarrollo de las funciones ecológicas en cuerpos de agua. Los objetivos de calidad para el río Aburrá (resolución 2016 de 2012 de AMVA), tramo 3 contempla en rango de 4,5 – 9.0.

La temperatura se relaciona con el pH de manera inversa, es decir, a medida que la temperatura del agua aumenta baja el pH, tal como lo reportan Fuentes y Massol-Deya (2002), siguiendo esta tendencia:

Temperatura (°C)	Kw x 10^{14}	pH
0	0.115	7.47
5	0.185	7.37
10	0.292	7.27
15	0.292	7.17
20	0.681	7.08
24	1.000	7
25	1.008	6.99
30	1.469	6.92
35	2.089	6.84
40	2.919	6.77

Tomado de Fuentes y Massol-Deya (basado en Cole, 1983)

Y estos mismos autores sustentan la importancia de medir el pH en ecosistemas acuáticos de la siguiente manera:

> *"El pH de un cuerpo de agua es un parámetro a considerar cuando queremos determinar la especiación química y solubilidad de varias substancias orgánicas e inorgánicas en agua. Es un factor abiótico que regula procesos biológicos mediados por enzimas (ej. fotosíntesis, respiración); la disponibilidad de nutrientes esenciales que limitan el crecimiento microbiano en muchos ecosistemas (ej. NH4+, PO4-3 y Mg2+); la movilidad de metales pesados tales como cobre, que es tóxico para muchos microorganismos; así como también afecta o regula la estructura y función de macromoléculas y organelos tales como ácidos nucleicos, proteínas estructurales y sistemas de pared celular y membranas. Variaciones en pH*

pueden tener entonces efectos marcados sobre cada uno de los niveles de organización de la materia viva, desde el nivel celular hasta el nivel de ecosistemas." (Fuentes y Massol-Deya, 2002)

Durante 2015 se realizó la medición directa en campo con el instrumento HI9828 que para el caso presenta una precisión de ±0,02 pH.

En 2015 se mantiene la tendencia histórica con relación a este parámetro: ninguno de los sitios muestreados en las quebradas de San Antonio de Prado presentó limitantes ambientales en cuanto a pH bajo el rango que viene trabajándose. La situación de leve alarma presentada en La Limona durante 2013, se ha superado y coincide con un leve mejoramiento en las condiciones de macroinvertebrados.

Este parámetro no ha sido incluido aún en la ecuación de ICASAP (por no haber mostrado limitación ambiental durante ningún año), no obstante se recomienda continuar su monitoreo de manera que la información se mantenga en caso de que se requiera para el planteamiento de modelos que exijan estos valores, y además teniendo en cuenta que es un parámetro de fácil captura y bajo costo, y además porque la ecuación ICASAP puede ser complementada en un futuro y quizá se incorpore en ella.

En la tabla 11 y en el gráfico 30 puede observarse los valores para este parámetro en los 65 sitios muestreados durante 2015.

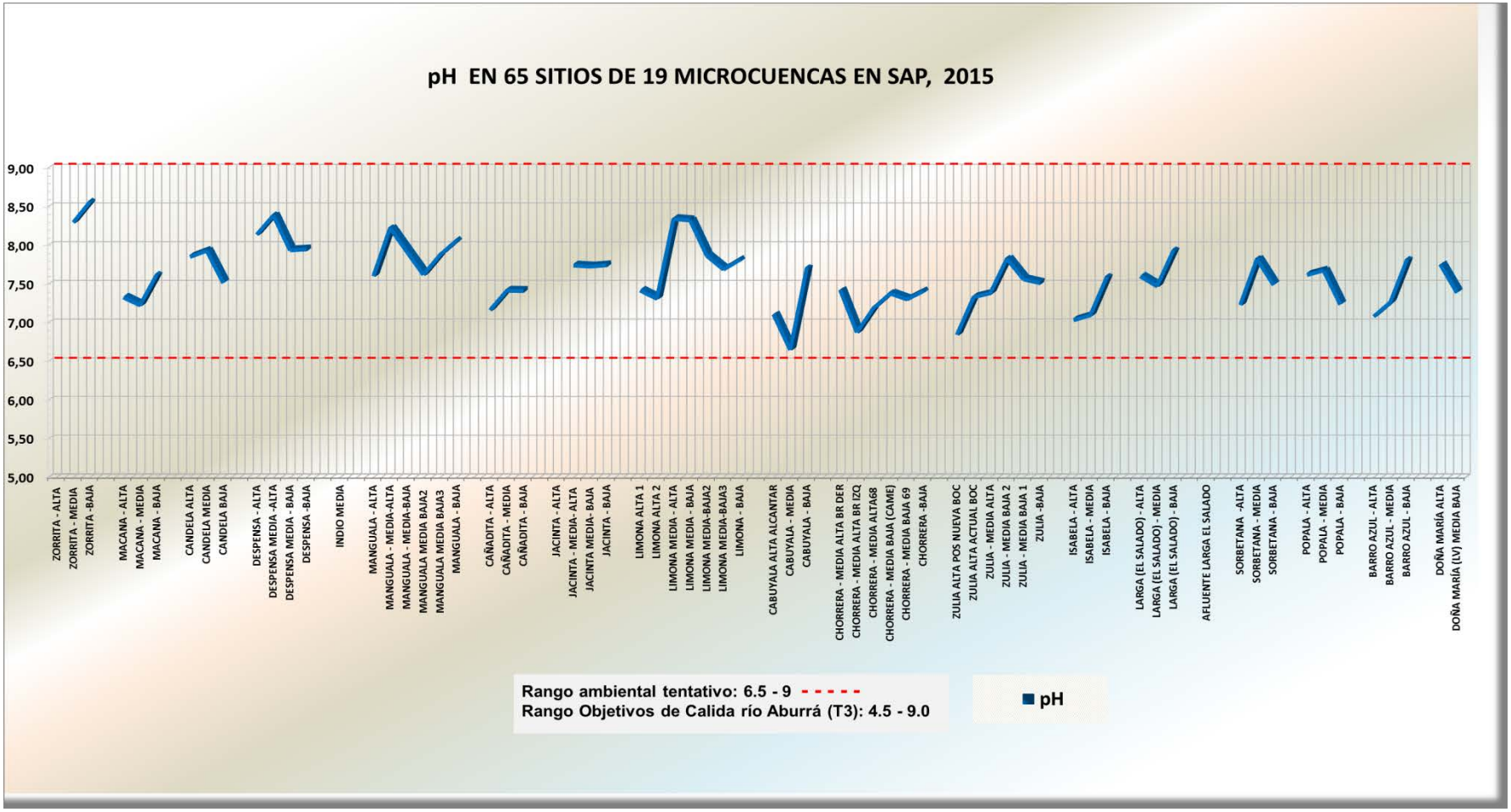


Gráfico 30. pH en los 65 sitios muestreados en 19 microcuencas de San Antonio de Prado en 2015

5.5.3.12. Dureza

Siguiendo las recomendaciones del monitoreo anterior (en 2013), este parámetro fue eliminado de su evaluación anual, y se deja para hacerle seguimiento cada 3 años, por lo cual durante 2015 no fue evaluado. Se retomará en 2016.

5.5.3.13. Olor

El olor es una característica organoléptica muy importante desde el punto de vista ambiental y paisajístico, con frecuencia se asocia a niveles de contaminación por materia orgánica, en particular en zonas rurales y zonas urbanas no industriales, pero también puede asociarse a vertimientos industriales con sustancias no necesariamente orgánicas.

En el caso de los monitoreos de San Antonio de Prado su valoración es subjetiva, dado que depende de la interpretación del evaluador, en cuanto a los niveles considerados: “sin olor”, “leve o moderado” y “fuerte” que se asocian a los olores ofensivos encontrados en cada sitio de muestreo. En los últimos 4 monitoreos esta situación de subjetividad ha podido corregirse un poco mediante el consenso de 3–4 personas que en el sitio y en el mismo momento acuerdan la valoración o nivel y además son realizados por las mismas personas. Con todo no se hace medición por ningún medio con relación a sustancias volátiles que generen olor.

En el marco de este programa de monitoreo se mantiene la calificación de acuerdo con la presencia o no de olores en las corrientes y el "grado" en que se manifiestan. Se presenta de esta manera de acuerdo con las directrices de los monitoreos anteriores y se considera lo que la mayoría de personas presentes considera con relación al olor del agua en el sitio:

GRADO	DESCRIPCIÓN
NO	Sin olor perceptible
LEVE	Olor perceptible suave
FUERTE	Olor perceptible fuerte

El decreto 1594/84, declara que para que un agua se considere de buena calidad debe ser sin olor. Durante 2015 se mantiene la directriz del programa de monitoreo en el

corregimiento con relación a que los grados "leve" y "fuerte", se ubican en la categoría "con olor", por lo cual incumplen la norma; sin embargo se emplea el grado "leve" por tratarse de una evaluación para uso ambiental y no para consumo humano, y más como un indicador de la facilidad o dificultad en corregir el impacto o como indicador de las potencialidades de uso de retiros en actividades de educación ambiental y recreación asociada a espacios públicos realmente útiles o potenciales para el contacto humano aunque sea secundario. Los olores fuertes, ofensivos, pueden causar impactos graves paisajísticos en la medida en que impiden o dificultan la apropiación ciudadana y uso de los espacios públicos y en cierta medida incitan o estimulan o en el menor de los casos sirven de excusa para que los retiros y cauces de quebradas muy contaminadas y con olores fuertes ofensivos sean destinadas al depósito de basuras y escombros afectando el paisaje.

El estudio de 2012 reporta que “Este factor cobra gran importancia en aguas destinadas al consumo humano y a la recreación con contacto directo, pues su presencia o ausencia puede determinar que efectivamente sean usadas, máxime cuando su presencia, en el caso local, se asocia fuertemente con la existencia en las corrientes de materia orgánica en descomposición, la cual a su vez esta correlacionada con patógenos que son quizá el más fuerte limitante para los usos ambientales y recreativos y más aún para consumo humano y animal. Su presencia es un indicador de contaminación por causas que pueden ser muy peligrosas no sólo para el hombre sino para la vida acuática en general e incluso para todos aquellos animales que se sirven del recurso como mamíferos silvestres y aves, e incluso para fauna doméstica.” (SMAM, 2012).

En la localidad la presencia de materia orgánica es la mayor determinante de la existencia de olores en las quebradas y esta materia orgánica proviene esencialmente de vertimientos directos de aguas residuales de viviendas (en especial en la zona urbana) o de actividades pecuarias (en la zona rural), y en menor medida por vertimientos de agroindustrias o grandes concentraciones humanas como las instalaciones de entidades dedicadas a la rehabilitación frente a la drogadicción que en su mayoría se ubican en fincas alquiladas que originalmente poseen tanques sépticos con capacidad para una familia (4 o 5 personas), pero que terminan siendo usadas hasta para más de 100 personas, colapsando el tanque.

En la tabla 12 puede observarse los resultados sobre este parámetro, para los 65 sitios muestreados desde 2009 hasta 2015.

Tabla 12. Comparativo de presencia de olores en los 65 sitios muestreados en SAP, 2009-2015

SITIO QUEBRADA	OLOR 2015	OLOR 2013	OLOR 2012	OLOR 2009	SITIO QUEBRADA	OLOR 2015	OLOR 2013	OLOR 2012	OLOR 2009
LA ZORRITA - ALTA		NO	NO	NO	CABUYALA ALTA ALCANTAR	MODERADO	FUERTE		
LA ZORRITA - MEDIA	NO	NO	NO	NO	LA CABUYALA - MEDIA	LEVE	LEVE	LEVE	FUERTE
LA ZORRITA -BAJA	NO	NO	NO	NO	LA CABUYALA - BAJA	MODERADO	LEVE	FUERTE	LEVE
LA MACANA - ALTA	NO	NO	NO	NO	LARGA (LA VERDE) - ALTA				
LA MACANA - MEDIA	NO	NO	NO	NO	LA LARGA (LA VERDE) – MEDIA ALTA BR DER.	NO	NO	NO	
LA MACANA - BAJA	NO	NO	LEVE	FUERTE	LA LARGA (LA VERDE) – MEDIA ALTA BR IZQ.	NO	NO	NO	NO
CANDELA ALTA	NO	NO	NO	NO	LARGA (LA VERDE) 68	NO	NO		
CANDELA MEDIA	NO	NO	FUERTE	NO	LA LARGA (LA VERDE) – MEDIA BAJA (CAMEL)	MODERADO	FUERTE	LEVE	
CANDELA BAJA	NO	NO	LEVE	LEVE	LARGA (LA VERDE) 69	LEVE	FUERTE		
LA DESPENSA - ALTA	NO	NO	NO	NO	LA LARGA (LA VERDE) - BAJA	NO	NO	NO	FUERTE
DESPENSA MEDIA -ALTA	NO	NO	NO	NO	ZULIA ALTA POS NUEVA BOC	NO	NO		
DESPENSA MEDIA - BAJA	LEVE	NO	NO	FUERTE	LA ZULIA – ALTA (BOC)	NO	NO	NO	NO
LA DESPENSA -BAJA	NO	NO	NO	LEVE	LA ZULIA – MEDIA ALTA	MODERADO	FUERTE	FUERTE	NO
EL INDIO	NO	NO	NO		LA ZULIA – MEDIA BAJA2	NO			
LA MANGUALA - ALTA	NO	NO	NO	NO	LA ZULIA – MEDIA BAJA1	NO	NO	NO	
LA MANGUALA - MEDIA-ALTA	NO	NO	NO	NO	LA ZULIA - BAJA	LEVE	NO	NO	NO
LA MANGUALA - MEDIA-BAJA	LEVE	LEVE	LEVE	LEVE	LA ISABELA - ALTA	NO	NO	NO	NO
MANGUALA MEDIA BAJA2 (CHISPERO)	FUERTE	FUERTE			LA ISABELA - MEDIA	MODERADO	LEVE	LEVE	NO
MANGUALA MEDIA BAJA3 (COMPARTIR)	LEVE				LA ISABELA - BAJA	LEVE	LEVE	LEVE	FUERTE
LA MANGUALA - BAJA	MODERADO	FUERTE	FUERTE	FUERTE	LA LARGA (EL SALADO) - ALTA	NO	NO	NO	NO
LA CAÑADITA - ALTA	NO	NO	NO	NO	LA LARGA (EL SALADO) - MEDIA	NO	NO	NO	NO
LA CAÑADITA - MEDIA	NO	NO	NO	NO	LA LARGA (EL SALADO) - BAJA	NO	NO	NO	NO

SITIO QUEBRADA	OLOR 2015	OLOR 2013	OLOR 2012	OLOR 2009	SITIO QUEBRADA	OLOR 2015	OLOR 2013	OLOR 2012	OLOR 2009
LA CAÑADITA - BAJA	NO	NO	NO	NO	AFLUENTE LARGA EL SALADO	NO	NO		
LA JACINTA - ALTA		NO	NO	NO	LA SORBETANA -ALTA	NO	NO	NO	NO
LA JACINTA - MEDIA- ALTA	NO	NO	NO	NO	LA SORBETANA - MEDIA	NO	NO	NO	NO
JACINTA MEDIA- BAJA	FUERTE	LEVE	FUERTE	FUERTE	LA SORBETANA - BAJA	NO	NO	NO	NO
LA JACINTA - BAJA	FUERTE	FUERTE	FUERTE	FUERTE	LA POPALA - ALTA	NO	NO	NO	NO
LA LIMONA 1 - ALTA	NO	NO	NO		LA POPALA - MEDIA	FUERTE	LEVE	FUERTE	NO
LA LIMONA 2 - ALTA	NO	NO	NO	NO	LA POPALA - BAJA	MODERADO	FUERTE	LEVE	NO
LIMONA MEDIA - ALTA	NO	NO	NO	NO	BARRO AZUL - ALTA	NO	NO	NO	NO
LIMONA MEDIA - BAJA	LEVE	LEVE	LEVE	NO	BARRO AZUL - MEDIA	NO	NO	NO	NO
LIMONA MEDIA-BAJA2	FUERTE	LEVE			BARRO AZUL - BAJA	NO	NO	LEVE	NO
LIMONA MEDIA-BAJA3	FUERTE	FUERTE			DOÑA MARÍA ALTA (BOC. EPM)	NO			
LA LIMONA - BAJA	FUERTE	FUERTE	FUERTE	FUERTE	DOÑA MARÍA (LAS PLAYAS)		NO		
					DOÑA MARÍA MEDIA BAJA (LV)	LEVE			

En 2015 se encontró que 7 de los sitios presentaban olores fuertes, los cuales se ubican en La Jacinta, La Limona, La Popala y La Manguala; 5 sitios que en el monitoreo anterior presentaban olores fuertes ahora los tienen en un nivel moderado (Manguala baja, Cabuyala alta, dos sitios en la Chorrera media y Popala baja), y a su vez 3 sitios que en 2013 presentaban olores “leves” pasaron a “fuerte” (Jacinta media baja, Limona media baja 2 y Popala media).

En total en 2015, 23 de los 65 sitios monitoreados (el 35%) presentan algún grado de olor, por lo tanto incumplen la norma.

De los 7 sitios que presentan olores fuertes, 6 están asociados a casos de vertimientos de aguas residuales domésticas y 1 con vertimientos de aguas de producciones pecuarias (Popala media).

5.6. Resultado final sobre la calidad del agua (ICASAP)

El ICA para San Antonio de Prado (ICASAP) se calculó durante 2015 de acuerdo con la metodología establecida en el programa de monitoreo: los resultados entregados por el laboratorio de Aguas de Corantioquia se confrontaron con los criterios estipulados en el decreto 1594 de 1984 para uso recreativo o ambiental cuando existían y se complementó con información disponible, recomendaciones y niveles aceptados internacionalmente por la OMS y la OPS, normas de la UE y de EU de Norte América (EPA), y más recientemente están considerándose algunos niveles contemplados en los Objetivos de Calidad para el río Aburrá, en su tramo 3 y en el lapso de 2 a 5 años, vigente en la actualidad.

Si los criterios del citado decreto no fueron suficientes para determinar la valoración de la calidad del agua, bajo los criterios de calificación expresados, se complementó con valores admisibles para otros usos. Si el uso recreativo o ambiental no los tiene determinados y si estos criterios tampoco estaban determinados para los otros usos, por organizaciones internacionales antes citadas, o por los objetivos de calidad de la Redrío (resolución 2016 de 2012 de AMVA), normalmente no se consideraron en el análisis y si se hizo, se aclara que los niveles o categorías son sólo propuestas basadas en la experiencia del equipo investigador.

En 2015 se consideraron los criterios de calificación cuantitativa mediante el uso del ICASAP construido para la localidad y perfeccionado durando los últimos 5 años, lo cual constituye un avance importante frente a lo considerado hasta 2012, cuando los criterios eran:

Tabla 13. Valoración del Índice de Calidad Ambiental del agua (ICA) en SAP, 2012

VALORACIÓN (ICA)	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
5	EXCELENTE	Cumple todos los parámetros
4	BUENA	Incumple ***levemente**** hasta 2 parámetros distintos a coliformes fecales
3	REGULAR	Incumple hasta 2 parámetros
2	MALA	Incumple 3-4 parámetros
1	MUY MALA	Incumple más de 4 parámetros
*Levemente	Significa que supera el nivel máximo permitido por el decreto 1594/94 , pero no el máximo sugerido por algunas fuentes internacionales	

Para lo cual se toma como criterios lo referenciado en la siguiente tabla

Tabla 14. Límites establecidos para la valoración del Índice de Calidad Ambiental del agua (ICA) en SAP

	Coliformes (NMP/100 ml)	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	DBO5 total (mg O_2/L)	DQO total (mg O_2/L)	Dureza total (mg $CaCO_3$/L)	Nitratos (mg NO_3-N/L)	Nitritos (mg NO_2-N/L)	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH (unidades de pH)	Sólidos sediment. (mg/L)	C.E. (µS/cm)	SST (mg/L)	Turbiedad (NTU)
Valores decreto 1594/94	1000	200	3 - 6	20		10	1	>5	6,5 - 9				10
Valores Guía MAVDT, 2005 (Gpo IV)		<100	<5			<5		>5					
Valores Guía MAVDT, 2005 (Gpo VII)		<2000	<5			<10		>4					
Valores otras fuentes 1	5000	1000			250	10			5 - 9				
Valores otras fuentes 2	20000		20 -	20 - 50	500	10 (N) ~ 50	0,1 - 0,5	>4		20		500	5
Objetivos de Calidad río Aburrá (RedRío, 2011)	<1000	<200	<8	10				>7	6,5 -8,5		<50	<15	

A partir de 2015 la valoración del índice de calidad cuantitativo se ajustó con relación a 2013 y está dada por los valores mostrados en la tabla 15. En este año el ajuste principal está en la modificación leve de los valores de ponderación (Pi), algunos ajustes en los valores de

calidad (Qi) mediante ajustes en las curvas de cada parámetro contemplado y además en la integración de la conductividad eléctrica en la ecuación final.

Tabla 15. Valoración del Índice de Calidad Ambiental del agua ICASAP, 2015 (V1)

Nivel de Calidad	CALIDAD	Rango ICASAP 2015
5	EXCELENTE	17.01 - 18
4	BUENA	16.00 - 17.00
3	REGULAR	10,01 - 15.99
2	MALA	5.51 - 10,0
1	MUY MALA	0 - 5,5

El ICASAP se obtiene al aplicar la ecuación correspondiente que se explica y muestra más abajo, como resultado de varias pruebas, correcciones y ajustes.

El índice de calidad del agua (ICASAP) es una manera simple de evaluar la calidad del agua en trayectos de quebradas, y además los parámetros como los criterios propuestos, guardan relación con los criterios elaborados RedRío, pero fueron ajustados a la localidad y a las condiciones de quebradas de montaña urbano-rurales, con alta rugosidad y con fuerte influencia de actividades agropecuarias.

En la ecuación del ICASAP, en 2015, se han asignado valores de ponderación a cada parámetro, y se ha mejorado la ecuación que permite obtener una valoración más objetiva y más ajustada a la realidad de nuestras quebradas tropicales de montaña en zonas rurales y no sólo al cauce principal del río Aburrá y menos a condiciones de otras latitudes con ecosistemas y bioclimas muy diferentes. Hasta el momento la ecuación básica contempla 8 parámetros que han resultado determinantes de la calidad desde el punto de vista de la normatividad vigente y además por los indicios de la valoración de macroinvertebrados presentes en cada sitio evaluado.

Se hace eco de lo expresado en el informe de 2013 con relación a que mantiene la propuesta de ecuación general como sumatoria, muy simple, pero que aporta un avance sobre la propuesta original cualitativa. En la actual propuesta se cuenta con curvas ajustadas para la obtención de los valores de calidad para cada parámetro, así con los índices de ponderación para los mismos, basadas en la normatividad vigente y en la

información de otras experiencias, pero además en la información acumulada durante varios años en San Antonio de Prado.

Debe entenderse que esta ecuación y las curvas para obtener los valores de calidad en cada parámetro considerado, amerita su comprobación más amplia en campo para definir su adopción o no por parte de la Secretaría del Medio Ambiente de Medellín y las autoridades ambientales y hacerla extrapolable a las quebradas rurales de Medellín y del Valle de Aburrá. Así mismo es conveniente hacer un esfuerzo por llevarla desde sumatoria a multiplicatoria u otro nivel matemático superior.

Debido a que en esta comprobación es insoslayable la labor de contrastación con bioindicación, a partir de 2015 se ha realizado un trabajo de valoración de macroinvertebrados con dos metodologías básicas, aunque se ha adoptado finalmente la propuesta de Roldán, 2003, para el índice BMWP/COL, mientras estudios posteriores realizados con la misma rigurosidad permitan decidir si se mantiene o se adoptan algunas modificaciones presentadas por otros autores.

La ecuación general se resume como sigue:

$$ICA_{SAP} = \Sigma\ Pi1 \times Qi1 + Pi2 \times Qi2 + \ldots\ Pi_n \times Qi_n$$

ICA = Índice de Calidad del Agua SAP
Qi = Valor de Calidad del Parámetro
Pi = Nivel o Valor de Ponderación del Parámetro
∑ = Función sumatoria

En esta fase del programa de monitoreo (2015) también fue probada, ajustada y aplicada en el presente estudio, quedando así:

ICASAP 2015 (V1) = 3*Qi(CT)+4*Qi(CF)+3*Qi(DBO5)+2*Qi(DQO)+Qi(OD)+3*Qi(%SAT OD)+Qi(T)+Qi(CE)(t3)

Los resultados para cada sitio pueden observarse de manera extensa en la tabla Excel que aparece en la carpeta digital “Interpolación Parámetros aguas 2015” (Anexo II-2).

Para el caso de San Antonio de Prado (y probablemente para todos los corregimientos en la vertiente occidental de Medellín, así como para otros municipios del Valle de Aburrá, se ha estimado con base en los resultados de laboratorio que los parámetros más determinantes en la calidad del agua en la quebradas son los Coliformes Totales y Fecales, la DBO5, la DQO, el Oxígeno Disuelto (principalmente como % de saturación de OD), la Turbidez y la Conductividad Eléctrica, aunque este último parámetro aún debe seguirse probando durante por lo menos un año más, siempre que se cuente con contrastación de valoración por el índice BMWP/Col y el análisis y valoración de las intervenciones de retiros, pues algunas veces la presencia o no de ciertos macroinvertebrados está muy determinada por el estado de los retiros de quebradas que pueden proveer el hábitat a ciertas especies de insectos que exigen bosques o rastrojos donde habitar temporalmente.

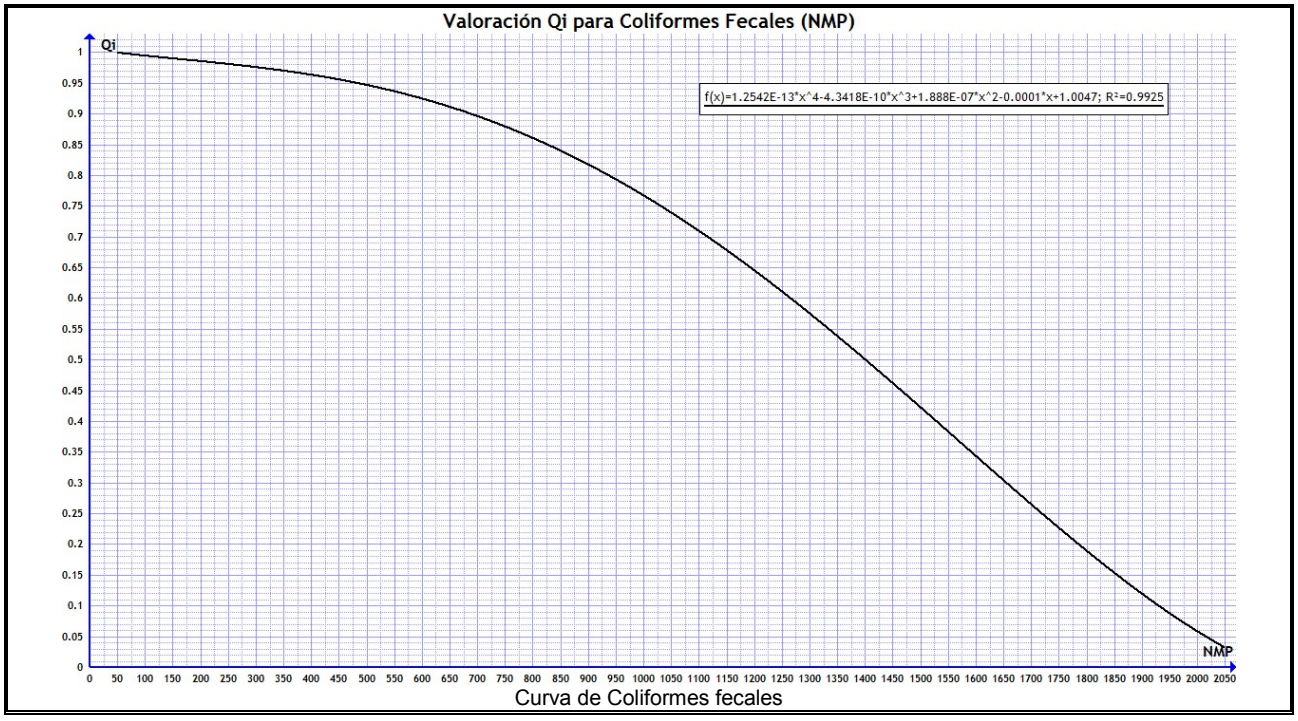
En la ecuación ICASAP en 2015, no se han incluido parámetros como Nitritos, Nitratos, Dureza o pH, que también figuran en el decreto 1594/84, debido a que ninguno de ellos ha resultado limitante en los monitoreos de ningún año, entre 2008 y 2013, e incluso por esta razón los 3 primeros se han eliminado de los monitoreos anuales y se ha recomendado evaluarlos cada 3 – 5 años como medida de precaución y especialmente con el fin de bajar los costos de los estudios. En esta medida la inclusión de estos parámetros complicaría innecesariamente la ecuación y encarecería los estudios, sin aportarle precisión ambiental a los resultados.

Por otro lado, si en algún momento se requiere evaluar y agregar nuevos parámetros a la ecuación, es posible y muy fácil hacerlo, luego de consensuar y probar su Qi y su Pi.

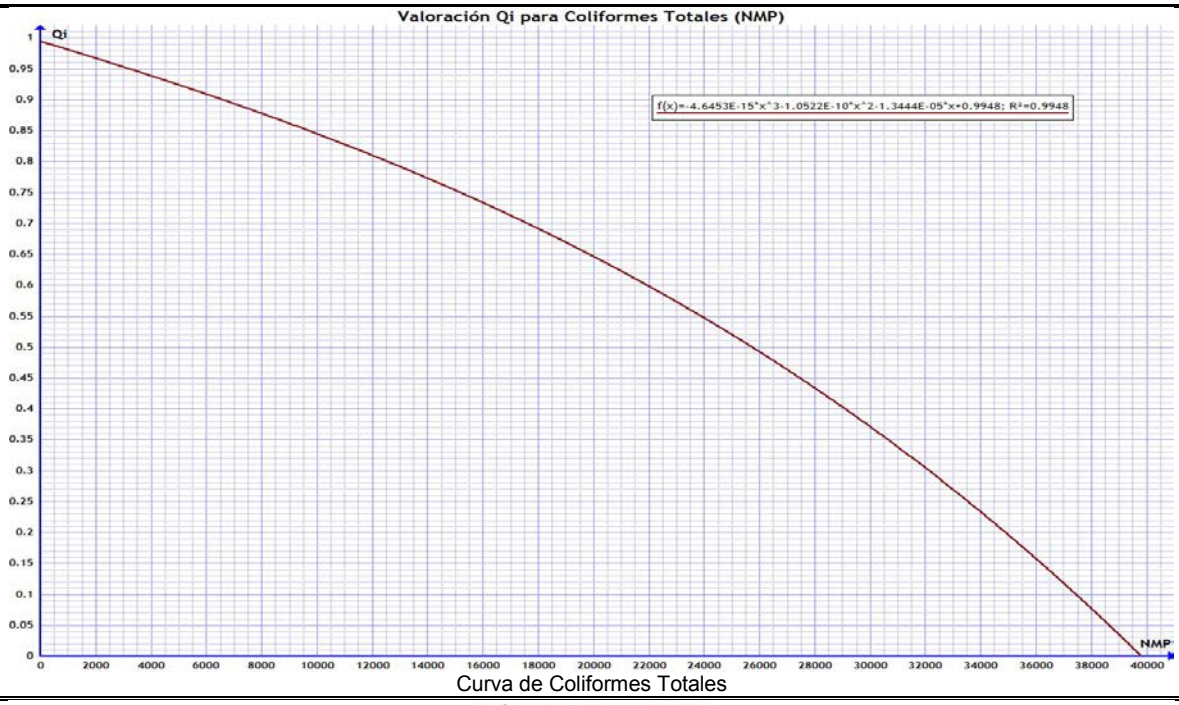
Algunos programas de modelamiento ambiental norteamericanos y europeos contemplan una elevada gama de parámetros (Fernández y otros, s.f), pero en el país no existe por lo general monitoreos sobre ellos por lo que el uso de estos programas es muy limitado e incluso puede ser inconveniente, dado que habría que suponer la mayoría de valores y además muchos de ellos consideran niveles y variables que no necesariamente se corresponden con las condiciones tropicales de montaña y específicamente con los ecosistemas altoandinos colombianos, por lo cual podrían generar problemas importantes en las decisiones que deben tomar los responsables de hacerlo.

En la ecuación ICASAP el Qi, Valor de Calidad del Parámetro, es hallado de acuerdo con los resultados de laboratorio, en las curvas que para el efecto se han creado desde fases anteriores y ajustado en 2015, teniendo en cuenta tanto los límites existentes en el decreto 1594/84, como en las propuestas de organismos ambientales internacionales y en menor medida los objetivos de calidad del río Aburrá, en su tramo 3.

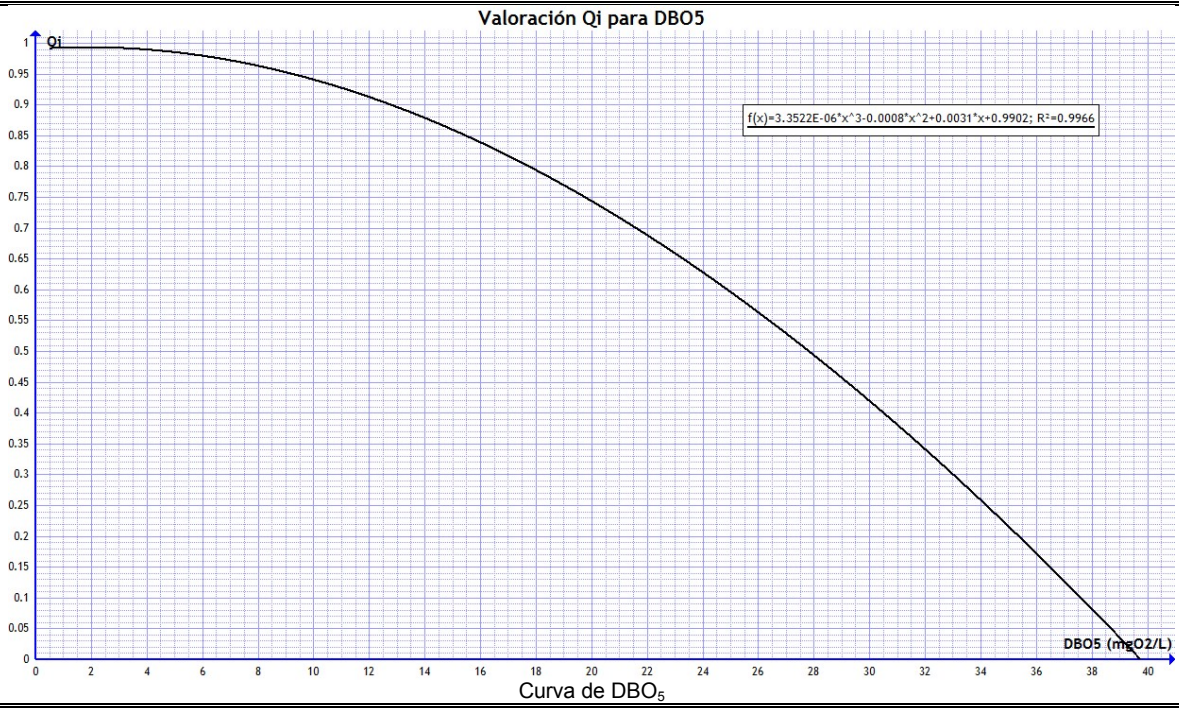
Las curvas creadas y propuestas por la consultoría aparecen en el anexo digital II-6 (carpeta "Curvas Qi") y se muestran resumidas en los gráficos 31 a 38. Los gráficos deben ser considerados como tentativos, y en la medida en que se realicen más monitoreos, se haga más contrastación con bioindicación y se mejoren las directrices de la normatividad podrán ajustarse más.



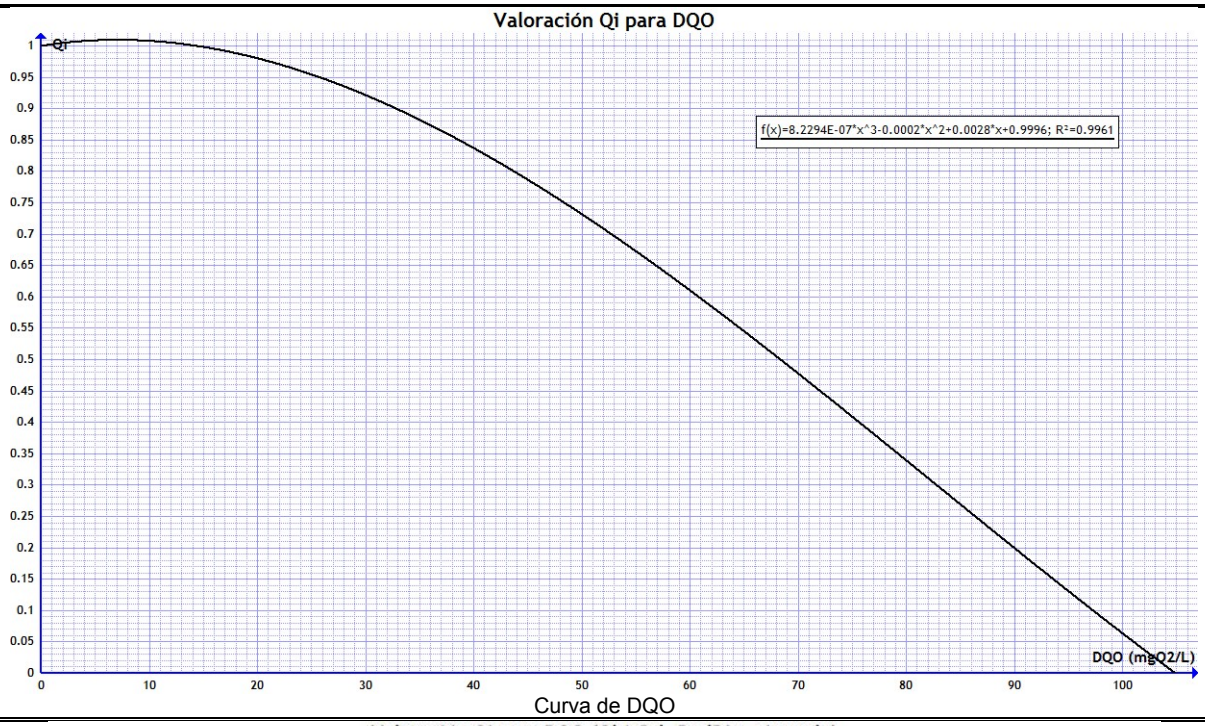
Curva de Coliformes fecales



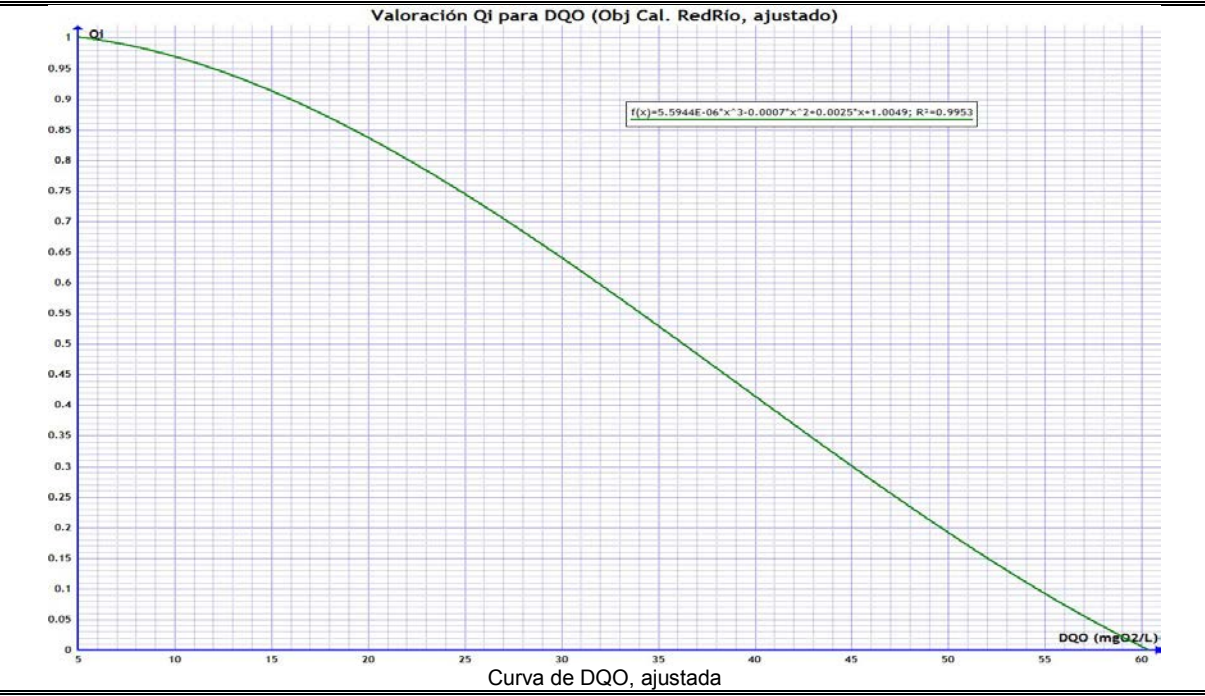
Curva de Coliformes Totales



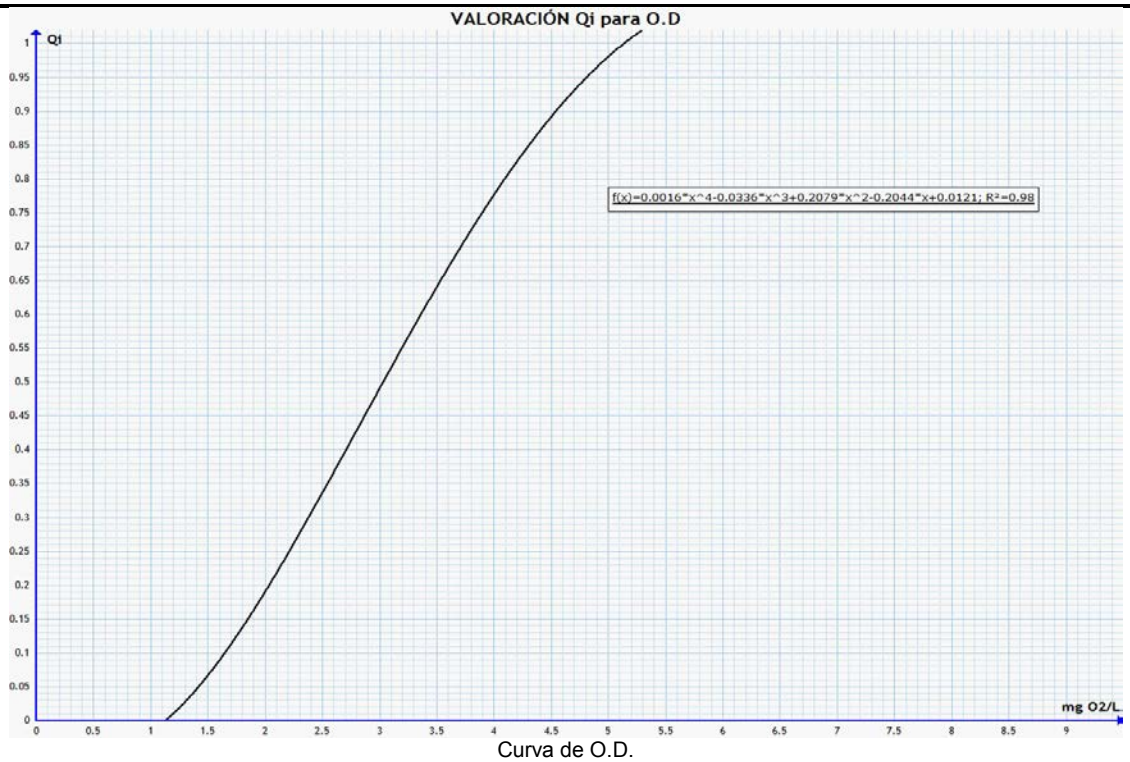
Curva de DBO_5



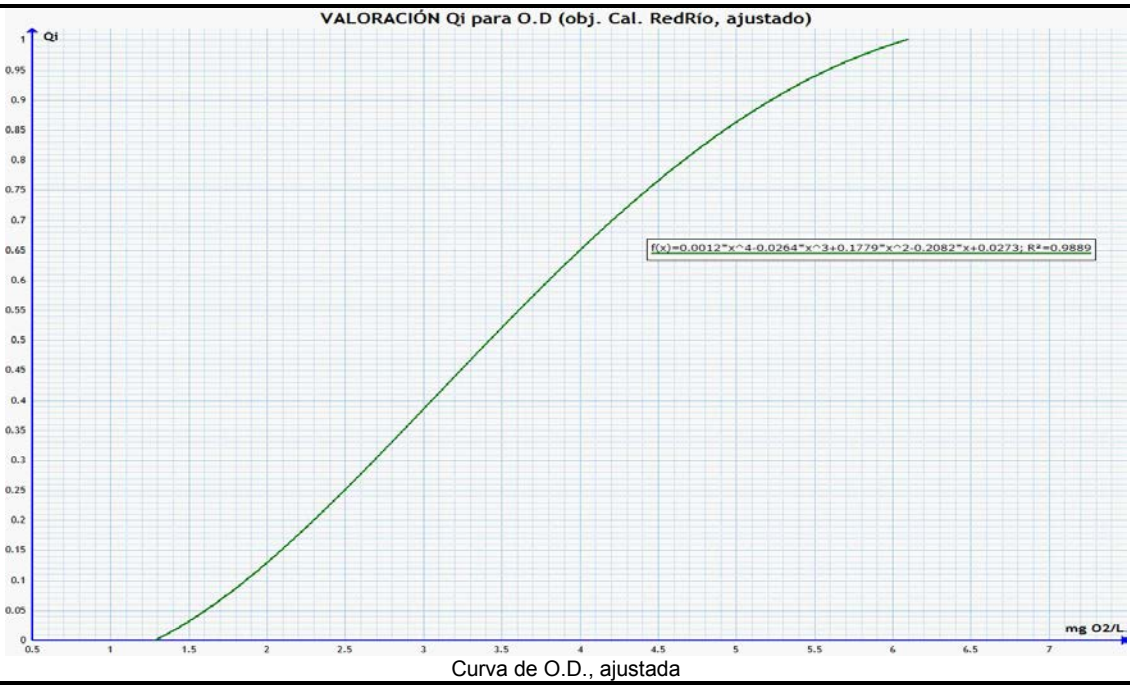
Curva de DQO



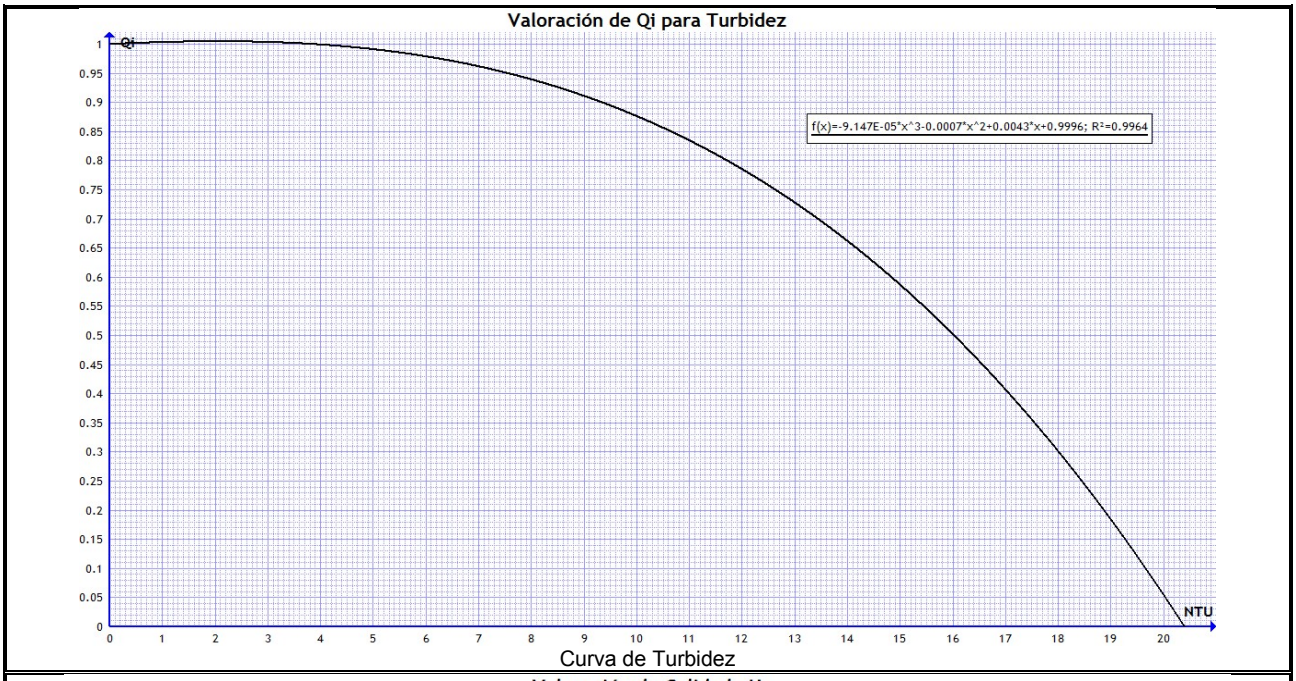
Curva de DQO, ajustada



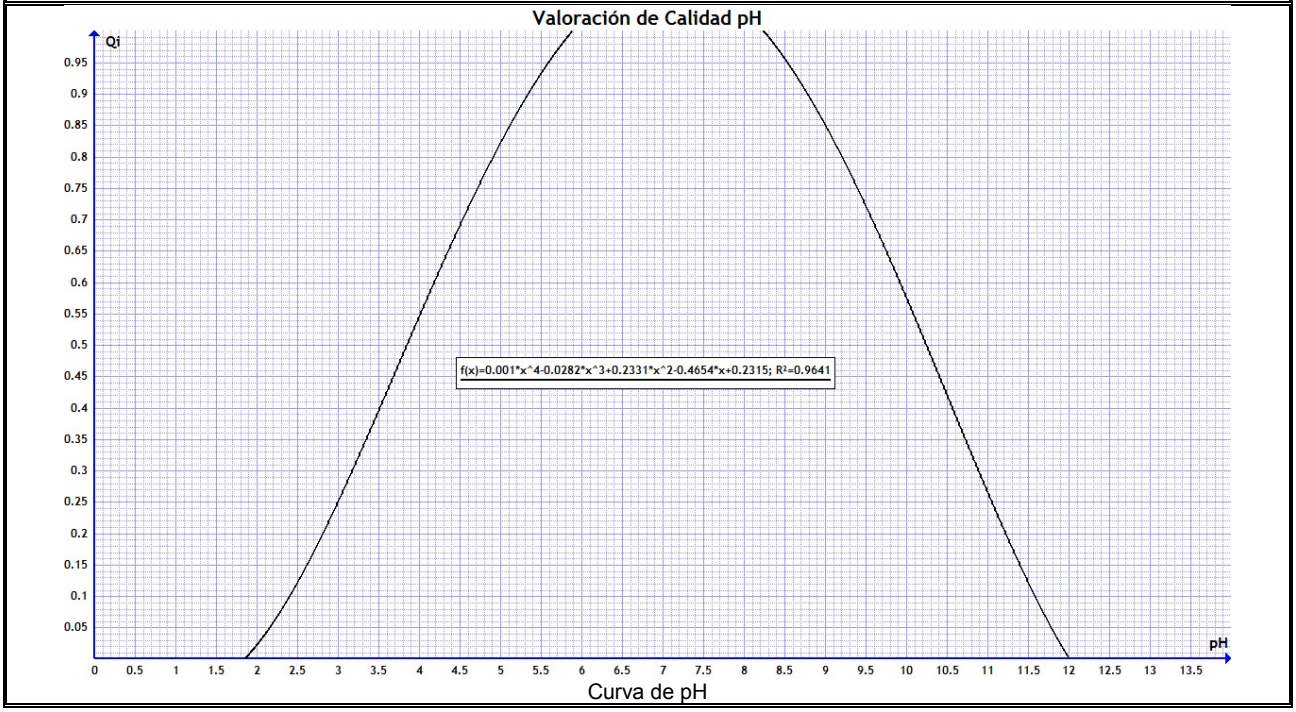
Curva de O.D.



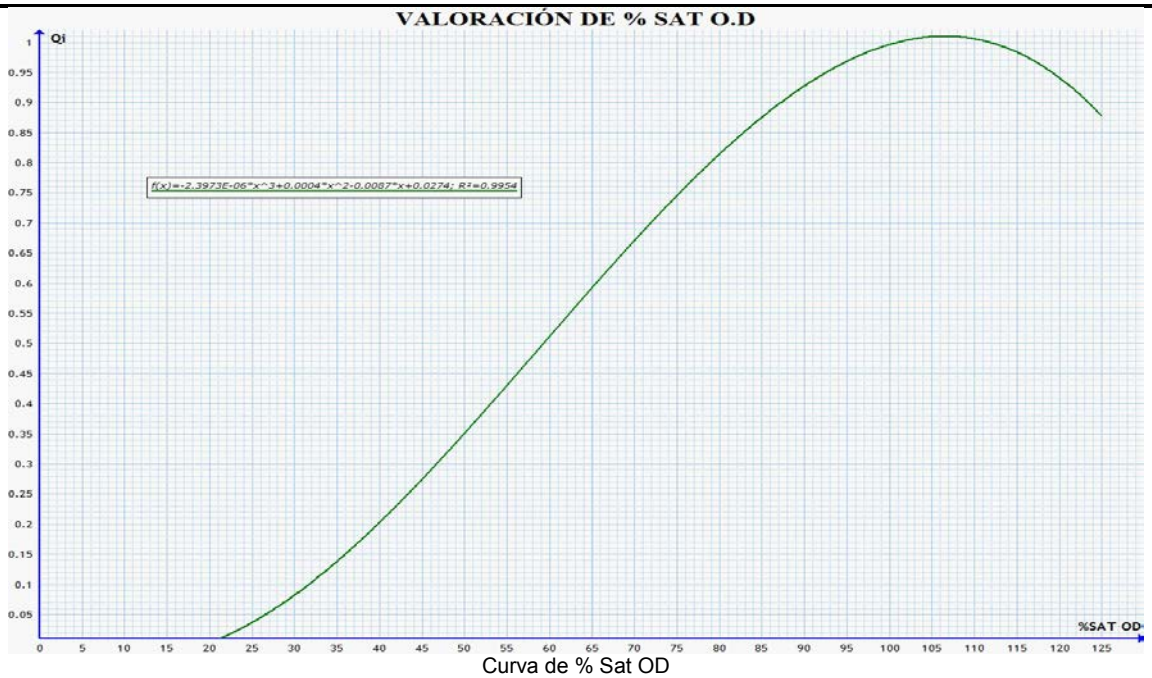
Curva de O.D., ajustada



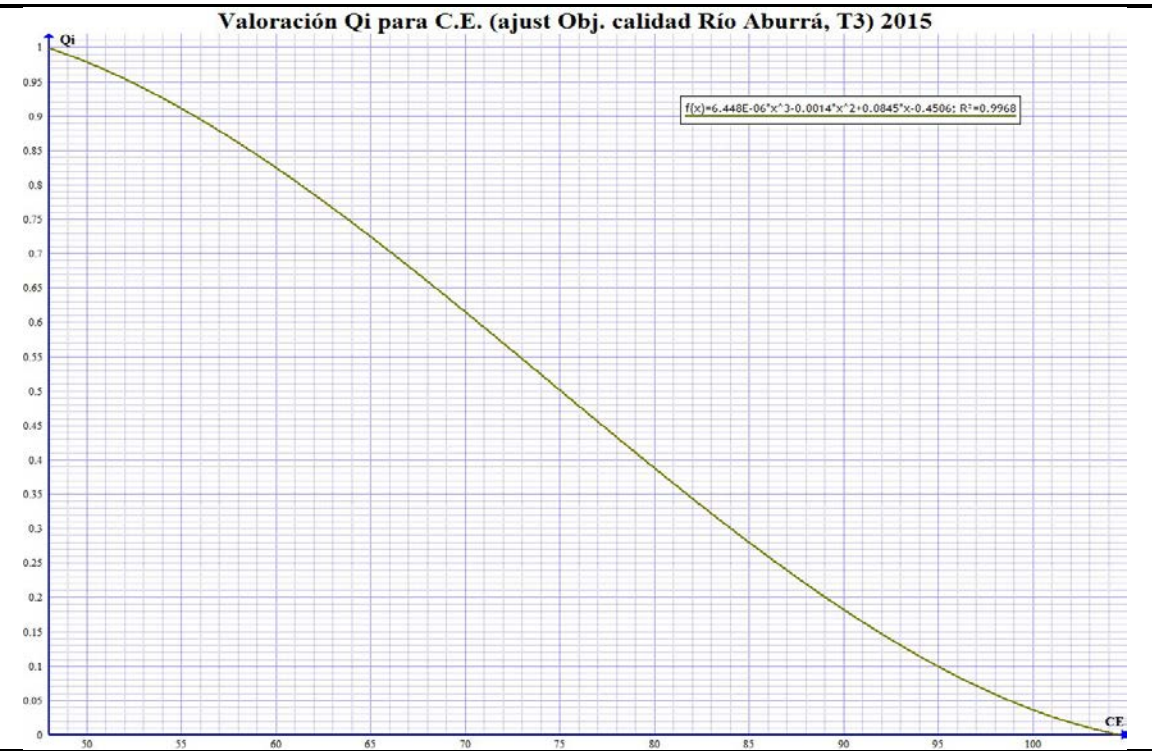
Curva de Turbidez



Curva de pH



Curva de % Sat OD



Gráficos 31 a 38. Curvas Qi, para los parámetros considerados en la ecuación ICASAP 2015

Teniendo en cuenta la ecuación general propuesta:

$$ICA = \Sigma\ Pi_1 \times Qi_1 + \ldots\ Pi_n \times Qi_n$$

La ecuación final propuesta para San Antonio de Prado es la siguiente:

ICASAP 2015 (V1) = 3*Qi(CT)+4*Qi(CF)+3*Qi(DBO5)+2*Qi(DQO)+Qi(OD)+3*Qi(%SAT OD)+Qi(T)+Qi(CE)(t3)

Dónde:
ICASAP, es el Índice de Calidad del Agua
Qi, es el valor de calidad para cada parámetro hallado en las curvas (o tablas)
Pi, es el factor de ponderación propuesto para cada parámetro (3 para Coliformes Totales, 4 para Coliformes Fecales, 3 para DBO5, 2 para DQO, 1para OD, 3 para % Sat OD, 1 para Turbidez y 1 para CE)
CF: Coliformes fecales; CT: Coliformes Totales; T: Turbiedad; DQO: Demanda Química de Oxígeno; DBO_5: Demanda Bioquímica de Oxígeno; O.D.: Oxígeno Disuelto; CE: Conductividad eléctrica (referida al tramo 3 del río Aburrá)

El valor máximo alcanzado así sería 18, que reflejaría el mejor estado ambiental del agua.

En 2015 se probaron o ajustaron diferentes factores de ponderación y se realizaron correcciones en algunos valores de calidad (Qi), implicando modificaciones leves a las curvas, además se agregó una nueva curva para CE, tal como se muestra en el anexo digital (carpeta “Curvas Graph”).

La valoración final propuesta es la siguiente:

Excelente	17.01 - 18
Buena	16.00 - 17.00
Regular	10,01 - 15.99
Mala	5.51 - 10,0
Muy Mala	0 - 5,5

En la tabla de Excel "interpolaciones de parámetros de agua" se presentan los resultados encontrados al aplicar esta fórmula, con las curvas correspondientes. Se probaron 3 variantes de ecuación, quedando seleccionada finalmente la versión 1. Para esto se tuvieron en cuenta los diferentes ajustes a los índices de calidad (Qi), y además el ingreso de la C.E., así mismo se probaron con algunas curvas ajustadas a los niveles estipulados en los objetivos de calidad del río Aburrá y además se contrastó con la presencia y abundancia de bioindicadores en cada caso bajo los criterios del método BMWP/Col y con los estados de los retiros.

5.6.1. Valoración de la calidad del agua

En este estudio la valoración de la calidad del agua está basada en el uso recreativo-ambiental, pero como la mayoría de las quebradas estudiadas en sus zonas altas y algunas en sus zonas medias ofertan agua para consumo humano y animal, quizá en un futuro sea necesario hacer más estricta la evaluación.

En la presente jornada de monitoreo se vio una leve desmejora en la calidad del agua muchos trayectos de quebradas (26), frente a pocos que mejoraron (7). Esta situación se explica en parte porque el ajuste a la ecuación de ICASAP la hizo levemente más estricta, pero también porque ha ocurrido una desmejora real en algunos sitios: hay nuevos puntos de vertimientos y en algunos sectores han regresado actitudes relacionadas con incultura ambiental derivada de invasiones de retiros y descargas que antes se habían controlado.

Las partes altas de las microcuencas, relacionadas con acueductos veredales, tienden a mejorar la calidad en varios sitios, siendo los más notables aquellos relacionados con los predios adquiridos por el municipio con fines de conservación, pero además a esta situación contribuye el efecto que ejercen las presiones sociales en estos espacios.

En algunos pocos casos ha ocurrido una desmejora real en las partes altas y esto se asocia a la inexistencia de estímulos a la conservación en predios privados, pero también es de resaltar el aumento en la presión a la que están siendo sometidas las reservas públicas locales por causa del turismo y actividades recreativas no programadas que algunas veces causan impactos en bocatomas o aguas arriba de las mismas, por lo cual es necesario incrementar las actividades de control mediante más guardabosques y ampliación de turnos de vigilancia.

Las reservas que muestran mayores presiones humanas son La Manguala y La Limona que coinciden con las mayores ofertantes de agua a acueductos comunitarios (La Florida, Potrerito, Manantiales, Vergel Centro, Vergel Sur, EPM, San José, I.E. S.J.O.) y más de 5 grandes trucheras, así como numerosas fincas. El aumento en las presiones sociales sobre estos espacios deriva del déficit local espacios públicos recreativos y el aumento poblacional relacionado con el expansionismo urbano, que en el caso del corregimiento se asocia con baja cultura ambiental pues se trata de un público que proviene principalmente de los nuevos barrios bajo programas de urbanismo en VIS y VIP, que en su mayoría tienen poca cultura ambiental y bajo sentido de pertenencia, y aunque esta situación se controla en gran parte por las actividades de los guardabosques y el comodatario, empiezan a rebasar la capacidad de intervención debido a la debilidad en las inversiones públicas de apoyo al control y vigilancia.

Este contexto sociocultural relacionado con las reservas locales proveedoras de agua para acueductos también muestra la urgencia de fortalecer los procesos de restauración y mejoramiento ambiental de los retiros de quebradas en zonas urbanas, de manera que puedan prestar los servicios adicionales recreativos y en esa medida contribuyan a aminorar las presiones sobre las reservas como espacios que también sirven parcialmente para la educación y la recreación.

Si bien también existen actividades de vigilancia y sensibilización por la vía de voluntariado realizadas por el comodatario, como complemento a las que son apoyadas por la SMAM, con recursos de PP, de todas maneras resultan insuficientes en algunas situaciones específicas como los fines de semana y las horas nocturnas. En esta medida es necesario que el programa de vigilancia y control de las reservas públicas bajo comanejo, sea asumido con recursos propios por la SMAM, no esperando a que proyectos mal presupuestados provenientes de recursos de PP se hagan cargo. Cabe reiterar, como en 2013, que los recursos deben ser suficientes para garantizar que estas reservas mantengan vigilancia y manejo durante todo el año, con guardabosques en horarios mínimo entre las 4 a.m. y las 8 p.m., pero además conviene el apoyo de la policía ambiental para complementar la labor del comodatario.

En 2015 se obtuvieron los resultados de calidad de aguas en los 60 sitios determinados para las 19 quebradas evaluadas que se resume en la tabla 16, en el mapa 8 y en los gráficos 39 y 40.

Los resultados muestran que de los 60 sitios evaluados completamente sólo 3 presentan una calidad ambiental de agua "excelente", igual número que en 2013, aunque hay que

tener en cuenta que el presente año la ecuación ICASAP se ajustó y se hizo un poco más estricta. Estos sitios son La Manguala Alta, Limona 1 alta y Doña María alta. Dos de los sitios que en 2013 tenían esta categoría (Manguala media alta y Despensa alta) ahora se ubican en "bueno", básicamente debido a la incorporación del parámetro de C.E. bajo los niveles de los objetivos de calidad del río Aburrá, y en menor medida por los coliformes totales.

Un total de 11 tramos de quebradas presentaron un nivel de calidad "bueno", frente a 19 en 2013, considerando el total de 60 sitios evaluados completamente. En este caso los ajustes de la ecuación explican cerca del 40% de casos que bajaron calidad, el resto se debe a desmejoras leves reales, lo que debe generar una alarma moderada, especialmente si se tiene en cuenta que cada año aumenta más la demanda por el agua en el corregimiento, al punto que se ha constituido en un verdadero limitante no sólo para las actividades agropecuarias, sino para los procesos urbanísticos. Esta presión excedida se manifiesta en y la sobreexplotación del bien, lo que ha generado un aumento en cauces secos debido a que no están respetándose los caudales ecológicos.

En la tabla 16 puede observarse como ha variado la calidad del agua en los sitios muestreados a lo largo de los últimos años. Estas valoraciones deben verse como indicativas, no en términos absolutos, debido a que a lo largo de estos años la forma de valoración se ha venido ajustando, desde un ICA cualitativo a un ICA cuantitativo y aún en este último caso ha ecuación ICASAP ha tenido ajuste leves.

Tabla 16. Calidad del agua en 19 quebradas y 60 sitios en San Antonio de Prado – 2008 a 2015

QUEBRADA	CALIDAD DEL AGUA (2008)	CALIDAD DEL AGUA (2009)	CALIDAD DEL AGUA (2012)	CALIDAD DEL AGUA (2013)	CALIDAD DEL AGUA (2015)	ÍNDICE DE CALIDAD (ICASAP 2015)	PARÁMETROS QUE INCUMPLE FUERTEMENTE (2015)
AFLUENTE LARGA (EL SALADO)							
BARRO AZUL - ALTA	REGULAR	BUENA	BUENA	REGULAR	REGULAR	15,44	CE
BARRO AZUL - MEDIA	REGULAR	BUENA	REGULAR	BUENA	REGULAR	15,82	CT
BARRO AZUL - BAJA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	14,33	CT, CE,T
BUEY-ALTA	REGULAR						
BUEY-MEDIA	MALA						
BUEY-BAJA	MALA						
CABUYALA - ALTA	REGULAR						
CABUYALA - MEDIA	REGULAR	MALA	MALA	REGULAR	MALA	9,45	CT, CF, DBO_5, CE
CABUYALA - BAJA	REGULAR	MALA	MALA	MALA	MALA	7,96	CT, CF, DBO_5, CE,T
CANDELA -ALTA		BUENA	BUENA	BUENA	REGULAR	11,77	CT, CF, CE

QUEBRADA	CALIDAD DEL AGUA (2008)	CALIDAD DEL AGUA (2009)	CALIDAD DEL AGUA (2012)	CALIDAD DEL AGUA (2013)	CALIDAD DEL AGUA (2015)	ÍNDICE DE CALIDAD (ICASAP 2015)	PARÁMETROS QUE INCUMPLE FUERTEMENTE (2015)
CANDELA -MEDIA		REGULAR	MALA	REGULAR	REGULAR	14,28	CT, CE
CANDELA- BAJA		REGULAR	REGULAR	REGULAR	MALA	9,78	CT, CF, CE
CAÑADITA - ALTA	MALA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	11,17	CT, %SAT OD, CE
CAÑADITA - MEDIA	MALA	REGULAR	BUENA	BUENA	REGULAR	13,10	CT, CE
CAÑADITA - BAJA	MALA	REGULAR	BUENA	BUENA	REGULAR	15,30	CE
DESPENSA - ALTA	BUENA	REGULAR	BUENA	EXCELENTE	BUENA	16,61	CE
DESPENSA MEDIA -ALTA		REGULAR	REGULAR	BUENA	REGULAR	15,87	CT, CE
DESPENSA MEDIA - BAJA	MALA	MUY MALA	BUENA	REGULAR	MALA	9,96	CT, CF, CE
DESPENSA -BAJA	MALA	REGULAR	REGULAR	MALA	MALA	9,95	CT, CF, CE
AFLUENTE DESPENSA		REGULAR					
INDIO MEDIA			REGULAR	REGULAR	REGULAR	15,84	CT, CE, T
ISABELA - ALTA	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA	REGULAR	15,77	CT, CE
ISABELA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	MALA	MALA	MALA	7,95	CT,CF, %SAT OD, CE
ISABELA - BAJA	REGULAR	MALA	MALA	REGULAR	MALA	8,88	CT,CF, CE, T
JACINTA - ALTA	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA			
JACINTA - MEDIA- ALTA		REGULAR	MALA	MALA	REGULAR	11,32	CT, CF, CE
JACINTA MEDIA- BAJA	MALA	MUY MALA	MUY MALA	REGULAR	MUY MALA	1,97	CT,CF, DBO_5, %SAT OD, DQO, CE, T
JACINTA - BAJA	MALA	MUY MALA	MUY MALA	MALA	MUY MALA	3,35	CT,CF, DBO_5, %SAT OD, DQO, CE, T
LARGA (EL SALADO) - ALTA	REGULAR	BUENA	BUENA	BUENA	BUENA	16,96	
LARGA (EL SALADO) - MEDIA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	16,34	CE
LARGA (EL SALADO) - BAJA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	14,71	CT, CE
CHORRERA - ALTA	REGULAR*	REGULAR					
CHORRERA – MEDIA ALTA BR DER			REGULAR	REGULAR	REGULAR	15,63	CE, T
CHORRERA – MEDIA ALTA BR IZQ	MALA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	16,17	CE
CHORRERA-MEDIA ALTA68					MALA	6,96	CT,CF, DBO_5, %SAT OD, CE, T
CHORRERA – MEDIA BAJA (Cam)			MUY MALA	MALA			
CHORRERA – MEDIA BAJA69					MALA	6,15	CT,CF, DBO_5, %SAT OD, CE, T
CHORRERA - BAJA	MALA	MALA	REGULAR	REGULAR	MALA	9,75	CT,CF, CE
LIMONA 1 - ALTA	BUENA	EXCELENTE	MALA	BUENA	EXCELENTE	17,68	
LIMONA 2 - ALTA			BUENA	REGULAR	BUENA	16,33	CE
LIMONA MEDIA - ALTA		REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	12,16	CT,CF, CE
LIMONA MEDIA - BAJA	REGULAR	REGULAR	MALA	REGULAR	MALA	9,67	CT,CF, CE
LIMONA MEDIA – BAJA2					MALA	9,84	CT,CF, CE
LIMONA MEDIA – BAJA3					MALA	8,34	CT,CF, DBO_5, CE
LIMONA - BAJA	REGULAR	MUY MALA	MUY MALA	REGULAR	MALA	9,36	CT,CF, DBO_5, CE
MACANA - ALTA	MALA	BUENA	BUENA	BUENA	REGULAR	15,87	CT, CE

QUEBRADA	CALIDAD DEL AGUA (2008)	CALIDAD DEL AGUA (2009)	CALIDAD DEL AGUA (2012)	CALIDAD DEL AGUA (2013)	CALIDAD DEL AGUA (2015)	ÍNDICE DE CALIDAD (ICASAP 2015)	PARÁMETROS QUE INCUMPLE FUERTEMENTE (2015)
MACANA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	MALA	9,12	CT, CF, CE, T
MACANA - BAJA	REGULAR	MALA	REGULAR	REGULAR	MALA	9,48	CT,CF, CE
MANGUALA - ALTA	BUENA	BUENA	EXCELENTE	EXCELENTE	EXCELENTE	17,49	
MANGUALA – MEDIA ALTA	REGULAR	REGULAR	EXCELENTE	EXCELENTE	BUENA	16,37	CE
MANGUALA – MEDIA BAJA	MALA	MALA	MALA	REGULAR	MALA	9,30	CT,CF, CE
MANGUALA – MEDIA BAJA2 (Chisp)					MUY MALA	1,59	CT,CF, DBO_5, DQO, OD, %SAT OD, CE, T
MANGUALA – MEDIA BAJA3 (Compar)					MALA	6,80	CT,CF, DBO_5, DQO, CE
MANGUALA - BAJA	MALA	MUY MALA	MALA	MALA	MALA	6,98	CT,CF, DBO_5, DQO, CE
POPALA - ALTA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA	16,14	CT, CE
POPALA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	MALA	REGULAR	MUY MALA	3,65	CT,CF, DBO_5, DQO, CE, T
POPALA - BAJA	REGULAR	REGULAR	MUY MALA	MUY MALA	MALA	9,01	CT,CF, DBO_5, CE
SORBETANA -ALTA	BUENA	EXCELENTE	BUENA	BUENA	BUENA	16,48	CT
SORBETANA - MEDIA	REGULAR	EXCELENTE	REGULAR	BUENA	REGULAR	10,55	CT,CF
SORBETANA - BAJA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	16,67	CT
ZORRITA - ALTA	REGULAR	EXCELENTE	REGULAR	BUENA			
ZORRITA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA	16,11	CT, CE
ZORRITA -BAJA	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA	REGULAR	15,44	CT, CE
ZULIA – ALTA (actual boc)	REGULAR	BUENA	BUENA	BUENA			
ZULIA – ALTA (Pos nueva boc)					BUENA	16,46	CE
ZULIA – MEDIA ALTA	REGULAR	REGULAR	MUY MALA	REGULAR	MALA	9,70	CT,CF, CE
ZULIA – MEDIA BAJA1					MALA	8,86	CT,CF, CE, T
ZULIA – MEDIA BAJA2			REGULAR	REGULAR			
ZULIA - BAJA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	MALA	9,87	CT,CF, CE
DOÑA MARÍA -ALTA (BOC)					EXCELENTE	17,45	
DOÑA MARÍA -MEDIA BAJA (LV)					MALA	8,16	CT,CF, CE, TSS, T

Desmejoró calidad Mejoró calidad

Al igual que en 2013, durante 2015 el factor limitante más determinante de la calidad del agua es el de patógenos (coliformes totales y fecales) manteniendo la tendencia desde que se iniciaron los monitoreos en 2008, pero ahora entra a manifestarse otro parámetro que si bien tiene bajo peso específico en la ecuación, resulta ser muy clave porque se incumple en todos los sitios: la C.E. Sin embargo, este factor debe ajustarse dado que parece ser muy

estricto (siguiendo los objetivos de calidad Redrío) y prácticamente imposible de cumplir bajo condiciones naturales de nuestras cuencas, pues el nivel mínimo de 50 µS/cm no se cumple, en San Antonio de Prado, ni siquiera en los casos de las partes más altas de las cuencas que están bajo conservación estricta (reservas públicas) y que presentan bosques nativos maduros sin intervenciones humanas o pecuarias desde hace más de 7 años.

En los casos más importantes de contaminación por coliformes asociados a descargas de aguas residuales pecuarias, basta con medidas simples de control para lograr una mejora sustancial de estos tramos.

Tal como se observa en los gráficos 39 y 40, existen 18 sitios (30%) con calidad "regular" del agua (frente al 45% de sitios en 2013), y el 18% la presenta calidad "buena" (frente al 35% de 2013), y el 5% presenta una calidad “excelente” (igual que en 2013), lo cual muestra leves desmejoras generales en el territorio; pero además la calidad “mala” durante 2015 representa el 40% (frente al 13% en 2013) y la “muy mala” se presenta en el 7% de los sitios (frente al 2%, de 2013). Se reitera que cerca del 40% de los casos de desmejora leve en algunos sitios se explican por los ajustes a la ecuación de ICASAP en 2015, pero el resto se debe a degradaciones reales, con lo cual se manifiesta una desmejora leve.

Este cambio negativo en la calidad ambiental del agua en el territorio, aunque sea leve genera preocupación y se explica por la baja inversión (viene disminuyendo cada año desde 2012) en proyectos de formación, prevención y control (monitoreos, reconversión agrotecnológica, gestión socioambiental de quebradas y adquisición de predios) y además se explica por la gran actividad urbanística que no siempre cumple las normas de vertimientos, pero además por la debilidad en el control por parte de las autoridades ambientales.

En esta perspectiva se hace evidente la pertinencia de la implementación de la Agenda Ambiental Local en su conjunto y especialmente del PAAL 2007-2019 que contempla los programas y proyectos necesarios para lograr entre otros el mejoramiento de la calidad ambiental de las aguas en las quebradas y del estado ambiental de las microcuencas en general, máxime cuando se prevé que las partes medias y bajas de las cuencas ubicadas en la parte sur y centro del corregimiento, seguramente continuarán bajo presiones por uso en turismo mal implementado, por el urbanismo desmedido y por la invasión relacionada con actividades productivas agropecuarias y con ello se mantendrán niveles moderados a altos de contaminación en las quebradas, a no ser que se asuman las recomendaciones dadas a lo largo de este estudio y de la Agenda Ambiental en general.

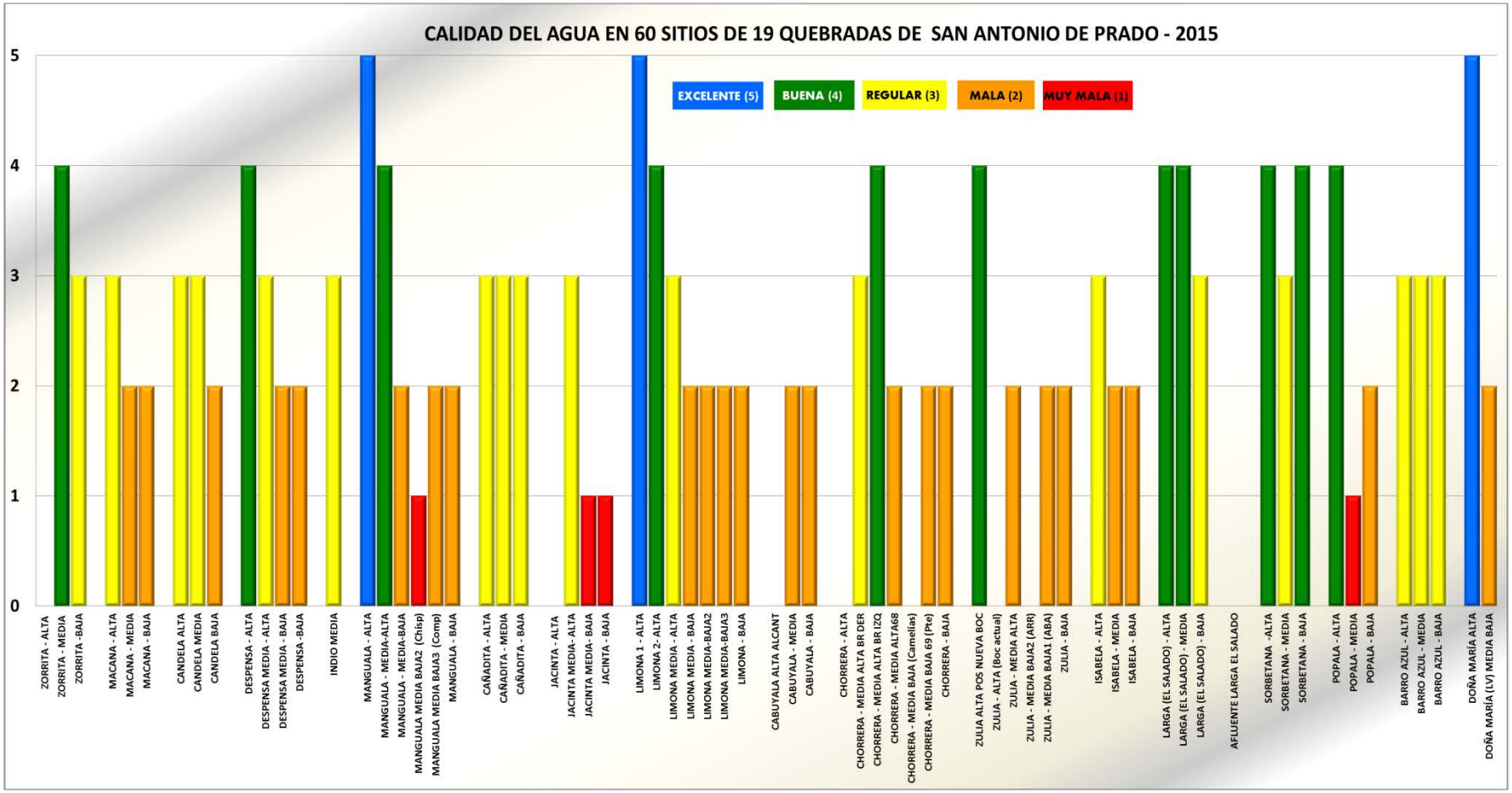


Gráfico 39. Calidad del agua en 19 quebradas en San Antonio de Prado – 2015 (ICASAP 2015)

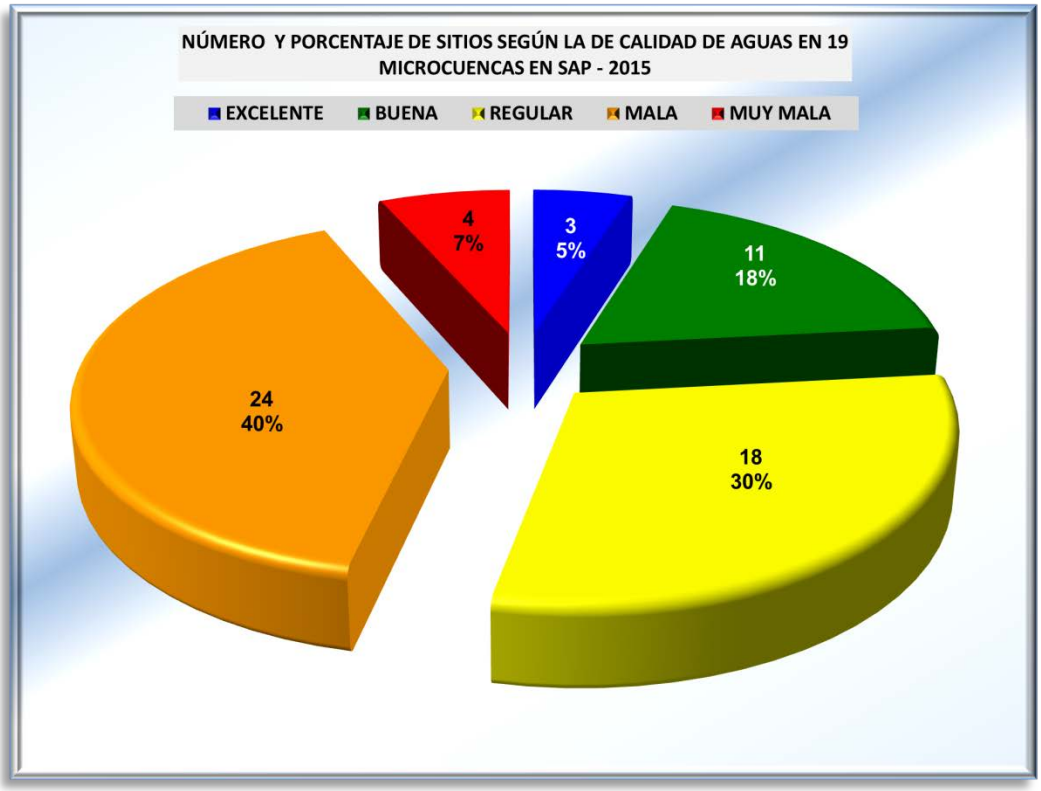


Gráfico 40. Número y porcentaje de sitios por calidad de agua en 19 microcuencas de SAP, 2015 (ICASAP 2015)

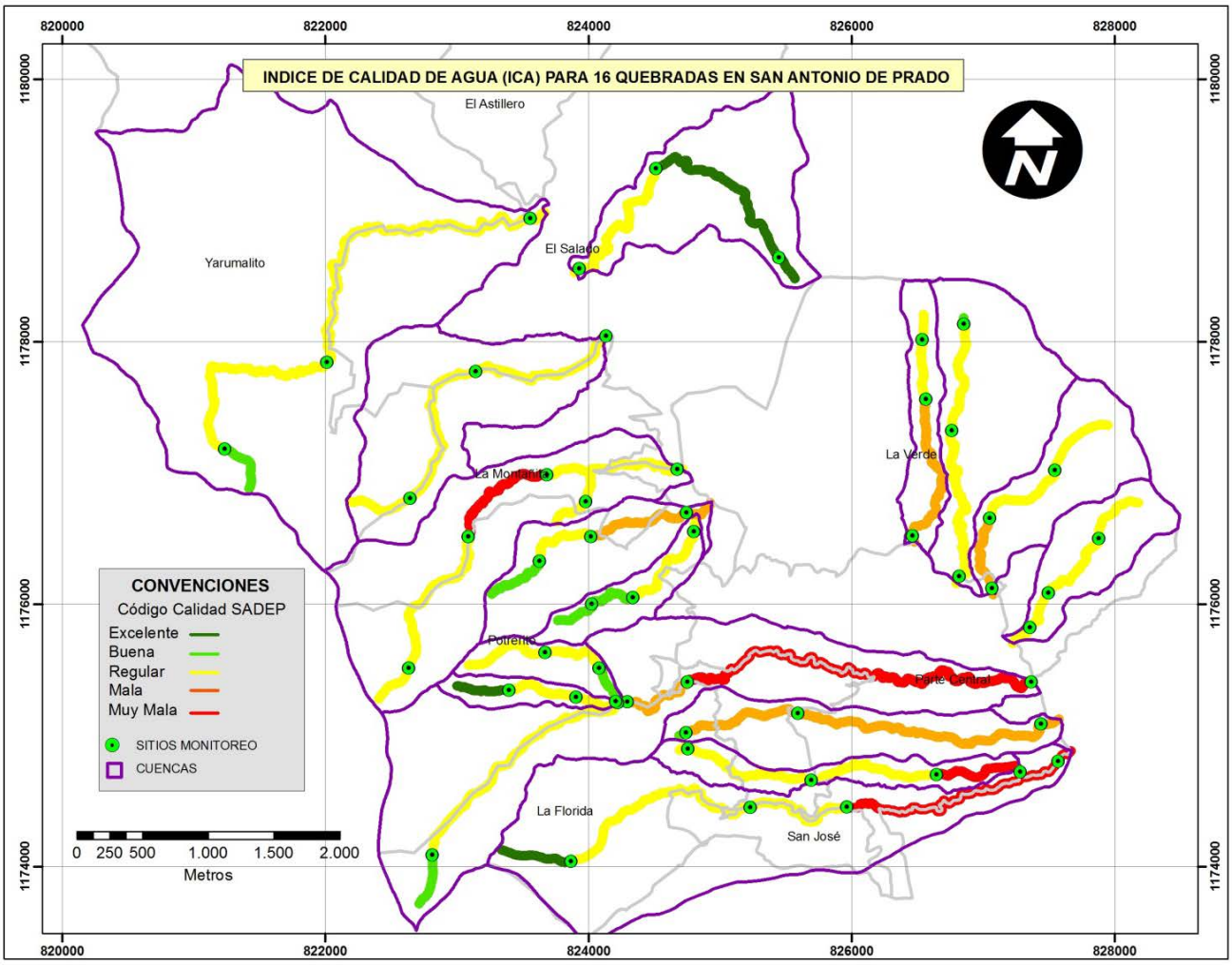
La calidad del agua en las quebradas no sólo tiene importancia en función de ser potencialmente usada para el consumo humano a través de los acueductos, sino que su importancia radica en su función integral: la consolidación de los servicios ecosistémicos en una cuenca. Este olvido, que cada vez es más frecuente, hace que se pierdan oportunidades muy importantes para la sociedad y para la vida en general. En esta perspectiva el estudio de monitoreo de 2012 planteaba con relación al enfoque de protección de cuencas centrado en el agua que "*Esta situación ha llevado a una indolencia, con respecto a la protección de las cuencas en la perspectiva de prestar otros servicios ambientales como la recreación, el turismo, la protección de hábitats para la vida, el cuidado o preservación de la biodiversidad, la educación ambiental y sensibilización territorial, la regulación climática y micro climática, la estética, etc.; por eso no debería considerarse como aceptable que las partes altas y medias de las quebradas*

estén contaminadas, y que sus retiros no estén prestando su función en la consolidación del territorio y del espacio público. Estos retiros se constituyen en los ejes naturales para el desenvolvimiento de la vida silvestre y cada vez son más la última opción de las zonas urbanas de contactar con esta vida silvestre; pero además vienen constituyéndose en los últimos espacios donde las pocas especies sobrevivientes tanto acuáticas como asociadas a bosques y rastrojos pueden tener sus nichos aunque sea de manera restringida o en su defecto están destinados a la extinción, por lo menos local."

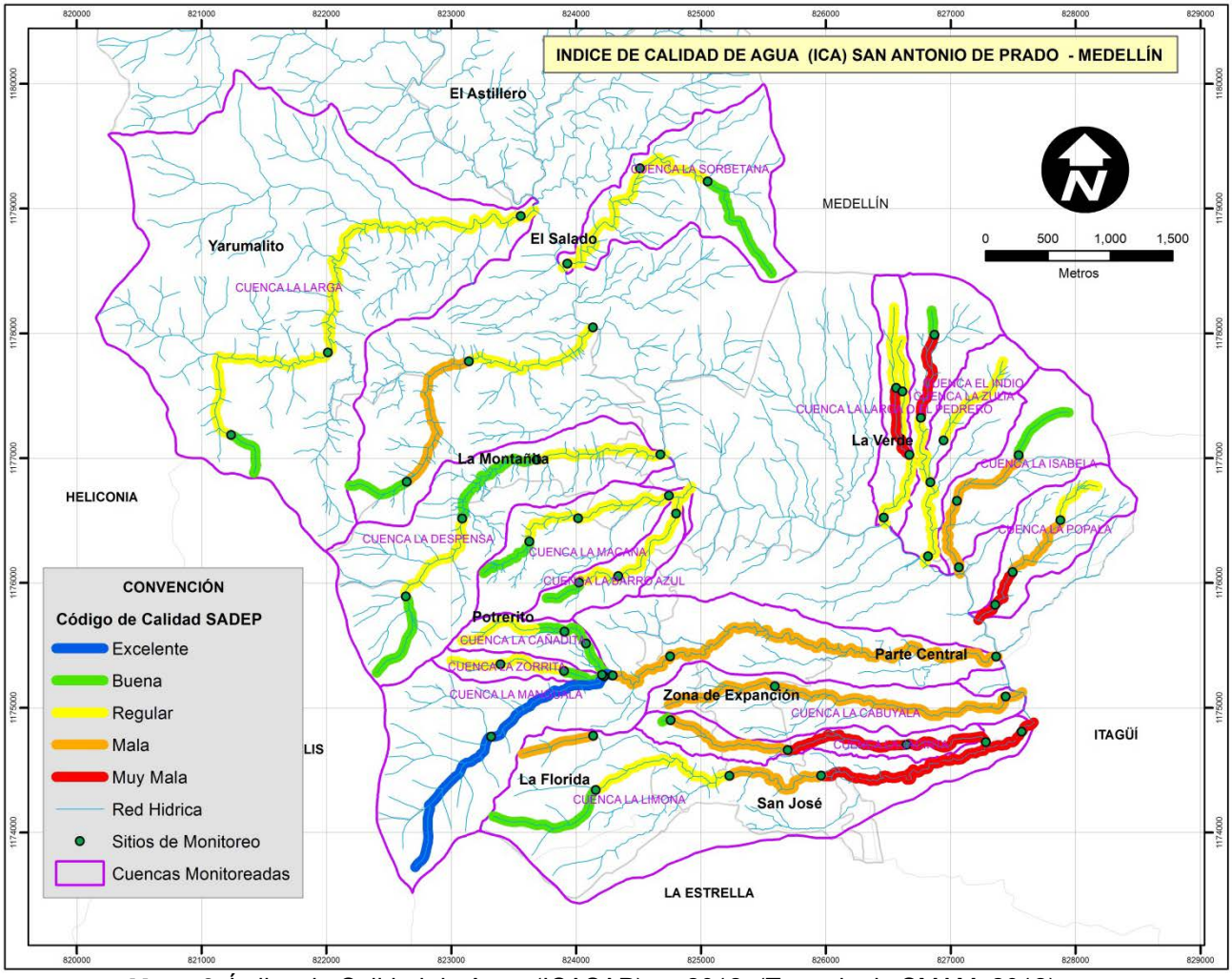
En síntesis, existe una fuerte interdependencia entre la calidad del agua, la calidad de los retiros de quebradas y el uso múltiple de los espacios asociados a las quebradas, como los parques lineales, zonas verdes amplias, etc. que pueden no ser realmente usados si la calidad del agua en las quebradas es mala o inversamente la mala gestión de los espacios de retiros puede llevar al deterioro del agua, llevando finalmente a la pérdida de espacios para la recreación, la investigación, la educación, el usos por contacto directo o indirecto, etc. y en esa medida se necesita apoyar tanto estudios que diagnostiquen y planeen acciones, como apoyar con decisión política, económica, tecnológica y logística los procesos sociales de planeación y acción participativos, como es el caso del Plan de Acción Ambiental Local de San Antonio de Prado, teniendo en cuenta que su implementación no puede depender exclusivamente de los recursos de Presupuesto Participativo, que sólo alcanzan a cubrir la exigencia económica del 5 – 10% de los proyectos PAAL 2007-2019.

Al observar la situación histórica de la calidad del agua en muchas quebradas de San Antonio de Prado, puede verse que hay una correlación entre el nivel de inversiones públicas y el estado de calidad, y como al debilitarse esta inversión hay una repercusión en la pérdida de calidad, tal como se plasma en el mapa de 2015, con relación a 2013, cuando los trayectos de alerta aumentan (hubo menos inversiones para el ambiente por la vía de PP), mientras se presenta mejoramiento entre 2009 y 2013, cuando correlativamente las inversiones fueron mayores y además las inversiones por recursos ordinarios fueron superiores.

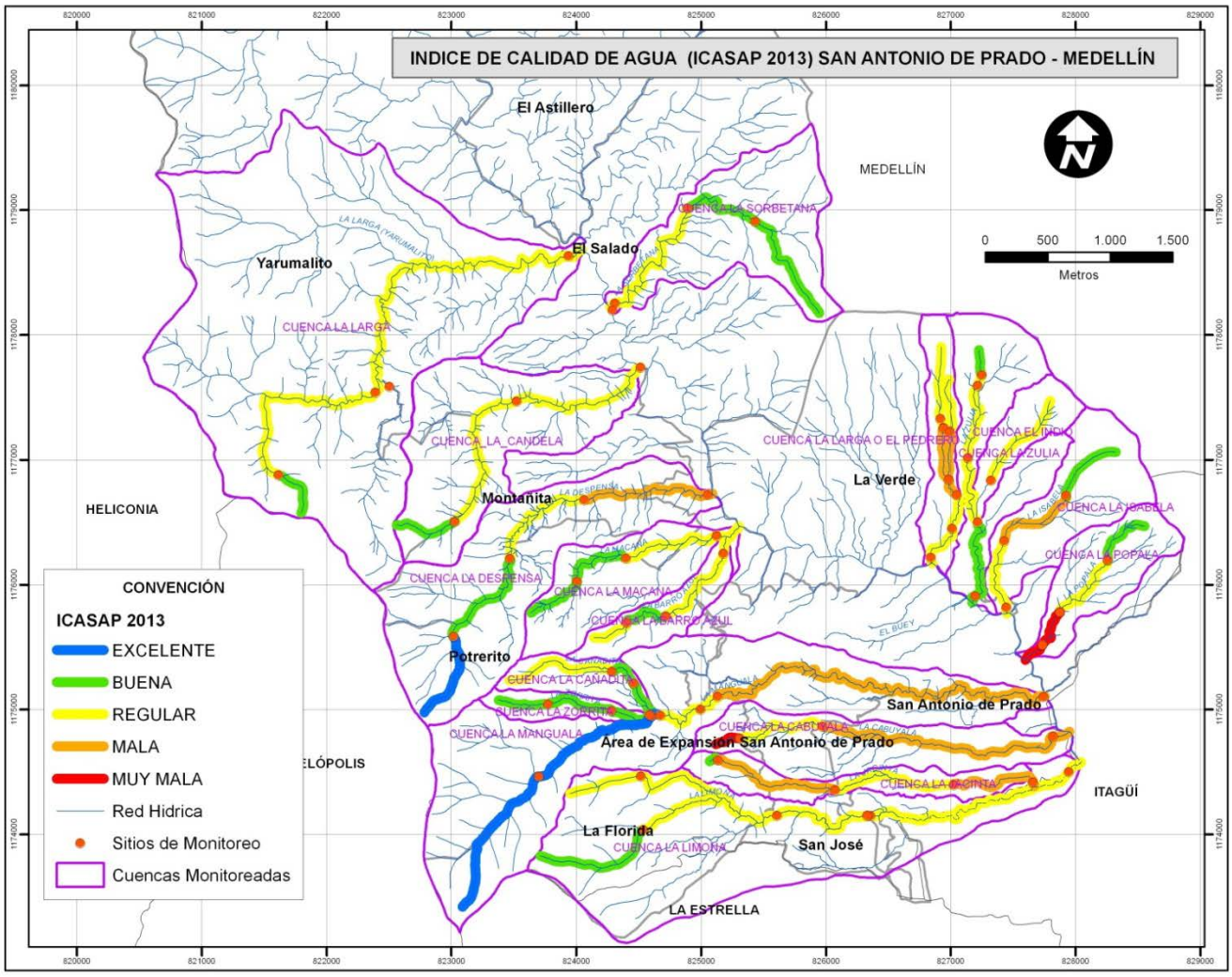
En los mapas históricos 5, 6, 7 y 8 (correspondientes a 2009, 2012, 2013 y 2015 respectivamente) que muestran los trayectos de las quebradas incluidas en este estudio, puede hacerse una corroboración visual de la situación antes nombrada.



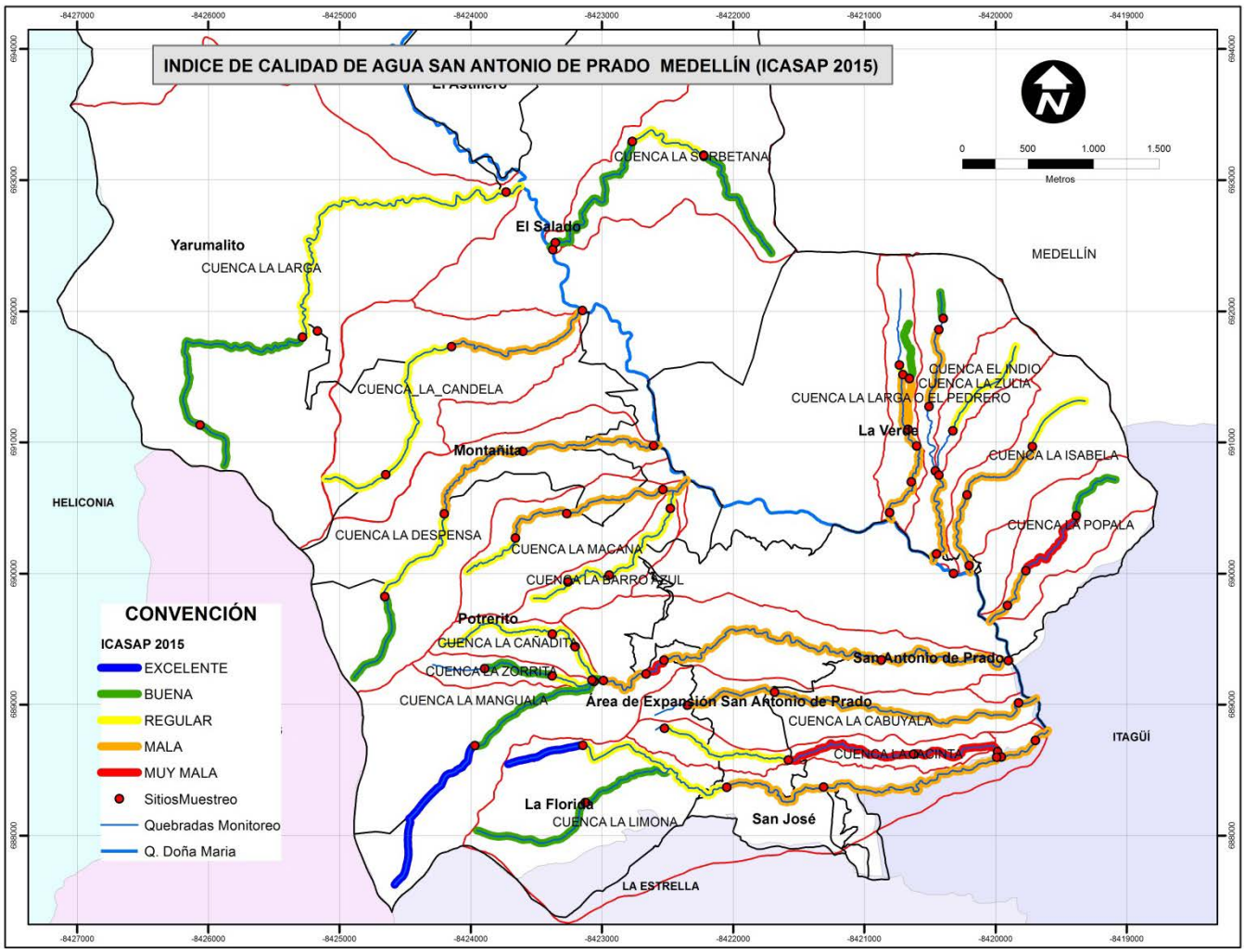
Mapa 5. Índice de Calidad de Agua (ICA SAP) en 2009. (Tomado de SMAM, 2012)



Mapa 6. Índice de Calidad de Agua (ICASAP) en 2012. (Tomado de SMAM, 2012)



Mapa 7. Índice de Calidad de Agua (ICASAP) en 2013 (Tomado de SMAM, 2013)



Mapa 8. Índice de Calidad de Agua (ICASAP), en quebradas del sur, durante 2015

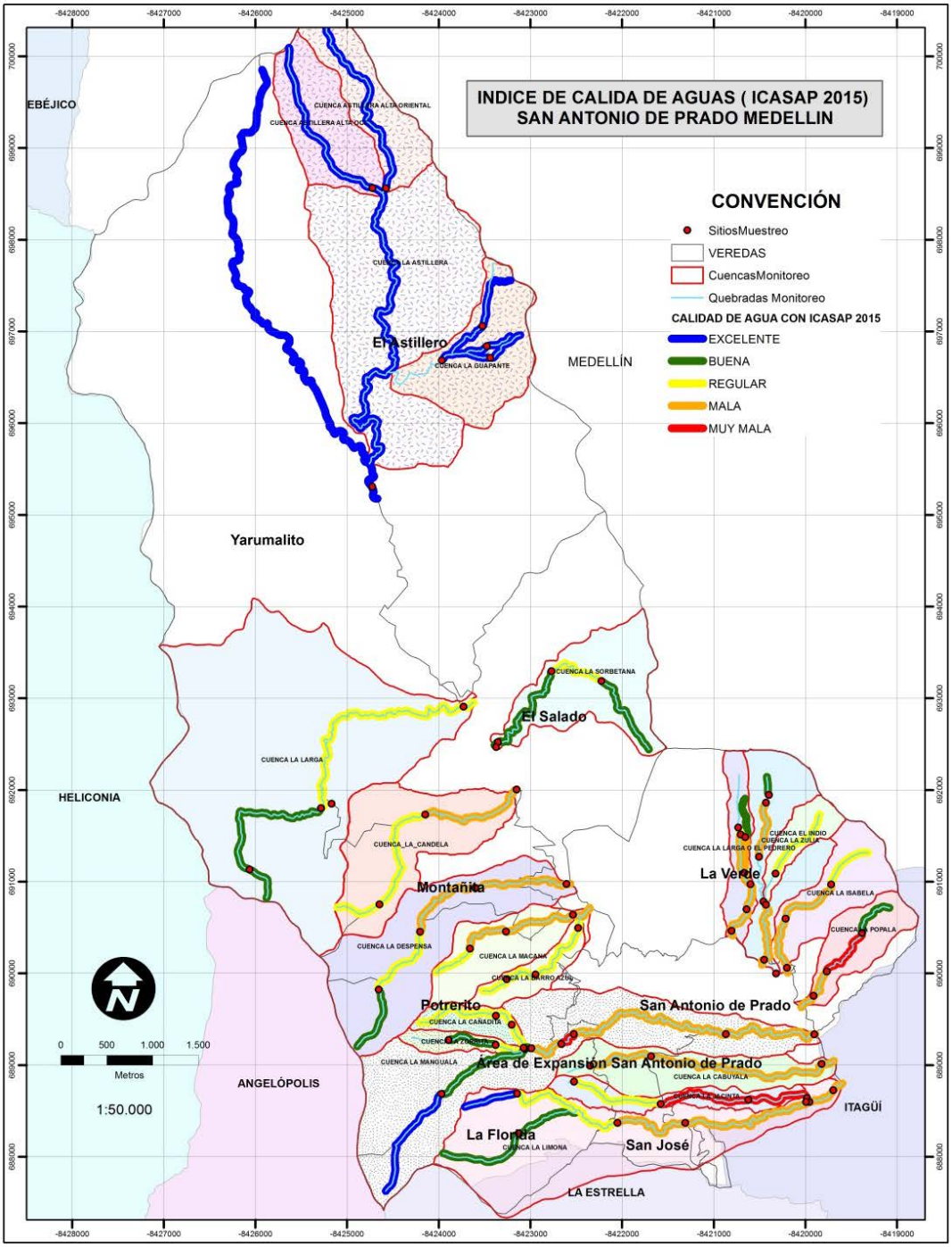
Para 2015 se evaluaron además varios sitios en algunas quebradas del norte del corregimiento, asociadas a las reservas en Astilleros, así como un sitio en la Doña María alta (junto a la bocatoma de EPM), cuyas valoraciones se aprecian en el mapa 9.



Mapa 9 Índice de Calidad de Agua (ICASAP), en quebradas del norte de SAP, durante 2015

De esta manera puede observarse que la zona norte del corregimiento es estratégica para su sostenibilidad futura, mientras las cuencas de la zona centro y sur lo son en la actualidad (mapa 10). De ahí se deriva que una visión de mediano y largo plazo obliga a considerar la adquisición de predios en las veredas Astilleros y Yarumalito, con el fin de garantizar el suministro de agua para la demanda creciente por parte del proceso urbanístico, pero también de la demanda creciente por parte de la producción agropecuaria intensiva que se realiza en confinamiento (piaras, establos, invernaderos, etc.), en esa medida el equilibrio urbano-rural del corregimiento depende en gran medida de su zona norte como despensa de los servicios y bienes ambientales que demandará el

corregimiento dentro de unos 5 – 10 años más. En este mapa además se aprecia con claridad como en gran medida la mejor calidad del agua se encuentra asociada a aquellas zonas que cuentan con predios públicos destinados a la conservación ambiental, con fines de provisión de bienes y servicios ecosistémicos en especial el agua para acueductos.



Mapa 10 Índice de Calidad de Agua (ICASAP), en quebradas de SAP, durante 2015

En el gráfico 41 pueden observarse algunos de los sitios muestreados durante 2015



Gráfico 41. Algunos sitios muestreados en quebradas de San Antonio de Prado durante 2015

6. MONITOREO DEL ESTADO AMBIENTAL AGUA EN QUEBRADAS ASOCIADAS A RESERVAS Y DEL ESTADO AMBIENTAL DE HUMEDALES

Durante 2015, se realizó además una evaluación de la calidad de las aguas en las partes altas de las quebradas asociadas a las reservas en San Antonio de Prado y del estado ambiental de los humedales identificados en 2013.

En total se evaluaron fisicoquímicamente 21 sitios y 16 en bioindicación. Se consideraron la Manguala Alta (2 sitios), la Limona 1 y 2 altas, la Guapante alta (4 sitios en 3 brazos), la Astillera alta (2 brazos), los humedales de Potrerito, Yarumalito, Astilleros, El Barcino, y los de La Florida. Además se realizó una evaluación de seguimiento del estado de intervención en todos los humedales considerados en 2013.

En los mapas 9 y 10 puede observarse la ubicación de los sitios altos en las quebradas del norte del corregimiento (asociadas a las reservas) y en cuanto a las quebradas del sur, en las reservas corresponden a los mismos tradicionales en la Limona y Manguala, pero en el caso de la Manguala se agregó uno nuevo ubicado en los límites bajos de la reserva.

Metodología

Para el caso de los sitios muestreados en quebradas se siguió la metodología empleada en el monitoreo de las cuencas básicas descrito en el numeral 6. En el caso de los humedales se siguió la metodología planteada en el estudio de 2013: se visitaron los respectivos sitios donde se identificaron humedales y se procedió a caracterizar el estado de intervención o conservación, se midió la profundidad de la lámina de agua si estaba presente y en algunos sitios se tomaron muestras de agua para su evaluación en el laboratorio de aguas de Corantioquia y el resto de parámetros se midieron directamente en campo con el instrumento Hanna HI9828. Esta evaluación se complementó con un proceso de bioindicación. En general se buscó identificar el estado actual de uso y manejo, así como la cobertura y posibilidades de recuperación y preservación.

6.1. Humedales

La mayoría de humedales corresponden a pantanales, turberas y pequeñas lagunas, casi todos invadidos por ganadería, mediante procesos de desecamiento intencionado con acequias artificiales que buscan abatir los niveles freáticos y drenar permanentemente estos espacios naturales.

En la tabla 17 puede observarse la información fundamental sobre los mismos y los resultados de la evaluación de su estado ambiental en 2015.

En las fotos aéreas 6 y 7 y en el mapa 11 puede apreciarse la ubicación de los humedales en la parte central, zona de expansión de La Florida, donde se aprecia que en los últimos dos años han desparecido vario humedales por causa de proyectos urbanísticos, a pesar de los llamados y gestiones reiteradas a las autoridades ambientales para que los protegieran frente a la amenaza urbanística. El resto está bajo la misma amenaza actual y es probable que en menos de dos años desaparezcan por la misma causa.

Las organizaciones socioambientales del corregimiento, basados en los estudios de monitoreo y visitas de campo con funcionarios públicos, han denunciado esta falta de control en varias ocasiones, pero si bien se da un compromiso verbal con relación a la protección de estos espacios, en la práctica no se ha realizado, dando la oportunidad a que los urbanistas los destruyan.

Tabla 17. Descripción del estado ambiental de los humedales encontrados en San Antonio de Prado y comparativo 2013-2015

NOMBRE	Ubicación	Perímetro (m)	Área (m^2)	Prof. Max (mt)	Prof. Media (mt)	Descripción	Estado actual	Tipo de humedal	Calidad BMWP/Col (Roldan, 2003)	Calidad ICASAP 2015
HUMEDAL ASTILLERO. Sit 1	Zona Rural	144	768	1,2	0,6	Pequeña laguna asociada a nivel freático aflorante, con lámina presente durante todo el año, rodeada de rastrojos bajos que antes eran potreros antiguos. Actualmente está bajo protección por tratarse de predio público. Corresponde a humedal de recarga.	Bueno	Recarga	ACEPTABLE	REGULAR
HUMEDAL YARUMALITO	Zona Rural	260	2.762	0,8	0,2	Humedal invadido por ganadería. Su superficie está cubierta de pasto Kikuyo que ha logrado invadir. Ha sido objeto de drenaje mediante la construcción de zanjas. Corresponde a humedal de recarga y presenta lamina superficial la mayor parte del año. Su aislamiento con alambre de púas es deficiente	Regular	Nivel Freático aflorado	ACEPTABLE	REGULAR
HUMEDAL 1 BARCINO	Zona Rural	108	755	0,3	0,1	Pantanal asociado a humedal de descarga. Ha tenido un aislamiento que aún se conserva, fue sembrado con Guadua para mejor conservación. Si bien se ubica en predio privado el propietario tiene la voluntad de protegerlo.	Regular	Descarga		
HUMEDAL LA VERDE	Zona Rural	356	8.861	1	0,2	Pantanal asociado a zona de recarga. Se encuentra en proceso de restauración con rastrojeras, luego de haber sufrido un movimiento en masa de gran tamaño, hace cerca de 6 años. Se asocia con la zona de nacimiento de la Q. Piedra Gorda.	Bueno	Recarga		
HUMEDAL 1 LA FLORIDA	Zona Rural	197	2.682	0,4	0,1	Pantanal invadido por ganadería. Sufre drenajes mediante acequias artificiales. Corre gran riesgo de desaparición por la expansión urbanística, aunque en la actualidad está	Malo	Tránsito		

NOMBRE	Ubicación	Perímetro (m)	Área (m^2)	Prof. Max (mt)	Prof. Media (mt)	Descripción	Estado actual	Tipo de humedal	Calidad BMWP/Col (Roldan, 2003)	Calidad ICASAP 2015
						relacionado con los espacios de una institución educativa				
HUMEDAL 2 LA FLORIDA	Zona Rural	243	3.546	0,4	0,1	Pantanal invadido por ganadería. Sufre drenajes mediante acequias artificiales.	Malo	Tránsito		
HUMEDAL 1 ZORRITA	Zona Rural	88	503	0,4	0,2	Pantanal invadido por ganadería. Sufre drenajes mediante acequias artificiales. Carece de cuidado y tiende a desaparecer.	Regular	Tránsito		
HUMEDAL LA LAGUNA	Zona Rural	29	57	1,2	0,5	Pequeña laguna estacional, asociada a aguas de escorrentía y nivel freático alto. Se encuentra protegida por su propietario. Está rodeada de plantaciones. Humedal de recarga en la cuenca la Manguala. Presenta espejo de agua cerca de 6 meses al año.	Bueno	Recarga	**DUDOSA**	**EXCELENTE**
LAGUNILLA 1 SILENCIO	Zona Rural	28	52	0,5	0,2	Pequeña laguna estacional, asociada a aguas de escorrentía y nivel freático alto. Está invadida por ganadería. Carece de cuidado y tiende a desaparecer.	Malo	Recarga		
LAGUNILLA 2 SILENCIO	Zona Rural	30	54	0,5	0,2	Pequeña laguna estacional, asociada a aguas de escorrentía y nivel freático alto. Está invadida por ganadería. Carece de cuidado y tiende a desaparecer.	Malo	Recarga		
LAGUNILLA 3 SILENCIO	Zona Rural	30	61	0,5	0,2	Pequeña laguna estacional, asociada a aguas de escorrentía y nivel freático alto. Está invadida por ganadería. Carece de cuidado y tiende a desaparecer.	Malo	Recarga		
LAGUNILLA 4 SILENCIO	Zona Rural	30	58	0,5	0,2	Pequeña laguna estacional, asociada a aguas de escorrentía y nivel freático alto. Está invadida por ganadería. Carece de cuidado y tiende a desaparecer.	Malo	Recarga		

NOMBRE	Ubicación	Perímetro (m)	Área (m^2)	Prof. Max (mt)	Prof. Media (mt)	Descripción	Estado actual	Tipo de humedal	Calidad BMWP/Col (Roldan, 2003)	Calidad ICASAP 2015
ÁREA PROCESO TURBIDIZACIÓN	Zona Rural	288	3.488	0,1	0,02	Pequeñas turberas asociadas a nivel freático alto durante muchos meses al año, bajo condiciones de bosques nublados, rodeadas por rastrojos altos y bosques secundarios. Actualmente están bajo peligro por los daños de paseantes y turismo. Se encuentra en parte en predio público bajo conservación.	Bueno	Recarga		
ÁREA PROCESO TURBIDIZACIÓN 2	Zona Rural	625	9.490	0,1	0,02	Pequeñas turberas asociadas a nivel freático alto durante muchos meses al año, bajo condiciones de bosques nublados, rodeadas por rastrojos altos y bosques secundarios. Actualmente están bajo peligro por los daños de paseantes y turismo. Se encuentra en parte en predio público bajo conservación.	Bueno	Recarga		
ÁREA PROCESO TURBIDIZACIÓN 3	Zona Rural	354	4.601	0,1	0,02	Pequeñas turberas asociadas a nivel freático alto durante muchos meses al año, bajo condiciones de bosques nublados, rodeadas por rastrojos altos y bosques secundarios. Actualmente están bajo peligro por los daños de paseantes y turismo. Se encuentra en parte en predio público bajo conservación.	Bueno	Recarga		
HUMEDAL ALTA MANGUALA	Zona Rural	114	522	0,5	0,2	Pequeña laguna estacional, asociada a aguas de escorrentía y nivel freático alto. Está rodeada por rastrojos y bosques secundarios. Se ubica dentro de la reserva la Manguala.	Bueno	Recarga		
HUMEDAL LIMONA MEDIA	Zona Rural	73	377	0,3	0,1	Pantanal de transito de la quebrada Limona. Invadido por ganadería. Carece de cuidado y tiende a desaparecer.	Malo	Tránsito		

NOMBRE	Ubicación	Perímetro (m)	Área (m^2)	Prof. Max (mt)	Prof. Media (mt)	Descripción	Estado actual	Tipo de humedal	Calidad BMWP/Col (Roldan, 2003)	Calidad ICASAP 2015
HUMEDAL 2 EN BARCINO	Zona Rural	138	995	0,5	0,1	Humedal de recarga y tránsito. Invadido por ganadería. Presenta aislamiento en mal estado. Muestra lamina superficial durante mínimo 11 meses en el año. Carece de cuidado y corre riesgo de desaparecer por drenajes artificiales y uso en ganadería.	Regular	Tránsito	ACEPTABLE	BUENA
HUMEDAL 2 ZORRITA	Zona Rural	202	2.076	0,4	0,2	Pantanal de transito asociado a la quebrada la Zorrita. En 2015 fue completamente destruido con infraestructura de drenaje realizada por Ecopetrol. Este fue uno de los mejores humedales (pantanal) hasta 2003, pero con las obras de gran ingeniería de Ecopetrol fue destruido casi completamente.	Malo, casi destruido	Tránsito		
HUMEDAL 1 GUINEÍTA	Zona de expansión urbana	138	1.162	0,4	0,2	Pantanal de tránsito. A partir de 2015 fue completamente destruido por una Urbanización que construyo filtros de gran tamaño y los seco para construir viviendas en su superficie.	Destruido o inexistente	Tránsito		
HUMEDAL 2 GUINEÍTA	Zona de expansión urbana	288	1.886	0,4	0,2	Pantanal de tránsito. A partir de 2015 fue completamente destruido por una Urbanización que construyo filtros de gran tamaño y los seco para construir viviendas en su superficie.	Destruido o inexistente	Tránsito		
Humedal IGLESIA - Sit 3	Zona de expansión urbana	367	2.190	0,5	0,2	Pantanal invadido por ganadería. Sufre drenajes mediante acequias artificiales. Es humedal de tránsito, en predio privado y presenta lámina superficial la mayor parte del año. Carece de cuidado y tiende a desaparecer. Es el que presenta mayor riesgo de desaparecer a corto plazo por causa del	Malo	Tránsito		

NOMBRE	Ubicación	Perímetro (m)	Área (m^2)	Prof. Max (mt)	Prof. Media (mt)	Descripción	Estado actual	Tipo de humedal	Calidad BMWP/Col (Roldan, 2003)	Calidad ICASAP 2015
						urbanismo				
HUMEDAL 3 GUINEÍTA	Zona de expansión urbana	123	555	0,4	0,2	Pantanal de tránsito. A partir de 2015 fue completamente destruido por una Urbanización que construyo filtros de gran tamaño y los seco para construir viviendas en su superficie.	Destruido o inexistente	Tránsito		
HUMEDAL GUINEA	Zona de expansión urbana	151	641	0,4	0,2	Pantanal de tránsito. Hasta 2014 presentaba acequias artificiales para drenarlo. A partir de 2015 se encuentra en proceso de abatimiento del nivel freático para establecer urbanizaciones.	Malo	Tránsito		
HUMEDAL 2 AFLUENTE GUINEA	Zona de expansión urbana	143	633	0,4	0,2	Pantanal de tránsito. Hasta 2014 presentaba acequias artificiales para drenarlo. A partir de 2015 se encuentra en proceso de abatimiento del nivel freático para establecer urbanizaciones.	Malo	Tránsito		
HUMEDAL 1 AFLUENTE GUINEA	Zona de expansión urbana	36	62	0,4	0,2	Pantanal de tránsito. Hasta 2014 presentaba acequias artificiales para drenarlo. A partir de 2015 fue completamente destruido.	Malo	Tránsito		
HUMEDAL ASTILLEROS Sit 2	Zona Rural	144	768	1,2	0,6	Pequeña laguna asociada a nivel freático superficial, con lámina presente durante todo el año, rodeada de rastrojos bajos que antes eran potreros antiguos. Actualmente está bajo protección Por tratarse de predio público. Corresponde a humedal de recarga.	Bueno	Recarga	**ACEPTABLE**	**BUENA**
Humedal IGLESIA - Sit 4	Zona de expansión urbana	367	2.190	0,5	0,2	Pantanal invadido por ganadería. Sufre drenajes mediante acequias artificiales. Es humedal de tránsito en predio privado y presenta lámina superficial la mayor parte del año. Es el que presenta mayor riesgo de	Malo	Tránsito		

NOMBRE	Ubicación	Perímetro (m)	Área (m^2)	Prof. Max (mt)	Prof. Media (mt)	Descripción	Estado actual	Tipo de humedal	Calidad BMWP/Col (Roldan, 2003)	Calidad ICASAP 2015
						desaparecer a corto plazo por causa del urbanismo				
Humedal IGLESIA - Sit 1	Zona de expansión urbana	367	2.190	0,5	0,2	Pantanal invadido por ganadería. Sufre drenajes mediante acequias artificiales. Es humedal de tránsito en predio privado y presenta lámina superficial la mayor parte del año. Es el que presenta mayor riesgo de desaparecer a corto plazo por causa del urbanismo	Malo	Tránsito		
Humedal IGLESIA - Sit 2	Zona de expansión urbana	367	2.190	0,5	0,2	Pantanal invadido por ganadería. Sufre drenajes mediante acequias artificiales. Es humedal de tránsito en predio privado y presenta lámina superficial la mayor parte del año. Es el que presenta mayor riesgo de desaparecer a corto plazo por causa del urbanismo	Malo	Tránsito		

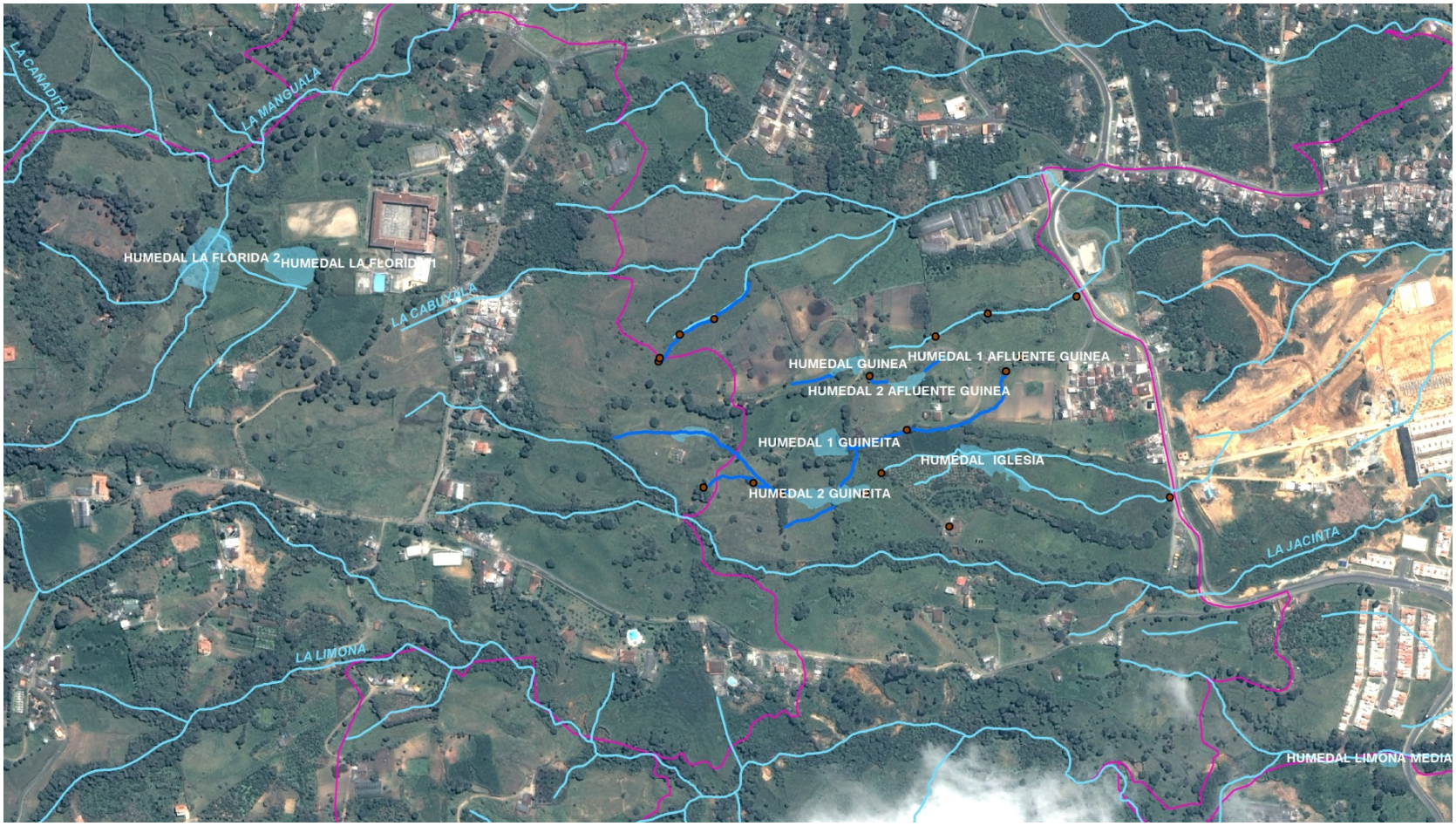


Foto aérea 6. Vista panorámica de los sitios con humedales en La Florida, 2013

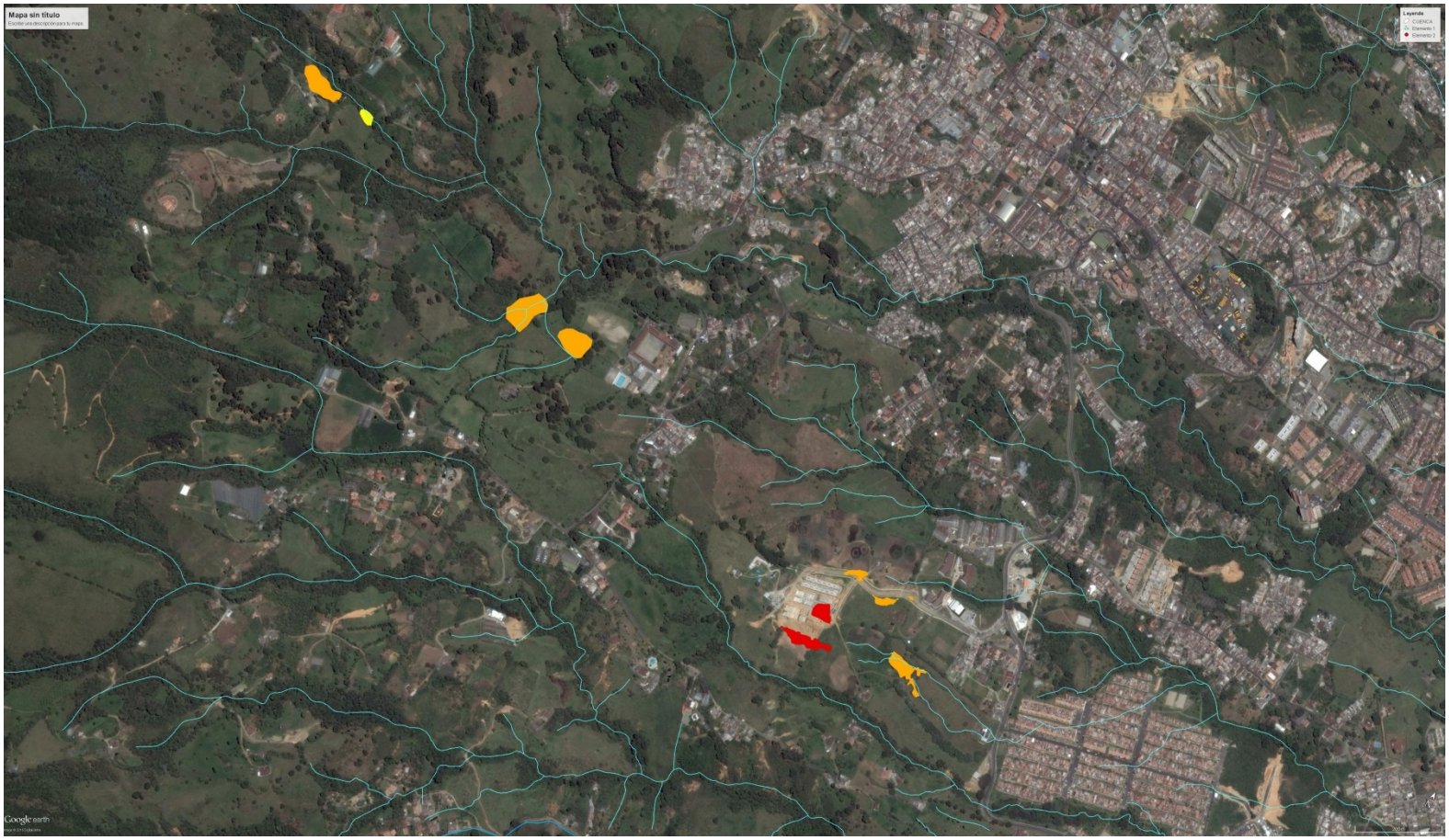
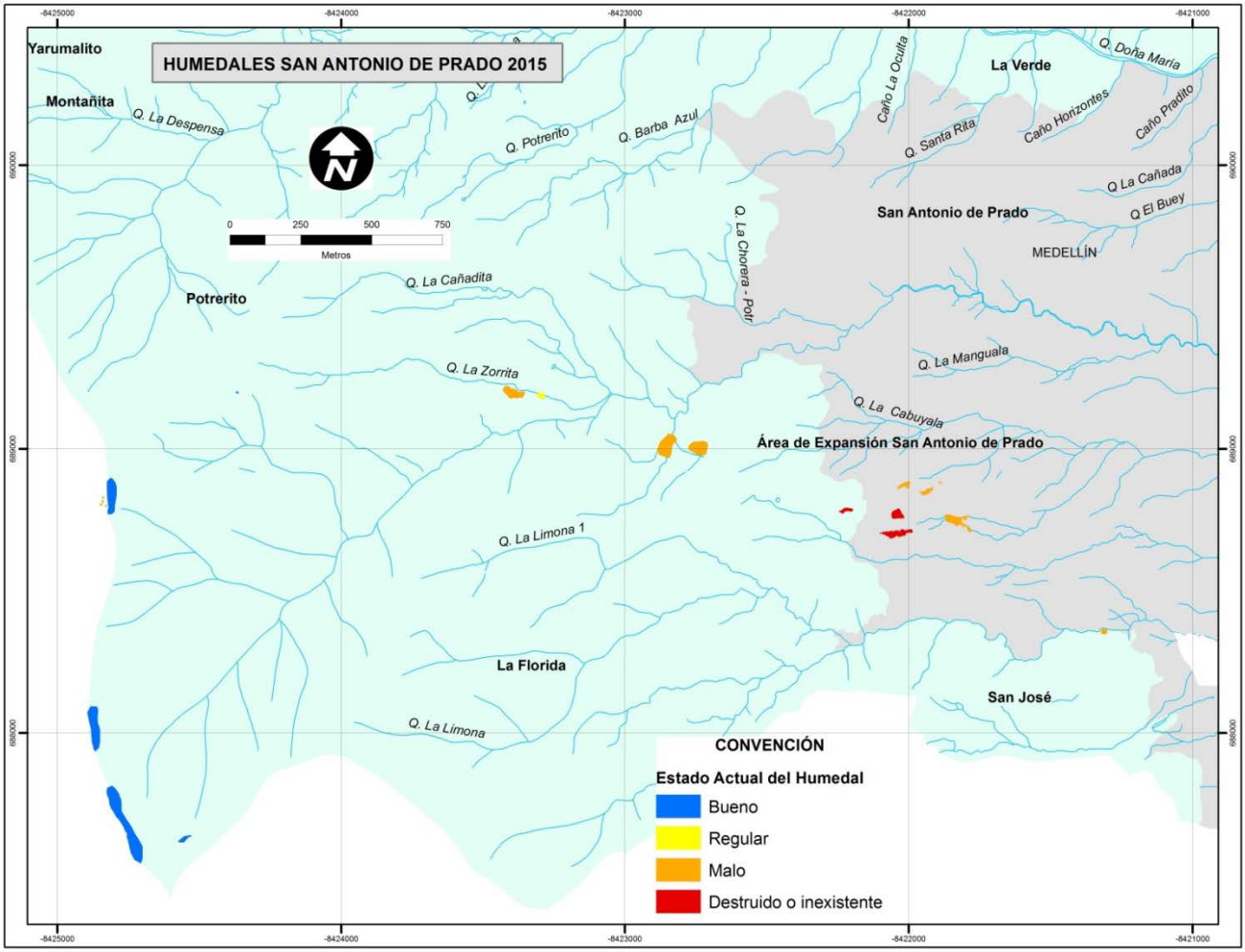


Foto aérea 7. Vista panorámica de los sitios con humedales en la zona de expansión de La Florida, 2015 (en rojo los actualmente desaparecidos)



Mapa 11. Ubicación de los humedales en la zona sur de SAP, 2015 (en rojo han desaparecido, en naranja en grave riesgo y en azul, sin riesgo o poco riesgo)

En resumen la mayoría de humedales identificados en 2013 están en grave riesgo de desaparición debido principalmente a las presiones urbanísticas y carencia de control por parte de las autoridades. Es probable que en menos de 5 años todos los humedales de la zona de expansión urbana hayan desaparecido y la mayoría de los ubicados en la parte baja y media de la veredas Potrerito y La Florida también hayan desaparecido o sufrido afectaciones irreversibles como las ocurridas en el humedal de Potrerito, en los retiros de la quebrada La Zorrita, donde toda el área fue drenada con grandes filtros, el paisaje fue completamente reconformado con maquinaria de grandes especificaciones y las

coberturas originales sustituidas por otras, con el fin de dar "seguridad" contra movimientos en masa que pudieran afectar la tubería de Ecopetrol que cruza el humedal (ver fotos 4 a 7).



Fotos 4 a 7. Obras para el drenaje forzado con zanja perimetral, filtros y reconformación del paisaje en la zona del humedal 2 de La Zorrita, en la vereda Potrerito, incluyendo intervención de cauce. Esta obra fue construida por Ecopetrol, y prácticamente destruyó en su totalidad el antiguo humedal.

En la zona urbana el caso más dramático ocurrido fue la desaparición de varios humedales (al menos 3 que estaban relacionados entre sí) reportados desde 2013, a causa de la construcción de un proyecto urbanístico que aún continúa en construcción. En las fotos puede apreciarse como la zona fue drenada mediante grandes filtros y luego construida. En las fotos 8 y 9, puede apreciarse su estado en 2014 y el estado actual en 2015, en las fotos 10 a 13.



Fotos 8 y 9. Obras para el drenaje forzado de los pantanales de La Florida, con grandes filtros y reconformación del paisaje, durante 2014



Fotos 10 a 13. Situación de los humedales de La Florida en 2015 y 2016. Arriba construcciones terminadas sobre los humedales de La Guineíta, abajo panorámica que deja ver el humedal de La

Iglesia y detalle de la lámina de agua. Este humedal está en grave riesgo debido a que ya hay proyecta una nueva urbanización en el sitio

En contraste otros humedales, en la zona rural, se encuentran en muy buen estado ambiental, sin intervenciones notables o completamente protegidos, como en el caso de las pequeñas lagunas de Potrerito (estacional) y Astilleros (permanente)



Fotos 14 a 19. Situación de los humedales en Potrerito y Astilleros. Se trata de pequeños cuerpos de agua con lámina superficial entre 6 y 11 meses al año.

No obstante en la zona rural, en sectores que no tienen presiones urbanísticas también se encuentran humedales en peligro, debido a la fuerte presión de la ganadería, como en el caso de los humedales de Yarumalito y del Barcino 2.





Fotos 20 a 24. Situación de los humedales en Yarumalito y Barcino (El Salado). Se trata de pantanales con lámina superficial todo el año. Están bajo presión ganadera.

En la tabla 18, se muestra a modo de semáforo de alerta el estado ambiental y la situación de riesgo en que están los humedales identificados en San Antonio de Prado. Los humedales con color amarillo, anaranjado y rojo deberían ocupar la mayor atención y control por parte de las autoridades ambientales y la comunidad local, en procura de su defensa y protección o de su restauración.

Tabla 18. Nivel de alerta sobre el estado de riesgo de humedales en SAP, 2015

NOMBRE	Ubicación	Estado actual	Nivel de alerta
HUMEDAL ASTILLERO. Sit 1	Zona Rural	Bueno	NINGUNO
HUMEDAL YARUMALITO	Zona Rural	Regular	MEDIO
HUMEDAL 1 BARCINO	Zona Rural	Regular	BAJO
HUMEDAL LA VERDE	Zona Rural	Bueno	BAJO
HUMEDAL 1 LA FLORIDA	Zona Rural	Malo	MEDIO
HUMEDAL 2 LA FLORIDA	Zona Rural	Malo	MEDIO
HUMEDAL 1 ZORRITA	Zona Rural	Regular	MUY ALTO
HUMEDAL LA LAGUNA	Zona Rural	Bueno	NINGUNO
LAGUNILLA 1 SILENCIO	Zona Rural	Malo	MEDIO
LAGUNILLA 2 SILENCIO	Zona Rural	Malo	MEDIO
LAGUNILLA 3 SILENCIO	Zona Rural	Malo	MEDIO
LAGUNILLA 4 SILENCIO	Zona Rural	Malo	MEDIO
ÁREA PROCESO TURBIDIZACIÓN	Zona Rural	Bueno	BAJO
ÁREA PROCESO TURBIDIZACIÓN 2	Zona Rural	Bueno	BAJO
ÁREA PROCESO TURBIDIZACIÓN 3	Zona Rural	Bueno	BAJO

NOMBRE	Ubicación	Estado actual	Nivel de alerta
HUMEDAL ALTA MANGUALA	Zona Rural	Bueno	NINGUNO
HUMEDAL LIMONA MEDIA	Zona Rural	Malo	ALTO
HUMEDAL 2 EN BARCINO	Zona Rural	Regular	MEDIO
HUMEDAL 2 ZORRITA	Zona Rural	Malo, casi destruido	MEDIO
HUMEDAL 1 GUINEÍTA	Zona de expansión urbana	Destruido o inexistente	MUY ALTO
HUMEDAL 2 GUINEÍTA	Zona de expansión urbana	Destruido o inexistente	MUY ALTO
Humedal IGLESIA - Sit 3	Zona de expansión urbana	Malo	MUY ALTO
HUMEDAL 3 GUINEÍTA	Zona de expansión urbana	Destruido o inexistente	MUY ALTO
HUMEDAL GUINEA	Zona de expansión urbana	Malo	ALTO
HUMEDAL 2 AFLUENTE GUINEA	Zona de expansión urbana	Malo	ALTO
HUMEDAL 1 AFLUENTE GUINEA	Zona de expansión urbana	Malo	ALTO
HUMEDAL ASTILLEROS Sit 2	Zona Rural	Bueno	NINGUNO
Humedal IGLESIA - Sit 4	Zona de expansión urbana	Malo	MUY ALTO
Humedal IGLESIA - Sit 1	Zona de expansión urbana	Malo	MUY ALTO
Humedal IGLESIA - Sit 2	Zona de expansión urbana	Malo	MUY ALTO

COLOR DE ALERTA PARA EL ESTADO DE RIESGO DE HUMEDALES EN SAP				
NINGUNO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO

6.2. Calidad del agua en humedales y quebradas asociadas a las reservas

Durante el segundo semestre de 2015 la calidad del agua en las partes altas de las corrientes asociadas a las AIE de San Antonio de Prado, mostraron una calidad de agua excelente, como era de esperarse, no obstante la parte alta de la Limona 2, arrojó una calidad regular, como resultado en parte del estado de Coliformes (el sitio de muestreo se realizó en el tradicional sitio y no exactamente a la salida de la reserva, por lo cual aún recibe una leve influencia de 2 predios, pero también hubo influencia por la turbidez

derivada de un socavamiento activo, sobre un perfil de arcillas blancas que enturbia levemente el agua y finalmente, pero el factor más influyente fue la Conductividad Eléctrica que no cumple según los criterios de objetivos de calidad para el tramo 3 del río Aburrá.

En contraste los humedales muestran calidades variables desde el punto de vista fisicoquímico y de patógenos: excelente en el humedal de Potrerito, buena en los humedales de Astilleros y Barcino y regular en el humedal de Yarumalito.

Es de resaltar el contraste notable entre dos sitios del humedal de Astilleros, donde dependiendo del sitio de muestreo (sombreado o no) mostraba muy notables diferencia en cuanto al oxígeno disuelto y su saturación, lo que determinó una calificación de calidad entre regular y buena. Esto se explica por la baja recirculación en esta pequeña laguna, que influye en que en los sitios que reciben mayor radiación directa la fotosíntesis por algas y plantas acuáticas está más activa y por consiguiente la producción de oxígeno. Por otro lado este pequeño cuerpo de agua está rodeado de vegetación que trata de invadir el espejo de agua y deposita constantemente residuos vegetales que unido al hecho de encontrarse en una zona de altura con bajas temperaturas hace que la degradación de la materia orgánica sea más lenta y propicie la producción de ácidos húmicos y fúlvicos que colorean el agua con tonalidades cafés y aumentan levemente su acidez; no obstante se trata de fenómenos naturales, sin incidencia humana.

En la tabla 19 puede observarse los resultados de laboratorio y de campo para los parámetros más relevantes desde el punto de vista fisicoquímico y de patógenos, tanto para los humedales evaluados como para las quebradas asociadas a la reservas y monitoreadas en el segundo semestre de 2015.

Tabla 19. Valores en algunos parámetros e índice de calidad en humedales y partes altas de quebradas asociadas a las reservas en SAP, 2015

QUEBRADA	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	DBO_5 total (mg O_2/L)	DQO total (mg O_2/L)	Oxígeno disuelto (mg/L)	SAT. OD (% sat)	pH (unidades de pH)	C.E. (µS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)	TEMP. AGUA (ºC)	DBO_5/DQO	CALIDAD BMWP/Col (Según Roldan, 2003) 2015-sem II	CALIDAD ICASAP 2015 (V1) 2015-sem II	ESTADO ACTUAL	TIPO HUMEDAL
MANGUALA ALTA (Salida Reserva)	4.611	169	2	12	7,33	93,35	7,96	53,10	27,00	0,784	14,67	0,17	BUENA	EXCELENTE		
MANGUALA ALTA (Bocatoma)	3.103	52	2	12	7,72	99,10	8,03	51,11	26,00	4,21	14,44	0,17	ACEPTABLE	EXCELENTE		
LIMONA 1 Alta	3.873	408	2	12	7,46	98,18	7,64	48,38	24,12	0,619	16,26	0,17	DUDOSA	EXCELENTE		
LIMONA 2 Alta	8.200	970	2	12	6,80	88,87	7,69	93,22	46,91	12,3	15,94	0,17	ACEPTABLE	REGULAR		
GUAPANTE ALTA Afluente 1	3.654	41	2	12	6,04	81,49	6,87	48,80	24,11	1,63	15,74	0,17	BUENA	EXCELENTE		
GUAPANTE ALTA Afluente 2	2.247	31	2	12	6,44	86,14	7,23	38,15	19,00	1,68	15,3	0,17	BUENA	EXCELENTE		
GUAPANTE ALTA (Bocatoma)	12.033	107	2	12	7,29	96,10	7,54	37,00	19,00	1,34	14,55	0,17	BUENA	EXCELENTE		

QUEBRADA	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	DBO_5 total (mg O_2/L)	DQO total (mg O_2/L)	Oxígeno disuelto (mg/L)	SAT. OD (% sat)	pH (unidades de pH)	C.E. (µS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)	TEMP. AGUA (ºC)	DBO_5/DQO	CALIDAD BMWP/Col (Según Roldan, 2003) 2015-sem II	CALIDAD ICASAP 2015 (V1) 2015-sem II	ESTADO ACTUAL	TIPO HUMEDAL
GUAPANTE ALTA Vía	5.475	63	2	12	7,73	102,33	7,73	28,90	14,94	1,84	15,52	0,17	BUENA	EXCELENTE		
ASTILLERA ALTA - Afluente 1	1.872	31	2	12	7,97	104,05	6,64	11,14	6,00	0,522	14,28	0,17	BUENA	EXCELENTE		
ASTILLERA ALTA - Afluente 2	1.444	10	2	12	7,69	99,56	7,10	15,00	8,00	0,308	13,84	0,17	BUENA	EXCELENTE		
Humedal La Laguna - Potrerito	5.794	73	2	12	9,07	125,77	7,53	26,53	13,06	0,65	16,58	0,17	DUDOSA	EXCELENTE	Bueno	Recarga
Laguna Astilleros- sit 1	2755	265	2	65,1	2,54	35,42	6,3	14,43	7,03	2,58	16,33	0,03	ACEPTABLE	REGULAR	Bueno	Recarga
Laguna Astilleros- sit 2	2.755	265	2	65,1	8,68	128,60	6,58	15,00	7,00	2,58	19,23	0,03	ACEPTABLE	BUENA	Bueno	Recarga
Humedal 2 - Barcino	10.760	630	2	12	6,39	89,28	7,40	66,07	32,93	2,35	19,24	0,17	ACEPTABLE	BUENA	Regular	Tránsito
Humedal Yarumalito	22.470	100	14,4	43,2	0,50	7,02	6,64	77,25	38,85	13,3	18,11	0,33	ACEPTABLE	REGULAR	Regular	Nivel Freático aflorado

QUEBRADA	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	DBO_5 total (mg O_2/L)	DQO total (mg O_2/L)	Oxígeno disuelto (mg/L)	SAT. OD (% sat)	pH (unidades de pH)	C.E. (µS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)	TEMP. AGUA (ºC)	DBO_5/DQO	CALIDAD BMWP/Col (Según Roldan, 2003) 2015-sem II	CALIDAD ICASAP 2015 (V1) 2015-sem II	ESTADO ACTUAL	TIPO HUMEDAL
DOÑA MARÍA Media-Salado	12.997	1.421	2	12	8,08	108,88	8,21	78,00	39,00	8,41	18,71	0,17	BUENA	REGULAR		
DOÑA MARÍA Alta (Bocat)	2.739	122	2	12	7,56	98,34	7,84	44,17	22,01	1,89	16,18	0,17	BUENA	EXCELENTE		
Humedal IGLESIA - Sit 1					3,63	56,54	6,63	361,45	180,81		26,28				Malo	Tránsito
Humedal IGLESIA - Sit 2					2,03	31,61	6,59	117,24	58,53		26,73				Malo	Tránsito
Humedal IGLESIA - Sit 3					4,22	60,99	7,24	129,67	64,85		22,45				Malo	Tránsito
Humedal IGLESIA - cauce ingreso					4,55	64,62	7,44	205,95	102,90		21,43				Malo	Tránsito

7. BIOINDICACIÓN EN LOS SITIOS DE MUESTREOS

En 2015 pudo realizarse en la localidad una campaña de muestreo de bioindicadores, centrada en macroinvertebrados, que complementa y ayuda a ajustar los monitoreos físico-químicos y microbiológicos y especialmente ayuda al ajuste de la ecuación de ICASAP, para determinar con mayor claridad el estado ambiental de las quebradas y los impactos en el agua de algunas actividades rurales agropecuarias y urbanas. Para esta actividad se siguió la metodología de BMWP/Col según Roldán, 2003 y Álvarez, 2005 que tienen algunas variaciones y en esa medida permite al presente estudio mejores ajustes de acuerdo con los cruces de resultados de ambas valoraciones y los resultados de laboratorio y campo para los factores físico-químicos y microbiológicos (patógenos), así como con los resultados del estado de retiros de quebradas en los respectivos tramos.

7.1. Macroinvertebrados acuáticos

Los sistemas acuáticos son la principal fuente de vida para gran parte de la biodiversidad del planeta, incluido el ser humano. El 6% de la diversidad de especies biológicas hasta ahora conocida (alrededor de 100,000 especies) se encuentra en los ecosistemas de agua dulce (Dudgeon et al.2006 en Alonso-EguíaLis et al., 2014) y este número sigue en aumento ya que diariamente se descubren nuevas especies. Tan solo en Sudamérica, en menos de cinco años, se descubrieron 465 nuevas especies de peces de agua dulce (Eschmeyer y Fricke 2010 en Alonso-EguíaLis et al., 2014). Por otra parte, los ecosistemas de agua dulce tienen condiciones de diversidad muy particulares, ya que la relación que guarda el área con respecto a la riqueza de especies, es mayor que en cualquier otro ecosistema, fenómeno denominado por Martens (2010) como “paradoja de la biodiversidad del agua dulce”. Además, la tasa de endemismo en los sistemas dulceacuícolas es muy alta, principalmente en los lagos (Groombridge y Jenkins 2002 en Alonso-EguíaLis et al., 2014).

Las perturbaciones de origen antrópico, son las que producen uno de los mayores cambios en los ecosistemas (Marchesse y Paggi, 2004). Entre ellos, los sistemas fluviales ubicados en zonas urbanas se encuentran entre los ambientes más degradados (Pavé y Marchese, 2005), debido a que su deterioro paulatino y constante, es el resultado de la

interacción de aportes de contaminantes, modificación del régimen hidrológico, y cambios en la estructura de los micro hábitats fluviales y riparios (Blakely y Harding, 2005).

Los ríos representan un componente esencial de nuestro patrimonio natural y cultural. Sin embargo, han sufrido un importante deterioro ecológico desde mediados del siglo pasado, debido fundamentalmente a la regulación de los caudales, los encauzamientos, la ocupación de las riberas, la agricultura, la industria y la urbanización (González del Tánago y García de Jalón, 2007; Ladrera, et al. 2013). Como resultado de este deterioro, el 80 por ciento de la población mundial se encuentra actualmente afectada por la degradación de los ríos (Vörösmarty et al., 2010, Ladrera, et al. 2013). Una de las actividades que más afectan las quebradas rurales son las descargas de viviendas cuyo contenido incluye desechos como productos de aseo y heces humanas, además las descargas de actividades agropecuarias y agroindustriales que incluyen plaguicidas y heces de animales, entre otros. Todas estas actividades afectan gravemente a los seres vivos, provocan en los humanos enfermedades como la diarrea, el cólera, entre tantas otras, que en muchos casos son mortales. Además, causan daños irreparables a la naturaleza y a sus especies animales y vegetales, la fauna de las quebradas como los macroinvertebrados acuáticos se ven fuertemente afectada por la contaminación ya que se alteran las condiciones del agua en las que pueden vivir normalmente.

Actualmente, los macroinvertebrados acuáticos, son reconocidos y usados en todas partes del mundo como indicadores de los efectos de las actividades humanas sobre la calidad de los ecosistemas fluviales (Helawell, 1986; Plafkinet al., 1989; Rosenberg y Resh, 1993; Resh et al., 1995; Marchantet al., 1997; Prat et al., 1999; Cauchieet al., 2000; Gaete et al., 2000; Goitia et al., 2001, Figueroa et al., 2003; Xiaocheng et al., 2008). Presentan una variedad de ventajas, en términos comparativos con otros métodos y con otros componentes de la biota acuática (Thorne y Williams, 1997; Figueroa et al., 2003).

Macroinvertebrados en un sentido amplio se podrían definir como “aquellos organismos invertebrados habitantes, en algún momento de su ciclo vital, de hábitats acuáticos, y que son retenidos por mallas de luz entre 200 y 500 µm” (Oscoz-Escudero 2009).

Los macroinvertebrados dulceacuícolas juegan papeles importantes dentro de básicamente todos los procesos ecológicos de los sistemas acuáticos. Energéticamente, las cadenas alimentarias acuáticas se basan en material autóctono y alóctono, los macroinvertebrados son un enlace importante para poder mover ésta energía a diversos niveles tróficos de las cadenas alimentarias acuáticas y controlan la productividad primaria

de los ecosistemas acuáticos, consumiendo gran cantidad de algas y otros microorganismos asociados con el perifiton en ríos o bien con el plancton en lagos (Wallace y Webster 1996, Allan y Castillo 2007 citados por Hanson et al, 2010). Finalmente juegan un papel esencial en la transferencia de energía desde los recursos basales (macrófitos, algas, detritus y microbios asociados) hacia los consumidores superiores, sirviendo de alimento a los peces, así como a las aves y anfibios asociados al medio acuático (González y García, 1995; Rosenberg y Resh, 1993 citados por Hanson et al, 2010).

Los invertebrados se encuentran entre los organismos que mejor se han adaptado a los ecosistemas fluviales, ya que viven en la mayoría de los arroyos y ríos de todo el mundo, con excepción de aquellos más efímeros o muy contaminados (Rodrigues-Capítulo et al, 2009). Al responder rápidamente a las variaciones ambientales, reflejan el grado de integridad ecológica del sistema, no sólo momentáneamente, sino estacionalmente (Hurtado et al, 2010, Roldán 2012). Su sensibilidad ante la degradación ambiental ocasionada por las actividades antrópicas y por los cambios en las condiciones del hábitat les confiere una gran importancia ecológica como indicadores biológicos de la calidad del agua, esta comunidad constituye una importante herramienta para monitoreos y programas de manejo (González y García 1995, Rosenberg y Resh 1993).

En concordancia con lo anterior, los invertebrados se han constituido en el grupo de organismos acuáticos más utilizado para el monitoreo de la condición ambiental de ríos y quebradas, dado los atributos que poseen, entre los que se pueden mencionar: 1) su amplia distribución, tanto a nivel geográfico, como con respecto a la variedad de ambientes que habitan, 2) su gran diversidad taxonómica, la cual resulta en un amplio rango de respuestas ante las perturbaciones o la contaminación, 3) su carácter relativamente sedentario, el cual facilita un análisis espacial de la contaminación, 4) sus ciclos de vida relativamente largos, que permiten observar los efectos de la contaminación a lo largo del tiempo (p.ej. contaminaciones intermitentes o de concentraciones variables) y 5) los métodos de muestreo son sencillos y de bajo costo (Springer 2010, Roldán 2012). De esta manera es posible afirmar que los macroinvertebrados tienen un rol determinante dentro de las interacciones ecológicas en los cuerpos de agua y de acuerdo a su biología y características particulares de respuesta a los cambios ambientales se han convertido en una herramienta muy importante para el uso y aprovechamiento del agua en las diferentes actividades humanas.

7.2. Método BMWP Colombia

El índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) fue creado en Inglaterra en 1970, como un método simple y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como bioindicadores; para la aplicación del índice sólo se requiere llegar hasta el nivel de familia y los datos son cualitativos, es decir, da información de la presencia o ausencia de los organismos.

El índice permite estimar la calidad de un ecosistema acuático a partir de la valoración de las especies acuáticas que habitan en el mismo; se atribuye a cada especie un valor determinado de acuerdo con su tolerancia a la contaminación que va de 1 a 10, de manera que las familias más tolerantes obtienen una menor puntuación que aquellas que requieren una mejor calidad de las aguas en que viven. La suma de los valores obtenidos para cada familia en un punto de muestreo dará el grado de contaminación del mismo. Cuanto mayor sea la suma, menor es la contaminación del punto estudiado.

En Colombia se han realizado algunos trabajos utilizando el índice BMWP, Zúñiga de Cardozo et al. (1997) hicieron una adaptación de este método para algunas cuencas del Valle del Cauca. Reinoso (1998) realizó un estudio del río Combeima en el Departamento del Tolima utilizando el índice. Después, Zamora (1999) hizo una adaptación del índice para la evaluación de la calidad de las aguas epicontinentales en Colombia y Roldán (2001) adaptó el sistema para la cuenca de Piedras Blancas en el Departamento de Antioquia. Finalmente, Roldán (2003) propone la aplicación del índice BMWP para Colombia bajo el nombre de BMWP/Col. como una primera aproximación para evaluar los ecosistemas acuáticos de montaña, ya que en esta región es donde se ha trabajado más intensamente con los macroinvertebrados acuáticos.

Aunque este índice presenta muchas ventajas, al basarse solamente en el nivel sistemático de familia, en unos pocos casos existen géneros dentro de una misma familia con un valor de indicación diferente, debido a que tienen representantes tanto de aguas limpias como de aguas con algún grado de contaminación y se les asigna el mismo valor de la familia. Por ejemplo, en la familia Planorbidae se ha encontrado que el género Biomphalaria tiende a habitar en aguas limpias o con poca contaminación, mientras que el género Drepanotrema tiende hacia aguas contaminadas. Probablemente, la dominancia de uno de estos géneros pueda hacer variar el valor de la familia (Gómez et. al. 2003).

Dadas estas fallas en el método, Álvarez (2006) propone algunas modificaciones para los puntajes asignados a las familias, en su trabajo se pretende refinar más el método propuesto por Roldán (2003), y afirma que la experiencia ha demostrado que algunas familias no tienen ningún valor como organismos indicadores de la calidad del agua, razón por la que fueron excluidas, a otras se les modificó su valor de bioindicación y se agregaron otras familias. Adicionalmente, incluyen los valores de indicación para algunas familias de moluscos, asignados por Gómez, et al. (2.003) y los valores determinados por Posada (2002) para algunas familias del orden Trichoptera. También es importante aclarar que a algunas familias no se les asignó puntuación, debido a que los reportes son escasos y se conoce poco sobre su ecología.

7.3. Metodología

El estudio de la comunidad acuática, tanto para la campaña de los monitoreos básicos en las 19 quebradas (64 sitios) de monitoreo tradicional, como para las fuentes asociadas a las reservas y en los humedales (segunda campaña), se realizó a través de salidas de campo a la zona, donde se muestrearon los macroinvertebrados acuáticos que se encontraban en las quebradas dentro de las estaciones de muestreo, el mismo día y hora en que se realizaron los muestreos de los parámetros físico-químicos y de patógenos (es decir, los muestreos se hicieron simultáneamente por equipos de trabajo independientes). La captura se realizó con una red triangular y se colectaron individuos manualmente haciendo búsqueda libre: levantando rocas, palos y hojas sumergidas en el agua. El esfuerzo de captura por punto de muestreo fue de 30 minutos. Las muestras obtenidas fueron depositadas en recipientes plásticos y preservadas con etanol al 70%, para ser transportadas al laboratorio para su posterior identificación.

El material biológico colectado en campo se identifica taxonómicamente, hasta el nivel máximo posible (familia o género), y se registra el número de individuos a través de la observación con estereomicroscopio y el seguimiento de las claves taxonómicas disponibles: Posada y Roldán (2003), Domínguez y Fernández (2009), Flowers y De la Rosa (2010), Ramírez (2010), Posada-García (2003), Pereira et al (2007). Los individuos identificados son almacenados en recipientes plásticos con alcohol al 70% para generar una colección de macroinvertebrados acuáticos por cada quebrada muestreada, la cual reposará en la sede de la corporación Pro Romeral, para uso público, con fines de educación e investigación, asociados al Observatorio Ambiental Local.

7.4 Resultados de la bioindicación asociada a las 19 quebradas básicas (semestre I de 2015)

A partir de las muestras recolectadas en 64 sitios ubicados en 19 quebradas afluentes de la Doña María, se procesaron e identificaron un total de 9.855 individuos repartidos en 5 phylum, 12 órdenes, 56 familias y 61 géneros.

Estos estudios se realizaron durante el primer semestre de 2015.

La distribución de los individuos dentro de los phylum fue así: Annelida con 899 individuos, Arthropoda con 8.195, Mollusca con 438, y Platyhelminthes con 323 individuos.

De estos el más representativo es el phylum Arthropoda, con registros de los órdenes Coleóptera, Díptera, Ephemeroptera, Hemíptera, Lepidóptera, Odonata, Plecóptera y Trichoptera, donde el orden más representativo es Díptera (Mocas) por presentar 5343 individuos colectados. En cuanto al phylum Annelida los órdenes Haplotaxida (gusanos) y Rhynchobdellida (sanguijuelas) tuvieron un gran aporte con 339 y 488 individuos respectivamente; en el phylum Mollusca los órdenes Basommatophora (caracoles) y Veneroida presentaron 426 y 12 individuos respectivamente. Finalmente en el phylum Plathelmintes el orden Tricladida (planarias) presentó 323 individuos.

La abundancia de macroinvertebrados acuáticos en general fue alta, aunque variable, para la mayoría de las estaciones, las quebradas con mayor número de individuos colectados fueron Limona con 1.094 individuos seguida de Chorrera con 1.079, Popala con 985, Manguala con 937, Despensa 797, Zulia con 549, Macana con 533 e Isabela con 532; las demás quebradas presentaron abundancias entre 54 y 489 individuos (Figura 1).

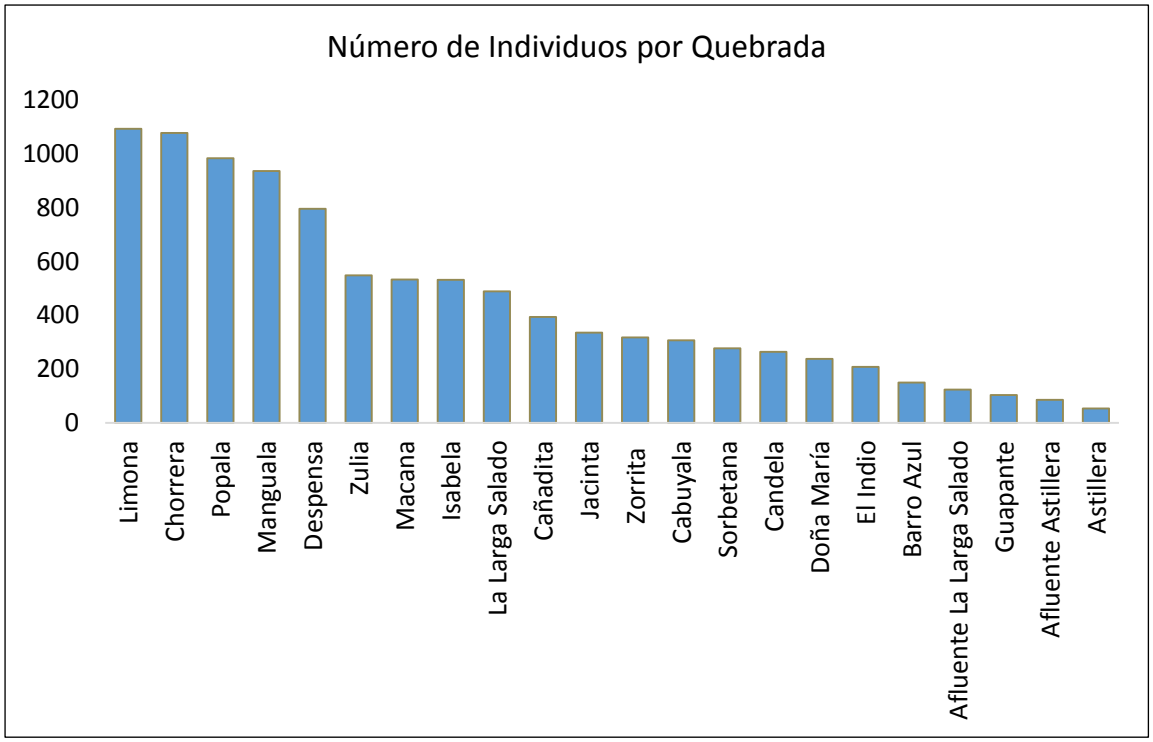


Gráfico 42. Número de individuos por quebrada, en SAP 2015

En cuanto a los puntos de muestreo, correspondientes a los tramos altos, medios y bajos de las diferentes quebradas, se encontró que las estaciones que presentaron mayor número de individuos fueron Chorrera Media Baja 69 (607), Popala Baja (575), Isabela Media (370), Despensa Media Baja (366), Macana Media (302) y Popala Media (300). Las demás estaciones presentaron valores de abundancia entre 7 y 273, donde las menos abundantes fueron Jacinta Media Alta, Zulia Alta, Barro Azul Media y Candela Media con 7, 32, 33 y 36 individuos respectivamente (Figura 2).

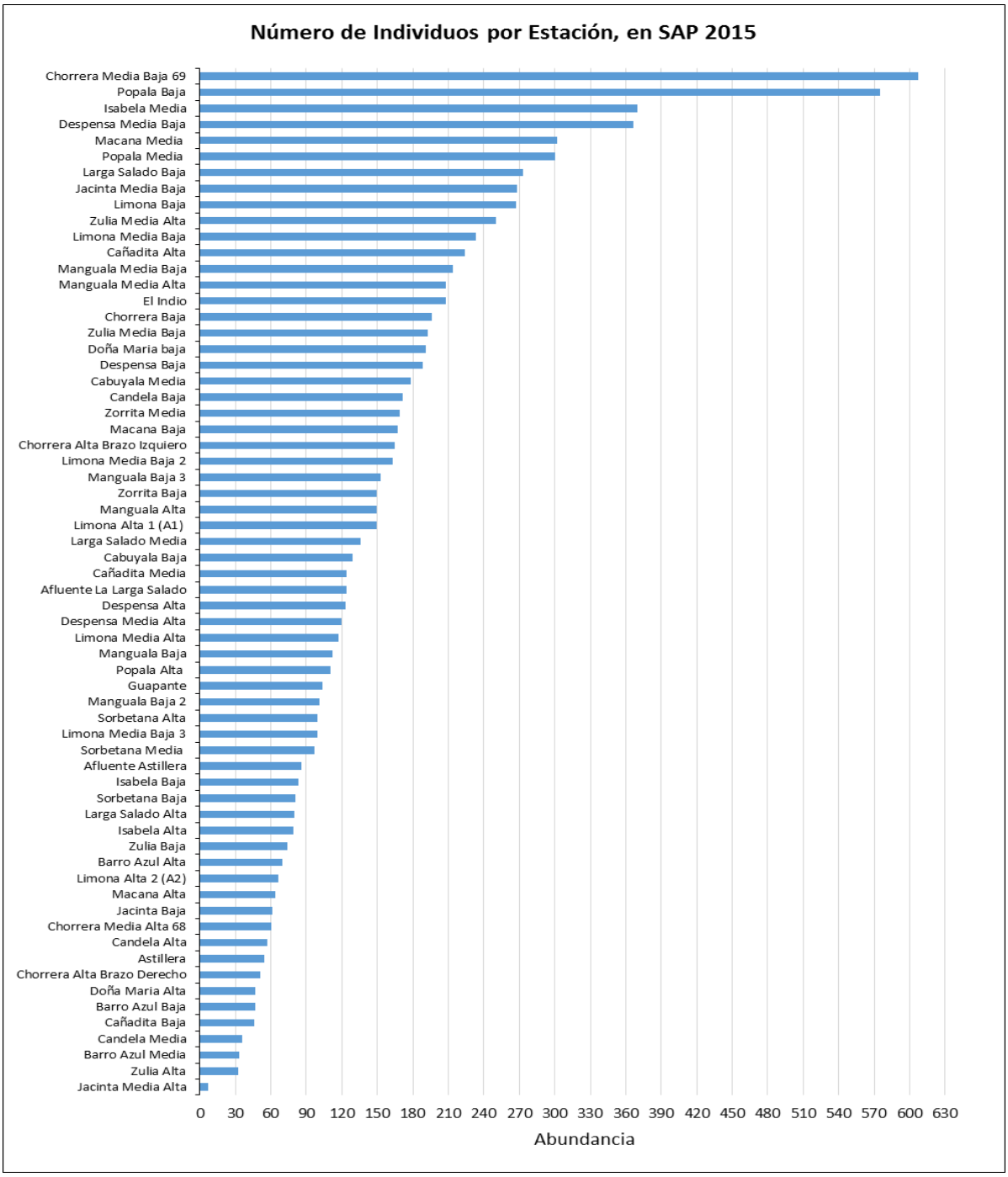


Gráfico 43. Número de individuos por estación, en SAP 2015

Los valores de abundancia aportan información importante sobre la comunidad biótica presente en las quebradas, sin embargo no es un parámetro que aporte mucho sobre la calidad del agua de las mismas. Para determinar el estado de conservación de las microcuencas estudiadas se utilizó la información taxonómica para calcular el Índice BMWP/Col, que está basado en la importancia ecológica de la presencia-ausencia de las familias de macroinvertebrados acuáticos, lo que les confiere propiedades importantes como bioindicadores de la calidad del agua.

7.4.1. Índice de calidad ambiental BMWP/Col

Para determinar el estado de conservación o afectación de los sitios monitoreados se utilizó la información taxonómica para calcular el Índice BMWP/Col (Álvarez, 2005 y Roldán 2003), que está basado en la importancia ecológica de la presencia-ausencia de las familias de macroinvertebrados acuáticos, lo que les confiere propiedades importantes como bioindicadores de la calidad del agua. Se calculó el índice BMWP/Col con la información taxonómica obtenida en todos los sitios de muestreo. Este método califica a cada familia de macroinvertebrados asignándole un valor de 1 a 10 de acuerdo con el grado de sensibilidad a la contaminación, siendo las familias con valor 1 las que toleran las condiciones más malas de calidad del agua. De acuerdo con el puntaje obtenido para cada punto, se califica la calidad del agua y se asigna un significado ecológico.

Tabla 20. Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo al índice BMWP/Col

Clase	Calidad	Valor del BMWP	Significado	Color
I	Buena	≥150	Aguas muy limpias	
		123-149	Aguas no contaminadas	
II	Aceptable	71-122	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de contaminación	
III	Dudosa	46-70	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	Crítica	21-45	Aguas muy contaminadas	
V	Muy crítica	<20	Aguas fuertemente contaminadas, situación crítica	

Al calcular el índice de la calidad del agua BMWP se encontró que las estaciones con el mejor estado o calidad aceptable con presencia de ligera contaminación fueron Manguala Media Alta, Zorrita Media, Larga Salado Media, Manguala Alta, Guapante, El Indio, Chorrera Alta Brazo Izquierdo, Afluente Astillera, Zulia Media Baja, Zorrita Baja, Limona Alta 2, Popala Alta, Isabela Alta, Zulia Alta, Despensa Media Alta, Despensa Alta, Macana Baja, Doña María Alta, Macana Media y Despensa Baja. Estas estaciones se caracterizan por presentar retiros de agua con vegetación ribereña regular o en buen estado de conservación.

Las estaciones que presentaron calidad dudosa en general presentan diferentes afectaciones por vertimiento de aguas residuales, vegetación ribereña en un estado de conservación regular e influencia de algunas actividades agrícolas; sin embargo la magnitud de estas afectaciones es moderada. En cuanto a las aguas con calidad crítica y muy crítica que corresponden a estaciones con aguas muy contaminadas y fuertemente contaminadas donde se presentan impactos antrópicos graves y en mayor magnitud con descargas de aguas residuales de las viviendas aledañas, depósito de residuos sólidos incluidos escombros, invasión ganadera y de rastrojos y descargas de marraneras.

Tabla 21. Clasificación de las aguas en 64 sitios de 19 quebradas en SAP, de acuerdo al índice BMWP/Col

QUEBRADA	ESTACIÓN MUESTREO	BMWP/Col	CALIDAD
Afluente Astillera	Afluente Astillera	92	Aceptable
Afluente La Larga Salado	Afluente La Larga Salado	56	Dudosa
Astillera	Astillera	59	Dudosa
Barro Azul	Barro Azul Alta	30	Crítica
	Barro Azul Media	30	Crítica
	Barro Azul Baja	54	Dudosa
Cabuyala	Cabuyala Media	23	Crítica
	Cabuyala Baja	14	Muy Crítica
Candela	Candela Alta	68	Dudosa
	Candela Media	37	Crítica
	Candela Baja	62	Dudosa
Cañadita	Cañadita Alta	51	Dudosa
	Cañadita Media	31	Crítica
	Cañadita Baja	8	Muy Crítica
Chorrera	Chorrera Alta Brazo Derecho	68	Dudosa

QUEBRADA	ESTACIÓN MUESTREO	BMWP/Col	CALIDAD
	Chorrera Alta Brazo Izquierdo	92	Aceptable
	Chorrera Media Alta 68	9	Muy Crítica
	Chorrera Media Baja 69	31	Crítica
	Chorrera Baja	55	Dudosa
Despensa	Despensa Alta	74	Aceptable
	Despensa Media Alta	78	Aceptable
	Despensa Media Baja	31	Crítica
	Despensa Baja	71	Aceptable
Doña María	Doña María Alta	72	Aceptable
	Doña María Baja	20	Crítica
El Indio	El Indio	94	Aceptable
Guapante	Guapante	97	Aceptable
Isabela	Isabela Alta	79	Aceptable
	Isabela Media	37	Crítica
	Isabela Baja	30	Crítica
Jacinta	Jacinta Media Alta	10	Muy Crítica
	Jacinta Media Baja	35	Crítica
	Jacinta Baja	5	Muy Crítica
La Larga Salado	Larga Salado Alta	66	Dudosa
	Larga Salado Media	103	Aceptable
	Larga Salado Baja	57	Dudosa
Limona	Limona Alta 1 (A1)	61	Dudosa
	Limona Alta 2 (A2)	84	Aceptable
	Limona Media Alta	26	Crítica
	Limona Media Baja	35	Crítica
	Limona Media Baja 2	43	Crítica
	Limona Media Baja 3	7	Muy Crítica
	Limona Baja	20	Crítica
Macana	Macana Alta	56	Dudosa
	Macana Media	71	Aceptable
	Macana Baja	72	Aceptable
Manguala	Manguala Alta	99	Aceptable
	Manguala Baja 2	8	Muy Crítica

QUEBRADA	ESTACIÓN MUESTREO	BMWP/Col	CALIDAD
	Manguala Baja 3	14	Muy Crítica
	Manguala Baja	10	Muy Crítica
	Manguala Media Alta	116	Aceptable
	Manguala Media Baja	10	Muy Crítica
Popala	Popala Alta	70	Aceptable
	Popala Media	12	Muy Crítica
	Popala Baja	22	Crítica
Sorbetana	Sorbetana Alta	63	Dudosa
	Sorbetana Media	61	Dudosa
	Sorbetana Baja	57	Dudosa
Zorrita	Zorrita Media	104	Aceptable
	Zorrita Baja	88	Aceptable
Zulia	Zulia Alta	78	Aceptable
	Zulia Media Alta	6	Muy Crítica
	Zulia Media Baja	89	Aceptable
	Zulia Baja	17	Muy Crítica

TABLA 22. BMWP/Col Estaciones de mayor a menor calidad

Estación	BMWP/Col	Calidad
Manguala Media Alta	116	Aceptable
Zorrita Media	104	Aceptable
Larga Salado Media	103	Aceptable
Manguala Alta	99	Aceptable
Guapante	97	Aceptable
El Indio	94	Aceptable
Chorrera Alta Brazo Izquierdo	92	Aceptable
Afluente Astillera	92	Aceptable
Zulia Media Baja	89	Aceptable
Zorrita Baja	88	Aceptable
Limona Alta 2 (A2)	84	Aceptable
Popala Alta	79	Aceptable
Isabela Alta	79	Aceptable
Zulia Alta	78	Aceptable
Despensa Media Alta	78	Aceptable

Estación	BMWP/Col	Calidad
Despensa Alta	74	Aceptable
Macana Baja	72	Aceptable
Doña María Alta	72	Aceptable
Macana Media	71	Aceptable
Despensa Baja	71	Aceptable
Chorrera Alta Brazo Derecho	68	Dudosa
Candela Alta	68	Dudosa
Larga Salado Alta	66	Dudosa
Sorbetana Alta	63	Dudosa
Candela Baja	62	Dudosa
Sorbetana Media	61	Dudosa
Limona Alta 1 (A1)	61	Dudosa
Astillera	59	Dudosa
Sorbetana Baja	57	Dudosa
Larga Salado Baja	57	Dudosa
Macana Alta	56	Dudosa
Afluente La Larga Salado	56	Dudosa
Chorrera Baja	55	Dudosa
Barro Azul Baja	54	Dudosa
Cañadita Alta	51	Dudosa
Limona Media Baja 2	43	Crítica
Isabela Media	37	Crítica
Candela Media	37	Crítica
Limona Media Baja	35	Crítica
Jacinta Media Baja	35	Crítica
Despensa Media Baja	31	Crítica
Chorrera Media Baja 69	31	Crítica
Cañadita Media	31	Crítica
Isabela Baja	30	Crítica
Barro Azul Media	30	Crítica
Barro Azul Alta	30	Crítica
Limona Media Alta	26	Crítica
Cabuyala Media	23	Crítica
Popala Baja	22	Crítica
Limona Baja	20	Crítica
Doña María baja	20	Crítica
Zulia Baja	17	Muy Crítica
Manguala Baja 3	14	Muy Crítica

Estación	BMWP/Col	Calidad
Cabuyala Baja	14	Muy Crítica
Popala Media	12	Muy Crítica
Manguala Media Baja	10	Muy Crítica
Manguala Baja	10	Muy Crítica
Jacinta Media Alta	10	Muy Crítica
Chorrera Media Alta 68	9	Muy Crítica
Manguala Baja 2	8	Muy Crítica
Cañadita Baja	8	Muy Crítica
Limona Media Baja 3	7	Muy Crítica
Zulia Media Alta	6	Muy Crítica
Jacinta Baja	5	Muy Crítica

Fotos 25 a 44. Algunos órdenes encontrados en 19 quebradas de SAP 2015

COLEÓPTERA			
 Hydrophilidae	 Staphylinidae	 Curculionidae	 Elmidae
HEMÍPTERA			
 Corixidae	 Naucoridae	 Veliidae	 Gerridae
EPHEMEROPTERA			
 Leptophlebiidae	 Leptohyphidae	 Baetidae	

DIPTERA		TRICHOPTERA	
 Simuliidae	 Chironomidae	 Hydropsychidae	 Calamoceratidae
ODONATA			
 Gomphidae	 Polythoridae	 Coenagrionidae	
PLECOPTERA		**BASOMMATOPHORA**	

 Perlidae	 Physidae

7.5 Resultados de la bioindicación asociada a quebradas de reservas y humedales (semestre II de 2015)

Estos estudios se realizaron durante el primer semestre de 2015.

Como resultado del muestreo hidrobiológico en 15 sitios en las partes altas de las quebradas asociadas a las áreas de importancia estratégica para la conservación del recurso hídrico (reservas) en San Antonio de Prado se procesaron e identificaron en total 3904 individuos distribuidos en 4 phylum, 17 ordenes, 63 familias y 59 géneros.

El phylum más representativo, en cuanto a abundancia de individuos, fue Arthropoda con 3975, seguido por Platyhelminthes con 68, Mollusca con 31 y Annelida con 20 (**Figura 1**). Dentro del phylum Arthropoda la clase Insecta fue la más representativa con 3712 individuos, donde los órdenes más abundantes fueron Diptera con 1322, Trichoptera con 901, Coleoptera con 689, Ephemeroptera con 307, Plecoptera con 207, Hemiptera con 161 y Odonata con 115 individuos colectados; los demás ordenes de ésta clase (Megaloptera y Lepidoptera) presentaron unas de las más bajas abundancias con 6 y 4 individuos respectivamente. El siguiente phylum más abundante, Platyhelminthes, logró ésta posición por la presencia de la familia Planariidae.

Adicionalmente las familias más abundantes fueron Chironomidae (Diptera) con 822, Calamoceratidae (con un único género: *Phylloicus,* Orden Trichoptera) con 471, Hydropsychidae (Trichoptera) con 296, Elmidae (Coleoptera) con 239, Perlidae (con único género: *Anacroneuria,* Orden Plecoptera) con 207 y Ptilodactylidae (Coleoptera) con 197 individuos colectados (Figura 2).

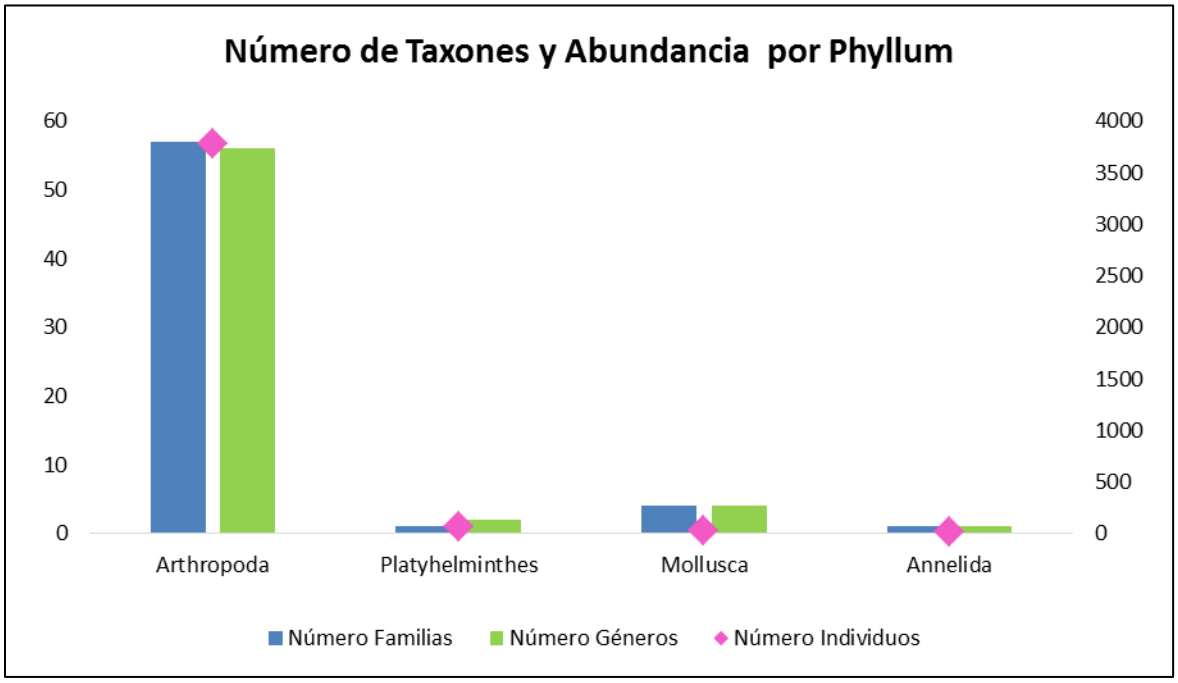


Gráfico 44. Número de familias, géneros y abundancia de individuos en cada phyllum encontrado en las quebradas y humedales de San Antonio de Prado.

En cuanto a los puntos de muestreo, se encontró que los sitios que presentaron mayor número de individuos fueron Humedal Astillera con 405 individuos, seguida de Manguala Alta 1 con 385, Guapante Alta Afluente 2 con 362, Doña María Alta con 357 y Guapante Media Alta- Vía con 320 individuos. De forma opuesta los sitios Limona Alta 1, Limona Alta 2, Humedal Yarumalito y Astillera Alta Afluente 2 presentaron la menor abundancia con 38, 68, 147 y 164 individuos respectivamente (Gráfico 45).



Gráfico 45. Número de individuos encontrados en cada sitio de muestreo: quebradas y humedales de San Antonio de Prado.

7.5.1 Características ecológicas de las familias más abundantes en las quebradas objeto de estudio



Los **Chironomidae** son una familia del orden Díptera y comprenden una de las familias mejor representadas por su abundancia y diversidad en los ambientes acuáticos continentales. Sus estados inmaduros representan una franja importante en la ecología de la comunidad bentónica de la casi totalidad de los limnótopos naturales, artificiales, de aguas someras o profundas, corrientes o estancadas, sobre amplias superficies o en pequeños reservorios. La importancia de los mismos como bioindicadores, su utilización en la clasificación de lagos y tipificación de diferentes ríos y arroyos, así como los primeros pasos dados en la utilización de índices biológicos para interpretar ambientes altamente contaminados y para evaluar su estado trófico (Domínguez y Fernández, 2009).

Trichoptera. Debido a su gran diversidad y el hecho que las larvas poseen distintos rangos de tolerancia, según la familia o el género al que pertenecen, son muy útiles como bioindicadores de la calidad de agua y la salud del ecosistema. La gran mayoría de las especies son sensibles a la contaminación del agua y a la alteración de su hábitat, incluyendo las zonas de las riberas, por tanto son considerados como uno de los órdenes con mayor sensibilidad (en la mayoría de sus especies), entre todos los macroinvertebrados acuáticos (Springer, 2010).



Hydropsychidae (Trichoptera) es una de las familias dominantes en aguas corrientes, tanto por su abundancia como por su diversidad. Construyen redes y refugios fijos de variados tipos. (Domínguez y Fernández, 2009). Las larvas de Hydropsychidae se encuentran casi siempre en la zona de corrientes moderadas a fuertes (inclusive en paredes de cascadas), donde filtran la materia orgánica en suspensión y pueden ser localmente muy abundantes. Los géneros más comunes son Leptonema y Smicridea, ambos ampliamente distribuidos (Springer, 2010).



Esta familia es cosmopolita, las larvas de **Calamoceratidae (Trichoptera)** se encuentran en una gran variedad de hábitats, tanto lóticos, como lénticos; una especie incluso se ha registrado en las aguas acumuladas en tanques de bromelias. Las larvas de *Phylloicus* se alimentan de hojarasca en descomposición y pueden llegar a ser bastante abundantes localmente, especialmente en las pozas de las orillas de ríos y quebradas en áreas boscosas. *Phylloicus* está ampliamente distribuido en Latinoamérica, llegando hasta el sur de los Estados unidos (Springer, 2010).



En la familia **Elmidae** las larvas como la mayoría de los adultos son acuáticas. Los adultos son pequeños (1,0-15,0 mm) y de color generalmente oscuro. No son nadadores, se desplazan sobre el substrato caminando lentamente. La mayoría vive en aguas corrientes, con alto contenido de oxígeno, pero algunas especies pueden encontrarse en aguas estancadas. Tienen respiración por medio de plastrón, y rara vez salen a la superficie. Las larvas se encuentran junto con los adultos en el mismo tipo de ambientes y pueden llegar a ser muy numerosas. Se alimentan de algas, y su ciclo de desarrollo es lento, pudiendo durar varios años.

Una mayor información fotográfica puede consultarse en el anexo II-14

7.5.2 Índice de calidad ambiental BMWP/Col[1] (Álvarez 2005)

Como resultado del índice BMWP/Col, Álvarez 2005, se encontró que los sitios Guapante Alta Afluente 2, Guapante Alta Bocatoma, Guapante Media Alta-Vía, Manguala Alta 2, Guapante Alta Afluente 1, Doña María Alta y Astillera Alta Afluente 1 presentaron aguas con buena calidad, es decir, que sus aguas están entre muy limpias a no contaminadas y que no hay evidencias de afectación antrópica. También se encontraron algunos sitios

con calidad aceptable indicando que se evidencia ligera contaminación, los sitios son: Astillera Alta Afluente 2, Manguala Alta 1, Humedal Barcino y Limona Alta 2. Adicionalmente los sitios Humedal Astillera, Humedal Yarumalito y Limona Alta 1 obtuvieron bajas puntuaciones y por tanto una calidad dudosa, esto significa que sus aguas se encuentran moderadamente contaminadas y/o que sus retiros están afectados. Finalmente el puntaje más bajo para el índice lo obtuvo el Humedal Potrerito (45 puntos) indicando que se encontraron muy pocas familias de macroinvertebrados y por tanto su calidad es crítica y presenta una mayor contaminación, aunque se explica además porque al ser un humedal intermitente y debido a que los muestreos se realizaron en época de sequía donde apenas iniciaron algunas lluvias el sitio aún no había sido colonizado por las especies bioindicadoras, similar situación a la presentada en el humedal de la Astillera (Tabla 23).

Con el índice BMWP/Col, Roldán 2003, se encontraron resultados similares pues los sitios con muy buena calidad del agua son los mismos, con la diferencia que a esta categoría se adicionan los sitios Mangual Alta 1 y Astillera Alta Afluente 2. Estos sitios mostraron una calidad aceptable con el método modificado por Álvarez (2005). Otros cambios importantes con el índice calcula basado en el puntaje de Roldán (2003) es que los sitios Humedal Astillera, Manguala Alta 2 y Humedal Yarumalito mostraron una calidad aceptable, pero para el otro cálculo mostraron una calidad dudosa (Tabla 24).

Es importante aclarar que éste índice está adaptado para ecosistemas lóticos (de agua corriente) y es posible que no tenga la misma validez en los ecosistemas lénticos (aguas de poca corriente o estancadas) ya que son ecosistemas con características particulares que favorecen más la presencia de ciertos grupo que tienen adaptaciones específicas para éste tipo de condiciones. Esto podría explicar porque los sitios que corresponden a ecosistemas lénticos, como los humedales Astillera y Potrerito y los humedales Yarumalito y Barcino presentaran bajos puntajes cuando se calcularon los índices y por tanto fueron calificados como aguas con algún grado de contaminación, pero su ICA, basado en los muestreos de calidad con parámetros fisicoquímicos y microbiológicos (patógenos), mostraron aguas de excelente calidad (humedal Potrerito) y regular a buena (humedal Astilleros).

Por las observaciones de campo es evidente que los sitios muestreados son ecosistemas en buen estado de conservación y con poca o ninguna influencia antrópica. Entre las características observadas se puede mencionar que se trata de cuerpos de agua provistos de muy buena cobertura ribereña, mayor al 60%, lo que proporciona sombra, alimento y refugio para los macroinvertebrados, favoreciendo el establecimiento de una

mayor diversidad de grupos. Además, los ecosistemas lóticos muestreados, es decir las quebradas, mostraron una alta heterogeneidad de micro hábitats donde se podían apreciar zonas de rápido (alta corriente) y pozas (aguas lentas) en una proporción similar y de forma alternante, estas características le confieren a los ecosistemas una mayor variedad de sitios particulares que permiten el establecimiento de macrofauna con adaptaciones especificas a cada tipo de microambiente. Entonces los ecosistemas bien conservados, que presentan una mayor heterogeneidad y diversidad de estructuras físicas del hábitat dentro del cuerpo de agua y fuera del mismo (componentes laterales: Vegetación ribereña), les corresponde una mayor diversidad de las comunidades biológicas que lo ocupan.

Tabla 23. Resultado del cálculo del índice BMWP/ Col (Álvarez, 2005) para cada sitio muestreado

SITIO	Suma de BMWP/Col. Álvarez 2005	Calidad	Significado
Guapante Alta Afluente 2	172	Buena	Aguas muy limpias
Guapante Alta Bocatoma	171	Buena	Aguas muy limpias
Guapante Media Alta- Vía	168	Buena	Aguas muy limpias
Guapante Alta Afluente 1	150	Buena	Aguas muy limpias
Doña María Alta	136	Buena	Aguas muy limpias
Astillera Alta Afluente 1	134	Buena	Aguas no contaminadas
Doña María Media	134	Buena	Aguas no contaminadas
Astillera Alta Afluente 2	114	Aceptable	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos
Manguala Alta 1	112	Aceptable	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos
Humedal Barcino	92	Aceptable	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos
Limona Alta 2	84	Aceptable	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos
Humedal Astillera	68	Dudosa	Aguas moderadamente contaminada
Manguala Alta 2	69	Dudosa	Aguas moderadamente contaminada
Humedal Yarumalito	65	Dudosa	Aguas moderadamente contaminada
Limona Alta 1	46	Dudosa	Aguas moderadamente contaminada
Humedal Potrerito	45	Crítica	Aguas muy contaminadas

Tabla 24. Resultado del cálculo del índice BMWP/ Col (Roldán, 2003) para cada sitio muestreado

SITIO	Suma de BMWP/Col Roldán 2003	Calidad	Significado
Guapante Media Alta- Vía	181	Buena	Aguas muy limpias
Guapante Alta Afluente 2	178	Buena	Aguas muy limpias
Guapante Alta Bocatoma	161	Buena	Aguas muy limpias
Guapante Alta Afluente 1	155	Buena	Aguas muy limpias
Doña María Alta	152	Buena	Aguas muy limpias
Astillera Alta Afluente 1	139	Buena	Aguas muy limpias
Doña María Media	131	Buena	Aguas no contaminadas
Manguala Alta 1	124	Buena	Aguas no contaminadas
Astillera Alta Afluente 2	115	Buena	Aguas no contaminadas
Humedal Barcino	98	Aceptable	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos
Limona Alta 2	96	Aceptable	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos
Humedal Astillera	76	Aceptable	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos
Humedal Yarumalito	74	Aceptable	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos
Manguala Alta 2	73	Aceptable	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos
Limona Alta 1	57	Dudosa	Aguas moderadamente contaminada
Humedal Potrerito	53	Dudosa	Aguas moderadamente contaminada

8. EVALUACIÓN DE CALIDAD DE TRAMOS DE RETIROS Y CAUCES

Para esta evaluación se mantuvo la metodología de Índice de Intervención de Retiros (IIRSAP) establecida la cual contempla la estimación cualitativa del estado de los retiros de quebrada en trayectos de aproximadamente 50 metros hacia arriba y abajo de cada sitio de muestreo, y sirve para ayudar a explicar fenómenos de contaminación por fuentes cercanas o lejanas, y además ayuda a tener un indicador parcial sobre el estado de los retiros de quebrada para cada sector de quebrada y en general de la salud ambiental de la microcuenca.

Metodológicamente se siguieron los lineamientos trazados en el estudio de monitoreo anterior, que consiste en una evaluación del estado ambiental de los retiros, en las cercanías de los puntos de muestreo de aguas (mínimo 50 metros arriba y abajo de cada sitio. La metodología busca caracterizar los tramos por su condición ambiental. Al respecto la Agenda Ambiental Corregimental, 2007, señala que:

> El propósito fundamental de esta metodología *"es realizar consideraciones pertinentes sobre la facilidad o dificultad para intervenir estos retiros y poderlos incorporar a procesos o proyectos dentro del PAAL relacionados con recuperación de la biodiversidad, ampliación de los espacios públicos sanos asociados a quebradas, mejoramiento del paisaje y la estética corregimental, educación y sensibilización ambiental, ocupación sostenible del territorio, entre otras"*. (Agenda Ambiental Corregimental, 2007)

La implementación metodológica contempla los siguientes criterios de valoración:

TIPOS DE AFECTACIONES

CATEGORÍA 1: Baja cobertura arbórea, Basuras y/o escombros, Potrero, Cultivos, Deslizamientos, Socavamientos

CATEGORÍA 2: Construcciones Civiles, Viviendas, Descarga Aguas Residuales, Contaminación (Agro)Industrial, Canalizaciones, Minería de lecho, de retiros y escombreras

Como se observa hay contempladas dos tipos de afectaciones que en el estudio de monitoreo de 2013 se describen así: "…las de la *categoría 1,* que se caracterizan por que son relativamente fáciles de corregir o derivan de acciones naturales que son parte de la dinámica natural de las cuencas y los procesos de formación de los valles respectivos de cada quebrada, aunque pueden estar siendo activados y potenciados por la actividad humana. Entre estos están la baja cobertura arbórea en los retiros de quebradas, presencia de basuras y escombros en retiros y/o cauces, existencia de potreros y cultivos en zonas de retiro, fenómenos como deslizamientos, socavamientos laterales, etc.; y las afectaciones de la *categoría 2*, que se caracterizan por que son relativamente difíciles de corregir y derivan de la acción humana. Para la corrección de estos problemas se necesitaría una fuerte inversión económica, gran desempeño tecnológico, incluso pueden

generar problemáticas de otro orden como el social (por ejemplo el desalojar viviendas e industrias localizadas en retiros y zonas de alto riesgo), entre estas están las construcciones civiles públicas y privadas y las viviendas en zonas de retiro, las descarga aguas residuales directamente a los cauces, la contaminación generada por la industria y la agroindustria, las canalizaciones, la minería de lecho, minería en retiros y el establecimiento de escombreras"

Desde 2012 se incluyó la categoría 0: "Inexistente", que indica que el retiro fue eliminado debido a que el cauce fue confinado en una estructura hidráulica (tubería, canal subterráneo, etc.) y sobre ella se construyó infraestructura (vía pública, viviendas, o cualquier otra construcción civil que hizo desaparecer los retiros en términos prácticos.

A partir de 2013 se realizó un ajuste, de manera que la valoración fuese más cuantitativa, terminando por proponer los valores que se muestran en la tabla 18 y cuya aplicación mediante la ecuación de sumatoria IIRSAP dio por resultado lo que se muestra en la tabla 21, para los cerca de 130 tramos de quebrada evaluados (arriba y abajo de los 65 sitios de muestreo de aguas).

Tabla 25. Valores de calificación para los niveles de calidad IIRSAP

NIVEL	CALIDAD RETIROS - IIRSAP	Valoración
5	MUY BUENO	1
4	BUENO	0,1 - 4
3	REGULAR	4,1 - 10
2	MALO	10,1 - 24
1	MUY MALO	24,1 - 69
0	INEXISTENTE	Totalmente cubierto

En los mapas 14 y 15 y en el gráfico 46, así como en la tabla 27 puede observarse el estado de los trayectos evaluados en 2015, así como la ubicación de los sitios y tramos de monitoreo y en los gráficos 3, 4 y 5, puede observarse lo relacionado con la frecuencia en que se presentan y los diferentes tipos de afectaciones en los retiros de las quebradas durante 2015.

Metodológicamente se siguió las directrices de los monitoreos anteriores y se aplicó la ecuación de sumatoria basada en los valores asignados para cada tipo de intervención de retiro presente en el trayecto, lo cual permite obtener valores para la calificación de acuerdo con la tabla 26.

La ecuación general es: **IIRSAP** = Σ VC_1+ VC_2... VC_n

Donde VC es el valor de calidad de cada intervención presente en el tramo evaluado.

Los valores de calidad (VC) para cada afectación de las categorías 1 y 2 pueden hallarse en la tabla 19 y en el caso de la afectación con categoría 3 o cauce "inexistente" este valor (25) corresponde al mínimo que garantiza su inclusión como "Muy Malo" y constituye la máxima afectación posible.

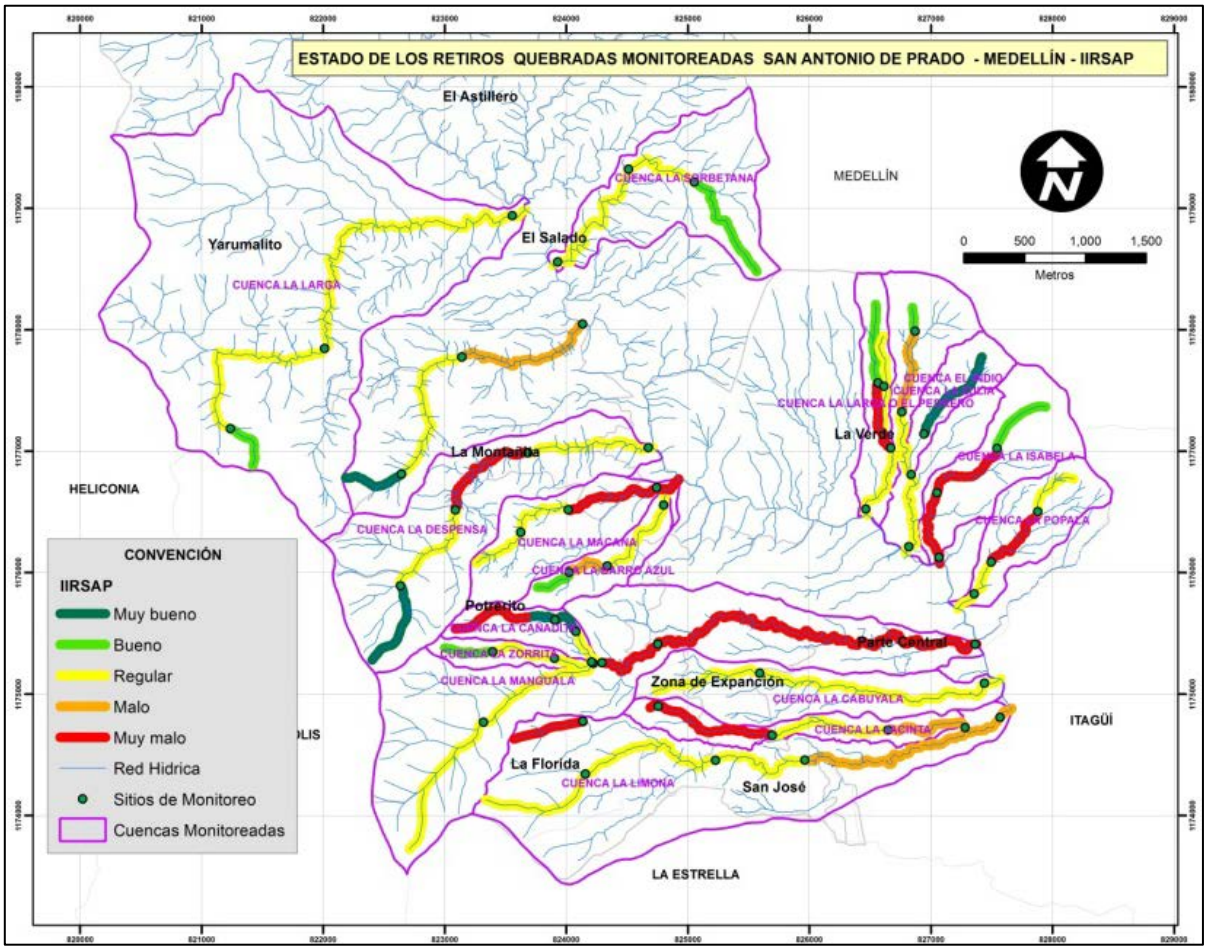
Tabla 26. Valores de calidad para los diferentes tipos de afectaciones de retiros según IIRSAP

VALOR DE CALIDAD	CATEGORÍA	TIPO DE AFECTACIÓN
5	2	AGRO (INDUSTRIA) EN RETIROS
1	1	BASURAS Y/O ESCOMBROS
5	2	CANALIZACIÓN
3	2	CONSTRUCCIONES CIVILES
5	2	CONTAMINACIÓN (AGRO)INDUSTRIAL
2	1	CULTIVO EN RETIROS
3	2	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)
4	2	DESCARGA AGUAS RESID. (>10 viv.)
2	1	DESLIZAMIENTOS
2	2	MINERÍA DE CAUCE O RETIROS
3	1	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA
3	1	POTRERO EN RETIROS
1	1	SOCAVAMIENTOS
25	3	TAPONAMIENTO DE CAUCE
5	2	VIVIENDAS EN RETIROS

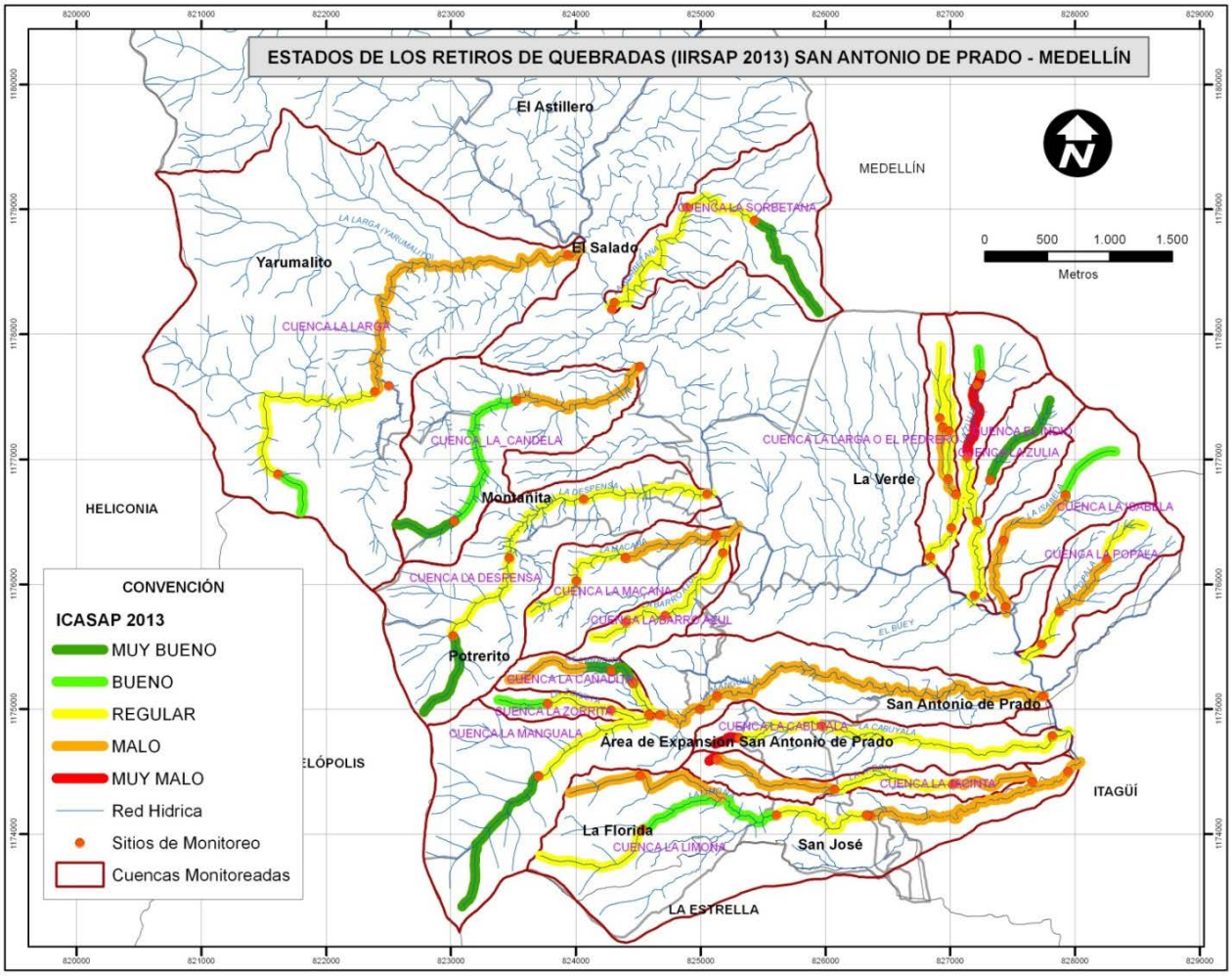
El máximo valor posible para un cauce con retiros sería 69 y constituye la mayor afectación posible y teóricamente se obtiene cuando además de estar taponado el cauce, encima de él y en sus lados se presentan afectaciones adicionales. El valor de calidad 25 correspondiente al taponamiento, se mantiene debido a que existen en la ciudad algunos retiros con cauces inexistentes (taponados) y aunque pierden en gran medida la función ambiental y tienden a desaparecer invadidos por infraestructuras, en varios parques lineales de la ciudad existen y por eso se decidió dejarlos. Existe un caso particular que si bien no se presentó durante la evaluación realizada este año, si se presenta en algunas partes del corregimiento: cauces y corrientes subterráneas claramente identificadas, con coberturas arbóreas o pastos enmalezados en su parte superior y “retiros”, es el caso por ejemplo de la fuente “Cueva del Indio” que en su mayor parte está sumergida de manera natural y sobre ella existe ganadería extensiva y se ubica en la zona de expansión urbana. En este caso los retiros no toman el valor de 25, si no que su tratamiento corresponde al de una corriente superficial, mientras no sea artificialmente intervenida.

Con base en la aplicación de la metodología, se procedió a la calificación de los trayectos cuyos resultados pueden observarse en el mapa 14, igualmente puede hacerse una comparación con el estado anterior en los mapas 12 y 13.

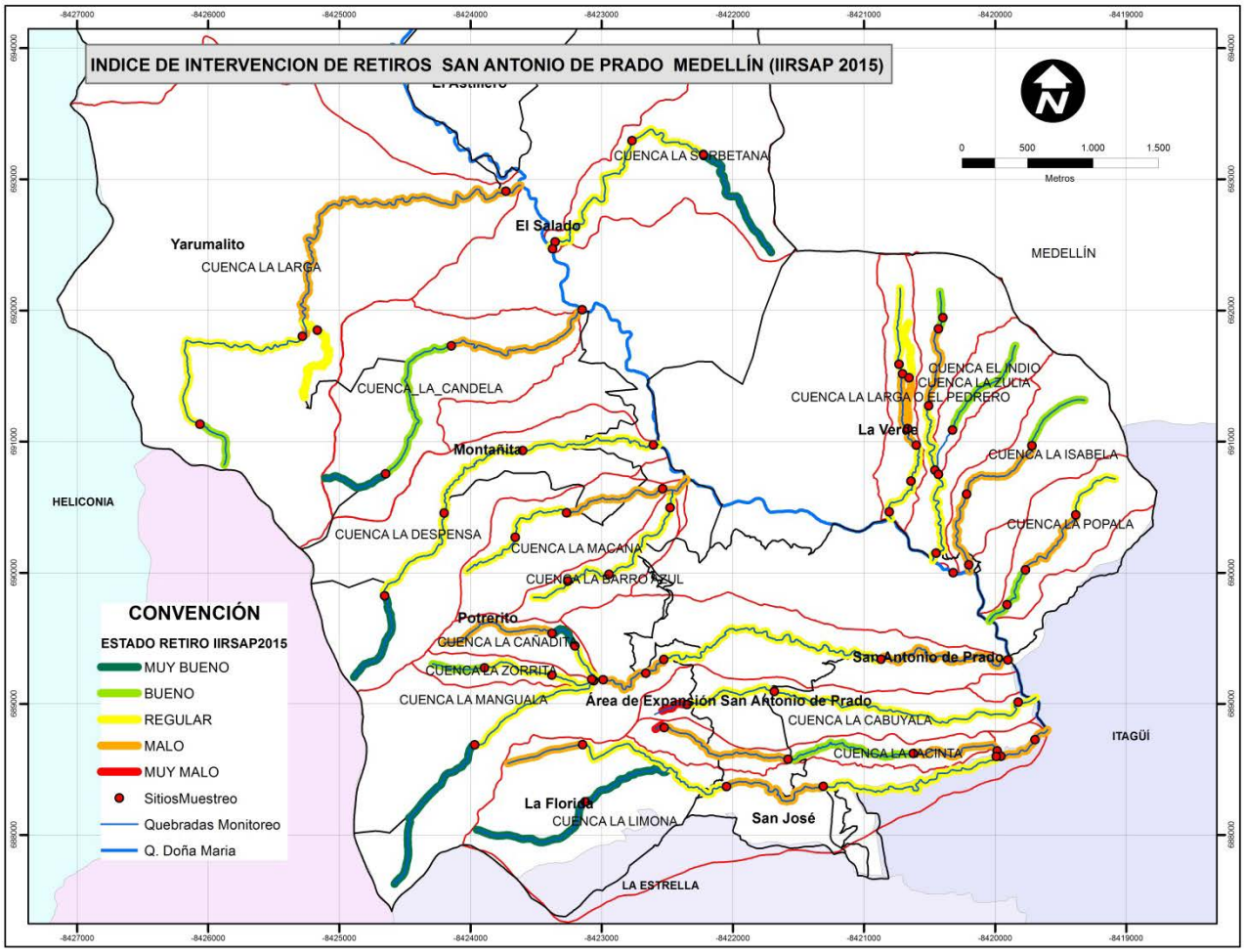
Los resultados de la evaluación para cada trayecto, con la metodología IIRSAP aparecen en la tabla de Excel “Tabla de Calidad de Retiros (2015)” (anexo II-5) y además en la tabla 27, puede apreciarse el detalle de cada afectación presente en los diferentes tramos evaluados en las 19 quebradas y 65 tramos dobles involucradas en el estudio.



Mapa 12. Calidad de Retiros de quebradas en SAP 2012, metodología IIRSAP 2012 (Tomado de SMAM, 2012)



Mapa 13. Calidad de Retiros de quebradas en SAP 2013, metodología IIRSAP 2013



Mapa 14. Calidad de Retiros de quebradas del sur de SAP, 2015, metodología IIRSAP 2013

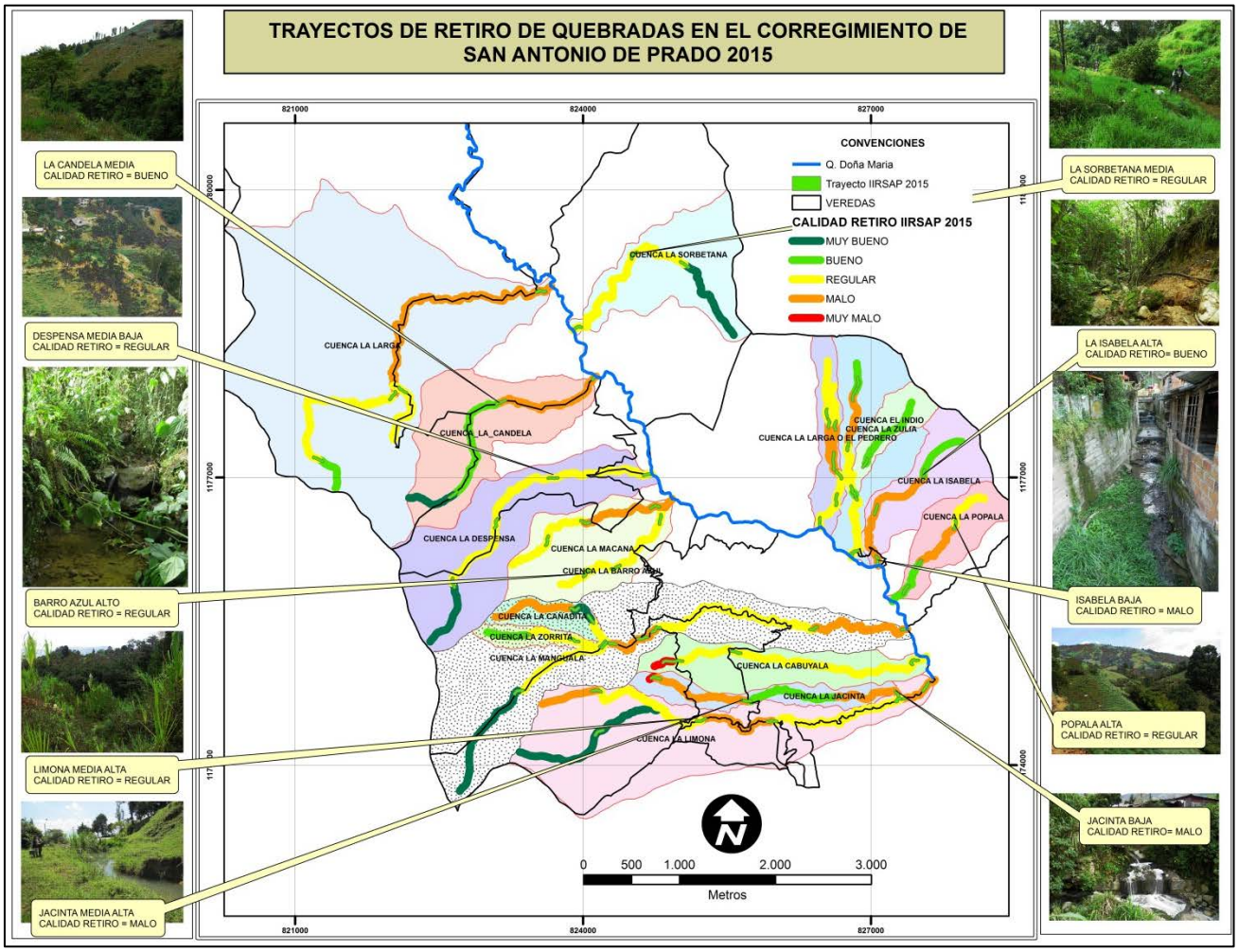


Gráfico 46. Algunos tramos de retiro muestreados en quebradas de San Antonio de Prado durante 2015

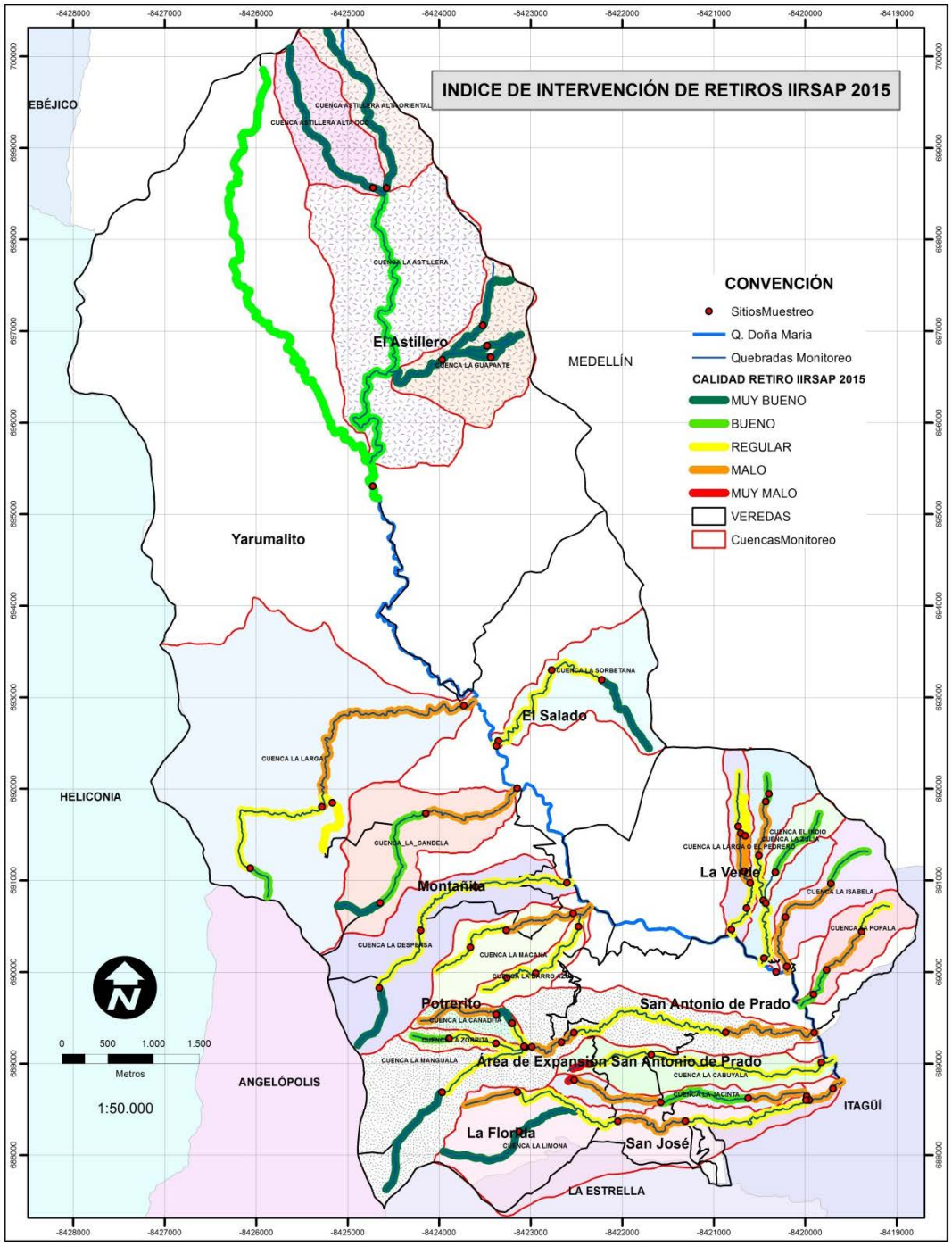
Debido a que algunas afectaciones (las de tipo 1) son relativamente fáciles de corregir con un presupuesto moderado, voluntad política, control eficiente y participación social, gran parte de estas afectaciones pueden eliminarse en el corto y mediano plazo (entre 2 y 5 años) y en esa medida la aparente inercia que se presenta en el estado de los retiros puede variar. En síntesis la solución a estas problemáticas de afectaciones tipo 1, están planteadas en el PAALSAP y han contado con apoyo y compromiso desde las organizaciones sociales locales, pero debido a que sus recursos económicos son muy

pocos, los logros también lo son; falta entonces el apoyo económico estatal mediante la asignación de recursos ordinarios.

Por otro lado, la corrección de algunas de estas afectaciones corren por cuenta del estado principalmente, como en el caso del programa de saneamiento básico y control a vertimientos ilegales que dará la solución a las afectaciones relacionadas con el vertimiento de aguas residuales, considerada como una de las afectaciones más importantes.

En el otro extremo están afectaciones como la invasión de retiros con viviendas que es una afectación de muy difícil solución y necesita de un control más fuerte que no está llevándose a cabo y de hecho este tipo de afectaciones viene aumentando en los últimos años, debido a la falta de control. Está ocurriendo no sólo con viviendas aisladas sino con proyectos urbanísticos y más recientemente con proyectos industriales y agroindustriales. Lo grave es que casi siempre llevan aparejados problemas de vertimientos de aguas residuales, además de la destrucción de las coberturas vegetales.

Al igual que en el caso del ICASAP, el mejor estado de los retiros (IIRSAP) se encuentra en las quebradas del norte del corregimiento, aunque en gran medida se encuentran presionadas por la actividad pecuaria de ganadería asociada a piaras, que realizan riego de excretas y generalmente no respetan retiros (ver mapa 15).



Mapa 15. Calidad de Retiros de quebradas en SAP 2015, metodología IIRSAP 2013

8.1. Registro fotográfico de algunas afectaciones de retiros y cauces en las quebradas evaluadas

Un registro fotográfico completo puede ser consultado en la carpeta “Fotos Monitoreo 2015”.



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15



16



17



18



19



20



21



22



23



24



25



26

Fotos 45 a 65 Algunas afectaciones en retiros de quebradas 2015: 1. Actividades pecuarias en Barro Azul media, 2. Poca cobertura arbórea en Cabuyala Baja 3. Destrucción de coberturas arbóreas y taponamiento de afluentes de la Cabuyala media por obras de la UVA, 4. Invasión por ganadería en Candela media 5. Invasión de viviendas y poca cobertura arbórea en la Cañadita alta 6. Falta de cobertura en cañadita baja, en zona de captaciones para acueductos 7. Invasión de viviendas y descargas directas en Chorrera media a la altura de Las Camelias 8. Invasión de cauce y captación completa del caudal, incluyendo el ecológico en Despensa media, por bocatoma de EPM, 9. Escombreras y erosión acelerada en Despensa media, 10. Escombreras en riberas de la Doña María media, 11. Socavamientos laterales en Isabela alta, 12. Invasión por viviendas y canalización en Isabela baja, 13. Invasión de cauce y disminución de cobertura arbórea en Isabela alta, 14. Invasión de viviendas, canalización, basuras y escombros en Jacinta baja, 15. Invasión por ganadería en Larga del Salado baja, 16. Poca cobertura arbórea e invasión por ganadería en Limona alta 1, a pesar de estar asociada a bocatomas de 3 acueductos, 17. Invasión por viviendas, industrias y descargas directas en Limona baja, 18. Invasión de viviendas y poca cobertura arbórea en Macana baja, 19. Socavamientos laterales en Macana alta, 19. Invasión de viviendas y poca cobertura arbórea en Macana baja, 20. Poca cobertura arbórea en Manguala media baja 3, 21. Invasión por ganadería en Popala alta, 22. Invasión ganadería, movimientos en masa y descargas de porquerizas de alta magnitud en Popala media, 23. Poca cobertura arbórea e invasión ganadería en Sorbetana baja, 24. Invasión por ganadería con riego de excretas en Sorbetana media, 25. Destrucción completa de humedal asociado a la parte media de La Zorrita, mediante construcción de obras de filtros profundos y drenajes superficiales, por parte de Ecopetrol, 26. Invasión de retiro con porquerizas que descargan directamente en la Zulia media alta.

8.2. Afectaciones detalladas en tramos de retiros de quebradas

TABLA 27. Afectaciones en tramos de retiros en 19 quebradas de SAP, 2015

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
AFLUENTE LARGA EL SALADO	REGULAR	POTRERO EN RETIROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA						Retiros invadidos por ganadería. Sufre descargas ocasionales de marraneras y riego de excretas, lo cual está incidiendo en la presencia de bioindicadores.
BARRO AZUL - ALTA	REGULAR	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS						En Finca de Los Cano. Retiros similar al año anterior, persiste la presión sobre los retiros por parte de cultivos y ganadería, pero hay presencia arbórea. Hay algunos socavamientos laterales aguas arriba del sitio, pero de baja magnitud.
BARRO AZUL - MEDIA	REGULAR	POTRERO EN RETIROS	CONSTRUC. CIVILES	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA					Retiros similares al año anterior. Se hace más evidente el impacto causado por sedimentos provenientes de socavamiento y movimientos en masa aguas arriba. El muro de contención junto al tanque de acueducto, es un obstáculo ambiental al movimiento de peces.
BARRO AZUL - BAJA	REGULAR	CONSTRUC. CIVILES	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	BASURAS Y/O ESCOMBROS					Retiros similares al año anterior, aunque ha desmejorado un poco el estado de los rastrojos presentes. Con potreros (pastos de corte) y rastrojos bajos a ambos lados del sitio de muestreo. Sin evidencias de descargas directas ni invasión por viviendas.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
CABUYALA - ALTA ALCANTAR	MUY MALO	TAPONAMIENTO DE CAUCE	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS	VIVIENDAS EN RETIROS			Totalmente cubierto aguas arriba y con rastrojos entre 2 y 4 mts aguas abajo. En el sitio la corriente es conducida como alcantarilla (hacia arriba) y recibe las aguas residuales del sector mezclándose y aparentando que no existen aguas del nacimiento de la quebrada y con ello haciendo irreconocible esa zona que cada vez es invadida más con construcciones de viviendas.
CABUYALA - MEDIA	REGULAR	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	BASURAS Y/O ESCOMBROS	CULTIVO EN RETIROS				Los retiros han sufrido afectaciones con relación al año anterior, especialmente relacionadas con las obras de construcción de la UVA, que destruyó completamente los pequeños humedales asociados y tapó las pequeñas corrientes de agua limpia que existían en el parque y que ayudaban a diluir las cargas de la Cabuyala. Por otro lado se incrementaron los vertimientos de aguas residuales domésticas del grupo de viviendas cercanas y que caen al cauce unos 3 metros abajo del sitio de muestreo (junto al puente de madera inmunizada).
CABUYALA - BAJA	REGULAR	CULTIVO EN RETIROS	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA					Los retiros permanecen igual que el año anterior con invasión de cultivos y zona recreativa de la I.E. Debido a que los retiros están dentro de la I.E. son susceptibles de mejorarlos en cuanto a su cobertura y protección. El cauce presenta basuras, al parecer por el arrastre de zonas altas.
CANDELA - ALTA	MUY BUENO								Retiros igual que el año anterior, con bosques a ambos lados. La protección de la zona ha mejorado debido a que el acueducto comunitario ha alambrado y enmallado el ingreso impidiendo el paso de personas hacia la bocatoma, no obstante más allá de los retiros (10-20 mts) hay potreros que pueden afectar la calidad del agua por escurrimiento superficial.
CANDELA - MEDIA	BUENO	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	SOCAVAMIENTOS						Retiros igual que el año anterior, con rastrojos y árboles y alguna invasión de pastos en ciertos sectores. Hay influencia de movimientos en masa, varios aún activos, lo cual aumenta la sedimentación y carga de sólidos.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
CANDELA -BAJA	MALO	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	CONSTRUC. CIVILES	POTRERO EN RETIROS	VIVIENDAS EN RETIROS	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)			Retiros similares al año anterior, con invasión de viviendas y pequeños rastrojos de menos de 3 mts de ancho.
CAÑADITA - ALTA	MALO	VIVIENDAS EN RETIROS	CONSTRUC. CIVILES	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	CULTIVO EN RETIROS				Retiros igual que el año anterior, con invasión de viviendas y cultivos a ambos lados (especialmente en el derecho). En general las coberturas vegetales son variables entre cultivos y árboles dispersos
CAÑADITA - MEDIA	MUY BUENO								Retiros igual que el año anterior, con bosques y agroforestales a ambos lados. Se presentan buen número de bioindicadores y aguas arriba del sitio hay algunas manifestaciones leves de socavamiento lateral
CAÑADITA - BAJA	REGULAR	POTRERO EN RETIROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA						Retiros igual que el año anterior, con potreros a ambos lados, aunque se presenta una leve mejora debido al enrastrojamiento progresivo del sector, no obstante, la presencia de basuras se ha incrementado.
CHORRERA O LARGA (LV) - MEDIA ALTA BR DER	REGULAR	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS						Retiros en similar estado que el año anterior, bajo influencia de potreros y algunos rastrojos medios y altos no completamente aislados.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
CHORRERA O LARGA (LV) - MEDIA ALTA BR IZQ	REGULAR	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	POTRERO EN RETIROS					Retiros igual que el año anterior, bajo influencia de potreros y algunos rastrojos bajos y de Caña Brava. Los retiros son pequeños y sin suficiente aislamiento.
CHORRERA O LARGA (LV) - MEDIA ALTA68	MALO	VIVIENDAS EN RETIROS	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS				30 metros arriba del sitio de La Larga media baja en La Verde, antes de la influencia de Las Camelias. Presenta rastrojos bajos especialmente con Cañabrava y arboles dispersos.
CHORRERA O LARGA (LV) - MEDIA BAJA (CAMELIAS)	MALO	BASURAS Y/O ESCOMBROS	CONSTRUC. CIVILES	DESCARGA AGUAS RESID. (>10 viv.)	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	VIVIENDAS EN RETIROS			En el sector de las Camelias en el cruce con la vía. Aguas arriba del sitio fuerte invasión de viviendas al margen izquierdo y cultivos a la derecha. Hacia abajo rastrojos bajos y árboles dispersos. Requiere con urgencia un alcantarillado convencional o no.
CHORRERA O LARGA (LV) - MEDIA BAJA 69 (abajo de Camelias)	REGULAR	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS						100 metros abajo del sitio de La Larga media baja en La Verde, después de la influencia de Las Camelias. Presenta rastrojos bajos y potreros
CHORRERA O LARGA (LV) - BAJA	REGULAR	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS						En PolloCoa. Retiros igual que el año anterior, con rastrojos. Presenta pocas espumas. Este sitio muestra una mejoría en la calidad del agua (organoléptica) con relación a la parte media muy notable, al parecer recibe aguas limpias de un afluente.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
DESPENSA - ALTA	MUY BUENO								Retiros igual que el año anterior, con bosques a ambos lados. En todo el recorrido entre la parte media alta y la alta, se han iniciado varios sitios con socavamientos laterales y movimientos en masa, algunos de tamaño moderado que tienden a crecer si no se les controla, todos ubicados en predios privados, pero que causan afectaciones a las aguas que surten el acueducto de EPM. La mejor manera de controlar estos fenómenos junto con el ingreso esporádico de ganado a la corriente es adquirir los predios de la parte alta de esta cuenca, tal como se ha sugerido desde hace 5 años y se ha insistido reiteradamente.
DESPENSA - MEDIA -ALTA	REGULAR	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	CONSTRUC. CIVILES						Junto a la bocatoma de EPM. Retiros similares al año anterior, rastrojos e invasión de pastos a ambos lados y un sector al margen izquierdo en plantación. Este año EPM ha modificado la bocatoma causando un daño mayor a la corriente de agua que por ley debe mantener la quebrada (caudal ecológico), pues se han rediseñado y construido unas canaletas de conducción del agua que pasan en su totalidad por una rejilla que lleva el agua a los tanques y en épocas de menor lluvias el cauce permanece seco pues la totalidad del agua es captada, con grave perjuicio sobre las dinámicas ecológicas y sobre la supervivencia de las especies que habitan la quebrada.
DESPENSA - MEDIA BAJA	REGULAR	POTRERO EN RETIROS	CONSTRUC. CIVILES	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA					Retiros en similar estado que el año anterior, invasión de pastos a ambos lados y un poco de rastrojos hacia arriba. Prácticamente todos los movimientos en masa han cicatrizado.
DESPENSA - BAJA	REGULAR	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	BASURAS Y/O ESCOMBROS					Retiros similares que el año anterior, aunque ha disminuido el tamaño de los retiros en cuanto a coberturas arbóreas. Hay invasión de viviendas e industrias en la margen derecha y rastrojos altos a ambos lados. Aún hay incidencia de minería a baja escala en la desembocadura. Se observan algunas tuberías que se asocian con descargas de aguas.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
DOÑA MARÍA - ALTA (BOC. EPM)	BUENO	POTRERO EN RETIROS							Junto a la bocatoma de EPM en la Doña María alta. Retiros parcialmente invadidos con ganadería, no obstante todavía Hay alguna cobertura arbórea. No hay afectaciones por otros fenómenos.
DOÑA MARÍA - MEDIA (LAS PLAYAS)	MALO	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	MINERÍA DE CAUCE O RETIROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	VIVIENDAS EN RETIROS				Retiros en similar estado que el año anterior. Permanecen las actividades de intervención en el cauce para actividades turísticas (represamientos esporádicos, los fines de semana), hay poca cobertura en retiros y recepción de descargas de aguas residuales
DOÑA MARÍA - MEDIA BAJA (LA VERDE)	MALO	VIVIENDAS EN RETIROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)					Retiros parcialmente invadidos con viviendas. Hay poca cobertura arbórea y afectaciones con obras civiles como muros de contención.
INDIO MEDIA	BUENO	SOCAVAMIENTOS							Retiros bajo coberturas de bosques y rastrojos altos, así como Guaduales longevos. Se presentan tanto aguas arriba como abajo del sitio de muestreo algunos movimientos en masa y socavamientos laterales de pequeña magnitud que inciden en la turbiedad por cargas de sólidos minerales (arcillas blancas). En general mantiene un buen estado de conservación.
ISABELA - ALTA	BUENO	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	SOCAVAMIENTOS						Retiros un poco más afectados en sus coberturas que el año anterior, con Rastrojos altos y Guadua. Este año se realizaron nuevas construcciones en el cauce (bocatomas) y se incrementaron las mangueras. Se presentan algunos socavamientos laterales que inician procesos de movimientos en masa.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
ISABELA - MEDIA	MALO	BASURAS Y/O ESCOMBROS	CONSTRUC. CIVILES	VIVIENDAS EN RETIROS	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)				Retiros similares al año anterior, con Rastrojos e invasiones de viviendas.
ISABELA -BAJA	MALO	BASURAS Y/O ESCOMBROS	CANALIZACIÓN	VIVIENDAS EN RETIROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)			Retiros similares al año anterior, con invasiones de viviendas y canalización. El cauce está más invadido por pastos que el año anterior.
JACINTA - ALTA	MUY MALO	BASURAS Y/O ESCOMBROS	CONSTRUC. CIVILES	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS	VIVIENDAS EN RETIROS	TAPONAMIENTO DE CAUCE	En 2015 no se realizó monitoreo de aguas en este sitio debido a que el cauce estaba seco por causa principalmente de unas obras de ingeniería realizadas por obras públicas (construcción de filtros transversales y paralelos a la vía para drenar el agua de la zona de afloramiento) que impiden el flujo del agua aflorante hacia su cauce natural. Además este fenómeno se vio agravado por la época seca. No obstante en años anteriores (cuando no existía la obra física de filtros), la mayoría de monitoreos se realizaron en épocas secas y el caudal era permanente, lo cual corrobora la presunción de que la causa del secamiento de la parte alta de esta quebrada se debe a la obra de filtros en una extensión cercana a 80-100 metros longitudinales. En cuanto a afectaciones se encontraron las mismas del año anterior, agregando los citados filtros.
JACINTA - MEDIA- ALTA (COOTRAS)	MALO	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS	BASURAS Y/O ESCOMBROS	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	CONSTRUC. CIVILES	DESLIZAMIENTOS		El tramo carece de cobertura arbórea y muestra niveles moderados de basuras y escombros, en especial en el cruce con la vía. Junto al sitio de muestreo los movimientos en masa (deslizamientos) se han reactivado, iniciando con reptaciones fuertes que llegan hasta el cauce, tapándolo parcialmente. Conviene establecer contactos con Cootrasana para que permita reforestar estos retiros y destinarlos a la conservación.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
JACINTA - MEDIA-BAJA (PARQUE LIN)	BUENO	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	BASURAS Y/O ESCOMBROS						En general el parque muestra buen estado pero persisten las basuras. El mal estado de la calidad organoléptica del agua en el sector, en especial la elevada presencia de espumas, color gris de sus aguas y malos olores, están llevando al desestimulo social por la conservación del espacio público y el desinterés por exigir que mejore la calidad ambiental de la quebrada.
JACINTA -BAJA	MALO	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	BASURAS Y/O ESCOMBROS	CANALIZACIÓN	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	VIVIENDAS EN RETIROS			Retiros muy invadidos por viviendas, además la corriente está canalizada y 50 metros arriba completamente cubierta. La fuerte influencia urbana y la poca cultura ambiental en el sector ha estimulado la alta presencia de basuras y arrojo de escombros en los retiros y el cauce, todo lo cual tiene relación con el mal estado ambiental del agua en La Jacinta debido a la irresponsabilidad de EPM que permite las descargas directas de aguas de viviendas e incluso de alcantarillas en algunos sitios del Limonar y Barichara, Tal como se ha denunciado desde años antes.
LARGA (EL SALADO) - ALTA	BUENO	BASURAS Y/O ESCOMBROS							Retiros igual que el año anterior, con bosques a ambos lados, tanto hacia arriba como hacia abajo. Aguas abajo del sitio se mantienen los impactos por derrames de basuras y escombros que ocasionalmente depositan aprovechando la vía hacia el Guacal.
LARGA (EL SALADO) - MEDIA	REGULAR	POTRERO EN RETIROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	BASURAS Y/O ESCOMBROS					Retiros más afectados que el año anterior en cuanto a coberturas vegetales, y se incrementó notablemente el derrame de escombros hacia el cauce, debido a que se recibieron escombros con destino a la vía terciaria cercana.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
LARGA (EL SALADO) -BAJA	MALO	POTRERO EN RETIROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	VIVIENDAS EN RETIROS					Retiros similares al año anterior. Hay un evidente daño ocasional por descargas de aguas desde la parte más alta que está perjudicando la presencia de bioindicadores de mejor calidad. Se nota un aumento importante de basuras en los potreros de los retiros, debido al aumento de actividades recreativas de grupos de personas que llegan no sólo de SAP, sino de municipios vecinos.
LIMONA - ALTA 1	MALO	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	CONTAMIN. (AGRO)INDUSTRIAL	POTRERO EN RETIROS	CONSTRUC. CIVILES				Hacia arriba del sitio de muestreo presenta retiros en rastrojos, entre 2 y 5 metros de ancho, aislados y hacia abajo presenta vegetación en regular estado con retiros entre 0 y 5 metros a cada lado, siendo el más afectado el margen izquierdo que fue recientemente talado, pero muestra algunas Guaduas. Las aguas de este sector están mejorando gradualmente debido a que la mayor parte de la cuenca alta fue adquirida por SMAM y se encuentra actualmente en proceso de restauración. Es urgente establecer convenios con el propietario de los retiros cerca al sitio de muestreo para que permita su mejor manejo y controle vertimientos esporádicos provenientes de las marraneras.
LIMONA - ALTA 2	MUY BUENO								Retiros en buen estado de cobertura hacia arriba del sitio de muestreo, sin basuras ni posibilidades de ingreso de animales o personas. La calidad ambiental de los retiros y de las condiciones organolépticas mejoran gradualmente, en parte debido a la influencia que ha tenido la adquisición de predios en la parte alta de esta cuenca por parte de la SMAM, pero también debido al mayor compromiso adquirido algunos propietarios con relación al cuidado de los retiros.
LIMONA - MEDIA ALTA	REGULAR	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	SOCAVAMIENTOS	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)					Retiros en estado de restauración, luego de los eventos de movimientos en masa. Nuevamente este año se presenta poca presencia de bioindicadores, al parecer debido a que se mantiene las condiciones de deterioro de calidad del agua en las partes más altas (parece corresponder a vertimientos directos de viviendas), situación que no existía 3 años atrás. El sector presenta en sus retiros procesos de cicatrización de movimientos en masa. Hacia el lado derecho del cauce existe buena cobertura y hacia la izquierda inicia proceso de restauración. Este sector ha sufrido deterioro ambiental en sus aguas de manera notable, a pesar de que posee amplios retiros. Es urgente hacer control de vertimientos directos aguas arriba.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
LIMONA - MEDIA BAJA	REGULAR	POTRERO EN RETIROS	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA				Se detectaron pocos macroinvertebrados quizá porque hay un fuerte impacto por los sedimentos de la parte alta y porque se han incrementado las descargas eventuales aguas arriba. En la margen izquierda hay intervención por cultivos y en la derecha por potreros aunque enmalezados. Orgalépticamente ha desmejorado la calidad. Las coberturas vegetales en ambos márgenes y hacia abajo del sitio de muestreo han mejorado y se mantienen en rastrojos medios en activo proceso de restauración. Es importante trabajar esta cuenca en cuanto a mejoramiento de calidad de aguas (control a vertimientos), pues 3 años atrás su calidad era mejor que la actual y ha venido en deterioro progresivo, lo cual está incidiendo en deterioro progresivo de retiros
LIMONA - MEDIA BAJA2	REGULAR	POTRERO EN RETIROS	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	BASURAS Y/O ESCOMBROS					20 metros arriba de la desembocadura de la Jacinta. Retiros en pastos enmalezados, con fuerte influencia urbana y gran presencia de basuras. Poca cobertura arbórea. Debido a que cerca está la desembocadura de La Jacinta (altamente contaminada), el espacio es mal visto socialmente y se destina a depósito de escombros y basuras. Conviene realizar campañas con las comunidades cercanas al sitio (Limonar) para impedir esta actitud social, en lo cual tiene influencia actividades de reciclaje en sus cercanías. Pero es indispensable mejorar las aguas de la Jacinta, exigiendo a EPM que construya y repare los alcantarillados en los sectores del Limonar parte alta y Barichara, tal como se ha insistido desde hace varios años y en monitoreos anteriores.
LIMONA - MEDIA BAJA3	REGULAR	POTRERO EN RETIROS	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	BASURAS Y/O ESCOMBROS					30 metros abajo de la desembocadura de la Jacinta. Retiros en pastos enmalezados, con fuerte influencia urbana y gran presencia de basuras. Poca cobertura arbórea. Debido a que cerca está la desembocadura de La Jacinta (altamente contaminada), el espacio es mal visto socialmente y se destina a depósito de escombros y basuras. Conviene realizar campañas con las comunidades cercanas al sitio (Limonar) para impedir esta actitud social, en lo cual tiene influencia actividades de reciclaje en sus cercanías. Pero es indispensable mejorar las aguas de la Jacinta, exigiendo a EPM que construya y repare los alcantarillados en los sectores del limonar parte alta y Barichara, tal como se ha insistido desde hace varios años y en monitoreos anteriores.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
LIMONA -BAJA	MALO	AGRO (INDUSTRIA) EN RETIROS	BASURAS Y/O ESCOMBROS	CONSTRUC. CIVILES	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS	VIVIENDAS EN RETIROS	Junto al puente que cruza con la vía a SAP. Retiros en margen derecha completamente invadidos por viviendas, e industria y en su margen derecha superior con potreros e infraestructura. Poca cobertura arbórea. Presencia de basuras. Las mayores dificultades para su restauración es que el margen derecho pertenece a Itagüí y se encuentra invadido, pero el margen izquierdo es factible de restaurarse y pertenece a Medellín
MACANA - ALTA	REGULAR	POTRERO EN RETIROS	CONSTRUC. CIVILES	SOCAVAMIENTOS					Retiros en estado similar al año anterior, con bosques a ambos lados del sitio de muestreo hacia arriba y hacia arriba con pequeños parches de rastrojos de 3 mts y un poco de invasión de potreros. No obstante se han incrementado los socavamientos laterales, lo cual influye en la sedimentación y turbiedad del agua. Igualmente se aumentaron las bocatomas con dos nuevas mangueras. El muro de contención asociado al puente es un obstáculo a la migración de peces.
MACANA - MEDIA	REGULAR	POTRERO EN RETIROS	CONSTRUC. CIVILES	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA					Retiros igual que el año anterior, con potreros y rastrojos a ambos lados del sitio de muestreo. Sin evidencias de descargas directas ni invasión por viviendas. Se nota el aumento en la presión por el uso pecuario de los retiros, se han talado algunos arbustos para ampliar los pastos de corte.
MACANA -BAJA	MALO	VIVIENDAS EN RETIROS	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	CONSTRUC. CIVILES	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	BASURAS Y/O ESCOMBROS			Retiros igual que el año anterior. Hay invasión de viviendas en la margen derecha, las cuales descargan directamente al cauce. Además más abajo hay un muro de contención asociado al puente.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
MANGUALA - ALTA	MUY BUENO								Retiros similares que el año anterior, con coberturas de bosques en buen estado. Se ubica dentro de la Reserva La Manguala. Unos 30 metros arriba de la bocatoma del acueducto Manantial hay un pequeño movimiento en masa asociado a un socavamiento lateral iniciado el año anterior luego de una creciente. Está en proceso de cicatrización, pero aún persisten algunos sitios activos que aportan sedimentos minerales a las aguas en momentos de lluvias.
MANGUALA - MEDIA ALTA	REGULAR	CONSTRUC. CIVILES	POTRERO EN RETIROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA					Retiros igual que el año anterior. Con potreros a ambos lados del sitio de muestreo hacia abajo y en bosques hacia arriba. La situación de basuras ha mejorado un poco, al igual que el cuidado de coberturas en retiros. Se recomienda establecer un proceso de adquisición de parte de este predio para garantizar mejor cuidado de los retiros y dela calidad del agua arriba de las bocatomas de EPM y Ac. El Vergel Centro (los dos más grandes del corregimiento).
MANGUALA - MEDIA BAJA	MALO	POTRERO EN RETIROS	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	CONSTRUC. CIVILES	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	BASURAS Y/O ESCOMBROS	AGRO (INDUSTRIA) EN RETIROS		Los retiros permanecen similar que el año anterior, con potreros hacia arriba e invasión de viviendas hacia abajo, no obstante el margen izquierdo y aguas abajo está incrementando la perdida de coberturas arbóreas..
MANGUALA - MEDIA BAJA2 (CHISPERO)	MALO	BASURAS Y/O ESCOMBROS	VIVIENDAS EN RETIROS	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA				Con coberturas de rastrojos altos y cultivos permanentes de Café en sombrío, pero con fuerte influencia de descargas de aguas servidas de viviendas aguas arriba del sitio e incluso hacia abajo. Todo el tramo desde este sitio hasta María Auxiliadora requiere con urgencia un alcantarillado convencional o no.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
MANGUALA - MEDIA BAJA3 (COMPARTIR)	REGULAR	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS						Con coberturas de potreros, rastrojos bajos y algunos árboles dispersos asociados al parque lineal en la urbanización Compartir. No se detectaron descargas de aguas residuales directas, pero aún sufre las influencias del sector del Chispero y María Auxiliadora. El margen derecho está falto de cobertura arbórea y se dedica a potrero.
MANGUALA - BAJA	MALO	VIVIENDAS EN RETIROS	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	CONTAMIN. (AGRO)INDUSTRIAL			Abundantes algas pardas y grises, Tubifex, altas espumas que denotan detergentes. Hay gran presencia de basuras e invasión por viviendas y pequeñas industrias, entremezclados con rastrojos que tienden a desaparecer, pues este año hay menos cobertura que el anterior.
POPALA - ALTA	REGULAR	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS						Retiros similares al año anterior, con invasión de ganadería y pocos rastrojos bajos.
POPALA - MEDIA	MALO	CONTAMIN. (AGRO)INDUSTRIAL	POTRERO EN RETIROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	DESLIZAMIENTOS				Retiros similares al año anterior, con invasión de ganadería y rastrojos, así como con la influencia del movimiento en masa que aún no cicatriza. Este sitio es el más clave en la contaminación no sólo por su fuerte impacto sino porque es fácil de controlar ya que es un sólo predio el causante y la solución tecnológica es fácil de implementar.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
POPALA -BAJA	BUENO	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA						Retiros similares al año anterior, hay menos invasión de ganadería y más rastrojos. Hay presencia de basuras. Organolépticamente ha desmejorado por influencia de las descargas directas de la marranera en la parte media
SORBETANA - ALTA	MUY BUENO								Retiro similar al año anterior, bajo cobertura de bosques, pero aguas abajo del sitio de muestreo se incrementó la tala de rastrojos riparios que ayudaban a conservar el buen estado del agua. Conviene establecer de nuevo contactos con el propietario para retomar la protección de los retiros, especialmente teniendo en cuenta que este sector ha mostrado históricamente susceptibilidad a movimientos en masa.
SORBETANA - MEDIA	REGULAR	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS						Retiros iguales al año anterior, bajo influencia de ganadería sin aislar y un poco de rastrojos. La ganadería en el sector ha aumentado pues los sitios que sufrieron movimientos en masa han sido revegetalizados con pasto Kikuyo y vuelven a ser pastoreados incrementando la carga de materia orgánica de manera difusa. Es necesario establecer convenios con el propietario para que permita aislar los retiros.
SORBETANA - BAJA	REGULAR	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS					Retiros degradados en relación con el año anterior: los arboles dispersos que existían fueron talados y aún persisten pocos de rastrojos hacia arriba. En cauce se nota muy sedimentado quizá por la influencia de actividades de lavado de tierra para obtención de arenas aguas arriba. Si bien organolépticamente se observa bien, la cantidad y diversidad de bioindicadores ha disminuido.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
ZORRITA - ALTA	BUENO	DESLIZAMIENTOS							Retiros igual que el año anterior. Con bosques a ambos lados. El movimiento en masa arriba del sitio de muestreo tradicional, no sólo no ha estabilizado, sino que ha incrementado su actividad poniendo en riesgo la calidad del agua que se destina a los dos acueductos más grandes de corregimiento. Este año no se realizó monitoreo de la calidad del agua en el sitio debido a que el cauce estaba seco, no sólo por la época de sequía, sino porque hubo captaciones de las pocas aguas en la parte más alta.
ZORRITA - MEDIA	REGULAR	CONSTRUC. CIVILES	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	BASURAS Y/O ESCOMBROS	CULTIVO EN RETIROS				Retiros muy afectados con relación al año anterior. Toda la zona de humedales asociados al sector (cerca de media hectárea de terreno) fue drenada y la topografía fue remoldeada con maquinaria, para facilitar trabajos de mejoramiento de las tuberías de Ecopetrol. Las afectaciones a los humedales ribereños son de gran magnitud, incluyendo grandes filtros, apisonamiento del terreno, cambio de coberturas en rastrojos a pastos bajos, construcciones de obras de ingeniería en concreto, etc. Esta situación llevará seguramente a que todo este terreno sea destinado a zona recreativa al margen derecho y quizá urbanismo. Este es uno de los daños a retiros y humedales más graves en el corregimiento, junto con los surgidos en varios humedales en el sector del Vergel parte alta, que fueron drenados y el nivel freático abatido mediante filtros de gran tamaño, para luego destinar los espacios a urbanismo.
ZORRITA -BAJA	REGULAR	POTRERO EN RETIROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA						Retiros similares al año anterior. Con potreros a ambos lados del sitio de muestreo hacia abajo y hacia arriba con pequeño parche de rastrojos de 3 mts. Debido a que estas aguas sirven a varios acueductos (EPM y Vergel Centro, los dos acueductos más grandes del corregimiento), se reitera la necesidad de adquirir este predio (o por lo menos hacer control sobre sus retiros de quebrada e implementar procesos que estimulen su cuidado) con fines de conservación del agua, lo cual beneficiaría además a las quebradas Manguala y Cañadita
ZULIA - ALTA (ACTUAL BOC.)	BUENO	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA							Presenta retiros en el mismo estado del año anterior: en rastrojos medios y altos y Guadua, a ambos lados del cauce, en unos 5 - 7 metros de ancho. Se encuentran aislados.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
ZULIA - ALTA (POS NUEVA BOC)	BUENO	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA							Este sitio corresponde al punto de monitoreo tradicional, hacia el cual se propone trasladar la bocatoma del acueducto comunitario. Presenta rastrojos en ambas márgenes, pero de tamaño pequeño 3-6 metros, por lo cual hay que ampliarlos.
ZULIA - MEDIA ALTA	MALO	AGRO (INDUSTRIA) EN RETIROS	CONSTRUC. CIVILES	CONTAMIN. (AGRO)INDUST RIAL	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	VIVIENDAS EN RETIROS		Abajo del puente. Retiros en rastrojos, cultivos y presenta una seria invasión con una marranera que está causando una gran contaminación con sus vertimientos directos. Sólo hay presencia de Caracoles, Chironomidae y Tubifex.
ZULIA - MEDIA BAJA 1 (abajo Indio)	BUENO	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA							Abajo de desembocadura del Indio. Retiros similares al año anterior, con Rastrojos, Guadua y alguna invasión de ganadería, presenta espumas. Muestra aguas turbias por la influencia del Indio.
ZULIA - MEDIA BAJA 2 (Arriba Indio)	REGULAR	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS						Arriba de la desembocadura del indio. Retiros en pastos con rastrojos y arboles dispersos. El agua presenta turbidez debido a socavamientos laterales y trabajos en el cauce por parte del acueducto comunitario, pero debido a que los sedimentos arcillosos son de origen mineral, no han perjudicado demasiado los macroinvertebrados, especialmente por ser un evento transitorio.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
ZULIA -BAJA	REGULAR	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)						Retiros similares al año anterior, con Rastrojos y alguna invasión de cultivos, presenta una descarga de vivienda. La calidad organoléptica del agua ha disminuido, al parecer por descargas de marraneras y quizá de PolloCoa

La calidad de los retiros durante 2015, aplicando la metodología IIRSAP, arrojó resultados similares a los obtenidos durante 2013. Estos resultados pueden apreciarse en la tabla 27 y 28, así como en los gráficos 47 y 48.

A partir de estos resultados se observa que la categoría “muy bueno” existe en 6 trayectos (9%) de los 65 trayectos evaluados, correspondiendo a las partes altas de 5 quebradas (La Candela, La Despensa, La Manguala, Limona 2 y La Sorbetana) y 1 parte media (La Cañadita), similar a 2013, con la diferencia que la Limona 2 elevó su categoría por el proceso de evidente mejora en la conservación en la que se han incluido los propietarios, pero a la vez El Indio media bajó por problemas de socavamiento y movimientos en masa de origen natural. La categoría “Bueno” existe en 11 trayectos (16%), aumentando frente a 2013 cuando hubo 7 trayectos; la calidad "regular" existe en 31 trayectos (46%), frente a 31 de 2013; la calidad "Malo", existe en 18 trayectos (26%), uno más que en 2013; y los retiros con calidad “Muy Malo” existen en 2 sitios (3%), uno menos que en 2103.

Así, el 75% de los trayectos tiene calidad de retiros deficiente y por lo tanto requieren mejoramiento. Si bien hay una leve mejora con relación con 2013 que mostraba el 80% de retiros deficientes, el porcentaje sigue siendo muy alto y amerita la ejecución de procesos de control y estímulos a la conservación, así como apoyo a propietarios mediante programas PAAL como el de reconversión agrotecnológica y gestión socioambiental de quebradas; pero además deben complementarse con otros programas como la adquisición de predios en zonas de nacimientos y retiros para la conservación, la reubicación de viviendas en zonas de alto riesgo, construcción de soluciones de saneamiento básico y debe darse inicio al programa de fortalecimiento y apoyo técnico y logístico a las organizaciones locales que gestionan por el mejoramiento ambiental, que está contemplado en el PAALSAP. Por último, se insiste en que no debe interrumpirse el programa de monitoreo de recursos naturales, que es el mejor, si no el único, que permite identificar la realidad ambiental del territorio y los impactos generados por las intervenciones y proyectos, y en el caso específico del monitoreo de calidad del agua en quebradas, es más importante aún darle continuidad porque sobre él recae básicamente todo el peso actual del mejoramiento experimentado en los últimos años (SMAM y Pro Romeral, 2013).

Tabla 28. Calidad del agua y trayectos en 19 quebradas de San Antonio de Prado 2008, 2009, 2012, 2013 y 2015

QUEBRADA	CALIDAD DEL TRAYECTO (2008)	CALIDAD DEL TRAYECTO (2009)	CALIDAD DEL TRAYECTO (2012) IIRSAP	CALIDAD DEL TRAYECTO (2013) IIRSAP	CALIDAD DEL TRAYECTO (2015) IIRSAP	CALIDAD DEL AGUA (2008)	CALIDAD DEL AGUA (2009)	CALIDAD DEL AGUA (2012)	CALIDAD DEL AGUA (2013)	CALIDAD DEL AGUA (2015)
AFLUENTE LARGA (EL SALADO)				**REGULAR**	**REGULAR**					
BARRO AZUL - ALTA	REGULAR	REGULAR	BUENO	**REGULAR**	**REGULAR**	REGULAR	BUENA	BUENA	**REGULAR**	REGULAR
BARRO AZUL - MEDIA	MALO	REGULAR	MALO	**REGULAR**	**REGULAR**	REGULAR	BUENA	REGULAR	**BUENA**	REGULAR
BARRO AZUL - BAJA	MALO	REGULAR	REGULAR	**REGULAR**	**REGULAR**	REGULAR	REGULAR	REGULAR	**REGULAR**	REGULAR
CABUYALA - ALTA ALCANTAR				**MUY MALO**	**MUY MALO**					
CABUYALA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	**REGULAR**	**REGULAR**	REGULAR	MALA	MALA	**REGULAR**	MALA
CABUYALA - BAJA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	**REGULAR**	**REGULAR**	REGULAR	MALA	MALA	**MALA**	MALA
CANDELA – ALTA			MUY BUENO	**MUY BUENO**	**MUY BUENO**		BUENA	BUENA	**BUENA**	REGULAR
CANDELA – MEDIA		MUY BUENO	REGULAR	**BUENO**	**BUENO**		REGULAR	MALA	**REGULAR**	REGULAR
CANDELA – BAJA		MALO	MALO	**MALO**	**MALO**		REGULAR	REGULAR	**REGULAR**	MALA
CAÑADITA - ALTA	REGULAR	REGULAR	MALO	**MALO**	**MALO**	MALA	REGULAR	REGULAR	**REGULAR**	REGULAR
CAÑADITA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	MUY BUENO	**MUY BUENO**	**MUY BUENO**	MALA	REGULAR	BUENA	**BUENA**	REGULAR
CAÑADITA - BAJA	BUENO	REGULAR	REGULAR	**REGULAR**	**REGULAR**	MALA	REGULAR	BUENA	**BUENA**	REGULAR
CHORRERA O LARGA (LV) - ALTA	BUENO	BUENO		**REGULAR**	**REGULAR**	REGULAR	REGULAR			
CHORRERA O LARGA (LV) - MEDIA ALTA BR DER			BUENO	**REGULAR**	**REGULAR**			REGULAR	**REGULAR**	REGULAR
CHORRERA O LARGA (LV) - MEDIA ALTA BR IZQ	MALO	MALO	REGULAR	**REGULAR**	**REGULAR**	MALA	REGULAR	REGULAR	**REGULAR**	BUENA
CHORRERA O LARGA (LV) - MEDIA ALTA68				**MALO**	**MALO**					MALA
CHORRERA O			MALO	**MALO**	**MALO**			MUY MALA	**MALA**	

QUEBRADA	CALIDAD DEL TRAYECTO (2008)	CALIDAD DEL TRAYECTO (2009)	CALIDAD DEL TRAYECTO (2012) IIRSAP	CALIDAD DEL TRAYECTO (2013) IIRSAP	CALIDAD DEL TRAYECTO (2015) IIRSAP	CALIDAD DEL AGUA (2008)	CALIDAD DEL AGUA (2009)	CALIDAD DEL AGUA (2012)	CALIDAD DEL AGUA (2013)	CALIDAD DEL AGUA (2015)
LARGA (LV) - MEDIA BAJA (CAMELIAS)										
CHORRERA O LARGA (LV) - MEDIA BAJA 69 (abajo de Camelias)				REGULAR	REGULAR					MALA
CHORRERA O LARGA (LV) -BAJA	BUENO	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	MALA	MALA	REGULAR	REGULAR	MALA
DESPENSA - ALTA	BUENO	MUY BUENO	MUY BUENO	MUY BUENO	MUY BUENO	BUENA	REGULAR	BUENA	EXCELENTE	BUENA
DESPENSA - MEDIA - ALTA		REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR		REGULAR	REGULAR	BUENA	REGULAR
DESPENSA - MEDIA - BAJA	MALO	REGULAR	MALO	REGULAR	REGULAR	MALA	MUY MALA	BUENA	REGULAR	MALA
DESPENSA -BAJA	MALO	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	MALA	REGULAR	REGULAR	MALA	MALA
DOÑA MARÍA -ALTA (BOC. EPM)					BUENO					EXCELENTE
DOÑA MARÍA-MEDIA (LAS PLAYAS)				MALO	MALO					
DOÑA MARÍA-MEDIA BAJA (LA VERDE)					MALO					MALA
EL INDIO MEDIA				MUY BUENO	BUENO				REGULAR	REGULAR
ISABELA - ALTA	BUENO	MUY BUENO	BUENO	BUENO	BUENO	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA	REGULAR
ISABELA - MEDIA	BUENO	MALO	MALO	MALO	MALO	REGULAR	REGULAR	MALA	MALA	MALA
ISABELA - BAJA	MALO	MALO	MALO	MALO	MALO	REGULAR	MALA	MALA	REGULAR	MALA
JACINTA - ALTA	MALO	MALO	MALO	MALO	MUY MALO	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA	
JACINTA - MEDIA-ALTA (Cootras)		MALO	MALO	MALO	MALO		REGULAR	MALA	MALA	REGULAR
JACINTA - MEDIA-BAJA (PLin)	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENO	MALA	REGULAR	MUY MALA	REGULAR	MUY MALA
JACINTA - BAJA	MALO	MALO	MUY MALO	MALO	MALO	MALA	MUY MALA	MUY MALA	MALA	MUY MALA

QUEBRADA	CALIDAD DEL TRAYECTO (2008)	CALIDAD DEL TRAYECTO (2009)	CALIDAD DEL TRAYECTO (2012) IIRSAP	CALIDAD DEL TRAYECTO (2013) IIRSAP	CALIDAD DEL TRAYECTO (2015) IIRSAP	CALIDAD DEL AGUA (2008)	CALIDAD DEL AGUA (2009)	CALIDAD DEL AGUA (2012)	CALIDAD DEL AGUA (2013)	CALIDAD DEL AGUA (2015)
LARGA (EL SALADO) - ALTA	MUY BUENO	BUENO	BUENO	**BUENO**	**BUENO**	REGULAR	BUENA	BUENA	**BUENA**	BUENA
LARGA (EL SALADO) - MEDIA	REGULAR	BUENO	REGULAR	**REGULAR**	**REGULAR**	REGULAR	REGULAR	REGULAR	**REGULAR**	BUENA
LARGA (EL SALADO) - BAJA	BUENO	REGULAR	REGULAR	**MALO**	**MALO**	REGULAR	REGULAR	REGULAR	**REGULAR**	REGULAR
LIMONA 1 - ALTA			MALO	**MALO**	**MALO**			MALA	BUENA	EXCELENTE
LIMONA 2 - ALTA	BUENO	REGULAR	REGULAR	**REGULAR**	**MUY BUENO**	BUENA	EXCELENTE	BUENA	REGULAR	BUENA
LIMONA - MEDIA-ALTA		REGULAR	REGULAR	**BUENO**	**REGULAR**		REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR
LIMONA - MEDIA-BAJA	REGULAR	MALO	REGULAR	**REGULAR**	**REGULAR**	REGULAR	REGULAR	MALA	REGULAR	MALA
LIMONA - MEDIA BAJA2				**REGULAR**	**REGULAR**					MALA
LIMONA - MEDIA BAJA3				**REGULAR**	**REGULAR**					MALA
LIMONA - BAJA	MALO	MALO	MUY MALO	**MALO**	**MALO**	REGULAR	MUY MALA	MUY MALA	**REGULAR**	MALA
MACANA - ALTA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	**REGULAR**	**REGULAR**	REGULAR	BUENA	BUENA	BUENA	REGULAR
MACANA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	**REGULAR**	**REGULAR**	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	MALA
MACANA - BAJA	MALO	MALO	MALO	**MALO**	**MALO**	REGULAR	MALA	REGULAR	REGULAR	MALA
MANGUALA - ALTA	MUY BUENO	MUY BUENO	REGULAR	**MUY BUENO**	**MUY BUENO**	REGULAR	BUENA	EXCELENTE	EXCELENTE	EXCELENTE
MANGUALA – MEDIA ALTA	BUENO	REGULAR	REGULAR	**REGULAR**	**REGULAR**	REGULAR	REGULAR	EXCELENTE	EXCELENTE	BUENA
MANGUALA – MEDIA BAJA	REGULAR	MALO	MALO	**MALO**	**MALO**	MALA	MALA	MALA	REGULAR	MALA
MANGUALA - MEDIA BAJA2 (CHISPERO)				**MALO**	**MALO**					MUY MALA
MANGUALA - MEDIA BAJA3 (Compartir)					**REGULAR**					MALA

QUEBRADA	CALIDAD DEL TRAYECTO (2008)	CALIDAD DEL TRAYECTO (2009)	CALIDAD DEL TRAYECTO (2012) IIRSAP	CALIDAD DEL TRAYECTO (2013) IIRSAP	CALIDAD DEL TRAYECTO (2015) IIRSAP	CALIDAD DEL AGUA (2008)	CALIDAD DEL AGUA (2009)	CALIDAD DEL AGUA (2012)	CALIDAD DEL AGUA (2013)	CALIDAD DEL AGUA (2015)
MANGUALA - BAJA	MALO	MALO	MALO	**MALO**	**MALO**	MALA	MUY MALA	MALA	MALA	MALA
POPALA - ALTA	REGULAR	BUENO	REGULAR	**REGULAR**	**REGULAR**	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA
POPALA - MEDIA	REGULAR	BUENO	MALO	**MALO**	**MALO**	REGULAR	REGULAR	MALA	REGULAR	MUY MALA
POPALA - BAJA	BUENO	BUENO	REGULAR	**REGULAR**	**BUENO**	REGULAR	REGULAR	MUY MALA	MUY MALA	MALA
SORBETANA -ALTA	MUY BUENO	MUY BUENO	BUENO	**MUY BUENO**	**MUY BUENO**	BUENA	EXCELENTE	BUENA	BUENA	BUENA
SORBETANA - MEDIA	BUENO	REGULAR	REGULAR	**REGULAR**	**REGULAR**	REGULAR	EXCELENTE	REGULAR	BUENA	REGULAR
SORBETANA - BAJA	MALO	MALO	REGULAR	**REGULAR**	**REGULAR**	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA
ZORRITA - ALTA	BUENO	BUENO	BUENO	**BUENO**	**BUENO**	REGULAR	EXCELENTE	REGULAR	BUENA	
ZORRITA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	**REGULAR**	**REGULAR**	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA
ZORRITA -BAJA	BUENO	BUENO	REGULAR	**REGULAR**	**REGULAR**	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA	REGULAR
ZULIA - ALTA ACTUAL BOC					**BUENO**					
ZULIA - ALTA POS NUEVA BOC	BUENO	BUENO	BUENO	**BUENO**	**BUENO**	REGULAR	BUENA	BUENA	BUENA	BUENA
ZULIA – MEDIA ALTA	MALO	MALO	MUY MALO	**MUY MALO**	**MALO**	REGULAR	REGULAR	MUY MALA	REGULAR	MALA
ZULIA – MEDIA BAJA1 (abajo indio)			REGULAR	**REGULAR**	**BUENO**			REGULAR	REGULAR	MALA
ZULIA – MEDIA BAJA2 (arriba indio)					**REGULAR**					
ZULIA - BAJA	BUENO	BUENO	REGULAR	**REGULAR**	**REGULAR**	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	MALA

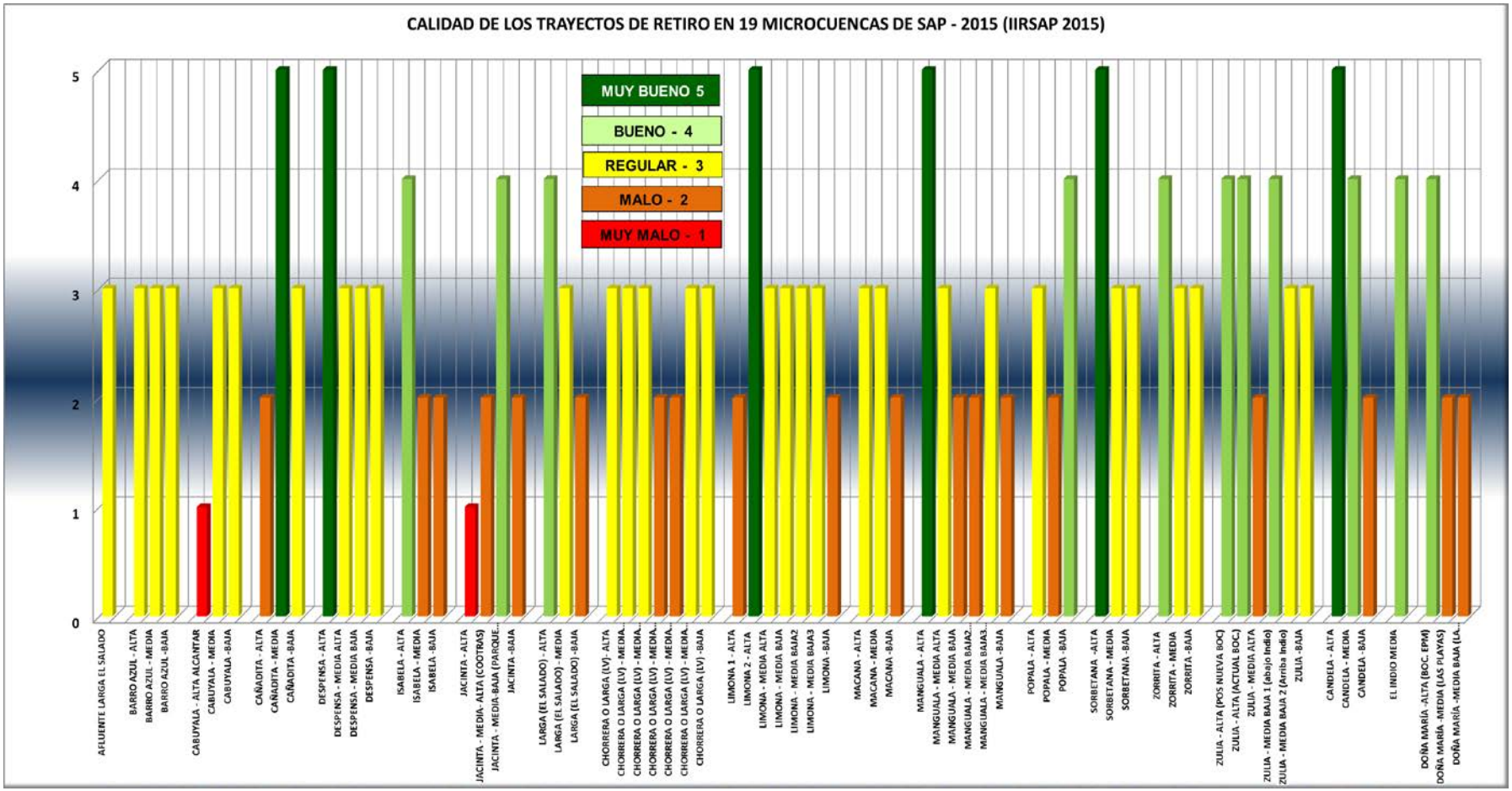


Gráfico 47. Calidad de los trayectos de retiros de quebradas en 19 microcuencas de SAP, 2015

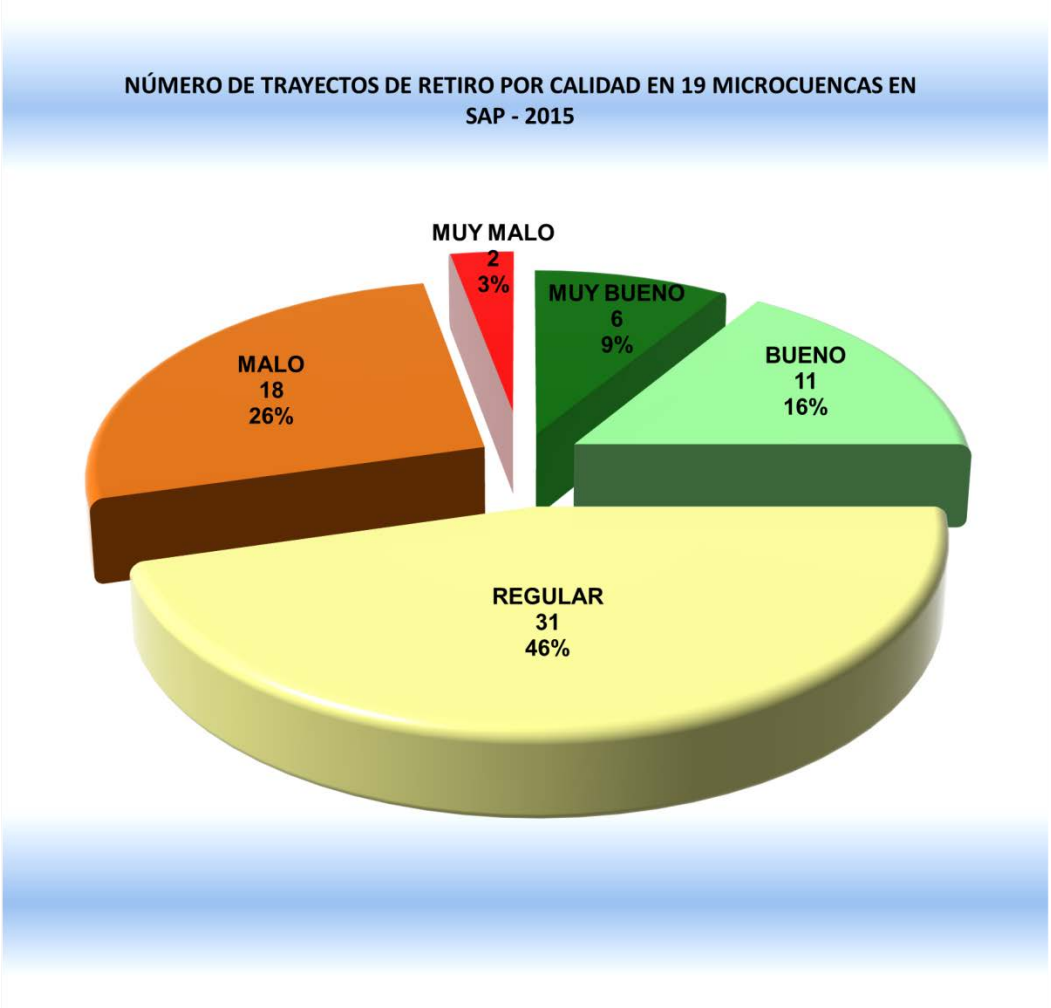


Gráfico 48. Número y porcentaje de trayectos de retiro, según su calidad, 2015

Las afectaciones encontradas en 2015, son básicamente las mismas encontradas en 2013:

- Poca cobertura arbórea o de protección
- Invasión por potreros
- Afectaciones por basuras y escombros
- Construcciones civiles y viviendas en retiros y cauces
- Descarga directa de aguas residuales

Esta situación se observa con más claridad en los gráficos 3, 4 y 5.

La mayoría de afectaciones se relacionan con el uso de la tierra en ganadería bajo el sistema de manejo tradicional: Ganado lechero o de carne, asociado a piaras que proveen excrementos que finalmente se disponen en el campo mediante riego, con los consecuentes impactos en retiros y quebradas.

Esta tecnología, unido a la falta de control y carencia de estímulos a la producción más limpia, hace que los propietarios implementen sus actividades productivas de manera poco responsable con el ambiente y sin cumplimiento de la normatividad, bajo criterios de exclusiva competitividad y rentabilidad económica. De esta manera se opta por producir destruyendo el ambiente, lo cual genera mejor rentabilidad económica privada debido a que no se incorporan en los costos de producción los costos de descontaminación y en general los de degradación ambiental, es decir, no se internalizan todos los costos ambientales, sino que gran parte de ellos los asume la sociedad y desde este punto de vista se genera en realidad muy mala rentabilidad económica, ambiental y social para la sociedad en su conjunto, aunque no para el productor.

Esta realidad no es inevitable, sino que se relaciona con los sistemas de manejo agrotecnológicos, es decir, es un asunto de mal diseño en los sistemas de manejo existentes y de los mismos sistemas de producción que no se basan en una clasificación científica de la capacidad máxima de uso de la tierra con un sistema como el de Tosi para Colombia” (SMAM y Pro Romeral, 2012).

Otro grupo de afectaciones se relaciona con la cultura ambiental y para su solución no basta con procesos de sensibilización y educación, sino que también es necesario implementar acciones de control más eficaces (por ejemplo la aplicación de comparendos ambientales) y un mayor compromiso institucional y social.

Un tercer gran grupo de afectaciones se relacionan con el saneamiento básico que es fundamental para la mejor conservación del agua y los retiros, pues quebradas con buena calidad de agua incitan a una mejor apropiación de los retiros y a su cuidado, porque son usados para la recreación, la educación y el contacto directo con la naturaleza, lo cual no se presenta en los casos de áreas verdes que son cruzadas por quebradas con aguas de muy mala calidad y olores ofensivos, que incitan al arrojo de basuras y escombros, como sucede en los parques lineales de La Jacinta y Cabuyala, que no cumplen a cabalidad su función de espacio público realmente usado.

8.3. Afectaciones recientes en cauces, retiros y humedales

La tendencia a la pérdida de espacios verdes asociados a retiros de quebradas, derivado de las actividades urbanísticas y que ha sido denunciada por la comunidad y sus organizaciones desde hace varios años y además corroborada por los estudios de monitoreo, no sólo no se ha controlado sino que se ha incrementado. En los estudios de monitoreo anteriores se ha mostrado la desaparición de más de 5 zonas de afloramientos e incluso de cauces enteros que son cubiertos y encima se hacen construcciones de viviendas e infraestructuras.

En 2013, desde los estudios de monitoreo, y desde la mesa ambiental se emitía la alarma por la posible pérdida de varios humedales asociados a corrientes de agua limpia, en la zona de expansión urbana y específicamente en la zona del plan parcial de La Florida y El Vergel. A pesar de las visitas de funcionarios y la corroboración de esta alarma y a pesar del compromiso verbal de las autoridades por proteger los humedales y cauces, en los últimos dos años fueron construidos grandes filtros que drenaron 3 de los humedales de la zona, abatieron los niveles freáticos y el agua fue conducida por tuberías subterráneas con el fin de destinar los espacios a construcciones de viviendas en proyectos urbanísticos. Igual sucedió con tres corrientes pequeñas que cruzaban el parque asociado a la Cabuyala media, los cuales fueron destruidos y sobre ellos se construyó la UVA, a pesar de las denuncias ciudadanas. Una información más extensa sobre eta temática puede consultarse en el numeral 11.

Los grandes focos de contaminación puntual que han sido identificados por los estudios de monitoreo (como los de la Zulia media alta, la Popala media, la Jacinta media, entre otros) y que se han dado a conocer a las autoridades, tampoco han contado con un control efectivo, y en cambio aparecen muy recientemente algunos sitios que generan nuevas alarmas por los graves impactos que pueden causar, como el que está a punto de consolidarse en la Sorbetana baja, donde está construyéndose una gran industria (cerca de una hectárea), al parecer de abonos orgánicos y tratamiento de desperdicios animales, implicando los retiros de esta quebrada en el sitio donde vierte sus aguas (limpias hasta ahora) en la Doña María, justo en el sitio destinado a la recreación con contacto directo, por parte de cientos de personas semanalmente.

9. LOS MONITOREOS AMBIENTALES EN FUNCIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN SAP

Uribe, 2014, señala que el sector ambiental es el que muestra más casos con externalidades e inequidades económicas en todo el mundo, las cuales terminan generando graves problemáticas de insostenibilidad productiva, que a la postre determinan la insostenibilidad social, ambiental y empresarial con los consecuentes fenómenos de empobrecimiento en los territorios.

En reconocimiento de esta realidad, hoy en día decenas de países en el mundo (incluidos muchos en Latinoamérica) tiene como prácticas comunes la gestión socioambiental de los BSA y los pagos por servicios ambientales (PSA) asociados a estas prácticas que garantizan una mayor equidad económica territorial y una muy segura gestión adecuada de los BSA a mediano y largo plazo, a lo cual se le denomina sostenibilidad.

En Colombia el tema casi siempre ha estado ausente de las políticas públicas del país. En parte por eso Colombia presenta una de las tasas más grandes del mundo a nivel de la degradación de los bosques y otros ecosistemas, una de las tasas de erosión más elevadas y un nivel sin precedentes en la destrucción del agua y la biodiversidad (a pesar de ser una potencia mundial en biodiversidad y riqueza hídrica). Países mucho más poderosos económicamente que Colombia como la mayoría de Europa y EEUU, pagan y mercadean los BSA y con ello las economías han logrado crecer, y además socializarse las riquezas creadas; pero también países con economías más pequeñas como sucede en varios latinoamericanos, lo vienen haciendo desde hace muchos años (Uribe, 2014).

La disponibilidad de bienes y servicios ambientales (BSA) representa quizá una de las mayores (si no la mayor) causa de estabilidad productiva en un territorio. Por ejemplo el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y específicamente la ciudad de Medellín, son territorios considerados fuertemente insostenibles, debido principalmente a la notable dependencia de BSA de territorios muy lejanos (la energía, el agua, los alimentos, materias primas, etc.) provienen de fuera de estos territorios en su mayor parte, lo cual los hace muy falibles. San Antonio de Prado en particular está iniciándose esta misma tendencia de pérdida local de oferta de BSA que demanda su territorio en constante crecimiento poblacional.

Al no reconocerse la inequidad económica generada con los predios productores de BSA (o al no reconocerse por parte de quienes demandan BSA, las externalidades económicas generadas y con ello al no incluirse como costos de producción los procesos de

conservación) se acelera la destrucción de aquellas zonas proveedoras de BSA debido a que aspiran a cambiar los usos de proveedoras de BSA (que no son pagados por las urbes y en cambio ayudan a enriquecerlas, mientras se mantiene la pobreza en las zonas proveedoras) hacia usos económicamente pagados como la ganadería o la agricultura, o en el peor de los casos la minería.

Esta tendencia se manifiesta en San Antonio de Prado, en donde son frecuentes e incluso consideradas “normales” las inequidades entre la zona urbana que demanda cada vez mayores BSA (especialmente agua, sitios de recreación, protección contra la erosión, regulación microclimática, etc.) y la zona rural ofertante permanente de esos BSA a ningún precio de mercado, pero con altos costos de conservación. En síntesis no hay entramado productivo en el territorio. Cada sector, e incluso cada actor, busca su máximo beneficio a corto plazo, sin pensar que la descarga de sus externalidades económicas (costos) sobre otros sectores y productores resultará en la degradación del sistema productivo general a mediano plazo y así terminará afectándose a sí mismo.

Las consecuencias de estos desbalances están viéndose desde hace varios años: la degradación ambiental se ha acelerado y la oferta de BSA ha disminuido, paralelamente con el incremento en la demanda de los mismos, lo que ha llevado al fracaso de muchas experiencias productivas y en otros ha imposibilitado su realización, tal como lo muestran muchos estudios realizados en los últimos 8 años en la localidad (SMAM y Pro Romeral, 2007, 2008, 2009, 2010, 2013).

En el caso del deterioro ambiental y de la oferta ambiental (pérdida de servicios ambientales y desmejoramiento de la calidad de bienes ambientales) las instituciones han abordado la problemática con timidez mediante proyectos de sensibilización y educación ambiental, algunas adquisiciones de predios para conservación, entre otros, pero sus resultados no son completamente satisfactorios, tal como lo muestran varios estudios, en especial los relacionados con los monitoreos ambientales del recurso hídrico implementado durante los últimos 9 años (Secretaría del Medio Ambiente y Corporación Pro Romeral, 2007, 2008, 2009, 2012, 2013) si se tiene en cuenta que el problema persiste y el déficit de oferta ambiental en algunos bienes y servicios como el agua y la recreación se hace cada vez más evidente en la medida en que se incrementa desmesuradamente la población por la vía del expansionismo urbano.

Actualmente la única herramienta que permite evaluar de manera constante esta realidad local, es el OAL SAP y especialmente sus monitoreos ambientales.

Si tan sólo se toma como ejemplo el agua, puede observarse que los flujos de este bien son muy activos en la localidad, trascendiendo incluso su espacio territorial (ver gráfico

49). Estos flujos del bien se relacionan directamente con unos flujos económicos que no son completamente cíclicos, sino unidireccionales (ver gráfico 50), por lo tanto generan externalidades económicas e inequidades socioeconómicas, y por consiguiente insostenibilidad, con afectaciones directas (aunque tardías) en las actividades económicas más fuertes que nunca reconocieron estas externalidades y que ahora empiezan a sufrir los efectos a causa de la baja oferta de los BSA que requieren para sus procesos productivos. En otras palabras, el no reconocimiento de las íntimas relaciones cargas/beneficios económico-ambientales, genera la insostenibilidad territorial.

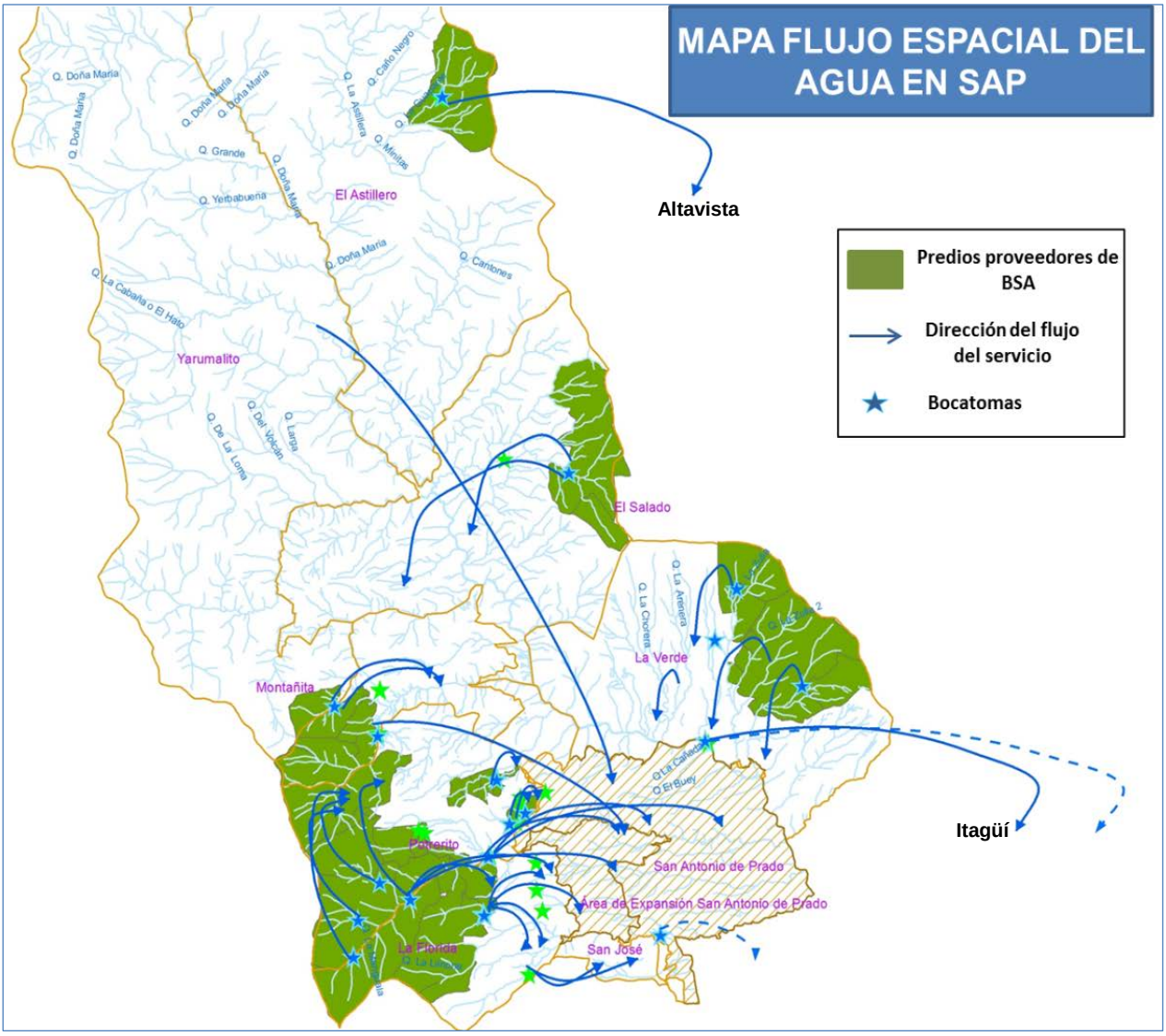


Gráfico 49. Flujo espacial del agua como BSA en SAP (Tomado de Uribe, 2014)

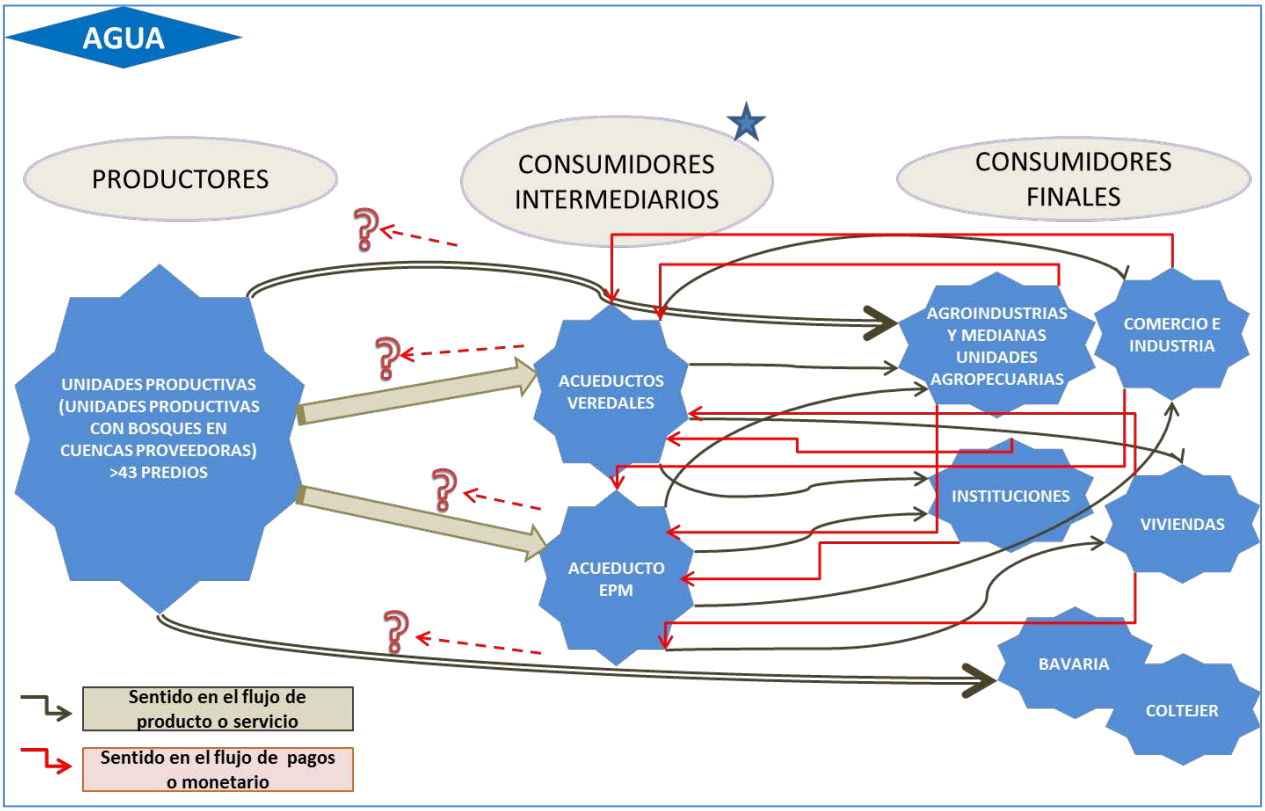


Gráfico 50. Flujos de productos y económicos en el subsector del agua en SAP (las líneas continuas representan flujos reales existentes y las discontinuas representan flujos que deberían existir, pero que no se presentan, causando insostenibilidad económica y ambiental) (Tomado de Uribe, 2014).

El asunto normativo relacionado con el tema de incentivos y compensaciones económicas como los PSA, exención de impuestos y otros, es tratado en el numeral 5.9, del Anexo I (Plan de Manejo de las AIE en SAP, que puede consultarse en el anexo digital respectivo)

10. PROPUESTAS PARA LA ACCIÓN DESDE EL PAAL DE SAN ANTONIO DE PRADO

Varias investigaciones y procesos de gestión socioambiental en marcha desde hace algunos años en SAP, centradas básicamente en el Observatorio Ambiental Local (OALSAP), contemplan como principales alternativas de solución a las problemáticas derivadas de la incorrecta relación sociedad/naturaleza y de la implementación de

sistemas de manejo agrotecnológicos destructivos en los sistemas de producción locales, principalmente la profundización y extensión del programa de Reconversión Agrotecnológica y PML, junto con el de manejo sostenible de ecosistemas estratégicos (incluyendo estrategias como el PSA y otras) por un lado, y la profundización del programa de cultura ambiental por el otro. Todos siendo monitoreados en su accionar y en sus impactos por el programa de monitoreo ambiental y todos ellos requiriendo una fuerte comprensión y acción económico-ambiental, con enfoques de mediano y largo plazo, que incluyen inversiones económicas desde bajo hasta alto nivel, cambios en la mentalidad socioeconómica (por ejemplo inclusión en los costos de producción de las externalidades económicas y visión territorial en los procesos productivos, de manera que se incorpore el concepto de interdependencia en los procesos productivos, haciendo conciencia sobre los impactos económicos que causan unas actividades sobre otras y en esa medida sobre todo el sistema productivo corregimental y en escalas territoriales aún mayores).

El PAALSAP 2007-2019, contempla varios programas y proyectos que por su carácter permanente, se mantienen vigentes, y en esa medida requieren apoyo permanente en procura de lograr la protección y el manejo sostenible de los bienes y servicios ambientales en el corregimiento, principalmente del agua. Estos programas y proyectos se complementan y actúan sinérgicamente, y por eso no admiten la visión de "priorización" que casi siempre termina dejando relegados y sin ejecutar algunos.

Es de resaltar que el PAALSAP se calculó económicamente en cerca de 100.000 millones de pesos para los 12 años de vigencia, pero su implementación real ha llegado hasta ahora a niveles del 10-15% cada año, mientras que en la implementación física (proyectos realizados, aunque con notable debilidad frente a lo planificado) se calcula en cerca del 60%. Esta disparidad muestra muy buenos indicadores en cuanto a la gestión de los proyectos contemplados en la Agenda Ambiental, pero muy débil apoyo económico para los mismos y con ello los impactos pueden considerarse apenas modestos en términos absolutos, pero muy buenos en términos relativos a las inversiones (casi todas asociadas a recursos de PP y dos programas institucionales: saneamiento básico y programa Mas Bosques para Medellín). Esta situación aparentemente contradictoria entre las bajas inversiones y los elevados avances en la ejecución de la agenda ambiental local, se explica porque en gran medida hay aportes de organizaciones locales que gestionan autónomamente varios proyectos sin recursos públicos o con contrapartidas.

De todas maneras si bien se han tocado más del 60% de los proyectos de la agenda (muchos relacionadas con la gestión y manejo del agua), su extensión y profundidad ha sido baja por limitaciones presupuestales. Entre los principales proyectos relacionados con el agua y que reclaman apoyos permanentes están:

- ARR-1 “Gestión Socioambiental en quebradas con metodologías participativas”
- AMR-1 “Apoyo a la reconversión de prácticas y tecnologías agropecuarias, agroindustriales e industriales no sostenibles”
- AMR-2 “Construcción de composteras y biodigestores asociados a establos y porquerizas”
- SMR-2 “Apoyo a la reconversión de prácticas y tecnologías agropecuarias y forestales no sostenibles”
- “Capacitación y apoyo para el manejo técnico del riego de excretas” que se encuentra asociado al proyecto PAAL AMM-1 “Promoción al manejo sostenible del agua para riego”
- TPL-1 “Realización de convenios de producción más limpia”
- TPL-2 “Promoción y Acompañamiento de actividades productivas ambientalmente sanas”
- TIP-1 “Generación de 2 modelos alternativos de producción para las zonas de ladera en el corregimiento”
- ARM-1 “*Monitoreo de la calidad del agua en quebradas*”
- ADE-1 “Monitoreo de la disponibilidad total y utilizable del recurso agua en San Antonio de Prado”,

Todos los proyectos de la agenda ambiental requieren una base informativa permanente sobre el estado pasado y presente y sobre las tendencias, con el fin de diseñar mejor los proyectos y emprenderlos más racionalmente, por eso en el caso del corregimiento se ha establecido de manera autónoma una estrategia de gestión que garantice el monitoreo constante del estado ambiental de los suelos, el agua, la biodiversidad, los bosques, la erosión, los movimientos en masa, entre otros, y esta estrategia es el Observatorio Ambiental Local –OALSAP, como parte de la agenda ambiental, coordinado por la mesa ambiental y gestionado comunitariamente con el apoyo principal de la Secretaría del Medio Ambiente de Medellín, la Mesa Ambiental y algunas organizaciones ambientales locales y en menor medida con el apoyo modesto y esporádico de algunas CAR.

Se recomienda en este sentido y para ampliar la información que se consulte la Agenda Ambiental de San Antonio de Prado y su Plan de Acción Ambiental Local, PAAL 2007-2019.

11. OBSERVACIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

A lo largo del estudio se ha realizado algunas recomendaciones importantes de tipo específico, por lo cual se recomienda al lector consultar los capítulos respectivos.

Complementariamente se hacen algunas recomendaciones y observaciones finales de orden general, algunas de las cuales han sido expresadas también en los estudios anteriores:

1. La situación de alarma realizada desde hace varios años con relación a que en varios sectores ya presentan déficit estacional de agua para los usos agropecuarios y de consumo humano, está acrecentándose y ahora abarca a algunos grandes proyectos urbanísticos que no pueden garantizar el suministro de agua a las viviendas. Esta situación no se debe exclusivamente a que se haya rebasado la oferta natural de agua de algunas quebradas, sino a que gran parte del agua se encuentra en un estado de deterioro tal que hace imposible su tratamiento y además a que la invasión de retiros tanto de los trayectos de quebradas como de las zonas de nacimientos garantizan menos oferta del agua en tiempos de sequía.

2. La anterior situación está llevando a que algunos acueductos empiecen a captar ilegalmente todo el caudal (incluyendo el ecológico), con el fin de suministrarlo a estos proyectos urbanísticos. No obstante hasta ahora la autoridad ambiental no ha intervenido para controlar el fenómeno. Los casos más alarmantes se ubican en la Limona y la Manguala.

3. Tal como se expresó en el estudio anterior, es conveniente relanzar los proyectos de gestión socioambiental de recuperación de retiros de quebradas y de reconversión agrotecnológica con los enfoques y metodologías inicialmente establecidas en el corregimiento en sus primeras fases. En esta misma línea es necesario avanzar en el programa de convenios de PML con las agroindustrias de la localidad, ya que algunas de ellas son causantes de contaminación muy considerable en las quebradas de su influencia.

4. Se recomienda que las autoridades ambientales ejerzan un papel más comprometido con la conservación y la prevención de la contaminación, pues casos muy graves de contaminación como los de La Popala, La Chorrera, La Zulia, La Jacinta, La Manguala, La Cabuyala y La Limona, se relacionan con descargas puntuales de gran magnitud que

algunas veces se presentan por negligencia de propietarios que no toman medidas de prevención y en otros es asunto de falta de mantenimiento de redes de alcantarillado.

5. Nuevamente se recalca la urgencia de reconocer los espacios asociados a humedales, corrientes subterráneas y retiros de pequeñas quebradas ubicadas en la zona de expansión urbana, como espacios que exige conservación, pues de otra manera continuarán desapareciendo y en esa medida se perderán también espacios muy importantes para la recreación y el mejor estar ambiental de los habitantes locales.

6. La falta de continuidad en los procesos socioambientales iniciados en SAP, está incidiendo en la "…pérdida real en las oportunidades presentes y futuras de San Antonio de Prado, y en general de la ruralidad de Medellín, para ser sostenible y para mantenerse como una zona destinada a la producción agropecuaria y a la provisión de bienes y servicios ecosistémicos que necesitan tanto los habitantes locales como la ciudad en general; pero además se pierde la oportunidad de mantener espacios para el desarrollo de la vida silvestre, así como para mantener el equilibrio de los ecosistemas estratégicos y demás ecosistemas vitales para el logro del desarrollo sostenible que dicta la Constitución Nacional y los planes de desarrollo local, municipal, metropolitano y departamental." (SMAM, 2012).

7. Se recomienda hacer un monitoreo permanente por parte de las autoridades ambientales, a la actividad productiva que está iniciándose en la Sorbetana baja, vereda El Salado, debido a que si efectivamente se trata (según la información comunitaria) de una empresa de tratamiento de residuos animales, sus efectos nocivos sobre el ambiente pueden ser enormes, no sólo con relación al aire, sino al agua en un sector de alto uso humano y máxime cuando aguas abajo hay captaciones para consumo humano.

8. Es indispensable acelerar y profundizar el programa de adquisición de predios en las partes altas de las cuencas abastecedoras de aguas para acueductos veredales, especialmente si se tiene en cuenta que más del 90% del agua que consume la localidad debe proveerla los ecosistemas locales y además teniendo en cuenta que el proceso de expansión urbana está aún dándose y lo hará por varios años, exigiendo más agua para los nuevos habitantes.

9. Como medida complementaria a la adquisición de predios que se destinan a la conservación ecológica, para garantizar al mejoramiento de la calidad del agua y al aumento de la oferta del bien, es urgente implementar estímulos e incentivos económicos como el PSA para la conservación de los bosques asociados con los ecosistemas proveedores de BSA, además de otras estrategias que estimulen la conservación como la exención total o parcial del pago de impuesto predial y la inclusión prioritaria de estos

predios en los programas de PML y negocios de Carbono. En este sentido ya se tienen todas las herramientas legales para implementar el PSA, partir de la emisión del decreto 953 de 2013.

10. Se reitera, de acuerdo con informes anteriores que: “Aún persisten algunas cuencas que son claves para la sostenibilidad territorial y para la oferta del agua, que no están siendo visualizadas por el municipio para adquisición de sus partes altas a pesar de cumplir una función muy importante a nivel local, tanto para acueductos veredales como para el acueducto corregimental que maneja EPM y que surte la centralidad con más de 90.000 personas. Cuencas como La Zulia y La Isabela en La Verde (que surten dos acueductos comunitarios), La Despensa (de la que dependen más de dos acueductos, entre los que está parcialmente el de EPM), La Sorbetana (que surte el acueducto del mismo nombre), La Candela y La Larga de Yarumalito (de la que depende la sostenibilidad de gran parte del sector agropecuario corregimental y que seguramente, junto con otras 3 quebradas de Yarumalito y Astilleros serán la reserva y garantía del recurso para San Antonio de Prado y zonas cercanas en pocos años…”

11. Los fenómenos de degradación ambiental y particularmente del agua, no son sentidos por la comunidad como parte de su responsabilidad individual o ciudadana, sino como una competencia exclusivamente estatal, por lo que la problemática de destrucción de este bien y el de degradación de los retiros de quebradas es vista como un asunto de *origen ajeno*, cuya solución debe estar en manos del estado, dado que aseguran que los retiros y los cauces tiene que cumplir una función social y creen que en esa medida toda la responsabilidad es del estado. Se recomienda trabajar en los asuntos de cultura ambiental y sentido de pertenencia territorial, de manera que los fenómenos de contaminación y degradación ambiental, sean mejor reconocidos.

12. Se reitera la urgencia de implementar los programas de saneamiento básico necesarios especialmente en focos barriales como los de Las Camelias, los barrios ubicados a lado y lado de la Manguala media desde Los Salinas y María Auxiliadora hasta Compartir, y el sector de la Jacinta media a su paso por Barichara y los Limonares, para lo cual se requiere comprometer a EPM, máxime cuando es el encargado del programa de descontaminación del río Aburrá junto con el Área Metropolitana, para lo cual dispone de abundantes recursos provenientes de las tasas de saneamiento básico.

13. Haciendo eco de la recomendación de 2013, se recomienda profundizar la implementación del PAALSAP 2007-2019 en su integralidad, y apoyar los esfuerzos por consolidar el observatorio ambiental local ligado al OAM de Medellín. Se insiste en que no es posible técnica, logística y económicamente, que el PAALSAP sea implementado enteramente con recursos de PP y el apoyo privado comunitario (principalmente ONG

locales), por lo cual se requiere el aporte proveniente de recursos ordinarios de todos los entes estatales implicados.

14. Se recomienda mantener y fortalecer el programa de monitoreo ambiental del agua, en el marco del observatorio ambiental local, ligado al OAM de Medellín y además es conveniente incluir las quebradas adicionales como El Hato o Cabaña, La Astillera, La Guapante, La Honda (en El Salado), Cajones, La Grande y la parte alta de la Doña María, pues son las que garantizan la oferta de agua en el mediano plazo.

15. En general hay una tendencia positiva en cuanto al control de la contaminación hídrica a nivel local a causa de la implementación del programa de monitoreo, debido a que no sólo genera un diagnóstico permanente, sino porque contribuye de manera indirecta al control social de la contaminación ya que sirve como presión contra los vertimientos ilegales al ser detectados y evaluados, pero además porque estimula el compromiso ciudadano por el cuidado de las quebradas, al permitir que los habitantes tengan información sobre indicadores ambientales de su entorno.

16. Una visión estratégica de ordenamiento y ocupación sostenible del territorio obliga a pensar y gestionar de manera diferente algunas microcuencas como La Manguala, La Zorrita, La Cañadita, La Despensa, La Sorbetana, La Zulia, La Candela, La Larga y Cajones, que están muy asociadas a actividades pecuarias y a la vez son fuertes proveedoras de servicios ambientales. Estas cuencas sostienen la mayor parte de la oferta hídrica que es usada por la zona urbana con más de 90.000 habitantes y que se encuentra aún en pleno proceso de expansión. En esa medida no sólo La Manguala y La Limona son claves, sino que o son estas otras cuencas especialmente cuando se mira en perspectiva de corto y mediano plazo. Pero además es urgente visionar hacia el mediano y largo plazo cuencas como La Guapante, La Astillera y la alta Doña María que seguramente serán las que provean el agua a una gran parte del corregimiento en un futuro cercano (tanto para consumo humano como para actividades agropecuarias y recreativas), y si bien actualmente están en su mayor parte bajo coberturas de bosques, rastrojos y plantaciones forestales, están sufriendo presiones fuertes por parte del sector pecuario intensivo (porcicultura asociada a ganadería bovina en libre pastoreo con riego de excretas liquidas) por lo tanto, lo recomendable es realizar mejor control al uso de la tierra de acuerdo con las directrices del POT, así como incluirlas en proceso de incentivos y compensaciones económicas por conservación, con el fin de salvaguardar su buen estado ambiental y prevenir un cambio de uso de la tierra que destruya su oferta de BSA.

17. Finalmente, el buen manejo de excretas derivadas de las actividades pecuarias en la ruralidad, debería convertirse en política pública, con un programa de largo plazo, centrándose en el manejo de los espacios de confinamiento por la vía seca en lugar de

riegos líquidos. Programas y proyectos en esta perspectiva darían por resultado un fuerte mejoramiento de la calidad del agua en las quebradas de la localidad y de Medellín y otros municipios que tienen producciones pecuarias intensivas.

14. ANEXOS

ANEXO II-1. RESULTADOS DE LABORATORIO 2015-2016

ANEXO II-2. INTERPOLACIONES DE PARÁMETROS DE AGUA 2015
(Este anexo puede observarse digitalmente en la carpeta Anexos del DVD)

ANEXO II-3. COORDENADAS (MagnaSirgas) DE LOS SITIOS DE MONITOREO
(Este anexo puede observarse digitalmente en la carpeta Anexos del DVD)

ANEXO II-4. TABLA MORFOMETRÍA DE ALGUNAS CUENCAS 2015
(Este anexo puede observarse digitalmente en la carpeta Anexos del DVD)

ANEXO II-5. TABLA DE CALIDAD DE RETIROS 2015
(Este anexo puede observarse digitalmente en la carpeta Anexos del DVD)

ANEXO II-6. CURVAS Qi (2014-2016)
(Este anexo puede observarse digitalmente en la carpeta Anexos del DVD)

ANEXO II-7. GRÁFICOS CALIDAD AGUA 2015
(Este anexo puede observarse digitalmente en la carpeta Anexos del DVD)

ANEXO II-8. DATOS INSTRUMENTO PROCESADOS
(Este anexo puede observarse digitalmente en la carpeta Anexos del DVD)

ANEXO II-9. DATOS CAMPO RESERVAS Y HUMEDALES 2015-2016
(Este anexo puede observarse digitalmente en la carpeta Anexos del DVD)

ANEXO II-10. TABLA HUMEDALES 2015
(Este anexo puede observarse digitalmente en la carpeta Anexos del DVD)

ANEXO II-11. TABLA MONITOREO HIDROBIOLÓGICO 2015-2016
(Este anexo puede observarse digitalmente en la carpeta Anexos del DVD)

ANEXO II-12. TABLA COMPOSICIÓN. MATRIZ Y BMWP 2015-2016
(Este anexo puede observarse digitalmente en la carpeta Anexos del DVD)

ANEXO II-13. FOTOS RETIROS 2015-2016
(Este anexo puede observarse digitalmente en la carpeta Anexos del DVD)

ANEXO II-14. FOTOS MACROINVERTEBRADOS 2015
(Este anexo puede observarse digitalmente en la carpeta Anexos del DVD)

ANEXO II-15. MAPAS Y GRÁFICOS 2015-2016
(Este anexo puede observarse digitalmente en la carpeta Anexos del DVD)



Alcaldía de Medellín