



**Alcaldía de Medellín**

**ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL LOCAL –  
PAAL DE LA COMUNA 80, CORREGIMIENTO DE SAN ANTONIO DE  
PRADO, DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN**



INFORME FINAL

CONTRATO No. \_\_\_\_\_ de

Fecha de inicio del contrato:	Fecha de terminación del contrato:



## Alcaldía de Medellín

# ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL LOCAL – PAAL DE LA COMUNA 80, CORREGIMIENTO DE SAN ANTONIO DE PRADO, DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN

### INFORME FINAL

CONTRATO No. \_\_\_\_\_ de

Fecha de inicio del contrato:	Fecha de terminación del contrato:

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**

DANIEL QUINTERO CALLE  
Alcalde Medellín

JULIANA COLORADO JARAMILLO  
Secretaria de Medio Ambiente

ANDRÉS SANTIAGO ARROYAVE ALZATE  
Subsecretario de Gestión Ambiental

DIANA MARCELA SANTACRUZ ORDOÑEZ  
Subsecretaria de Protección y Bienestar Animal

LUIS HUMBERTO OSSA CHAVARRIAGA  
Subsecretario de Recursos Naturales Renovables



**ALCALDÍA DE MEDELLÍN  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE**

**EQUIPO DE TRABAJO**

DIANA FERNANDA CASTRO HENAO  
Líder de la Unidad de Educación Ambiental y Buenas Prácticas Ambientales  
Subsecretaría de Gestión Ambiental

MIREYA OSSA VILLEGAS  
GLORIA INÉS BENJUMEA  
Supervisión general



**CONTRATISTA  
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**

**EQUIPO DE TRABAJO**

JOHN JAIRO ARBOLEDA CÉSPEDES, Rector; WILSON BOLÍVAR BURITICÁ, Decano Facultad de Educación; EDGAR OCAMPO RUIZ, Jefe de Extensión Facultad de Educación; LENY JOHANA CANO AGUDELO, Coordinadora general; EQUIPO DE TRABAJO CORPORACIÓN PRO ROMERAL PARA LA RECUPERACIÓN Y PRESERVACIÓN DE MICROCUENCAS: CARLOS MARIO URIBE GARCÍA, Ing. Agrónomo, MSc. Gestión cuencas hidrográficas, Coordinador del proyecto y línea de aguas; ELIANA CONTRERAS MARTÍNEZ, Bióloga, campo Bioindicación; GEFREY VALENCIA MORENO, Antropólogo, campo Social; CARLOS ANDRÉS GARZÓN ACOSTA, Apoyo técnico; ANA MARÍA LOPERA MARTÍNEZ, Apoyo técnico, ESMERALDA CARDONA OCHOA, Apoyo administrativo; LIYANETH ROMERO, Apoyo logístico



## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	15
1. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	18
1.1. ALCANCES.....	18
2. GENERALIDADES DEL CORREGIMIENTO.....	19
2.1. UBICACIÓN .....	19
2.2. CLIMA .....	24
2.2.1 Precipitación .....	24
2.2.2. Temperatura y vientos .....	27
2.2.3 Zonas de Vida .....	28
2.3. GEOLOGÍA .....	31
2.4. SUELOS.....	32
2.4.1. Erosión por movimientos en masa .....	39
2.4.2. Capacidad de uso mayor de la tierra .....	41
2.5. GEOMORFOLOGÍA .....	44
2.6. INFRAESTRUCTURA.....	45
2.7. SOCIAL .....	45
2.8. BOSQUES Y BIODIVERSIDAD.....	64
2.9. COMPONENTE AGUAS.....	72
2.9.1. Microcuenca Doña María y el agua en San Antonio de Prado .....	73
2.9.1.1. Aspectos hidrológicos y morfométricos.....	77
2.9.1.2. Uso y manejo del agua en el corregimiento.....	80
2.9.2. Monitoreo del estado ambiental del agua .....	91
2.9.3. Calidad de las aguas en 2020 .....	94
2.9.3.1. Sitios de muestreo 2020.....	94
2.9.3.2. Metodología.....	95
2.9.3.3. Recolección y análisis de información primaria .....	96
2.9.3.4. Resultados de la evaluación de calidad de las aguas .....	102
2.9.3.4.1. Parámetros considerados.....	102
2.9.3.4.2. Resultados de laboratorio y campo.....	108



2.9.3.4.3. Contenido de materia orgánica .....	112
2.9.3.4.4. Patógenos .....	122
2.9.3.4.5. Resumen sobre la variación histórica del contenido de materia orgánica y patógenos .....	134
2.9.3.4.6. Oxígeno Disuelto (OD) y porcentaje de saturación de OD (%sat OD) .....	138
2.9.3.4.7. Sólidos y conductividad eléctrica en las corrientes de las quebradas evaluadas .....	151
2.9.3.4.8. Turbiedad .....	159
2.9.3.4.9. pH .....	164
2.9.3.4.10. Olor .....	165
2.9.3.5. Resultado final sobre la calidad del agua en quebradas de San Antonio de Prado .....	167
2.9.3.6. Valoración de la calidad del agua en 2020 .....	169
2.9.4. Humedales .....	176
2.9.5. Bioindicación en los sitios de muestreos .....	178
2.10. EVALUACIÓN DE CALIDAD DE TRAMOS DE RETIROS Y CAUCES .....	188
3. OBSERVACIONES FINALES Y RECOMENDACIONES .....	205
4. ANEXOS.....	212
ANEXO 1. Social .....	212
ANEXO 2. Bioindicación .....	212
ANEXO 3. Coordinadas sitios.....	212
ANEXO 4. Datos de campo procesados 2020 .....	212
ANEXO 5. Resultados laboratorio aguas 2020 .....	212
ANEXO 6. Curvas funcionales de calidad (Qi) .....	212
ANEXO 7. Tablas aguas y gráficos 2020 e históricos .....	212
ANEXO 8. Tablas y gráficos retiros 2020 .....	212
ANEXO 9. Mapas y gráficos.....	212
BIBLIOGRAFÍA.....	213



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Ubicación de San Antonio de Prado en el contexto regional .....	20
Gráfico 2. Aerofoto mostrando la ubicación de San Antonio de Prado en el contexto de Medellín y la cuenca del río Aburrá.....	21
Gráfico 3. Aerofoto mostrando la división política de San Antonio de Prado.....	24
Gráfico 4. Vista orográfica general del corregimiento San Antonio de Prado. A la derecha formación El Barcino y a la izquierda Cuchilla El Romeral.....	26
Gráfico 5. Composición fotográfica de la parte alta, media y baja de la cuenca Doña María.....	74
Gráfico 6. Quebradas y sitios de muestreo en San Antonio de Prado en 2020.....	76
Gráfico 7. Quebradas y sitios de muestreo en San Antonio de Prado en 2015-2016	76
Gráfico 8. Esquema metodológico para el monitoreo de la calidad del agua en quebradas de San Antonio de Prado .....	96
Gráfico 9. Calidad de agua en seis quebradas de San Antonio de Prado en 2020 ....	99
Gráfico 10. Curva funcional para DBO <sub>5</sub> .....	114
Gráfico 11. Valores de DBO <sub>5</sub> en algunas quebradas de San Antonio de Prado en 2020 .....	115
Gráfico 12. Valores de DBO <sub>5</sub> vs valores de OD en algunas quebradas de San Antonio de Prado en 2020 .....	116
Gráfico 13. Curva funcional para DQO .....	117
Gráfico 14. Valores de DQO en algunas quebradas de San Antonio de Prado en 2020 .....	118
Gráfico 15. Valores de DQO y DBO <sub>5</sub> en algunas quebradas de San Antonio de Prado en 2020 .....	119
Gráfico 16. Relación DBO <sub>5</sub> / DQO en algunas quebradas de San Antonio de Prado en 2020 .....	120
Gráfico 17. Comparativo histórico de DBO <sub>5</sub> , en algunas quebradas de San Antonio de Prado en 2020.....	121
Gráfico 18. Comparativo histórico de DQO, en algunas quebradas de San Antonio de Prado en 2020.....	121
Gráfico 19. Curva funcional para CT.....	124



<b>Gráfico 20. Curva funcional para CF.....</b>	<b>124</b>
<b>Gráfico 21. Coliformes totales en 6 microcuencas de San Antonio de Prado en 2020 .....</b>	<b>127</b>
<b>Gráfico 22. Coliformes fecales en 6 microcuencas de San Antonio de Prado en 2020 .....</b>	<b>128</b>
<b>Gráfico 23. Comparativo de Coliformes totales y fecales en 6 microcuencas de San Antonio de Prado en 2020 .....</b>	<b>128</b>
<b>Gráfico 24. Comparativo de Coliformes Totales en 6 microcuencas de SAP, entre 2008 y 2020 .....</b>	<b>131</b>
<b>Gráfico 25. Comparativo de Coliformes Fecales en 6 microcuencas de SAP, entre 2008 y 2020 .....</b>	<b>132</b>
<b>Gráfico 26. Comparativo de coliformes totales y la DBO<sub>5</sub> en 6 microcuencas de SAP, 2020 .....</b>	<b>134</b>
<b>Gráfico 27. Comparativo de coliformes fecales y la DBO<sub>5</sub> en 6 microcuencas de SAP, 2020 .....</b>	<b>135</b>
<b>Gráfico 28. Comparativo de coliformes fecales y coliformes totales en 6 microcuencas de SAP, 2020 .....</b>	<b>135</b>
<b>Gráfico 29. Comparativo de % SAT OD y DBO<sub>5</sub> en 6 microcuencas de SAP, 2020 ..</b>	<b>137</b>
<b>Gráfico 30. Comparativo de OD y DBO<sub>5</sub> en 6 microcuencas de SAP, 2020 .....</b>	<b>137</b>
<b>Gráfico 31. Oxígeno disuelto en 6 microcuencas de SAP, 2020 .....</b>	<b>140</b>
<b>Gráfico 32. Curva funcional para Oxígeno disuelto .....</b>	<b>141</b>
<b>Gráfico 33. Curva funcional para saturación de oxígeno disuelto .....</b>	<b>142</b>
<b>Gráfico 34. Porcentaje de Saturación de OD en 6 microcuencas de SAP, 2020 .....</b>	<b>143</b>
<b>Gráfico 35. Comparativo de Oxígeno Disuelto en 19 microcuencas de SAP, 2008, 2009, 2012, 2013, 2015 y 2020 .....</b>	<b>150</b>
<b>Gráfico 36. Curva funcional para CE .....</b>	<b>152</b>
<b>Gráfico 37. Sólidos disueltos en 6 microcuencas de SAP, 2020 .....</b>	<b>153</b>
<b>Gráfico 38. Conductividad eléctrica en 6 microcuencas de SAP, 2020.....</b>	<b>154</b>
<b>Gráfico 39. Curva funcional para SST .....</b>	<b>155</b>
<b>Gráfico 40. Sólidos Suspendidos Totales en 6 microcuencas en SAP, 2020 .....</b>	<b>156</b>
<b>Gráfico 41. Comparativo de Sólidos Suspendidos Totales en 19 microcuencas de SAP, 2008 – 2020.....</b>	<b>158</b>



<b>Gráfico 42. Curva funcional para Turbiedad .....</b>	<b>160</b>
<b>Gráfico 43. Turbiedad en 6 microcuencas en SAP, 2020 .....</b>	<b>161</b>
<b>Gráfico 44. Comportamiento histórico de la Turbiedad en 19 microcuencas de SAP, 2008-2020 .....</b>	<b>163</b>
<b>Gráfico 45. pH en 6 microcuencas de San Antonio de Prado en 2020 .....</b>	<b>165</b>
<b>Gráfico 46. Calidad del agua en 25 sitios de 6 microcuencas de San Antonio de Prado en 2020 .....</b>	<b>169</b>
<b>Gráfico 47. Porcentaje de sitios por nivel de calidad de aguas en 2020 .....</b>	<b>170</b>
<b>Gráfico 48. Variación histórica de nivel de calidad de aguas en 21 sitios y 6 microcuencas .....</b>	<b>172</b>
<b>Gráfico 49. Calidad hidrobiológica del agua según el índice BMWP/Col. en los diferentes sitios de la quebrada Despensa .....</b>	<b>179</b>
<b>Gráfico 50. Calidad hidrobiológica del agua según el índice BMWP/Col. En 2015 y 2020 en dos sitios de la quebrada Despensa .....</b>	<b>180</b>
<b>Gráfico 51. Calidad hidrobiológica del agua según el índice BMWP/Col. en diferentes sitios de la quebrada Doña María .....</b>	<b>180</b>
<b>Gráfico 52. Calidad hidrobiológica del agua según el índice BMWP/Col. En 2015 y 2020 en la quebrada Doña María .....</b>	<b>181</b>
<b>Gráfico 53. Calidad hidrobiológica del agua según el índice BMWP/Col. en la quebrada El Indio .....</b>	<b>182</b>
<b>Gráfico 54. Calidad hidrobiológica del agua según el índice BMWP/Col. En 2015 y 2020 en la quebrada El Indio .....</b>	<b>182</b>
<b>Gráfico 55. Calidad hidrobiológica del agua según el índice BMWP/Col. en diferentes sitios de la quebrada Limona .....</b>	<b>183</b>
<b>Gráfico 56. Calidad hidrobiológica del agua según el índice BMWP/Col. En 2015 y 2020 en diferentes sitios de la quebrada Limona .....</b>	<b>184</b>
<b>Gráfico 57. Calidad hidrobiológica del agua según el índice BMWP/Col. en diferentes sitios de la quebrada Manguala .....</b>	<b>185</b>
<b>Gráfico 58. Calidad hidrobiológica del agua según el índice BMWP/Col. En 2015 y 2020 en diferentes sitios de la quebrada Manguala .....</b>	<b>185</b>
<b>Gráfico 59. Calidad hidrobiológica del agua según el índice BMWP/Col. en diferentes sitios de la quebrada Zulia .....</b>	<b>186</b>
<b>Gráfico 60. Calidad hidrobiológica del agua según el índice BMWP/Col. En 2015 y 2020 en diferentes sitios de la quebrada Zulia .....</b>	<b>187</b>



<b>Gráfico 61. Porcentaje de trayectos de retiros de quebrada, según su calidad en 2020 .....</b>	<b>193</b>
<b>Gráfico 62. Calidad de los retiros de quebrada en 25 trayectos de 6 microcuencas en 2020 .....</b>	<b>194</b>
<b>Gráfico 63. Principales afectaciones en retiros de quebradas evaluadas en 2020..</b>	<b>202</b>
<b>Gráfico 64. Porcentaje de tramos que sufren un tipo específico de afectación en 2020 .....</b>	<b>202</b>



## LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Subcuencas de la microcuenca Doña María.....	22
Mapa 2. División política y límites de San Antonio de Prado.....	23
Mapa 3. Zonas de vida de San Antonio de Prado.....	30
Mapa 4. Unidades Geológicas en San Antonio de Prado .....	32
Mapa 5. Unidades de suelos en San Antonio de Prado .....	33
Mapa 6. Movimientos en masa en San Antonio de Prado en 2010 y 2015 .....	40
Mapa 7. Zonificación de la capacidad de uso máximo de la tierra en San Antonio de Prado con el sistema de manejo Tradicional.....	42
Mapa 8. Zonificación de la capacidad de uso máximo de la tierra en San Antonio de Prado con el sistema de manejo Artesanal Avanzado.....	43
Mapa 9. Unidades Geomorfológicas en San Antonio de Prado .....	45
Mapa 10. Ubicación de relictos de bosques monitoreados en San Antonio de Prado .....	66
Mapa 11. Microcuencas y sitios de muestreo en San Antonio de Prado en 2020.....	75
Mapa 12. Zonas de recarga de acuíferos y red hídrica en San Antonio de Prado .....	77
Mapa 13. Microcuencas proveedoras de agua para acueductos comunitarios en San Antonio de Prado.....	91
Mapa 14. Índice de Calidad de Agua (ICA <sub>CRM</sub> ) en 2020.....	176
Mapa 15. Índice de intervención de retiros (IIRSAP), en 6 microcuencas de SAP, en 2020.....	204



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estaciones hidrometeorológicas en San Antonio de Prado .....	24
Tabla 2. Unidades de suelos presentes en San Antonio de Prado.....	33
Tabla 3. Áreas por uso de la tierra bajo el sistema de manejo Tradicional .....	44
Tabla 4. Áreas por uso de la tierra bajo el sistema de manejo Artesanal Avanzado .44	
Tabla 5. Principales problemas veredales ambientales auto diagnosticados en San Antonio de Prado en 2007.....	46
Tabla 6. Principales problemas urbanos ambientales auto diagnosticados en San Antonio de Prado en 2007.....	49
Tabla 7. Datos básicos, morfométricos y morfológicos de las microcuencas monitoreados en San Antonio de Prado .....	78
Tabla 8. Inversiones en PSA y adquisición predios en Medellín, en cumplimiento del artículo 111 de la ley 99 de 1993 .....	90
Tabla 9. Microcuencas y sitios monitoreados en calidad de aguas y retiros tradicionalmente y en 2020, en San Antonio de Prado .....	92
Tabla 10. Ubicación de los sitios de muestreo de aguas en San Antonio de Prado en 2020.....	94
Tabla 11. Métodos analíticos empleados en el monitoreo de calidad de agua .....	103
Tabla 12. Resultados de laboratorio y campo en 25 sitios de 6 microcuencas en San Antonio de Prado, en 2020.....	109
Tabla 13. Niveles de calidad de algunos parámetros según el D. 1594/84 y otras fuentes .....	111
Tabla 14. Límites para los coliformes totales y fecales (Decreto 1594 de 1984 y otras fuentes).....	123
Tabla 15. Variación histórica del OD y temperatura en 19 microcuencas en SAP 2008-2020.....	145
Tabla 16. Turbiedad, pH, olor y valoración BMWP/Col en 25 sitios de 6 quebradas SAP en 2020 .....	161
Tabla 17. Valoración del Índice de Calidad Ambiental del agua ICA <sub>CRM</sub> .....	167
Tabla 18. Histórico de calidad del agua en quebradas de San Antonio de Prado – 2008 a 2020.....	172
Tabla 19. Nivel de alerta sobre el estado de riesgo de humedales en SAP, 2015 ....	177



<b>Tabla 20. Calificación de las aguas en 25 sitios de 6 quebradas en SAP, de acuerdo al índice BMWP/Col en 2020 .....</b>	<b>187</b>
<b>Tabla 21. Valores de calidad para los diferentes tipos de afectaciones de retiros según IIRSAP .....</b>	<b>190</b>
<b>Tabla 22. Valores de calificación para los niveles de calidad IIRSAP .....</b>	<b>191</b>
<b>Tabla 23. Afectaciones en tramos de retiros en 6 quebradas de SAP, 2020 .....</b>	<b>195</b>



**LISTA DE ANEXOS**  
(Ver en CD del contrato)

<b>ANEXO 1. Social .....</b>	<b>212</b>
<b>ANEXO 2. Bioindicación .....</b>	<b>212</b>
<b>ANEXO 3. Coordenadas sitios.....</b>	<b>212</b>
<b>ANEXO 4. Datos de campo procesados 2020 .....</b>	<b>212</b>
<b>ANEXO 5. Resultados laboratorio aguas 2020 .....</b>	<b>212</b>
<b>ANEXO 6. Curvas funcionales de calidad (Qi) .....</b>	<b>212</b>
<b>ANEXO 7. Tablas aguas y gráficos 2020 e históricos .....</b>	<b>212</b>
<b>ANEXO 8. Tablas y gráficos retiros 2020 .....</b>	<b>212</b>
<b>ANEXO 9. Mapas y gráficos.....</b>	<b>212</b>



## INTRODUCCIÓN

Entre 2006 y 2007 fue diseñada en San Antonio de Prado, de manera participativa y con recursos de presupuesto participativo, la primera agenda ambiental corregimental de Antioquia y probablemente de Colombia, inspirada en la construcción de agendas ambientales municipales que el ministerio de ambiente había propuesto para el país.

Esta agenda ambiental con sus dos componentes básicos: el perfil ambiental y el plan de acción ambiental local (PAAL), con un alcance inicial a 12 años, buscaba ordenar todo el accionar socioambiental y las inversiones a nivel local y en consonancia con la agenda ambiental de Medellín y su plan ambiental municipal (PAM) en el marco del SIGAM (Concejo de Medellín, 2007). El proceso fue tan exitoso que Medellín decidió replicar la experiencia en otras comunas y corregimientos de la ciudad e incluso se estableció un acuerdo municipal al respecto, fortaleciendo la visión de sistema ambiental y de actores claves en la ciudad (Concejo de Medellín, 2009).

La formulación del PAAL contribuyó no sólo a fortalecer el accionar socioambiental de las comunidades y organizaciones locales, sino que eventualmente aglutinó a diversas instituciones públicas municipales, CAR, organizaciones locales y personas en el objetivo de poner en marcha sus cerca de 86 proyectos, incorporados en sus 28 programas y 8 líneas estratégicas que miraban al logro de la conservación y el desarrollo rural del corregimiento y de la ruralidad de Medellín y en general del desarrollo integral y sostenible de la ciudad. Esta experiencia, al cabo de los 13 primeros años, ha demostrado que si es posible construir y aplicar un SINA desde la base municipal y local, diseñando y empleando el Sistema de Gestión Ambiental Municipal - SIGAM, el cual facilita emprender acciones integrales y articuladas, así como emprender compromisos, derechos y deberes de las administraciones municipales y de sus comunidades con la gestión del medio ambiente.

Para la formulación del Plan de Acción Ambiental Local de San Antonio de Prado (PAALSAP) se tuvo en cuenta el perfil ambiental que implicó la realización de una serie de estudios sociales, físicos, bióticos, económicos que sirvieron como línea base para su mantenimiento o mejoramiento ambiental a lo largo de los primeros 12 años proyectados en 2007. Ha contado desde entonces con numerosos avances e incluso en 2017 se realizó un proyecto para actualizar sus avances hasta 2016, aunque sin consideraciones sobre el perfil (Municipio de Medellín y Politecnico Jaime Isaza Cadavid, 2017). Hasta 2019, el PAAL de San Antonio de Prado, fue incluido integralmente en el Plan de Desarrollo Local del corregimiento (PDL); pero a partir de 2019, se incluyó sólo parcialmente (Alcaldía de Medellín, 2019), lo que genera mayores dificultades para su implementación integral hasta 2032, o por lo menos en el corto plazo, con la implementación del Plan de Desarrollo de Medellín 2020-2023 (Alcaldía de Medellín, 2020).



En los primeros 12 años de implementación de la agenda ambiental local y específicamente del PAALSAP, fueron desarrollados de manera parcial 7 de las 8 líneas estratégicas, cerca de 20 de sus 28 programas y cerca del 70% de sus proyectos, lo cual se considera muy buen indicador, si se tiene en cuenta que la gestión del PAAL corrió casi siempre por cuenta de las comunidades locales, con apoyo de presupuesto participativo, recursos privados comunitarios y apoyos eventuales de las CAR, y si bien aún no se logra el objetivo principal de lograr un desarrollo sostenible, ambientalmente sano, socialmente justo, económicamente viable y culturalmente participativo, tal como era la inspiración en 2007, aún se trabaja en esa perspectiva, y fruto de ese esfuerzo es la actualización del PAALSAP que se presenta en este documento, aunque lastimosamente no se contó con recursos suficientes para una actualización integral de la agenda, por lo menos se realiza una actualización sobre los avances en la ejecución del PAALSAP y se propone una perspectiva para los siguientes 12 años (2021-2032).

En 2020, la falta de recursos económicos suficientes no permitió actualizar el perfil (cuyos costos se estiman en cerca de 8 veces más, con relación a los que estuvieron disponibles en esta ocasión por la vía de presupuesto participativo), por lo cual sólo se trabajó en la actualización de un componente del perfil: el agua, y además este componente sólo se actualizó parcialmente (en 6 de las 20 microcuencas monitoreadas tradicionalmente); pero ningún otro componente fue actualizado (suelo, bosques, biodiversidad, social, aire, etc.), por lo cual se tuvo que recurrir a algunos estudios de monitoreo que se desarrollaron en el marco del PAALSAP durante los 12 años precedentes; sin embargo, algunos de ellos están bastante desactualizados y no permiten gestionar e intervenir esas problemáticas ambientales del corregimiento en el mediano y largo plazo, mediante la formulación de nuevos proyectos o modificando los existentes, sin un margen muy elevado de error, por lo que se prefirió dejarlos como estaban en el PAAL, hasta tanto se logre actualizar cabalmente el perfil ambiental.

Este informe (actualización parcial del perfil) hace parte de un informe mayor relacionado con el contrato para la actualización del plan de acción ambiental local – PAAL de la comuna 80, corregimiento de San Antonio de Prado, de la ciudad de Medellín; en virtud del contrato de mandato N° 22040008-002-2020 celebrado entre la universidad de Antioquia – facultad de educación y la fundación universidad de Antioquia, quien subcontrató con la corporación Pro Romeral para la recuperación y Preservación de Microcuencas la ejecución del mismo; todo lo cual está en el marco del “PP-contrato interadministrativo para el desarrollo de acciones educativo ambientales y de gestión en las diferentes comunas y corregimientos del municipio de Medellín. Contrato interadministrativo No. 4600085189 de 2020, entre la Secretaría del Medio Ambiente de Medellín y la Universidad de Antioquia”. El informe completo comprende entonces dos partes; la primera relacionada con la actualización de una parte del perfil ambiental de San Antonio de Prado (diagnóstico ambiental, con énfasis en el agua) y la segunda la actualización y ajuste del plan programático para la acción entre



2021 y 2032. La segunda parte del informe puede consultarse en el documento adjunto al presente.



## 1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

- Realizar un monitoreo sobre la calidad de retiros y del agua en 25 de los 68 sitios tradicionales de monitoreo y en 5 de las 20 microcuencas incluidas en el programa de monitoreo de San Antonio de Prado, como parte de la actualización del perfil ambiental.
- Actualizar el plan de acción ambiental local de San Antonio de Prado (PAALSAP), en cuanto a sus avances hasta 2019, con miras a proponer ajustes o continuidad en el mismo hacia 2032.
- Ajustar la estrategia de coordinación y gestión interinstitucional y comunitaria (Mesa Ambiental, entre otros) articulada al Sistema de Gestión Ambiental de Medellín, de manera que promueva la intervención ambiental integral entre el municipio y el corregimiento.

### 1.1. ALCANCES

Actualización parcial del perfil ambiental de San Antonio de Prado, con estudios primarios, sólo en su componente de agua y en este componente sólo en 6 microcuencas de las 20 microcuencas tradicionalmente monitoreadas y en 25 sitios de los 68 establecidos y mantenidos bajo monitoreo durante varios años anteriores. Los demás componentes del perfil son parcialmente actualizados mediante la revisión de estudios realizados en el marco del desarrollo del PAALSAP en años anteriores.



## 2. GENERALIDADES DEL CORREGIMIENTO

### 2.1. UBICACIÓN

El perfil ambiental de 2007, anota que “el corregimiento San Antonio de Prado se ubica en la zona central de Antioquia, en el ramal occidental de la cordillera central, y al sur occidente de Medellín, al occidente del Valle de Aburrá, entre las coordenadas planas 819.252 y 828.491 metros Este, y, 1.173.476 y 1.186.497 metros Norte (ver gráfico 1 y 2). Sus límites fueron definidos por el acuerdo 054 de 1987: 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” (Municipio de Medellín, 2007).

De acuerdo con la cartografía oficial del Municipio de Medellín, la superficie de San Antonio de Prado representa el 16,09% del municipio y el 22,0% de la zona rural del municipio de Medellín (Municipio de Medellín, 2021).

El corregimiento está totalmente dentro de la cuenca de la quebrada Doña María, la principal tributaria del río Aburrá, y corresponde a las partes altas y medias de ella. En total el área del corregimiento es de 6.056,5 ha., y resulta clave desde el punto de vista hidrológico para la ciudad, dado que la Doña María corresponde a la cuenca de mayor extensión del municipio y una de las más grandes y caudalosas de la cuenca del río Aburrá; pero además del total del área corregimental, 5.616 ha (92.7%) se encuentra en suelo rural (incluyendo 66,17 has en uso mixto urbano-rural), y 372,8 ha (6.55%) es suelo urbano, de acuerdo con los cálculos basados en la cartografía oficial (Municipio de Medellín, 2021), lo que genera un gran impacto en cuanto a regulación hídrica, microclimática (especialmente temperatura), además de los beneficios en otros servicios ecosistémicos para la ciudad y la región.

La quebrada doña María, formadora de la cuenca que enmarca el corregimiento, nace en el Alto del Padre Amaya y aunque con frecuencia se considera como sitio de nacimiento el Alto de Canoas en la vereda Yarumalito (22,3 km), la corriente más larga es su brazo izquierdo, en la vereda Astilleros (24,3 km), y desde el punto de vista de la longitud de la corriente, este sería el brazo que determina su nacimiento. La corriente principal recorre el corregimiento de norte a sur, cruzando luego el municipio de Itagüí, antes de desembocar al río Aburrá.

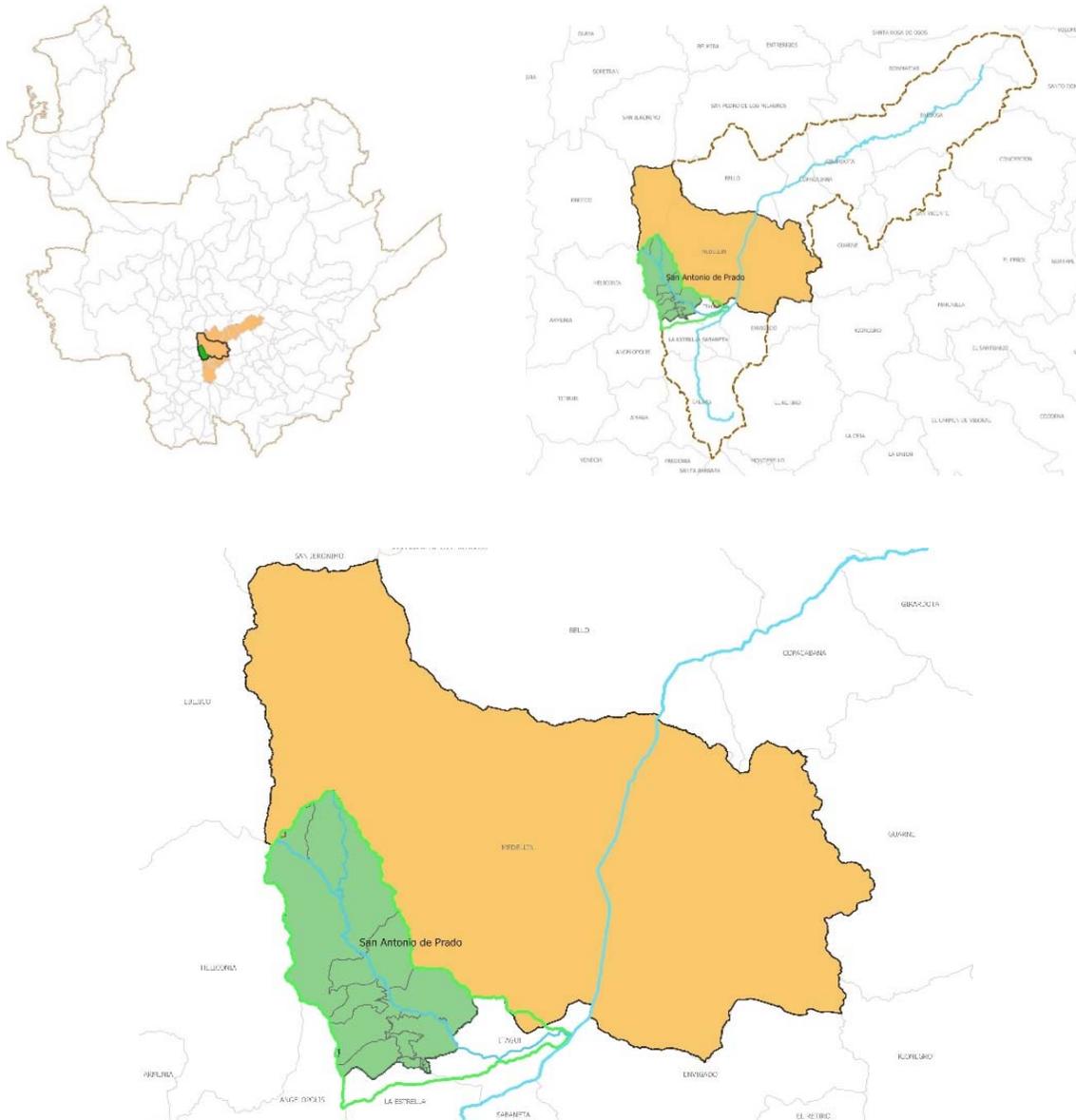


Gráfico 1. Ubicación de San Antonio de Prado en el contexto regional  
Fuente: Composición propia

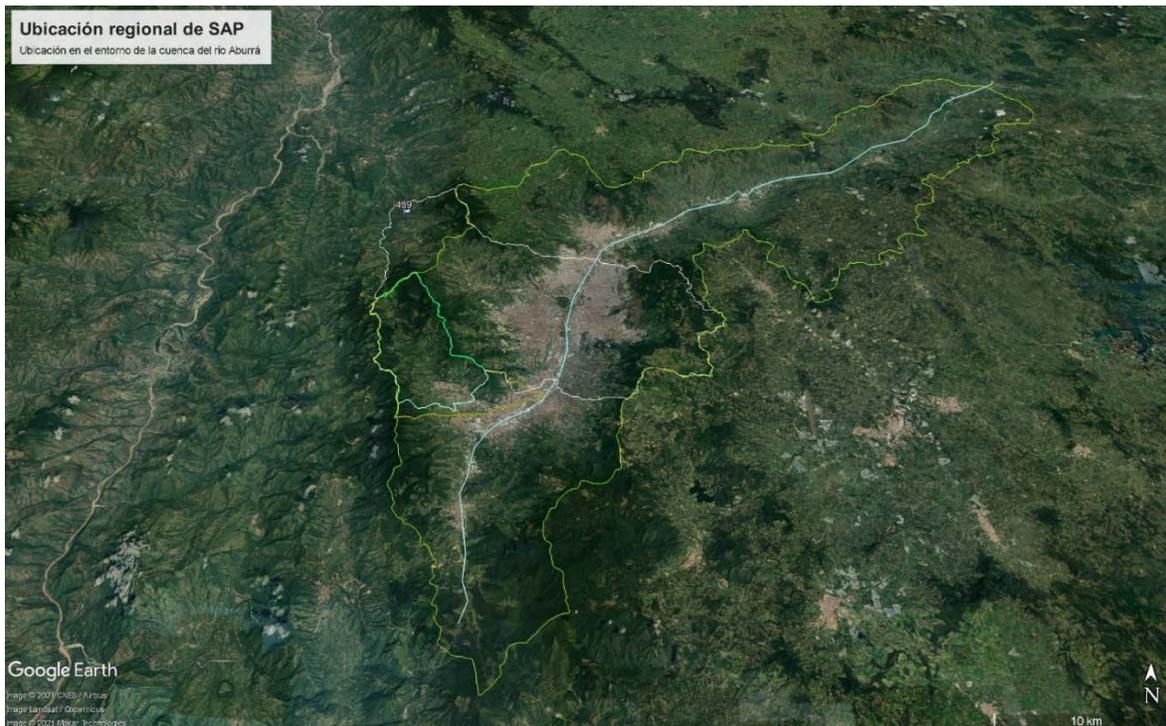
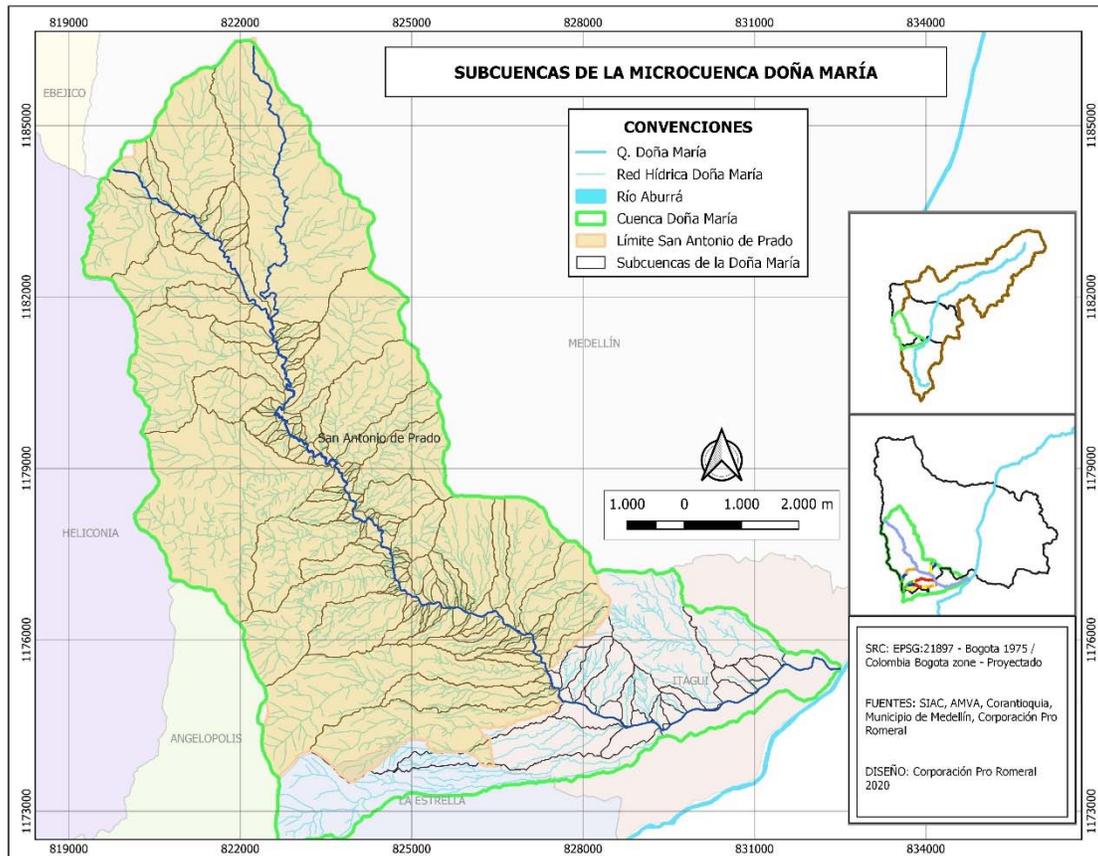


Gráfico 2. Aerofoto mostrando la ubicación de San Antonio de Prado en el contexto de Medellín y la cuenca del río Aburrá

Fuente: composición propia basada en fotografía satelital, Google Earth, 2021

A la corriente principal tributan directamente más de 120 microcuencas, todas jóvenes, con fuertes pendientes, alta rugosidad y recorridos cortos, de las cuales cerca de 100 están en San Antonio de Prado.

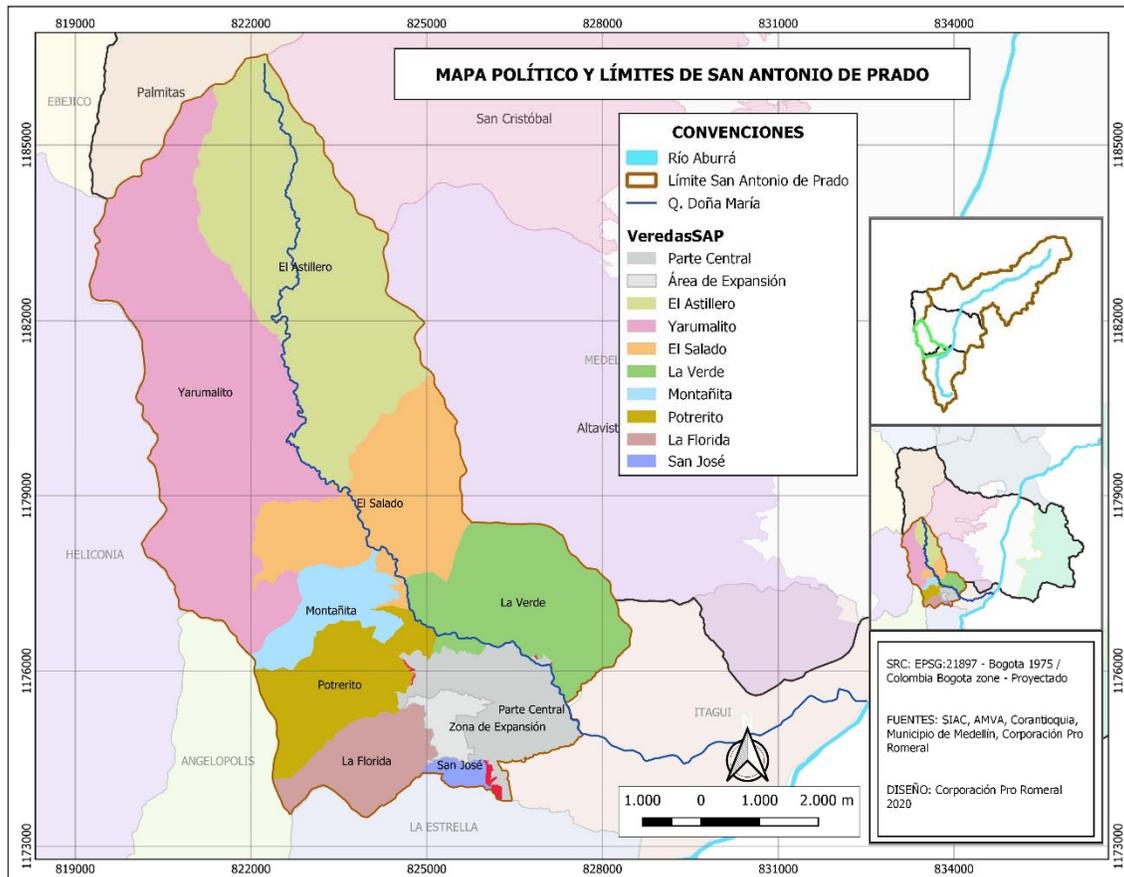
El corregimiento comprende 8 veredas (La Verde, El Salado, Astilleros, Yarumalito, Montañita, Potrerito, La Florida y San José), una zona central urbana consolidada, y además de una zona en proceso de expansión urbana. En el mapa 2 puede apreciarse la división política y los límites del corregimiento. La mayor parte del corregimiento está incluido en el Distrito de Manejo Integrado Divisoria Valle de Aburrá Río Cauca (DMI DVARC), y la mayor parte de sus áreas rurales están bajo la categoría de protección en cuanto a su uso reglamentado, ya sea forestal protector o forestal productor-protector (Corantioquia, 2015; Alcaldía de Medellín, 2014; Corantioquia, AMVA y Cornare, 2018).



Mapa 1. Subcuencas de la microcuenca Doña María  
Fuente: Elaboración propia

Las veredas son eminentemente rurales, aunque en algunas como en Potrerito, La Florida, La Verde y El Salado, existen pequeñas zonas de concentración urbana tanto en proceso de consolidación espontánea, como reconocidos y apoyados por el municipio en el proceso de expansión urbana.

Tal como se observa en el gráfico 3, el corregimiento presenta una fuerte concentración urbana en menos del 8% de su territorio, mientras en las veredas predominan los usos en plantaciones forestales (principalmente el Yarumalito y Astilleros y algo en El Salado, Montañita, Potrerito), ganadería de leche y doble propósito, en librepastoreo tanto con pastos manejados como con pastos nativos (principalmente en las veredas Yarumalito, Astilleros, El Salado, Montañita, Potrerito, La Verde), y en menor escala agricultura (principalmente en Potrerito, La Florida, Montañita, algo en La Verde y El Salado), por último el uso en bosques nativos y rastrojos se presenta en todas las veredas, pero los de mayor tamaño y calidad se presentan en La Florida, Potrerito, Montañita y Yarumalito.



Mapa 2. División política y límites de San Antonio de Prado  
Fuente: Elaboración propia

Las veredas San José, La Florida, Potrerito y La Verde están sufriendo fuertes presiones urbanísticas y en ocasiones muestran extracción de su área rural para ser destinados como áreas de expansión urbana y zonas recreativas. Las veredas Potrerito, Montañita, La Verde y El Salado tiene presiones moderadas, producto del crecimiento poblacional interno (división de familias) y del aumento de fincas de recreo, mientras Yarumalito y Astilleros presentan baja presión urbanística.



Gráfico 3. Aerofoto mostrando la división política de San Antonio de Prado  
Fuente: composición propia basada en fotografía satelital, Google Earth, 2021

## 2.2. CLIMA

La agenda ambiental de 2007 reporta las estaciones hidrometeorológicas señaladas en la tabla 1.

Tabla 1. Estaciones hidrometeorológicas en San Antonio de Prado

Estación	Coordenadas		Altura msnm
	Este	Norte	
San Antonio de Prado	824660	1175940	2000
Astillero	823149	1183900	2240
Astillero IDEAM	828184	1184668	2450
El Chuscal	820781	1177315	2100

Fuente: Tomado de Agenda Ambiental San Antonio de Prado, 2007

### 2.2.1 Precipitación

San Antonio de Prado es una zona bajo provincia de humedad “Húmeda” durante la mayor parte del año, es decir, anualmente la precipitación supera la evapotranspiración, por lo cual la cuenca presenta un excedente de humedad que drena hacia el río Aburrá. La elevada precipitación de la parte alta y media de la cuenca Doña María se relaciona con el régimen de vientos locales y la influencia orográfica que predispone a la generación de lluvias de



montañas e incluso en algunas localidades el efecto Föhn genera bosques de niebla (Municipio de Medellín, 2007).

En la agenda ambiental de 2007 se hace una breve descripción sobre los regímenes de vientos locales, el transporte de humedad y las condiciones especiales que favorecen las precipitaciones locales. Se invita a consultar dicho estudio.

En general, el comportamiento de las lluvias es del tipo bimodal, un periodo de lluvias (abril-junio) y uno seco (diciembre-marzo) en el primer semestre del año, y un periodo de lluvias (agosto-noviembre) y uno seco (julio-agosto) en el segundo semestre del año. Los meses más húmedos son abril, mayo, octubre y noviembre, y los más secos diciembre, enero y febrero, aunque en los últimos 10 años se ha observado cambios hacia una ampliación de los periodos de lluvias y sequías. Las precipitaciones oscilan entre 2.000 y 3.100 mm, siendo las partes altas de la cuchilla de El Romeral, donde se presenta la mayor precipitación por efecto de las lluvias de montaña, y de estas sobresalen los altos del Silencio y los de la Humareda-Padre Amaya como los de mayor precipitación, superando normalmente los límites nombrados antes, y generando zonas de bosques de niebla localizados.

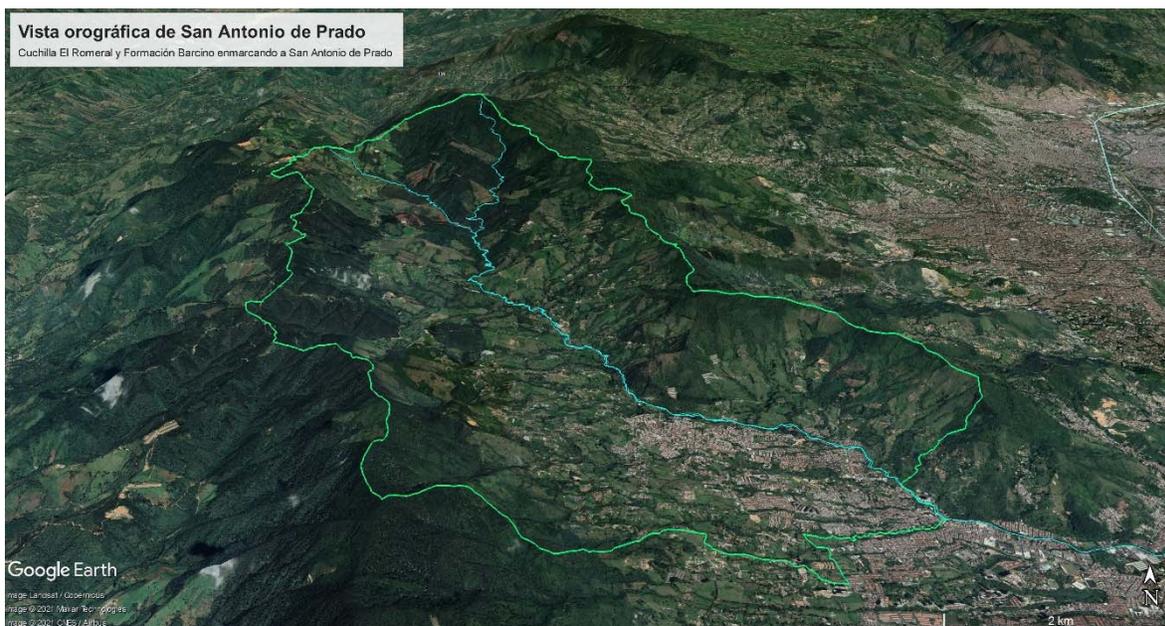
Los fenómenos presentes en el territorio relacionados con precipitaciones extendidas y concentradas, se relacionan con la capacidad de los ríos y quebradas de formar con mayor celeridad sus valles, por medio de procesos de erosión acelerada e incrementos en las actividades hidrogeológicas. En el corregimiento, este fenómeno es muy activo y se manifiesta con una gran red hidrológica y una muy numerosa malla de pequeñas subcuencas jóvenes influidas no sólo por las características climáticas y geológicas predominantes, sino por el uso actual de la tierra y los sistemas de manejo agrotecnológicos predominantes en el corregimiento, que corresponden a los “Tradicionales”, según la caracterización Tosi (Municipio de Medellín & Comitato Internazionale Per lo Sviluppo dei Popoli, 2008), que resultan ser poco conservacionistas del suelo (especialmente la ganadería en librepastoreo en laderas), lo cual acelera e incrementa los fenómenos como movimientos en masa, que también contribuyen a la conformación del paisaje.

Como se ha expresado, la parte alta y media de la microcuenca Doña María conforman el corregimiento y en esa medida la cuchilla El Romeral y la formación del Barcino son las formaciones cordilleranas que delimitan tanto a San Antonio de Prado como a la microcuenca Doña María (Gráfico 4), así mismo, la quebrada Doña María se constituye en la principal fuente hídrica del corregimiento, y varias de sus tributarias aportan agua para cerca de 20 acueductos comunitarios, además de numerosas captaciones para usos agropecuarios.



La cuchilla El Romeral drena sus aguas, por el occidente hacia el río Cauca y por el oriente a la quebrada Doña María, en San Antonio de Prado. Esta cuchilla sigue un sentido sur-norte desde los límites con el municipio de La Estrella y hasta el Alto del Padre Amaya; mientras la formación El Barcino drena sus aguas por el occidente a la quebrada Doña María y por el oriente hacia el río Aburrá y sigue un recorrido sureste-noroeste, desde el Alto Pico Manzanillo, en Itagüí hasta el Alto del Padre Amaya.

La agenda ambiental de 2007, reporta que morfométrica e hidrológicamente la microcuenca Doña María, presenta una evolución mediana, con subcuencas tributarias muy jóvenes en pleno proceso de formación, de cauces cortos, relativamente rectos, muy pendientes, con tiempos de concentración bajos a medianamente bajos, algunas con tendencia a sufrir desbordamientos, a causa de movimientos en masa que logran obstruir sus cauces naturales.





### 2.2.2. *Temperatura y vientos*

En San Antonio de Prado, no existen estaciones meteorológicas que midan parámetros como temperaturas, el brillo solar o los vientos y que permitan diseñar un modelo de isoyetas o extrapolaciones similares en función de la variación altimétrica. Aún en 2020 continúan construyéndose las isoyetas extrapolando datos de estaciones muy lejanas y siguiendo el criterio de disminuir 0,6°C por cada 100 metros de ascenso, lo que conlleva un amplio rango de incertidumbre, tal como lo señala el estudio del Parque de Occidente que muestra probabilidades de variación de temperatura muy superiores a las típicas de 0.6°C/100m, llegándose a variaciones de hasta 1,2°C/100m, en los pocos sectores en que pudiese hacerse una triangulación aceptable (Municipio de Medellín, 2007).

Una de las líneas estratégicas del PAALSAP de 2007 contempla un proyecto de instalación de estaciones meteorológicas en San Antonio de Prado, pero este proyecto no ha podido implementarse hasta ahora, a pesar de la urgencia derivada de las consecuencias del calentamiento global y las necesidades de conocer datos confiables para acciones de prevención de riesgos de desastres y planificación del uso de la tierra. En esta perspectiva, los datos aportados por la agenda ambiental de 2007, siguen siendo los más actualizados en 2021.

La agenda ambiental de 2007, señala que “las temperaturas medias en el corregimiento varían desde los 21°C hasta los 10°C, dependiendo de la altura, presentándose los pisos térmicos templado, (entre 18 y 24°C), frío (entre 12 y 18°C) y páramo –subpáramo- (temperaturas inferiores a 12°C)” (Municipio de Medellín, 2007), no obstante existen evidencias indirectas que muestran que en realidad los efectos del calentamiento global y especialmente los globos de calor presentes en el área metropolitana y en Medellín, en particular, influyen drásticamente en el corregimiento y es probable que los valores antes expresados estén por lo menos 2 – 3 °C por encima de lo reportado. Estas evidencias indirectas se relacionan con la migración de algunas especies indicadoras como el Yarumo blanco o el Canelo de páramo que están migrando hacia zonas más altas en las montañas, e incluso de San Antonio de Prado están desapareciendo de algunas partes, sin que el fenómeno sea explicado por causas como enfermedades o extracción de flora por actividades humanas. Igualmente, en los últimos 15 años, la presencia de neblina es muy escasa, afectando los sitios donde se presentaban bosques de niebla.

Por otro lado, la temperatura local también está determinada por el régimen de vientos locales, en donde los vientos de montaña juegan un papel fundamental.

Se invita a consultar la agenda ambiental de 2007, para profundizar en el tema del clima local, tanto a nivel de precipitaciones como temperatura.



### 2.2.3 Zonas de Vida

La caracterización bioclimática de un territorio es fundamental para su comprensión con miras a planificar proceso de restauración, conservación y usos sostenible. Las Zonas de Vida son el fundamento del sistema de clasificación bioclimático propuesto por Leslie Holdridge. Este sistema de clasificación se fundamenta en parámetros bioclimáticos como biotemperatura media multianual (°C), precipitación media multianual (mm) y Humedad (interacción entre las dos anteriores). Estas interacciones determinan unas formaciones vegetales típicas con dinámicas y fisonomías características (Holdridge, 1987). Debido a que en San Antonio de Prado no existe la información de campo sobre los parámetros requeridos (especialmente temperatura), la clasificación debe hacerse basándose en extrapolaciones de datos de zonas más o menos cercanas.

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), construyó un mapa de Zonas de Vida para Colombia hace cerca de 40 años y desde entonces no se ha actualizado en cuanto a escala de mayor refinamiento ni en cuanto a perfeccionamiento con datos adicionales precipitación y temperatura incluyendo los años más recientes y con más estaciones. No obstante, es una herramienta muy útil y para el caso de este proyecto se aplica tal cual se dispone en la información oficial, con los ajustes realizados con algunos datos hasta la fecha cuando se formuló el plan de ordenamiento y manejo de la cuenca Doña María en (2008).

En el mapa 3 pueden observarse las zonas de vida existentes en San Antonio de Prado, con base en la información de 2008 y fundamentada en datos extrapolados. Se reconocen 5 zonas de vida: Bosque húmedo premontano (bh-PM), bosque muy húmedo premontano (bmh-PM), bosque húmedo montano bajo (bh-MB), bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB), y bosque pluvial montano (bp-M), en el Alto del Padre Amaya y probablemente en el Alto del Romeral (en el tramo A. del Romeral – A. Silencio, se presenta por lo menos la transición húmeda, con manifestaciones de bosque de niebla, al igual que en el Alto de la Humareda).

La agenda ambiental de 2007 describe estas zonas de vida así:

**“Bosque húmedo premontano (bh-PM):** en el corregimiento se presenta hasta los 2000 msnm aproximadamente, incluyendo la parte central de San Antonio de Prado, sectores de las veredas La Verde, El Salado, Potrerito, Montañita, y pequeñas zonas de Astillero y Yarumalito, básicamente en los piedemontes de la formación del barcino y de la Cuchilla del Romeral, siguiendo el cauce medio de la Doña María. El sistema de clasificación de Holdridge determina que esta zona de vida se caracteriza por una precipitación entre los 1.000 y 2.000 mm de lluvia anual y una biotemperatura entre los 18°C y 24°C

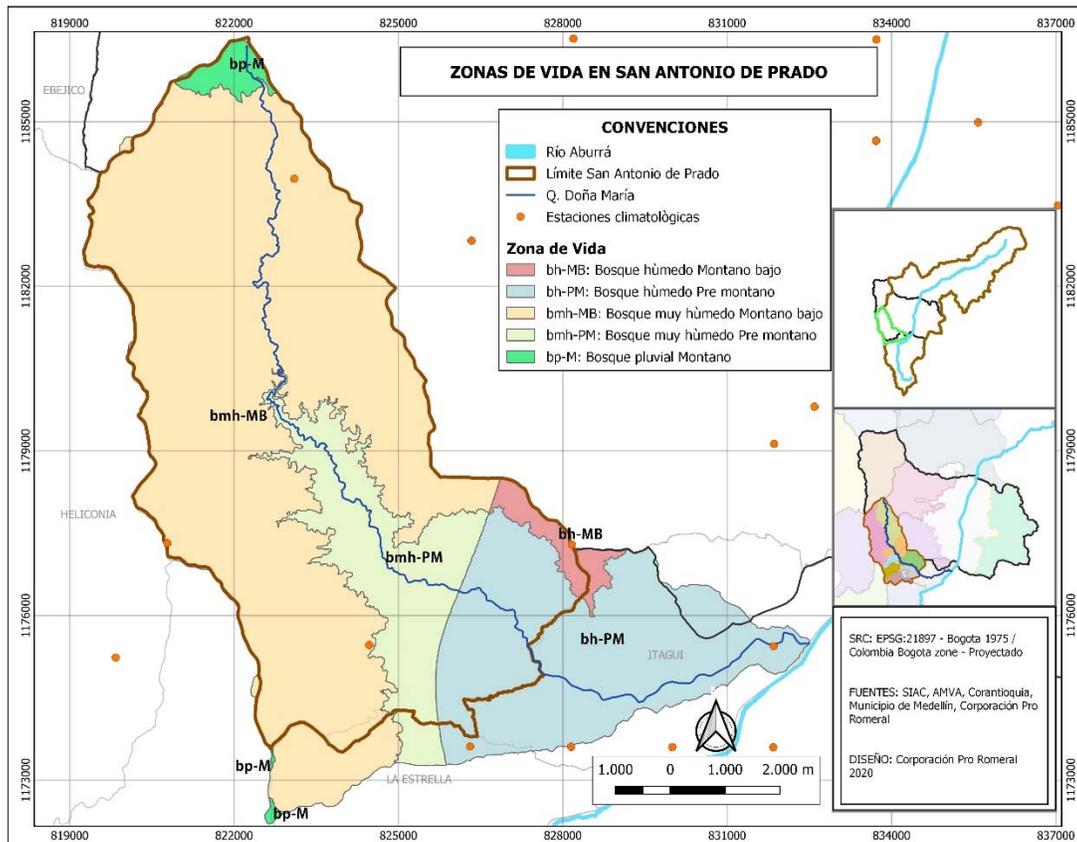


**Bosque muy húmedo premontano (bmh-PM):** en el corregimiento se presenta hasta los 2000 msnm aproximadamente, incluyendo la parte baja de La Florida, sectores bajos de Potrerito, La Vereda San José y la zona sur de la parte central, así como la zona de expansión urbanística. Se encuentra en los piedemontes del sur de la Cuchilla del Romeral, y tiene influencia de los vientos húmedos provenientes del sur del Valle de Aburrá. El sistema de clasificación de Holdridge determina que esta zona de vida se caracteriza por una precipitación entre los 2.000 y 4.000 mm de lluvia anual y una biotemperatura entre los 18°C y 24°C

**Bosque húmedo montano bajo (bh-MB):** en el corregimiento se presenta hasta los 3.000 msnm aproximadamente, incluyendo las partes altas de las veredas La Verde, El Salado y Astilleros, todas sobre la formación del Barcino. El sistema de clasificación de Holdridge determina que esta zona de vida se caracteriza por una precipitación entre los 1.000 y 2.000 mm de lluvia anual y una biotemperatura entre los 18°C y 24°C

**Bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB):** en el corregimiento se presenta entre los 2.000 y los 3.000 msnm aproximadamente, incluyendo las partes altas de todas las veredas que poseen áreas en la Cuchilla del Romeral (La Florida, Potrerito, Montañita, El Salado, Yarumalito y Astilleros. Esta Zona de Vida está determinada para el caso local por la influencia de las precipitaciones de montaña o efecto Foëhn, con el aporte adicional de las interacciones de vientos anotadas antes. El sistema de clasificación de Holdridge determina que esta zona de vida se caracteriza por una precipitación entre los 2.000 y 4.000 mm de lluvia anual y una biotemperatura entre los 12°C y 18°C

**Bosque pluvial montano (bp-M):** en el corregimiento parece presentarse sobre los 3.000 msnm aproximadamente, incluyendo las partes más altas de la Cuchilla del Romeral (Alto del Romeral y A. del Padre Amaya). Esta Zona de Vida está determinada para el caso local por la influencia de las precipitaciones de montaña o efecto Foëhn, con el aporte adicional de las interacciones de vientos anotadas antes. El sistema de clasificación de Holdridge determina que esta zona de vida se caracteriza por una precipitación entre los 2.000 y 4.000 mm de lluvia anual y una biotemperatura entre los 6°C y 12°C. es posible que estas áreas correspondan también a la transición húmeda. De cualquier manera, la presencia de neblina es frecuente y corresponde a bosques nublados, aunque esta característica se pierde cada vez más debido al evidente calentamiento general del corregimiento y de la cuenca por efectos del calentamiento global y en particular por el calentamiento y albedo generado por las zonas urbanas de Itagüí y Medellín, que han generado un elevamiento de las temperaturas medias anuales”.



Mapa 3. Zonas de vida de San Antonio de Prado  
Fuente: Elaboración propia

El alto nivel de precipitaciones y en general de humedad en el corregimiento, lo ubica como una región rica en aguas y si bien el aprovechamiento es alto, la oferta bruta de agua es muy superior; no obstante, se presentan déficits ocasionales en algunos sectores, lo cual se explica por el mal uso y manejo del agua, así como con la contaminación de las fuentes hídricas.

La agenda ambiental 2007, reporta que el estudio de plan maestro aporta datos relacionados con el balance hídrico a largo plazo de las cuencas aprovechadas, en el corregimiento así: precipitación promedio anual 2181.8 mm, evapotranspiración promedio anual 961.7 mm, caudal medio anual 53.001 l/s, rendimiento hídrico 38.687 l/(s.km<sup>2</sup>). Estos valores indican un grado elevado de oferta hídrica disponible.

Además, reporta los siguientes valores en cuanto a caudales mínimos (Método UNAL UPME, 2000)



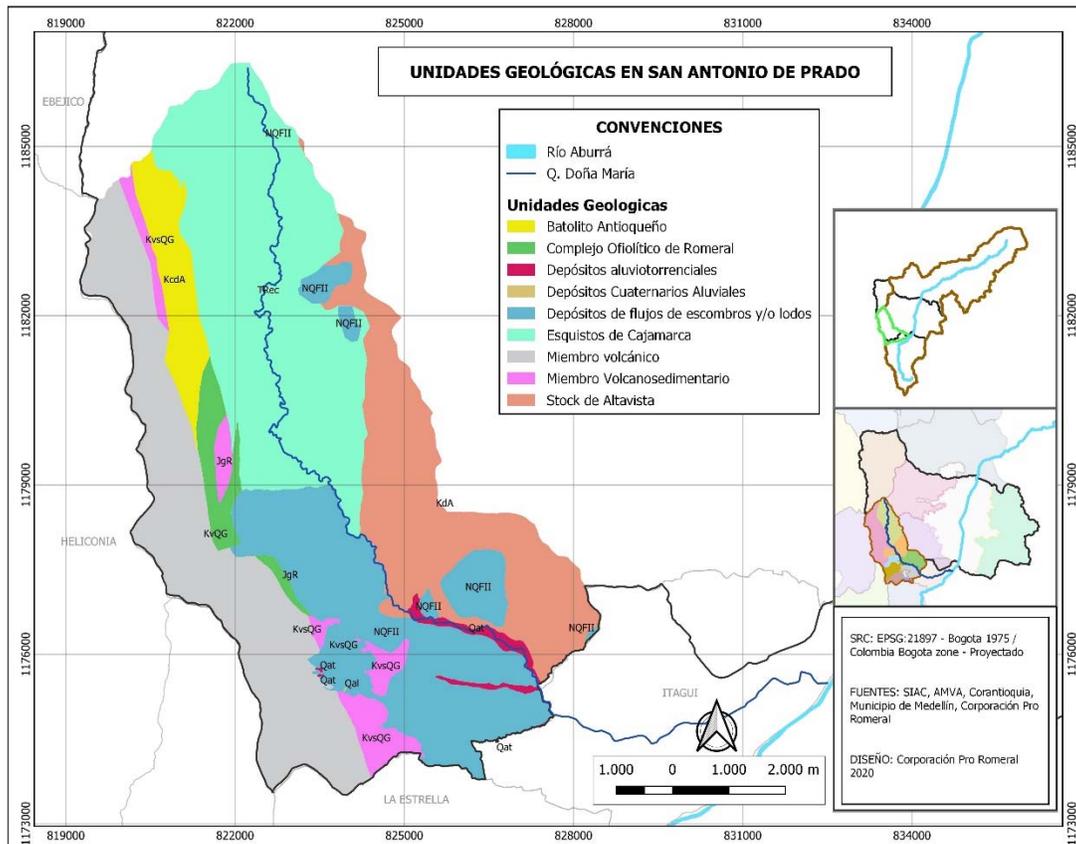
Caudal medio anual (l/s)	Caudal mínimo medio (l/s)	Desviación estándar de los caudales mínimos (l/s)	Caudal mínimo (l/s)/Período de retorno (años)					
			2.33	5	10	25	50	100
53.001	23.052	7.606	20.62	16.81	14.68	12.70	11.54	10.57

### 2.3. GEOLOGÍA

La agenda ambiental de 2007 (Municipio de Medellín, 2007) hace una extensa revisión sobre este tema en el capítulo 7.4.2.

Debido a que esta consultoría no incluye la actualización del perfil ambiental se invita al lector a consultar dicha fuente, pues el desarrollo y actualización sobre este tema excede los límites de esta consultoría.

Para facilitar la comprensión del capítulo destinado a la actualización de los avances del PAAL, se presenta un mapa actualizado sobre la geología del corregimiento (mapa 4) basado en los últimos datos del POMCA del río Aburrá 2018 (Corantioquia, AMVA y Cornare, 2018)



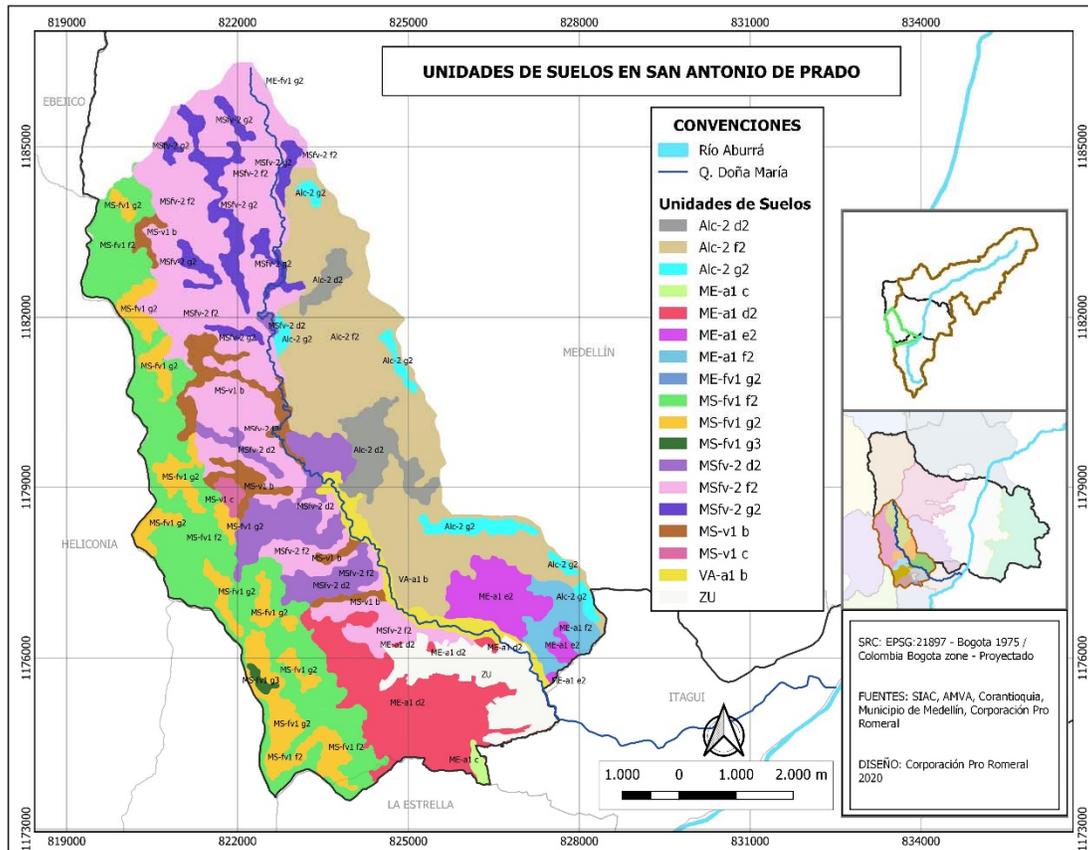
Mapa 4. Unidades Geológicas en San Antonio de Prado  
Fuente: Elaboración propia

## 2.4. SUELOS

La agenda ambiental de 2007 (Municipio de Medellín, 2007) hace una extensa revisión sobre este tema en el capítulo 7.4.2.

Debido a que esta consultoría no incluye la actualización del perfil ambiental se invita al lector a consultar dicha fuente, pues el desarrollo y actualización sobre este tema excede los límites de esta consultoría.

En general los suelos presentes en el corregimiento tienen condiciones limitantes para agricultura intensiva, se ubican en su mayoría en zonas de pendientes fuertes a moderadas, son ácidos, desaturados, con baja fertilidad natural, algunos tienen problemas de pedregosidad y niveles freáticos altos. El mapa 5 y la tabla 2 muestran y describen la ubicación y características de los suelos.



Mapa 5. Unidades de suelos en San Antonio de Prado  
Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Unidades de suelos presentes en San Antonio de Prado

Unidad Geo-morfológica	Unidad de suelo	RES Taxonómica UC	Características Suelo	Caract. TR	Caract. PGA
Alc-2	Alc-2 d2	andic dystrodepts tipic hapludands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, fertilidad baja	Lomas y colinas	Altiplanicie
MS-fv2	MSfv-2 g2	tipic hapludands tipic fulvudands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, texturas medias, baja fertilidad	Filas y vigas	Montañas
MS-fv2	MSfv-2 g2	tipic hapludands tipic fulvudands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, texturas medias, baja fertilidad	Filas y vigas	Montañas



Unidad Geo-morfológica	Unidad de suelo	RES Taxonómica UC	Características Suelo	Caract. TR	Caract. PGA
MS-fv2	MSfv-2 f2	tipic hapludands tipic fulvudands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, texturas medias, baja fertilidad	Filas y vigas	Montañas
MS-fv1	MS-fv1 g2	tipic fulvudands humicdystrudepts	Profundos, pedregosos, ácidos, desaturados, baja fertilidad	Filas y vigas	montaña
Alc-1	MSfv-2 d2	tipic hapludands tipic fulvudands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, texturas medias, baja fertilidad	Filas y vigas	Montañas
Alc-1	MSfv-2 d2	tipic hapludands tipic fulvudands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, texturas medias, baja fertilidad	Filas y vigas	Montañas
Alc-2	Alc-2 d2	andic dystrepts tipic hapludands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, fertilidad baja	Lomas y colinas	Altiplanicie
MS-fv2	MSfv-2 f2	tipic hapludands tipic fulvudands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, texturas medias, baja fertilidad	Filas y vigas	Montañas
MS-fv1	MS-fv1 g2	tipic fulvudands humicdystrudepts	Profundos, pedregosos, ácidos, desaturados, baja fertilidad	Filas y vigas	Montaña
MS-fv2	MS-v1 b	tipic endoaquepts tipic dystrepts	Superficiales, nivel freático alto, ácidos, mal drenados	Vegas y sobrevegas	Montaña
Alc-2	Alc-2 g2	andic dystrepts tipic hapludands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, fertilidad baja	Lomas y colinas	Altiplanicie
MS-fv2	MS-v1 b	tipic endoaquepts tipic dystrepts	Superficiales, nivel freático alto, ácidos, mal drenados	Vegas y sobrevegas	Montaña
MS-fv2	MSfv-2 f2	tipic hapludands tipic fulvudands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, texturas medias, baja fertilidad	Filas y vigas	Montañas
Alc-2	Alc-2 g2	andic dystrepts tipic hapludands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, fertilidad baja	Lomas y colinas	Altiplanicie
MS-fv1	MS-fv1 g2	tipic fulvudands humicdystrudepts	Profundos, pedregosos, ácidos, desaturados, baja fertilidad	Filas y vigas	Montaña



Unidad Geo-morfológica	Unidad de suelo	RES Taxonómica UC	Características Suelo	Caract. TR	Caract. PGA
MS-fv1	MS-fv1 g2	typic fulvudands humicdystrudepts	Profundos, pedregosos, ácidos, desaturados, baja fertilidad	Filas y vigas	Montaña
MS-fv2	MSfv-2 f2	tipic hapludands tipic fulvudands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, texturas medias, baja fertilidad	Filas y vigas	Montañas
MS-v1	MS-v1 c	typic endoaquepts typic dystrudepts	Superficiales, nivel freático alto, ácidos mal drenados	Vegas y sobrevegas	Montaña
MS-fv2	MS-v1 b	typic endoaquepts typic dystrudepts	Superficiales, nivel freático alto, ácidos, mal drenados	Vegas y sobrevegas	Montaña
MS-fv2	MS-v1 b	typic endoaquepts typic dystrudepts	Superficiales, nivel freático alto, ácidos, mal drenados	Vegas y sobrevegas	Montaña
Alc-2	Alc-2 g2	andic dystrudepts tipic hapludands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, fertilidad baja	Lomas y colinas	Altiplanicie
MS-fv1	MS-fv1 g2	typic fulvudands humicdystrudepts	Profundos, pedregosos, ácidos, desaturados, baja fertilidad	Filas y vigas	Montaña
MS-fv1	MS-fv1 g2	typic fulvudands humicdystrudepts	Profundos, pedregosos, ácidos, desaturados, baja fertilidad	Filas y vigas	Montaña
MS-fv2	ME-a1 e2	humic dystrudepts oxic dystrudepts	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, baja fertilidad	Glacis y coluvios	Montaña
Alc-2	Alc-2 g2	andic dystrudepts tipic hapludands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, fertilidad baja	Lomas y colinas	Altiplanicie
MS-fv2	MSfv-2 f2	tipic hapludands tipic fulvudands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, texturas medias, baja fertilidad	Filas y vigas	Montañas
Alc-1	MSfv-2 d2	tipic hapludands tipic fulvudands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, texturas medias, baja fertilidad	Filas y vigas	Montañas
Alc-1	MS-fv1 f2	typic fulvudands humicdystrudepts	Profundos, pedregosos, ácidos, desaturados, baja fertilidad	Filas y vigas	Montaña
Alc-1	MS-fv1 f2	typic fulvudands humicdystrudepts	Profundos, pedregosos, ácidos, desaturados, baja fertilidad	Filas y vigas	Montaña



Unidad Geo-morfológica	Unidad de suelo	RES Taxonómica UC	Características Suelo	Caract. TR	Caract. PGA
MS-fv2	ME-a1 e2	humic dystrodepts oxic dystrodepts	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, baja fertilidad	Glacis y coluvios	Montaña
MS-fv1	MS-fv1 g3	typic fulvudands humicdystrodepts	Profundos, pedregosos, ácidos, desaturados, baja fertilidad	Filas y vigas	Montaña
MS-fv1	MS-fv1 g2	typic fulvudands humicdystrodepts	Profundos, pedregosos, ácidos, desaturados, baja fertilidad	Filas y vigas	Montaña
MS-fv1	MS-fv1 g2	typic fulvudands humicdystrodepts	Profundos, pedregosos, ácidos, desaturados, baja fertilidad	Filas y vigas	Montaña
MS-fv2	ME-a1 e2	humic dystrodepts oxic dystrodepts	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, baja fertilidad	Glacis y coluvios	Montaña
MS-fv2	MSfv-2 f2	tipic hapludands tipic fulvudands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, texturas medias, baja fertilidad	Filas y vigas	Montañas
Alc-2	Alc-2 f2	andic dystrodepts tipic hapludands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, fertilidad baja	Lomas y colinas	Altiplanicie
ZU	ME-a1 f2	humic dystrodepts oxic dystrodepts	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, baja fertilidad	Glacis y coluvios	Montaña
MS-fv2	MSfv-2 f2	tipic hapludands tipic fulvudands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, texturas medias, baja fertilidad	Filas y vigas	Montañas
MS-fv2	MSfv-2 f2	tipic hapludands tipic fulvudands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, texturas medias, baja fertilidad	Filas y vigas	Montañas
MS-fv2	MSfv-2 f2	tipic hapludands tipic fulvudands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, texturas medias, baja fertilidad	Filas y vigas	Montañas
Alc-1	MS-fv1 f2	typic fulvudands humicdystrodepts	Profundos, pedregosos, ácidos, desaturados, baja fertilidad	Filas y vigas	Montaña
ME-a2	ZU				
MS-fv1	ME-a1 c	humic dystrodepts oxic dystrodepts	Moderadamente profundos, ácidos,	Glacis y coluvios	Montaña



Unidad Geo-morfológica	Unidad de suelo	RES Taxonómica UC	Características Suelo	Caract. TR	Caract. PGA
			desaturados, baja fertilidad		
MS-fv1	ME-a1 d2	humic dystrodepts oxic dystrodepts	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, baja fertilidad	Glacis y coluvios	Montaña
MS-fv1	ME-a1 d2	humic dystrodepts oxic dystrodepts	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, baja fertilidad	Glacis y coluvios	Montaña
MS-fv1	ME-a1 d2	humic dystrodepts oxic dystrodepts	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, baja fertilidad	Glacis y coluvios	Montaña
MS-fv1	ME-a1 d2	humic dystrodepts oxic dystrodepts	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, baja fertilidad	Glacis y coluvios	Montaña
ZU	VA-a1 b	typic udfluents typic endoaquepts	Superficiales, mal drenados, nivel freático inundables, baja fertilidad	Valle aluvial	Montaña
Alc-1	MS-fv1 f2	typic fulvudands humicdystrodepts	Profundos, pedregosos, ácidos, desaturados, baja fertilidad	Filas y vigas	Montaña
MS-fv2	MS-v1 b	typic endoaquepts typic dystrodepts	Superficiales, nivel freático alto, ácidos, mal drenados	Vegas y sobrevegas	Montaña
MS-fv1	MS-fv1 g2	typic fulvudands humicdystrodepts	Profundos, pedregosos, ácidos, desaturados, baja fertilidad	Filas y vigas	Montaña
Alc-2	Alc-2 g2	andic dystrodepts typic hapludands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, fertilidad baja	Lomas y colinas	Altiplanicie
MS-fv2	MSfv-2 g2	typic hapludands typic fulvudands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, texturas medias, baja fertilidad	Filas y vigas	Montañas
MS-fv2	MSfv-2 g2	typic hapludands typic fulvudands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, texturas medias, baja fertilidad	Filas y vigas	Montañas
MS-fv2	MSfv-2 g2	typic hapludands typic fulvudands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, texturas medias, baja fertilidad	Filas y vigas	Montañas
MS-fv2	MSfv-2 g2	typic hapludands typic fulvudands	Moderadamente profundos, ácidos,	Filas y vigas	Montañas



Unidad Geo-morfológica	Unidad de suelo	RES Taxonómica UC	Características Suelo	Caract. TR	Caract. PGA
			desaturados, texturas medias, baja fertilidad		
Alc-1	ME-fv1 g2	typic hapludands typic dystrodepts	Moderadamente profundos, ácidos, baja fertilidad	Filas y vigas	Montaña
MS-fv2	MSfv-2 g2	typic hapludands typic fulvudands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, texturas medias, baja fertilidad	Filas y vigas	Montañas
Alc-2	Alc-2 g2	andic dystrodepts typic hapludands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, fertilidad baja	Lomas y colinas	Altiplanicie
Alc-1	MSfv-2 d2	typic hapludands typic fulvudands	Moderadamente profundos, ácidos, desaturados, texturas medias, baja fertilidad	Filas y vigas	Montañas
MS-fv1	MS-fv1 g2	typic fulvudands humicdystrodepts	Profundos, pedregosos, ácidos, desaturados, baja fertilidad	Filas y vigas	Montaña

Fuente: (Corantioquia, AMVA y Cornare, 2018)

A las anteriores condiciones naturales edáficas, hay que sumar un elevado nivel de erosión histórica y activa de los suelos. La agenda ambiental de 2007 realizó un estudio al respecto, pionero en Medellín, que no ha sido actualizado hasta ahora, y muestra las características en cuanto a estas dos situaciones de erosión en el corregimiento. Este es uno de los temas ambientales más interesantes y con un enfoque muy rural, que abre líneas de trabajo claves en el distrito rural de Medellín y que en la práctica sólo ha sido desarrollado en San Antonio de Prado, por parte de la agenda ambiental, incluyendo una base cartográfica detallada que puede ser monitoreada e integrada a varios proyectos en el marco del programa de reconversión agrotecnológica del PAAL. Infortunadamente no ha contado con recursos económicos por parte del estado, para su monitoreo y cuidado, a pesar de estar en cumplimiento de las directrices de la Política Nacional para la Gestión del Suelo (MADS, 2014; 2016).

Medellín, lleva un atraso muy grande sobre la gestión y manejo del suelo rural agropecuario, por lo cual ha mostrado históricamente poco interés no sólo en caracterizarlo, sino en gestionarlo sosteniblemente y monitorear su estado ambiental, a pesar de contar con la seria intención de constituir el Distrito Rural Campesino de Medellín (Alcaldía de Medellín, 2019).



Se invita al lector a consultar el tema en el citado estudio (Municipio de Medellín, 2007), así como el referente a su caracterización bajo el sistema Tosi para Colombia (Tosi, 1981; Uribe García C. , 2018).

#### **2.4.1. Erosión por movimientos en masa**

La agenda ambiental de 2007 (Municipio de Medellín, 2007), crea una línea base con relación a sitios críticos con movimientos en masa en el capítulo 7.4.2.3. se invita al lector a consultarlo.

Posteriormente en el marco de la implementación del PAAL se realizaron varios estudios de monitoreo sobre este tema, algunos apoyados con recursos públicos y los demás con recursos comunitarios, especialmente de la corporación Pro Romeral en apoyo a la mesa ambiental de San Antonio de Prado (Corporación Pro Romeral, 2009; Corporación Pro Romeral & Mesa Ambiental SAP, 2010; Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016d).

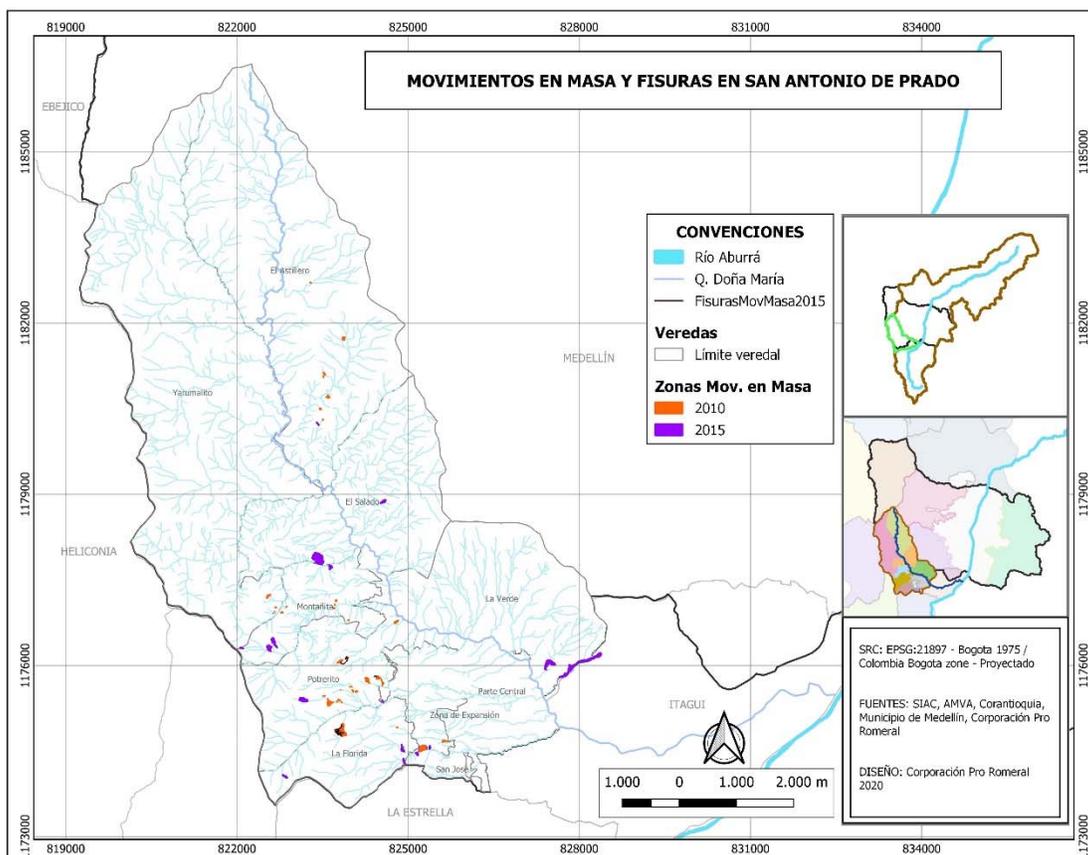
El estudio de monitoreo de 2009 (Corporación Pro Romeral, 2009), realizado por la corporación Pro Romeral con recursos propios, identificó, midió y caracterizó 37 movimientos en masa en el corregimiento, algunos de gran tamaño, se dieron las voces de alerta y se entregó la cartografía SIG respectiva en los casos en que apenas iniciaban, con el fin de que las instituciones realizaran las medidas preventivas y correctivas, para evitar daños mayores. Algunas pocas veces fueron atendidas y lograron evitarse daños mayores, en otras se ignoraron las informaciones y los movimientos causaron grandes daños en infraestructura y aún muertes.

En estudio de monitoreo de 2010 (Corporación Pro Romeral & Mesa Ambiental SAP, 2010), realizado por la corporación Pro Romeral y la Mesa Ambiental con recursos propios, identificaron, midieron y caracterizaron 12 zonas con movimientos en masa en el corregimiento, algunas zonas constituían complejos de inestabilidad geológica o hidrogeológica que agrupaban varios movimientos en masa. También se generó cartografía SIG y un informe que fue entregado a las diversas instituciones (Municipio de Medellín, Área Metropolitana, Corantioquia, corregiduría), con el fin de que de manera preventiva se realizarán intervenciones para controlar o prevenir los movimientos en los casos en que sólo había pequeños movimientos, pero numerosas fisuras en el terreno que presagiaban un movimiento de gran tamaño. Pocas veces fueron atendidas las informaciones y alertas y al igual que el año anterior, posteriormente algunos movimientos en masa se consolidaron, causando graves daños.



Entre 2015 y 2016 pudo realizarse otro monitoreo de movimientos en masa en el corregimiento, esta vez mediante un convenio entre la corporación Pro Romeral y el municipio de Medellín (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016d), el cual arrojó un inventario de 8 zonas con movimientos en masa y cerca de 24 fenómenos entre derrumbes y deslizamientos, algunos en proceso de cicatrización otros activos y algunos apenas iniciando. Este estudio también contó además con cartografía SIG que se dio a conocer a las instituciones. Algunos de esos derrumbes y deslizamientos aún están activos en 2021 y no han tenido tratamiento por parte del municipio, a pesar de que se constituyen en graves problemas para la calidad de agua en varios acueductos como el de EPM y La Florida, especialmente en épocas de lluvias.

En el mapa 6 puede observarse la ubicación de los diferentes fenómenos de movimientos en masa en 2010 y 2015. La descripción completa puede consultarse en los respectivos estudios, antes citados.



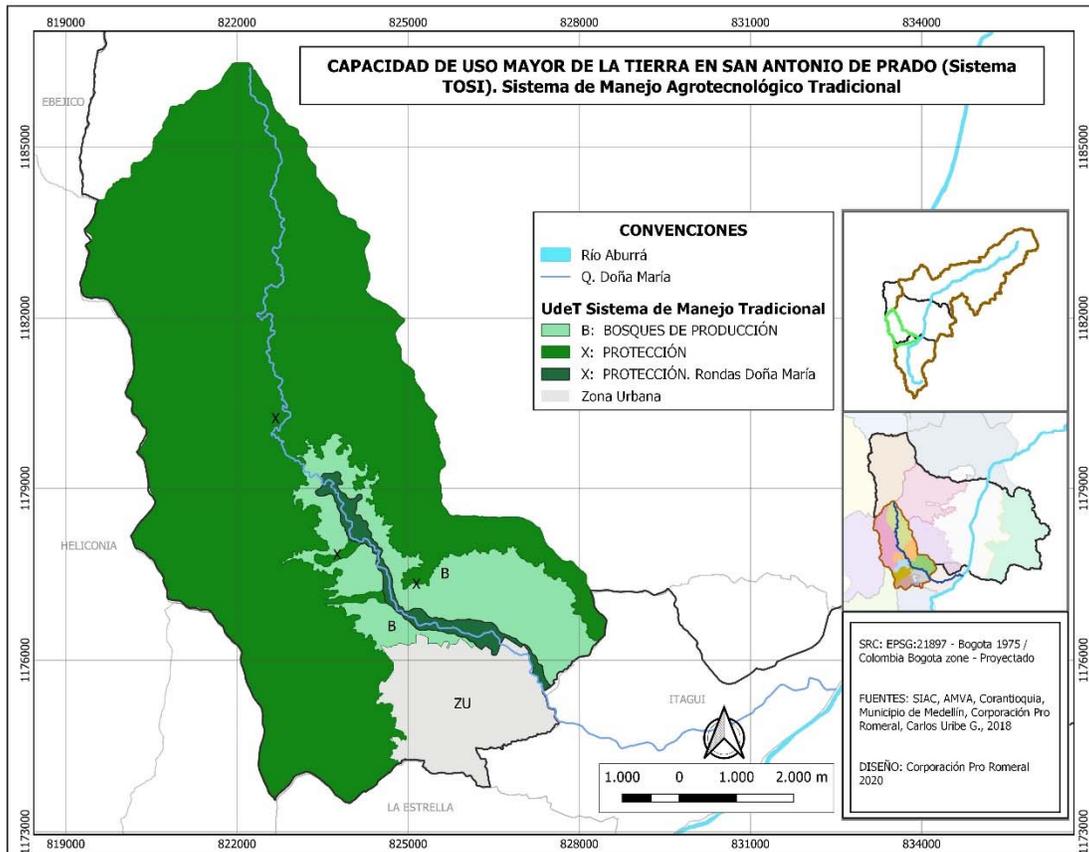
Mapa 6. Movimientos en masa en San Antonio de Prado en 2010 y 2015  
Fuente: Elaboración propia



#### **2.4.2. Capacidad de uso mayor de la tierra**

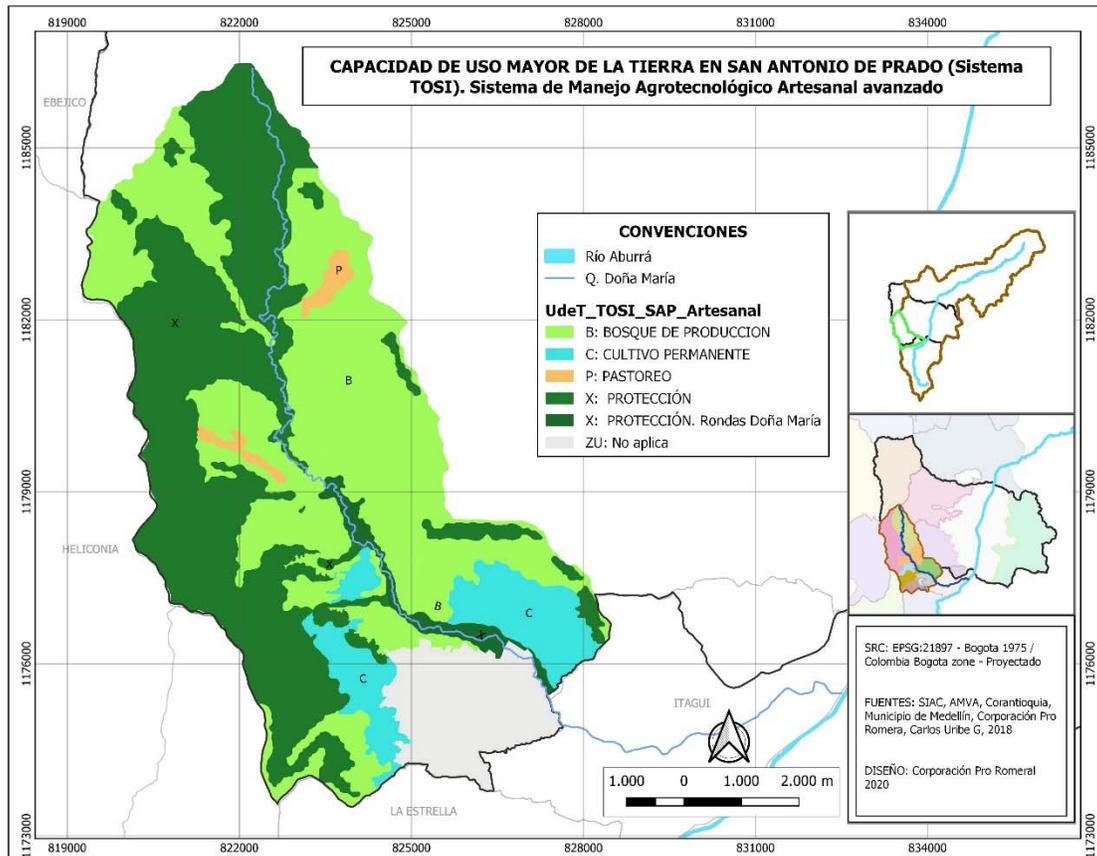
En 2018 se realizó un estudio que tuvo en cuenta no sólo las condiciones bioclimáticas, edáficas, topográficas, geomorfológicas, sino además las culturales, para determinar la capacidad máxima de uso de la tierra en la microcuenca de la Doña María (incluyendo todo San Antonio de Prado) y dio por resultado el mapeo de esa capacidad máxima de uso de la tierra en el corregimiento basado en el sistema TOSI (Tosi, 1981; 1985; Uribe García C. , 2018), cuya zonificación se muestra en los mapas 7 y 8, los cuales sirven para tomar decisiones de fondo sobre el uso de la tierra rural y sobre el distrito agrario en la localidad, con enfoque de sostenibilidad y conservación de suelos. El mapa 7 muestra la capacidad máxima de usos de la tierra bajo el sistema de manejo agrotecnológico Tradicional, el cual es poco conservacionista de suelos y por lo tanto genera insostenibilidad a mediano y largo plazo para las actividades productivas; y el mapa 8 muestra la capacidad máxima de usos de la tierra bajo el sistema de manejo agrotecnológico Artesanal Avanzando que se caracteriza por ser conservacionista de suelos y garantiza la sostenibilidad del uso de manera indefinida (Uribe García C. , 2018).

Se recomienda al lector profundizar la indagación al respecto en el estudio citado, cuya información excede los alcances del presente.



Mapa 7. Zonificación de la capacidad de uso máximo de la tierra en San Antonio de Prado con el sistema de manejo Tradicional  
Fuente: Elaboración propia, basado en Uribe, 2018

Lo más sobresaliente de los hallazgos del estudio anterior es que la modificación de los sistemas de manejo agrotecnológico (desde los Tradicionales hacia los Artesanales Avanzados), en los diferentes sistemas de producción en San Antonio de Prado, puede no sólo contribuir a lograr una sostenibilidad territorial, aminorando y aun deteniendo la erosión de suelos por actividades antrópicas, sino que además es posible implementar actividades productivas más intensivas, que bajo el sistema de manejo agrotecnológico Tradicional, resultan en conflictos de uso de la tierra y en generación de graves impactos ambientales sobre el suelo, la aguas, los bosques y aún sobre la biodiversidad. En el marco de la consolidación del Distrito Agrario de Medellín, es fundamental tener en cuenta estos aspectos, para garantizar que las producciones rurales sean rentables y sostenibles.



Mapa 8. Zonificación de la capacidad de uso máximo de la tierra en San Antonio de Prado con el sistema de manejo Artesanal Avanzado  
Fuente: Elaboración propia, basado en Uribe, 2018

En las tablas 3 y 4 puede observarse el contraste en los usos posibles en el territorio corregimental, sin incurrir en conflictos de uso, bajo los dos sistemas de manejo agrotecnológicos. En ellas se muestra que modificando el sistema de manejo *Tradicional* por el *Artesanal Avanzado* (según el sistema de clasificación de usos de la tierra de Tosi), es posible intensificar la producción, sin incurrir en conflictos de uso de la tierra. Esta posibilidad requiere compromiso institucional, apoyos económicos, técnicos y capacitación a las unidades productivas agropecuarias.



Tabla 3. Áreas por uso de la tierra bajo el sistema de manejo Tradicional

Categoría TOSI	Zona de Vida	Uso Mayor Tradicional	Área (Ha)
X: PROTECCIÓN. Rondas Doña María	bh-PM y bmh-PM	X	132,16
B: BOSQUES DE PRODUCCIÓN	bh-PM y bmh-PM	B	727,22
X: PROTECCIÓN	bh-MB, bmh-MB y bp-M	X	4.642,98
Zona Urbana	bh-PM y bmh-PM	ZU	532,40
TOTAL			<b>6.034,76</b>

Fuente: Elaboración propia, basado en Uribe, 2018

Tabla 4. Áreas por uso de la tierra bajo el sistema de manejo Artesanal Avanzado

Categoría TOSI	Zona de Vida	Uso Mayor Artesanal	Área (Ha)
X: PROTECCIÓN. Rondas Doña María	bh-PM y bmh-PM	X	132,16
P: PASTOREO	bmh-MB	P	75,39
C: CULTIVO PERMANENTE	bmh-MB	C	518,07
X: PROTECCIÓN	bh-MB, bmh-MB y bp-M	X	2.352,82
B: BOSQUE DE PRODUCCIÓN	bh-PM y bmh-PM	B	2.423,91
ZU: No aplica	bh-PM y bmh-PM		532,40
TOTAL			<b>6.034,76</b>

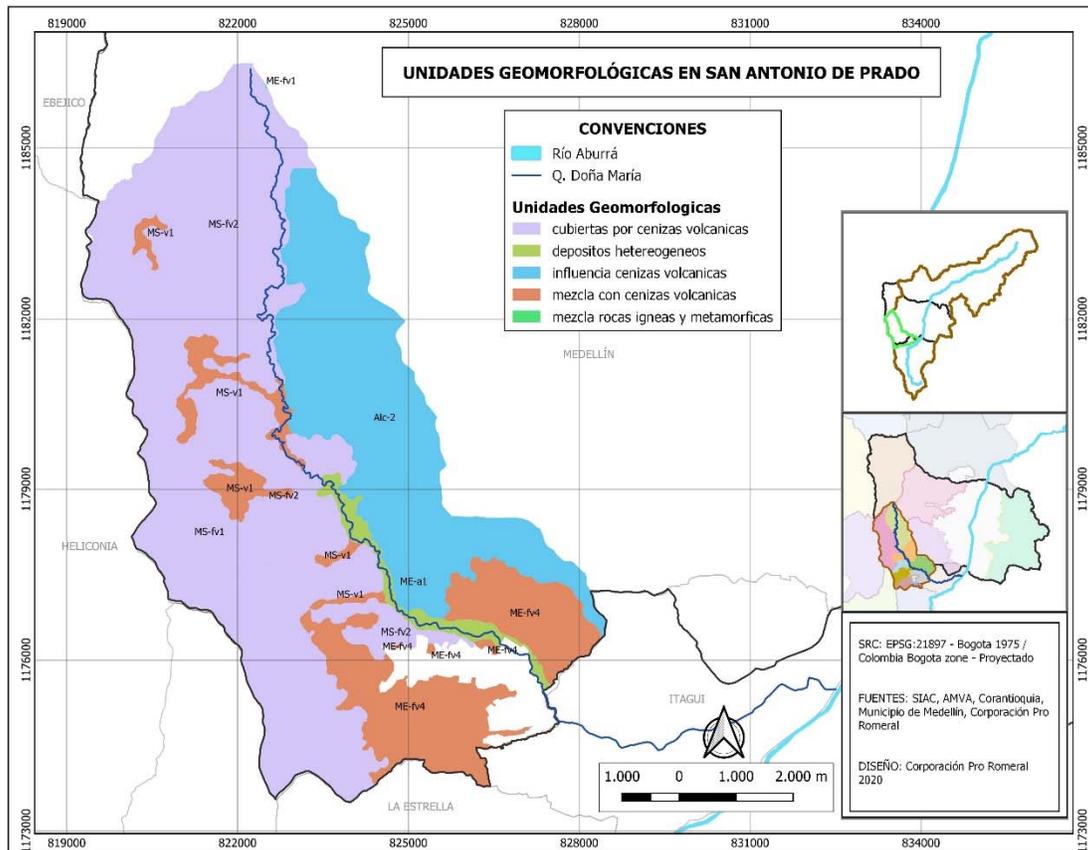
Fuente: Elaboración propia, basado en Uribe, 2018

## 2.5. GEOMORFOLOGÍA

La agenda ambiental de 2007 (Municipio de Medellín, 2007) hace una extensa revisión sobre este tema en el capítulo 7.4.2.

Debido a que esta consultoría no incluye la actualización del perfil ambiental se invita al lector a consultar dicha fuente, pues el desarrollo y actualización sobre este tema excede los límites de esta consultoría.

Para facilitar la comprensión del capítulo destinado a la actualización de los avances del PAAL, se presenta un mapa actualizado sobre la geomorfología del corregimiento (mapa 9) basado en los últimos datos del POMCA del río Aburrá 2018 (Corantioquia, AMVA y Cornare, 2018)



Mapa 9. Unidades Geomorfológicas en San Antonio de Prado  
Fuente: Elaboración propia

## 2.6. INFRAESTRUCTURA

Este componente ha variado mucho desde la formulación de la agenda ambiental de 2007 (Municipio de Medellín, 2007); no obstante, debido a no estar incluido en la actual consultoría no se realizaron estudios que actualizaran los diagnósticos al respecto y en esa medida se invita al lector a consultar los datos del perfil ambiental de la agenda formulada en 2007, y se recalca la necesidad urgente de destinar recursos económicos para actualizar el perfil ambiental de San Antonio de Prado en todos sus componentes.

## 2.7. SOCIAL

Este componente también ha sido extraordinariamente dinámico desde la formulación de la agenda ambiental de 2007 (Municipio de Medellín, 2007); no obstante, debido a que la



actual consultoría no incluyó una actualización del perfil ambiental, sino sólo del PAAL, no se presenta información actualizada al respecto de los diagnósticos sociales, pues esta labor requiere un intenso trabajo de campo y consulta de fuentes, así como una fuerte participación ciudadana para actualizarlos diagnósticos sociales, y en esa medida se invita al lector a consultar los datos del perfil ambiental de la agenda formulada en 2007, teniendo precaución en su interpretación dado lo anacrónico de la misma.

De todas maneras, se resaltan algunos datos generales de la agenda de 2007, que pueden servir como referente tentativo en la actualidad y más adelante se realiza un resumen de información obtenida en 2020, para el ejercicio de actualización en los avances del PAAL.

Tabla 5. Principales problemas veredales ambientales auto diagnosticados en San Antonio de Prado en 2007

VEREDAS	
SITIO	PROBLEMA AMBIENTAL
<b>VEREDA LA VERDE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Invasión de retiro de la quebrada La Honda (Pollo Coa-viviendas del sector).</li> <li>▪ Mala disposición de residuos sólidos.</li> <li>▪ Mal tratamiento de la producción porcina.</li> <li>▪ Deslizamientos.</li> <li>▪ Vertimiento de aguas residuales a la quebrada Doña María.</li> <li>▪ Invasión de retiro por construcción de viviendas y pequeños cultivos de plátano.</li> <li>▪ Lavaderos de carros en vía pública</li> <li>▪ Contaminación de quebradas (Quebrada Larga, Isabela y Honda).</li> <li>▪ Carencia de arborización.</li> <li>▪ Emisión de gases tóxicos por vehículos.</li> <li>▪ Contaminación auditiva generada por vehículos.</li> <li>▪ Falta de cultura ambiental.</li> <li>▪ Presencia de escombros en quebradas, caminos y lotes.</li> <li>▪ Contaminación de aguas que luego son destinadas para consumo humano.</li> <li>▪ Mal manejo de mortandad de pollos y cerdos.</li> <li>▪ Pulpa de café que se arroja a las quebradas.</li> <li>▪ Carencia de Espacios públicos y zonas verdes.</li> </ul>
<b>VEREDA ASTILLEROS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Malos olores generados por la producción porcina.</li> <li>▪ Deslizamiento.</li> <li>▪ Mala disposición de residuos sólidos.</li> <li>▪ Desbordamiento de la quebrada Cajones.</li> <li>▪ Quema de residuos sólidos.</li> <li>▪ Extracción de leña para cocción de alimentos.</li> <li>▪ Invasión de retiro por obra física en la quebrada Cajones, zona de alto riesgo por inundación.</li> <li>▪ Invasión de retiro por actividad ganadera en orillas de la quebrada Doña María.</li> </ul>



VEREDAS	
SITIO	PROBLEMA AMBIENTAL
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Caza de animales.</li> </ul>
<b>VEREDA EL SALADO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vertimiento de aguas residuales a la quebrada Doña María.</li> <li>▪ Explotación manual de cantera (varios sitios).</li> <li>▪ Invasión de retiro quebrada Doña María por construcción de obra física a menos de 1 metro de distancia.</li> <li>▪ Lugares de disposición inadecuada de escombros.</li> <li>▪ Desbordamiento de la quebrada Doña María y quebrada Larga.</li> <li>▪ Deslizamientos.</li> <li>▪ Carencia de espacios públicos.</li> <li>▪ Malos olores y plagas generadas por riego con excretas.</li> <li>▪ Contaminación de Doña María con sangre (proveniente de Matadero).</li> <li>▪ Tala de bosque para implementar pastoreas para ganado.</li> </ul>
<b>VEREDA LA FLORIDA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Humedales destinados a ganadería.</li> <li>▪ Percolación de agua de nacimiento, la cual se pierde por falta de canalización.</li> <li>▪ Contaminación atmosférica por combustión de leña para la elaboración de arepas.</li> <li>▪ Deslizamientos constantes en el sector los Vargas y ladera de la quebrada La Limona.</li> <li>▪ Mala disposición de residuos sólidos en lotes y potreros.</li> <li>▪ Disposición de residuos de construcción en quebradas.</li> <li>▪ Quema de residuos sólidos.</li> <li>▪ Cocción con leña.</li> <li>▪ Invasión de retiro por vivienda y producción agropecuaria.</li> <li>▪ Vertimiento de aguas residuales a las quebradas la Limona y La Cabuyala.</li> <li>▪ Viviendas que presentan el riesgo de incendio construidas con materiales inflamables como la madera.</li> <li>▪ Malos olores causados por el Compostaje.</li> <li>▪ Falta de coordinación en la disposición de residuos sólidos (reciclaje desordenado)</li> </ul>
<b>VEREDA POTRERITO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Contaminación a nivel ambiental por malos olores generados por granjas avícolas y porcícolas.</li> <li>▪ Vertimiento de aguas residuales a la quebrada la Zorrita.</li> <li>▪ Invasión de cauce por construcción de obra física y actividad ganadera en la quebrada La Zorrita.</li> <li>▪ Deslizamiento de suelo.</li> <li>▪ Desbordamiento de la quebrada la Zorrita.</li> <li>▪ Fragmentación de suelo por pastoreo de ganado.</li> <li>▪ Mala disposición de residuos sólidos y de construcción en la quebrada La Macana- sector el Coco (constante).</li> </ul>



VEREDAS	
SITIO	PROBLEMA AMBIENTAL
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Deslizamiento de ladera en la quebrada La Macana.</li> <li>▪ Malos olores por riego de abonos de avícolas y porcícolas.</li> <li>▪ El nacimiento de la Macana está contaminado con residuos sólidos y residuos tóxicos (animales muertos de galpones), y estas aguas son utilizadas luego para consumo humano.</li> <li>▪ Mala disposición de residuos sólidos.</li> <li>▪ Personas ajenas al sector la utilizan para arrojar escombros.</li> </ul>
<b>VEREDA MONTAÑITA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Continuos deslizamientos.</li> <li>▪ Varios botaderos de escombros.</li> <li>▪ Malos olores generados por pequeñas granjas avícolas y porcícolas.</li> <li>▪ Quema de basura a campo abierto.</li> <li>▪ Malos olores por riego con excretas de marraneras y ganadería.</li> <li>▪ Escombros en vía principal.</li> <li>▪ Malos olores y derrame de líquidos de camiones compactadores de basura – El Guacal.</li> <li>▪ Deterioro del suelo por ganadería.</li> <li>▪ Invasión de retiros La Candela y la Despensa.</li> <li>▪ No hay alcantarillado</li> </ul>
<b>VEREDA SAN JOSÉ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Deslizamientos constantes en laderas de la quebrada La Limona.</li> <li>▪ Invasión de retiro de la quebrada la Limona por construcción de galpones para ganadería.</li> <li>▪ Falta de espacio público y recreativo.</li> <li>▪ Expansión urbanística causa pérdida de ruralidad.</li> <li>▪ Carencia de áreas de protección en las zonas altas de las montañas en otras veredas, afectan a San José.</li> <li>▪ Falta Pozos Sépticos.</li> </ul>
<b>VEREDA YARUMALITO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mala disposición de residuos sólidos en la vía principal (escombros).</li> <li>▪ Deslizamientos.</li> <li>▪ Malos olores por la producción porcina y la aspersión de porquinaza.</li> </ul>

Fuente: Tomado de (Municipio de Medellín, 2007)



Tabla 6. Principales problemas urbanos ambientales auto diagnosticados en San Antonio de Prado en 2007

<b>BARRIOS Y URBANIZACIONES</b>	
<b>SECTOR</b>	<b>PROBLEMA AMBIENTAL</b>
<b>PALO BLANCO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Invasión de retiros de obras de infraestructura habitacional en concreto, con adecuaciones y vía principal de acceso al lugar a menos de 1 metro de la fuente de agua La Chorrera.</li> <li>▪ Asentamiento de alto riesgo pues se han registrado eventos de deslizamiento e inundación en la zona de Palo Blanco sector las Coles parte baja (La Chorrera calle 8 A).</li> <li>▪ Taponamientos del cauce y deslizamientos provocados por el arroyo “Potreritos” que es un afluente de la Chorrera.</li> <li>▪ Desbordamiento de la Chorrera por obstrucción de caudal a causa de desechos sólidos y un aumento de su caudal.</li> <li>▪ Filtración de aguas de la fuente principal (La Chorrera) a través del subsuelo, generando humedades e inestabilidad del terreno.</li> <li>▪ Invasión de retiros en la microcuenca La Manguala, caracterizada por la construcción de viviendas en su zona de influencia, actividad agropecuaria de un área aproximada de 300 metros lineales.</li> <li>▪ Vertimiento de aguas residuales a la quebrada La Manguala.</li> <li>▪ Predios afectados por aguas de escorrentía.</li> <li>▪ Práctica intensiva de ganadería en zonas de pendiente.</li> </ul>
<b>MARÍA AUXILIADORA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vertimiento de aguas residuales Quebrada La Manguala.</li> <li>▪ Asentamientos en alto riesgo por deslizamiento, incendio, inundación.</li> <li>▪ Invasión de retiro por construcción de viviendas.</li> <li>▪ Mala disposición de residuos sólidos.</li> <li>▪ Falta de espacio público.</li> </ul>
<b>LOS SALINAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Invasión de retiro por construcción de viviendas (La Manguala).</li> <li>▪ Contaminación de la Manguala por efectos de residuos sólidos y líquidos.</li> </ul>
<b>NARANJITOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Algunas casas vierten aguas residuales a la quebrada Barro Azul.</li> <li>▪ Agua contaminada que genera malos olores ya que lleva tanto estiércol de gallina como de cerdos, causa de esto es que el colector no da ha vasto y se rebosa.</li> <li>▪ Deslizamientos por inestabilidad de la tierra (filtración de agua de nacimiento).</li> </ul>
<b>SAN LORENZO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Invasión de retiros, donde vierten las aguas residuales a la cañada Naranjito.</li> </ul>



<b>BARRIOS Y URBANIZACIONES</b>	
<b>SECTOR</b>	<b>PROBLEMA AMBIENTAL</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vertimiento de aguas a la cañada Santa Rita.</li> <li>▪ Taponamiento de rejillas de desagüe.</li> </ul>
<b>GUAYABAL LA OCVLTA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vertimiento de agua del alcantarillado a la quebrada Doña María.</li> <li>▪ Falta de alcantarillado.</li> <li>▪ Vertimiento de aguas residuales en lote (parte baja del cementerio).</li> <li>▪ Vertimiento directo a la quebrada.</li> <li>▪ Falta de áreas de protección (públicas)</li> <li>▪ Falta de compromiso social para la protección de nacimientos de agua.</li> </ul>
<b>VILLA PALLAVECINI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Depósitos de residuos sólidos y residuos de construcción en zonas verdes (sin bolsa) y en rejillas de alcantarillado.</li> </ul>
<b>BARRIO HORIZONTES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Invasión de cause por actividad agropecuaria (caballeriza).</li> <li>▪ En la Cancha de arena la comunidad ha utilizado un predio para arrojar escombros y residuos sólidos.</li> <li>▪ Contaminación atmosférica y auditiva por el alto tráfico (vía principal).</li> <li>▪ Lote utilizado para disponer inadecuadamente residuos sólidos. Cll 11 Cra 5(vía principal).</li> </ul>
<b>PRADITO PARTE BAJA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El sector conocido como las Escalas (cll 11ª - 40), no cuenta con servicio de alcantarillado lo que hace que sus habitantes viertan las aguas residuales a la cañadita, donde también vierten sus aguas residuales el barrio Villa María (Los Merinos).</li> <li>▪ Alta contaminación por emisión de gases tóxicos por el frecuente tránsito de vehículos de servicio público y privado.</li> </ul>
<b>PRADITO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Quebrada El Buey, malos olores causados por la contaminación de basuras en esta fuente de agua.</li> <li>▪ Invasión de retiro por parqueadero y viviendas que arrojan sus residuos en ella.</li> <li>▪ Presencia de agricultura urbana sobre el caño.</li> <li>▪ En las casas más cercanas a la quebrada presentan filtraciones de agua, inundaciones y por la contaminación presencia de roedores.</li> </ul>
<b>LOS HALCONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alto grado de contaminación (ruido, gases tóxicos, grasas, aceites) del sector es debido a la alta afluencia de empresas</li> </ul>



<b>BARRIOS Y URBANIZACIONES</b>	
<b>SECTOR</b>	<b>PROBLEMA AMBIENTAL</b>
	de transporte como Cootrasana, parqueaderos, talleres y estación de gasolina.
<b>EL CHISPERO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Invasión de retiro por construcción de viviendas sobre la microcuenca la Manguala.</li> <li>▪ Residuos sólidos y escombros en las zonas verdes aledañas.</li> <li>▪ Vertimiento de aguas residuales a la microcuenca.</li> <li>▪ Percolación de agua, lo que desestabiliza el talud, volviendo vulnerables las viviendas cercanas a éste.</li> </ul>
<b>LA PALOMERA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alcantarillado antiguo que desagua a la Manguala.</li> <li>▪ Contaminación atmosférica por combustión de leña para la elaboración de arepas.</li> <li>▪ Alcantarillado comunitario en mal estado.</li> <li>▪ Alcantarillado asociado a nacimiento de agua.</li> </ul>
<b>VERGEL CENTRO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mala disposición de residuos sólidos, pues se sacan antes de tiempo.</li> <li>▪ Quema de residuos sólidos.</li> </ul>
<b>VERGEL SUR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Talleres de mecánica, parqueadero de colectivos asociado a la microcuenca la Jacinta.</li> <li>▪ La quebrada la Jacinta presenta algunos procesos erosivos por el mal manejo de aguas.</li> <li>▪ No cuenta con alcantarillado por lo cual las aguas residuales van a parar a las microcuencas.</li> <li>▪ Quema de basuras y depósito de residuos en lotes o fuentes de agua.</li> <li>▪ Mala disposición de residuos sólidos.</li> <li>▪ Sector los Vargas: deslizamientos utilizados como basureros.</li> <li>▪ Falta de equipamiento para depósito de residuos sólidos.</li> <li>▪ Falta de Compromiso social y cultura ambiental.</li> <li>▪ Parque lineal La Jacinta no respetó retiro de quebrada, problema de deslizamiento, no hay reforestación.</li> <li>▪ Contaminación de La Cabuyala y La Jacinta.</li> <li>▪ Vertimiento de aguas residuales a las quebradas la Limona y La Cabuyala.</li> <li>▪ Mal manejo de concesiones de aguas.</li> <li>▪ Nacimiento de la quebrada La Jacinta contaminado.</li> </ul>
<b>PRADOS DE CAMPO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vertimiento directo a la quebrada La Limona.</li> <li>▪ En la zona verde de la urbanización hay una secuencia de encharcamientos de agua, la misma escurre desde la parte alta hasta la vía principal, lo que hace que las viviendas se</li> </ul>



<b>BARRIOS Y URBANIZACIONES</b>	
<b>SECTOR</b>	<b>PROBLEMA AMBIENTAL</b>
	<p>encuentren en zona de mediano riesgo por posible deslizamiento (cra 1cc cra1d).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falta de continuidad de los proyectos.</li> <li>▪ Mal manejo de residuos sólidos.</li> <li>▪ Arborización sin mantenimiento.</li> </ul>
<b>PRADOS DE MARÍA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Presencia de tubería de vertimiento en la quebrada La Jacinta.</li> </ul>
<b>LIMONAR I Y II</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Socavación de talud por presencia depósitos de residuos sólidos caracterizado por basuras, muebles y escombros, en un radio de 40 mts aproximadamente en inmediaciones de la quebrada la Limona y la invasión por actividad agrícola (plátano).</li> <li>▪ Mala disposición de residuos sólidos.</li> <li>▪ En el parque lineal la Jacinta se ubicó un punto de invasión de retiro por infraestructura física.</li> <li>▪ Proceso erosivo por no haber árboles de amarre En el parque lineal la Jacinta.</li> <li>▪ Desagüe de aguas residuales a la Jacinta mediante un tubo de vertimiento.</li> <li>▪ Invasión de retiro por construcción de una piscina en condiciones precarias sobre la quebrada construida por los habitantes del lugar.</li> <li>▪ Mala disposición de los residuos de demolición por construcción.</li> <li>▪ Depósito de residuos sólidos sobre la quebrada la Cabuyala, además de cultivos en la ladera y residuos sólidos en la calle.</li> <li>▪ Punto de vertimiento o descarga de residuos sólidos cerca de la urbanización Alcázar de los prados CII 5d, en la Cra 5 este y en sobre la calle 5d.</li> <li>▪ Foco de infección de Ratas por mala disposición de residuos sólidos.</li> <li>▪ Depósito de escombros en fuentes de agua.</li> <li>▪ Falta de movilidad.</li> <li>▪ Filtración de aguas causando deterioro de las viviendas.</li> <li>▪ Dengue Hemorrágico causado posiblemente por la deficiencia en Saneamiento básico (sector El Morro).</li> <li>▪ Falta de continuidad de los proyectos.</li> <li>▪ No existe centro de acopio para residuos sólidos.</li> <li>▪ Tala de árboles.</li> </ul>



<b>BARRIOS Y URBANIZACIONES</b>	
<b>SECTOR</b>	<b>PROBLEMA AMBIENTAL</b>
<b>ARAGÓN-ROSALEDA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Residuos sólidos en el sector de Aragón sobre la quebrada La Cabuyala. Allí mismo, escombros en el puente de acceso de Rosaleda-Aragón.</li> <li>▪ Escombros en la vía.</li> <li>▪ Sobre La Cabuyala, sobre el área de influencia de esta corriente de agua se construyó una piscina la finca Villa Karen (aproximadamente a 10 mts).</li> <li>▪ Alto grado de contaminación auditiva por el continuo flujo vehicular del sector.</li> <li>▪ Acumulación de residuos sólidos en la quebrada La Cabuyala.</li> <li>▪ Malos olores generados por fábrica de Abonos.</li> <li>▪ Emisión de partículas contaminantes (Buses Costrasana)</li> </ul>
<b>LA PRADERA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vertimiento de aguas residuales en la quebrada Doña María por un solo tubo que se encarga de recogerlas</li> <li>▪ Invasión de retiro por actividad agrícola (plátano, yuca, maíz, árboles frutales y jardín).</li> <li>▪ Deslizamiento sobre la fuente de agua la Popala.</li> <li>▪ Viviendas cercanas a la quebrada Doña María y La Manguala, lo que las expone a algún riesgo de inundación.</li> </ul>
<b>HOYO CANTARANA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Depósito de basuras en un potrero donde se halla un tiradero de residuos a cielo abierto.</li> </ul>
<b>LOS TANQUES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Residuos sólidos dispersos en zona verde propiedad de la cervecería Pilsen.</li> <li>▪ Vertimiento de aguas residuales directamente a la quebrada la Cañada.</li> </ul>
<b>SANTA RITA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ubicación de viviendas sobre la margen de la quebrada Doña María, con desagüe directo a ésta, convirtiéndolo es zona de alto riesgo por posible inundación, también se identificó mala disposición de residuos sólidos.</li> <li>▪ Construcción de un pequeño grupo viviendas de tipo subnormal construidos con madera y techo de zinc al borde de la quebrada, catalogado como vivienda de alto riesgo por vulnerabilidad a incendios por su material y situación precaria.</li> </ul>
<b>MI CASITA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lugar utilizado para depósito de residuos de escombros.</li> </ul>
<b>VEGAS DE ALCALÁ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mala presentación de los residuos sólidos.</li> </ul>



<b>BARRIOS Y URBANIZACIONES</b>	
<b>SECTOR</b>	<b>PROBLEMA AMBIENTAL</b>
<b>URBANIZACIONES PORTAL DEL PRADO, PRADOS DEL PARQUE, PLAZA DEL SOL, VILLA LOMA.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mala presentación de los residuos sólidos al momento de entregarlos al camión recolector.</li> <li>▪ En la Cra 1a-10, zona residencial se encuentra un botadero de escombros (residuos de construcción).</li> <li>▪ Botadero de escombros cerca de la quebrada La Manguala.</li> </ul>
<b>URBANIZACIONES CAMPIÑAS DE SAN ANTONIO, ULASAR, LOS PRADOS Y EL REMANSO.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Taponamiento de rejillas de desagüe.</li> <li>▪ Dos puntos de depósito de escombros cerca al conjunto de urbanizaciones.</li> <li>▪ Depósito de residuos sólidos en el margen de la quebrada La Manguala.</li> </ul>
<b>URBANIZACIÓN COMPARTIR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Depósito de residuos sólidos sobre la margen de la quebrada La Manguala.</li> <li>▪ Residuos sólidos dispersos por las zonas verdes de la urbanización.</li> <li>▪ Contaminación auditiva por el alto ruido en las viviendas.</li> <li>▪ Falta de cultura y sensibilización ambiental.</li> <li>▪ Mala disposición de excremento de animales.</li> <li>▪ Mala recolección de residuos sólidos de la empresa encargada (Empresas Varias).</li> <li>▪ Caballos en zonas internas de la urbanización.</li> </ul>
<b>PRADOS DEL ESTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vertimiento de aguas residuales a la quebrada el Buey.</li> <li>▪ Depósito de residuos sólidos cerca de la quebrada el Buey</li> <li>▪ Deslizamiento de algunas partes de la ladera.</li> </ul>
<b>PARTE CENTRAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sitio de disposición final de residuos sólidos del municipio de Envigado denominado El Guacal, no realizó una planeación concienzuda de la ruta de los camiones compactadores de basura, lo que está impactando negativamente pues estos vehículos circulan por la zona central del corregimiento, generando además malos olores y derrame de líquidos lixiviados.</li> <li>▪ Alto tráfico vehicular que genera ruido y contaminación.</li> <li>▪ Invasión del parque por vehículos.</li> <li>▪ Falta de espacio público y zonas verdes.</li> <li>▪ Mala disposición de residuos sólidos luego de eventos públicos, así como la demora para su recolección.</li> </ul>
<b>SECTOR CABAÑA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falta de Organización Social (JAC).</li> <li>▪ Fumigaciones que contaminan (Porquinaza)</li> </ul>



<b>BARRIOS Y URBANIZACIONES</b>	
<b>SECTOR</b>	<b>PROBLEMA AMBIENTAL</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No hay tratamiento de aguas lo que ha causado problemas de salud en personas del sector (hongos).</li> <li>▪ No hay alcantarillado ni pozos sépticos.</li> <li>▪ Aguas residuales caen en lotes.</li> <li>▪ Emisión de gases tóxicos por vehículos.</li> <li>▪ Escombros en vía pública.</li> <li>▪ Invasión de retiros por actividad ganadera.</li> <li>▪ Filtración de aguas en viviendas.</li> </ul>

Fuente: Tomado de (Municipio de Medellín, 2007)

Dentro de las actividades realizadas en 2020 en el componente social para la actualización del PAAL, se realizaron tanto entrevistas como salidas de campo para análisis territorial en cuanto a problemáticas y estrategias generales de posibles soluciones. En el anexo 1 puede consultarse el informe ejecutivo de este grupo de actividades, pero a continuación se resaltan algunas conclusiones y resultados que son pertinentes en el diagnóstico y que pueden complementar el perfil existente en la agenda.

En primer lugar, se resalta que el PAAL fue pensado para ser participativo. Desde el inicio, en el proceso de investigación diagnóstica, contó con profesionales corregimentales y foráneos, funcionarios públicos y la comunidad, trabajando todos en equipo para poder entender las características del territorio, establecer su potencial y diseñar las alternativas de manejo. En diferentes escenarios de financiación se ha podido conseguir que se invierta en la ejecución de acciones puntuales de las diferentes líneas del plan, logrando importantes avances que demuestra la posibilidad de encausar emprendimientos ciudadanos, gubernativos y sectoriales a la búsqueda de un mejor entorno corregimental.

Por sus características, el plan se entiende como una intención de futuro, que se retroalimenta y adecua constantemente a las condiciones cambiantes del medio. Puede concebirse como la propuesta a un nuevo estilo de vida, un aporte que hacen las generaciones actuales a los pradeños del futuro que recibirán un ambiente más sano y una herramienta para ser utilizada progresivamente en el tiempo mientras se usa y restaura el ecosistema corregimental.

Basados en la información generada con las entrevistas y salidas de campo, puede decirse que hubo consenso entre los participantes con relación a un atención hacia el deterioro ambiental en el corregimiento, pero además se propusieron variadas opciones para la gestión de las problemáticas ambientales, entre las cuales se destacan aspectos como la educación y cultura ambiental, el control político, la reconversión de los procesos productivos y la planeación participativa, control institucional, fortalecimiento de las



acciones ciudadanas de presión, el fortalecimiento integral de la agenda ambiental y las organizaciones socioambientales locales.

Se aprecia un respaldo total al PAAL. Los participantes están de acuerdo en que el plan es un instrumento importante para conseguir una mejora ambiental del territorio, las líneas estratégicas, los programas y los proyectos son pertinentes, pero se requiere un mayor compromiso por parte de todas las instancias sociales involucradas para que éste sirva al corregimiento y la región.

Un aspecto a resaltar es la elevada voluntad de muchos habitantes de San Antonio de Prado para avanzar hacia formas alternativas ecológicas de relacionamiento con el medio ambiente, así como la capacidad de unirse, aunque coyunturalmente, para la gestión de problemáticas identificadas como graves. Prueba de ello son las múltiples actividades implementadas desde diferentes sectores para mitigar los efectos negativos de la destrucción ambiental y la enconada lucha contra los proyectos que buscan riqueza a consta de la contaminación.

Además, se reconoce que el PAAL y la agenda ambiental los instrumentos más sofisticados e idóneos que integran las soluciones acordes a la realidad corregimental. Son los ciudadanos locales quienes han estado liderando, apoyando el diseño, acompañando e impulsando su implementación, los que de manera decidida han considerado que otro mundo si es posible, saltando obstáculos y tercamente luchando contra la corriente, demostrando a los detractores del ambientalismo que con investigación, participación y trabajo en equipo es posible conseguir un mejor corregimiento en materia ambiental.

Se demuestra en las respuestas, también, la identificación de unos problemas que afectan, de manera general, al corregimiento. Basados en su experiencia, aspectos como la pérdida del ecosistema, la degradación del suelo, la presión por el consumo del agua y su constante contaminación, la deficiente cultura ambiental, la baja calidad del aire, la contaminación auditiva y visual, la mala disposición de los residuos, la falta de control urbanístico, la reducción de las zonas de protección, la carencia de apoyo real a las organizaciones ambientales de la localidad, entre otras problemáticas, fueron identificadas por los entrevistados y los participantes a las salidas a campo como las causas que nos tienen sumidos en dicha tendencia de la degradación ambiental e insostenibilidad.

Por su parte, la administración pública con todas sus dependencias de planeación, inversión y control, deben ser mucho más organizada, desde el trabajo sistémico e interdependiente. Se ha avanzado en algo con respecto al estudio y planeación del territorio, pero al momento de decidir sobre la inversión es bastante deficiente en cuanto a rubros destinados para la implementación de acciones tendientes al reconocimiento, la protección y mantenimiento de un ambiente sano. Y en el caso del control, es panorama es bastante desalentador, pues



se observa cómo se atenta cotidianamente contra el ambiente, mientras, por la lentitud de las acciones de vigilancia, control y sanción, se les facilita a los infractores la impunidad, o cuando se logra sancionar las actuaciones delictivas al medio ambiente, es ya demasiado tarde por lo irreversible de los impactos.

Consideran los entrevistados que lo más difícil ya se consiguió, sólo falta conjugar los deseos y la fuerza de los actores clave relacionados con la defensa y conservación del ambiente corregimental para conseguir que se implemente integralmente el PAAL y se consolide la agenda ambiental local como estrategia y espacio de participación social y comunitaria enfocada al manejo y protección ambiental mediante la práctica de la planeación participativa. Así el PAAL se convierte en un conjunto de elementos didácticos, de dinamización, informativos y de construcción colectiva de consensos para la gestión ambiental, haciendo que se actúe integralmente en favor de un mejor ambiente. Es una guía que cuenta con programas, proyectos y acciones relacionadas con la protección de los bienes y servicios ambientales y la ocupación sostenible del territorio.

Revisando los aportes de los participantes en las actividades de ajuste del PAAL (salidas de campo y entrevistas) pueden recogerse algunos aportes para su actualización, producto del análisis colectivo y centrados en las siguientes categorías:

- Cultura ambiental y participación
- Control social
- Comunicaciones
- Reconversión tecnológica
- Autonomía y corresponsabilidad en la gestión del PAAL

### **Cultura Ambiental**

No es desconocido para nadie que el tipo de sociedad actual ha llevado a un desequilibrio ambiental planetario con repercusiones muy negativas, tanto para el planeta, como para la misma humanidad, lo que hace que todos seamos responsables de esta situación en mayor o menor medida, realidad que exige un trabajo individual y en conjunto hacia la conservación si se quiere revertir el estado de deterioro ambiental de hoy.

El deterioro ambiental local se manifiesta en aspectos como:

- La falta de mecanismos de educación ambiental lleva a que las nuevas generaciones reproduzcan el estilo de vida depredador y contaminante propio de la sociedad industrial.
- La división social (en este caso al interior de las fuerzas vivas del corregimiento) hace que las cosas no funcionen por falta de unión y contundencia en las acciones ambientales.



- En general, la falta de trabajo en equipo para poder hacer efectivo lo estipulado por los instrumentos de planeación ambiental lleva a que se mantenga un empeoramiento en el estado de los ecosistemas.
- Los procesos urbanísticos sin ningún tipo de respeto por el entorno y su naturaleza a expensas del medio ambiente y con miras a enriquecer a los urbanizadores, hace que constantemente se pierda biodiversidad y se mantenga una fuerte presión sobre los recursos.
- La visión de corto plazo institucional, empresarial y ciudadano, que prefiere obtener lucro a cualquier costo de manera inmediata sin avizorar o sin importarle las repercusiones a mediano y largo plazo.

Ahora bien, todos estos elementos se ven muy claramente reflejados en San Antonio de Prado, donde con un acelerado proceso de crecimiento demográfico no se cuenta con mecanismos de educación ambiental que lleven a que los recién llegados (nacidos o no en el territorio) adquieran la conciencia de actuar ecológicamente, desde las pequeñas acciones relacionadas con el buen uso de los residuos, el consumo responsable o el respeto por la naturaleza, hasta las grandes acciones como los procesos productivos o el consumo de los recursos como materias primas, aspectos que se gestionarían si se pone en marcha la normativa de educación ambiental que en la actualidad existe pero que por desconocimiento o decidía no se implementa.

En consonancia con este aspecto de la cultura ambiental está el tema del “Control Social” en la medida que, al no contar con un adecuado comportamiento de la población con respecto a su medio ambiente, recae en el gobierno, con sus mecanismos de regulación, el mantenimiento del sano equilibrio entre la libertad de actuación y la conservación de los bienes y servicios ambientales.

Para el caso de la ruralidad del municipio de Medellín el problema es que el gobierno enfoca su atención e inversiones a temas centrales de ciudad global (Valle del Software, por ejemplo) dejando el tema ambiental como un complemento residual de la inversión.

Se evidencia en San Antonio de Prado que las instancias públicas relacionadas con el medio ambiente y la participación ciudadana no necesariamente acogen el mandato ciudadano con respecto a los instrumentos de manejo ambiental, además, al pasar de los años se da un desconocimiento por parte de los administradores públicos con relación a lo que es el PAAL y los avances conseguidos en su implementación, lo que lleva a que exista una fuerte desconexión entre las alternativas de manejo ambiental promovidos por la población y el tipo de inversión pública que se necesita para conseguir un ambiente sano en el corregimiento.



Lo anterior se agrava por la falta de coordinación interinstitucional y la politización de los espacios comunitarios de decisión, impidiendo que se implementen instrumentos como la Agenda Ambiental Local que sería una medida importante de manejo ambiental, lo que se agrava por la carencia de un punto de vista científico/técnico frente al modelo para estudiar el territorio y el diseño de los instrumentos de planificación para su uso (POT, POMCA y PIOM, por citar los más importantes) así como la existencia de fuentes contaminantes y de deterioro ambiental por malas prácticas de producción agropecuaria o la falta de control sobre los comportamientos inadecuados con respecto a la protección ambiental, conjunto de situaciones que da como resultado el actual problema ambiental.

Al final, la ciudadanía percibe que no existe voluntad política para atender las problemáticas, dejando espacio para que la planeación del territorio se vea influenciada por intereses del sector productivo con el auspicio del gobierno, donde la comunidad ha estado haciendo presencia como invitados de papel, en el sentido que aun con la negativa de la ciudadanía frente a ciertas decisiones (como por ejemplo la expansión urbanística) se planea para beneficio de élites económicas sin tener en cuenta la opinión pública, que en San Antonio de Prado no es solo un clamor, sino que está argumentada con datos reales y elementos técnicos de análisis.

### **Control Social**

Todo lo que se ha expresado en las líneas anteriores es el resultado de la falta de control, la cual ha llevado a este tipo de problemas, evidenciándose una incoherencia con respecto al control y el cumplimiento con el POT, observándose una clara falta de aplicación de la norma ambiental en cuanto a corredores verdes, ecoparques lineales de quebrada, espacios públicos, adquisición de predios para destinarlos a reservas o áreas públicas de importancia estratégica para el agua, pago por servicios ambientales, entre muchos otros mecanismos de intervención ambiental del territorio que exige la norma, dejando margen para que se invadan los retiros de las fuentes de agua, se realicen intervenciones inadecuadas en el suelo o se contamine generalizadamente.

El problema se agrava dado que en muchos casos la comunidad participa activamente para canalizar los recursos públicos a soluciones ambientales (como por ejemplo saneamiento básico) pero en ocasiones el designio ciudadano no se cumple, inclusive cuando las poblaciones destinan los recursos para ese tipo de tratamientos desde los espacios creados institucionalmente para este fin pero, extrañamente, argumentado desde lo técnico por los funcionarios públicos, no se crean las condiciones para su realización.

En general, el control social es indispensable en una sociedad que no ha conseguido altos niveles de conciencia ambiental en su población, pero en nuestro medio esta falta de control se da por la incapacidad de las instancias administrativas de hacer cumplir las leyes o por



la demora en sus intervenciones, lo que hace que siempre se esté un paso atrás de los daños ambientales.

### **Comunicación Social**

Siempre se ha hablado que gracias a las tecnologías digitales de la actualidad el mundo está más informado e interconectado, pero este lema queda en entredicho cuando en redes sociales o canales digitales de comunicación siempre se está mostrando los problemas ambientales que el gobierno no ha podido intervenir, sólo actuando cuando el daño ya se ha hecho.

Los medios de comunicación no son solamente para la denuncia, es necesario que se conviertan en un instrumento de cambio de comportamiento y de conciencia ambiental, es decir, una estrategia comunicativa desde los diferentes medios para conseguir una cultura ambiental en todas las esferas sociales.

Al tener una realidad en la que la expansión urbanística ha terminado por hacer confluír una numerosa población asentada en un espacio reducido con altos niveles de hacinamiento en algunos sectores del corregimiento, los medios de comunicación permitirían que esa multivocalidad comience a crear lazos de integración e identidad colectiva, con sentido de pertenencia por el territorio y comprometidos con su entorno.

En ese sentido, los medios de comunicación serían importantes al ser un apoyo a los mecanismos institucionales de educación ambiental, donde de manera informal se estaría aportando a la creación de una cultura ambiental y de conciencia ambientalista, no sólo desde la denuncia, sino desde la creación de valores ambientales y de respeto por el ecosistema corregimental.

### **Reconversión agrotecnológica**

Existe un aspecto puntual que viene afectando peligrosamente el ecosistema rural del corregimiento, pero que trasciende hacia la zona urbana en cuanto al aire y el agua que se consume.

Es bien sabido que la lógica del capitalismo es conseguir la rentabilidad de una inversión utilizando el territorio para sus procesos productivos, es una lógica de carácter universal que termina encausando, inclusive, la intervención de los recursos públicos en favor del crecimiento económico, atendiendo residualmente el factor ecosistémico.

Un ejemplo de ello es la realidad de producción agroindustrial de las dos más grandes actividades asentadas en el territorio corregimental: plantaciones forestales (Cipreses de



Colombia) y Ganadería en pastoreo de laderas con riego de excretas (Porcícola Porcicarnes, porcícolas Alberto Sierra) donde sus actividades impactan de manera contrastante en el medio ambiente de las veredas Astillero y Yarumalito, con una incidencia negativa y relativamente positiva (respectivamente) en materia ambiental para el resto del corregimiento, especialmente a la quebrada Doña María.

Analizando la situación, se evidencia una dinámica que es contraproducente, no sólo para el medio ambiente, sino para los mismos procesos productivos, donde la contaminación termina, al final, afectando el sistema ecológico y productivo en general por la contaminación del suelo y el agua en especial, aunque también el aire y la biodiversidad.

Además de lo anterior, en San Antonio de Prado no se ha avanzado mucho en el tema de pago por servicios ambientales, algo importante para poder conseguir un equilibrio ecosistémico de aquellas zonas que aún no han sido destinadas para la agroindustria, lo que se complementarían con tecnologías amigables con la naturaleza, haciendo que no se atente contra los bienes y servicios ambientales, los procesos productivos y el bienestar de la población en materia de aire, agua, suelo, biodiversidad, de allí la importancia de la reconversión agrotecnológica, instrumento para conseguir el compromiso ambiental de los productores agropecuarios en cuanto al cumplimiento de la norma de protección y mitigación de los impactos ambientales.

### **Autonomía y corresponsabilidad en la gestión del PAAL**

Finalmente, un aspecto que se relaciona con todos los anteriores tiene que ver con la corresponsabilidad en la ejecución del PAAL por parte de las instituciones públicas, el sector empresarial y la ciudadanía ya sea como organizaciones sociales o a modo individual.

La agenda ambiental y el PAAL en particular, fue construido y ha sido gestionado desde hace 13 años de manera participativa, bajo el liderazgo de la mesa ambiental y varias organizaciones locales, pero una gran fuente de recursos siempre ha provenido del sector público, especialmente del municipio de Medellín por la vía de prepuesto participativo. Se reconoce que existe una fuerte dependencia de los recursos de PP para la implementación de PAAL, lo cual ha llevado de manera crónica a estancamientos en la implementación por limitaciones claras de presupuesto y por falta de voluntad política tanto municipal como local (recientemente ya PP es dirigido por instancias permeadas por grupos proselitistas y con intereses sectoriales que no leen integralmente el territorio).

Este debilitamiento en la autonomía local (comunitaria) para la implementación del PAAL, unido al temor institucional en apoyar la consolidación de una estrategia técnica, científica y autónoma de levantamiento de información ambiental oportuna y contextualizada, como



lo es el observatorio ambiental local (OALSAP), ha llevado a dificultar la capacidad social de establecer mecanismos de gestión basados en datos reales, y no sólo en percepciones u opiniones ciudadanas que la mayoría de las veces son despreciadas por las instituciones públicas, dado que “carecen del rigor técnico” necesario.

Se ha propuesto establecer mecanismos donde se involucren las instituciones públicas, la empresa privada y las organizaciones sociales, bajo la coordinación de la mesa ambiental, para la consolidación del OAL y la gestión del PAAL, complementariamente a las gestiones con PP, pues se percibe que de otra manera el PAAL no logrará ejecutarse a cabalidad, máxime cuando su inserción en el plan de desarrollo local (PDL) ha sido trunca, a partir de la última actualización del PDL.

Para concluir, se presenta a continuación una serie de propuestas que surgen del trabajo de análisis colectivo que pueden ser incluidas en el PAAL en el caso que no estén contempladas y luego de analizar su pertinencia:

- \* Creación de una Cátedra Ambiental Corregimental.
- \* En la parte legislativa han podido realizarse algunas acciones populares para detener las afectaciones al medio ambiente. Se ha luchado desde el activismo para exigir la finalización de actividades productivas que han degradado fuertemente el entorno del corregimiento. Se propone, entonces, una mayor utilización por parte de la ciudadanía y las organizaciones, de los instrumentos de control social que establece la legislación colombiana en materia ambiental y civil.
- \* Se reconoce el problema de falta de conciencia social, conciencia de cada uno de los actores sociales: el político, el administrador público, el empresario, el pequeño productor, el ciudadano del común. Se propone fortalecer los procesos de educación ambiental para una mayor conciencia ecologista.
- \* Fortalecer el programa de reconversión agrotecnológica de los procesos productivos, contemplado en la Agenda Ambiental Local.
- \* Fortalecer el observatorio ambiental local, bajo la tutela de la mesa ambiental, como estrategia de levantamiento de información ambiental oportuna y contextualizada y como medio de difusión de información ambiental, para mejorar las capacidades de toma de decisiones por parte de las instituciones y la comunidad
- \* Debe haber una integración entre el sector público, privado y la comunidad para implementar las acciones propuestas, convirtiendo la Mesa Ambiental en ese espacio de



interlocución de todos los actores, o creando el Consejo Ambiental Corregimental u otro organismo que lleve a esa integración interinstitucional.

\* La comunidad ha propuesto que más que un borde urbano/rural se tenga una faja de terreno que pueda ser planeada con obras amigables con la naturaleza como: miradores, senderos que conecten los parques lineales de quebrada y otras opciones que lleven a impedir que el urbanismo se expanda al suelo rural.

\* En el corregimiento los problemas ambientales surgen, en gran medida, porque el gobierno no asume la responsabilidad que le compete en el control del manejo de los problemas. En ese sentido, las grandes decisiones sobre qué hacer para mejorar las condiciones ambientales parten de la zona urbana donde están asentados los protagonistas, tanto comunitarios como del sector público, encargados de coordinar las acciones ambientales que exige la norma y el de la destinación del presupuesto a las inversiones corregimentales. La idea es que se pueda destinar inversiones enfocadas al mejoramiento ambiental, pero desde otras instancias de decisión diferentes al PP.

\* Se piensa que las soluciones no llegarán desde la administración central, sino desde el mismo corregimiento donde debe iniciarse el cambio. La alternativa es que sobre la base del PAAL poder implementar las líneas de acción, los programas y proyectos con mayor autonomía y explorando nuevos espacios de apoyo.

\* Construir e implementar una estrategia comunicativa que permita llevar los conocimientos y avances en materia de intervención ambiental a la comunidad, que los habitantes sepan que existe unos problemas preocupantes, pero que existe también una propuesta de planeación para dar solución a ellas y que hay que gestionarla participativamente.

\* Es necesario llevar el PAAL a instancias superiores de toma de decisiones, exigir que los actores clave, públicos, privados y comunitarios, se comprometan con su ejecución.

\* Exigir a la administración municipal que al corregimiento se le dé una compensación por todas las cargas urbanísticas que le han hecho históricamente, desde la planeación centralizada de la ciudad.

\* Redactar un acuerdo de voluntades para que los diferentes actores puedan comprometerse con el buen manejo del medio ambiente en lo que a cada instancia le compete. Ya, el espacio de toma de decisiones, sería la Mesa Ambiental, al existir como espacio de articulación interinstitucional, y un precedente claro, autónomo y en funcionamiento es la Alianza en Defensa de la Cabuyala.



\* Se debe involucrar a las comunidades de las urbanizaciones que no conocen el PAAL y la Agenda Ambiental para que se integren más, al menos en las votaciones de PP, allí se podría asegurar una buena cantidad de recursos para que se ejecuten las líneas ambientales del plan.

## 2.8. BOSQUES Y BIODIVERSIDAD

La agenda ambiental de 2007 (Municipio de Medellín, 2007) hace una extensa revisión sobre estos temas en el capítulo 7.4.3.

Debido a que esta consultoría no incluye la actualización del perfil ambiental se invita al lector a consultar dicha fuente, pues el desarrollo y actualización sobre este tema excede los límites de esta consultoría.

No obstante, se aclara que en el tema de biodiversidad (flora y fauna) no se ha realizado una actualización de los inventarios realizados en 2007, a pesar de que las dinámicas en el uso de la tierra han sido intensas en estos 13 años precedentes. En algunos sectores, como aquellos influidos por la adquisición de predios y constitución de reservas públicas (áreas de importancia estratégica para la conservación del agua), no sólo se ha mejorado sustancialmente las coberturas boscosas, sino la biodiversidad, pero en cambio en otras zonas se ha evidenciado degradación de bosques e incluso pérdida de los mismos, por lo cual la situación en cuanto a inventario de especies presentes no se conoce con certeza en la actualidad y sólo se dispone lo que presenta el perfil de la agenda ambiental de 2007 (Municipio de Medellín, 2007).

En cuanto al estado ambiental de los bosques, durante los últimos 13 años y en el marco del desarrollo del PAAL se han realizado varios monitoreos que se consideran muy importantes desde el plan, dado que se reconoce que las coberturas vegetales presentes en el corregimiento se encuentran en constante presión e intervención, afectándose drásticamente la diversidad del territorio, así como la oferta de bienes y servicios ambientales. Este enfoque es la base para orientar y regular de manera planificada los procesos restauración, conservación y planificación del uso de la tierra y de las actividades productivas, en armonía con el medio ambiente y en función de sus objetivos y metas de desarrollo sostenible desde los ámbitos económico, social, ambiental y cultural, lo cual no sólo está en concordancia con las directrices locales municipales, sino con las regionales y nacionales (Concejo de Medellín, 2014; Corantioquia, 2015).

Las tensiones a las que son sometidos cotidianamente los relictos de bosques en San Antonio de Prado, son de muy diversa índole. Van desde su localización en altas pendientes, suelos altamente erosionables con deslizamientos recurrentes, extracciones de



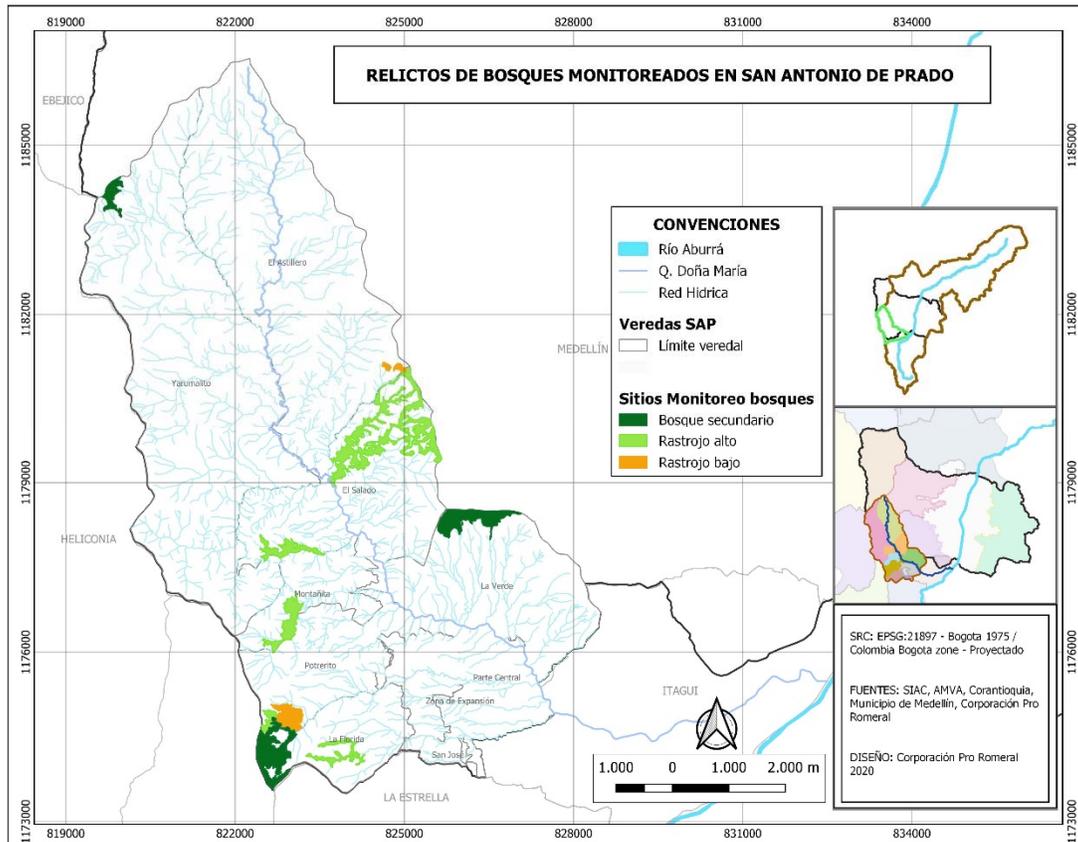
madera para diferentes usos, fragmentación debida al establecimiento de plantaciones forestales y potreros, construcción de líneas de transmisión de energía y carreteras, cacería, extracción de plantas y tierra, entre otros. Todos estos factores modifican la calidad ambiental de los relictos existentes desde los puntos de vista de su composición, función y estructura e interfieren no sólo en los procesos de sucesión vegetal, sino que aminoran la calidad de los servicios ambientales prestados al territorio.

La agenda ambiental del 2007 (Municipio de Medellín, 2007), conceptúa que *“La deforestación, la introducción de especies foráneas, la sobreexplotación de especies nativas, la contaminación, la transformación de los hábitats como consecuencia de la construcción de infraestructura, la producción de residuos sólidos, el uso intensivo de plaguicidas y fertilizantes, la carencia de tecnologías apropiadas y compatibles con la conservación de los recursos naturales, son entre otras, circunstancias que están afectando el mantenimiento y conservación de la biodiversidad.”*

Las formaciones vegetales del corregimiento, características de bosques alto andinos, muestran entonces problemáticas ambientales de diferente tipo según la zona donde se ubiquen. Así mismo, cada cobertura constituye una unidad vegetal con rasgos fisonómicos, fisiográficos, ecológicos, y dinámicas particulares, y además tienen historias de permanencia e intervenciones disímiles, por lo cual no es posible generalizar una misma condición para todas.

No obstante, todas tienden a satisfacer en alguna medida la demanda de bienes y servicios ambientales para la localidad e incluso para la ciudad y el área metropolitana. Estos servicios y bienes incluyen, entre otros: mantenimiento y regulación de los caudales de las quebradas, conservación de las coberturas vegetales y su biodiversidad, albergue de la fauna, sitios de anidamiento, regulación del microclima, depuración natural del aire, protección de suelos contra la erosión y movimientos en masa, prevención de daños en zonas de riesgo, disponibilidad de sitios para la educación y recreación, control natural de plagas y enfermedades para cultivos y plantaciones, espacios para la investigación, captura de gases de invernadero, bancos de germoplasma *in situ* y disfrute del paisaje natural.

Con este enfoque desde 2007 se propuso establecer un programa de monitoreo de las coberturas boscosas, en diferentes estados de sucesión natural, para lo cual se definieron unos relictos que deberían ser evaluados desde el punto de vista de su calidad ambiental (especialmente variaciones en tamaño e intervenciones presentes y grado de las mismas). Se definieron 10 relictos con coberturas en rastrojos bajos, rastrojos altos y bosques secundarios. En el mapa 10 puede observarse su ubicación en el territorio.



Mapa 10. Ubicación de relictos de bosques monitoreados en San Antonio de Prado  
Fuente: Elaboración propia

En bosques secundarios maduros se seleccionaron tres relictos que sumaban, en 2008, 84,5 hectáreas (de un total de 361 has en esta cobertura en el corregimiento), en rastrojos altos se seleccionaron cinco relictos que sumaban 134 has (de un total de 1349 has en esta cobertura en el corregimiento), y en rastrojos bajos 3 relictos que sumaban 20,4 has (de un total de 389 has en esta cobertura en el corregimiento).

Los procesos de monitoreo implementados desde 2008 hasta 2020, en cuanto a calidad ambiental de relictos muestran una elevada dinámica en algunos sectores, mientras que en otros la tendencia es a la conservación y continuidad de la sucesión natural. Los resultados más sobresalientes del último monitoreo, realizado en 2015-2016, fueron complementados con la caracterización de coberturas cercanas a los relictos tradicionales y siguiendo un enfoque de microcuena (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016c).

Como resultados y recomendaciones principales en 2016, se destacan las siguientes, aclarando que sólo se alude a los relictos tradicionalmente en monitoreo; pero puede



consultarse una mayor información al respecto y además sobre otras coberturas en el informe citado:

**\* Relicto de rastrojo alto, ubicado en la vereda Montañita (microcuenca Despensa):** los fenómenos de movimientos en masa han tenido un efecto positivo en cuanto a la disminución temporal de la explotación ganadera, lo que ha permitido, después de 8 años, que se den procesos sucesionales con coberturas de rastrojos bajos que ayudan a proteger los relictos de rastrojos altos. Aunque en la parte alta se presentaban entresacas y socolas del bosque natural o rastrojos altos secundarios avanzados, con apertura del dosel, cambiando el uso de la tierra desde rastrojos altos y bosques hacia pastos arbolados y luego pastos limpios.

El citado informe anota que *“Los disturbios naturales más relevantes recurrentes y constantes son los volcamientos de individuos arbóreos que generan grandes claros y les confieren una fisonomía rala a algunos fragmentos. Estos eventos estarán siempre activos y presentes debido a las fuertes pendientes, suelos poco profundos, con una alta pedregosidad y muy elevada precipitación, además por ubicarse en la zona de falla de San Jerónimo.”* Y procede a realizar las siguientes recomendaciones:

*“Es necesario fortalecer e implementar un programa de reconversión de los sistemas de manejo agrotecnológicos, orientados a buenas prácticas ambientales, con uso de orgánicos, reforestación, planificación de unidades de producción en cuencas estratégicas como la Despensa, la Candela, la Sorbetana, la Manguala, la Limona, entre otras.*

*En el caso particular, el propietario del predio localizado en la parte media de la cuenca y dadas las limitaciones que tiene para su uso agrícola y pecuario, mostró un interés en un programa de reforestación y algunas prácticas biomecánicas para estabilizar el suelo controlar el fenómeno erosivo, así como ingresar a los programas de estímulos y compensaciones por conservación.*

*Un programa de enriquecimiento de rastrojos bajos con especies nativas promisorias como el Cedro de Montaña (Cedrela Montana), se muestra promisorio en esta zona.*

*Es urgente ingresar a los propietarios de la cuenca alta y media en la Despensa a los programas de la alcaldía relacionados con estímulos y compensaciones por conservación (exención de impuestos, pago por servicios ambientales, etc.), pues esta cuenca es una de las más importantes proveedoras de agua a acueductos, en particular al de EPM que surte la zona urbana del*



*corregimiento.*” (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016c)

\* **Relicto de rastrojo alto, ubicado en la vereda El Salado (Microcuencia Candela):** corresponde a una faja estrecha con cerca de 20 metros de ancho, confinada por plantaciones de *Pinus patula* y *Eucalyptus*, que ha afectado la cobertura natural sustituyendo parte del rastrojo alto por plantaciones, desde 2008 hasta 2015. A nivel de disturbio natural, es generalizado el volcamiento de individuos arbóreos que alcanza su madurez y aumentan su diámetro. Las especies registradas y observadas en el año 2008 aún están presentes, pero en menor abundancia.

“Las especies e individuos arbóreos están relegados a ocupar solo los taludes del cauce los cuales representan las pendientes más fuertes e inestables por procesos de socavamiento de la corriente. Estas limitaciones favorecen el volcamiento de los individuos maduros de mayor diámetro y altura que interrumpirán los procesos sucesionales.”

Y recomienda esto:

*“Dada la importancia de las coberturas riparias como corredores que conectan los grandes fragmentos de cobertura localizadas en la parte altas de las microcuencas la Despensa, La Manguala y Limona debe emprenderse estrategias de concertación y negociación con propietarios de las unidades de productivas en aras de ampliar y aislar los retiros hídricos. Las distancias horizontales deberán ser medidas a partir de la corona de los taludes.*

*Se reitera la necesidad de fortalecer los procesos de control y estímulos a la conservación, así como compensaciones cuando de lugar.”*

\* **Relicto de rastrojo alto, ubicado en la vereda El Salado (Microcuencia Sorbetana):** Esta cobertura para 2015 mostraba una fisonomía rala por volcamiento de individuos arbóreos maduros. Los disturbios más relevantes son de origen antrópico, se ha reducido el corredor ripario para ampliar área potreros y además se apreció entrada de ganado al interior del relicto.

Finalmente recomienda:

*“Es necesario monitorear las futuras actividades de aprovechamiento de las plantaciones de *Pinus patula* de tal manera que las labores no impacten estas coberturas reduciendo aún más sus áreas.*



*En próximos programas de reconversión de los sistemas de producción, deberá encontrarse las estrategias metodológicas y de sensibilización para que los propietarios de estas unidades ganaderas aislen los retiros hídricos.” (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016c)*

\* **Relicto de rastrojo alto, ubicado en la vereda La Florida (Microcuenca Limona):** En general esta cobertura de Rastrojo Alto Ripario sobre la microcuenca la Limona exhiben una fisonomía rala con abundancia de musgos, bejucos, bromelias y helechos. El único disturbio que se presenta es el volcamiento natural de grandes árboles en taludes de cañones. Presenta la ventaja de que se encuentra al interior de la reserva pública Manguala-Limona, por lo que está relativamente protegida. Se recomienda intervenir, mediante remoción, la regeneración natural de *Cupresus lusitánica* en los predios adquiridos en los dos últimos años, aspecto contemplado en el plan de manejo ambiental de las reservas.

\* **Relicto de rastrojo bajo, ubicado en la vereda Potrerito (Microcuenca Manguala):** este relicto, para 2015, era una matriz conformada por un fragmento de un rodal de *Pinus patula* denso y homogéneo, resultado de una fuerte competencia entre las especies pioneras y los brinzales de *Pinus patula*, por un lado y el avance de una sucesión pionera (Rastrojo bajo) en otro de los fragmentos, en otros sitios predomina la competencia con *Cupresus lusitánica*. Existen sectores adicionales donde la regeneración secundaria pionera (Rastrojo Bajo) se ha desarrollado superando la competencia del *Pinus*, especialmente en los sectores más cercanos a los bosques riparios remanentes que ofertaron semillas en abundancia desde muy temprano.

Finalmente, en otras áreas, se presenta muy significativo avance sucesional durante los 9 años (hasta 2015) bajo restauración pasiva y cuidado, con cambios sustanciales en su fisonomía que en algunos sitios va adquiriendo rasgos de Rastrojo Alto o cobertura secundaria temprana. Hay alta densidad en el sotobosque lo que dificulta y desestimula su acceso a visitantes y caminantes, favoreciendo su rehabilitación y desarrollo.

Debe iniciarse el proceso de saneamiento ecológico con la remoción, a través del aprovechamiento forestal de las manchas de *Pinus patula* y *Cupresus lusitánica* orientadas a favorecer y estimular la regeneración natural.

Este estudio de monitoreo recomienda:

*“Para este propósito es urgente realizar el inventario forestal que suministre la información dasométrica (volúmenes, alturas totales y comerciales según uso, áreas basales), e igualmente es necesario, con la información anterior, efectuar el diagnóstico ambiental de alternativas que proporcione las diferentes*



*opciones para el aprovechamiento forestal y definir la opción u alternativa más viable que ofrezca la mínimos impactos a las coberturas vegetales naturales subyacentes durante el proceso de apeo, trozado y extracción de los subproductos forestales, o en caso contrario evaluar la alternativa de recurrir a opciones como anillados y otras que garanticen la muerte de los individuos de árboles exóticos en pie de manera que paulatinamente puedan predominar las especies nativas suprimidas.” (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016c)*

**\* Relictos de rastrojo alto y bosque secundario, ubicado en la vereda Potrerito (Microcuenca Manguala):** en primer lugar es de resaltar que la eliminación los factores tensionantes causantes de disturbios, así como el control y la vigilancia en la cuenca alta La Manguala, hicieron posible el restablecimiento de la conectividad entre los diferentes fragmentos de las coberturas bosque nativo, rastrojos altos y bajos y corredores riparios, que antes estaban aislados, sin conexión y bajo presiones antrópicas. En 2015, se evidenciaba una mejora sustancial funcional y estaban activados los procesos de intercambios de semillas y propágulos de especies. La viabilidad de las poblaciones faunísticas y de plantas ya estaba menos comprometida al ofrecer un área más extensa integrada por las coberturas de las microcuencas Limona, Manguala y Despensa, en sus partes altas.

El estudio además señala que *“los disturbios generados por la actividad antrópica han disminuido ostensiblemente. Algunos senderos como el que conectaba el Chuscal con el Alto del Silencio han sido cubiertos por vegetación secundaria densa que desestimula su tránsito...Una alta presencia de epifitas y musgos, bromelias y un sotobosque rico en herbáceas, aráceas, helechos, exhiben las dos coberturas. Las fajas riparias que antes eran simples corredores están integradas en un todo ofreciendo una fisonomía arbórea”* (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016c). Se recomendaba mantener el proceso de comanejo de las reservas para garantizar su mejoramiento progresivo.

**\* Relicto de bosque secundario, ubicado en la vereda Yarumalito (Microcuenca Los Vallados):**

Este relicto aun refleja la fisonomía de bosque de niebla, presenta muy buenos atributos de estructura y composición florística: alta presencia de epifitas, musgos, helechos, con una alta riqueza y morfotipos. Es uno de los pocos relictos de bosques de niebla que en el área rural del Municipio de Medellín aún sobrevive en buen estado, a pesar de la grave amenaza por la expansión ganadera y la actividad del Guacal. Con todo, las presiones, en 2015, iban en aumento influidas por las buenas condiciones de la vía de acceso al Guacal y las presiones del expansionismo de porcícolas y ganaderías intensivas asociadas a la actividad



porcícola. En algunos sectores se evidenciaba la expansión lenta de coberturas en pastos a costa de las coberturas en bosques, lo cual se acrecentaba porque la alcaldía no había generado estímulos a la conservación (exenciones y PSA).

“La construcción de nuevos galpones y las vías de acceso a estas explotaciones se han realizado con el sacrificio de áreas que estuvieron con coberturas boscosas hasta hace poco...De otro lado los mayordomos o encargados de la administración con vivienda y permanencia familiar, hacen un mal manejo de los residuos sólidos depositándolos soslayadamente al interior del bosque con la consustancial contaminación del suelo forestal.”

Este estudio de monitoreo recomienda:

*“Es importante realizar un acercamiento con los grandes propietarios de esta zona para facilitar un conversatorio constructivo sobre el particular, pero igualmente la alcaldía y la autoridad ambiental deben ejercer su papel de control y generar estímulos a la conservación. En síntesis, dadas las amenazas y la alta vulnerabilidad de este relicto de bosque debe buscarse la manera de frenar las sistemáticas intervenciones antrópicas, tanto por la vía del control y cumplimiento del POT, como por la vía de los incentivos y PSA o en su defecto por la vía de adquisición de predios, pues este en particular se ubica en la cuenca receptora del acueducto de EPM que surte a la centralidad de San Antonio de Prado.*

*Es necesario realizar la evaluación detallada de los 5 transeptos RAP levantados para la Agenda Ambiental en 2007, con el fin de valorar a través de indicadores de biodiversidad, riqueza y estructura los impactos señalados.”*  
(Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016c).

\* **Relicto de bosque secundario, ubicado en la vereda La Verde (Sector Los Tres Morros):** este relicto presenta volcamientos de individuos arbóreos más maduros y de mayor diámetro, que se reflejan en numerosos claros con especies pioneras; imprimiéndole una fisonomía rala. Pudo apreciarse en 2015, con relación al 2008, que esta cobertura sufrió cambios desfavorables en la composición florística y en su estructura por los disturbios ejercidos, no sólo de orden natural, sino antrópico, especialmente por paseantes. En la divisoria entre San Antonio de Prado y Altavista, se presenta un sendero que es usado por paseantes, algunos extractores y cazadores, así como gUAQUEROS y debido a la falta de control y sensibilización está causando impactos fuertes en las coberturas aledañas en comparación con lo observado en 2008.

Este estudio de monitoreo recomienda:



*“Es necesario adquirir el predio o iniciar PSA en la vertiente hacia San Antonio de Prado, pues aplica como proveedor de BSA, al surtir de agua a varios acueductos veredales de La Verde”* (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, Convenio de asociación para el comanejo de las áreas y ecosistemas de importancia ambiental del corregimiento de San Antonio de Prado, municipio de Medellín. Anexo III Monitoreo Bosques, 2016c)

## 2.9. COMPONENTE AGUAS

La agenda ambiental de 2007 (Municipio de Medellín, 2007) hace una extensa revisión sobre este tema en el capítulo 7.4.4., aunque mucha parte de la información está desactualizada e incluso contiene datos incorrectos provenientes de fuentes secundarias.

En ese estudio de 2007, así como en varios posteriores, en el marco del desarrollo del PAAL y como actividades del observatorio ambiental Local OALSAP, correspondientes a monitoreos de la calidad del agua y los retiros de quebradas, puede consultarse una muy amplia información sobre los aspectos hidrológicos de la cuenca Doña María y sobre sus subcuencas en la parte alta y media, correspondiente a San Antonio de Prado.

No sólo se cuenta con cartografía, sino con los análisis de uso de la tierra, dinámicas de cambios, morfometría, morfología, usos del agua en el corregimiento, acueductos veredales, entre otros temas (Municipio de Medellín, 2007; Municipio de Medellín. SMA & UT Pro Romeral-Convida, 2008; Municipio de Medellín. SMA & Corporación Pro Romeral, 2009; 2012; 2013); así mismo se cuenta con el estudio de monitoreo de calidad de aguas realizado entre 2015 y 2016, que no sólo hace el más completo monitoreo (incluyendo 20 quebradas, todas las proveedoras de agua para acueductos y otras más de importancia clave para el territorio), sino que recopila y compara los resultados históricos de las fases anteriores (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016b).

En 2019 se realizó una investigación de maestría, aprovechando en parte la información histórica existe de los monitoreos en las numerosas microcuencas de San Antonio de Prado, dando por resultado la creación de un modelo para la identificación de la calidad ambiental del agua en cuencas rurales de montaña por Colombia (Uribe García C. M., 2019). Esta investigación aportó curvas funcionales para los diferentes parámetros físico-químicos y un modelo matemático-estadístico que define el índice de calidad ambiental del agua ( $ICA_{CRM}$ ).

El proceso de monitoreo de calidad ambiental de aguas y retiros de quebradas se constituye en el desarrollo de la línea estratégica: “AGUAS (Énfasis en calidad)”, PAALSAP 2007-



2019, Programa: “Recuperación ambiental del agua en quebradas urbanas y proveedoras de agua para acueductos” y proyectos: “Monitoreo de la calidad del agua en quebradas (ARM-1)” y “Monitoreo del estado de los retiros de quebradas (ARM-2)”, contemplando el diseño de muestreos y recomendaciones de la fase anterior.

Tal como lo expresa el informe de 2016, *“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”*.

Infelizmente no ha sido comprendido a cabalidad por la administración municipal que sólo lo apoya con recursos de PP, mientras la mayor carga recae en las organizaciones locales. En aquellos años en que no hay recursos de PP para la iniciativa, el municipio no destina alguno proveniente de recursos ordinarios, dejado baches en los monitoreos e interrumpiendo la continuidad, mientras tanto en más del 90% de los casos las organizaciones locales aportan recursos, capacidad técnica, logística y trabajo, demostrando su compromiso socioambiental y con el PAAL y el PAM.

### **2.9.1. Microcuenca Doña María y el agua en San Antonio de Prado**

La Doña María es una de las microcuencas más grandes y caudalosas entre las tributarias del río Aburrá. A ésta vierten las seis quebradas del actual monitoreo, así como las otras 15 incluidas en el programa; pero además un número superior a 100 corrientes descargan directamente en ella, sólo en San Antonio de Prado (Parte alta y media de la cuenca). De acuerdo con el sistema de zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia, establecido por el IDEAM para Colombia, la microcuenca Doña María hace parte de la subzona hidrográfica con código 2701-01 (Cuenca Río Aburrá), en una de las provincias hidrogeológicas montana e intramontana (PM), haciendo parte de “otros sistemas de acuíferos” en la región cordillera occidental-central (PM 6.3)(IDEAM, 2013)

El estudio de 2016 muestra una panorámica de la cuenca, desde su parte alta hasta su parte baja (Gráfico 5). En ella puede apreciarse como



Gráfico 5. Composición fotográfica de la parte alta, media y baja de la cuenca Doña María  
Fuente: Tomado de SMAM, y Pro Romeral, 2016

El mapa 11 muestra las microcuencas monitoreadas en 2020 y las de monitoreo tradicional, así como los sitios de muestreo tradicionales y los realizados en 2020. El gráfico 6 muestra la situación desde la perspectiva de una aerofoto y permite observar con mayor claridad que en 2020 se priorizaron las quebradas ubicadas en la parte media baja (resaltadas en color rosado en el mapa 11), las cuales tienen más relación con la zona central y son las que más tienen bocatomas y tanques de almacenamiento de agua que surten a la mayoría de población; sin embargo, quedan por fuera de monitoreo, este año, muchas otras quebradas (resaltadas en rojo) que hacen parte de los monitoreos tradicionales y que también prestan servicios de suministro de agua tanto para consumo humano como para actividades agropecuarias, funciones ecológicas, recreación, etc. y ante tal reconocimiento de la realidad territorial, se monitoreaban en la anterior campaña cerca de 68 sitios, tal como se muestra en la aerofoto del gráfico 7.



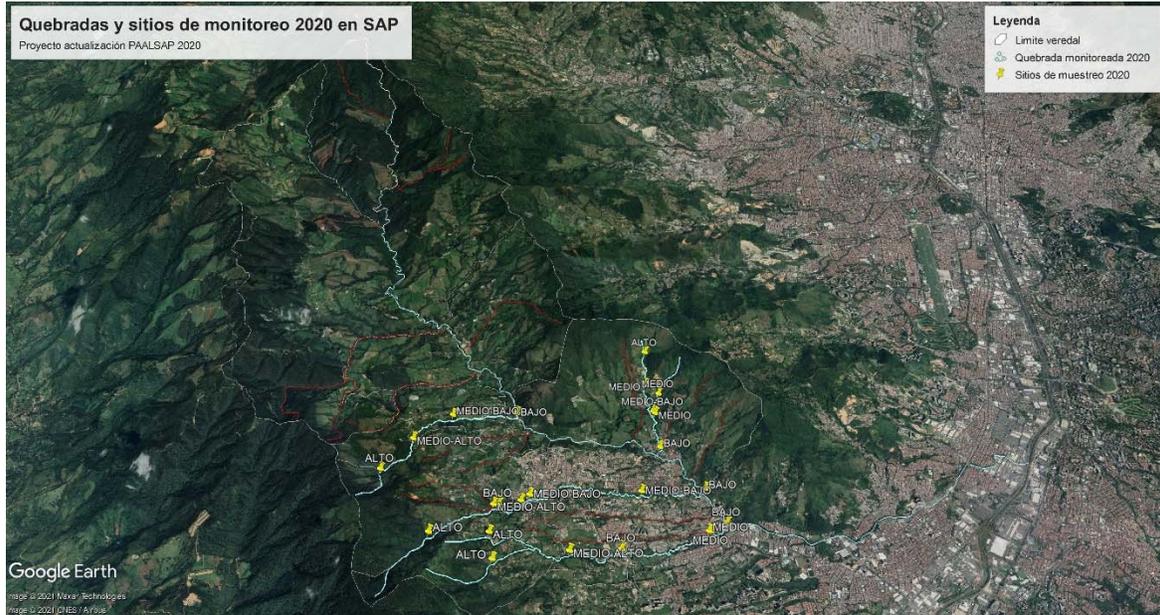


Gráfico 6. Quebradas y sitios de muestreo en San Antonio de Prado en 2020  
Fuente: Elaboración propia

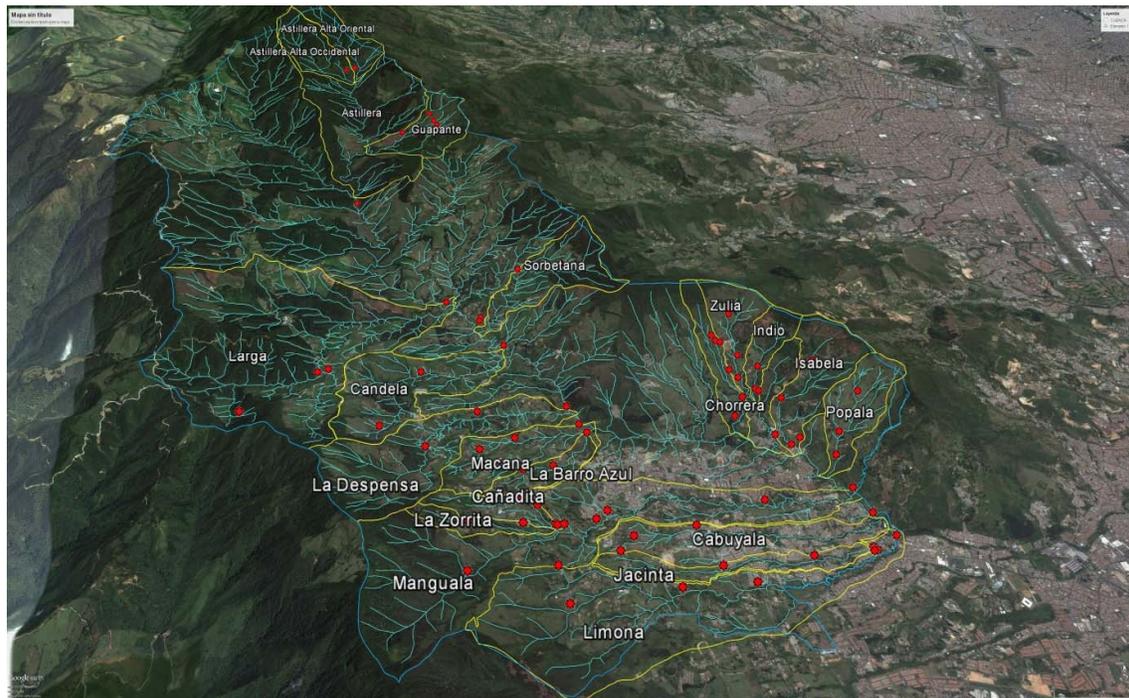
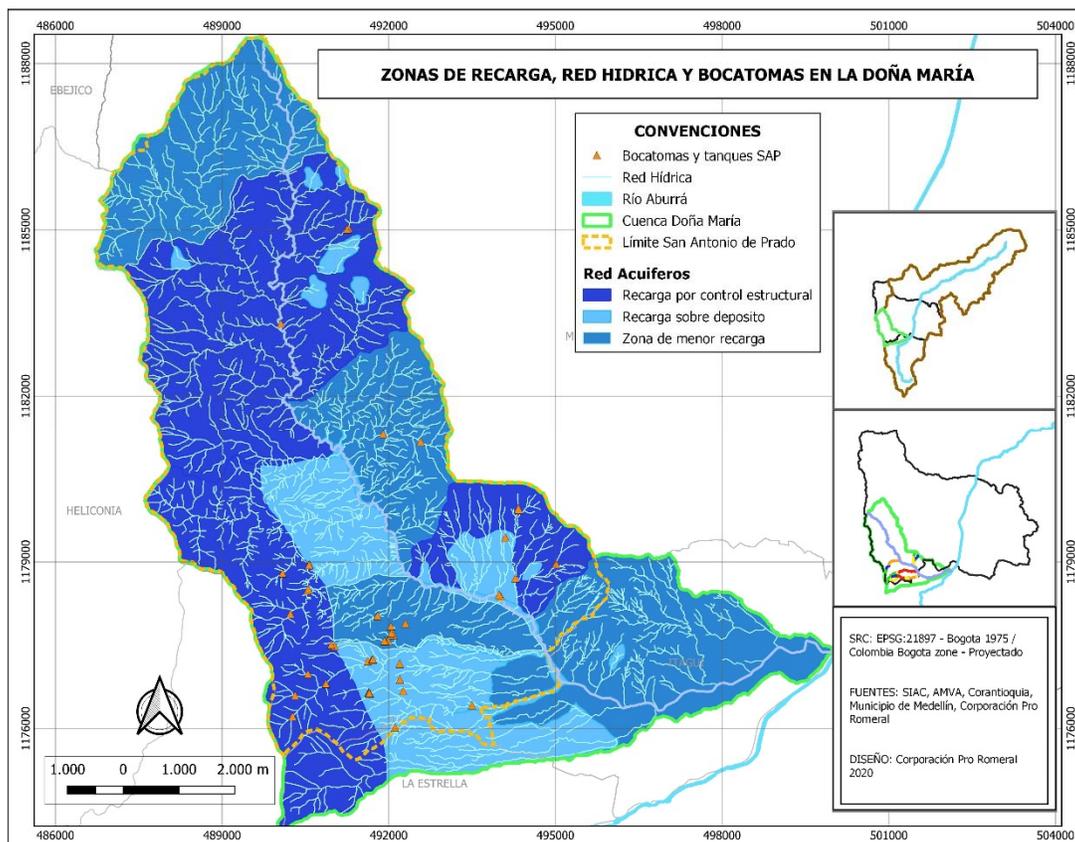


Gráfico 7. Quebradas y sitios de muestreo en San Antonio de Prado en 2015-2016  
Fuente: Tomado de (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016b)



Mapa 12. Zonas de recarga de acuíferos y red hídrica en San Antonio de Prado  
Fuente: Elaboración propia

### 2.9.1.1. Aspectos hidrológicos y morfométricos

Las microcuencas consideradas en los monitoreos en San Antonio de Prado han sido caracterizadas en algunas de sus cualidades morfológicas y morfométricas, corroborando sus típicas condiciones de cuencas de montaña, jóvenes, con altas pendientes y rugosidad que les confiere condiciones adecuadas para la autodepuración, tal como se ha demostrado a lo largo de las distintas campañas de monitoreo en San Antonio de Prado. Además, presentan tiempos de concentración cortos, densidad de drenaje alta que puede indicar tendencia a la erosividad, factores de formas bajos que indican menos sujeción a crecidas, índices de compacidad que señalan formas con tendencia alargadas en su mayoría (ver mapas 1 y 11 y tabla 7),

En los estudios anteriores de monitoreo de aguas se realiza una amplia descripción en estos aspectos para las diferentes corrientes y microcuencas consideradas en los estudios,



se invita al lector a consultarlas para profundizar en los detalles (Municipio de Medellín. SMA & UT Pro Romeral-Convida, 2008; Secretaría Medio Ambiente de Medellín & Corporación Pro Romeral, 2012; 2013; 2016b).

En la tabla 7 pueden observarse algunas de estas características y cálculos actualizados y corregidos a 2019.

Tabla 7. Datos básicos, morfométricos y morfológicos de las microcuencas monitoreados en San Antonio de Prado

NOMBRE MICROCUENCA	PERÍMETRO en Km (P)	ÁREA CUENCA (A) Km <sup>2</sup>	LONGITUD CORRIENTE PRINCIPAL (Lc) Km	COTA DE NACIMIENTO (msnm)	COTA DESEMBOCADURA (msnm)
ASTILLERA	13,250	7,63	6,383	3.050	2.369
BARRO AZUL	3,705	0,41	1,659	2.150	1.815
CABUYALA	6,833	1,11	3,254	2.010	1.634
CANDELA	6,842	1,76	3,119	2.485	1.860
CAÑADITA	3,055	0,34	1,497	2.445	1.648
DESPENSA	8,126	2,21	3,806	2.705	1.800
GUAPANTE	5,736	1,43	2,228	2.660	2.240
INDIO	3,279	0,37	1,200	2.126	1.765
ISABELA	5,013	0,93	1,963	2.060	1.685
JACINTA	6,435	0,56	2,958	2.014	1.660
LARGA (YARUMALITO)	12,864	6,59	5,269	2.540	1.890
LARGA O CHORRERA	4,764	0,51	1,997	2.105	1.705
LIMONA	10,900	3,59	5,408	2.550	1.622
MACANA O EL COCO	5,051	1,33	2,133	2.210	1.815
MANGUALA	13,278	4,04	6,600	2.710	1.646
POPALA	4,146	0,67	1,658	2.080	1.662
SORBETANA	6,701	1,42	3,059	2.375	1.875
ZORRITA	2,991	0,23	1,344	2.490	2.040
ZULIA	6,416	1,44	2,422	2.120	1.690

Fuente: (Uribe García C. M., 2019)

Tabla 7 (continuación). Datos básicos, morfométricos y morfológicos de las microcuencas monitoreados en San Antonio de Prado

NOMBRE MICROCUENCA	LARGO DE LA CUENCA (L) Km	ANCHO MÁXIMO CUENCA (H) Km	ALTURA MÁXIMA DE LA CUENCA (Hm)	ANCHO PROMEDIO CUENCA (Km)	LONGITUD DE CORRIENTES (Km)	NUMERO DE CORRIENTES
ASTILLERA	5,013	1,320	3.105	1,522	43,364	106
BARRO AZUL	1,604	0,360	2.225	0,258	2,595	7
CABUYALA	2,938	0,536	2.050	0,379	7,538	17
CANDELA	2,468	0,109	2.475	0,712	14,316	67
CAÑADITA	1,320	0,338	2.505	0,256	2,985	6
DESPENSA	2,957	1,242	2.740	0,748	18,335	84



NOMBRE MICROCUENCA	LARGO DE LA CUENCA (L) Km	ANCHO MÁXIMO CUENCA (H) Km	ALTURA MÁXIMA DE LA CUENCA (Hm)	ANCHO PROMEDIO CUENCA (Km)	LONGITUD DE CORRIENTES (Km)	NUMERO DE CORRIENTES
GUAPANTE	1,816	1,340	2.660	0,785	5,332	12
INDIO	1,310	0,530	2.180	0,284	2,179	9
ISABELA	1,812	0,825	2.205	0,512	4,399	10
JACINTA	2,831	0,370	2.058	0,199	3,772	6
LARGA (YARUMALITO)	3,630	3,873	2.575	1,815	42,997	140
LARGA O CHORRERA	1,982	0,390	2.340	0,257	3,448	5
LIMONA	4,500	1,430	2.600	0,798	15,631	39
MACANA O EL COCO	1,914	0,736	2.395	0,694	6,744	38
MANGUALA	5,172	1,320	2.795	0,780	21,630	56
POPALA	1,600	0,637	2.186	0,420	5,959	23
SORBETANA	1,888	1,574	2.405	0,754	11,795	35
ZORRITA	1,376	0,260	2.555	0,168	1,483	2
ZULIA	2,318	1,000	2.320	0,623	7,872	25

Fuente: (Uribe García C. M., 2019)

**Tabla 7 (continuación).** Datos básicos, morfométricos y morfológicos de las microcuencas monitoreados en San Antonio de Prado

NOMBRE CUENCA	FRECUENCIA DE DRENAJE	ÍNDICE DE COMPACIDAD (Kc)	FACTOR DE FORMA (Kf)	PENDIENTE DE LA CUENCA (S) %	DENSIDAD DE DRENAJE (D) (Km/Km <sup>2</sup> )	Nº DE ORDEN	TIEMPO DE CONCENTR. (Tc) (minutos)
ASTILLERA	14	1,35	7,63	11,11	5,68	5	39,25
BARRO AZUL	17	1,62	0,41	22,13	6,26	3	10,88
CABUYALA	15	1,83	1,11	12,18	6,78	3	22,66
CANDELA	38	1,46	1,76	17,98	8,15	4	17,74
CAÑADITA	18	1,48	0,34	56,10	8,83	3	6,92
DESPENSA	38	1,54	2,21	23,14	8,29	2	19,36
GUAPANTE	8	1,35	1,43	14,64	3,74	4	14,02
INDIO	24	1,52	0,37	25,31	5,86	2	7,27
ISABELA	11	1,47	0,93	20,75	4,74	3	12,65
JACINTA	11	2,42	0,56	12,37	6,70	3	20,77
LARGA (YARUMALITO)	21	1,41	6,59	10,65	6,53	4	32,03
LARGA O CHORRERA	10	1,88	0,51	26,66	6,77	4	12,59
LIMONA	11	1,62	3,59	17,94	4,35	3	28,78
MACANA O EL COCO	29	1,24	1,33	22,97	5,08	4	13,65
MANGUALA	14	1,86	4,04	17,31	5,36	4	34,36
POPALA	34	1,43	0,67	25,28	8,87	3	9,98
SORBETANA	25	1,58	1,42	15,82	8,28	3	18,91
ZORRITA	9	1,76	0,23	34,44	6,43	2	7,62
ZULIA	17	1,51	1,44	19,64	5,45	3	15,30



**Tabla 7 (continuación).** Datos básicos, morfométricos y morfológicos de las microcuencas monitoreados en San Antonio de Prado

NOMBRE CUENCA	Ha EN RASTROJO BAJO	Ha EN RASTROJO ALTO	Ha EN BOSQUE	Ha EN PLANTACIONES	Ha EN CULTIVOS
ASTILLERA	3,60	0,30	213,00	0,00	0,00
BARRO AZUL	1,61	8,77	2,90	3,40	13,81
CABUYALA	19,64	14,37	1,60	0,60	8,58
CANDELA	16,60	0,00	57,20	0,00	0,00
CAÑADITA	13,70	0,67	2,78	3,45	9,88
DESPENSA	33,63	22,92	34,18	26,15	8,67
GUAPANTE	34,00	0,00	48,20	0,00	5,90
INDIO	9,80	0,00	7,00	0,00	11,00
ISABELA	42,29	10,69	5,40	9,30	23,79
JACINTA	8,04	4,23	2,60	0,97	1,12
LARGA (YARUMALITO)	8,99	80,37	106,66	267,04	1,99
LARGA O CHORRERA	9,41	6,59	6,98	0,00	11,70
LIMONA	24,41	46,57	19,87	11,07	5,53
MACANA O EL COCO	5,26	8,87	12,00	13,00	20,80
MANGUALA	39,54	44,30	59,68	15,49	26,27
POPALA	23,91	10,13	8,40	2,00	4,96
SORBETANA	4,97	27,20	27,50	29,93	0,23
ZORRITA	2,18	9,75	2,36	7,28	1,59
ZULIA	24,04	23,94	4,60	25,53	22,60

Fuente: (Uribe García C. M., 2019)

### 2.9.1.2. *Uso y manejo del agua en el corregimiento*

Desde el punto de vista socioeconómico y ambiental, el uso y manejo del agua, en el corregimiento, se complejiza cada vez más y muestra una tendencia a la degradación de la calidad integral del bien, tanto a nivel del agua en las corrientes, como de las rondas hídricas y por consiguiente de la oferta de BSA que estos ecosistemas ofrecen.

Desde que se iniciaron los monitoreos de calidad y disponibilidad agua en las fuentes hídricas de San Antonio de Prado, en 2008, se han realizado alertas, advertencia y recomendaciones para el uso y manejo sostenible del bien a las instituciones públicas. Sólo en pocas ocasiones se han seguido las recomendaciones, muchas veces con el apoyo y las presiones ejercidas por la mesa ambiental ante los organismos de control (mostrando con ello efectos positivos notables); pero en su mayoría se han ignorado, trayendo como consecuencia este deterioro progresivo y localizado en aquellas cuencas donde se hace menos trabajo de inversión y control institucional.



Ya en el informe de 2016 se explicaba que:

*“...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, 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.” (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016b)*

El estudio de monitoreo de 2015-2016 realiza un amplio análisis sobre el tema para ese año y realiza una serie de recomendaciones importantes. Se invita al lector a consultar dicho estudio.

Un resumen general de la problemática y el grupo de soluciones planteados a lo largo de 13 años de la implementación del PAAL, es difícil de realizar, dado que el territorio ha pasado por condiciones y coyunturas muy variadas y las soluciones propuestas y realizadas también lo han sido, en consonancia con el momento, la información, la disponibilidad participativa comunitaria y los recursos disponibles. No obstante, pueden resaltarse algunas, relacionadas con el agua en los últimos años:

**a.** Se ha presentado fuerte contaminación en varias quebradas proveedoras de agua para acueductos y para actividades agropecuarias, aún en las partes medias y altas, en donde tienen todo su potencial de servicio. Este fenómeno se hace más notable en las cuencas cercanas o directamente relacionadas con la zona central del corregimiento debido a que son sujetas de cambios de usos de la tierra desde conservación o actividades agropecuarias poco intensivas, hacia actividades ganaderas o agrícolas intensivas, sin prácticas de conservación del agua, el suelo y los bosques, así mismo como resultado del



expansionismo urbano, tanto planificado como informal, que conlleva descargas de aguas residuales, basuras y escombros en los cauces, deteriorando la calidad del agua y en ocasiones dejándola inútil para actividades agropecuarias, recreativas o ambientales aguas abajo.

Mediante gestión comunitaria se ha logrado, en algunas épocas, la intervención de las autoridades ambientales, frente a focos de contaminación, lo que ha redundado en una mejora evidente en la calidad del agua en algunos sectores de quebradas, lo cual ha quedado registrado en monitoreos posteriores; pero la falta de continuidad eventualmente ha hecho revertir algunos logros.

Las recomendaciones desde el PAAL giran alrededor del mantenimiento interrumpido del programa de monitoreo de aguas, pues es la única manera técnica de comprobar afectaciones y sustentar las intervenciones ciudadanas e institucionales. De manera complementaria es necesario el ejercicio de autoridad ambiental por parte de las CAR, pero también con la intervención oportuna de la corregiduría. El programa de reconversión agrotecnológica, demostró sus grandes beneficios durante los años en que se logró implementar: no sólo mejoró la sostenibilidad productiva de las fincas intervenidas, sino que contribuyó de manera evidente con la prevención de contaminación de aguas y degradación ambiental, lo cual también quedó evidenciado en monitoreos posteriores, se recomienda relanzarlo y fortalecerlo. Por último, la adquisición de predios para destinarlos a restauración y conservación ha resultado muy efectivo por lo cual hay que ampliar el proceso, pues va muy poco avanzado en el corregimiento, y complementariamente los pagos por servicios ambientales aún tiene poca cobertura y acogida, debido a los bajos niveles de pago, que no logran competir con actividades alternativas, por lo que hay que eliminar algunas trabas como la limitación en los pagos en relación con un porcentaje del valor catastral del predio y la inequitativa distribución del pago, en donde se paga más por coberturas en potreros o rastrojos bajos que por rastrojos altos o bosques maduros que en realidad son quienes están ofertando los BSA.

**b.** La construcción excesiva de vivienda en el corregimiento, sin la planificación suficiente y sin cumplir a cabalidad los requisitos de ley, a pesar de existir planes parciales aprobados, ha presionado exageradamente el agua en el corregimiento: la corriente de varias fuentes hídricas proveedoras, son captadas completamente en épocas de sequía, dejando el cauce seco en un tramo de la quebrada. Esto destruye la vida acuática y es legal, pues no respeta el caudal ecológico del ecosistema.

Los acueductos comunitarios (e incluso el mismo de EPM en las bocatomas de La Manguala y La Despensa) responsables de prestar el servicio de agua potable, no estaban diseñados para tal demanda y optan por la vía más fácil: captar más del caudal asignado, para ampliar la base de clientes, sin importarles los daños ambientales generados ni el



incurrir en ilegalidad. En el mejor de los casos amplían la capacidad de almacenamiento en los tanques, pero si esto resulta insuficiente, captan mayores caudales, afectando la fuente y su caudal ecológico. Incluso se han presentado varios casos en que urbanizaciones nuevas, después de dos o tres años de entregadas y habitadas, no cuentan con el servicio, por lo que EPM tiene que recurrir a suministrar el líquido con carrotanques. En otros casos proyectos urbanísticos se han visto suspendido al carecer de la garantía de suministro de agua.

Como última opción EPM ha decidido importar agua, mediante una conexión con tubería, desde La Estrella para aumentar la oferta en la parte baja de la zona central del corregimiento. Esto resulta una contradicción enorme (aunque tiene lógica pragmática), pues las fuentes del corregimiento cuentan con suficiente caudal disponible para abastecer al territorio, pero dado que muchas de ellas están contaminadas en sus partes medias, dejan de ser una opción para el consumo humano. Al parecer resulta más económico traer agua al corregimiento, que establecer un programa serio de descontaminación y de prevención de contaminación, con proyectos como reconversión agrotecnológica, incentivos a la conservación y mediante el control institucional.

Frente a esta problemática el PAAL tiene contemplados varios proyectos para su gestión, como la ampliación de los PSA, la adquisición de predios en cuencas altas proveedoras, apoyo para el mantenimiento de los tanques sépticos, la restauración de retiros de quebradas, apoyo a organizaciones locales para que ayuden en la gestión de puntos críticos de contaminación, acciones de cultura ambiental, iniciar los estudios de capacidad de carga del territorio, entre otros; pero en el fondo subyace la impostergable decisión institucional de limitar el crecimiento urbanístico exagerado en el corregimiento y el cumplimiento inmediato de las directrices del POT frente a las zonas destinadas a usos rurales que no pueden seguirse perdiendo frente a usos urbanos.

**c.** El problema de falta de control frente a la contaminación, ya sea por vertimientos directos de aguas residuales, por basuras y escombros e invasión de retiros, es reiterado y crónico. Durante todos los monitoreos se ha presentado el problema, y aunque en ocasiones, por presiones de la mesa ambiental fundadas algunas veces en los estudios de monitoreo realizados, se logra corregirlos, vuelve a aparecer el fenómeno en los mismos sitios o en otros.

En algunos existen condiciones objetivas de pobreza y carencia de infraestructura de alcantarillados y tanques sépticos que pueden explicar el problema; pero en la mayoría de casos es un asunto de falta de cultura ambiental (no de información), de insensibilidad y codicia (por ejemplo, se arrojan escombros en retiros de quebradas para no pagar la recolección o se arrojan basuras porque es costumbre, a pesar de que se sabe que es ilegal



y dañino ambientalmente) y especialmente de falta de control o debilidad estatal para ejercerlo.

El PAAL ha planteado varias posibles soluciones mediante proyectos de corto y largo plazo, que van desde la construcción de composteras y apoyo a las actividades de reciclaje, hasta la construcción de alcantarillaos no convencionales, tanques sépticos grupales en algunos sectores de la ruralidad, proceso de educación y construcción de cultura ambiental, fortalecimiento de organizaciones comunitarias para la gestión y manejo de residuos sólidos, la creación y mantenimiento de parques lineales que desestimen o impidan las invasiones de retiros, etc.

La implementación de algunos proyectos PAAL sobre el tema han dado resultados satisfactorios, pero la problemática es cada vez mayor con el ingreso de nuevas poblaciones y el establecimiento de zonas de invasión, opacando los logros y mostrando una tendencia de degradación creciente.

No obstante se resalta que durante todos los años en que se ha realizado monitoreo del estado ambiental del agua y retiros de manera continua, este solo hecho ha servido para mejorar el estado de calidad ambiental, debido a que los propietarios de viviendas, urbanizaciones, negocios industriales y fincas al ver personas monitoreando, asumen que les están haciendo seguimiento y corrigen los daños al poco tiempo, para evitar multas, lo cual se refleja en el monitoreo siguiente; pero si se interrumpe el programa, asumen que no seguirán siendo vigilados y en muchas ocasiones han reincidido en el vertimiento directo o el arrojo de basuras y escombros. A este respecto el estudio de monitoreo de 2015 expresa que *“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”*.

d. Otro problema relevante, también identificado en monitoreos anteriores y cuya solución ha sido propuesta en varias ocasiones, sin que hasta ahora sea realizada, es el relacionado con el mal manejo de los tanques sépticos instalados en diferentes veredas del corregimiento desde hace más de cinco años. Este proyecto, también contemplado en el PAAL de 2007, inició su realización hace cerca de 10 años y se mantuvo durante unos tres



más en diferentes fases de instalación, con aportes del municipio de Medellín y los usuarios, y bajo la dirección de EPM. El proceso incluyó varios cientos de tanques instalados, pero tuvo la falencia de que nunca hubo procesos de educación, y capacitación relacionados con el manejo posterior a la instalación, por lo cual, en muchos casos, en menos de dos años se colmataron y los usuarios nunca hicieron mantenimiento, incluso no sabían y no saben que hay que realizarlo periódicamente.

Esta situación conllevó a que en la práctica se hallan mantenido las descargas directas en las quebradas de zonas rurales que cuentan con esta solución tecnológica de saneamiento básico. Según un sondeo realizado en el último monitoreo y quejas posteriores en el marco de la mesa ambiental, se presume que más del 90% de los tanques sépticos no están funcionando correctamente, por estar colmatados y ahora realizan descargas directas en los cauces de las quebradas, lo cual es uno de los factores importantes en el deterioro de la calidad ambiental del agua en las quebradas, según varios monitoreos anteriores.

El PAAL también tiene contemplado un proyecto que previene y soluciona el problema, pero nunca ha sido implementado de manera masiva, con el apoyo del estado o por iniciativas privadas: es el mantenimiento de dichos tanques y propone la creación de una empresa local encargada del mantenimiento de los tanques sépticos. En 2021 la corporación Pro Romeral ha realizado acercamientos con una empresa privada para explorar la posibilidad de brindar el servicio de mantenimiento de tanques sépticos en la localidad, pero hasta ahora hay poca receptividad por parte de los usuarios, quienes no tiene la cultura del pago por dicho servicio y creen que esta actividad debe estar a cargo económico del municipio o la autoridad ambiental.

**e.** El déficit estacional de agua en algunos sectores rurales y urbanos, es un problema grave que afecta no sólo el bienestar humano, sino la productividad agropecuaria. Este problema tiene sus causas identificadas en los procesos de deterioro de la calidad del agua en corrientes, aguas arriba de los sitios que demandan el bien y en despilfarro en el uso en predios rurales y no sólo en causas naturales, como sequías estacionales.

El tema de la contaminación ha sido tratado, pero el asunto del despilfarro es igualmente grave y se manifiesta especialmente en las zonas rurales y en las urbanas que reciben aguas no tratadas de acueductos comunitarios, que carecen de medidores y cuyo cobro se realiza por tarifa fija mensual, a bajo costo.

Esto conlleva a que el despilfarro sea frecuente: en fincas es usual ver que algunos predios 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, o incluso algunas agroindustrias que también se sirven de estos acueductos dedican grandes cantidades de agua a riego de techos para enfriarlos en días



calurosos, pues el despilfarro no les implica mayores costos que sus cargos fijos, y en sectores urbanos es frecuente ver el lavado de carros con manguera sin pistola, con flujos continuos, sin alguna precaución por controlar el gasto excesivo de agua.

Este asunto tiene que ver con la capacitación y cultura ambiental, pero también con el control y el apoyo institucional a iniciativas locales para mejorar los servicios de suministro de agua cruda y la capacitación ciudadana, sin que implique privatización o desaparición de los acueductos comunitarios, que en su mayoría son un legado de gran valía social, cultural e histórica, y casi siempre son el espacio ideal de cohesión social comunitaria, incluso más que las juntas de acción comunal, a quienes ayudan a consolidar y fortalecer, cuando son estas organizaciones quienes tienen a cargo la administración del acueducto. Esta situación exige tener una visión de contexto territorial o como expresa el monitoreo de 2016: *“Bajo este punto de vista, a nivel de planificación estratégica del territorio, no debería fragmentarse 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 competitiva económicamente”* (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016b).

El PAAL presenta alternativas y proyectos que gestionan esta problemática, van desde la capacitación a unidades productivas rurales en temas de riego, hasta el fortalecimiento de los acueductos comunitarios, el control institucional y la creación de sistemas de riego veredales, como estrategia complementaria a la consolidación del distrito agrario municipal.

f. Muy relacionado con el problema del déficit estacional del agua, está un asunto que tiene raíces más complejas, algunas por fuera de nuestra gestión local o municipal, como el calentamiento global, pero otras más cercanas al territorio como la garantía de preservación de ecosistemas claves, y es el asunto de la disminución real en los caudales absolutos de algunas fuentes, no porque llueva menos, sino porque las cuencas receptoras, a quienes acumulan el agua lluvia, están siendo degradadas en sus coberturas boscosas y con ello disminuyen las capacidades de percolación, acumulación y recarga de acuíferos.

En concordancia con algunos proyectos del PAAL, en varios informes de monitoreo se explicita 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 e incluso prever e incluir aquellas cuencas que se serán las futuras abastecedoras del corregimiento y cabe seguir el informe de 2016 que plantea:

*“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”.*

**g.** La intervención y destrucción de los pocos humedales que quedan en el corregimiento, es otro problema planteado por los estudios de monitoreo precedentes. Es así como la Mesa Ambiental de San Antonio de Prado y Pro Romeral en 2012, con apoyo de la Secretaría del Medio Ambiente de Medellín y en desarrollo del PAAL, realizaron un estudio de identificación de humedales y corrientes hídricas en el corregimiento. Ese mismo año y en años posteriores, se realizaron seguimiento y monitoreo y se detectaron inicios de destrucción de algunos humedales identificados, caracterizados y cartografiados, por lo cual se dieron las alertas tempranas a las autoridades ambientales, Corantioquia, Área Metropolitana y al municipio de Medellín. Estas acciones destructivas (que en algunos casos no habían iniciado, pero estaban previstas y en otros apenas estaban iniciando) fueron dadas a conocer e incluso se realizaron vistas de campo con las autoridades que efectivamente corroboraron lo denunciado y prometieron realizar los controles respectivos para prevenir los daños que generaban proyectos urbanísticos nuevos en la localidad. A pesar de todo, los daños se consolidaron. Los proyectos urbanísticos, construyeron grandes filtros, abatieron los niveles freáticos y concentraron con tuberías subterráneas los flujos de agua, secando los humedales y construyendo viviendas encima.

Un monitoreo realizado en 2015, demostró que, en sólo esos dos años siguientes, desde 2013, se habían perdido 5 humedales por construcción de urbanizaciones y por obras grandes de ingeniería. Además, cerca de diez estaban en grave riesgo de desaparecer por urbanizaciones y actividades ganaderas que los secaban mediante profundas zanjas de drenaje. Este es un problema que se gestiona casi por entero con control institucional, pero no se hace.

El PAAL también contempla proyectos para estos casos y se refieren no sólo al PSA en los casos rurales en los predios respectivos para que conserven esos espacios, sino proyectos de reconversión agrotecnológica con los propietarios, involucrando esos ecosistemas y conservándolos. Varios proyectos se realizaron años atrás, en desarrollo del PAAL, pero la falta de continuidad en el programa, unido a los cambios de propietario de predios, terminaron con su destrucción o nuevos daños.



h. Un último problema relacionado con la calidad y disponibilidad del agua en el corregimiento (entre varios otros que podrían mencionarse), es el relacionado con el establecimiento de proyectos industriales, escombreras y centros de rehabilitación de drogadictos, que están introduciendo un nuevo factor de riesgo de daños ambientales en algunas cuencas como la alta Doña María, La Sorbetana, La Despensa, La Manguala, entre otras, debido a las descargas que realizan, casi siempre en horas nocturnas para evitar ser detectados. Las quejas y denuncias son reiteradas, pero el control es escaso.

El PAAL tiene contemplado algunos proyectos que aluden a trabajos mancomunados entre el estado y la sociedad civil, para mejorar el control y fomentar prácticas culturales empáticas con el ambiente. Además, se contemplan proyectos de producción más limpia con grandes empresas.

Por último, es conveniente reiterar lo expresado en el último monitoreo de aguas que señala la importancia de la participación no sólo comunitaria, sino institucional y empresarial en la construcción del territorio sostenible que se pregona:

*“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 mantenimiento de las actividades productivas intensivas en la ruralidad, así como del crecimiento urbanístico, que están marcados por la capacidad de carga ambiental del territorio”.*

Ante la complejidad del panorama anterior, y teniendo en cuenta que el corregimiento de San Antonio de Prado es no sólo muy grande territorialmente, sino que está extraordinariamente poblado (la relación a su condición de corregimiento), calculándose



que para 2020 su población supera los 140.000 habitantes, que lo ubican con más habitantes que 6 de los 10 municipios del Área Metropolitana del valle de Aburrá, se esperaría que la ciudad de Medellín, tuviese una visión estratégica más coherente y comprometida con el pregonado desarrollo sostenible, lo cual pudiera reflejarse tanto en las inversiones en saneamiento básico, incremento en áreas verdes públicas destinadas a la recreación, programas de protección de cuencas hidrográficas y en general de los bienes y servicios ambientales y particularmente de los compromisos que debe cumplir obligatoriamente por ley como los derivados de la adquisición de predios para la conservación o el pago por servicios ambientales (PSA), lo cual redundaría en la sostenibilidad territorial en cuanto al suministro de agua de buena calidad y en cantidad suficiente.

Sin embargo, la realidad muestra otra cosa: los predios adquiridos para tal fin de conservación y garantía de suministro de agua son pocos, su área total sumada es muy baja frente a las necesidades y las microcuencas proveedoras de agua a acueductos comunitarios sigue en su mayoría mal manejadas, sin incentivos para la conservación que realmente puedan competir con usos alternativos como a agricultura o la ganadería, incluso las plantaciones forestales, y mucho menos frente a procesos urbanísticos como fincas de recreo o parcelaciones. En el mapa 13 puede observarse esta realidad. La situación es más grave si se tiene en cuenta que desde hace más de una década existen recursos suficientes para cumplir la norma y hacer realidad el desarrollo sostenible, por lo menos en cuanto a los asuntos de agua y otros relacionadas en el corregimiento, pero ha faltado voluntad política y control, de parte de los organismos como la contraloría y otros para obligar al municipio a cumplir la norma. De hecho, cada año desde hace más de 10 años, decenas de miles de millones de pesos, que obligatoriamente debería haberse invertido y cuyos recursos están garantizados, no se han invertido. En la tabla 8, pueden observarse algunos cálculos sobre este asunto hasta 2015.

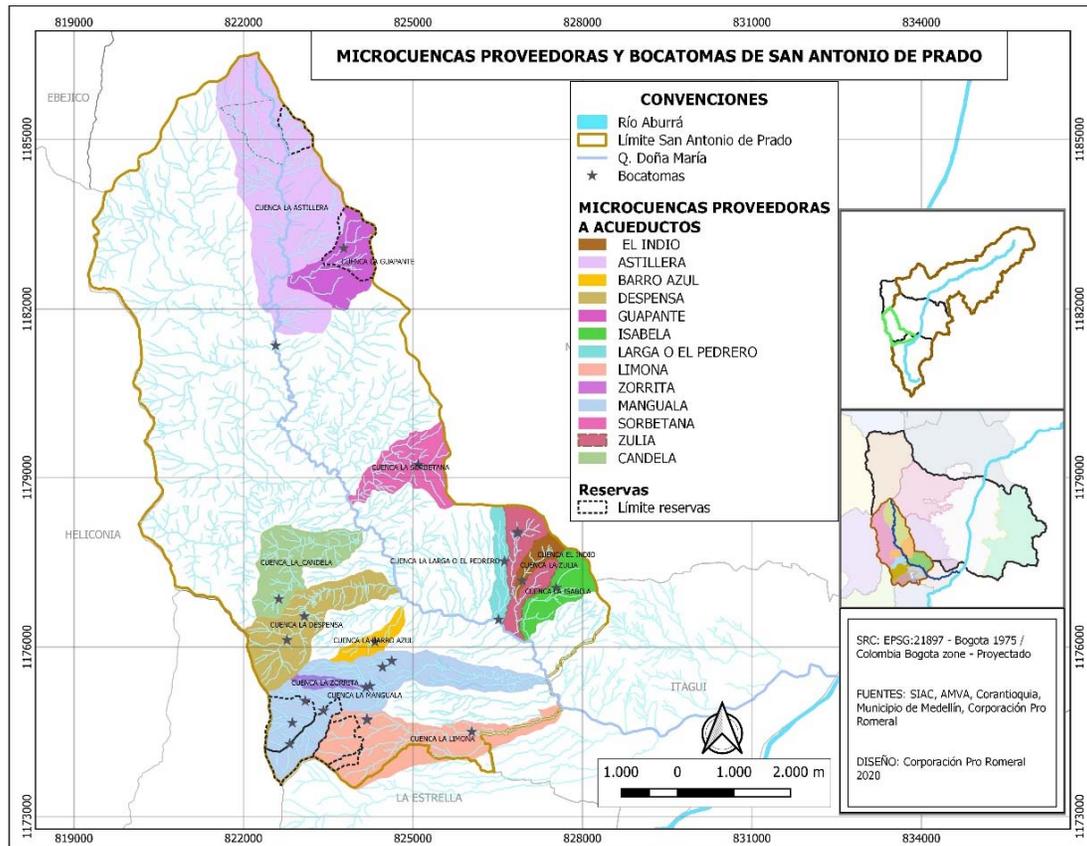
Las inversiones forzosas que el municipio de Medellín debe hacer cada año, en cumplimiento del artículos 111 de la ley 99 de 1993 y sus decretos reglamentarios (decreto 953 de 2013 integrado al decreto 1076 de 2015, el decreto 870 de 2017, el decreto 1007 de 2018) muestra el atraso enorme que hay en la ciudad y en particular en San Antonio de Prado en cuanto a la adquisición de predios en áreas estratégicas para la conservación del agua (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016a), por lo cual existe un amplio margen de inversión tanto en adquisición de predios como en PSA, lo que debería asegurar una oferta de agua de buena calidad suficiente para las necesidades del corregimiento.



Tabla 8. Inversiones en PSA y adquisición predios en Medellín, en cumplimiento del artículo 111 de la ley 99 de 1993

Año	Ingresos corrientes proyectados (millones \$)*	Ingresos corrientes ejecutados (millones\$)*	inversión obligada (art 111, ley 99/93) Ejecutada (millones\$)	inversión obligada (art 111, ley 99/93) Proyectada (millones\$)	Inversiones reales (art 111, ley 99/93) (millones\$)
2009	1.580.843	1.720.493	17.205	15.808	11.205
2010	1.665.869	1.854.851	18.549	16.659	
2011	1.813.720	1.984.942	19.849	18.137	4.898
2012	1.940.680	2.123.888	21.239	19.407	5.200
2013	2.057.121	2.251.322	22.513	20.571	7.218
2014	2.189.965	2.392.490	23.925	21.900	
2015	2.170.987	2.563.393	25.634	21.710	4.496
<b>Total 2009-2015</b>	<b>13.419.184</b>	<b>14.891.379</b>	<b>148.914</b>	<b>134.192</b>	<b>33.017</b>
<b>Total 2013-2015</b>	<b>6.418.072</b>	<b>7.207.205</b>	<b>72.072</b>	<b>64.181</b>	<b>11.714</b>

Fuente: Tomado de (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016a)



Mapa 13. Microcuencas proveedoras de agua para acueductos comunitarios en San Antonio de Prado

Fuente: Elaboración propia

### 2.9.2. Monitoreo del estado ambiental del agua

Como se ha expresado en 2020 el monitoreo de aguas fue realizado parcialmente (6 de las 21 microcuencas tradicionales), por limitaciones de presupuesto.

Resulta difícil realizar un comparativo histórico de la calidad del agua en el corregimiento, entre el último monitoreo y los resultados de 2020, debido a que no todas las quebradas fueron monitoreadas; sin embargo, con los datos disponibles puede asegurarse que, grosso modo, hubo evidente desmejoramiento ambiental, y si se observa toda la información histórica desde 2008, es probable que un factor importante de deterioro está relacionado con la interrupción por cerca de tres años en los monitoreos (desde 2017 hasta 2020), lo que seguramente hizo relajar en los usuarios del agua, empresas, fincas, el compromiso de evitar contaminar, pues ya no había “vigilancia” y se diluyeron los temores de requerimientos o multas.



La restricción de monitoreo, en 2020, a sólo 6 microcuencas de las 21 tradicionales e igualmente el estudio de sólo 25 sitios de los 68 tradicionales (y 76 en total), queda reflejada en la tabla 9.

Tabla 9. Microcuencas y sitios monitoreados en calidad de aguas y retiros tradicionalmente y en 2020, en San Antonio de Prado

Microcuenca	Vereda	Número de sitios 2020	Número de sitios tradicionales
Limona	Florida, San José y parte central	7	7
Manguala	Florida, Potrerito y Parte central	6	6
Despensa	Potrerito y Montañita	4	4
Zulia	La Verde	5	6
Indio	La Verde	1	1
Doña María	Yarumalito, Astilleros, El Salado, La Verde y Parte central	2	4
Zorrita	Potrerito y La Florida		3
Macana	Potrerito		3
Candela	Montañita y Yarumalito		3
Cañadita	Potrerito		3
Jacinta	Florida y Parte central		4
Cabuyala	Florida y Parte central		3
Chorrera	La Verde		7
Isabela	La Verde		3
Larga del Salado	Yarumalito y El Salado		3
Afluente de La Larga	Yarumalito		1
Sorbetana	El Salado		3
Popala	La Verde		3
Barro Azul	Potrerito y Parte central		3
Guapante	Astilleros		4
Astillera	Astilleros		2

Fuente: Elaboración propia

Como resultados del último monitoreo, en 2020, pudo constatarse que 9 sitios mejoraron su calidad frente a 2016, entre los que se resaltan la Despensa media alta y el Indio que se asocian a disminuciones en las presiones por ganadería y especialmente por la cicatrización de sitios con movimientos en masa y socavamientos laterales que dejaron de aportar sólidos a las corrientes. Las demás son mejoras leves que parecen coyunturales.



Además, hubo 6 sitios que desmejoraron su calidad, todos concentrado en las quebradas Manguala y Limona, las que presentan una mayor densidad de población; pero a la vez las que más ofertan BSA a los habitantes del corregimiento, no sólo a numerosos acueductos comunitarios, sino en procesos de prevención de riesgos de desastres, recreación, educación, preservación de biodiversidad, entre otros. Esta situación es contradictoria desde el punto de vista de la gestión sostenible del territorio, pues las microcuencas y quebradas que más bienes y servicios están aportando al territorio, son las que más se están degradando, con lo cual se prevé una evidente insostenibilidad ambiental y socioeconómica.

En el caso de La Limona 2 se incrementaron los fenómenos de descargas de aguas residuales domésticas, en la parte alta, en un foco de viviendas y en un sector que está en activo proceso de urbanismo y en donde no existe red de alcantarillados o una solución alternativa grupal. Y en el caso de la Manguala, aunque hubo desmejora en la parte alta (dentro de la reserva), su disminución de calidad puede ser coyuntural o quizá está asociado a la nueva política de la secretaría del medio ambiente que a través de su operador Parque Arví, está estimulando la presencia de paseantes en la reserva, quienes en parte ingresan a las corrientes hídricas por encima de las bocatomas y se bañan y caminan por los cauces contribuyendo a la degradación del agua. Pero las desmejoras, en su parte baja, están identificadas con descargas de nuevas viviendas y lo que es peor, desde el punto de vista de la falta de control institucional, con descargas industriales recientes (en los últimos dos o tres años) que están realizando vertimiento de sustancias químicas no identificadas, pero que generan además ardor en ojos y piel de las comunidades asentadas en los retiros de la quebrada en este sector. A pesar de las denuncias por parte de la comunidad y la mesa ambiental, no ha ocurrido el control pertinente, mientras avanza la contaminación.

Al respecto de la contaminación creciente en algunas fuentes hídricas, hay un asunto de enfoque territorial y planeación que parece incorrecto: el estado está esquivando de manera reiterada (a diferencia de la comunidad) su compromiso con el control a la contaminación, el apoyo a la restauración y la garantía de soberanía en el suministro de servicios ambientales que el territorio puede ofrecer y soportar para su propia población (específicamente el agua). Ante las crecientes evidencias de contaminación hídrica en cuencas proveedoras, aun desde sus partes altas y medias, el estado no ejerce un control efectivo y oportuno, ni tampoco genera estímulos a la conservación, con lo cual la disminución evidente en la oferta de agua limpia disminuye y como estrategia alternativa se está implementado proceso de importación de agua para consumo humano desde cuencas externas ubicadas incluso por fuera del municipio de Medellín.

Este es el mismo enfoque que Medellín, como ciudad metrópoli, tiene con relación a la dependencia de agua de cuencas lejanas por fuera de la cuenca del río Aburrá. Pero este enfoque estratégico, no debería ser aplicado en San Antonio de Prado, que, a diferencia de



la ciudad, si tiene todos los recursos hídricos suficientes para autoabastecerse, si se garantiza su conservación y se evita su degradación.

### 2.9.3. Calidad de las aguas en 2020

Con la ejecución de esta parte del proyecto se da continuidad al proceso de generación de conocimiento sobre el estado ambiental de la calidad del agua y retiros de quebradas en el corregimiento.

Los muestreos de aguas y el monitoreo en general, permite identificar el grado de contaminación en las partes altas, medias y bajas de las quebradas, de manera que pueda conocerse la calidad con relación al posible uso y se hacen recomendaciones para mejorar la situación.

En 2020 se realiza el monitoreo en 6 microcuencas contempladas en la fase anterior, teniendo en cuenta los mismos parámetros tradicionales: OD, % de saturación de OD, pH, temperatura de agua y aire, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, medidos directamente en campo y coliformes totales, E. coli, DBO<sub>5</sub>, DQO, Turbidez y sólidos suspendidos, medidos mediante muestras llevadas a laboratorio de aguas de Corantioquia. En total fueron evaluados 18 parámetros entre físico-químicos, microbiológicos y bióticos (macroinvertebrados), en cada uno de los sitios de muestreo.

En 2020, para la evaluación de la calidad del agua en cada sitio se usó un modelo creado sobre la base de la última ecuación de ICA empleada en el programa de monitoreo de San Antonio de Prado, pero modificada y ajustada por una investigación reciente, basada en los datos históricos levantados en San Antonio de Prado. Igualmente se emplearon las curvas funcionales creadas por la investigación de Uribe para cuencas rurales de montaña (Uribe García C. M., 2019), lo cual se constituye en un avance significativo para el OALSAP y para el programa de monitoreo de aguas en la localidad.

#### 2.9.3.1. Sitios de muestreo 2020

Los sitios de muestreo de las 6 quebradas monitoreadas se indican en la tabla 10,

Tabla 10. Ubicación de los sitios de muestreo de aguas en San Antonio de Prado en 2020

TRAMO DE QUEBRADA	Coord. Magna Sirgas		ALTURA (m.s.n.m.)	UBICACIÓN
	COORD X	COORD Y		
DESPENSA - ALTA	822.640	1.175.899	2.260	Vereda Potrerito
DESPENSA - MEDIA ALTA	823.090	1.176.523	2.112	Veredas Potrerito-Montañita
DESPENSA - MEDIA BAJA	823.687	1.176.995	1.967	Vereda Montañita
DESPENSA -BAJA	824.678	1.177.036	1.850	Vereda El Salado



TRAMO DE QUEBRADA	Coord. Magna Sirgas		ALTURA (m.s.n.m.)	UBICACIÓN
	COORD X	COORD Y		
DOÑA MARÍA MEDIA ALTA (ASTILLEROS)	823.280	1.179.243	1.923	Vereda Yarumalito
DOÑA MARÍA MEDIA BAJA (LA VERDE)	826.949	1.176.074	1.688	Vereda La Verde
INDIO MEDIA	826.946	1.177.148	1.855	Vereda La Verde
LIMONA 1 - ALTA	824.142	1.174.778	2.110	Vereda La Florida
LIMONA 2 - ALTA	824.161	1.174.348	2.130	Vereda La Florida
LIMONA - MEDIA ALTA	825.232	1.174.462	1.932	Sector Barichara
LIMONA - MEDIA BAJA 1	825.967	1.174.464	1.843	Sector El Limonar
LIMONA - MEDIA BAJA 2	827.279	1.174.691	1.693	Sector El Limonar
LIMONA - MEDIA BAJA 3	827.313	1.174.690	1.680	Sector El Limonar
LIMONA -BAJA	827.572	1.174.815	1.673	Sector Limonar
MANGUALA - ALTA	823.323	1.174.776	2.260	Vereda Potrerito
MANGUALA - MEDIA ALTA	824.226	1.175.260	2.061	Vereda La Florida
MANGUALA - MEDIA BAJA 1	824.756	1.175.419	1.972	Sector Vergel Centro
MANGUALA MEDIA BAJA 2 (CHISPERO)	825.235	1.175.635	1.892	Sector El Chispero
MANGUALA MEDIA BAJA (COMPARTIR)	826.406	1.175.421	1.778	Parte Central
MANGUALA -BAJA	827.367	1.175.416	1.678	Sector Pradito
ZULIA - ALTA	826.873	1.177.995	1.993	Vereda La Verde
ZULIA - MEDIA ALTA	826.765	1.177.331	1.879	Vereda La Verde
ZULIA - MEDIA BAJA1	826.837	1.176.812	1.775	Vereda La Verde
ZULIA - MEDIA BAJA2	826.807	1.176.853	1.783	Vereda La Verde
ZULIA -BAJA	826.822	1.176.221	1.725	Vereda La Verde

Fuente: Elaboración propia

### 2.9.3.2. Metodología

Para el caso del agua, la metodología implementada se basó en las directrices definidas por el estudio de monitoreo de 2016, pero siguiendo el nuevo modelo de ICA para cuencas rurales de montaña, creado a partir de la información de los procesos históricos de monitoreo de aguas en San Antonio de Prado. Este año también se complementó la información con un muestreo biótico (bioindicadores).

En síntesis, la metodología general está trazada desde 2015 por el OALSAP y se resume en el gráfico 8:

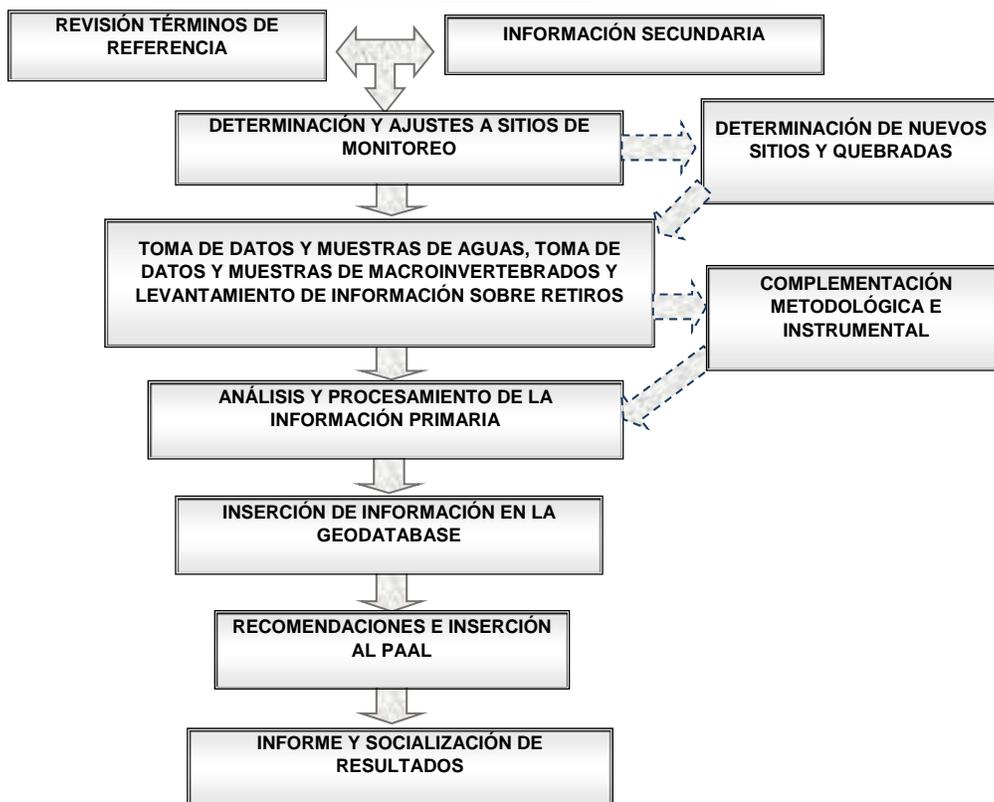


Gráfico 8. Esquema metodológico para el monitoreo de la calidad del agua en quebradas de San Antonio de Prado

Fuente: Tomado de (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016b)

### 2.9.3.3. Recolección y análisis de información primaria

Para el monitoreo, se implementó el misma metodología y protocolos de monitoreo contemplados en las fases anteriores. Igualmente, en esas corrientes se realizó la toma de muestras y datos en los mismos sitios tradicionales (véase tabla 10). Los parámetros pH, O.D., % de O.D. Disuelto, C.E., T.S.D., O.R.P., 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, que tradicionalmente se emplea por estar certificado ante el IDEAM en todos esos parámetros. El monitoreo de retiros se realizó siguiendo la metodología establecida por el OALSAP, recorriendo tramos de entre 50 y 100 metros arriba y abajo de cada sitio de muestreo de aguas e identificando las intervenciones y daños en ambas márgenes del cauce y el muestreo de macroinvertebrados se realizó siguiendo la metodología establecida por el OALSAP e implementada en 2015-2016.



## **Agua**

En total se evaluaron 25 sitios de calidad de aguas (de los 68 tradicionales y de los 76 que han sido estudiados a lo largo de las campañas de monitoreo en San Antonio de Prado en algún momento).

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 total fueron 25 trayectos evaluados en 6 quebradas (de 5 quebradas, inicialmente contempladas en los términos de referencia).

Una vez obtenidos los resultados correspondientes al agrupamiento y tratamiento estadístico de los datos de campo, así como los resultados del laboratorio, se aplicaron los modelos de ICA<sub>CRM</sub> (este modelo sustituyó en 2020, al tradicional ICA<sub>SAP</sub>) para aguas, y el de IIRSAP para retiros de corrientes. Ambos se analizaron de manera absoluta para 2020 y comparativa, desde el punto de vista histórico.

Los resultados finales fueron mapeados y se construyeron shapes para referencias futuras, además se realizaron 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. La estrategia de articulación del proyecto con el PAAL, pretende además de cumplir con el desarrollo del plan, contribuir a la solución de la problemática diagnosticada durante los monitoreos ambientales. Estos procesos de monitoreo aportan las bases técnicas y científicas para corregir tendencias negativas e insostenibles en la construcción y manejo participativo del territorio, pero también señalan la manera de potenciar las tendencias positivas generadas por la realización de otros proyectos y prácticas de manejo contempladas en el PAAL o desarrolladas por iniciativas privadas o públicas por fuera del PAAL.

Finalmente, los resultados obtenidos se socializan en el escenario de la mesa ambiental y se publican en la subpágina del OALSAP, con el fin de mantener informada a la comunidad y tomadores de decisiones locales y municipales, de manera que se les facilite su participación en las soluciones planteadas; pero también para estimular la participación 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 del agua y los ecosistemas acuáticos del territorio, con enfoque de cuencas, como lo demanda la normatividad vigente.



## **Resultados**

A pesar de que en 2020 se priorizaron las quebradas que más suministran servicios de agua a acueductos y varias de las cuales están asociadas a reservas públicas, sólo dos de ellas tiene calidad ambiental del agua excelente en sus partes altas, aunque todas las partes altas presentan calidades entre excelentes y buenas, lo cual puede dar tranquilidad a estos acueductos, aunque en algunos casos hay que tener precaución cuando se usan aguas crudas, como en los acueductos de La Verde que se surten de la Zulia.

La Manguala y La Limona muestran la situación más crítica en sus partes media y bajas, a pesar de que sus partes medias aún siguen bajo demanda y captación de aguas para usos agropecuarios y sobre todo recreativos y educativos. La calidad ambiental del agua baja notablemente hasta regular, mala y muy mala. Esta situación se explica por descargas de aguas residuales, directamente al cauce, provenientes casi siempre de viviendas sin servicios de alcantarillado o tanques sépticos.

En La Limona el foco de viviendas en el sector Los Vargas e incluso algunas de reciente construcción más arriba, causan notable afectación en su parte media-alta y a esto se le suma el aporte de sólidos provenientes de socavamientos laterales que aún no han cicatrizado en este sector. Luego en el tramo que limita a Los Limonares recibe más descargas ilegales, a pesar de que dicho sector cuenta con alcantarillado, pero existen invasiones en los retiros que causan el perjuicio, y aún más grave es la recepción de una gran carga de contaminación en el sitio de desembocadura de la quebrada La Jacinta, que continúa sin resolver el problema de grave contaminación asociado, al parecer, a una ruptura del alcantarillado de EPM que recibe las aguas de sectores como Barichara y las descarga en la Jacinta, arriba del parque lineal; además, continúa recibiendo más descargas directas, hasta su desembocadura. Todo esto hace que la parte baja termine con una calidad muy mala (ver gráfico 9)





En los últimos años la mesa ambiental ha recibido numerosas quejas de habitantes del sector sobre descargas industriales. La mesa ambiental las ha cursado a las instituciones respectivas, pero todavía se mantiene la problemática, lo cual corrobora lo expresado antes: la debilidad estatal y falta de control institucional es muy elevada y está contribuyendo al deterioro ambiental del corregimiento.

Los factores más limitantes en la calidad del agua, en la mayoría de sitios, se relacionaron con los coliformes tanto fecales como totales, y en menor medida con la DQO, la DBO<sub>5</sub>, la CE y la turbidez. En los numerales correspondientes a cada parámetro podrá profundizarse la información.

En los casos en que las descargas contaminantes no son excesivamente altas, las quebradas han demostrado capacidad de autodepuración en la medida en que descenden, en razón a sus elevados niveles de reaeración, que mantienen altas concentraciones de OD en la corriente, todo gracias a que, al ser cuencas de montaña, con altas pendientes y rugosidad, presentan las condiciones físicas para que la turbulencia generada por las cascadas frecuentes ingrese aire a las corrientes. Pero en algunos casos, las cargas de contaminantes, especialmente las asociadas a materia orgánica, son tal elevadas a lo largo de tramos enteros, que la resiliencia del ecosistema es rebasada y la calidad cae drásticamente, como se evidencia en La Limona y en La Manguala, que en su parte baja manifiestan los efectos de las descargas recibidas en sus partes medias y que no han podido procesar a lo largo de su recorrido, hasta la desembocadura. De esta manera se pierden para el territorio unas enormes potencialidades para destinar retiros de quebradas a parques lineales que sean bien aceptados por la comunidad y llamen a su cuidado y uso responsable en actividades educativas, recreativas y ecológicas.

En las quebradas de San Antonio de Prado, existe una relación entre la calidad del retiro y la calidad del agua, especialmente en aquellos tramos no urbanizados, que casi siempre coinciden con las partes altas de las microcuencas proveedoras. Al respecto el estudio de monitoreo de 2015-2016, como estrategia de manejo integral para estas zonas propone incrementar los PSA y además plantea que:

*“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”. (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016b)*

Así mismo, se ha demostrado en los monitoreos anteriores que, existe una relación entre el uso de la tierra y la calidad del agua en las corrientes, siendo de más baja calidad el agua en aquellos sectores de quebradas que cruzaron por zonas con actividades pecuarias intensivas con riego de excretas, o sistemas de manejo agrotecnológicos no conservacionistas, además de aquellos sectores influidos por asentamientos humanos concentrados en zonas rurales, llegando incluso al nivel en que las aguas en esos tramos no son aptas para el tratamiento y uso en consumo humano, o para el consumo animal como aguas crudas y ni siquiera para el uso ambiental o recreativo. Ante esta perspectiva, que no es nueva, y se ha denunciado desde años atrás y además se han mostrado alternativas de manejo desde el PAAL, el estudio de monitoreo de 2013 acota que “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 tener quebradas de buen caudal, pero contaminadas.

Esta situación está generando un problema ambiental muy grave: algunos acueductos, para suplir las demandas en las partes medias, están tomando en algunos meses, la totalidad del caudal de varias fuentes en su parte alta, donde aún es de buena calidad, 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 las funciones ecológicas ven rotas las posibilidades de mantener la trama de la vida en los sectores donde el agua desaparece (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016b). Así la cosas, puede asegurarse que el ejercicio de planeación y el de control han fallado en calcular bien la capacidad de carga del territorio, y además no han establecido programas de control efectivos, poniendo en riesgo la biodiversidad, las funciones ecológicas y las potencialidades de muchos espacios para la educación, la recreación y la investigación.

En perspectiva histórica, puede decirse que hubo una tendencia, entre 2008 y 2013, al mejoramiento ambiental en cuanto a la calidad del agua en la mayoría de quebradas en San Antonio de Prado, pero luego desde 2015 hasta 2020 se ha revertido por falta de control



y carencia apoyos a programas de saneamiento básico, reconversión agrotecnológica y cuidado de retiros.

Para 2020, las causas de contaminación más frecuentes en las quebradas monitoreadas fueron:

- Vertimiento directo de aguas residuales domésticas, en viviendas que carecen de sistemas de tratamiento como tanques sépticos, o sistemas de alcantarillado, o que poseen tanques sépticos, pero sin mantenimiento
- Actividades pecuarias, en particular marraneras, gallineros, establos, caballerizas, trucheras.
- Actividades agropecuarias que generan erosión laminar en laderas ya sea por pastoreo o por falta de prácticas de control de erosión.
- Causas naturales como movimientos en masa o socavamientos laterales en quebradas que hacen un aporte constante de sedimentos, especialmente en épocas de lluvias.
- Causas culturales y socioeconómicas como disposición puntual de basuras y escombros en retiros y cauces, o el no aislamiento de retiros en zonas ganaderas, así mismo el riego intensivo con excretas líquidas, en potreros que ocupan laderas
- Descarga de sedimentos provenientes de proyectos de construcción de viviendas
- Descargas industriales ilegales.

#### **2.9.3.4. Resultados de la evaluación de calidad de las aguas**

En 2020 se incluyeron las quebradas y sitios reseñados en la tabla 10, y su ubicación puede verse en el mapa 11 y el gráfico 6. En todos los casos los parámetros de OD, ORP, % sat. OD, CE, salinidad, pH, TSD y T°, fueron medidos directamente en campo, con un instrumento de muy alta calidad (Hanna HI9828) bajo los criterios internacionales que rigen para el caso, con constante calibración e integridad de datos, lo que mejora mucho la precisión no sólo por el tipo de instrumento, sino por tomarse los datos directamente, sin necesidad de almacenamiento. Los demás parámetros se evaluaron en el laboratorio de aguas de Corantioquia, el cual está acreditado, para todos los parámetros, por el IDEAM.

##### **2.9.3.4.1. Parámetros considerados**

En 2020 fueron considerados en todos los sitios de muestreo los siguientes parámetros:

**Físico-Químicos:** DBO5 total, DQO 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. Además, color y olor cualitativo

**Microbiológicos:** coliformes totales y coliformes fecales (E. coli) NMP.

**Biológicos:** Macroinvertebrados

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, bajo los criterios estipulados por el OALSAP para el índice IIRSAP.

Los métodos analíticos implementados para el análisis de las muestras de agua ingresadas al laboratorio, son determinados por el laboratorio de aguas de Corantioquia, acreditado en calidad por el IDEAM, los demás fueron tomados directamente en campo con el equipo Hanna HI9828 aprobado internacionalmente y homologado, tomado entre 40 y 90 datos para cada parámetro y en cada sitio y procediendo luego a obtener el promedio. Los métodos analíticos llevados a cabo por el laboratorio de aguas de Corantioquia y las características de las mediciones por el instrumento se describen en la tabla 11:

Tabla 11. Métodos analíticos empleados en el monitoreo de calidad de agua

PARÁMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	FACTOR DE INCERTIDUMBRE	FUENTES DE ORIGEN	SIGNIFICADO AMBIENTAL
<b>pH</b> (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 encladas en cultivos.	El pH natural de una corriente puede 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.
<b>Temperatura</b> 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	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



PARÁMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	FACTOR DE INCERTIDUMBRE	FUENTES DE ORIGEN	SIGNIFICADO AMBIENTAL
			influencia que recibe de la corriente.	tóxicos, disminuye el valor de la calidad del agua para muchos usos. Se relaciona con el O.D.
<b>Oxígeno disuelto</b> (mg O <sub>2</sub> /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
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, entendiéndose 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	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,	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



PARÁMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	FACTOR DE INCERTIDUMBRE	FUENTES DE ORIGEN	SIGNIFICADO AMBIENTAL
	de sólidos suspendidos totales, fijos y volátiles v. 4		harineras y almidonerías, pulpa y papel, siderúrgica y terminales de combustibles.	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.



PARÁMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	FACTOR DE INCERTIDUMBRE	FUENTES DE ORIGEN	SIGNIFICADO AMBIENTAL
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (mg O <sub>2</sub> /l)	Colorimétrico de reflujo cerrado SM 5220 D ed. 21-2005, Instructivo Determinación de DQO total, soluble y sobrenadante v. 4	Rango bajo 0,068°C Rango alto 0,036°C	Una descarga, cualquiera que sea su tipo (industrial o domestico) y origen, aporta material contaminante en términos de DQO. Puede decirse que la DQO es el parámetro más representativo para indicar la contaminación de un agua.	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 <sub>2</sub> y H <sub>2</sub> O, y algunos compuestos orgánicos susceptibles de oxidación. Los 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 contaminante, afectan la solubilidad y presentan reacciones e interacciones con otros componentes de la corriente.
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DBO <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> /L)	Método Test DBO 5 días. SM 5210 B,4500-O G ed. 21-2005, Instructivo Determinación de DBO <sub>5</sub> total, soluble y sobrenadante v. 4	0,032°C	Para la DBO se tienen las mismas consideraciones que en 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 <sub>5</sub> 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



PARÁMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	FACTOR DE INCERTIDUMBRE	FUENTES DE ORIGEN	SIGNIFICADO AMBIENTAL
				determinación puede verse afectada por materiales inorgánicos y sustancias tóxicas.
DUREZA TOTAL (mg CaCO <sub>3</sub> /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 ed. 22-2012, Instructivo Determinación de coliformes	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.). 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.



PARÁMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	FACTOR DE INCERTIDUMBRE	FUENTES DE ORIGEN	SIGNIFICADO AMBIENTAL
	totales y E. coli por sustrato definido Colilert (NMP) v. 2			
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.

#### 2.9.3.4.2. Resultados de laboratorio y campo

En el anexo 5 pueden observarse los resultados completos entregados por el laboratorio de aguas de Corantioquia. En el anexo 4, pueden observarse los datos de campo tomados con el multiparamétrico y la tabla 12 resume los resultados tanto de campo como de laboratorio, los cuales más adelante se analizan. La tabla 13 muestra algunos valores de referencia y límites ambientales para diferentes parámetros según distintas normas colombianas e internacionales.



Tabla 12. Resultados de laboratorio y campo en 25 sitios de 6 microcuencas en San Antonio de Prado, en 2020

QUEBRADA	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	DBO <sub>5</sub> total (mg O <sub>2</sub> /L)	DOO total (mg O <sub>2</sub> /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 suspendidos totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Temp. Agua (°C)	Temp. Aire (°C)	Color *	Olor **
DESPENSA - ALTA	1.071	52	0,32	5,37	-41,2	7,17	92,21	8,12	0,04	82,9	41	1,00	1,17	14,8	16	T	NO
DESPENSA - MEDIA -ALTA	1.777	171	0,22	12,10	-36,8	7,98	102,96	8,87	0,05	114,0	57	3,00	2,45	15,5	14,8	T	NO
DESPENSA - MEDIA BAJA	156.500	82.000	1,32	10,40	-35,2	6,65	87,45	8,02	0,08	175,4	88	2,00	2,02	17,1	21,5	BG	NO
DESPENSA -BAJA	39.300	14.800	0,97	10,40	-39,1	6,64	88,38	7,80	0,07	151,0	76	4,00	3,26	18,4	18	BG	M
DOÑA MARÍA MEDIA-ALTA	8.164	882	0,54	15,40	-42,5	7,34	93,60	7,77	0,03	55,8	28	2,00	4,67	15,9	19	T	NO
DOÑA MARÍA MEDIA BAJA (LV)	323.000	134.000	4,83	25,10	-32,1	7,68	98,16	8,09	0,04	91,3	45,49	22,00	13,60	17,3	22	GT	L
INDIO MEDIA	26.353	347	0,24	7,00	-34,0	7,11	93,18	7,49	0,06	128,0	64,00	13,00	10,70	17,8	19	BG	NO
LIMONA - ALTA 1	19.350	980	0,53	7,47	-31,1	7,32	95,45	7,71	0,03	66,0	33,00	29,00	36,30	15,9	18	BG	NO
LIMONA - ALTA 2	17.329	75	0,31	4,95	-22,0	6,06	79,39	7,63	0,07	138,5	69,15	0,00	0,66	16,3	17	T	NO
LIMONA - MEDIA ALTA	241.960	155.310	1,90	9,57	-18,7	7,19	96,39	8,57	0,08	161,0	80,49	121,00	10,90	18,3	19	AS	L
LIMONA - MEDIA BAJA1	158.455	41.630	1,67	18,00	-23,3	7,18	98,88	8,54	0,08	171,0	85,24	61,00	52,10	20,5	23,5	AS	NO
LIMONA - MEDIA BAJA2	435.200	114.500	3,95	8,31	49,6	6,91	95,82	7,58	0,09	184,2	92,05	30,00	24,70	21,4	20,2	AS	F
LIMONA - MEDIA BAJA3	4.352.000	817.500	33,9 0	79,60	-31,8	7,01	96,72	8,34	0,11	233,1	116,41	42,00	41,00	21,1	20,2	GT	F
LIMONA -BAJA	6.488.000	1.671.050	35,4 0	91,70	-38,6	5,78	78,21	8,03	0,12	257,2	128,90	17,00	27,50	20,3	24,2	GT	M
MANGUALA - ALTA	5.475	52	0,60	8,31	-49,5	6,65	84,36	8,02	0,03	55,6	28,00	0,00	1,33	14,0	15,1	T	NO
MANGUALA - MEDIA ALTA	1.220	200	0,39	5,79	-42,3	6,79	87,55	7,67	0,03	75,4	38,00	2,00	3,98	15,7	18	T	NO



QUEBRADA	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	DBO <sub>5</sub> total (mg O <sub>2</sub> /L)	DOO total (mg O <sub>2</sub> /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 suspendidos totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Temp. Agua (°C)	Temp. Aire (°C)	Color *	Olor **
MANGUALA - MEDIA BAJA1	18.600	5.910	0,62	10,40	-35,6	6,85	92,48	7,94	0,05	107,5	54,00	4,00	6,66	18,5	25	BG	L
MANGUALA - MEDIA BAJA2 (CHISPERO)	2.419.600	1.413.600	37,20	72,00	-41,3	5,66	77,54	8,04	0,09	193,5	96,56	11,00	23,20	19,6	25	GT	F
MANGUALA - MEDIA BAJA3 (COMPARTIR)	186.000	45.700	11,00	38,90	-44,3	6,86	93,78	8,58	0,10	220,3	110,19	10,00	9,34	20,2	25,5	GT	M
MANGUALA - BAJA	686.700	248.900	15,30	39,30	-48,0	7,32	96,33	7,83	0,08	176,8	88,00	7,00	7,99	19,0	22	G	M
ZULIA - ALTA (actual Boc)	4.352	84	0,20	7,00	-39,1	6,76	90,35	7,92	0,05	110,3	55,14	1,00	6,06	17,4	17	T	NO
ZULIA - MEDIA ALTA	520	200	6,57	16,30	-37,4	6,84	90,07	7,36	0,06	125,4	62,74	30,00	8,37	17,8	19	BG	L
ZULIA - MEDIA BAJA 2	129.970	43.520	1,20	7,47	-34,6	6,92	91,66	7,65	0,06	129,9	64,92	2,00	2,00	18,3	20	BG	NO
ZULIA - MEDIA BAJA 1	54.750	17.329	1,01	4,54	-35,1	8,15	107,97	7,82	0,06	131,9	66,04	16,00	11,10	18,4	20	BG	NO
ZULIA -BAJA	129.970	26.130	0,97	7,00	-31,5	8,22	109,93	7,93	0,07	144,6	72,20	12,00	8,21	19,2	21	T	NO

\* T: T; BG: Blanco o gris leve turbio; GT: Gris traslucido; AS: Amarillo suave; G: Gris oscuro

\*\* L: Leve; M: Moderado; F: Fuerte

Fuente: Elaboración propia



Tabla 13. 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)	DOO total (mg O2/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	>5		6,5 - 9			10*	
Valores otras fuentes	5000	1000					5 - 9				
Valores otras fuentes2	20000		20 -	20 - 50	>4	90 - 100%		20	500	5	<800 , <750
Guía MAVDT (Gpo IV), 2005		<100	<5		>5						
Guía MAVDT (Gpo VII), 2005		<2000	<5		>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

Fuente: Tomado de (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016b)



#### **2.9.3.4.3. Contenido de materia orgánica**

La materia orgánica en las corrientes hídricas del corregimiento es un factor que tiene la mayor importancia por su relación con la presencia de coliformes totales y fecales, y además con la excesiva carga de  $DBO_5$ , lo cual generalmente disminuye 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), agotando las reservas del gas y por lo tanto limitando la disponibilidad para las demás especies como macroinvertebrados y peces, si el recambio es bajo. No obstante, el contenido de oxígeno en el agua de corrientes hídricas (aún en las contaminadas), puede también llegar a depender de las condiciones físicas del cauce. Por ejemplo, en corrientes con alta rugosidad y elevadas pendientes, el oxígeno tiene a mantenerse en altas concentraciones dado que las turbulencias generan la aireación permanente del agua y el oxígeno puede permanecer en niveles altos al igual que su saturación, aunque la materia orgánica también esté en altas cantidades. Este fenómeno ocurre en casi todas las corrientes de montaña, como son las quebradas en San Antonio de Prado. Por este motivo la medición de oxígeno disuelto no es suficiente para determinar la calidad del agua.

El contenido de materia orgánica en el agua se mide principalmente como demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ) y demanda química de oxígeno (DQO). Y en algunas ocasiones correlaciona con el contenido de nutrientes nitrogenados e incluso con el fósforo, dependiendo del tipo de descargas que recibe la corriente.

El parámetro DQO hace referencia a la demanda química de oxígeno y mide la cantidad de materia orgánica que hay en una muestra de agua y que es susceptible de ser oxidada por medios químicos, por lo tanto, 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 San Antonio de Prado, basados en los monitoreos históricos o eventuales de otros parámetros.

Por otro lado, la demanda bioquímica de oxígeno o demanda biológica de oxígeno ( $DBO_5$ ) es un parámetro que mide la cantidad de materia que contiene una muestra líquida susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos (microorganismos), medida casi siempre en un lapso de 5 días y se utiliza para determinar su grado de contaminación del agua con materia orgánica biodegradable.



## DBO<sub>5</sub>

Aún no existe consenso en la determinación del nivel ambiental para este parámetro. En general el nivel máximo permisible oscila entre 2 y 6 mg de O<sub>2</sub>/L, pero casi siempre se acepta que las corrientes que tienen una DBO<sub>5</sub> con más de 2 mg de O<sub>2</sub>/L han recibido descargas contaminantes con materia orgánica. “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, sin embargo, algunas normativas internacionales limitan su concentración en un rango entre 3 y 6 mg de O<sub>2</sub>/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<sub>2</sub>/L.” (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016b). Los objetivos de calidad para el uso agrícola, recreativo secundario, industrial y estético en el río Aburrá, en el largo plazo (correspondiente a 2020) y en el tramo 3, lo ubican como máximo en 15 mg/L, lo cual bastante flexible, quizá porque no se considera un uso ambiental (AMVA, 2012).

En San Antonio de Prado, en 2015, se adoptó un nivel máximo para DBO<sub>5</sub> de 5 mg de O<sub>2</sub>/L, 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 San Antonio de Prado que presentan una muy elevada aireación a lo largo de todo su recorrido, producto de las fuertes pendientes y alta rugosidad. Para 2020 se ha propuesto que el nivel recomendado de DBO<sub>5</sub> no supere 3 mg de O<sub>2</sub>/L, correspondiente a cerca del 90% del nivel óptimo. Así mismo la curva funcional correspondiente a DBO<sub>5</sub>, fue ajustada y mejorada por un estudio en 2019, la cual fue construida basada en las propuestas del OALSAP, pero agregando nueva información y técnicas más refinadas (Uribe García C. M., 2019). Esta es la curva y la función matemática que se propone adopte el OALSAP.

La curva adoptada en 2020 y trabajada en el presente monitoreo corresponde a la mostrada en el gráfico 10 y con detalle puede observarse en el anexo 6, donde puede apreciarse no sólo la curva, sino además la tabla Excel correspondiente a todos los valores de calidad (Qi) que puede tomar esta variable, de acuerdo con los datos reportados por el laboratorio o medidos por el instrumento en campo.

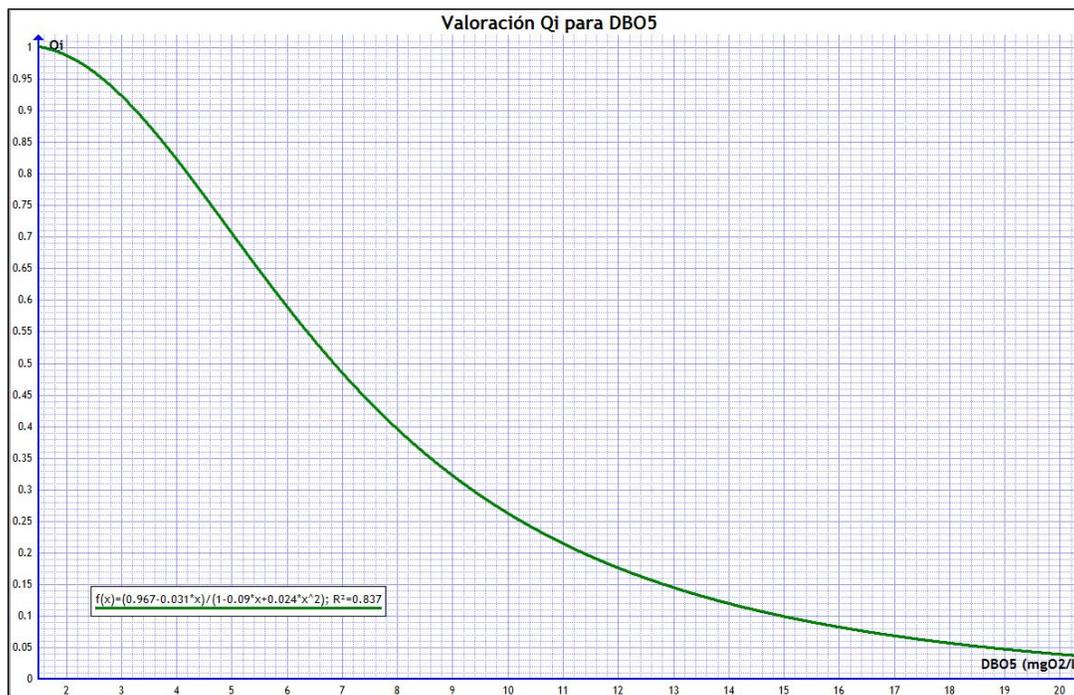


Gráfico 10. Curva funcional para DBO<sub>5</sub>  
Fuente: Tomado de Uribe, 2019

En 2020, tal como se observa en el gráfico 11, seis de los 25 sitios muestreados rebasaron el nivel de DBO<sub>5</sub> máximo correspondiente a 5 mg de O<sub>2</sub>/L, y si el nivel considerado es de 3 mg de O<sub>2</sub>/L, fueron ocho sitios en total los que rebasaron el nivel. En el caso de la Zulia, el sitio está en la parte media alta, lo que es preocupante y amerita un control oportuno. En el caso de La Manguala y La Limona, esta condición está asociada a descargas de aguas residuales domésticas, principalmente, y sus elevados valores reflejan la intensidad en las descargas, exigiendo un control oportuno institucional, especialmente de EPM que es la empresa encargada de prestar el servicio de acueducto, pero también del municipio de Medellín en cuanto al control de invasiones de retiros con viviendas e industrias, casi siempre ilegales.

La DBO<sub>5</sub> elevada, en si misma es un problema ambiental grave, no sólo porque consume el OD necesario para especies claves en la salud de las corrientes como los macroinvertebrados y peces, sino porque muchas veces está asociada con cargas orgánicas que contienen microorganismos patógenos para esas especies claves. Por ejemplo, en el monitoreo de 2013 se detectaron varios sitios con una DBO<sub>5</sub> muy alta, pero a la vez el nivel de OD también era elevado (gracias a la reaireación de la corriente), sin embargo, se evidenció un gran número de muertes de peces, cangrejos y pérdida de biodiversidad de macroinvertebrados, no tanto por déficit de OD, sino por enfermedades cutáneas.



En 2020 también se han encontrado situaciones similares en algunos sitios, donde los valores de ambos parámetros son altos (Gráfico 12), pero la biodiversidad de macroinvertebrados es muy baja e incluso casi se ha perdido por completo (anexo 2). Esta situación puede indicar que el OD no sería buen indicador de la calidad del agua en corrientes de montaña, sin embargo, una investigación basada en datos locales, demostró la pertinencia de incluirlo en el modelo e involucrarlo siempre en los análisis, cuando se consideran más variables y un mayor número de situaciones geográficas y ambientales (Uribe García C. M., 2019).

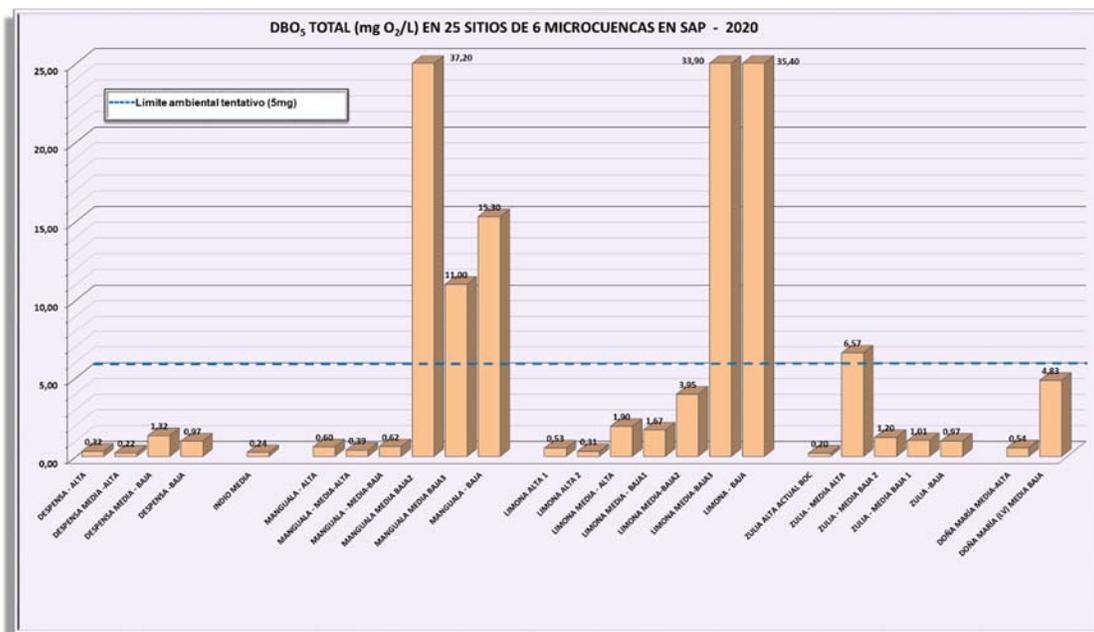


Gráfico 11. Valores de DBO<sub>5</sub> en algunas quebradas de San Antonio de Prado en 2020  
Fuente: Elaboración propia

Para una comprensión integral de la DBO<sub>5</sub>, debe complementarse su análisis con otros parámetros como el OD, los sólidos suspendidos totales (SST), los sólidos sedimentables (TSD), que a su vez pueden estar influidos por partículas minerales, no orgánicas, que no demandan OD, e incluso en ocasiones los coliformes tanto fecales como totales pueden ayudar a complementar la comprensión sobre la DBO<sub>5</sub>, y como se ha expresado antes también es necesario analizar las condiciones físicas del cauce, en especial pendiente y rugosidad.

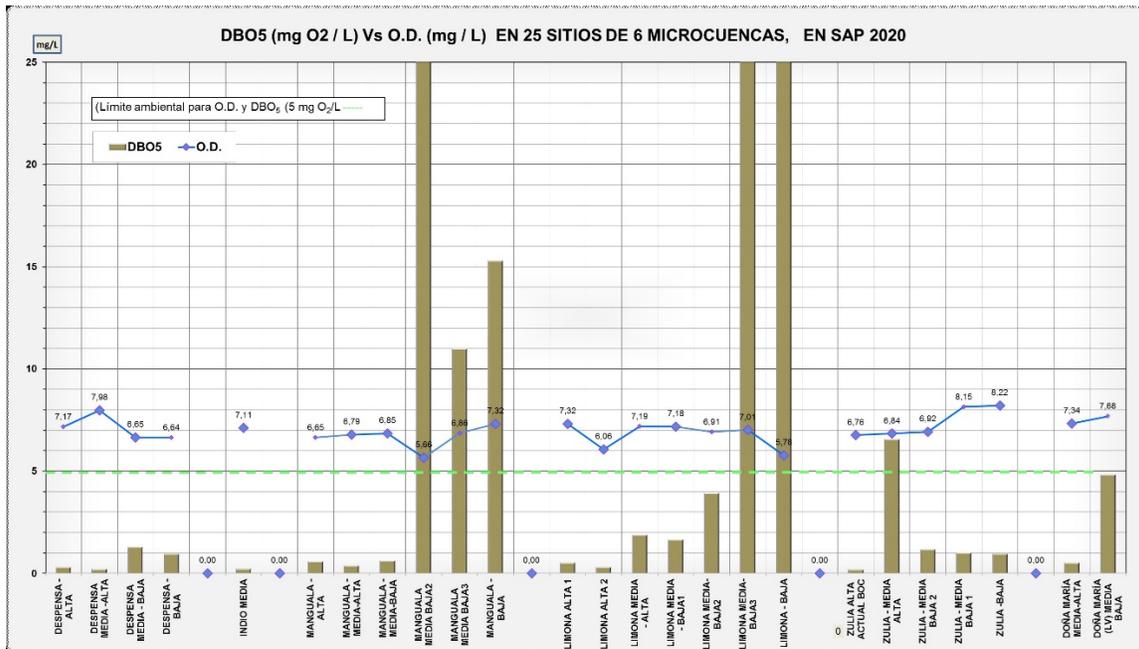


Gráfico 12. Valores de DBO<sub>5</sub> vs valores de OD en algunas quebradas de San Antonio de Prado en 2020

Fuente: Elaboración propia

En general se nota desmejora en la calidad del agua, debido a este factor, en la Despensa y en La Limona y una mejora en La Manguala, aunque en esta ultima los niveles siguen siendo excesivamente altos en las partes medias y bajas. La Manguala ha tenido desde 2015 una buena inversión en alcantarillados que han logrado captar las aguas residuales de algunos sectores críticos, lo cual ha redundado en la leve mejora, pero aún quedan algunos sectores sin conexión y además varias viviendas informales han sido construidas en sus retiros desde entonces (descargando directamente a la quebrada), lo que ha contrarrestado en parte los beneficios del alcantarillado, lo cual muestra de nuevo la falta de control urbanístico en territorio.

En el caso de La Zulia, desde 2012 y hasta 2015 se presentaba un foco muy importante en su parte media alta, que generaba una gran contaminación con descargas de gran volumen de marraneras ubicadas en sus retiros. Los monitoreos permanentes en este sitio, junto con algunas denuncias ciudadanas y de la mesa ambiental, hicieron desistir de esta actividad (la infraestructura aún existe, pero ya no se crían cerdos) y la calidad del agua mejoró ostensiblemente, infortunadamente nuevos focos han aparecido aguas arriba, aunque de menos magnitud y asociados a aguas domésticas.



## DQO

Este parámetro complementa los análisis que se hagan con relación a la  $DBO_5$  y en muchos casos resulta clave para determinar ciertos tipos de contaminación por materia orgánica, y al igual que en el caso anterior la interpretación de sus valores puede mejorarse teniendo en cuenta los de ST y 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 agrícola, recreativo secundario, industrial y estético en el río Aburrá, en el largo plazo (correspondiente a 2020) y en el tramo 3, lo ubican como máximo en 30 mg/L, lo cual bastante flexible, quizá porque no se considera un uso ambiental (AMVA, 2012).

En 2015, el OALSAP adoptó un nivel máximo para DQO de 20 mg de  $O_2/L$ . En 2020 se ha propuesto que el nivel recomendado de DQO no supere 7 mg de  $O_2/L$ , correspondiente a cerca del 65% del nivel óptimo. Así mismo la curva funcional correspondiente a DQO (gráfico 13), fue ajustada y mejorada por un estudio en 2019, la cual fue construida basada en las propuestas del OALSAP, pero agregando nueva información y técnicas más refinadas (Uribe García C. M., 2019). Esta es la curva y la función matemática que se propone adopte el OALSAP.

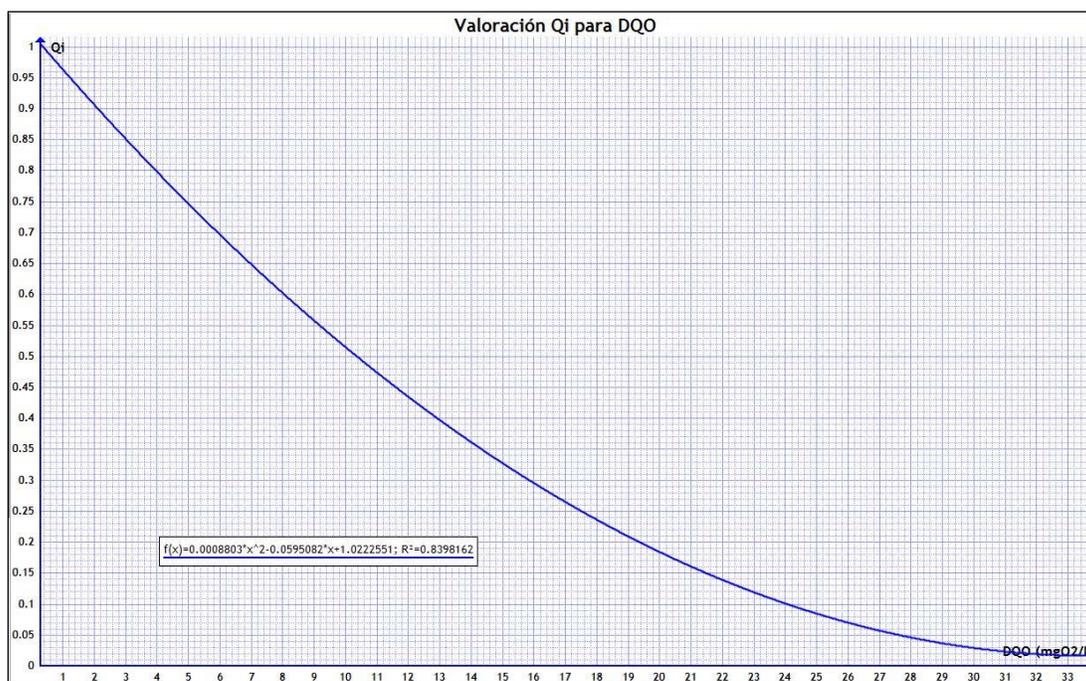


Gráfico 13. Curva funcional para DQO  
Fuente: Tomado de Uribe, 2019



La curva adoptada en 2020 y trabajada en el presente monitoreo corresponde a la mostrada en el gráfico 13 y con detalle puede observarse en el anexo 6, donde puede apreciarse no sólo la curva, sino además la tabla Excel correspondiente a todos los valores de calidad (Qi) que puede tomar esta variable, de acuerdo con los datos reportados por el laboratorio o medidos por el instrumento en campo.

Los resultados de los muestreos en 2020, indican problemas de contaminación con relación a los niveles establecidos para el uso ambiental en San Antonio de Prado, basados en DQO (20 mg de O<sub>2</sub>/L) en 6 de los 25 sitios evaluados; pero 3 de esos sitios superan el nivel de 50 mg/L. Si se considera el nivel de 7 mg de O<sub>2</sub>/L, entonces el número de sitios que muestran problemas ambientales por este factor es de 18 sitios (Ver gráfico 14).

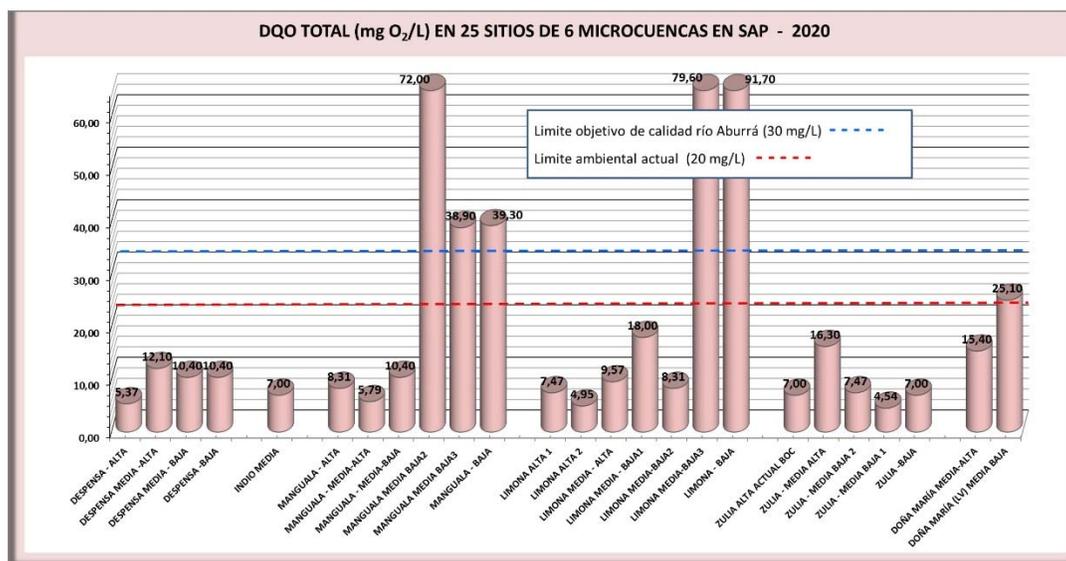


Gráfico 14. Valores de DQO en algunas quebradas de San Antonio de Prado en 2020  
Fuente: Elaboración propia

En 2020 la correlación entre la DBO<sub>5</sub> y la DQO no fue tan evidente como en el monitoreo anterior (gráfico 15), se resalta que no hay una tendencia orgánica ni inorgánica en la demanda de oxígeno para los sitios donde puede hacerse el análisis con mayor precisión (Manguala y Limona en sus partes media y baja), los datos de los demás sitios hay que considerarlos con cautela debido a que la mayoría de sitios, presentaron valores no significativos, es decir por debajo de los límites garantizados en la mediciones del laboratorio de aguas de Corantioquia (<12 mg O<sub>2</sub>/L para DQO y menos de <2 mg O<sub>2</sub>/L para DBO<sub>5</sub>), todo lo cual puede observarse en el gráfico 16.

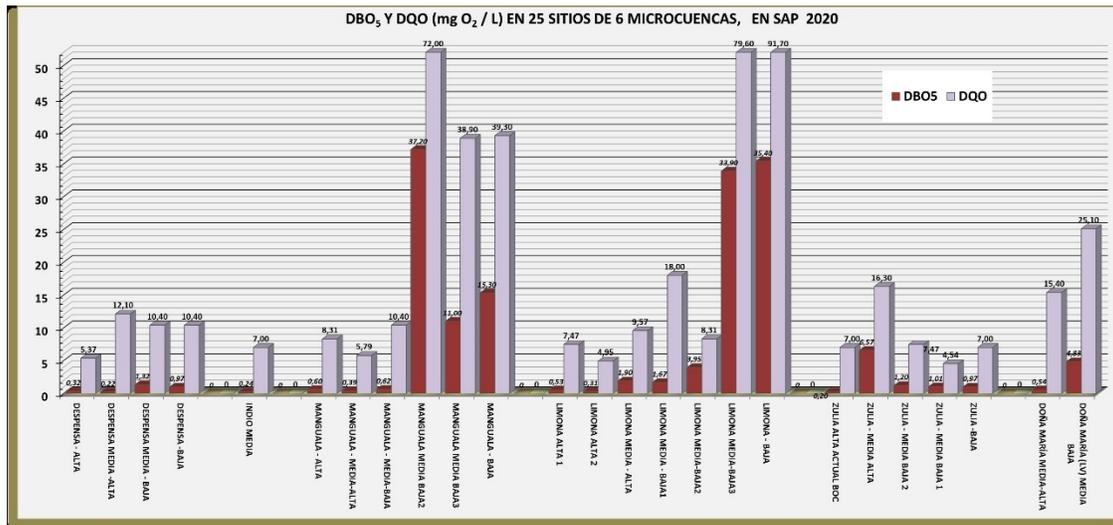


Gráfico 15. Valores de DQO y DBO<sub>5</sub> en algunas quebradas de San Antonio de Prado en 2020  
Fuente: Elaboración propia

La relación DBO<sub>5</sub>/DQO, mostrada en el gráfico 16, señala entre otras situaciones, la biodegradabilidad de la materia orgánica presente en las corrientes, al medir 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 (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016b).

El estudio de monitoreo de aguas de 2008, describe esta relación de la siguiente manera:

*"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<sub>5</sub>/DQO >0.5 o no es biodegradable si DBO<sub>5</sub>/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).*

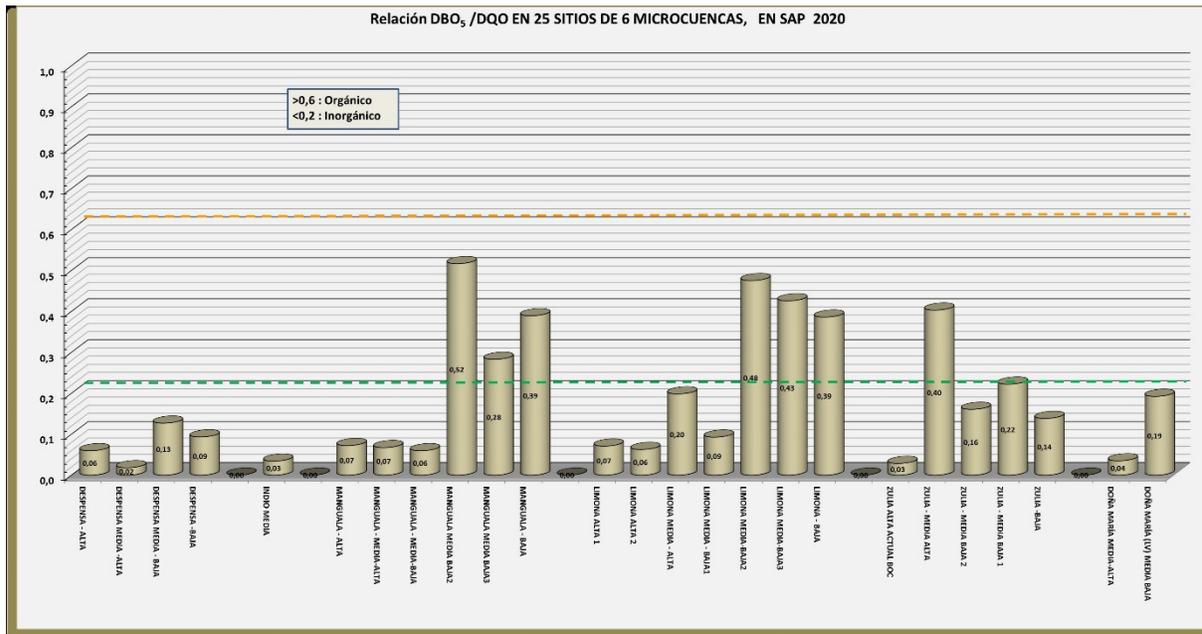


Gráfico 16. Relación DBO<sub>5</sub>/ DQO en algunas quebradas de San Antonio de Prado en 2020  
Fuente: Elaboración propia

Los valores reales para DBO<sub>5</sub> y DQO en los 25 sitios de las 6 quebradas monitoreadas en 2020, pueden verse en la tabla 12.

### Comparación histórica de los indicadores de materia orgánica

Debido a que en 2020 sólo se consideraron 6 microcuencas de las 21 tradicionales, el proceso de comparación histórica queda muy limitado. Sin embargo, los gráficos 17 y 18, muestran una degradación de la calidad bajo el enfoque de DBO<sub>5</sub> en los últimos años (desde 2012) en las quebradas La Despensa y La Limona, mientras que La Manguala muestra mejorías, y el Indio y la Zulia permanecen estables y la Doña María muestra una leve mejora. Por lo tanto, puede decirse que grosso modo, las condiciones en estas quebradas mejora levemente, aunque no al ritmo necesario ni en los niveles que requiere un ambiente sano, para el disfrute ciudadano y menos aún para permitir que las funciones ecológicas se desarrollen con normalidad en las partes medias y bajas de las quebradas. En cuanto a la DQO, se evidencia un deterioro en la Limona, mientras las demás están estables o con leve mejoría.

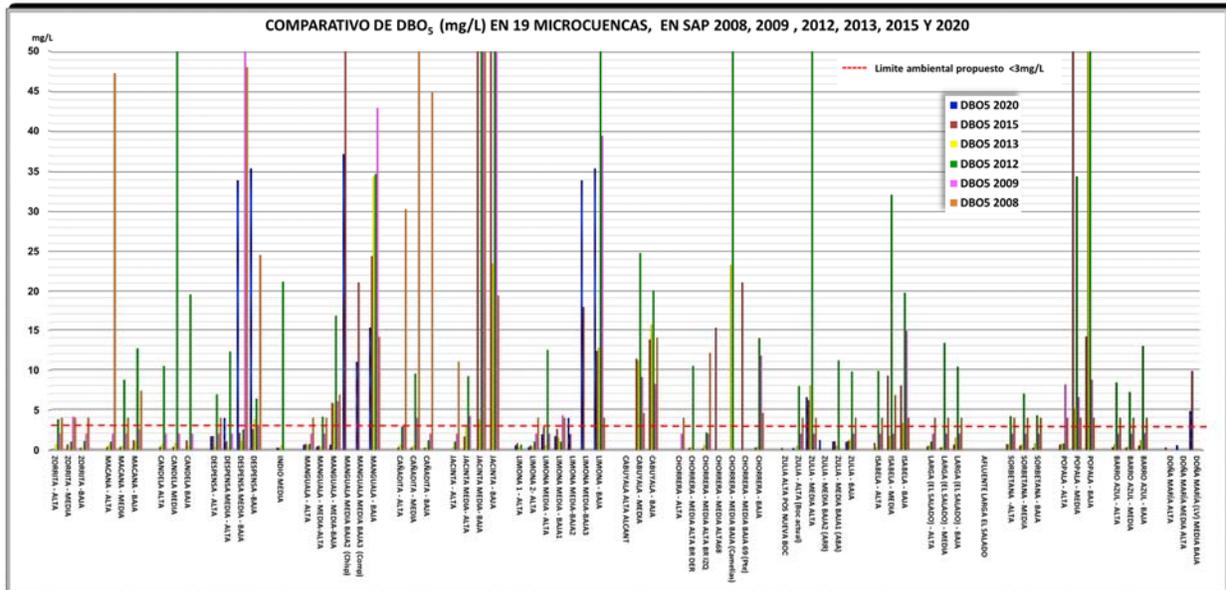


Gráfico 17. Comparativo histórico de DBO<sub>5</sub>, en algunas quebradas de San Antonio de Prado en 2020

Fuente: Elaboración propia

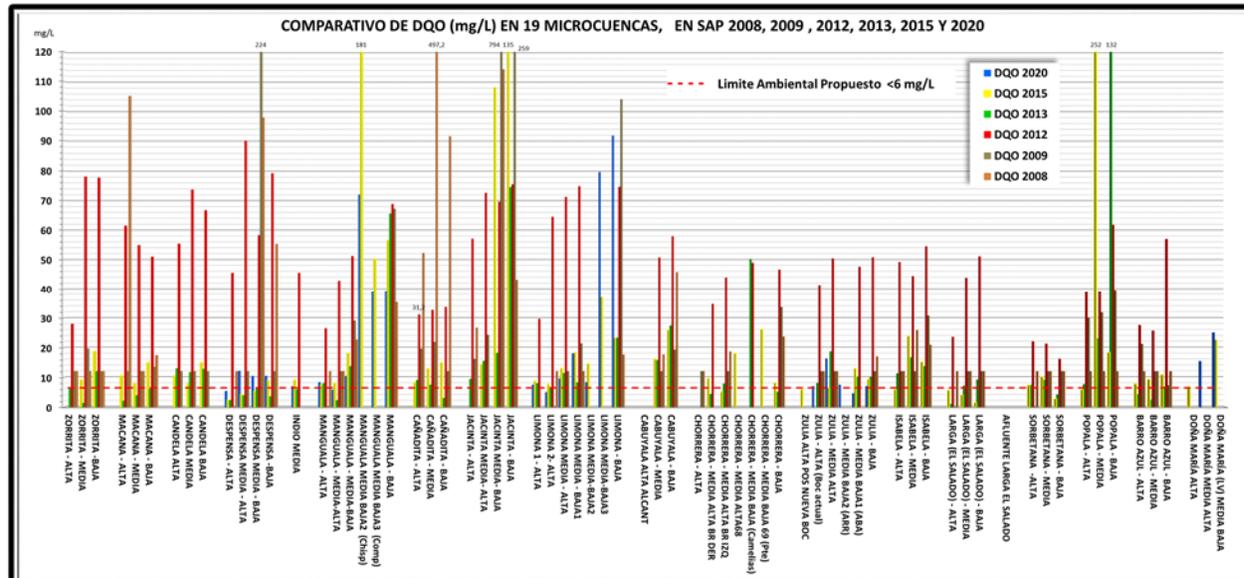


Gráfico 18. Comparativo histórico de DQO, en algunas quebradas de San Antonio de Prado en 2020

Fuente: Elaboración propia



#### 2.9.3.4.4. Patógenos

El programa de monitoreo en San Antonio de Prado, incluye en el análisis de patógenos esencialmente los coliformes totales y fecales, en particular *Escherichia coli*, dado que la presencia de esta bacteria se asocia con 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.

Normalmente las corrientes superficiales presenten coliformes, incluso fecales, aunque no existan actividades humanas cercanas; esto se debe a que la fauna silvestre asociada a las quebradas, también es portadora de la bacteria en sus intestinos y sus heces pueden hacer contacto con las corrientes hídricas, en donde pueden sobrevivir por más o menos tiempo dependiendo de las características de las aguas, en especial de la temperatura, los niveles de oxígeno disuelto, la carga de materia orgánica, etc.

En el caso de aguas destinadas al consumo humano, la gravedad de la presencia de las bacterias y por consiguiente el tipo de tratamiento depende de la cantidad presente y del tipo de coliformes que se encuentra en el agua, antes de su tratamiento.

En Colombia existen niveles máximos de presencia tanto de coliformes totales como fecales, para el uso del agua en consumo humano, ambiental y recreativo, establecidos por el decreto 1594 de 1984, el cual establece 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 14) y los objetivos 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. Por su parte Uribe, 2019, reporta en su investigación niveles máximos para uso ambiental del agua a nivel mundial, en relación a su nivel óptimo, que oscilan entre 1 y 1000 NMP, para el criterio de coliformes fecales y entre 50 (o menos) y 5.000 NMP para coliformes totales (Uribe García C. M., 2019).



Tabla 14. 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

En 2015, el OALSAP adoptó un nivel máximo para CT de 1000 NMP y para CF de 200 NMP. En 2020 se mantienen estos niveles para CT máximo 1000 NMP (correspondiente a cerca del 90% de la calidad óptima) y para CF 200 NMP (correspondiente a cerca del 95% de la calidad óptima). Así mismo, las curvas funcionales correspondientes a CT y CF, fueron ajustadas y mejoradas por un estudio en 2019, basado en las propuestas del OALSAP, pero agregando nueva información y técnicas más refinadas (Uribe García C. M., 2019), y que por tal motivo se proponen sean adoptadas por el OALSAP, las cuales e muestran a continuación, en los gráficos 19 y 20. Estas curvas funcionales de calidad pueden observarse con detalle en el anexo 6, donde puede apreciarse no sólo la curva, sino además la tabla Excel correspondiente a todos los valores de calidad (Qi) que puede tomar esta variable, de acuerdo con los datos reportados por el laboratorio o medidos por el instrumento en campo.

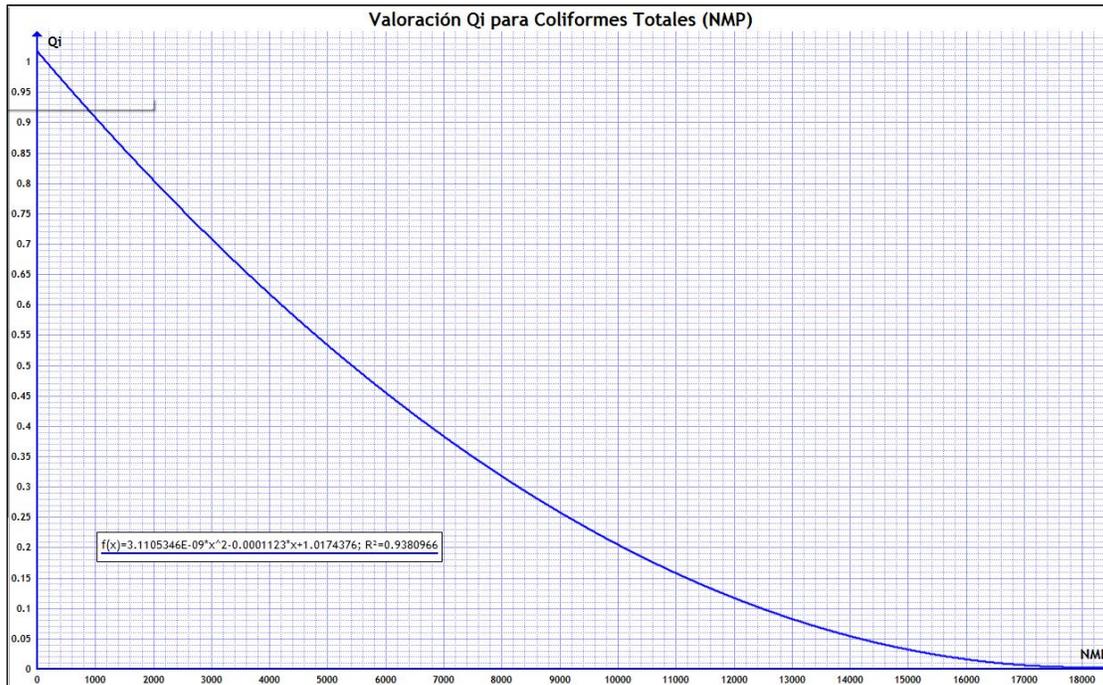


Gráfico 19. Curva funcional para CT  
Fuente: Tomado de Uribe, 2019

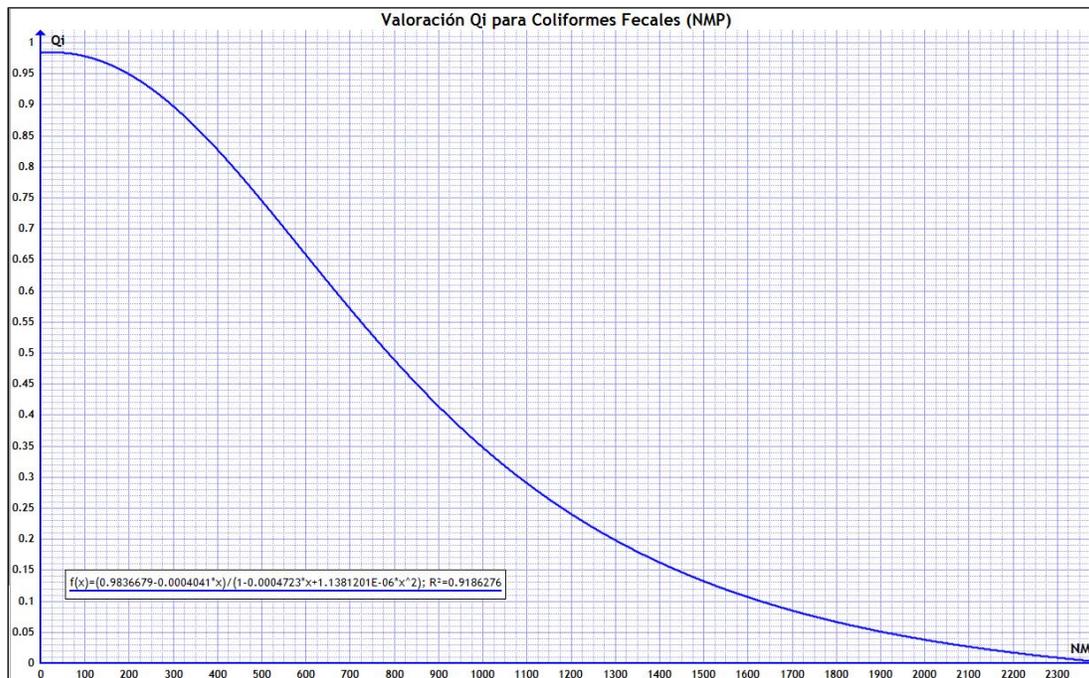


Gráfico 20. Curva funcional para CF  
Fuente: Tomado de Uribe, 2019



En 2020 un solo sitio no presenta problemas ambientales por coliformes totales, de acuerdo con el nivel establecido por el decreto 1594/84, y 7 sitios no lo presentan por coliformes fecales (ver gráficos 21 y 22). En el caso de las corrientes evaluadas la mayor parte de los coliformes totales son explicados por los coliformes fecales, lo cual refleja la urgencia de controlar las descargas de aguas residuales tanto domésticas como pecuarias, de manera directa a las corrientes (ver gráfico 23), esta situación es más clara en las partes medias y bajas de todas las quebradas, donde efectivamente se evidenció este problema en campo.

En cuanto a coliformes totales, en La Despensa se presenta una leve mejoría con relación al monitoreo anterior, excepto en el sitio medio-bajo. En el caso de La Manguala se presenta desmejora en la parte alta (dentro de la reserva), pero mejoras leves en el resto de sitios. En el caso de la Limona, hay desmejora en todos los sitios. En el caso de la Q. El Indio se presenta una leve desmejora. En el caso de la Zulia se presentan leves mejoras en todos los sitios. En el caso de La Doña María en su parte media-baja una leve mejoría (ver gráfico 21).

En relación a coliformes fecales, en La Despensa se presenta una leve mejoría con relación al monitoreo anterior, excepto en el sitio medio-bajo. En el caso de La Manguala se presenta desmejora en la parte alta (dentro de la reserva), y media alta (sitio también objeto de actividades recreativas), pero mejoras leves en el resto de sitios. En el caso de la Limona, hay desmejora en todos los sitios, excepto en la parte alta del brazo 2, donde se presenta una leve mejora. En el caso de la Q. El Indio se presenta una leve mejora. En el caso de la Zulia se presentan leves mejoras en todos los sitios, excepto en la parte baja donde hay leve desmejora. En el caso de La Doña María en su parte media-baja una leve desmejora (ver gráfico 22).

En general las partes altas mantienen los mejores estados de calidad en todas las quebradas estudiadas, en cuanto a estos dos parámetros, durante 2020, coincidiendo con que no se presentan viviendas arriba del sitio de muestreo, excepto el La Limona, pero estas se encuentran a no menos de 50 metros de la corriente. Estas partes altas mantienen sus retiros en estados entre “Muy bueno” y “Bueno”, con excepción de la Limona alta 1 que presenta intervenciones, pero abajo del sitio de muestreo.

En casi todas las partes medias y bajas se evidencian serias restricciones y hasta imposibilidades del destino del agua para consumo humano, incluso para consumo animal



y en muchos casos incluso para uso recreativo, asociado por ejemplo a parques lineales, miradores, o simplemente como espacios que garanticen la vida de las especies acuáticas. Es de resaltar que, en contraste con esta realidad, en varios de estos tramos con limitaciones serias por coliformes, existen actividades recreativas, e incluso llega a usarse el agua para consumo animal.

En resumen, La Manguala, hasta unos 50 metros arriba de las bocatomas del Vergel Centro y EPM, muestra un estado de calidad de aguas bueno (no llega a excelente), pero con tendencia a desmejorar, quizá porque aún recibe influencia de algunos predios aguas arriba que no han sido adquiridos, básicamente tres predios, aunque pueden ser más predios si se incluyen algunos en la cuenca de La Zorrita. Esta tardanza en adquirir predios o iniciar PSA realmente competitivos, ha hecho que una fuente que también fue captada por estos acueductos en algunas épocas (La Cañadita), ahora no se use por la calidad regular que presentan sus aguas, ya que recibe algunas descargas legales en la parte alta y media. A partir del sitio donde se ubican las bocatomas citadas, La Manguala inicia un proceso de degradación progresiva al recibir vertimientos directos, aunque aún existen demandas muy importantes por agua en usos agropecuarios y recreativos hacia debajo de las citadas bocatomas. Finalmente, esta quebrada desemboca en la Doña María como la segunda fuente más contaminada del corregimiento (y la más contaminada entre las quebradas monitoreadas en 2020), a pesar de que quizá es la que más aportes realiza a acueductos comunitarios, junto con La Limona, La Despensa y la Doña María.

La Limona por su parte es otra quebrada que aporta servicios muy importantes a acueductos comunitarios, actividades agropecuarias y recreativas. Y si bien sus partes altas se ven beneficiadas con la existencia de las reservas públicas, después de salir de ellas también inicia un proceso de degradación notable, aunque sigue siendo objeto de uso como agua para consumo animal, agrícola e incluso doméstico (jardines, lavado de baños, pisos, etc.). Después de cruzar la cota correspondiente a Corolas, la degradación de la calidad del agua es drástica, y aunque más abajo mejora con la recepción pequeñas tributarias más limpias y por autodepuración, vuelve a perder calidad progresivamente al recibir descargas directas no solo de viviendas aisladas, sino por influencia de urbanizaciones que presentan conexiones erradas entre alcantarillados de aguas lluvias y aguas residuales y ya en su parte baja al recibir las aguas altamente contaminadas de La Jacinta, su condición de calidad termina en “Muy mala” y así desemboca en la Doña María.

Desde años atrás, La Limona, junto con La Manguala, ha sido objeto de estudios para la construcción de parques lineales a lo largo de sus retiros, por lo que urge 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. Le corresponde al municipio de Medellín y al AMVA, gestionar con el municipio de Itagüí para mejorar iniciar restauración de los retiros



de esta microcuenca compartida, en su parte media y baja, así como para ejercer el control, contra vertimientos ilegales.

En el caso de La Zulia en su parte alta muestra una situación de calidad estable que puede mejorarse ostensiblemente. Su parte media mejoró con relación al monitoreo anterior debido a que el foco de contaminación más grave (una marranera en sus retiros), ahora no está. No obstante, a lo largo de su recorrido y hasta la desembocadura mantiene un nivel de calidad regular, incluso después de recibir las aguas de la quebrada el Indio. Esta microcuenca 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, pero además urge que sea incorporada, junto con otras en la vereda La Verde en el programa de adquisición de predios para la conservación del agua, aunque ninguno de sus cuatro acueductos comunitarios, tengan planta de tratamiento de aguas; pero esta situación no es óbice para la gestión, dado que esas aguas crudas son las únicas de que disponen esas comunidades y centros poblados (como el Las Camelias, por ejemplo), lo cual a la luz de la urgencia socioambiental las coloca en una situación prioritaria, ya que no hay opciones de suministro.

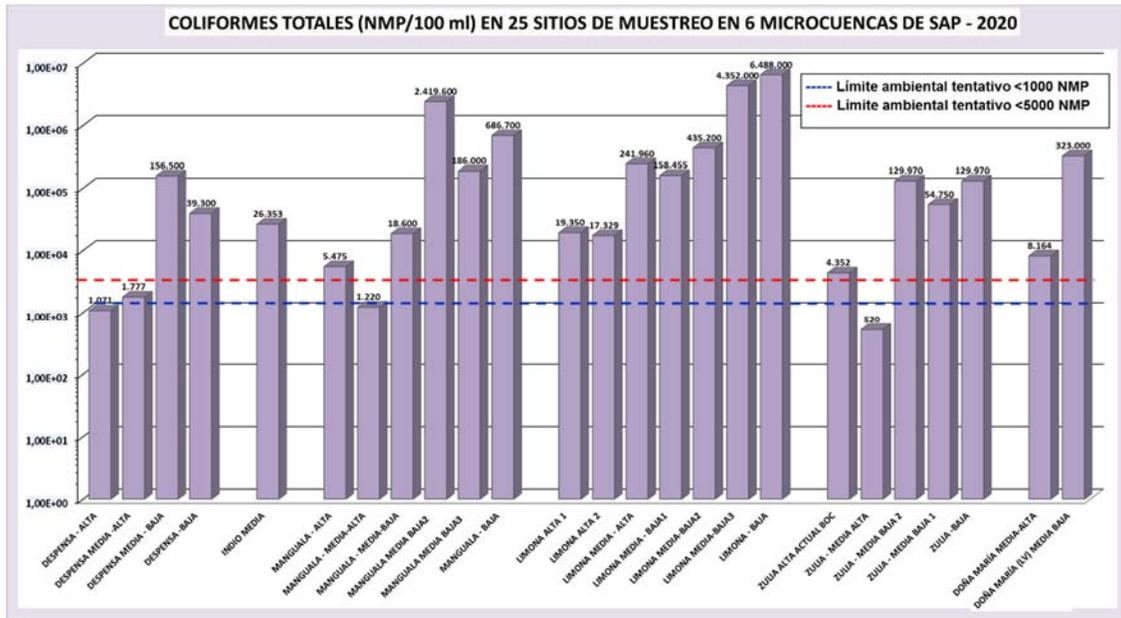


Gráfico 21. Coliformes totales en 6 microcuencas de San Antonio de Prado en 2020  
Fuente: Elaboración propia

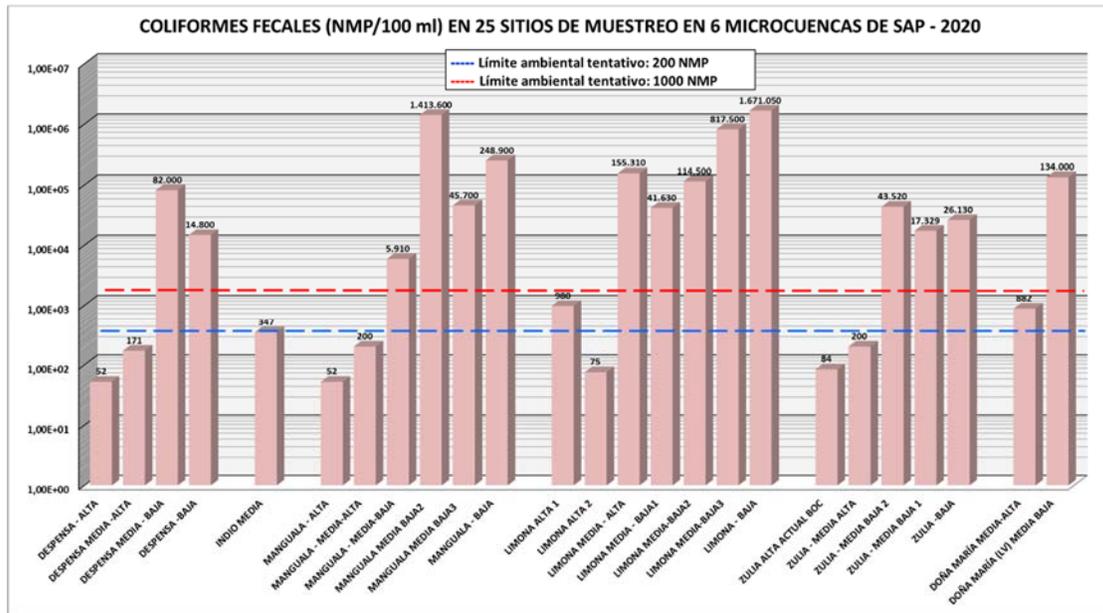


Gráfico 22. Coliformes fecales en 6 microcuencas de San Antonio de Prado en 2020  
Fuente: Elaboración propia

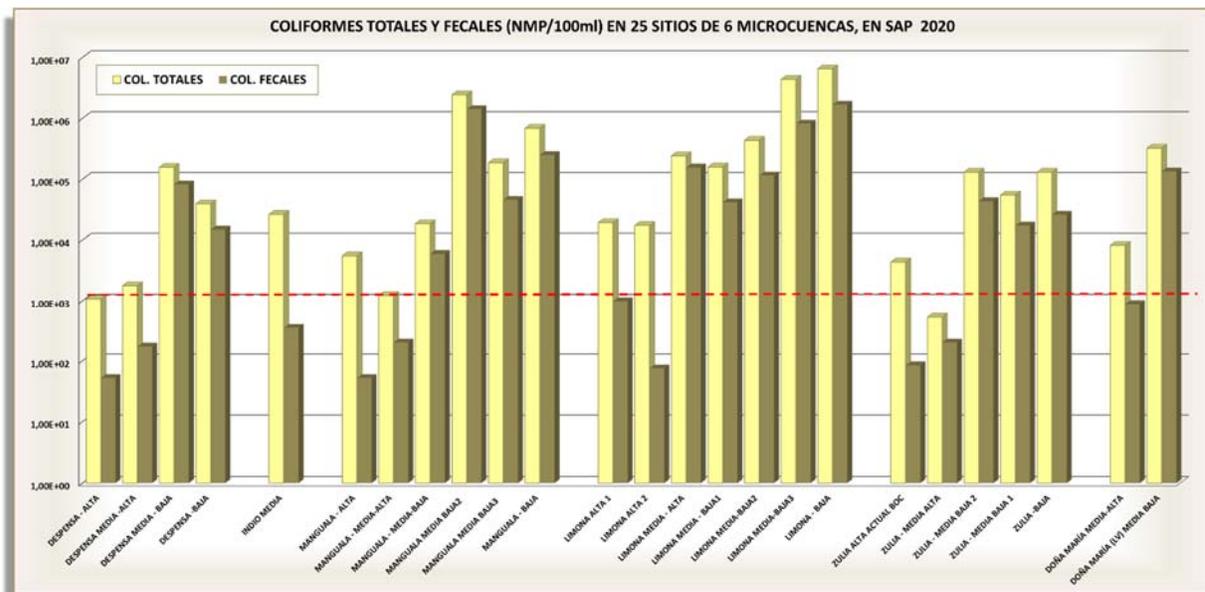


Gráfico 23. Comparativo de Coliformes totales y fecales en 6 microcuencas de San Antonio de Prado en 2020  
Fuente: Elaboración propia



De nuevo en 2020, y siguiendo la tendencia de años anteriores, los coliformes se mantienen como el limitante más importante y generalizado en el corregimiento con respecto al uso del agua (ver la tabla 12, los anexos 5 y 7 y los gráficos 21 y 22).

Los orígenes de la contaminación por excretas no se reducen a descargas de aguas residuales domésticas y en esa medida no basta con construcción de alcantarillados o tanques sépticos, sino que es indispensable tratar el problema de manera integral, incluyendo el control de riego de excretas en potreros con ganadería intensiva en laderas asociados a producción de porcicultura, el control y capacitación sobre el lavado de pjaras, establos, galpones que inmediatamente derraman las aguas del lavado en las corrientes, sin ningún tratamiento, entre otras acciones que exigen el control de la autoridad ambiental y demandan el apoyo al programa de reconversión agrotecnológica, pero además es necesario las estrategias de ciudad para las partes altas: adquisición de predios con destino a la restauración y conservación y el PSA. Desde hace cerca de 10 años se plantea esta solución integral, contemplada en el PAAL, pues se calcula que con esas acciones quedaría solucionado más del 80% de la problemática de contaminación de aguas en el corregimiento, ampliando considerablemente la disponibilidad de agua para otros usos que la demandan aguas abajo (consumo humano, consumo pecuario, uso recreativo, uso ambiental), además de permitir la construcción y uso de nuevos espacios públicos, asociados a retiros de quebradas. Ya en 2013 el monitoreo de aguas de ese año anotaba, con relación a la implementación de esta solución integral que:

*“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 últimas 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 el manejo de excretas provenientes de actividades pecuarias, sin descuidar las demás áreas de intervención en las unidades productivas” (SMAM y Pro Romeral, 2013).*



### ***Comparación histórica de la contaminación por patógenos***

Teniendo en cuenta que el corregimiento es un territorio muy dinámico en cuanto a poblamiento y cambios en los usos de la tierra, y además teniendo en cuenta que todavía son pocos los registros que se tienen, unido a las interrupciones en los monitoreos, aún no es posible definir tendencias y proyecciones definitivas en cuanto a patógenos en las aguas de la localidad, pero los avances en cuanto a metodologías de monitoreo, identificación de causas y sitios críticos que requieren intervención urgente son notables y en los casos en que se han realizado las intervenciones de control o de apoyo a formas productivas alternativas los efectos benéficos se han evidenciado de manera irrefutable.

En los gráficos 24 y 25 puede observarse la variación histórica para coliformes totales y fecales, en las 21 quebradas monitoreadas en San Antonio de Prado, incluyendo las 6 de 2020.

Estos gráficos muestran una mejora progresiva entre 2008 y 2013, explicado por tres factores principales: a. Los monitoreos de aguas y retiros, no sólo crearon conciencia y sensibilización en propietarios, la ciudadanía en general y especialmente en muchos infractores que temieron multas y optaron por corregir total o parcialmente sus impactos; b. Los proyectos implementados con el programa de reconversión agrotecnológica y su difusión entre vecinos, también contribuyó al autocontrol de muchos focos de contaminación asociados a actividades pecuarias o a la réplica de las tecnologías construidas en algunas fincas y en menor grado en descargas de aguas residuales domésticas en la zona urbana; y c. el control institucional emprendido a raíz de los informes de los monitoreos y de las denuncias que la mesa ambiental cursaba, con el soporte que daban los estudios de monitoreo.

Entre 2013 y 2015-2016, hubo interrupción de los monitoreos de aguas, lo que pudo haber contribuido al relajamiento de algunos propietarios que dejaron de ver personas evaluando las aguas y retiros en las inmediaciones de sus casa o instalaciones productivas, lo que hizo revertir en algunos casos (registrados en informes anteriores) los logros con relación al manejo responsable de descargas de aguas residuales, especialmente en la ruralidad, pero a la vez en este lapso se consolidaron algunos focos de invasión de retiros tanto con infraestructura como con viviendas que descargaban directamente a las quebradas sus aguas residuales, básicamente por ausencia de control. Esto se vio reflejado en un empeoramiento de la calidad de agua en varias quebradas.



Alcaldía de Medellín

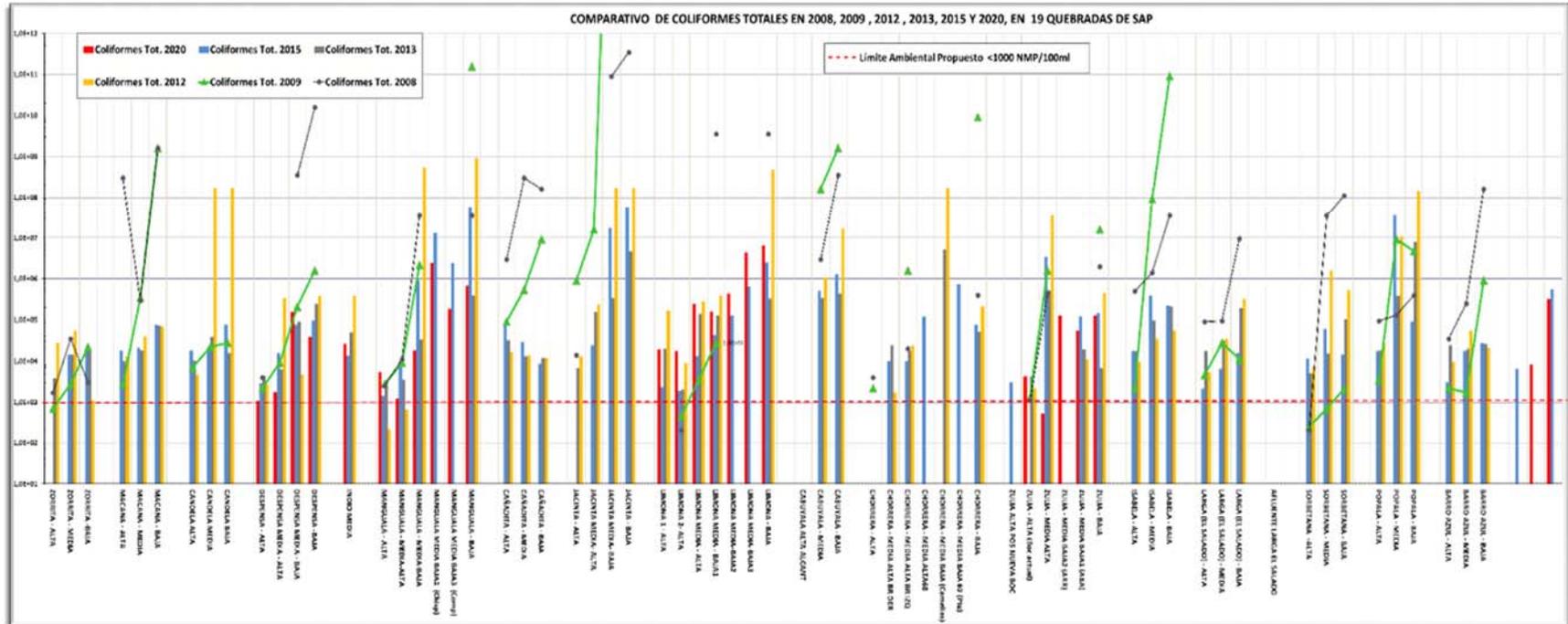


Gráfico 24. Comparativo de Coliformes Totales en 6 microcuencas de SAP, entre 2008 y 2020  
Fuente: Elaboración propia

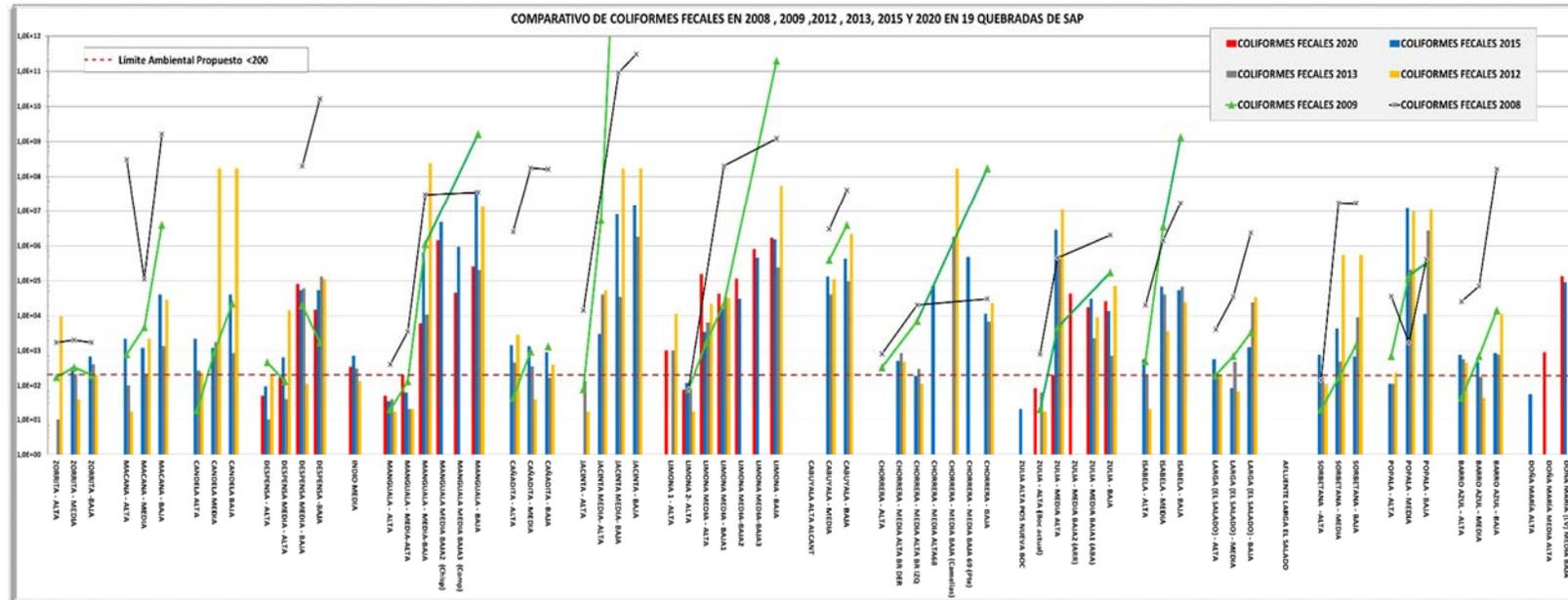


Gráfico 25. Comparativo de Coliformes Fecales en 6 microcuencas de SAP, entre 2008 y 2020  
 Fuente: Elaboración propia



Con los monitoreos de 2015-2016 y uno pequeño en 2017, época en que se consolidaron y ampliaron procesos de construcción de alcantarillados en varios sectores urbanos, volvió a mejorar (relativamente) la calidad del agua en muchas quebradas, tendencia que al parecer se mantiene hasta 2020, por lo menos en cuanto a patógenos. Sin embargo, las partes altas no han mostrado esa tendencia y por eso es urgente acelerar las adquisiciones de predios en cuencas proveedoras de agua o en su defecto el PSA, unido al desarrollo del programa de reconversión agrotecnológica, con buen presupuesto y con el enfoque de sus primeras fases (sin las distorsiones de la última). De hecho, sólo en tres microcuencas se han realizado adquisiciones, de las cerca de microcuencas donde existen acueductos comunitarios (tanto de aguas tratadas como crudas) en San Antonio de Prado, es de aclarar que varios acueductos comunitarios proveen aguas crudas como única opción para el consumo humano en varios sectores.

En el mapa 11 pueden verse las ubicaciones de las bocatomas y las cuencas proveedoras de agua asociadas a los acueductos comunitarios, así como los predios adquiridos para conservación del agua en cumplimiento del artículo 111 de la ley 99 de 1993 y sus decretos reglamentarios. Es evidente la escasez de predios públicos en la actualidad, destinados a la conservación del agua en comparación con las necesidades territoriales y con los recursos económicos que deberían invertirse obligatoriamente en este aspecto (véase tabla 8). El programa de PSA se ha implementado con gran debilidad y de hecho muchos propietarios no quisieron acogerse, debido a los incentivos ridículamente bajos, con el agravante de que los bosques nativos maduros (por ejemplo de más de 70 – 100 años) obtenían un pago de cerca de dos veces y media menos que los rastrojos bajos (por ejemplo de uno o dos años) o los potreros para iniciar restauración, cuando en realidad son los bosques y estados sucesionales maduros los que más ofertan BSA, y otro aspecto que agrava aún más el asunto es que en Medellín el pago máximo por PSA está limitado por el valor catastral del predio. Así, los predios con mayores valores catastrales pueden obtener mayores pagos, aunque presten menos servicios y tengan menos áreas en BSA de calidad, todo lo cual se soporta según el municipio en el decreto municipal 1910 de 2016, vigente (Alcaldía de Medellín, 2016).

En el caso de San Antonio de Prado, no se han realizado adquisiciones nuevas de predios desde hace más de cinco años, mientras tanto las presiones de la renta de la tierra se acrecientan y nuevos espacios que deberían destinarse a conservación van siendo destinados a usos distintos de alta rentabilidad, como parcelaciones o fincas de recreo. El programa de saneamiento básico muestra debilidad y prácticamente se ha suspendido en los últimos tres años. A todo esto, hay que sumar que la implementación de la agenda ambiental local (PAALSAP), 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 cada vez asigna menos al medio ambiente, 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 9 años atrás) a cerca de 300 millones en 2020, 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 o escasamente sobrevivan con recursos de la propia comunidad.

### 2.9.3.4.5. Resumen sobre la variación histórica del contenido de materia orgánica y patógenos

No es posible encontrar una correlación clara entre la cantidad presente de patógenos y la DBO<sub>5</sub> (ver gráficos 26 y 27), excepto en aquellos casos en que los CT sobrepasan los 2.000.000 NMP o los CF sobrepasan los 800.000 NMP, se observa un acrecentamiento drástico de la DBO<sub>5</sub>, en las quebradas estudiadas en 2020, por lo cual no amerita profundizar en esta posible relación. Lo que si queda claro es que los coliformes son factor más determinante de la calidad ambiental del agua en las quebradas del corregimiento y es la mayor limitante en cuanto a salubridad social y ambiental. En cambio, la correlación entre CT y CF es muy fuerte, indicando que la mayor cantidad de coliformes en las aguas de las quebradas estudiadas provienen de descargas de aguas residuales con excretas, ya sean humanas o de actividades pecuarias (gráfico 28).

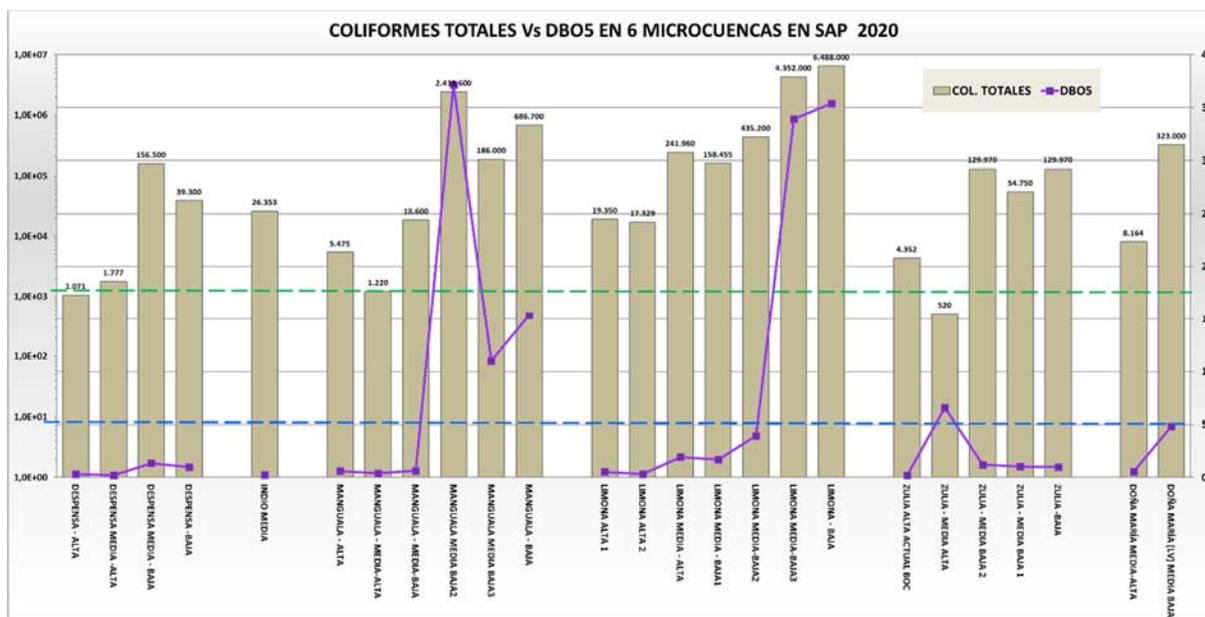


Gráfico 26. Comparativo de coliformes totales y la DBO<sub>5</sub> en 6 microcuencas de SAP, 2020

Fuente: Elaboración propia

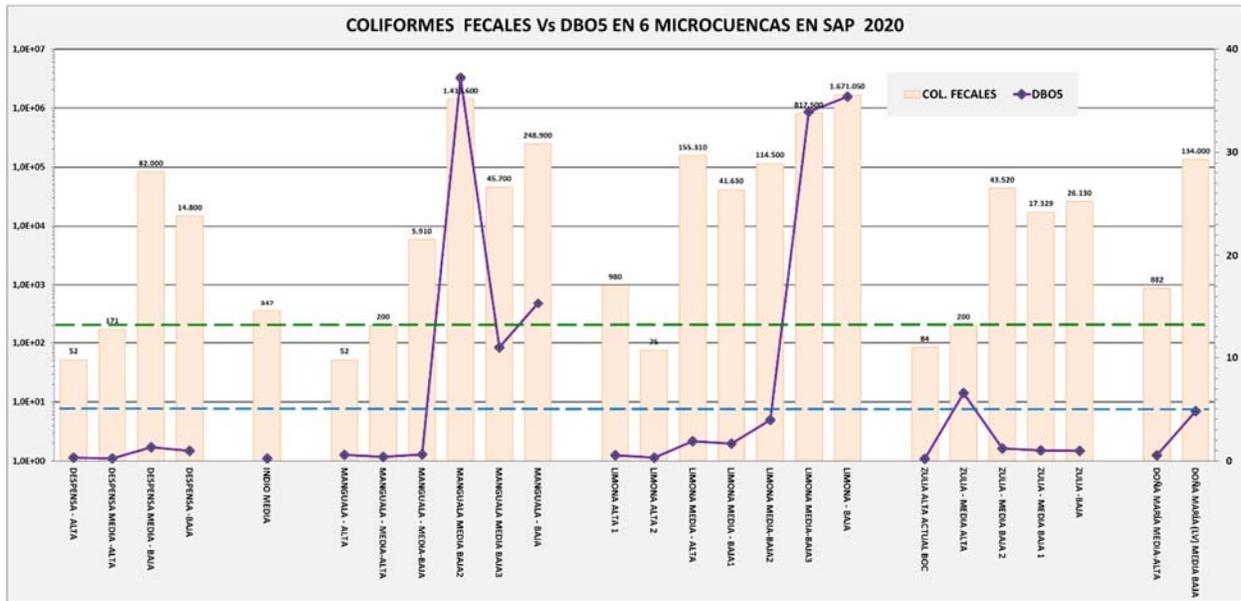


Gráfico 27. Comparativo de coliformes fecales y la DBO<sub>5</sub> en 6 microcuencas de SAP, 2020  
Fuente: Elaboración propia

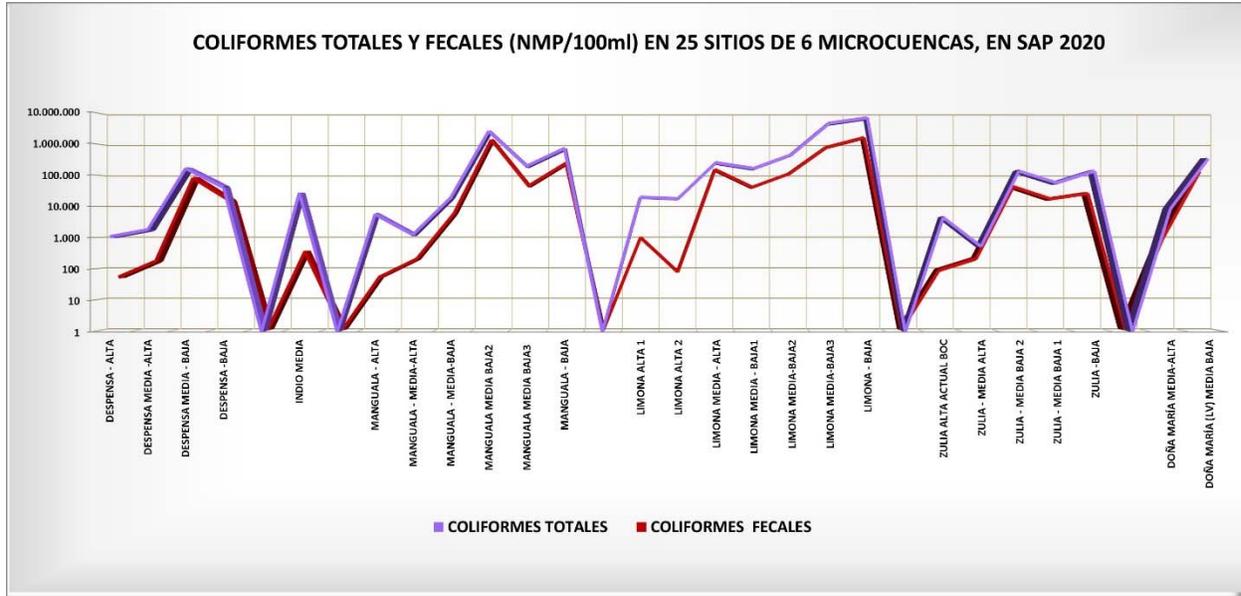


Gráfico 28. Comparativo de coliformes fecales y coliformes totales en 6 microcuencas de SAP, 2020  
Fuente: Elaboración propia

La posible correlación entre la concentración de OD o del porcentaje de saturación de Oxígeno disuelto en el agua con la DBO<sub>5</sub> (ver gráficos 29 y 30), tampoco es evidente, a diferencia de



lo que sucede en otros tipos de cuencas, lo cual se explica por las altas pendientes de las quebradas a lo largo de todo su recorrido, aunado a su elevada rugosidad, por lo que el proceso de reaeración es elevado manteniendo oxigenadas las aguas a pesar de las altas cargas de materia orgánica que pueden contener.

Esta característica es clave comprenderla para saberla gestionar desde los proyectos de intervención que realiza el municipio en las corrientes hídricas, especialmente cuando por solicitudes y presiones de comunidades asentadas cerca de los retiros o sobre ellos, reclaman que la quebrada sea canalizada o incluso entamborada, o en su defecto que se retiren rocas del cauce o se permita la minería de rocas causando un daño irreversible, de muy alto impacto en la corriente y prácticamente dejándola sin oportunidades de mantener vida acuática a nivel de macroinvertebrados o peces, en esencia destruyendo la dinámicas ecológicas y los procesos de autodepuración.

La reaeración puede considerarse una gran oportunidad ambiental en la gestión integral de las microcuencas locales. Ésta facilita intensos procesos de oxidación de la materia orgánica que ingresa a las corrientes de manera permanente, y puede constituirse en el factor clave del mantenimiento de un buen estado ambiental de las corrientes, siempre que no se rebase el nivel de resiliencia, mediante el control de las descargas de materia orgánica.

*“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 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 oxígeno) 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”. (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016b)*

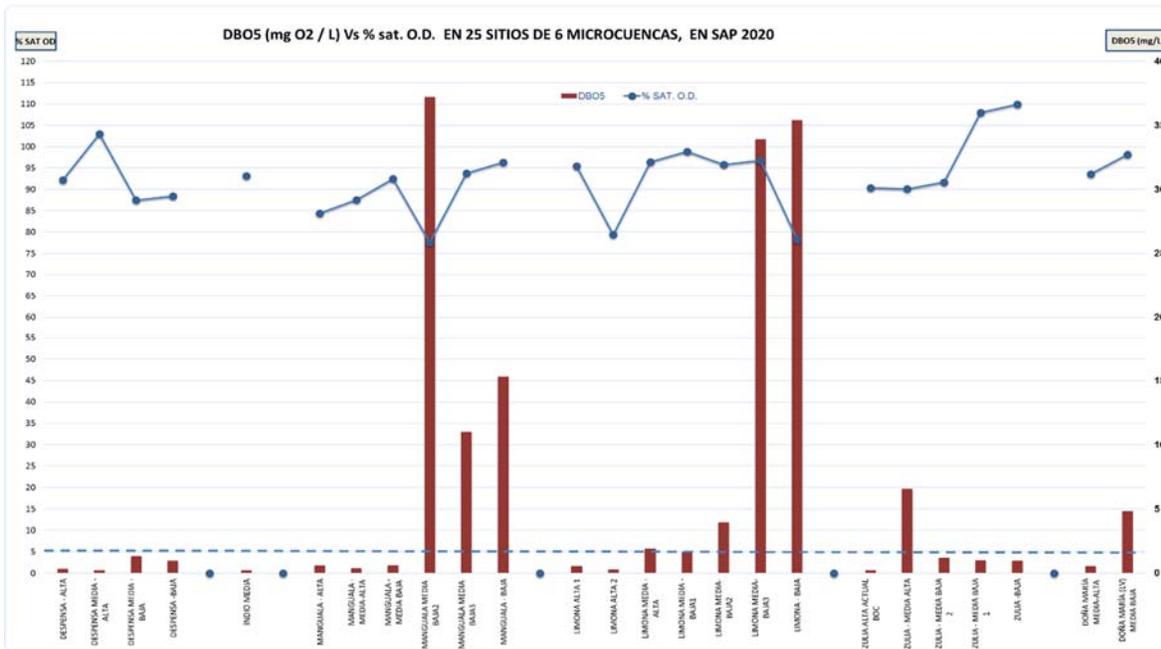


Gráfico 29. Comparativo de % SAT OD y DBO<sub>5</sub> en 6 microcuencas de SAP, 2020  
Fuente: Elaboración propia

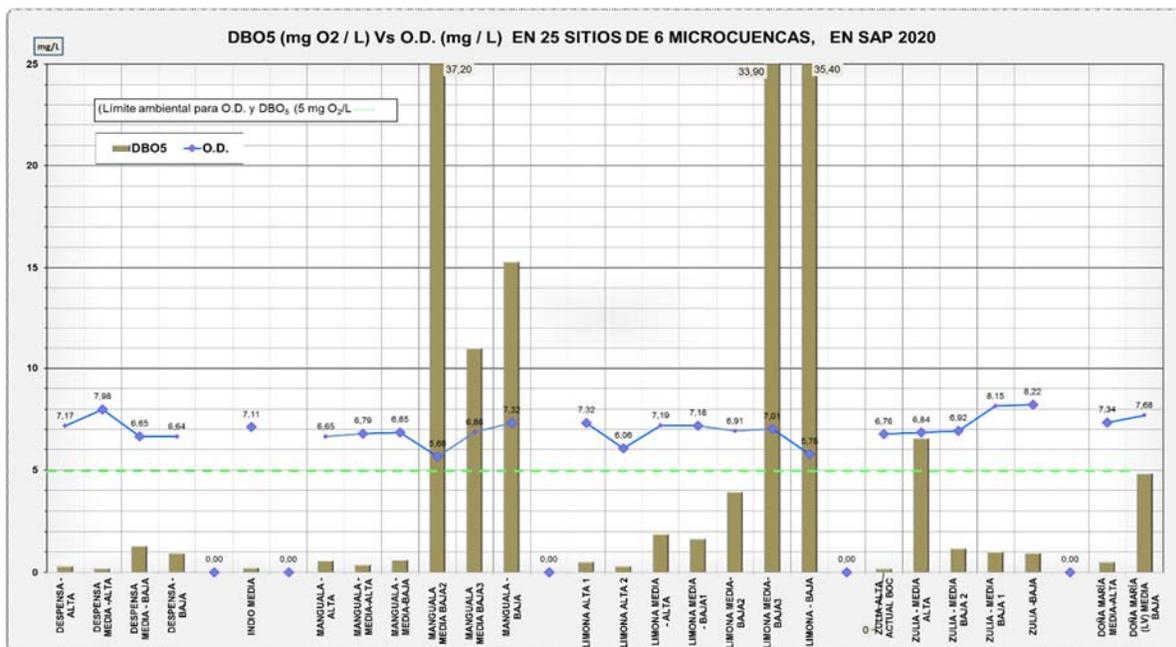


Gráfico 30. Comparativo de OD y DBO<sub>5</sub> en 6 microcuencas de SAP, 2020  
Fuente: Elaboración propia



En síntesis, el ordenamiento y ocupación sostenible del territorio demanda una gestión diferente de las microcuencas del corregimiento, que están asociadas a actividades agropecuarias y a la vez son fuertes proveedoras de servicios ambientales. Las microcuencas que son usadas con mayor intensidad en actividades agropecuarias son las que más están siendo demandadas por servicios como agua, control de erosión, recreación, etc. y a la vez son las más presionadas por usos urbanísticos como parcelaciones, poniendo a competir usos como la conservación y producción de servicios ambientales con otros muy rentables económicamente, pero poco conservacionistas como la ganadería en ladera o parcelaciones recreativas. Esta situación pone en gran riesgo a la parte central, densamente poblada y altamente demandante de servicios como el agua, la recreación, la prevención de desastres (p.e., movimientos en masa que llegan hasta zonas urbanizadas o con infraestructura), etc.

El PAAL 2007-2019 tiene contemplados varios proyectos y programas que buscan al manejo integral de las microcuencas como: 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*”, entre otros. Para los cuales establece estrategias de evaluación de impactos mediante los monitoreos ambientales en aguas, suelos, biodiversidad, bosques, que irán mostrando la efectividad de los proyectos implementados.

#### **2.9.3.4.6. Oxígeno Disuelto (OD) y porcentaje de saturación de OD (%sat OD)**

El Oxígeno Disuelto (O.D.) es considerado como uno de los más importantes en cuanto a la determinación de la calidad ambiental del agua, clave en todos los procesos bióticos de los ecosistemas y muy sensible frente a cambios de otros parámetros considerados muy contaminantes como los relacionados con la materia orgánica. Su importancia como indicador de la calidad ambiental del agua, en ocasiones se exagera hasta el punto de que algunos instituciones u organismos llegan a considerarlo por sí sólo como suficiente para determinar la calidad de un cuerpo de agua, lo cual es evidentemente un error. El O.D. Se relaciona con las dinámicas de auto purificación de las quebradas (en especial cuando reciben cargas orgánicas) y con la capacidad de soportar vida. Este parámetro, en conjunto con otros parámetros, es clave en la determinación de calidad ambiental del agua.

El informe de monitoreo de 2015-2016 (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016b), realizó una amplia descripción sobre este parámetro, por lo cual se invita



al lector a consultarlo, para recabar en la información tanto general como específica a las microcuencas de San Antonio de Prado.

El decreto 1594 de 1984 se determina como nivel mínimo aceptable en los cuerpos de agua fríos como ríos y quebradas, 5 mg de  $O_2/L$ . En diferentes ecosistemas del mundo, los valores de OD pueden variar entre 0 y 15 mg de  $O_2/L$  dependiendo de si se trata de aguas lóxicas 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 San Antonio de Prado durante las diferentes campañas de monitoreo se han medido valores de OD en algunos sitios hasta de 9 mg  $O_2/L$ , e incluso un poco más. Desde hace más de una década muchos países del mundo (especialmente en Norteamérica y Europa) han determinado elevar el nivel de OD a por lo menos 6 mg  $O_2/L$  e incluso algunos países europeos y estados de EEUU, lo determinan por encima de 7 mg  $O_2/L$  (Uribe García C. M., 2019). En el caso del OALSAP se recomienda que el nivel de 5 mg  $O_2/L$  sea elevado a 6 mg  $O_2/L$ , pues la experiencia y recopilación de datos durante más de 12 años en las diferentes microcuencas, evidencian esta necesidad.

Existe una relación directa entre la cantidad de OD en un cuerpo de agua y su capacidad para soportar vida, incrementar la biodiversidad y para procesar nutrientes y particularmente la degradación de la materia orgánica.

La cantidad de OD aumenta o disminuye en el agua según varíen condiciones en la misma como la cantidad de materia orgánica en proceso de descomposición (mientras más materia orgánica, menos concentración de OD), los niveles de entrada de oxígeno al sistema acuático (generalmente entre mayor es la pendiente y la rugosidad, aumenta el ingreso de aire a las corrientes y con ello el oxígeno, por causa de la cascadas), temperatura del agua (con menor temperatura, aumenta el OD), la cantidad y tipo de descomponedores presentes (algunos microorganismos son más intensos que otros y demandan más oxígeno en sus procesos de respiración, por lo cual baja más la concentración de OD), presencia de sustancias inhibitoras o catalizadoras de los procesos de descomposición biológica (algunas sustancias químicas inhiben la presencia o el metabolismo de algunos microorganismos descomponedores, por lo cual el OD puede ser más alto de lo normal en las mediciones), etc.

En 2020, en las 6 microcuencas evaluadas, pudo medirse un nivel en este indicador. De hecho, todos los sitios muestreados, mostraron niveles superiores a la norma, a pesar de que algunos estaban altamente contaminados, al punto de ser letales para la vida de casi todos los macroinvertebrados y de peces. En el gráfico 31, pueden observarse los datos para las 6 microcuencas muestreadas en 2020.

En 2019, una investigación ajustó la curva funcional para el OD, en cuencas rurales de montaña, basado en un estudio durante varios años, en 20 microcuencas de San Antonio



de Prado e información complementaria de más de 100 fuentes a nivel mundial con datos de zonas tropicales y subtropicales, así como de investigaciones de laboratorio para este parámetro en relación con su influencia sobre bioindicadores (Uribe García C. M., 2019). Esta curva y su ecuación respectiva es la que se asume en este monitoreo y se adopta por parte del OALSAP, en monitoreos futuros (ver gráfico 32).

Esta curva funcional de calidad puede verse con detalle en el anexo 6, donde puede apreciarse no sólo la curva, sino además la tabla Excel correspondiente a todos los valores de calidad (Qi) que puede tomar esta variable, de acuerdo con los datos reportados por el laboratorio o medidos por el instrumento en campo.

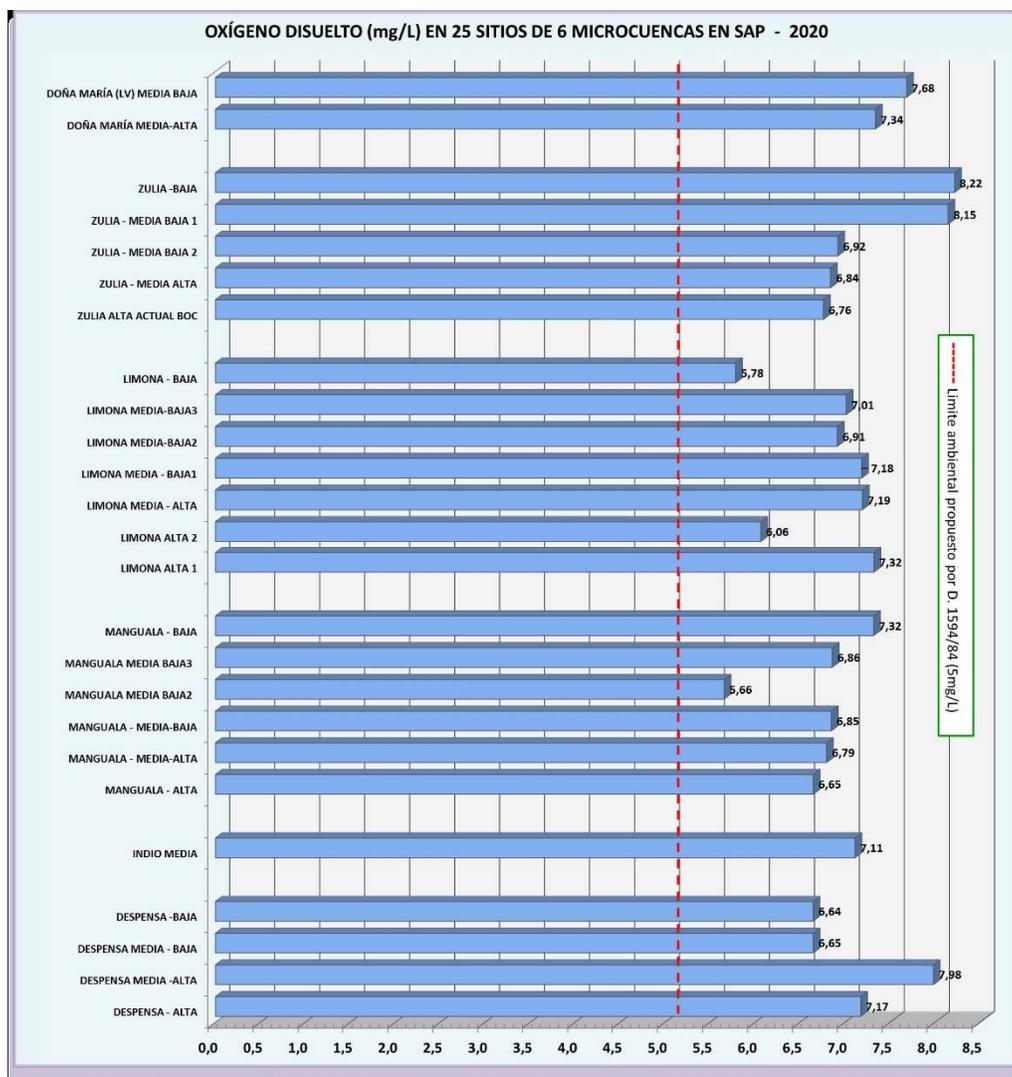


Gráfico 31. Oxígeno disuelto en 6 microcuencas de SAP, 2020

Fuente: Elaboración propia

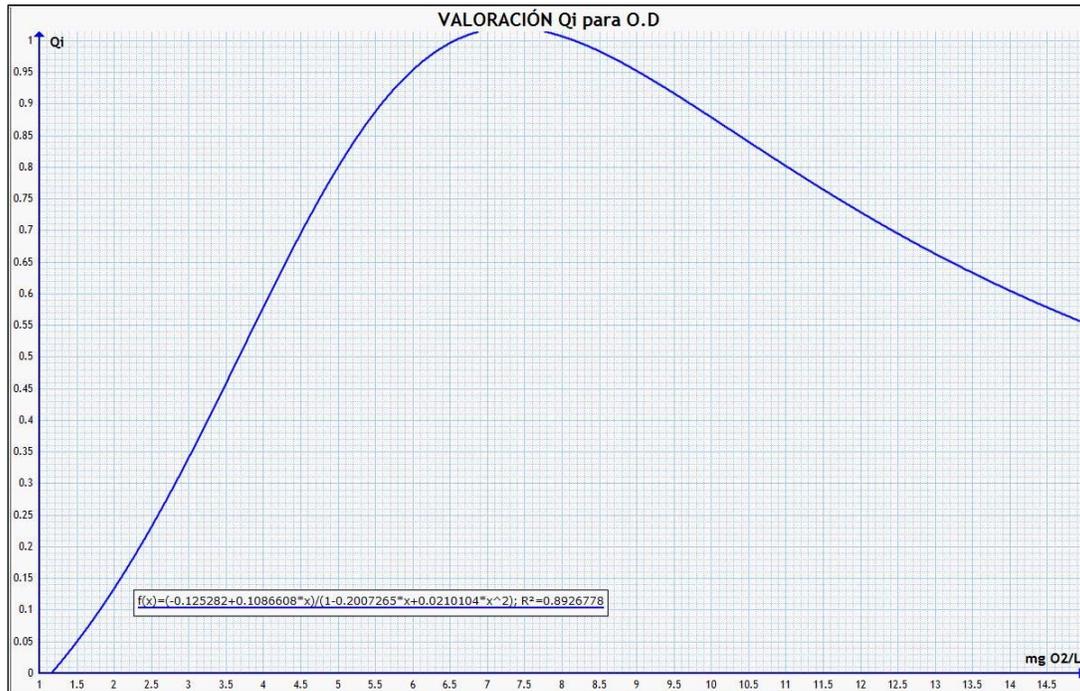


Gráfico 32. Curva funcional para Oxígeno disuelto  
Fuente: Tomado de Uribe, 2019

Para muchos autores el oxígeno disuelto es mejor medirlo con base en la saturación que alcanza en el agua, dado que los seres que necesitan el oxígeno dependen de cuan saturado o no este el agua en un momento determinado. Para la medición de la saturación es necesario hacer una corrección de la medida del OD en función de la temperatura del agua, aunque la mayoría de instrumentos en la actualidad, realizan esta corrección automáticamente.

En los monitoreos realizados en San Antonio de Prado, se adoptó como nivel óptimo un rango entre 80% y 120% de saturación, sin embargo, la investigación realizada por Uribe, 2019, logró construir curvas funcionales asociadas a este parámetro y en esa medida se adoptan para el presente monitoreo e igualmente por el OALSAP (gráfico 33).

Esta curva funcional de calidad para la saturación de oxígeno, puede verse con detalle en el anexo 6, donde puede apreciarse no sólo la curva, sino además la tabla Excel correspondiente a todos los valores de calidad (Qi) que puede tomar esta variable, de acuerdo con los datos reportados por el laboratorio o medidos por el instrumento en campo.

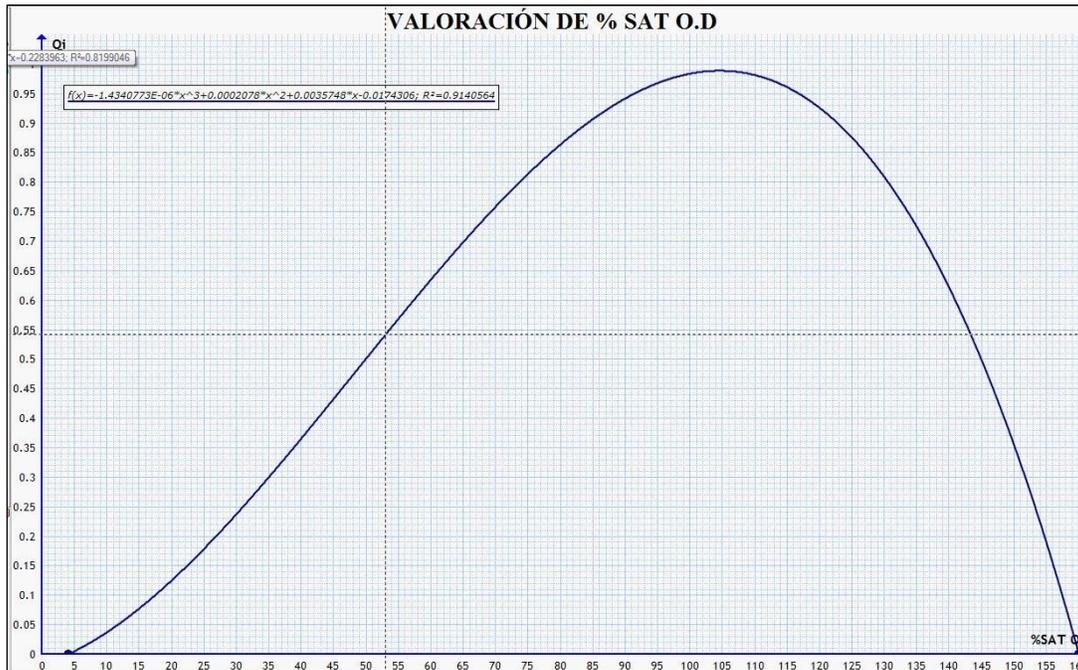


Gráfico 33. Curva funcional para saturación de oxígeno disuelto  
Fuente: Tomado de Uribe, 2019

Si se considera el rango óptimo para % de saturación de oxígeno (entre 80% y 120%), se evidencia que sólo tres sitios no cumplen con el criterio, pero bajo el rango anterior de entre 90% y 110%, el incumplimiento, se eleva a siete sitios (véase gráfico 34). De todas maneras, la gran mayoría de sitios cumplen con el criterio, a pesar de que muchos sitios (18), muestran calidades de agua entre regulares y muy mala. Esto corrobora que el oxígeno disuelto, siendo un factor de gran importancia, no es suficiente para caracterizar la calidad del agua y requiere complementarse con otros parámetros.

La elevada concentración de OD en las quebradas del corregimiento, algunas veces incluso a pesar de su alta carga orgánica, muestra de nuevo la alta capacidad que tienen para integrar oxígeno de la atmósfera al cuerpo de agua gracias a sus elevadas rugosidades y pendientes. Además, corrobora que el O.D. y su saturación en el agua son sólo otro indicador más dentro de un complejo de factores fisicoquímicos, tal como ha sido contemplado en la ecuación de ICASAP y actualmente en la ecuación  $ICA_{CRM}$  que se adopta a partir de 2020.

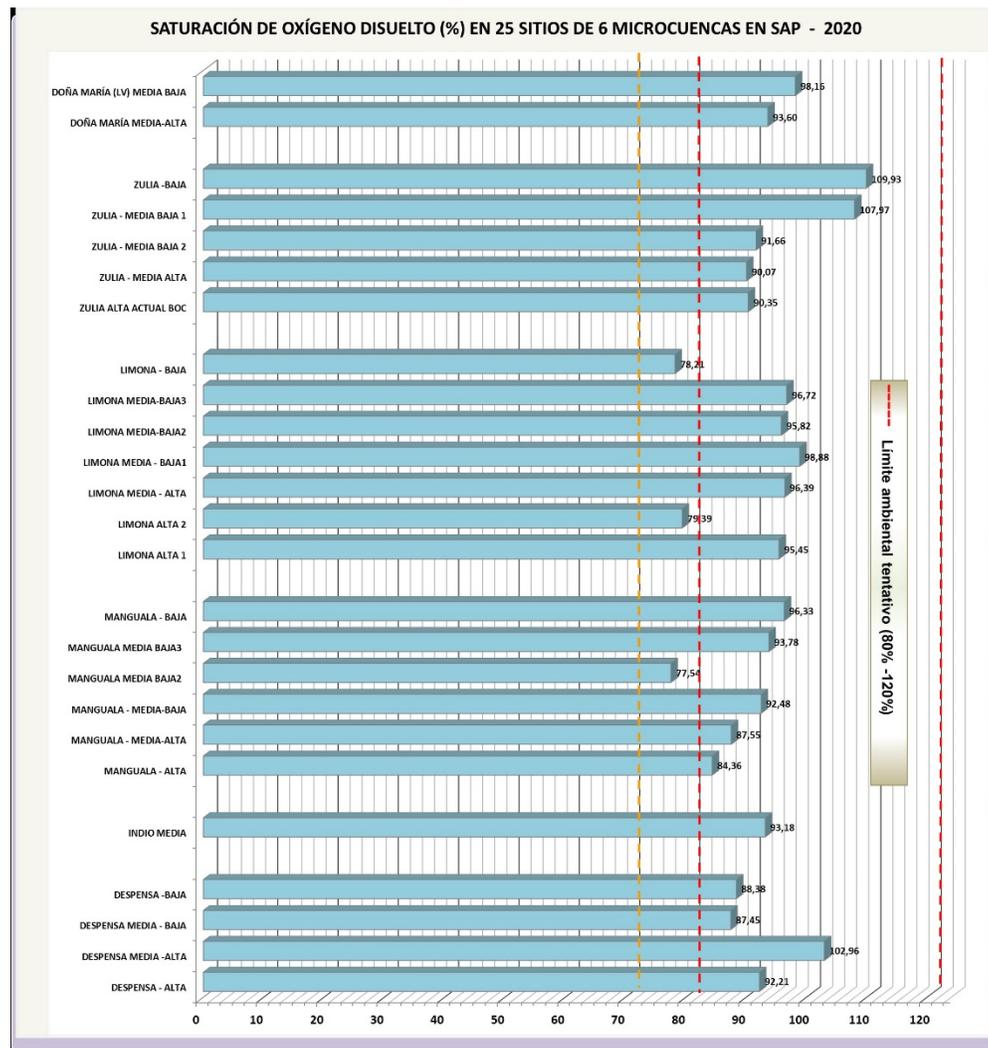


Gráfico 34. Porcentaje de Saturación de OD en 6 microcuencas de SAP, 2020  
Fuente: Elaboración propia

### Comparación histórica de la concentración de OD (2008 - 2020)

Para 2020 no es posible realizar una comparación histórica completa debido a que sólo se monitorearon 6 de las 21 microcuencas tradicionales; no obstante, en el último monitoreo uno de los sitios presentó incumplimiento para OD con relación a la norma (Manguala media, a la altura de El Chispero) a diferencia de 2020. Esto puede explicarse porque en los últimos 5 años fueron construidas algunas redes de alcantarillados paralelas al cauce de La Manguala en la parte Media alta, impactando tramos claves de antiguas descargas provenientes de los barrios María Auxiliadora, Las Coles, Palo Blanco, Los Salinas. Esto ocasionó una mejora parcial de la calidad del agua, y aunque aún se mantiene algunas descargas y otras nuevas han aparecido (por construcción de nuevas viviendas ilegales en



retiros), el balance neto es hacia la mejora progresiva. De lograrse la conexión total de todas las descargas directas que aun vierten en La Manguala desde la parte media alta (en La Florida) hasta este sector medio, antes de Compartir, el beneficio ambiental y social será drástico no sólo para toda la quebrada, sino que permitirá lograr un manejo y apropiación de los retiros, así como el usufructo socioambiental, cultural, educativo e incluso para la investigación.

Al ser La maguala la fuente que aporta probablemente mayores cargas contaminantes a la Doña María, su descontaminación incidirá de manera notable en la calidad del agua en La Doña María y por consiguiente en el río Aburrá, contribuyendo con los logros propuestos por los objetivos de calidad del río Aburrá, estipulados por la autoridad ambiental metropolitana, e igualmente contribuirá a alcanzar el compromiso de ciudad de descontaminar y regresar la vida al río Aburrá lo más pronto posible, por lo que las labores e inversiones para lograrlo deberían contar con el apoyo de la autoridad ambiental, además de las obligadas del municipio y las corresponsables de parte de las empresas y organizaciones comunitarias locales.

En la tabla 16 y en el gráfico 35 puede apreciarse la variación en los valores de OD, y en la saturación de OD en las microcuencas evaluadas desde 2008 hasta 2020. Debido a que los monitoreos no han sido continuos durante todos los años, por problemas de presupuesto, existen algunos vacíos.



Tabla 15. Variación histórica del OD y temperatura en 19 microcuencas en SAP 2008-2020

UBICACIÓN	% saturación OD 2020	% saturación OD 2015	% saturación OD 2013	Oxígeno disuelto (mg/L) 2020	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 (°C) 2020	Temp. del agua (°C) 2015	Temp. del agua (°C) 2013	Temp. del agua (°C) 2012	Temp. del agua (°C) 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	92,21	94,01	97,06	7,17	7,32	7,55	6,66	7,27	6,9	14,8	14,4	13,0	16,0	11,5
DESPENSA MEDIA - ALTA	102,96	97,31	98,51	7,98	7,41	7,43	6,77			15,5	16,2	16,0	17,0	
DESPENSA MEDIA - BAJA	87,45	97,87	90,64	6,65	7,46	6,76	6,62	3,53	5	17,1	17,1	16,2	18,0	19
DESPENSA -BAJA	88,38	102,04	80,46	6,64	7,45	5,95	6,5	5,71	5,6	18,4	19,9	18,0	18,0	19
INDIO MEDIA	93,18	99,95	103,76	7,11	7,56	7,86	6,58			17,8	18,2	16,0	18,0	

ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL LOCAL – PAAL DE LA COMUNA 80, CORREGIMIENTO DE SAN ANTONIO DE PRADO, DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN



Alcaldía de Medellín

UBICACIÓN	% saturación OD 2020	% saturación OD 2015	% saturación OD 2013	Oxígeno disuelto (mg/L) 2020	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 (°C) 2020	Temp. del agua (°C) 2015	Temp. del agua (°C) 2013	Temp. del agua (°C) 2012	Temp. del agua (°C) 2009
MANGUALA - ALTA	84,36	99,32	96,55	6,65	7,78	7,66	6,53	4,61	7	14,0	14,2	11,0	14,0	10
MANGUALA MEDIA-ALTA	87,55	99,60	101,98	6,79	7,65	7,72	7,04	6,41	6,6	15,7	16,1	16,0	17,0	17
MANGUALA MEDIA BAJA1	92,48	83,09	96,56	6,85	6,35	7,02	6,34	6,11	6	18,5	16,8	18,0	19,0	17
MANGUALA MEDIA BAJA2 (CHISPERO)	77,54	49,57	66,59	5,66	3,64	4,92				19,6	19,1	19,2		
MANGUALA MEDIA BAJA3 (COMPARTIR)	93,78	74,60		6,86	5,48					20,2	19,9			
MANGUALA - BAJA	96,33	99,24	103,80	7,32	7,33	7,80	5,73	5,28	5,4	19,0	20,2	17,0	21,0	21
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	95,45	99,40	87,71	7,32	7,68	6,59	6,1			15,9	15,6	15,0	19,0	
LIMONA 2 - ALTA	79,39	82,68	78,45	6,06	6,30	5,98	5,83	5,93	6,8	16,3	16,2	15,0	16,0	14

ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL LOCAL – PAAL DE LA COMUNA 80, CORREGIMIENTO DE SAN ANTONIO DE PRADO, DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN



Alcaldía de Medellín

UBICACIÓN	% saturación OD 2020	% saturación OD 2015	% saturación OD 2013	Oxígeno disuelto (mg/L) 2020	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 (°C) 2020	Temp. del agua (°C) 2015	Temp. del agua (°C) 2013	Temp. del agua (°C) 2012	Temp. del agua (°C) 2009
LIMONA MEDIA - ALTA	96,39	114,89	123,47	7,19	8,63	9,20	6,33			18,3	18,2	17,0	17,0	
LIMONA MEDIA-BAJA1 (Pte)	98,88	115,49	120,87	7,18	8,68	8,87	6,64	7,46	5,5	20,5	18,8	19,0	19,0	18
LIMONA MEDIA-BAJA2 (arr)	95,82	108,01	102,91	6,91	8,28	8,00				21,4	18,6	17,9		
LIMONA MEDIA-BAJA3 (aba)	96,72	92,45	101,21	7,01	6,99	7,68				21,1	19,3	19,2		
LIMONA - BAJA	78,21	96,62	115,95	5,78	7,43	8,41	5,34	4,38	5,6	20,3	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
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		

ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL LOCAL – PAAL DE LA COMUNA 80, CORREGIMIENTO DE SAN ANTONIO DE PRADO, DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN



Alcaldía de Medellín

UBICACIÓN	% saturación OD 2020	% saturación OD 2015	% saturación OD 2013	Oxígeno disuelto (mg/L) 2020	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 (°C) 2020	Temp. del agua (°C) 2015	Temp. del agua (°C) 2013	Temp. del agua (°C) 2012	Temp. del agua (°C) 2009
ZULIA – ALTA (Boc)	90,35	95,64	90,54	6,76	7,08	6,83	6,46	6,51	4,1	17,4	18,4	14,0	18,0	16,5
ZULIA – MEDIA ALTA	90,07	87,46	85,12	6,84	6,45	6,37	5,05	6,08	6	17,8	19,4	17,0	18,5	18
ZULIA – MEDIA BAJA2 (arr)	91,66			6,92						18,3				
ZULIA – MEDIA BAJA1 (abaj)	107,97	102,13	103,02	8,15	7,65	7,76	6,6			18,4	18,9	16,5	20,0	
ZULIA BAJA	109,93	99,24	95,00	8,22	7,46	7,08	5,78	6,39	5,5	19,2	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		
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

ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL LOCAL – PAAL DE LA COMUNA 80, CORREGIMIENTO DE SAN ANTONIO DE PRADO, DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN



Alcaldía de Medellín

UBICACIÓN	% saturación OD 2020	% saturación OD 2015	% saturación OD 2013	Oxígeno disuelto (mg/L) 2020	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 (°C) 2020	Temp. del agua (°C) 2015	Temp. del agua (°C) 2013	Temp. del agua (°C) 2012	Temp. del agua (°C) 2009
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 (Pte Rial)	93,60			7,34						15,9				
DOÑA MARÍA (LAS PLAYAS)			86,66			6,25						20,4		
DOÑA MARÍA - MEDIA BAJA (LA VERDE)	98,16	85,65		7,68	5,83					17,3	24,2			

Incumple norma (D.

Fuente: Elaboración propia, Basado en (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016b)

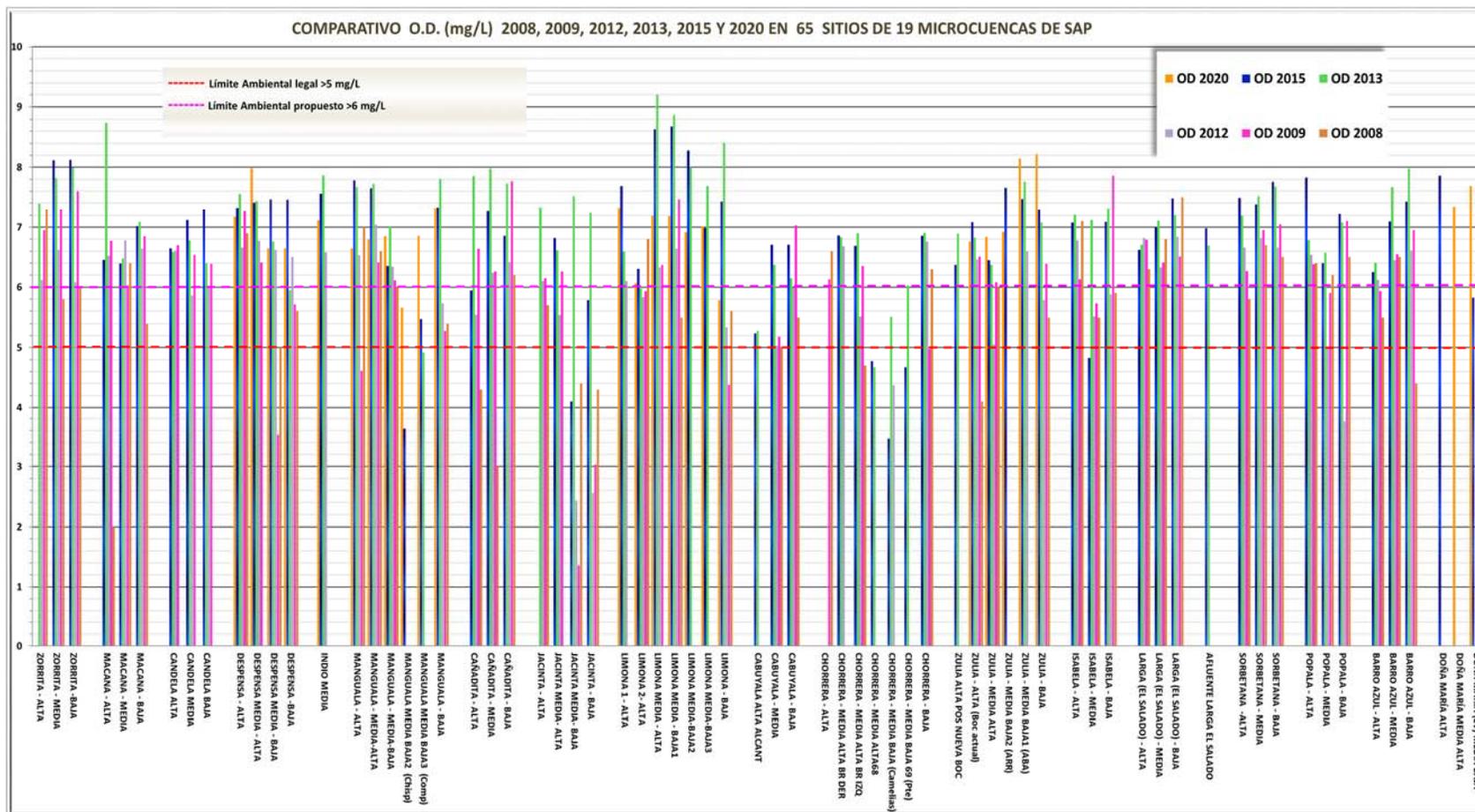


Gráfico 35. Comparativo de Oxígeno Disuelto en 19 microcuencas de SAP, 2008, 2009, 2012, 2013, 2015 y 2020  
 Fuente: Elaboración propia



#### **2.9.3.4.7. Sólidos y conductividad eléctrica en las corrientes de las quebradas evaluadas**

En 2020, 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 el informe de 2015-2016 (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016b), se hace una amplia descripción sobre estos parámetros, por lo cual se invita al lector a consultarlo, para extender en la información tanto general como específica a las microcuencas de San Antonio de Prado.

Los SST son definidos 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).*

Por su parte, los sólidos disueltos totales (SDT) equivalen a la cantidad total de sólidos disueltos en el agua, básicamente definidos por las sales minerales disueltas que generan potencial iónico detectable por el instrumento en campo o en laboratorio, que para el caso de este monitoreo fueron realizadas con el instrumento HI9828, que cumple los estándares internacionales más estrictos, y para el caso se utiliza la conductividad eléctrica (CE) del agua como una medida de los SDT. La CE refleja la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica y por lo tanto ese nivel de corriente está relacionado con la cantidad de sales disueltas (iones) o su concentración en el agua, en un momento dado. Asu vez la CE es influida por la temperatura del agua, pero normalmente los instrumentos modernos realizan automáticamente la corrección, y en el caso del instrumento usado en este monitoreo se garantiza una precisión para CE de  $\pm 1\%$  de lectura o  $\pm 1 \mu\text{S/cm}$  el que sea mayor. Y con relación a los SDT se garantiza una precisión de  $\pm 1\%$  de lectura o  $\pm 1 \text{ mg/l}$ .

Para SDT 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. Debido a la estrecha relación entre SDT y CE, no han sido construidas curvas funcionales para SDT, pero si para CE en los monitoreos del OAL. En 2019 una investigación creó y ajustó curvas funcionales de calidad para cuencas rurales de montaña, basada en datos históricos del OALSAP y otros muchos en el mundo. Estas curvas resultaron mejores



que las tradicionales del OAL, por lo cual se adoptaron en 2020 en los monitoreos de aguas de San Antonio de Prado.

La curva funcional de calidad para CE y su respectiva ecuación, puede verse en el gráfico 36. Para las microcuencas de San Antonio de Prado, se propone un nivel de calidad óptimo que no rebase los 70  $\mu\text{S/cm}$ , que corresponden al 90% del mejor valor de calidad.

Esta curva funcional de calidad puede verse con detalle en el anexo 6, donde puede apreciarse no sólo la curva, sino además la tabla Excel correspondiente a todos los valores de calidad ( $Q_i$ ) que puede tomar esta variable, de acuerdo con los datos reportados por el laboratorio o medidos por el instrumento en campo.

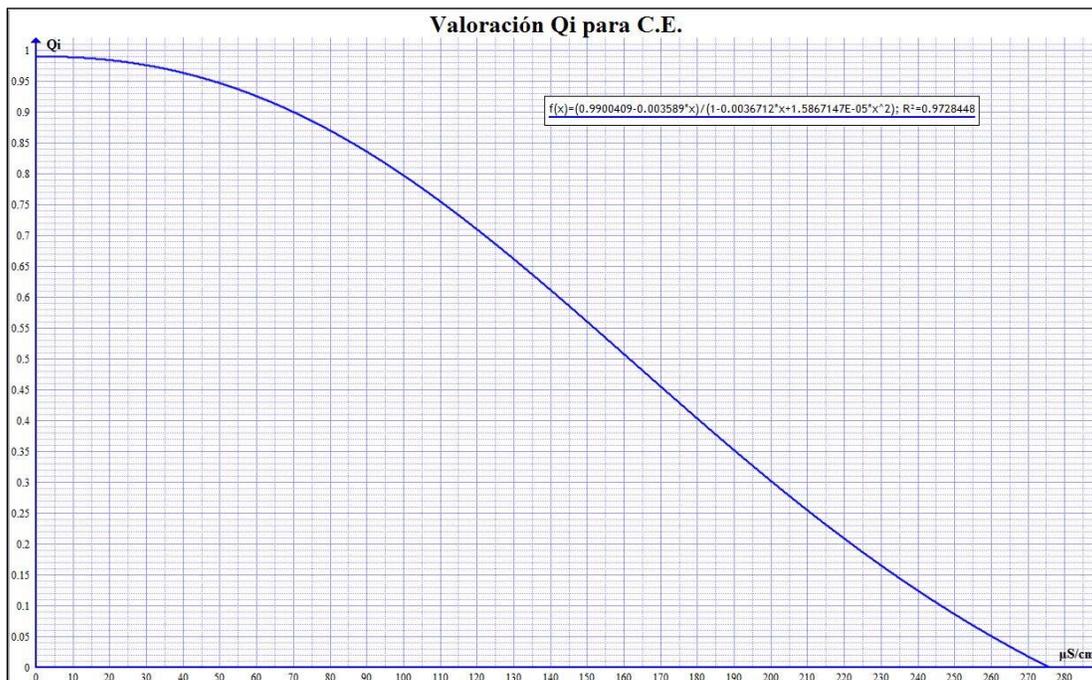


Gráfico 36. Curva funcional para CE  
Fuente: Tomado de Uribe, 2019

En 2020, se sigue la tendencia lógica de años anteriores, sobre los mayores valores presentes de SDT en las partes media-baja y baja de las quebradas, en particular de aquellas con influencia urbana que reciben descargas directas de aguas residuales domésticas, situación que se asocia con jabones y detergentes que suelen contener sustancias iónicas, pero además se desconoce, en el caso de La Manguala y La Limona si algunas descargas industriales ilegales, también están influyendo. La Manguala, La Limona y La Zulia, incluso la Doña María, muestran esta tendencia. En el caso de La Despensa, se presenta una



disminución en la parte baja con relación a la parte media-baja, probablemente por la desembocadura de afluentes de aguas más limpias en el tramo de la parte baja.

Con relación a la CE y tomando como criterio el nivel de 50  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (objetivo de calidad de AMVA), puede observarse que en 2020 ningún sitio cumplió con este criterio, ni siquiera las aguas de calidad “Excelente”, lo cual corrobora la apreciación del monitoreo anterior, que proponía modificar este dato, pues no sólo no concuerda con criterios ambientales internacionales, sino que incluso aguas corrientes de muy buena calidad no lo tienen en condiciones naturales en nuestras montañas. Si consideramos el nivel de 70  $\mu\text{S}/\text{cm}$  u 80  $\mu\text{S}/\text{cm}$  propuesto por el OALSAP (correspondiente a un 85% - 90% de la calidad óptima), cuatro sitios cumplen con el criterio.

En los gráficos 37 y 38 puede apreciarse el comportamiento de estas variables en las seis microcuencas monitoreadas en 2020.

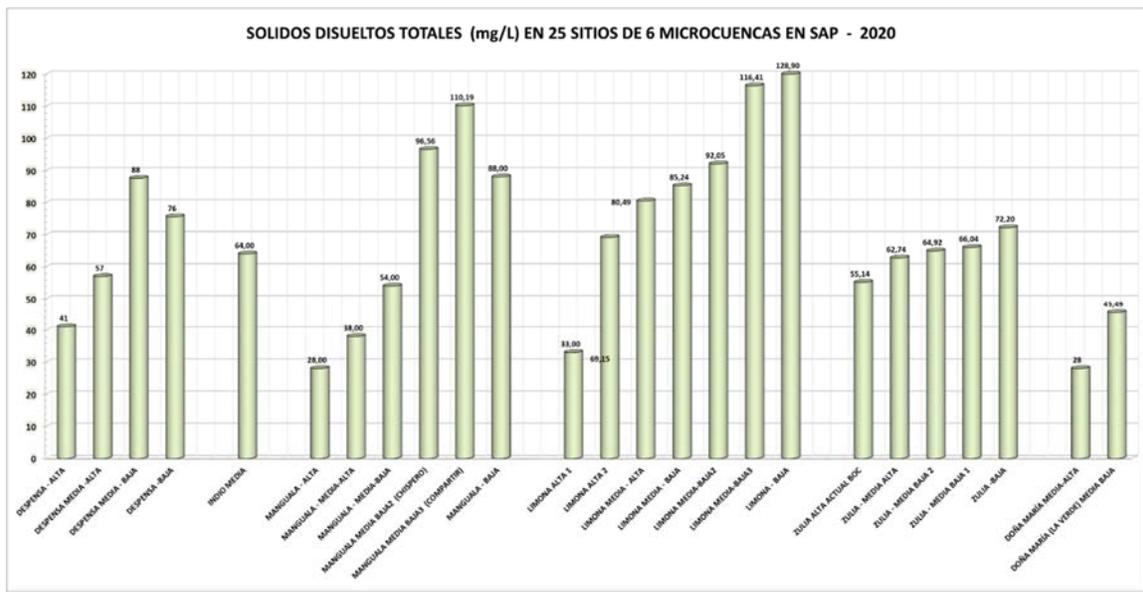


Gráfico 37. Sólidos disueltos en 6 microcuencas de SAP, 2020  
Fuente: Elaboración propia

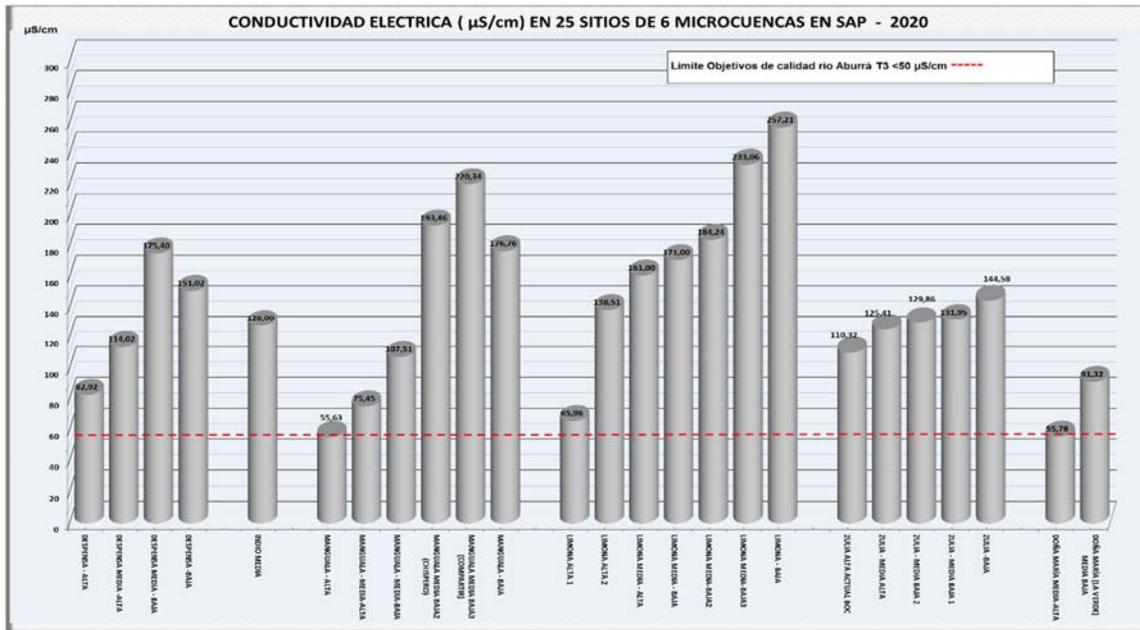


Gráfico 38. Conductividad eléctrica en 6 microcuencas de SAP, 2020  
Fuente: Elaboración propia

Los sólidos suspendidos totales (SST), constituyen un parámetro de gran importancia ambiental, aunque muchas veces es tratado sin el rigor debido, en especial por las autoridades ambientales y los objetivos de calidad propuestos por las mismas. Sobre este parámetro existe mucha información en la literatura internacional, y para el caso de las cuencas rurales de montaña y teniendo en cuenta sus dinámicas ecológicas, en 2019 el estudio de Uribe, realiza una revisión al respecto y acopia datos de ecosistemas similares del mundo, para la construcción de una curva funcional sobre esta variable (**Uribe García C. M., 2019**), la cual es acogida en el marco de los monitoreos implementados por el OALSAP. Esta curva puede observarse en el gráfico 39, y con detalle en el anexo 6, donde puede apreciarse no sólo la curva, sino además la tabla Excel correspondiente a todos los valores de calidad (Qi) que puede tomar esta variable, de acuerdo con los datos reportados por el laboratorio o medidos por el instrumento en campo.

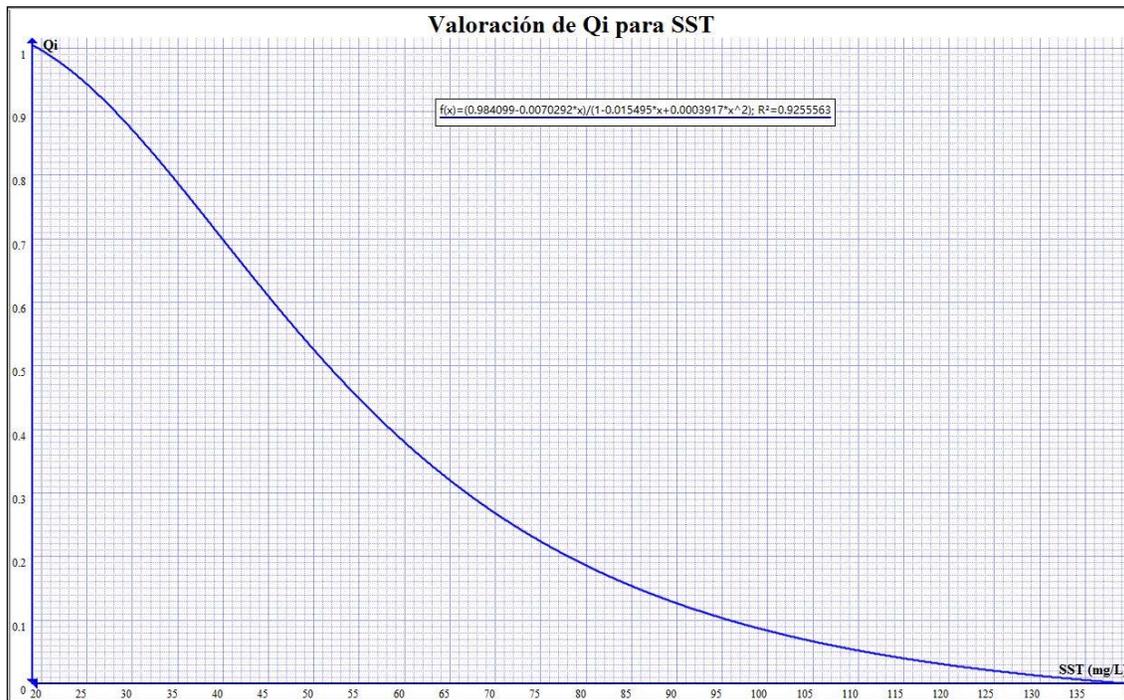


Gráfico 39. Curva funcional para SST  
Fuente: Tomado de Uribe, 2019

Mientras los objetivos de calidad propuesto para el río Aburrá, tramo 3, contempla niveles máximos para SST de 20 mg/L para el tramo 3 (**AMVA, 2012**), el decreto 1594 de 1984 no contempla niveles para este parámetro, y el OALSAP desde 2015 propone un máximo de 15 mg/L.

Este parámetro es quizá uno de los más determinaste, en la actualidad, en cuanto a la supervivencia de las especies acuáticas, en especial macroinvertebrados y peces, por la posible dificultad que puede causarles para sobrevivir al ver dificultados sus procesos respiratorios. En el corregimiento, en la partes medias y bajas, que es donde más se incumplen los límites. Por ejemplo, durante 2020 y de acuerdo con el límite de 15 mg/L, 9 sitios sobrepasaron el límite (36%). La Limona resalta en esta problemática, pues está afectada a todo lo largo de su recorrido.

En el gráfico 40 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), pero también de origen mineral (provenientes de



movimientos en masa, actividades mineras y escombreras ilegales mal diseñadas), que es la causa más importante en La Limona.

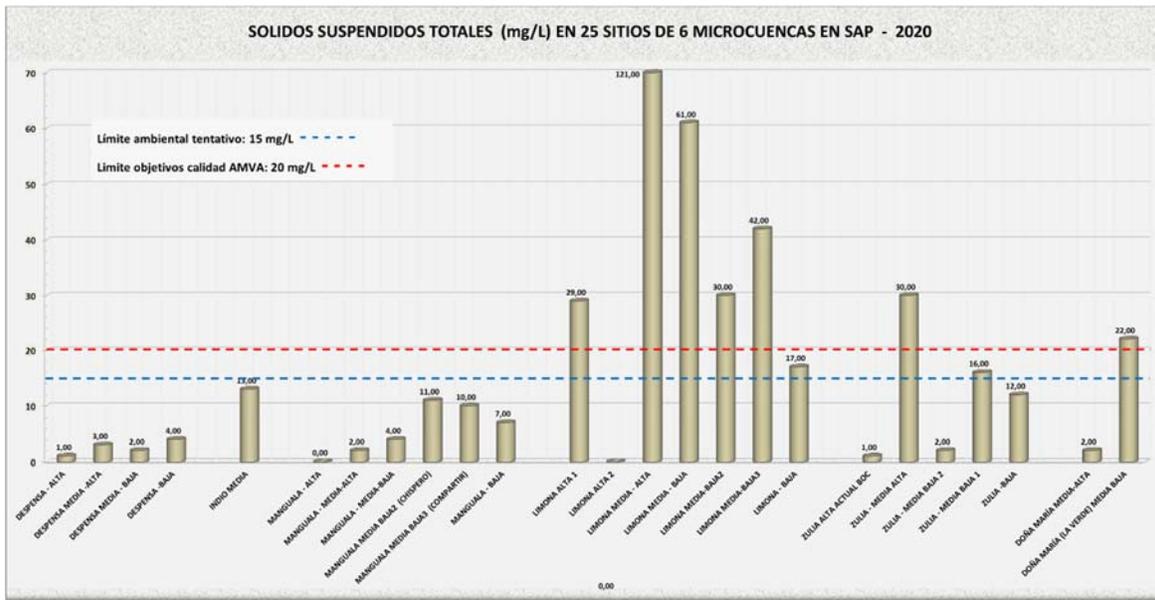


Gráfico 40. Sólidos Suspendidos Totales en 6 microcuencas en SAP, 2020  
Fuente: Elaboración propia

Los 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, también reducen las actividades de fotosíntesis al cubrir las plantas acuáticas, especialmente las algas, y además generan un fuerte impacto estético y por consiguiente restringen las opciones de recreación y uso del espacio público.

Este parámetro es muy susceptible de variar con eventos puntuales y esporádicos (lluvias, socavamientos laterales, derrumbes, construcción de viviendas y urbanizaciones, 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.

Esta variable tampoco cuenta con niveles máximos por parte de la normatividad ambiental en Colombia. Los objetivos de calidad del río Aburrá, tramo 3, señalan el límite de 20 mg/L. y el OALSAP, lo ubica en 15 mg/L.



A partir de 2020, el parámetro está integrado en la ecuación ICA adoptada  $ICA_{CRM}$ , lo que ha contribuido a mejorar los cálculos de ICA y correlacionarlos mejor con la realidad biótica de las quebradas del territorio.

Debido a la carencia de datos sobre caudales medios multianuales y multimensuales o por lo menos promedios en épocas secas y lluviosas, para las quebradas consideradas, no es factible calcular con precisión de cargas transportadas por las quebradas en monitoreo, anualmente y menos aun estacionalmente.

En el gráfico 41 puede observarse la variación o comportamiento histórico durante los monitoreos realizados desde 2008, para los SST.

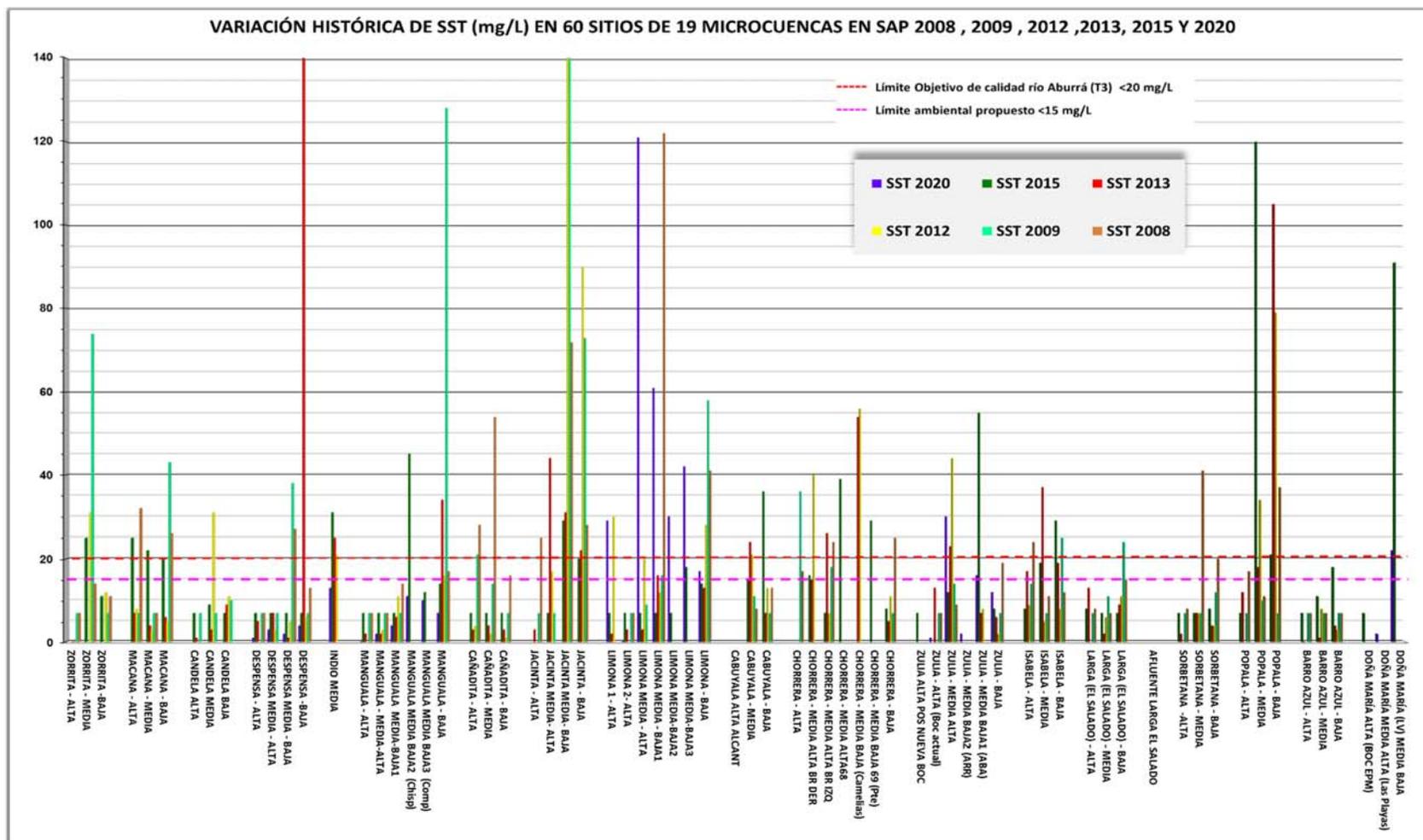


Gráfico 41. Comparativo de Sólidos Suspendidos Totales en 19 microcuencas de SAP, 2008 – 2020

Fuente: Elaboración propia



#### **2.9.3.4.8. Turbiedad**

La Turbidez es uno de los parámetros que el común de las personas más atiende, junto con el color y el olor, pues puede percibirlos con facilidad. Está relacionada 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 de 1984 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 (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016b).

Teniendo en cuenta los datos históricos en las 20 microcuencas monitoreadas en el corregimiento, y observando que la curva funcional muestra un nivel de 8 UNT, para el 90% de calidad en este parámetro, se recomienda dejar el valor de 8 UNT como el mínimo aceptable. No obstante, algunos referentes internacionales señalan un valor de 5 UNT, que correspondiente aproximadamente al 95% de la calidad óptima de la curva funcional para este parámetro (véase gráfico 42). Si se tiene en cuenta el nivel de 5 UNT, se constata que, en 2020, 16 de los 25 sitios muestreados no cumplieron con el criterio y la única quebrada que no presenta problemas por esta variable es La Despensa (gráfico 43). Así mismo la Limona es la quebrada que muestra la condición más grave y la que históricamente se ha degradado más en cuanto a este parámetro (gráfico 44).

En la tabla 17 se observan los valores medidos para esta variable en los 25 sitios de las 6 microcuencas.

Comúnmente se considera que la turbiedad se asocia con la presencia de materia orgánica (erosión y descarga de aguas residuales) y material mineral como arcillas y limos minerales, proveniente de actividades mineras, socavamientos de cauce, movimientos en masa, actividades de construcción, así como escombreras en retiros de quebradas, entre otras.



Desde el punto de vista ambiental, en monitoreos anteriores, ha podido apreciarse lo determinante que resulta este parámetro en cuanto a la presencia de macroinvertebrados y consiguientemente de peces en las quebradas: se observa que durante eventos de larga duración y de gran transporte de sedimentos arcillosos originados por ejemplo en movimientos en masa, socavamientos laterales y actividades de minería, se presenta una gran mortandad y hasta la desaparición temporal de estos organismos, aun durante varios meses después de haber clareado las aguas. Por este motivo se incluyó esta variable en el modelo de ICA que además se correlacionó con la valoración de calidad por el método BMWP/Col.

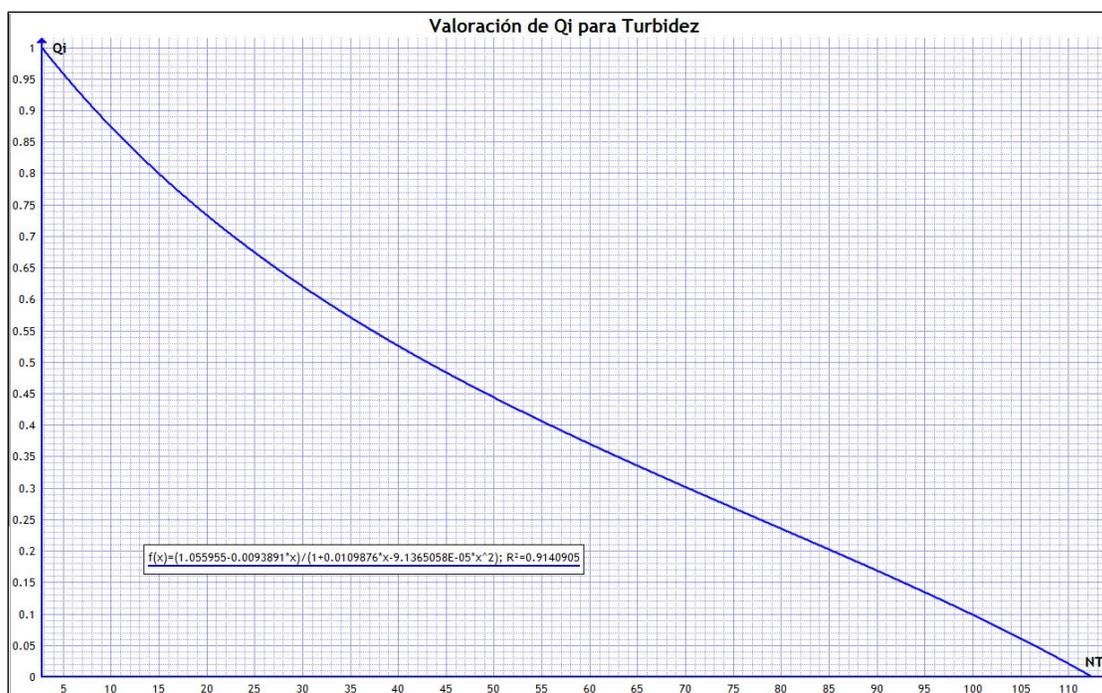


Gráfico 42. Curva funcional para Turbiedad  
Fuente: Tomado de Uribe, 2019

En 2020, en el corregimiento las causas principales asociadas a la turbidez son las descargas de aguas residuales, sin embargo, en épocas de lluvias las arcilla y limos minerales se convierten en la principal causa, y estas se asocian principalmente a socavamiento laterales en cauces, movimientos en masa y procesos de construcción de urbanizaciones y viviendas aisladas.

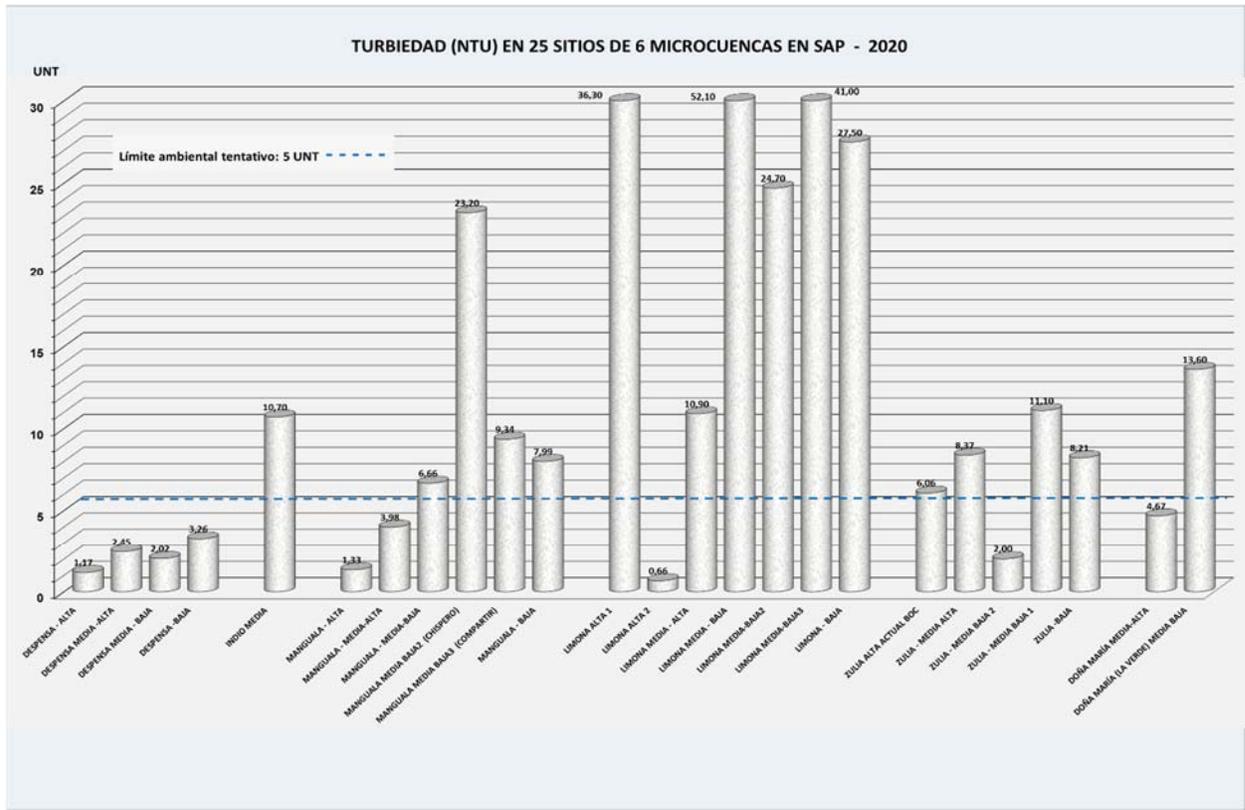


Gráfico 43. Turbiedad en 6 microcuencas en SAP, 2020  
Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Turbiedad, pH, olor y valoración BMWP/Col en 25 sitios de 6 quebradas SAP en 2020

SITIO DE QUEBRADA	TURBIDEZ (NTU)	pH	OLOR	Valoración BMWP/Col (Metodología Roldán, 2003)
DESPENSA - ALTA	1,17	8,12	NO	BUENA
DESPENSA - MEDIA -ALTA	2,45	8,87	NO	BUENA
DESPENSA - MEDIA BAJA	2,02	8,02	NO	ACEPTABLE
DESPENSA -BAJA	3,26	7,80	MODERADO	ACEPTABLE
DOÑA MARÍA MEDIA-ALTA	4,67	7,77	NO	BUENA
DOÑA MARÍA (LA VERDE) MEDIA BAJA	13,60	8,09	LEVE	ACEPTABLE
INDIO MEDIA	10,70	7,49	NO	BUENA
LIMONA - ALTA 1	36,30	7,71	NO	BUENA
LIMONA - ALTA 2	0,66	7,63	NO	BUENA
LIMONA - MEDIA ALTA	10,90	8,57	LEVE	BUENA
LIMONA - MEDIA BAJA1	52,10	8,54	NO	ACEPTABLE
LIMONA - MEDIA BAJA2	24,70	7,58	FUERTE	DUDOSA



SITIO DE QUEBRADA	TURBIDEZ (NTU)	pH	OLOR	Valoración BMWP/Col (Metodología Roldán, 2003)
LIMONA - MEDIA BAJA3	41,00	8,34	FUERTE	CRÍTICA
LIMONA -BAJA	27,50	8,03	MODERADO	MUY CRÍTICA
MANGUALA - ALTA	1,33	8,02	NO	BUENA
MANGUALA - MEDIA ALTA	3,98	7,67	NO	BUENA
MANGUALA - MEDIA BAJA1	6,66	7,94	LEVE	BUENA
MANGUALA - MEDIA BAJA2 (CHISPERO)	23,20	8,04	FUERTE	CRÍTICA
MANGUALA - MEDIA BAJA3 (COMPARTIR)	9,34	8,58	MODERADO	MUY CRÍTICA
MANGUALA -BAJA	7,99	7,83	MODERADO	MUY CRÍTICA
ZULIA - ALTA (actual Boc)	6,06	7,92	NO	BUENA
ZULIA - MEDIA ALTA	8,37	7,36	LEVE	ACEPTABLE
ZULIA - MEDIA BAJA 2	2,00	7,65	NO	ACEPTABLE
ZULIA - MEDIA BAJA 1	11,10	7,82	NO	BUENA
ZULIA -BAJA	8,21	7,93	NO	ACEPTABLE

Fuente: Elaboración propia

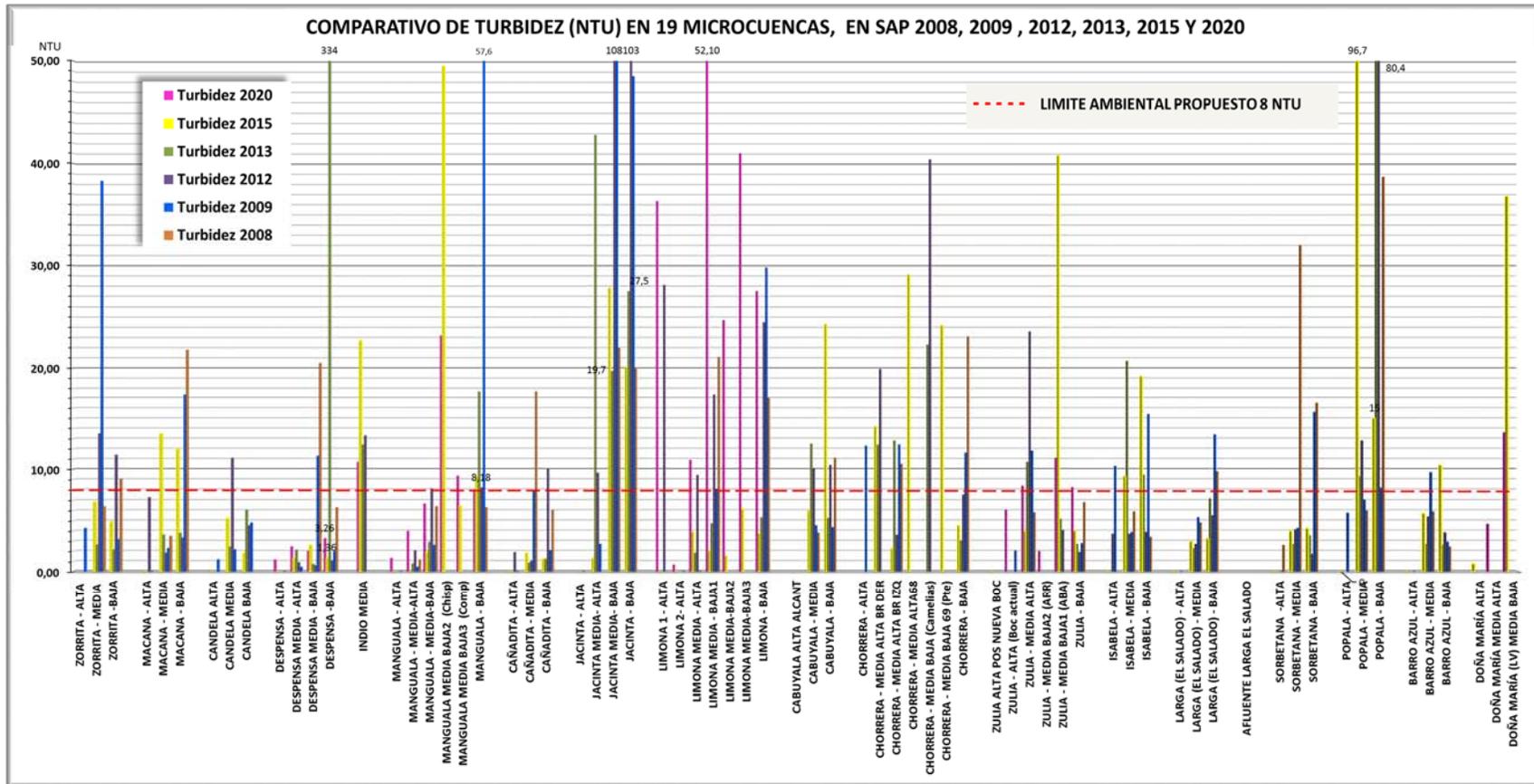


Gráfico 44. Comportamiento histórico de la Turbiedad en 19 microcuencas de SAP, 2008-2020

Fuente: Elaboración propia



#### **2.9.3.4.9. pH**

El informe de monitoreo del agua en 2015-2016, aborda una información interesante sobre la caracterización del pH en cuerpos de agua y sus interacciones con otros parámetros, se invita al lector a consultar ese informe y los anteriores para profundizar en los argumentos técnicos y científicos de su importancia.

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

El Decreto 1594 de 1984 (integrado en el decreto 1076 de 2015), contempla un rango entre 6.5 y 9 de unidades de pH, como aceptable para el uso del agua en 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.

Los muestreos realizados en 2020, indican que 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 (véase gráfico 45).

En la tabla 16 y en el gráfico 45 puede observarse los valores hallados en los 25 sitios muestreados de las 6 microcuencas en 2020.

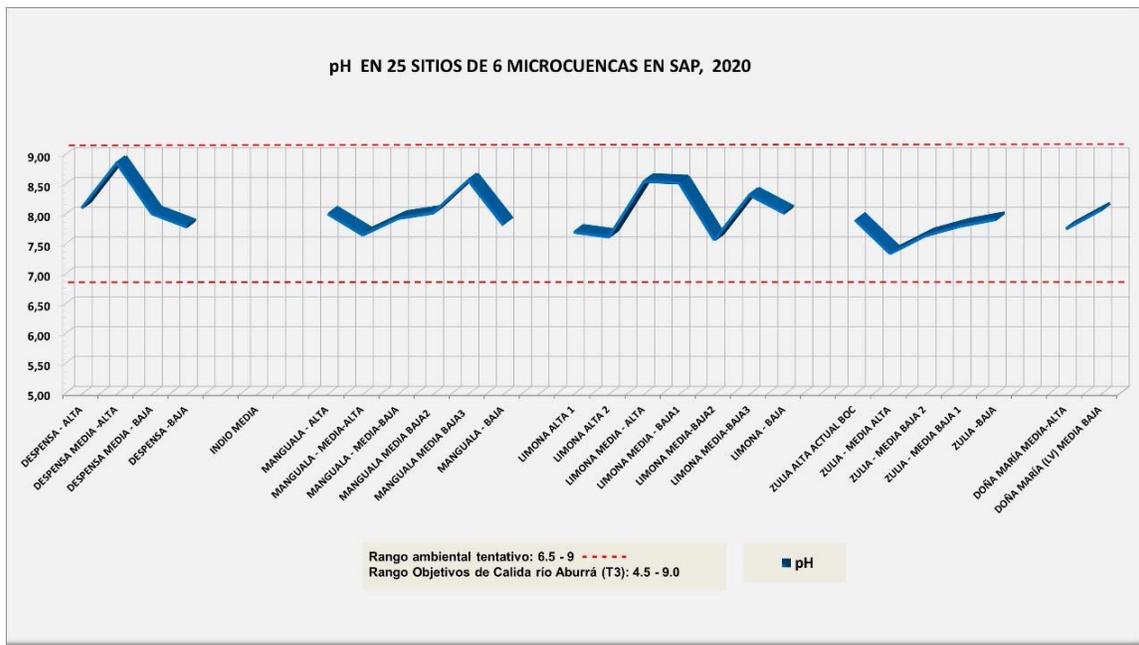


Gráfico 45. pH en 6 microcuencas de San Antonio de Prado en 2020  
Fuente: Elaboración propia

### 2.9.3.4.10. Olor

El olor es una característica tratada en el marco del programa de monitoreos con una base subjetiva, aunque se siguen unos protocolos para su valoración en campo. Desde monitoreos anteriores se tiene contemplado que:

*“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 en todos los sitios”. (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016b).*



Y bajo estos criterios se mantiene la calificación de acuerdo con la presencia o no de olores en las corrientes y el "grado" en que se manifiestan. Para el caso se contempla lo que la mayoría de personas presentes considera con relación al olor del agua en el sitio, según la siguiente tabla:

GRADO	DESCRIPCIÓN
NO	Sin olor perceptible
LEVE	Olor perceptible suave, difícilmente perceptible
MODERADO	Olor perceptible moderado, fácilmente perceptible
FUERTE	Olor perceptible fuerte y muy fuerte, claramente ofensivo

El decreto 1594 de 1984, 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 desde "leve" a "fuerte", se ubican en la categoría "con olor", por lo cual incumplen la norma.

En el caso de los monitoreos establecidos en San Antonio de Prado, se emplea el grado "leve", como una valoración práctica que puede relacionarse con el uso ambiental referida a la facilidad o dificultad en corregir el daño y como indicador pragmático de las posibilidades de uso de retiros en actividades de educación ambiental y recreación asociada a espacios públicos. Los olores fuertes, ofensivos, pueden causar impactos graves en la medida en que impiden o dificultan la apropiación ciudadana y uso de los espacios públicos y en cierta medida incitan o 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.

Los olores en el agua de quebradas en San Antonio de Prado casi siempre están asociados a la presencia de materia orgánica que tiene origen en descargas de aguas residuales domésticas y de actividades pecuarias. En algunos casos también están relacionados con actividades agroindustriales en la zona rural e industriales en la zona urbana.

En la tabla 16 puede observarse los resultados sobre este parámetro, para los 25 sitios muestreados en 2020. Un comparativo histórico entre 2008 y 2015 puede observarse en el informe de monitoreo de 2015-2016 (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016b). Durante la campaña de 2020, se constató que sólo 14 sitios de muestreo no presentaban olores (el 56%), y por lo tanto cumplían la norma; pero además siete sitios (28%) lo presentaban desde moderado a fuerte, que están en una categoría que puede considerarse como ofensiva, todos ubicados en las partes media-baja y baja, donde habitan la mayor parte de personas de la localidad y donde están las opciones de construir parques lineales u otras



estrategias de infraestructuras recreativas, pues aún hay zonas verdes en retiros de quebradas.

### 2.9.3.5. Resultado final sobre la calidad del agua en quebradas de San Antonio de Prado

El índice de calidad ambiental del agua, ICA, para San Antonio de Prado (ICASAP) se calculó en 2020 de acuerdo con la metodología establecida en el programa de monitoreo, en el marco del observatorio ambiental local, OALSAP, establecida desde hace cerca de 10 años, pero ajustada en cada campaña, e incluso en 2020, se adoptaron curvas funcionales paramétricas ajustadas y un nuevo modelo de ICA, que a partir de ahora quedará seguramente como definitivo para campañas de monitoreo posteriores.

Los detalles metodológicos pueden ser consultados en los informes anteriores de monitoreo, y los ajustes realizados en 2020, han quedado aclarado en cada ítem, en este informe. Con relación al modelo matemático y estadístico, en sí, para 2020 se adoptaron los resultados de la investigación al respecto realizada por Uribe, 2019, cuyas curvas paramétricas se han mostrado en los capítulos respectivos a cada parámetro y cuyo modelo y tabla de calificación se muestra a continuación. Esta adopción se debe a que dicho estudio demostró que estadísticamente era entre un 10-15% mejor que el ICASAP, pero además entre un 20-40% mejor que los modelos tradicionales usados en Colombia y cuyo origen son los modelos norteamericanos y europeos (Uribe García C. M., 2019). En la tabla 17, se puede apreciar la valoración del ICA para cuencas rurales de montaña, ICA<sub>CRM</sub>, que se emplea en 2020 para las microcuencas del territorio.

Tabla 17. Valoración del Índice de Calidad Ambiental del agua ICA<sub>CRM</sub>

Nivel de Calidad	CALIDAD	Rango ICA <sub>CRM</sub>
5	EXCELENTE	82,41- 88,62
4	BUENA	69,11 - 82,4
3	REGULAR	40 - 69,1
2	MALA	25,71 - 39,99
1	MUY MALA	0 - 25,7

El ICA se obtiene al aplicar la ecuación correspondiente, cuyo proceso de construcción es explicado en detalle en la investigación citada (Uribe García C. M., 2019). Y el proceso general de aplicación del modelo es explicado en el informe de monitoreo de 2015-2016, por lo cual se invita al lector a consultar estos dos estudios, para profundizar en el tema.

En el modelo de ICA<sub>CRM</sub> se asignan valores de ponderación a cada parámetro, y cada valor paramétrico toma un valor específico derivado de la curva funcional respectiva, lo que permite



obtener una valoración más objetiva y más ajustada a la realidad de nuestras quebradas tropicales de montaña en zonas rurales. El modelo contempla 7 parámetros que han resultado determinantes de la calidad del agua en corrientes hídricas, para este tipo de microcuencas.

En este monitoreo, la valoración de calidad,  $ICA_{CRM}$ , es complementada con una de bioindicación, de acuerdo con la propuesta de Roldán, 2003, para el índice BMWP/COL (Roldán Pérez G. , 2003).

El modelo  $ICA_{CRM}$ , incluye 7 variables y corresponde a:

$$ICA_{CRM}=34,577*QiCF+35,459*QiDBO-153,79*QiOD-66,681*QiT+188,56*QiSatOD+5,8991*QiCE+44,591*QiSST$$

Dónde:

$ICA_{CRM}$ , es el Índice de Calidad del Agua para cuencas rurales de montaña

$Q_i$ , es el valor de calidad para cada parámetro hallado en las curvas (o tablas)

$P_i$ , es el factor de ponderación propuesto para cada parámetro (34,577 para Coliformes Fecales, 35,459 para  $DBO_5$ , -153,79 para OD, 188,56 para % Sat OD, -66,681 para Turbidez, 5,8991 para CE y 44,591 para SST)

CF: Coliformes fecales; T: Turbiedad;  $DBO_5$ : Demanda bioquímica de oxígeno; O.D.: Oxígeno disuelto; CE: Conductividad eléctrica; SST: Sólidos suspendidos totales

El valor máximo alcanzado así sería 88,62, que reflejaría el mejor estado ambiental del agua y el mínimo 0, que sería el estado de más mala calidad del agua.

En la ecuación  $ICA_{CRM}$  el  $Q_i$ , valor de calidad del parámetro, es hallado de acuerdo con los resultados de laboratorio o los tomados directamente en campo. Estos datos son llevados a las curvas funcionales o consultados en las tablas Excel respectivas (o calculados directamente por el programa con base en la función integrada a la hoja de cálculo). El resultado final que arroja el modelo se contrasta con los rangos establecidos en la tabla 17 y se obtiene el ICA para cada sitio. En el anexo 7 “Tablas y cálculos 2020 (con BMWPCOL)”, correspondiente a una tabla Excel pueden verse todos los detalles de los valores y cálculos respectivos para cada sitio muestreado en 2020, en San Antonio de Prado.

Las curvas funcionales que se adoptan y trabajan en los monitoreos en san Antonio de Prado, pueden mirarse con detalle y trabajarse, de acuerdo con la información disponible en el anexo 6 “Curvas  $Q_i$  (2020)”.



**2.9.3.6. Valoración de la calidad del agua en 2020**

En la tabla 18, puede apreciarse el resultado de la aplicación del modelo para cada sitio en las 6 microcuencas evaluadas en 2020, así como los resultados de la valoración en todos los sitios desde 2008 hasta 2020. En los gráficos 46 y 47 se aprecia los resultados de la calidad en los sitios monitoreados en 2020.

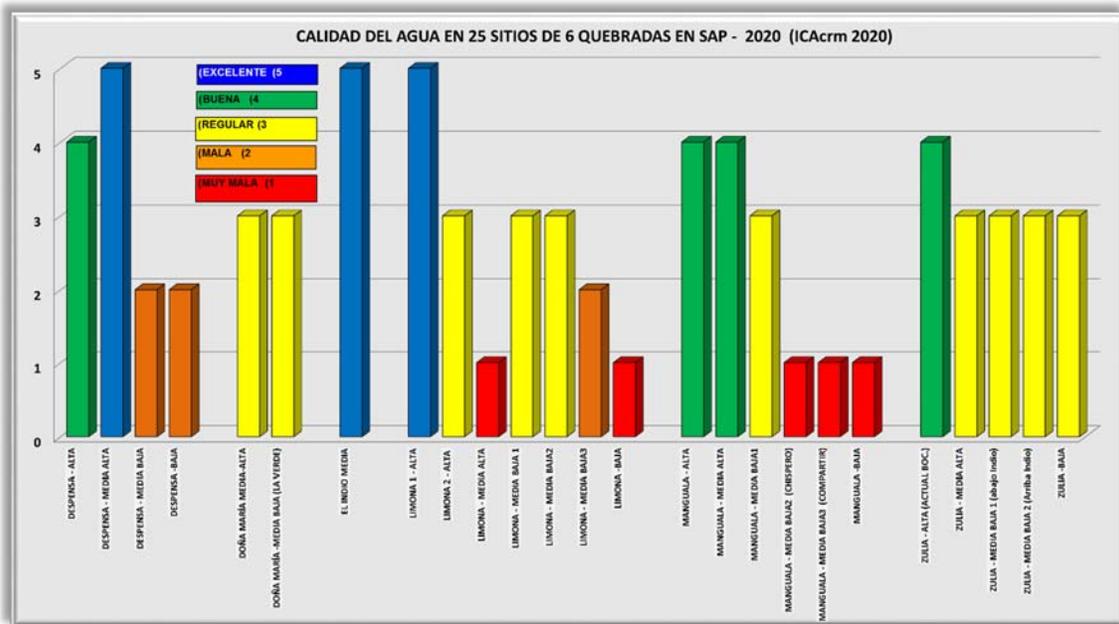


Gráfico 46. Calidad del agua en 25 sitios de 6 microcuencas de San Antonio de Prado en 2020  
Fuente: Elaboración propia

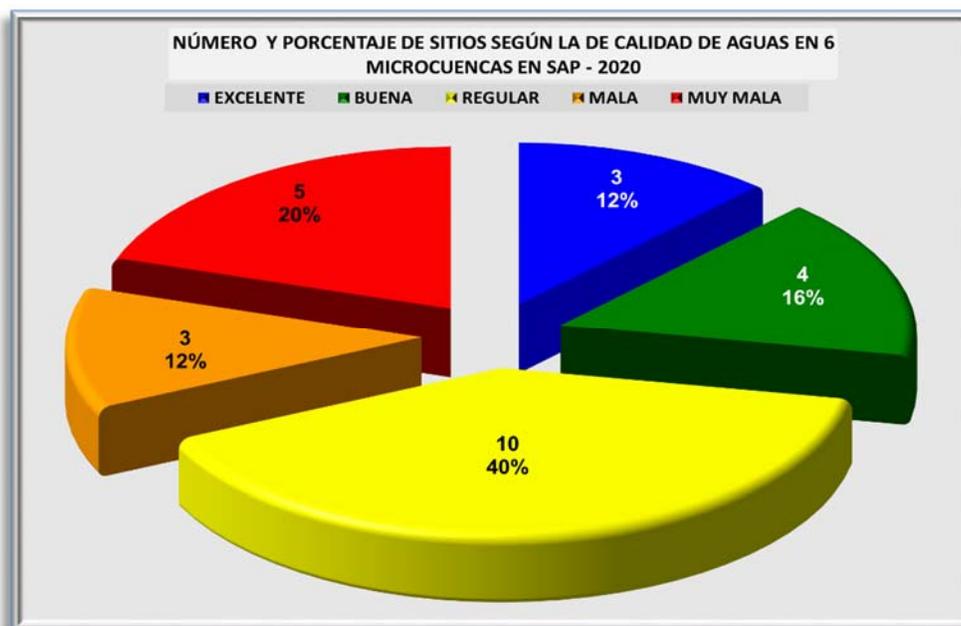


Gráfico 47. Porcentaje de sitios por nivel de calidad de aguas en 2020  
Fuente: Elaboración propia

A pesar de que en 2020 se eligieron sólo 6 microcuencas para monitoreo, dando prelación a las que mayor cantidad de servicios ambientales brindan (en particular desde el punto de vista de la oferta de agua para acueductos comunitarios), se resalta como resultado final que sólo tres sitios (12%) presentan calidad “Excelente” que es la categoría ideal y sólo cuatro sitios (16%) muestran calidad de agua “Buena” que también es admisible, aunque requiere mayores cuidados para el tratamiento y empiezan a limitar las funciones ecológicas. De lo cual se deduce que de los sitios ubicados en las partes altas y medias (20 en total), el 65% (13 sitios) han perdido total o parcialmente la capacidad de ofertar servicios ambientales relacionados con funciones ecológicas de buena calidad e integralidad, y de servir como oferta de agua para consumo humano, bajo prácticas de tratamiento convencional. Esta situación puede considerarse como crítica, máxime cuando se tiene en cuenta que la demanda del corregimiento por agua potable crece cada año e incluso ha obligado a importar el líquido desde municipios vecinos, no porque el corregimiento no la tenga disponible, sino porque la tiene muy contaminada en sus partes medias, perdiendo los atributos originales de bien y servicio potencial.

La variación histórica de la calidad en los sitios muestreados en 2020 difiere entre quebradas y entre sitios de quebradas (ver gráfico 48): en La Despensa se mantuvo constante la calidad en todos los sitios con relación a 2015-2016, excepto en la parte media-alta donde se logró



una mejora evidente, quizá debido al abandono parcial de algunos potreros aguas arriba que ahora están bajo coberturas de rastrojos bajos.

En la Doña María media-baja, a la altura de La Verde, mejoró la calidad y aunque es muy difícil determinar con precisión las causas, dado que no sólo puede explicarse de lo que sucede directamente en su cauce y retiros, sino en sus afluentes.

El Indio muestra una mejora sustancial y aunque sus ríos permanecen similares a los años anteriores, varios movimientos en masa y socavamientos laterales han cicatrizado permitiendo que sus aguas transporten menos sedimentos.

En lo concerniente a La Limona 1 (alta), su calidad está invariable, distinto a La Limona 2 (alta) que ha degradado su calidad, especialmente por sedimentos transportados desde aguas arriba, la Limona media alta ha degradado su calidad dramáticamente no sólo como resultado de nuevas descargas directas, sino porque ha sufrido nuevos deslizamientos que llegan hasta el cauce, así como socavamientos que aportan sedimentos constantes en altas cantidades; sin embargo, con la recepción de otros afluentes más limpios y el proceso de autodepuración logra mejorar su calidad aguas abajo, hasta que en su desembocadura vuelve a perder calidad en comparación con 2015, producto de nuevas descargas de aguas residuales tanto de viviendas como de talleres, además del impacto recibido aguas arriba con la desembocadura de La Jacinta, que permanece muy contaminada.

El caso de La Manguala también es variable: pierde calidad en sus partes alta y media-alta (donde ofrece sus servicios en mayor cantidad), se recupera un poco en la parte media (con la construcción de alcantarillados que antes no existían), pero vuelve a perder calidad en sus partes bajas donde se han acrecentado las descargas de aguas residuales industriales sobre todo en el sector de Singapur.

Las partes altas de estas dos últimas microcuencas que están asociadas parcialmente a reservas públicas, y que son las mayores ofertantes de agua a acueductos comunitarios (La Florida, Potrerito, Manantiales, Vergel Centro, Vergel Sur, EPM, San José, I.E. S.J.O.), en los últimos dos años sufren un aumento en la presión ambiental 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 y vigilancia mediante más guardabosques y ampliación de turnos de vigilancia, dado que se evidencian daños en la calidad del agua. Otra estrategia posible para aminorar la presión sobre las reservas es fortalecer los procesos de restauración y mejoramiento ambiental de los retiros de quebradas en zonas urbanas, la construcción y mantenimiento de parques lineales, de manera que estos tramos puedan prestar los servicios adicionales recreativos y en esa medida contribuyan a aminorar las presiones sobre las reservas como espacios que aunque



también pueden servir para la educación y la recreación no es su objetivo principal y cuando se presente, debe ser de muy baja escala e intensidad.

La Zulia, en cambio, muestra una mejora en todos los sitios comparables, con relación a 2015, producto del control de las descargas de agroindustrias y marraneras, a raíz de las denuncias realizadas por la mesa ambiental y personas de la localidad, y la consiguiente labor de control por las autoridades.

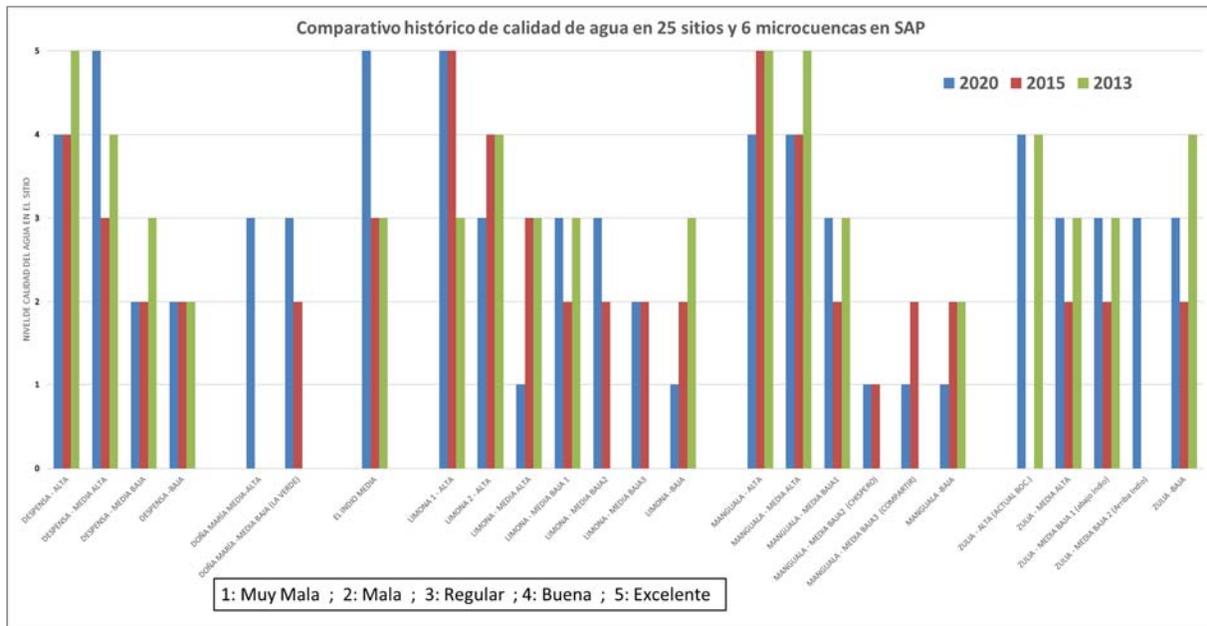


Gráfico 48. Variación histórica de nivel de calidad de aguas en 21 sitios y 6 microcuencas Fuente: Elaboración propia

En la tabla 18, se observa la variación de la calidad del agua en los sitios muestreados a lo largo de los últimos años. Los vacíos presentes en 2020, se debe n a que esos sitios no fueron monitoreados. Los resultados mostrados pueden tener variaciones pequeñas, para efectos comparativos, debido a que en algunos años se realizaron ajustes al índice que pudieron incidir levemente en la calificación final.

Tabla 18. Histórico de calidad del agua en quebradas de San Antonio de Prado – 2008 a 2020

QUEBRADA	CALIDAD DEL AGUA (2008)	CALIDAD DEL AGUA (2009)	CALIDAD DEL AGUA (2012)	CALIDAD DEL AGUA (2013)	CALIDAD DEL AGUA (2015)	CALIDAD DEL AGUA (2020)
BARRO AZUL - ALTA	REGULAR	BUENA	BUENA	REGULAR	REGULAR	
BARRO AZUL - MEDIA	REGULAR	BUENA	REGULAR	BUENA	REGULAR	
BARRO AZUL - BAJA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	
BUEY-ALTA	REGULAR					



QUEBRADA	CALIDAD DEL AGUA (2008)	CALIDAD DEL AGUA (2009)	CALIDAD DEL AGUA (2012)	CALIDAD DEL AGUA (2013)	CALIDAD DEL AGUA (2015)	CALIDAD DEL AGUA (2020)
BUEY-MEDIA	MALA					
BUEY-BAJA	MALA					
CABUYALA - ALTA	REGULAR					
CABUYALA - MEDIA	REGULAR	MALA	MALA	REGULAR	MALA	
CABUYALA - BAJA	REGULAR	MALA	MALA	MALA	MALA	
CANDELA -ALTA		BUENA	BUENA	BUENA	REGULAR	
CANDELA -MEDIA		REGULAR	MALA	REGULAR	REGULAR	
CANDELA- BAJA		REGULAR	REGULAR	REGULAR	MALA	
CAÑADITA - ALTA	MALA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	
CAÑADITA - MEDIA	MALA	REGULAR	BUENA	BUENA	REGULAR	
CAÑADITA - BAJA	MALA	REGULAR	BUENA	BUENA	REGULAR	
DESPENSA - ALTA	BUENA	REGULAR	BUENA	EXCELENTE	BUENA	BUENA
DESPENSA MEDIA -ALTA		REGULAR	REGULAR	BUENA	REGULAR	EXCELENTE
DESPENSA MEDIA - BAJA	MALA	MUY MALA	BUENA	REGULAR	MALA	MALA
DESPENSA -BAJA	MALA	REGULAR	REGULAR	MALA	MALA	MALA
AFLUENTE DESPENSA		REGULAR				
INDIO MEDIA			REGULAR	REGULAR	REGULAR	EXCELENTE
ISABELA - ALTA	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA	REGULAR	
ISABELA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	MALA	MALA	MALA	
ISABELA - BAJA	REGULAR	MALA	MALA	REGULAR	MALA	
JACINTA - ALTA	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA		
JACINTA - MEDIA- ALTA		REGULAR	MALA	MALA	REGULAR	
JACINTA MEDIA- BAJA	MALA	MUY MALA	MUY MALA	REGULAR	MUY MALA	
JACINTA - BAJA	MALA	MUY MALA	MUY MALA	MALA	MUY MALA	
LARGA (EL SALADO) - ALTA	REGULAR	BUENA	BUENA	BUENA	BUENA	
LARGA (EL SALADO) - MEDIA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	
LARGA (EL SALADO) - BAJA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	
CHORRERA - ALTA	REGULAR*	REGULAR				
CHORRERA – MEDIA ALTA BR DER			REGULAR	REGULAR	REGULAR	
CHORRERA – MEDIA ALTA BR IZQ	MALA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	
CHORRERA-MEDIA ALTA68					MALA	
CHORRERA – MEDIA BAJA (Camelias)			MUY MALA	MALA		
CHORRERA – MEDIA BAJA69					MALA	
CHORRERA - BAJA	MALA	MALA	REGULAR	REGULAR	MALA	
LIMONA 1 - ALTA	BUENA	EXCELENTE	MALA	BUENA	EXCELENTE	EXCELENTE
LIMONA 2 - ALTA			BUENA	REGULAR	BUENA	REGULAR
LIMONA MEDIA - ALTA		REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	MUY MALA
LIMONA MEDIA – BAJA1	REGULAR	REGULAR	MALA	REGULAR	MALA	REGULAR
LIMONA MEDIA – BAJA2					MALA	REGULAR
LIMONA MEDIA – BAJA3					MALA	MALA
LIMONA - BAJA	REGULAR	MUY MALA	MUY MALA	REGULAR	MALA	MUY MALA
MACANA - ALTA	MALA	BUENA	BUENA	BUENA	REGULAR	
MACANA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	MALA	
MACANA - BAJA	REGULAR	MALA	REGULAR	REGULAR	MALA	



QUEBRADA	CALIDAD DEL AGUA (2008)	CALIDAD DEL AGUA (2009)	CALIDAD DEL AGUA (2012)	CALIDAD DEL AGUA (2013)	CALIDAD DEL AGUA (2015)	CALIDAD DEL AGUA (2020)
MANGUALA - ALTA	BUENA	BUENA	EXCELENTE	EXCELENTE	EXCELENTE	BUENA
MANGUALA – MEDIA ALTA	REGULAR	REGULAR	EXCELENTE	EXCELENTE	BUENA	BUENA
MANGUALA – MEDIA BAJA1	MALA	MALA	MALA	REGULAR	MALA	REGULAR
MANGUALA – MEDIA BAJA2 (Chisp)					MUY MALA	MUY MALA
MANGUALA – MEDIA BAJA3 (Compar)					MALA	MUY MALA
MANGUALA - BAJA	MALA	MUY MALA	MALA	MALA	MALA	MUY MALA
POPALA - ALTA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA	
POPALA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	MALA	REGULAR	MUY MALA	
POPALA - BAJA	REGULAR	REGULAR	MUY MALA	MUY MALA	MALA	
SORBETANA -ALTA	BUENA	EXCELENTE	BUENA	BUENA	BUENA	
SORBETANA - MEDIA	REGULAR	EXCELENTE	REGULAR	BUENA	REGULAR	
SORBETANA - BAJA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	
ZORRITA - ALTA	REGULAR	EXCELENTE	REGULAR	BUENA		
ZORRITA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA	
ZORRITA -BAJA	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA	REGULAR	
ZULIA – ALTA (actual boc)	REGULAR	BUENA	BUENA	BUENA		BUENA
ZULIA – ALTA (Pos nueva boc)					BUENA	
ZULIA – MEDIA ALTA	REGULAR	REGULAR	MUY MALA	REGULAR	MALA	REGULAR
ZULIA – MEDIA BAJA1					MALA	REGULAR
ZULIA – MEDIA BAJA2			REGULAR	REGULAR		REGULAR
ZULIA - BAJA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	MALA	REGULAR
DOÑA MARÍA -ALTA (boc)					EXCELENTE	
DOÑA MARÍA MEDIA-ALTA (PTE)						REGULAR
DOÑA MARÍA -MEDIA BAJA (LV)					MALA	REGULAR

Fuente: Elaboración propia

En el informe de monitoreo de 2015-2016 pueden consultarse los mapas históricos de calidad del agua (ICA) en San Antonio de Prado. Para 2020, en el mapa 14, se muestra la situación en los tramos y las quebradas evaluadas, el cual expresa visualmente los tramos de quebrada con la calidad de agua respectiva, resaltándose que las afectaciones y daños en calidad tienden a subir hasta cotas insostenibles. Ante esta realidad territorial, cabe recalcar que el enfoque tradicional de valorar el agua corriente casi exclusivamente en función de su posibilidad de usarla para consumo humano, también está contribuyendo a la degradación de este bien, pues una vez satisfechas las demandas de agua potable, poco se hace por mantener las fuentes limpias, e incluso son destinadas a recibir descargas de aguas residuales, perdiendo un enorme potencial de otros servicios ambientales asociados a la buena calidad del agua en las corrientes hídricas. Con este enfoque, un informe de monitoreo anterior plantea:



*“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.” (Secretaría Medio Ambiente de Medellín & Corporación Pro Romeral, 2012)*

En reconocimiento del planteamiento anterior, puede asegurarse que en la localidad existe una fuerte interdependencia entre la calidad del agua, la calidad de los retiros de quebradas y el uso de los espacios asociados a las quebradas, como los parques lineales, zonas verdes amplias, entre otros, como lo muestran los casos de La Manguala, La Limona, La Cabuyala, entre otras cuencas que poseen en algunos sectores espacios de retiros muy amplios, algunos públicos, que no son usados en recreación, educación o esparcimiento pasivo o contemplativo, debido a la mala calidad del agua en las quebradas cuyos olores resultan ofensivos y el riesgo de sus vapores es evidente en cuanto a salud pública. Pero igualmente, la mala gestión de los espacios en retiros de quebradas puede llevar al deterioro del agua y finalmente a la pérdida de espacios para usos complementarios a los ecológicos. Todo esto justifica el necesario apoyo a estudios que diagnostiquen y planeen acciones, que permitan la gestión y manejo integral de las microcuencas, las quebradas y sus rondas hídricas, tal como está contemplado en el PAALSAP, teniendo en cuenta que su implementación no puede depender exclusivamente de los recursos del programa de presupuesto participativo, el cual sólo alcanzan a cubrir la exigencia económica del 5 – 10% de los proyectos PAAL.





Tabla 19. 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	<b>NINGUNO</b>
HUMEDAL YARUMALITO	Zona Rural	Regular	<b>MEDIO</b>
HUMEDAL 1 BARCINO	Zona Rural	Regular	<b>BAJO</b>
HUMEDAL LA VERDE	Zona Rural	Bueno	<b>BAJO</b>
HUMEDAL 1 LA FLORIDA	Zona Rural	Malo	<b>MEDIO</b>
HUMEDAL 2 LA FLORIDA	Zona Rural	Malo	<b>MEDIO</b>
HUMEDAL 1 ZORRITA	Zona Rural	Regular	<b>MUY ALTO</b>
HUMEDAL LA LAGUNA	Zona Rural	Bueno	<b>NINGUNO</b>
LAGUNILLA 1 SILENCIO	Zona Rural	Malo	<b>MEDIO</b>
LAGUNILLA 2 SILENCIO	Zona Rural	Malo	<b>MEDIO</b>
LAGUNILLA 3 SILENCIO	Zona Rural	Malo	<b>MEDIO</b>
LAGUNILLA 4 SILENCIO	Zona Rural	Malo	<b>MEDIO</b>
ÁREA PROCESO TURBIDIZACIÓN	Zona Rural	Bueno	<b>BAJO</b>
ÁREA PROCESO TURBIDIZACIÓN 2	Zona Rural	Bueno	<b>BAJO</b>
ÁREA PROCESO TURBIDIZACIÓN 3	Zona Rural	Bueno	<b>BAJO</b>
HUMEDAL ALTA MANGUALA	Zona Rural	Bueno	<b>NINGUNO</b>
HUMEDAL LIMONA MEDIA	Zona Rural	Malo	<b>ALTO</b>
HUMEDAL 2 EN BARCINO	Zona Rural	Regular	<b>MEDIO</b>
HUMEDAL 2 ZORRITA	Zona Rural	Malo, casi destruido	<b>MEDIO</b>
HUMEDAL 1 GUINEÍTA	Zona de expansión urbana	Destruído o inexistente	<b>MUY ALTO</b>
HUMEDAL 2 GUINEÍTA	Zona de expansión	Destruído o inexistente	<b>MUY ALTO</b>
Humedal IGLESIA - Sit 3	Zona de expansión	Malo	<b>MUY ALTO</b>
HUMEDAL 3 GUINEÍTA	Zona de expansión	Destruído o inexistente	<b>MUY ALTO</b>
HUMEDAL GUINEA	Zona de expansión	Malo	<b>ALTO</b>
HUMEDAL 2 AFLUENTE GUINEA	Zona de expansión	Malo	<b>ALTO</b>
HUMEDAL 1 AFLUENTE GUINEA	Zona de expansión	Malo	<b>ALTO</b>
HUMEDAL ASTILLEROS Sit 2	Zona Rural	Bueno	<b>NINGUNO</b>
Humedal IGLESIA - Sit 4	Zona de expansión	Malo	<b>MUY ALTO</b>
Humedal IGLESIA - Sit 1	Zona de expansión	Malo	<b>MUY ALTO</b>
Humedal IGLESIA - Sit 2	Zona de expansión	Malo	<b>MUY ALTO</b>

**COLOR DE ALERTA PARA EL ESTADO DE RIESGO DE HUMEDALES EN SAP**

<b>NINGUNO</b>	<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>	<b>MUY ALTO</b>
----------------	-------------	--------------	-------------	-----------------

Fuente: Tomado de (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016b)



### **2.9.5. Bioindicación en los sitios de muestreos**

En 2020, el monitoreo fisicoquímico y microbiológico del agua fue complementado con un muestreo para realizar bioindicación, siguiendo la metodología trazada en 2015. La bioindicación de calidad del agua se realiza mediante organismos acuáticos o que en alguna fase de su vida son acuáticos.

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 y presentan una variedad de ventajas, en términos comparativos con otros métodos y con otros componentes de la biota acuática.

El término macroinvertebrado, 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  $\mu\text{m}$ ” (Oscosz-Escudero 2009). Los macroinvertebrados dulceacuícolas juegan papeles importantes dentro de básicamente todos los procesos ecológicos de los sistemas acuáticos. Los macroinvertebrados son un enlace importante para poder mover la 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 (Hanson, Springer, & Ramirez, 2010). También tienen 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 & García, 1995; Rosenberg & Resh, 1993).

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, Muñoz, Bonada, & Gaud, 2009). Al responder rápidamente a las variaciones ambientales, reflejan el grado de integridad ecológica del sistema, no sólo momentáneamente, sino estacionalmente (Roldán Pérez R. , 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 & García, 1995; Rosenberg & Resh, 1993).

En el informe de monitoreo de 2015-2016 (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016b), se realiza una explicación amplia sobre los macroinvertebrados, los procesos de bioindicación, sobre el índice BMWP/Col y sobre la metodología de muestreo y evaluación. Se invita al lector a consultar dicho informe para profundizar en el tema.



### Resultados de la bioindicación

#### Quebrada La Despensa

De acuerdo con el índice de calidad hidrobiológica, la quebrada Despensa presenta resultados positivos con aguas de calidad buena y aceptable indicando que son aguas muy limpias o con ligera contaminación respectivamente. Estos resultados son explicados por la gran riqueza de familias de macroinvertebrados encontradas en los sitios, especialmente en las zonas alta y media alta, donde adicionalmente se encontraron familias indicadoras de buena calidad. En las zonas media baja y baja se dio una disminución de esa riqueza y la ausencia de algunas familias muy sensibles, indicando que hay signos de contaminación. En las fotografías se puede evidenciar que los tramos más altos se encuentran en buen estado de conservación y sin afectaciones antrópicas y en las zonas más bajas se pueden evidenciar los diferentes impactos, como la ausencia de vegetación ribereña y vertimientos de sustancias contaminantes y residuos sólidos, que causan la degradación y menor estado de conservación de estas partes de la quebrada.

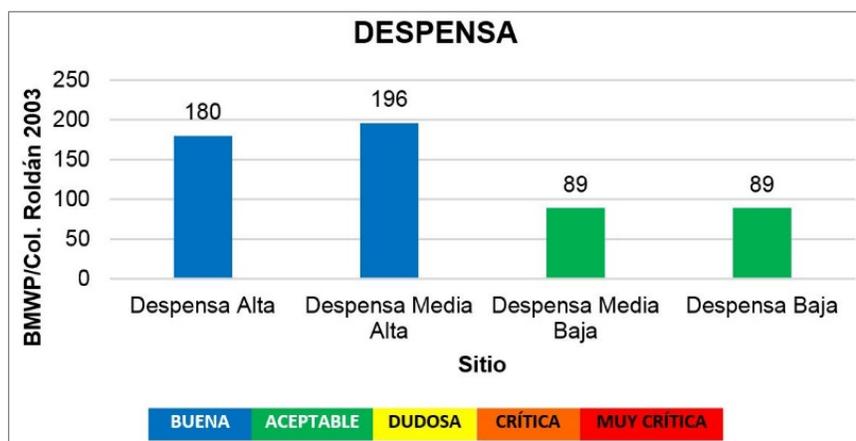


Gráfico 49. Calidad hidrobiológica del agua según el índice BMWP/Col. en los diferentes sitios de la quebrada Despensa  
Fuente: Elaboración propia

#### Resultados históricos

De acuerdo con la información histórica de calidad hidrobiológica esta quebrada actualmente presenta mejores resultados en los sitios estudiados que en el año 2015, en general se puede afirmar que este ecosistema acuático se encuentra en mejor estado de conservación y que se deben seguir implementando medidas de manejo, restauración y conservación y priorizar aquellas zonas en las que aún es evidente el deterioro y los fuertes impactos antrópicos que presionan esta quebrada.

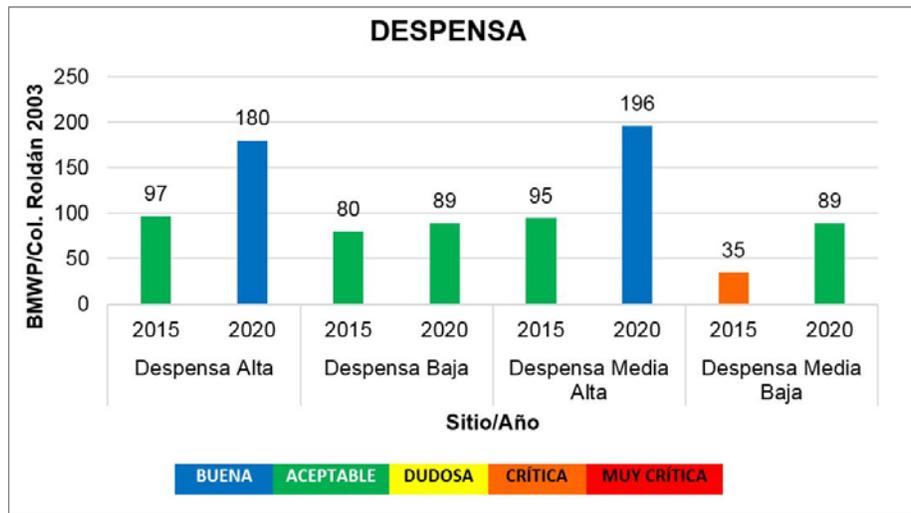


Gráfico 50. Calidad hidrobiológica del agua según el índice BMWP/Col. En 2015 y 2020 en dos sitios de la quebrada Despensa  
Fuente: Elaboración propia

### Quebrada Doña María

De acuerdo con el índice de calidad hidrobiológica, la quebrada Doña María presenta resultados positivos con aguas de calidad buena y aceptable indicando que son aguas muy limpias o con ligera contaminación respectivamente. Estos resultados son explicados por la alta riqueza de familias de macroinvertebrados encontradas en los sitios, especialmente en la zona media alta, donde adicionalmente se encontraron familias indicadoras de buena calidad. En la zona media baja y baja se dio una disminución de esa riqueza y la ausencia de algunas familias muy sensibles, indicando que hay signos de contaminación.

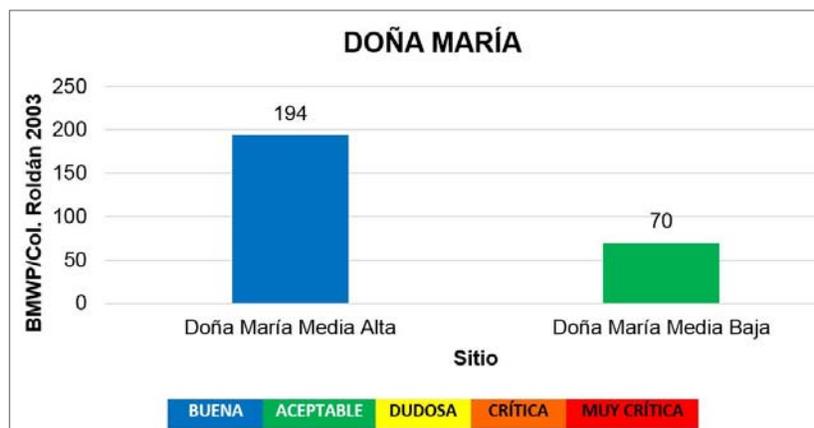


Gráfico 51. Calidad hidrobiológica del agua según el índice BMWP/Col. en diferentes sitios de la quebrada Doña María  
Fuente: Elaboración propia



### Resultados históricos

De acuerdo con la información histórica de calidad hidrobiológica, aunque la información disponible sea en sitios diferentes, se puede decir que esta quebrada en general presenta buenos resultados en los sitios estudiados tanto en el año 2015 como en el año 2020, excepto la zona baja donde se evidenció años atrás calidad crítica del agua indicando fuerte contaminación, en general se puede afirmar que este ecosistema acuático ha presentado buen estado y que se deben seguir implementando medidas de manejo, restauración y conservación y priorizar aquellas zonas en las que aún es evidente el deterioro y los fuertes impactos antrópicos que presionan esta quebrada.

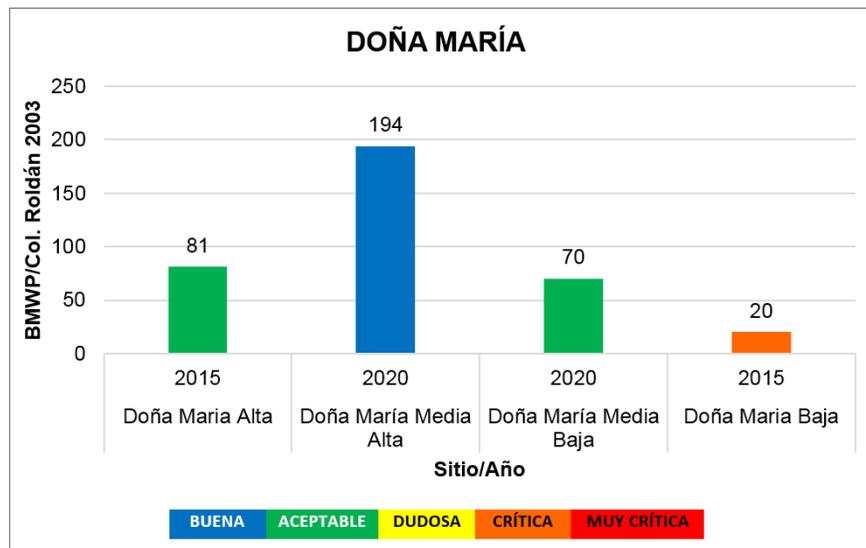


Gráfico 52. Calidad hidrobiológica del agua según el índice BMWP/Col. En 2015 y 2020 en la quebrada Doña María  
Fuente: Elaboración propia

### Quebrada El Indio

De acuerdo con el índice de calidad hidrobiológica, la quebrada El indio en su parte media presenta resultados positivos con aguas de calidad buena indicando que son aguas muy limpias. Estos resultados son explicados por la gran riqueza de familias de macroinvertebrados encontradas en este sitio donde se encontraron familias indicadoras de buena calidad.

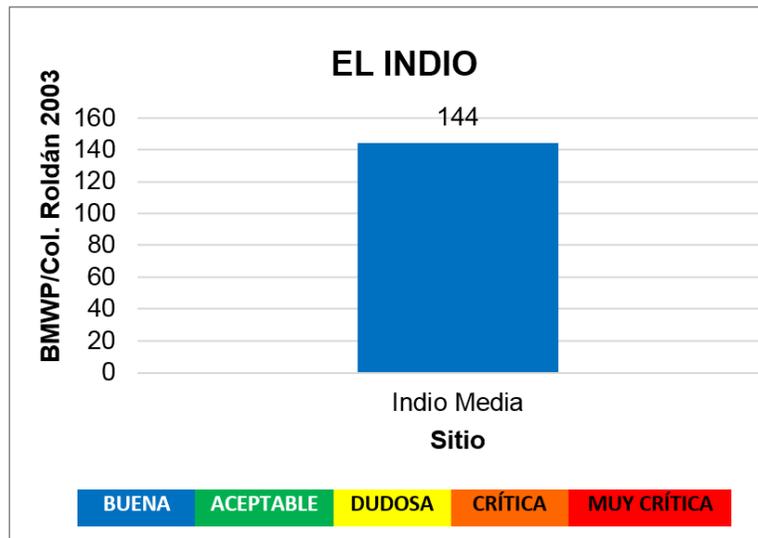


Gráfico 53. Calidad hidrobiológica del agua según el índice BMWP/Col. en la quebrada El Indio  
Fuente: Elaboración propia

### Resultados históricos

La quebrada El Indio muestra buenos resultados históricos de calidad, con aguas muy limpias tanto en el año 2015 como en el año 2020.

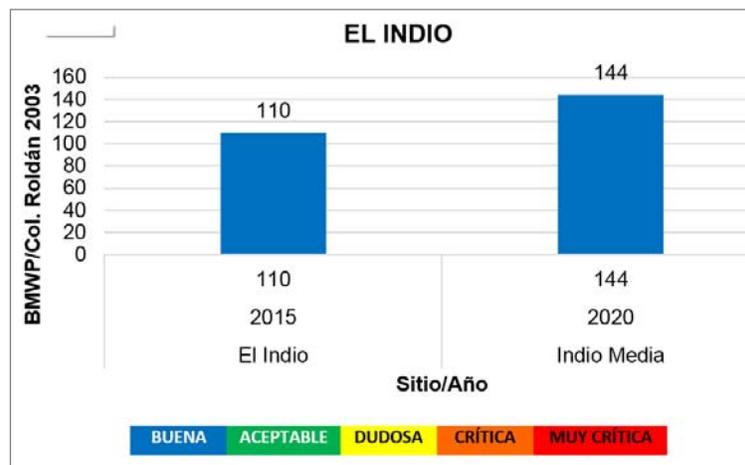


Gráfico 54. Calidad hidrobiológica del agua según el índice BMWP/Col. En 2015 y 2020 en la quebrada El Indio  
Fuente: Elaboración propia



### Quebrada Limona

De acuerdo con el índice de calidad hidrobiológica, la quebrada Limona presenta resultados positivos con aguas de calidad buena y aceptable indicando que son aguas muy limpias o con ligera contaminación respectivamente, solo los puntos más bajos mostraron signos de contaminación moderada a fuerte. Estos resultados son explicados por la gran riqueza de familias de macroinvertebrados encontradas en los sitios, especialmente en las zonas alta y media alta, donde se encontraron familias indicadoras de buena calidad. En la zona media baja 1 se dio una disminución de esa riqueza y la ausencia de algunas familias muy sensibles, indicando que hay signos de contaminación. Finalmente, en los sitios medio bajo 2 y medio bajo 3 se dio una drástica disminución de la riqueza las familias, donde por su alta abundancia dominaron familias tolerantes o resistentes a la contaminación como Chironomidae y Simuliidae del orden Diptera.

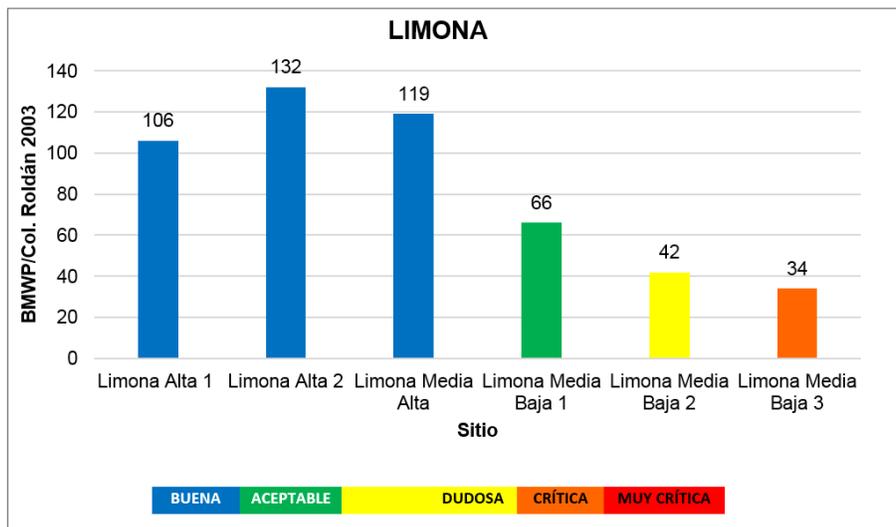


Gráfico 55. Calidad hidrobiológica del agua según el índice BMWP/Col. en diferentes sitios de la quebrada Limona  
Fuente: Elaboración propia

### Resultados históricos

De acuerdo con la información histórica de calidad hidrobiológica esta quebrada actualmente presenta mejores resultados en los sitios estudiados que en el año 2015, donde los puntajes calculados del índice son más altos evidenciando una mejoría en la calidad del agua en los sitios, excepto las zonas media baja 2 y 3 y la zona baja que muestran una disminución de en los puntajes y por ende en la calidad del agua. En general se puede afirmar que este ecosistema acuático se encuentra en mejor estado de conservación que años atrás, por lo menos en las zonas más altas, y que se deben seguir implementando medidas de manejo,



restauración y conservación y priorizar aquellas zonas en las que es evidente el aumento del deterioro y los fuertes impactos antrópicos que presionan esta quebrada.

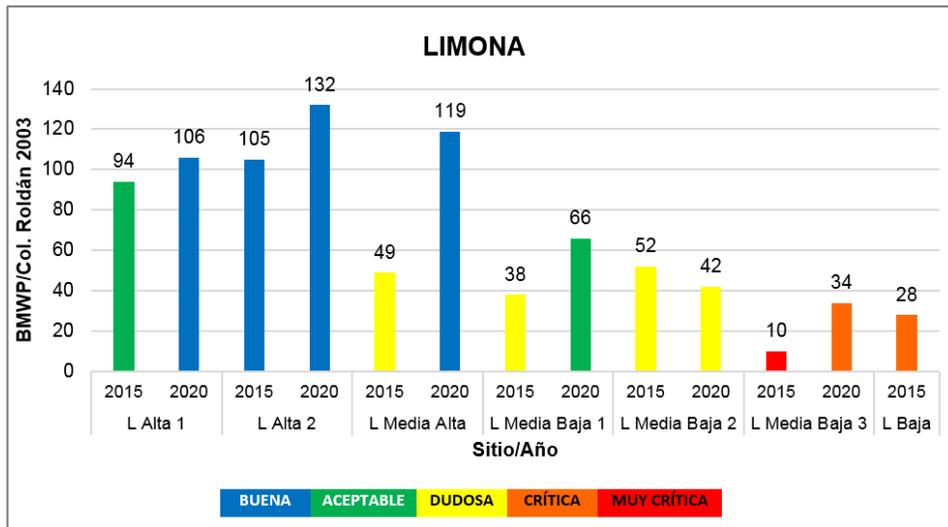


Gráfico 56. Calidad hidrobiológica del agua según el índice BMWP/Col. En 2015 y 2020 en diferentes sitios de la quebrada Limona  
Fuente: Elaboración propia

### Quebrada Manguala

De acuerdo con el índice de calidad hidrobiológica, la quebrada Manguala presenta resultados positivos con aguas de calidad buena y resultados desfavorables indicando aguas con calidad crítica a muy crítica. Los buenos resultados son explicados por la gran riqueza de familias de macroinvertebrados encontradas en los sitios, especialmente en las zonas alta, media alta y media baja 1 donde se encontraron familias indicadoras de buena calidad. En las zonas media baja 3 y 3 y en la zona baja se dio una disminución de esa riqueza y la ausencia de un gran número familias muy sensibles, además la dominancia de familias resistentes o tolerantes a la contaminación como Chironomidae y Simuliidae del orden Diptera, indicando que hay signos de contaminación fuerte a muy fuerte.

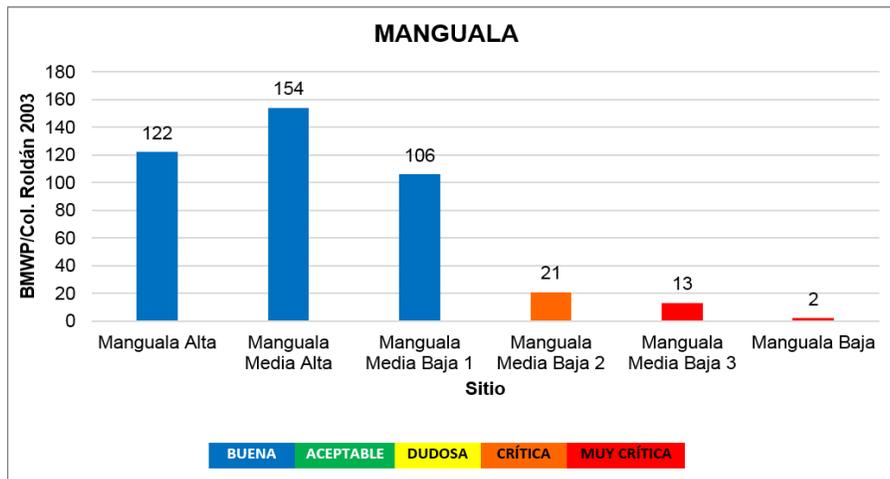


Gráfico 57. Calidad hidrobiológica del agua según el índice BMWP/Col. en diferentes sitios de la quebrada Manguala  
Fuente: Elaboración propia

### Resultados históricos

De acuerdo con la información histórica de calidad hidrobiológica esta quebrada actualmente presenta mejores resultados en los sitios estudiados que en el año 2015, en general se puede afirmar que este ecosistema acuático se encuentra en mejor estado de conservación para la mayoría de los sitios, excepto las zonas media baja 3 y la zona baja que muestran calidad muy crítica indicando que sus aguas se encuentran fuertemente contaminadas. De acuerdo con esto se deben seguir implementando medidas de manejo, restauración y conservación y priorizar aquellas zonas en las que es evidente el deterioro y los fuertes impactos antrópicos que presionan esta quebrada.

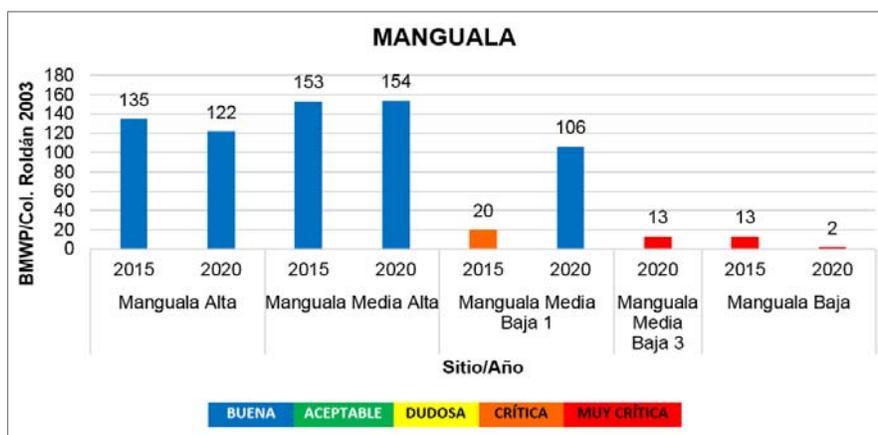


Gráfico 58. Calidad hidrobiológica del agua según el índice BMWP/Col. En 2015 y 2020 en diferentes sitios de la quebrada Manguala  
Fuente: Elaboración propia



### Quebrada La Zulia

De acuerdo con el índice de calidad hidrobiológica, la quebrada Zulia presenta resultados positivos con aguas de calidad buena y aceptable indicando que sus aguas son muy limpias o con ligera contaminación respectivamente. Estos resultados son explicados por la gran riqueza de familias de macroinvertebrados encontradas en los sitios, especialmente en las zonas alta y media baja 1, donde adicionalmente se encontraron familias indicadoras de buena calidad. En las zonas media baja 2 y baja se dio una disminución de esa riqueza y la ausencia de algunas familias muy sensibles, indicando que hay signos de contaminación.

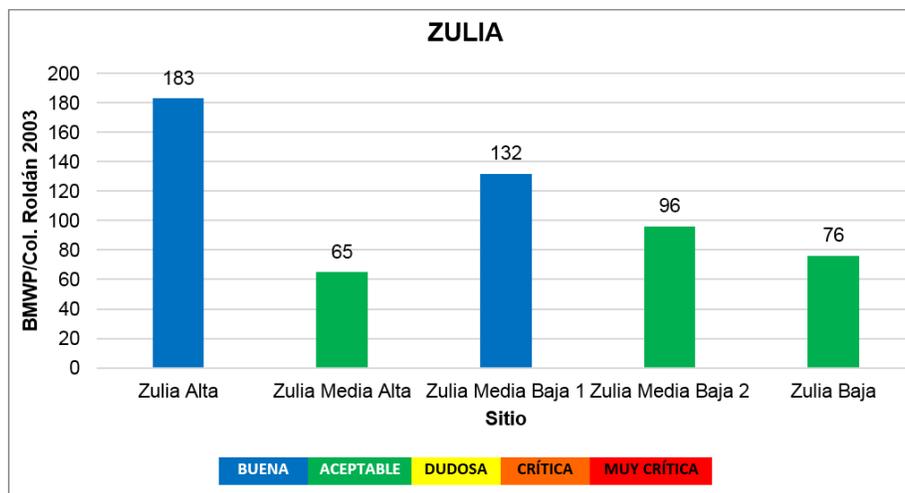


Gráfico 59. Calidad hidrobiológica del agua según el índice BMWP/Col. en diferentes sitios de la quebrada Zulia

Fuente: Elaboración propia

### Resultados históricos

De acuerdo con la información histórica de calidad hidrobiológica esta quebrada actualmente presenta mejores resultados en los sitios estudiados que en el año 2015, donde se evidencia un considerable aumento de los puntajes calculados del índice y por ende una mejoría en la calidad del agua en todos los sitios de estudio. En general se puede afirmar que este ecosistema acuático se encuentra en mejor estado de conservación y que se deben seguir implementando medidas de manejo, restauración y conservación y priorizar aquellas zonas en las que aún es evidente el deterioro y los fuertes impactos antrópicos que presionan esta quebrada.

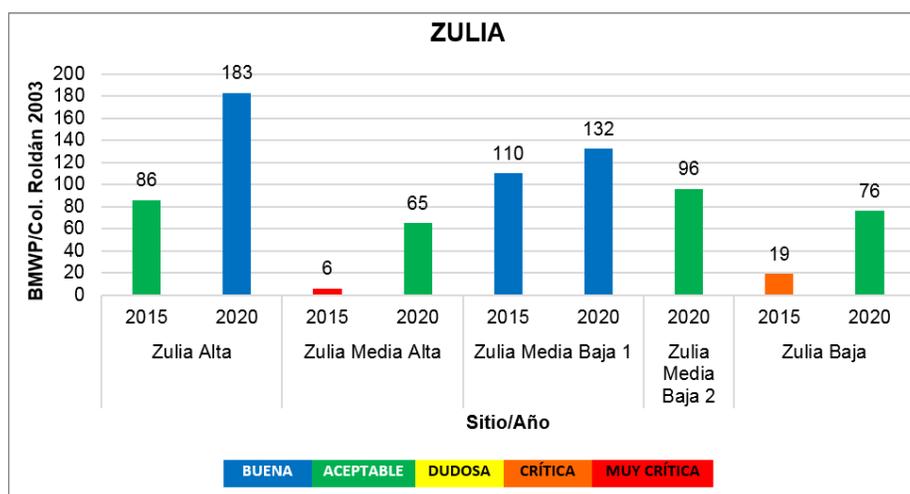


Gráfico 60. Calidad hidrobiológica del agua según el índice BMWP/Col. En 2015 y 2020 en diferentes sitios de la quebrada Zulia  
Fuente: Elaboración propia

En resumen, en la tabla 20, pueden apreciarse los resultados finales de la valoración de la calidad del agua por el índice BMWP/Col, en los 25 sitios de las 6 quebradas muestreadas en 2020

Tabla 20. Calificación de las aguas en 25 sitios de 6 quebradas en SAP, de acuerdo al índice BMWP/Col en 2020

QUEBRADA	ESTACIÓN MUESTREO	BMWP/Col	CALIDAD
<b>Despensa</b>	Despensa Alta	180	BUENA
	Despensa Media alta	196	BUENA
	Despensa Media baja	89	ACEPTABLE
	Despensa Baja	89	ACEPTABLE
<b>Doña María</b>	Doña María Media alta	194	BUENA
	Doña María Media baja	70	ACEPTABLE
<b>El Indio</b>	El Indio	144	BUENA
<b>Limona</b>	Limona Alta 1	106	BUENA
	Limona Alta 2	132	BUENA
	Limona Media Alta	119	BUENA
	Limona Media Baja 1	74	ACEPTABLE
	Limona Media Baja 2	42	DUDOSA
	Limona Media Baja 3	34	CRÍTICA
	Limona Baja	0	MUY CRÍTICA
<b>Manguala</b>	Manguala Alta	122	BUENA



QUEBRADA	ESTACIÓN MUESTREO	BMWP/CoI	CALIDAD
	Manguala Media alta	154	BUENA
	Manguala media baja 1	106	BUENA
	Manguala media baja 2	21	CRÍTICA
	Manguala media baja 3	13	MUY CRÍTICA
	Manguala Baja	2	MUY CRÍTICA
Zulia	Zulia Alta	191	BUENA
	Zulia Media alta	65	ACEPTABLE
	Zulia Media baja	96	ACEPTABLE
	Zulia Baja	132	BUENA

Fuente: Elaboración propia

### Registro fotográfico de algunos macroinvertebrados hallados

En el anexo 2, puede consultarse el informe hidrobiológico completo y el registro fotográfico de algunos macroinvertebrados hallados en 2021.

## 2.10. EVALUACIÓN DE CALIDAD DE TRAMOS DE RETIROS Y CAUCES

Durante 2020 se usó la metodología establecida por el OALSAP, y se usó el mismo índice: Índice de Intervención de Retiros (IIRSAP), esta metodología contempla la estimación cualitativa del estado de los retiros de quebrada en trayectos de aproximadamente 50-100 metros hacia arriba y abajo de cada sitio de muestreo. El índice sirve para ayudar a explicar fenómenos de contaminación por fuentes cercanas o lejanas, así como estado ambiental en cuanto a coberturas ribereñas, lo que incide en alguna medida en la presencia y cantidad de bioindicadores acuáticos que se relacionan o se establecen en sus fases adultas, aéreas, en espacios que necesitan plantas y microhábitats naturales, y en general ayuda a explicar el estado de salud ambiental de la microcuenca. Pero adicionalmente, y desde una perspectiva pragmática, tal como se expresa en la Agenda Ambiental Corregimental, 2007:

*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”* (Municipio de Medellín, 2007).

La implementación metodológica contempla los siguientes criterios de valoración:

### TIPOS DE AFECTACIONES

**CATEGORÍA 0:** Retiro inexistente 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

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

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.

La categoría 1, corresponde a afectaciones que se caracterizan porque 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.

Las afectaciones de la categoría 2, se caracterizan por que son relativamente difíciles de corregir y derivan de la acción humana. Para la corrección de estos problemas se necesita 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.

A cada una de las afectaciones encontradas en campo, una vez agrupadas por categoría, se les aplica un valor de calidad de acuerdo con los criterios de la tabla 21. Así mismo, los diferentes valores de calidad (VC) para cada afectación de las categorías 1 y 2 pueden



hallarse en la tabla 21 y en el caso de la afectación con categoría 0 o cauce “inexistente” este valor (25) corresponde al mínimo que garantiza su inclusión como “Muy Malo” y constituye la máxima afectación posible.

Tabla 21. Valores de calidad para los diferentes tipos de afectaciones de retiros según IIRSAP

VALOR DE CALIDAD (VC)	CATEGORÍA	TIPO DE AFECTACIÓN
25	0	TAPONAMIENTO DE CAUCE
1	1	BASURAS Y/O ESCOMBROS
1	1	SOCAVAMIENTOS
2	1	CULTIVO EN RETIROS
2	1	DESLIZAMIENTOS
3	1	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA
3	1	POTRERO EN RETIROS
2	2	MINERÍA DE CAUCE O RETIROS
3	2	CONSTRUCCIONES CIVILES
3	2	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)
4	2	DESCARGA AGUAS RESID. (>10 viv.)
5	2	CANALIZACIÓN
5	2	AGRO (INDUSTRIA) EN RETIROS
5	2	CONTAMINACIÓN (AGRO)INDUSTRIAL
5	2	VIVIENDAS EN RETIROS

Fuente: Tomado de (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016b)

Una vez definidos los valores de cada afectación en el tramo de quebrada, se aplica la ecuación de sumatoria IIRSAP:

La ecuación general es: **IIRSAP** =  $\sum VC_1 + VC_2 \dots VC_n$

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

El valor total obtenido se contrasta con la tabla 22 y se obtiene la calidad del tramo de retiro.



Tabla 22. 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

Fuente: Tomado de (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016b)

El informe de monitoreo de 2015 (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016b), explica con claridad que:

*“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 se presenta en algunas partes del corregimiento: cauces y corrientes subterráneas claramente identificadas, con coberturas arbóreas o pastos enmalezados en su parte superior y en sus “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”.*

La aplicación de esta metodología arrojó los resultados sobre calidad ambiental de los retiros que se muestra en la tabla 23, y con más detalle e información en el anexo 8, para los 25 sitios de las 6 microcuencas monitoreadas en 2020.

En el informe de 2016 pueden apreciarse mapas históricos sobre el estado ambiental de los retiros, evaluados mediante la metodología IIRSAP.



Para 2020 la categoría “Muy bueno” existe en 2 tramos (8%) de los 25 tramos evaluados (ver gráfico 61) , correspondiendo a las partes altas de 2 quebradas (La Despensa y La Manguala), según el grafico 62; 8 tramos (32%) presentan categoría “Bueno” ubicados en partes medias y altas de todas las quebradas, excepto en La Manguala; la calidad "regular" está en 7 tramos (28%) ubicados en partes bajas de La Despensa y La Zulia, y en partes media de La Limona, La Manguala y La Zulia, pero también en la parte alta de la Limona 1, aunque es necesario dar una alerta sobre la Limona 2 que muestra procesos de construcciones de viviendas que pueden llegar a afectar los retiros en poco tiempo; la calidad "Malo", existe en 8 trayectos (32%) ubicados en La Doña María media baja, Limona media y baja; Manguala Media y baja y en La Zulia media-alta, que se cree mejorará con el abandono de alguna infraestructura presente y la actividad pecuaria relacionada; la calidad “Muy Malo” no existe entre estas 6 microcuencas evaluadas en 2020.

Al analizar el gráfico 61, puede constatarse que el 60% de los tramos de retiros evaluados tienen una calidad deficiente que debe ser tenida en cuenta en proyectos que persigan la restauración y mejoramiento ambiental de rondas hídricas en San Antonio de Prado. No obstante, hay que estar vigilantes, porque la categoría “Bueno”, ante las realidades territoriales urbanísticas y las dinámicas de cambio en el uso de la tierra, pueden hacerlos bajar en poco tiempo de categoría, pero así mismo pequeños proyectos pueden elevarlos de categoría y prevenir su degradación. Los pequeños proyectos que corrijan las afectaciones relacionadas con la categoría 1, pueden ser de gran impacto, especialmente cuando se ejecutan con la participación de organizaciones locales, quienes pueden ayudar a presionar a los habitantes del entorno para que se comprometan con su cuidado e incluso pueden dar continuidad al proceso de restauración o mejoramiento ambiental. La gestión de las 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 han sido, pero la persistencia se mantiene en el tiempo; falta entonces el apoyo económico estatal mediante la asignación de recursos ordinarios, no exclusivamente de presupuesto participativo.

Por otro lado, las afectaciones de tipo 2, requieren la acción principal del estado. Estas actividades institucionales y comunitarias incluyen desde control y estímulos a la conservación, hasta apoyos a propietarios mediante programas PAAL como el de reconversión agrotecnológica y gestión socioambiental de quebradas, proyectos infraestructurales de saneamiento básico.

Medidas institucionales más de fondo y estratégicas pueden incluir adquisición de predios en zonas de nacimientos y retiros para la conservación, reubicación de viviendas en zonas de alto riesgo, construcción de soluciones de saneamiento básico ya sea tradicional o no convencional, así como la implementación del programa de fortalecimiento y apoyo técnico y



logístico a las organizaciones locales que gestionan por el mejoramiento ambiental, que está contemplado en el PAALSAP, pero que prácticamente no ha tenido desarrollo hasta ahora. De todas maneras es necesario reiterar que el programa de monitoreos en las diferentes líneas no debe interrumpirse “dado que es 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” (Secretaría del Medio Ambiente de Medellín & Corporación Pro Romeral, 2013).

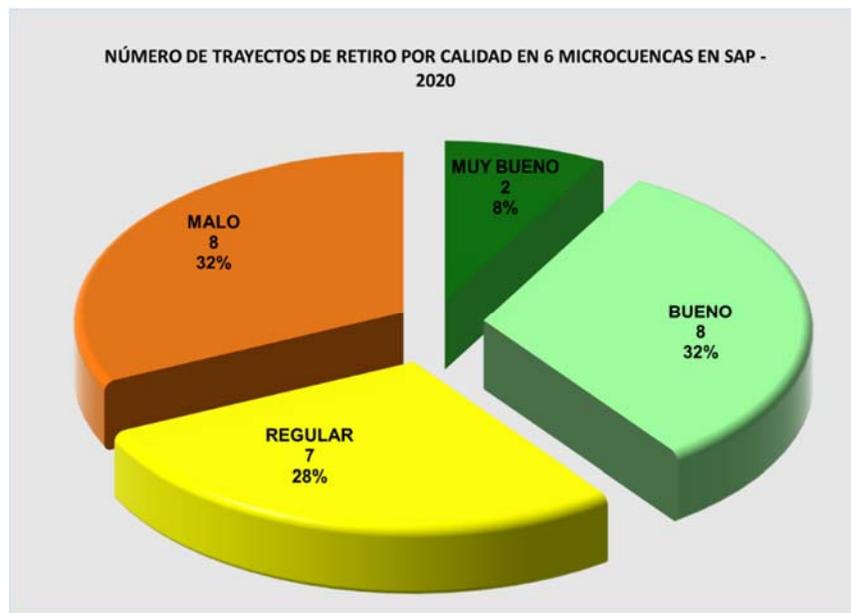


Gráfico 61. Porcentaje de trayectos de retiros de quebrada, según su calidad en 2020  
Fuente: Elaboración propia

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, por lo cual una estrategia sería, sostenida en el tiempo a modo de política pública, sobre cultura ambiental participativa (no impuesta), puede ser uno de los mayores apoyos estratégicos para gestionar socialmente muchas de las afectaciones y prevenir la ocurrencia de otras en un futuro.

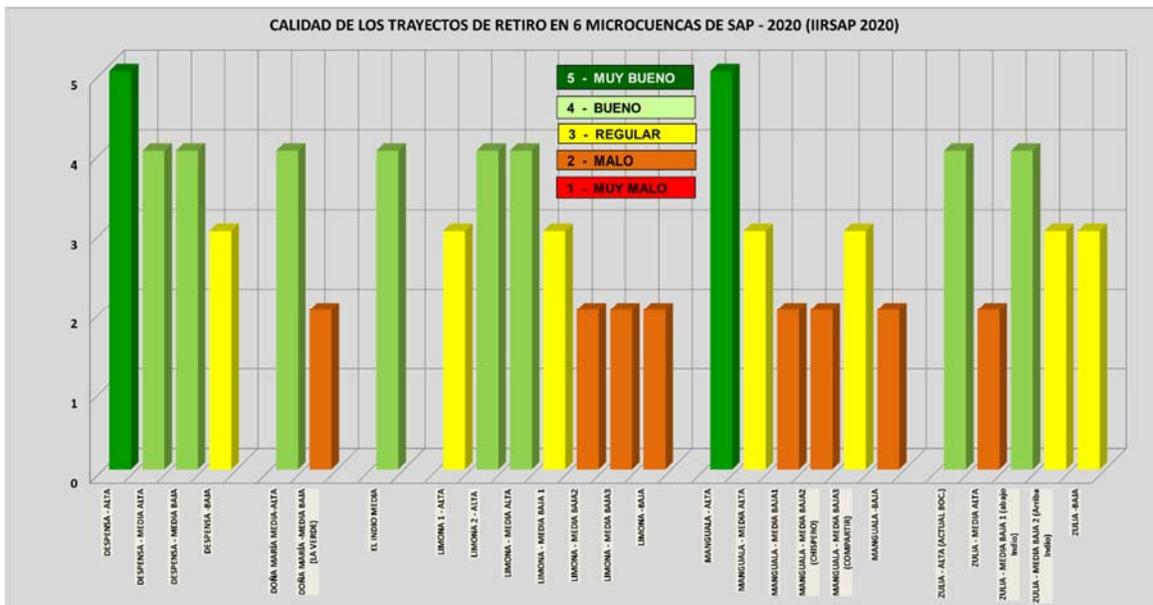


Gráfico 62. Calidad de los retiros de quebrada en 25 trayectos de 6 microcuencas en 2020  
Fuente: Elaboración propia

La mayoría de afectaciones halladas en 2020, en las quebradas evaluadas, se asocian con carencia de cobertura arbórea o boscosa, seguidas de descargas directas de aguas residuales, presencia de basuras y escombros, potreros en retiros e invasión de retiros con viviendas (ver gráficos 63 y 64).

Estas principales afectaciones deben abordarse tanto desde la perspectiva comunitaria, dando real incidencia a las organizaciones locales, en todas las fases de la solución: diagnóstico de las afectaciones, levantamiento de información relacionada con ellas, planeación de soluciones, ejecución de los proyectos que abordan las soluciones y el seguimiento, tal como lo viene realizando el proyecto autogestionado en una de las microcuencas urbanas que presentan más afectaciones, La Cabuyala. En esta microcuenca se creó desde hace tres años una estrategia denominada Alianza en Defensa de La Cabuyala que ha realizado todos los pasos iniciales y en este momento se encuentra en las fases de implementación de proyectos, mediante cogestión y cotrabajo con varias instituciones que decidieron unirse al proceso y apoyar (EPM, Secretaría de Salud, Secretaría de Control territorial, Corantioquia, AMVA, Corregiduría, entre otras), pero siempre bajo la coordinación y liderazgo de las organizaciones comunitarias que crearon el proceso y lo mantienen vivo (Mesa Ambiental, Corporación Pro Romeral, varias JACs, instituciones educativas, etc.).



Tabla 23. Afectaciones en tramos de retiros en 6 quebradas de SAP, 2020

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECCIÓN 1	AFECCIÓN 2	AFECCIÓN 3	AFECCIÓN 4	AFECCIÓN 5	AFECCIÓN 6	AFECCIÓN 7	OBSERVACIONES
DESPENSA - ALTA	MUY BUENO								Presencia de peces. Retiros con bosques a ambos lados, aunque varían en amplitud desde 5 mts hasta más de 20mt. Se mantienen varios sitios con socavamientos laterales y movimientos en masa, varios en proceso de cicatrización y otros activos, pero ninguno cerca al sitio de muestreo, 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 es evitar la actividad ganadera, adquiriendo 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	BUENO	CONSTRUCCIONES CIVILES							Presencia de peces. Junto a la bocatoma de EPM. Retiros similares al monitoreo anterior, rastrojos y un sector al margen izquierdo en plantación. EPM mantiene el tipo de bocatoma irregular (no hace derivación, sino que usa rejilla que capta la totalidad del caudal en épocas secas), causando daño a la corriente de agua que por ley debe mantener la quebrada (caudal ecológico), con grave perjuicio sobre las dinámicas ecológicas y sobre la supervivencia de las especies que habitan la quebrada.
DESPENSA - MEDIA BAJA	BUENO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA							Retiros en mejor estado que el monitoreo anterior, rastrojos bajos hacia arriba y en ambas márgenes. Prácticamente todos los movimientos en masa han cicatrizado.
DESPENSA - BAJA	REGULAR	DESCARGA AGUAS RESIDUALES (<10 viviendas)	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	BASURAS Y/O ESCOMBROS					Retiros similares que el monitoreo anterior, aunque ha aumentado el nivel de coberturas arbóreas (especialmente Guadua). Hay invasión de viviendas e industrias en la margen derecha y rastrojos altos a ambos lados. 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 MEDIA-ALTA	BUENO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA							Retiros con pasturas, hay poca cobertura en retiros, con leve influencia de actividades recreativas
DOÑA MARÍA - MEDIA BAJA (LA VERDE)	MALO	VIVIENDAS EN RETIROS	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	DESCARGA AGUAS RESIDUALES (<10 viviendas)	BASURAS Y/O ESCOMBROS				Retiros parcialmente invadidos con viviendas. Hay poca cobertura arborea y afectaciones con obras civiles como muros de contención. Pastoreo esporádico
INDIO MEDIA	BUENO	SOCAVAMIENTOS							Retiros con coberturas de bosques y rastrojos altos, así como Guadales viejos. Se mantiene la existencia de movimientos en masa y socavamientos laterales de pequeña magnitud que inciden en la turbiedad por cargas de sólidos minerales (arcillas blancas). El retiro en general mantiene un buen estado de conservación.
LIMONA - ALTA 1	REGULAR	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS	CONSTRUCCIONES CIVILES					Estado un poco mejor que el monitoreo anterior. 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 Guadales. Las aguas de este sector están mejorando gradualmente debido a que la mayor parte de la cuenca alta fue adquirida por SMA y se encuentra actualmente en proceso de restauración. Es conveniente 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 áreas con animales estabulados. Se han incrementado o reformado las infraestructuras de captación por parte de acueductos comunitarios



UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
LIMONA - ALTA 2	BUENO	DESCARGA AGUAS RESIDUALES (<10 viviendas)							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 se mantiene buena, pero las condiciones organolépticas empeoran gradualmente, debido al aumento de descargas de aguas residuales de viviendas cercanas.
LIMONA - MEDIA ALTA	BUENO	SOCAVAMIENTOS	DESCARGA AGUAS RESIDUALES (<10 viviendas)						Retiros en estado de restauración, luego de los eventos de movimientos en masa. Organolépticamente mantiene las condiciones de deterioro de calidad del agua por influencia de las partes más altas (parece corresponder a vertimientos directos de viviendas), situación que no existía 5 años atrás. Hacia ambas márgenes se mantienen los procesos 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.
LIMONA - MEDIA BAJA 1	REGULAR	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	SOCAVAMIENTOS	CULTIVO EN RETIROS					Se detectó un fuerte impacto por los sedimentos de la parte alta e incluso en el mismo sitio, así como por descargas eventuales aguas arriba. Los procesos de enmalezamiento del sector se han incrementado. Organolépticamente ha desmejorado la calidad, especialmente en olor y turbidez. Las coberturas vegetales en ambos márgenes y hacia abajo del sitio de muestreo han mejorado y así mejora el proceso de restauración. Es importante trabajar esta cuenca en cuanto a mejoramiento de calidad de aguas (control a vertimientos), pues 5 años atrás su calidad era mejor que la actual y ha venido en deterioro progresivo.
LIMONA - MEDIA BAJA 2	MALO	POTRERO EN RETIROS	DESCARGA AGUAS RESIDUALES (<10 viviendas)	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	SOCAVAMIENTOS			20 metros arriba de la desembocadura de la Jacinta. Retiros en pastos enmalezados, con fuerte influencia urbana y gran presencia de basuras y escombros. 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 - MEDIA BAJA 3	MALO	POTRERO EN RETIROS	DESCARGA AGUAS RESIDUALES (<10 viviendas)	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	SOCAVAMIENTOS			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. El impacto de la desembocadura de La Jacinta es evidente y degrada aún más la calidad de las aguas
LIMONA -BAJA	MALO	AGRO (INDUSTRIA) EN RETIROS	BASURAS Y/O ESCOMBROS	CONSTRUCCIONES CIVILES	DESCARGA AGUAS RESIDUALES (<10 viviendas)	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS	VIVIENDAS EN RETIROS	Junto al puente que cruza con la vía principal 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 Itagüi y se encuentra invadido, pero el margen izquierdo es factible de restaurarse y pertenece a Medellín. Se hace notable un deterioro organoléptico de las aguas y también de los retiros en la margen izquierda, que tienden a desaparecer por construcciones civiles.
MANGUALA - ALTA	MUY BUENO								Retiros similares que el monitoreo 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 pequeño socavamiento lateral en proceso de cicatrización.



UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
MANGUALA - MEDIA ALTA	REGULAR	CONSTRUCCIONES CIVILES	POTRERO EN RETIROS	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA					Retiros igual que monitoreo anterior. Con potreros a ambos lados del sitio de muestreo hacia abajo, y en coberturas de bosques hacia arriba. La situación de basuras ha mejorado un poco, al igual que el cuidado de coberturas en retiros, lo cual es una tendencia desde el monitoreo anterior. Se recomienda establecer un proceso de adquisición de parte de este predio para garantizar mejor cuidado de los retiros y de la calidad del agua arriba de las bocatomas de EPM y el Acueducto El Vergel Centro (los dos más grandes del corregimiento).
MANGUALA - MEDIA BAJA 1	MALO	CONSTRUCCIONES CIVILES	DESCARGA AGUAS RESIDUALES (<10 viviendas)	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	BASURAS Y/O ESCOMBROS	AGRO (INDUSTRIA) EN RETIROS	VIVIENDAS EN RETIROS		Los retiros permanecen similares que el monitoreo anterior, aunque se ha incrementado la presión con nuevas construcciones (o ampliación de las existentes). Se presentan potreros hacia arriba del sitio de muestreo (arriba del puente) e invasión de viviendas hacia abajo, no obstante, el margen izquierdo y aguas abajo está incrementando la pérdida de coberturas arbóreas. Durante este monitoreo se evidenció la construcción de nuevas viviendas al margen derecho y hacia arriba, que seguramente descargarán aguas residuales directamente al cauce.
MANGUALA - MEDIA BAJA 2 (CHISPERO)	MALO	BASURAS Y/O ESCOMBROS	VIVIENDAS EN RETIROS	DESCARGA AGUAS RESIDUALES (<10 viviendas)	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA				Durante este monitoreo se evidenció pérdida parcial de coberturas de rastrojos altos y cultivos permanentes de Café en sombrío. Aún hay fuerte influencia de descargas de aguas servidas de viviendas aguas arriba del sitio e incluso hacia abajo, a pesar de que fue construida una red de alcantarillado. La situación de calidad de aguas y retiros se ha agravado con la construcción de varias viviendas en madera y lata aguas arriba del sitio de muestreo, lo cual urge de control por parte del estado municipal y de la corregiduría.
MANGUALA - MEDIA BAJA 3 (COMPARTIR)	REGULAR	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS						Estado similar al monitoreo anterior. 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 aun sufre las influencias del sector del Chispero y María Auxiliadora. El margen derecho está falto de cobertura arbórea y se dedica a potrero.



UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
MANGUALA - BAJA	MALO	VIVIENDAS EN RETIROS	DESCARGA AGUAS RESIDUALES (<10 viviendas)	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	AGRO (INDUSTRIA) EN RETIROS	CONTAMIN. (AGRO)INDUSTRIAL		La calidad organoléptica del agua ha bajado notablemente, incluso ahora se presentan fuertes olores por descargas industriales. Abundantes algas pardas y grises, Tubifex, altas espumas que denotan detergentes y grasas que forman capas gruesas, al parecer de origen industrial no sólo local, sino provenientes de un poco arriba (del centro industrial de en el sector de Singapur). Hay gran presencia de basuras e invasión por viviendas y pequeñas industrias, entremezclados con rastrojos que tienden a desaparecer. Los habitantes locales se quejan de fuertes olores a sustancias industriales y emisión frecuente de vapores provenientes de descargas de líquidos de industrias aguas arriba.
ZULIA - ALTA (ACTUAL BOC.)	BUENO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA							Presenta retiros en el mismo estado del monitoreo anterior: en rastrojos medios y altos y Guadua, a ambos lados del cauce, en unos 5 - 7 metros de ancho. Se encuentran aislados.
ZULIA - MEDIA ALTA	MALO	DESCARGA AGUAS RESIDUALES (<10 viviendas)	CONSTRUCCIONES CIVILES	VIVIENDAS EN RETIROS					Abajo del puente. Retiros en rastrojos, cultivos. Su calidad ha mejorado, pues ya no se evidencia el funcionamiento de una marranera (aunque la infraestructura se mantiene), la cual estaba causando una gran contaminación con sus vertimientos directos.
ZULIA - MEDIA BAJA 1 (abajo Indio)	BUENO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA							Abajo de desembocadura del Indio. Retiros similares al año anterior, con Rastrojos, Guadua y alguna invasión de ganadería, presenta pocas espumas. Muestra aguas un poco turbias por la influencia del Indio, pero además olores suaves. La turbidez predominante se debe a los sedimentos arcillosos son de origen mineral, no han perjudicado demasiado los macroinvertebrados.
ZULIA - MEDIA BAJA 2 (Arriba Indio)	REGULAR	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS						Arriba de la desembocadura del Indio. Retiros en pastos con rastrojos y arboles dispersos. Permanece similar al monitoreo anterior



UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
ZULIA -BAJA	REGULAR	POCA COBERTURA ARBOREA O SIN ELLA	DESCARGA AGUAS RESIDUALES (<10 viviendas)						Retiros similares al año anterior, con rastrojos y alguna invasión de cultivos, presenta una descarga de vivienda, pero este monitoreo evidenció un nuevo sitio de vertimiento directo esporádico proveniente de la empresa Avícola Medellín (PolloCoa), al parecer consistente en descarga de aguas de lavado de instalaciones, pues fue notorio el olor a hipoclorito. La calidad organoléptica del agua ha disminuido, al parecer por descargas de marraneras y quizá de PolloCoa

Fuente: Elaboración propia

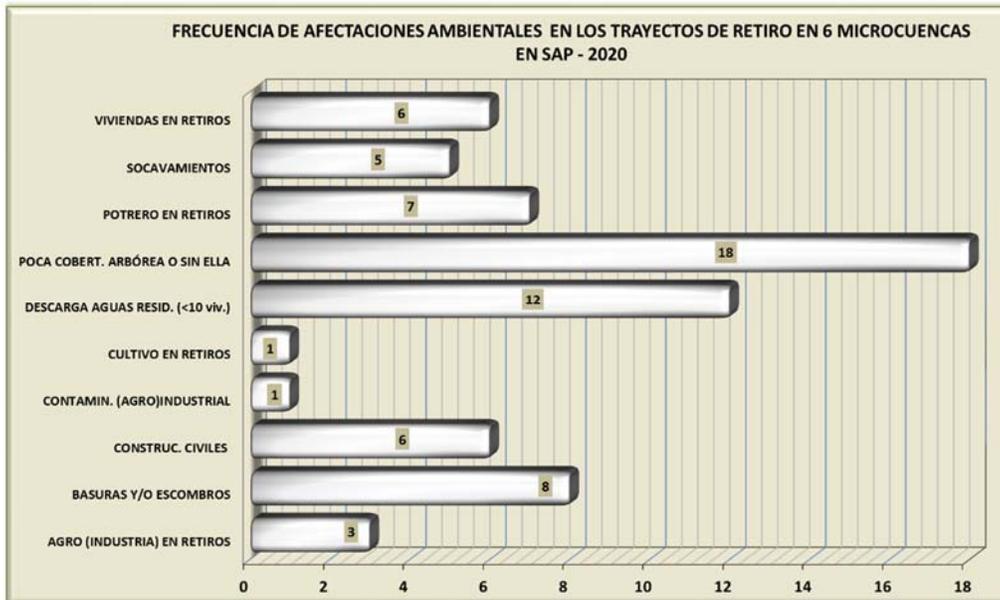


Gráfico 63. Principales afectaciones en retiros de quebradas evaluadas en 2020  
Fuente: Elaboración propia

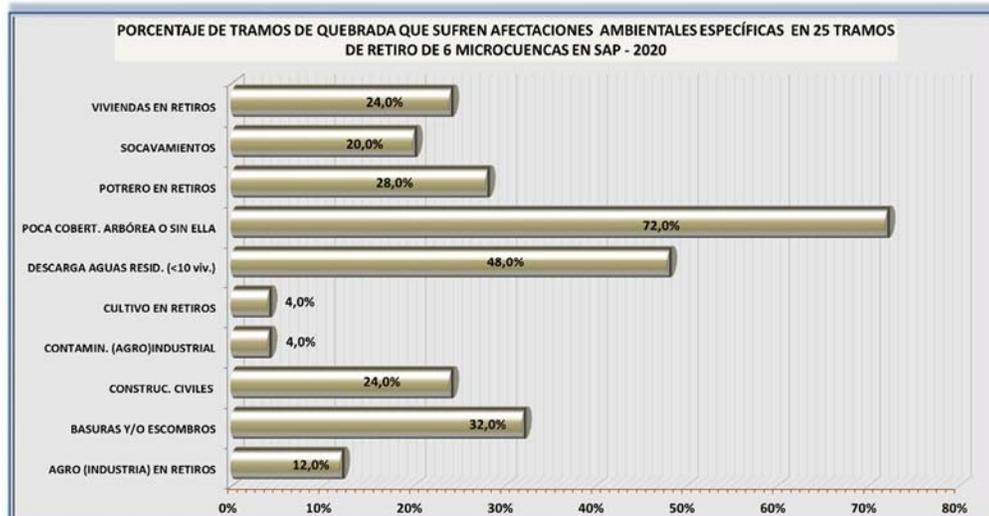
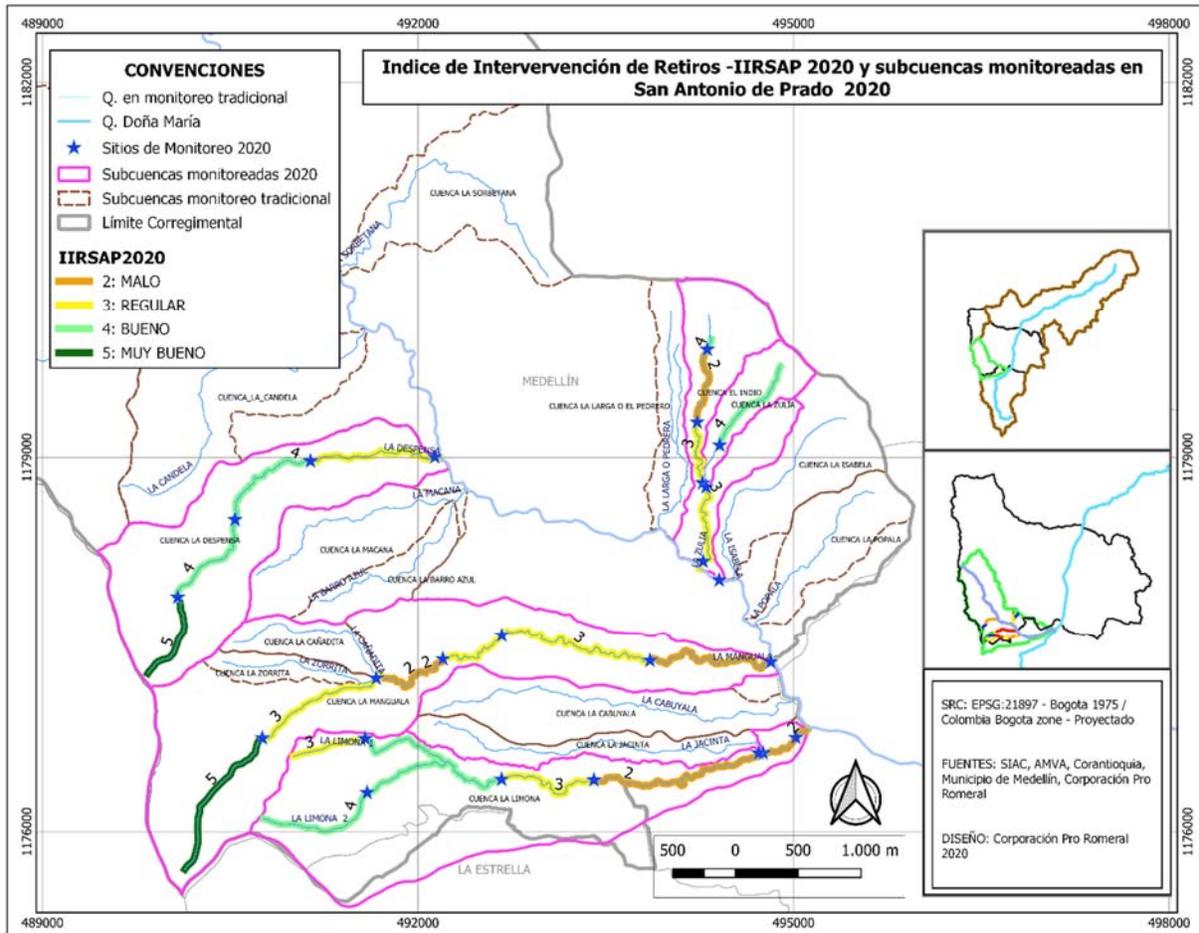


Gráfico 64. Porcentaje de tramos que sufren un tipo específico de afectación en 2020  
Fuente: Elaboración propia



En el informe de 2016, se realizó un análisis relacionado con la importancia de los monitoreos ambientales en función del mantenimiento y mejoramiento de los servicios ecosistémicos y ambientales del territorio, haciendo énfasis en el flujo espacial del agua y el flujo económico implicado en el flujo espacial. Este enfoque es muy necesario tenerlo en cuenta para comprender las posibles dinámicas de gestión socioambiental territorial en perspectiva de desarrollo sostenible. Se invita al lector a profundizar en el tema, consultado este aspecto del agua en dicho informe (Municipio de Medellín, SMA & Corporación Pro Romeral, 2016b), así como aquel estudio local en se soportó el breve análisis del anterior informe (Uribe García C. M., 2014).

En el mapa 15 pueden observarse las ubicaciones y estados ambientales de los diferentes tramos evaluados en 2020, con base en la metodología IIRSAP. Lo más resaltante es que ninguna de las microcuencas presenta un estado ambiental de retiros “Bueno” o “Muy bueno”, lo que refleja la amenaza de pérdida paulatina de los retiros para prestar servicios ambientales complementarios al suministro de agua, si no se establecen e implementan estrategias y proyectos para su restauración, conservación y usos sostenible.



Mapa 15. Índice de intervención de retiros (IIRSAP), en 6 microcuencas de SAP, en 2020  
Fuente: Elaboración propia



### 3. OBSERVACIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

El PAALSAP 2007-2019, contempla muchos programas y proyectos que, por su carácter permanente, se mantienen vigentes en 2020 y continuarán estándolo por lo menos hasta una nueva actualización en 2032, como es el caso de los monitoreos ambientales, en el marco del observatorio ambiental local (OALSAP). También existen algunos proyectos que no han recibido apoyos económicos, logísticos ni técnicos para su implementación y en ese caso muestran poco o nulo avance y que ameritan su revaluación o su relanzamiento. Varios de los que no han recibido apoyos institucionales son claves para lograr la protección y el manejo sostenible de los bienes y servicios ambientales en el corregimiento en cuanto al agua, por ejemplo, el proyecto de apoyo y fortalecimiento de organizaciones socioambientales que gestionan en el manejo del agua con visión sostenible. En otras ocasiones muchos proyectos incluidos en programas y líneas estratégicas diferentes se complementan y actúan sinérgicamente, y por eso no admiten la visión de “priorización” o competencia por recursos, lo que casi siempre termina dejando relegados y sin ejecutar algunos de los proyectos claves y estructurales, con implicaciones graves en los logros estratégicos del PAAL.

Entre los principales proyectos del PAAL, relacionados con el agua y que necesitan apoyos permanentes y en algunos casos ininterrumpidos, por su enfoque de procesos, y que fueron mencionados en el informe de monitoreo 2015-2016, 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”,



Los proyectos de la agenda ambiental, requieren el levantamiento constante de una base informativa que muestre el estado pasado y presente sobre una problemática ambiental, sobre una política pública o programa de mayor jerarquía (por ejemplo, a nivel de ciudad o área metropolitana), pero con implicaciones o realizaciones locales, igualmente sobre un bien o servicio ambiental específico y sobre sus tendencias.

El levantamiento y seguimiento de los datos anteriores son indispensables con el fin de diseñar o ajustar mejor los proyectos y emprenderlos más racionalmente. A esta visión responde la estrategia de gestión y planeación del corregimiento, establecida de manera autónoma, y que fue denominada observatorio ambiental local (OALSAP), el cual busca garantizar el monitoreo constante del estado ambiental de los suelos, el agua, la biodiversidad, los bosques, la erosión, los movimientos en masa, entre otros. Es parte integral de la agenda ambiental local, es coordinado por la mesa ambiental y gestionado comunitariamente con el apoyo principal de la Secretaría del Medio Ambiente de Medellín, la Mesa Ambiental de San Antonio de Prado y algunas organizaciones ambientales locales y en menor medida con el apoyo modesto y esporádico de algunas CAR.

El desarrollo del actual proyecto, responde a esta necesidad y a esa estrategia participativa y de gestión integral para la sostenibilidad del territorio.

El informe de monitoreo de aguas 2015-2016, expresa varias recomendaciones y observaciones que mantienen vigencia, pero así mismo las dinámicas del territorio y los estudios posteriores, acopiados o citados en el presente estudio, amerita que se reiteren y se complementen las señaladas en el citado informe de hace 5 años, pero también es necesario anotar algunas relacionadas con otras líneas del PAAL:

1. Desde hace varios años se manifiesta en algunos sectores del corregimiento déficits temporales de agua, incluso algunas urbanizaciones nuevas tuvieron que ser atendidas por carrotanques durante más de un año, debido a que los acueductos no tenían capacidad de atender más usuarios, pero en algunos sectores de zonas rurales también se presta el fenómeno, lo que repercute en varias actividades productivas que se ven drásticamente perjudicadas en épocas de sequía. La situación no se debe exclusivamente a que se haya rebasado la oferta natural de agua de algunas quebradas proveedoras como la Manguala, La Limona, La Despensa, La Zulia, La Isabela, sino a que estas y otras quebradas presentan un estado de contaminación elevado en su parte media, e incluso media-alta, imposibilitando su uso como aguas crudas e incluso para tratamiento y posterior consumo humano.
2. Con base en lo anterior, se reitera la urgencia de ampliar los proyectos de saneamiento básico, 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 que,



si bien ahora cuentan en su mayoría con una opción de alcantarillado, todavía quedan muchas viviendas sin conexión. Así mismo, sectores de la Jacinta media a su paso por Barichara y los Limonares que descargan directamente al cauce, a pesar de ser servidos en agua potable por EPM, el sector de Los Vargas que impacta La Limona y que ahora se ha extendido hacia una cota superior, los barrios asociados a La Isabela en la vereda La Verde, así como sectores de barrios en La Candela y en La Despensa parte media.

3. La invasión y afectación de retiros tanto en los trayectos de quebradas por sus partes medias y bajas, e incluso en zonas de nacimientos, genera menos oferta del agua en tiempos de sequía y con menor calidad, acrecentando el déficit estacional. La timidez con que se manejan estrategias de ciudad con relación a PSA, adquisición de predios, apoyo a producción más limpia y reconversión agrotecnológica, y control institucional, etc. hace que la situación en campo permanezca casi sin variación, en lo referente a la oferta real de agua limpia para diferentes usos. Están tan mal realizados los diferentes programas que buscan garantizar la oferta de agua por parte de las microcuencas locales, que ante el fracaso relativo, EPM optó por “importar” agua desde el municipio de La Estrella para garantizar la provisión a varios sectores de la zona urbana de San Antonio de Prado; pero esta decisión no hará más que profundizar el abandono y la degradación de las microcuencas locales, que ahora total o parcialmente no tendrán que ser restauradas y manejadas con enfoque sostenible, pues su “servicio principal” (el agua), está “garantizado” desde microcuencas por fuera del corregimiento.

4. A pesar de lo anterior, la importación de agua desde otros municipios, no alcanza a surtir todas las necesidades, mientras la demanda aumenta con la construcción de nuevas viviendas, proyectos urbanísticos y parcelaciones, por encima de la cota que atiende EPM, o que mantiene la presión sobre los acueductos comunitarios, algunos de los cuales han empezado a captar ilegalmente todo el caudal de las corrientes (incluyendo el caudal ecológico), con el fin de suministrarlo a estos proyectos urbanísticos, y dejando con ello un impacto grave en la quebrada, pues en algunos tramos pierden la biodiversidad acuática y ven afectados sus funciones ecológicas. Con todo, hasta ahora, la autoridad ambiental no ha intervenido para controlar el fenómeno. Los casos más alarmantes se ubican en la Limona y la Manguala, pero La Despensa también sufre el fenómeno. Se recomienda a la autoridad ambiental ejercer este control de manera urgente.

5. La falta de control permanente por parte de las autoridades ambientales, hace que se vea debilitada la conservación de la calidad del agua y otros bienes en la cuenca, pero además no fortalece la actividad de prevención de la contaminación en muchas corrientes, incluso en algunas que cuentan con alcantarillado, permitiendo que algunos usuarios mantengan sus vertimientos directos. Algunos usuarios se abstienen de construir una red domiciliaria y conducir sus aguas hasta las redes de alcantarillado públicas no sólo por los costos directos,



sino además para evitar el pago del valor mensual del servicio, contraviniendo la norma. Se recomienda entonces mantener un proceso de vigilancia y control, aunado a esfuerzos de restauración, tal como lo está desarrollando autónomamente la Alianza en Defensa de La Cabuyala en una de las microcuencas urbanas del corregimiento desde hace más de tres años. Esto implica apoyar seriamente la participación ciudadana y las organizaciones ambientales locales, como aliados estratégicos del proceso.

6. 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 de acción, es necesario avanzar en el programa de convenios de producción más limpia (PML) con las agroindustrias de la localidad, ya que algunas de ellas son causantes de contaminación muy considerable en las quebradas de su influencia, así como en proceso muy serios de erosión edáfica y movimientos en masa, a causa del uso de la tierra en ganadería intensiva en librepastoreo, con riego de excretas.

7. Ligado a la situación anterior, está el asunto del manejo sostenible de las excretas derivadas de actividades pecuarias intensivas: el programa de sobre el manejo de excretas por la vía seca en lugar de riegos líquidos, en los espacios de confinamiento, debería ser prioritario y objeto tanto de apoyo institucional como de control por parte de las autoridades ambientales.

8. Es urgente el reconocimiento de los espacios asociados a humedales, a las corrientes subterráneas y a los retiros de pequeñas quebradas ubicadas en la zona de expansión urbana, como espacios que exigen conservación, pues de otra manera continuarán desapareciendo y en esa medida se perderán también espacios muy importantes para la recreación, las funciones ambientales, la supervivencia de algunas especies y el mejor estar de los habitantes del corregimiento.

9. Si bien se evidencia una tendencia positiva en cuanto al control de la contaminación hídrica a nivel local, aún hay debilidad a gran escala, derivada de la falta de continuidad. Los programas de monitoreo contribuyen con el control de la degradación ambiental, debido a que no sólo generan un diagnóstico permanente, sino que contribuyen de manera indirecta al control social, pues los infractores lo sienten como presión indirecta contra los vertimientos ilegales que son 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.

10. Es necesario recalcar ante la administración municipal y las CAR, que su enfoque de gestión territorial urge de continuidad en los procesos. La falta de continuidad de programas y proyectos del PAAL genera "...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.” (Secretaría Medio Ambiente de Medellín & Corporación Pro Romeral, 2012).

11. La ocupación sostenible del territorio obliga gestionar de manera diferente el manejo de algunas microcuencas como La Manguala, La Zorrita, La Cañadita, La Despensa, La Sorbetana, La Zulia, La Candela, La Larga, La Cabaña, Cajones, que están muy asociadas a actividades pecuarias y a la vez son fuertes proveedoras de servicios ambientales. Estas microcuencas ayudan al sostenimiento de la mayor parte de la oferta hídrica captada por acueductos comunitarios y de EPM y que a la vez es usada por la zona rural y por la urbana con más de 100.000 habitantes. Cuando se tiene en cuenta que el proceso de expansión urbana está en plena actividad, se puede percibir con claridad la necesidad de prever que varias de estas microcuencas serán las futuras proveedoras de agua al corregimiento, tanto en su parte rural como urbana, por lo que se obliga a su conservación desde este momento. Así mismo La Guapante, La Astillera y la alta Doña María serán con mucha probabilidad 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 aunque actualmente las coberturas de bosques, rastrojos y plantaciones forestales son las predominantes, están sufriendo presiones fuertes por parte del sector pecuario intensivo (porcicultura asociada a ganadería bovina en libre pastoreo con riego de excretas líquidas) 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.

12. Con relación al tema anterior, es necesario resaltar que varias de estas microcuencas no están siendo visualizadas por el municipio para adquisición de sus partes altas, a pesar de cumplir la función de proveedoras agua para acueductos veredales como La Zulia, El Indio y La Isabela en La Verde (que surten dos acueductos comunitarios), La Despensa (que surte por lo menos dos acueductos, incluido parcialmente el de EPM), La Sorbetana (que surte el acueducto del mismo nombre), La Candela y La Larga de Yarumalito (que surten 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, tal como lo señalan informes anteriores.



13. Complementariamente a la adquisición de predios para su destinación a conservación ambiental, 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 ley 99 de 1993 y decretos reglamentarios como el decreto nacional 953 de 2013, el decreto ley 870 de 2017, el decreto 1007 de 2018, el decreto municipal 1910 de 2016, el acuerdo 66 de 2017 (Estatuto Tributario de Medellín).

14. Un aspecto de cultura ambiental muy importante, y que aunque reconocido formalmente sigue sin tratamiento, es que los fenómenos de degradación ambiental y particularmente del agua, no son sentidos por los habitantes cotidianos, como parte de su responsabilidad individual o ciudadana, sino como una competencia exclusivamente estatal, por lo que la problemática de destrucción del agua, de los retiros de quebradas y de otros bienes ambientales, 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 estatal. 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, pero para lograr esto es indispensable que el estado empiece a reconocer y apoyar seriamente la práctica del ejercicio de participación ciudadana real y de la democracia participativa en temas de gestión del territorio, como es el caso del PAAL, el OAL y el programa de presupuesto participativo que muchas veces ha sido cooptado por grupos de poder político, transformándolo de un ejercicio de democracia participativa hacia otro de democracia representativa, limitando en mucho la lectura e interpretación sectorial del territorio, como si lo hacen las mesas ambientales.

15. Una recomendación permanente, con soporte en todos los años anteriores de implementación del PAAL, es que las instituciones deben profundizar la implementación del PAALSAP en su integralidad, y apoyar los esfuerzos ciudadanos por consolidar el observatorio ambiental local -OAL- que debería estar claramente ligado al OAM de Medellín, sin perder autonomía. 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.

16. Se recomienda mantener y fortalecer los programas de monitoreo ambiental del agua, el suelo, los bosques, biodiversidad, cultura ambiental, en el marco del observatorio ambiental



local, bajo la coordinación de la mesa ambiental con el apoyo de organizaciones locales y la participación y apoyo económico de instituciones públicas.



#### 4. ANEXOS

Todos estos anexos pueden ser consultados y observados con detalle en el CD adjunto a este informe

ANEXO 1. Social

ANEXO 2. Bioindicación

ANEXO 3. Coordinadas sitios

ANEXO 4. Datos de campo procesados 2020

ANEXO 5. Resultados laboratorio aguas 2020

ANEXO 6. Curvas funcionales de calidad (Qi)

ANEXO 7. Tablas aguas y gráficos 2020 e históricos

ANEXO 8. Tablas y gráficos retiros 2020

ANEXO 9. Mapas y gráficos



## BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Medellín. (2014). *Acuerdo municipal 48 de 2014, "Por medio del cual se adopta la revisión y ajuste de largo plazo del Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Medellín y se dictan otras disposiciones complementarias"*. Medellín, Antioquia, Colombia.
- Alcaldía de Medellín. (2019). *Plan de Desarrollo Local. Actualización. San Antonio de Prado*. Municipio de Medellín, Departamento Administrativo de Planeación, Medellín.
- Alcaldía de Medellín. (16 de diciembre de 2019). Resolución No. 201950118486. Por la cual se adopta el instrumento de planificación complementaria de segundo nivel, Distrito Rural Campesino para el Municipio de Medellín. (D. 2. GACETA OFICIAL. N. 4657. AÑO XXV. 30, Recopilador) Medellín, Antioquia. Recuperado el 31 de marzo de 2021, de [https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/astrea/docs/r\\_alcamed\\_118486\\_2019.htm](https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/astrea/docs/r_alcamed_118486_2019.htm)
- Alcaldía de Medellín. (2020). *Plan de Desarrollo Medellín Futuro 2020-2023*. Medellín. Recuperado el 17 de septiembre de 2020, de <https://www.medellin.gov.co/irj/portal/medellin?NavigationTarget=navurl://dddddaaa89dac2b277befc10a93559c26>
- Alcaldía de Medellín, S. (14 de Diciembre de 2016). Decreto municipal 1910 de 2016. Por el cual se reglamenta el pago por servicios ambientales hídricos en el municipio de Medellín y se dictan otras disposiciones. Medellín, Antioquia, Colombia.
- AMVA & CTA. (2008). *Plan de Ordenación y Manejo de la Microcuenca de la Quebrada Doña María, Municipios de Itagüí, La Estrella y Medellín*. Consultoría, Medellín.
- AMVA. (2012). *Resolución Metropolitana 2016 de 2012. Por medio de la cual se adoptan nuevos objetivos de calidad del río Medellín-Aburrá para el periodo 2012-2022*. Área Metropolitana del Valle de Aburrá.
- AMVA, & Pro Romeral, C. (2011). *Convenio de asociación CA 514 de 2010, para aunar esfuerzos para la realización de jornadas tendientes al mejoramiento y conservación de la Reserva El Romeral*. Informe de proyecto, Medellín.
- Colegio Mayor de Antioquia, I., & Pro Romeral, C. (2007). *Gestión socioambiental para San Antonio de Prado en las microcuencas La Limona, La Jacinta, La Cabuyala y El Buey*. Informe de proyecto en el marco del convenio de asociación número: 4800001279 entre CMA y SMA, Medellín.
- Concejo de Medellín. (23 de julio de 2007). Acuerdo 21 de 2007 por el cual se implementa, se consolida, se evalúa y controla el Sistema de Gestión Ambiental del Municipio de Medellín – SIGAM. Medellín, Antioquia, Colombia. Recuperado el 30 de marzo de 2021, de [https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/astrea/docs/a\\_conmed\\_0021\\_2007.htm](https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/astrea/docs/a_conmed_0021_2007.htm)
- Concejo de Medellín. (5 de mayo de 2009). Acuerdo municipal 03 de 2009. Medellín, Antioquia. Recuperado el 30 de marzo de 2021, de [https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/astrea/docs/A\\_CONMED\\_0003\\_2009.htm](https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/astrea/docs/A_CONMED_0003_2009.htm)



- Concejo de Medellín. (17 de julio de 2014). Acuerdo 10 de 2014. Por el cual se adopta y reglamenta la Política de Biodiversidad para Medellín.
- Corantioquia. (2015). *Actualización del Plan de Manejo del Distrito de Manejo Integrado – DMI Valle De Aburrá – Río Cauca*. Medellín.
- Corantioquia, AMVA y Cornare. (2018). *Actualización del POMCA del río Aburra. Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica*. Consultoría, Medellín. Obtenido de <https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/Paginas/POMCA.aspx?RootFolder=%2Fambiental%2Frecursos%2Dhidrico%2Fpomca%2F2018&FolderCTID=0x012000278D5C9C41FCE144ABC8B24DE8D68395&View={CA4B4E49-E669-4652-9054-CB5A6CE80FFD}>
- Corporación Pro Romeral. (2009). *Reconocimiento del estado actual de los movimientos en masa en la zona centro y sur del corregimiento San Antonio de Prado*. Medellín.
- Corporación Pro Romeral, & Mesa Ambiental SAP. (2010). *Monitoreo de la actividad de los movimientos en masa en San Antonio de Prado, municipio de Medellín – 2010*. Medellín.
- Corporación Pro Romeral, & Mesa Ambiental SAP. (2013). *Fortalecer los procesos de monitoreo ambiental en el corregimiento de San Antonio de Prado en la primera fase del observatorio ambiental local como parte del desarrollo del observatorio ambiental de Medellín*. En el marco del convenio de asociación No. 4600042136 de 2012, Medellín.
- González, M., & García, D. (1995). Restauración de ríos y ribera. *Universidad Politécnica de Madrid*, 1-113.
- Hanson, P., Springer, M., & Ramirez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical, Capítulo 1(58(Suppl. 4))*, 3-37. Recuperado el 08 de Febrero de 2021, de <http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script>
- Holdridge, L. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. (H. J. Saa, Trad.) San José, Costa Rica: IICA.
- IDEAM. (2013). *Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- MADS. (2014). *Política Nacional para la Gestión Integral Ambiental del Suelo*. Bogotá.
- MADS. (2016). *Política para la Gestión Sostenible del Suelo*. Bogotá.
- Mas Bosques, C., & Pro Romeral, C. (2014). *Implementación de un aula ambiental y formulación de las bases para un programa de educación y cultura ambiental asociado al aula ambiental en San Antonio de Prado, Medellín. Programa de cultura y educación ambiental asociado al aula ambiental La Toluca*. Contrato 071-2014 entre MasBosques y Pro Romeral, en el marco del Convenio Interadministrativo 4600054609 de 2014, Medellín.
- Municipio de Medellín. (2007). *Agenda Ambiental Local para el Corregimiento de San Antonio de Prado y Bases para la Implementación del Sistema de Gestión Ambiental Corregimental*. Medellín.
- Municipio de Medellín. (6 de Marzo de 2021). *Alcaldía de Medellín OpenData - GeoMedellin*. Recuperado el 6 de marzo de 2021, de <https://geomedellin-m-medellin.opendata.arcgis.com/datasets/limite-comuna-corregimiento>



- Municipio de Medellín y Politecnico Jaime Isaza Cadavid. (2017). *Plan de Acción Ambiental Local de San Antonio de Prado 2007-2019 (Actualización)*. Actualización, Municipio de Medellín. Secretaría del Medio Ambiente, Medellín. Recuperado el 2020, de <https://proromeral.wordpress.com/>
- Municipio de Medellín, & Comitato Internazionale Per lo Sviluppo dei Popoli, C. (2008). *Programa de capacitación, promoción y apoyo para la reconversión de las prácticas agropecuarias con impactos ambientales negativos. Caracterización de los sistemas de manejo agrotecnológicos en San Antonio de Prado*. Consultoría, Secretaria de Desarrollo Social de Medellín y Comitato Internazionale Per lo Sviluppo dei Popoli – CISP, Medellín.
- Municipio de Medellín, & Corporación Pro Romeral. (2011). *Convenio de asociación para implementar un proceso de vigilancia de las áreas protegidas alta Manguala, alta Guapante y alta Astillera en la cuchilla El Romeral-Barcino del corregimiento San Antonio de Prado del municipio de Medellín*. Informe de proyecto, Medellín.
- Municipio de Medellín, SMA, & Corporación Pro Romeral. (2009). *Apoyo a la reconversión de los sistemas de manejo agrotecnológicos y la producción más limpia en el corregimiento de San Antonio de Prado*. Consultoría, Municipio de Medellín, Medellín.
- Municipio de Medellín, SMA, & Corporación Pro Romeral. (2014). *Convenio de asociación para implementar un proceso de manejo de los ecosistemas estratégicos abastecedores de agua en el corregimiento San Antonio de Prado del municipio de Medellín, veredas la Florida, Potrerito, San José y Astilleros*. Informe de proyecto, Medellín.
- Municipio de Medellín, SMA, & Corporación Pro Romeral. (2016). *Convenio de asociación para el comanejo de las áreas y ecosistemas de importancia ambiental del corregimiento de San Antonio de Prado, municipio de Medellín. Anexo PMA*. Convenio 4600057133 de 2014. Anexo I, Medellín.
- Municipio de Medellín, SMA, & Corporación Pro Romeral. (2016a). *Convenio de asociación para el comanejo de las áreas y ecosistemas de importancia ambiental del corregimiento de San Antonio de Prado, municipio de Medellín. Tomo I PMA Reservas*. Convenio N° 4600057133 de 2014. Anexo I. PMA reservas, Medellín.
- Municipio de Medellín, SMA, & Corporación Pro Romeral. (2016b). *Convenio de asociación para el comanejo de las áreas y ecosistemas de importancia ambiental del corregimiento de San Antonio de Prado, municipio de Medellín. Anexo II Monitoreo Aguas*. Convenio No 4600057133 de 2014. Anexo II. Monitoreo Aguas, Medellín.
- Municipio de Medellín, SMA, & Corporación Pro Romeral. (2016c). *Convenio de asociación para el comanejo de las áreas y ecosistemas de importancia ambiental del corregimiento de San Antonio de Prado, municipio de Medellín. Anexo III Monitoreo Bosques*. Convenio N° 4600057133 de 2014. Anexo III. Monitoreo bosques, Medellín.
- Municipio de Medellín, SMA, & Corporación Pro Romeral. (2016d). *Convenio de asociación para el comanejo de las áreas y ecosistemas de importancia ambiental del corregimiento de San Antonio de Prado, municipio de Medellín. Anexo IV Movimientos en masa*. Convenio No 4600057133 de 2014. Anexo IV. Movimientos en masa, Medellín.



- Municipio de Medellín, SMA, & Corporación Pro Romeral. (2017). *Convenio de asociación para la protección, conservación y mantenimiento de ecosistemas estratégicos y áreas protegidas en la comuna 80*. Informe de proyecto, Medellín.
- Municipio de Medellín, SMA, & Universidad de Antioquia. (2008). *Implementar procesos de educación y cultura ambiental que permitan el fortalecimiento de los PRAE en las instituciones educativas del municipio de Medellín*. Subproyecto SAP. OS N°9304-002-2008 de la UdeA y Pro Romeral en el marco del Convenio No. 4600008129 de 2008, Medellín.
- Municipio de Medellín. SMA, & Corporación Pro Romeral. (2009). *Convenio de asociación para el monitoreo del recurso hídrico en el corregimiento de San Antonio de Prado del Municipio de Medellín*. CONVENIO No. 4600020256 de 2009, Medellín.
- Municipio de Medellín. SMA, & Corporación Pro Romeral. (2013). *Convenio de asociación para implementar un proceso de vigilancia de las reservas alta Manguala, alta Guapante y alta Astillera en la Cuchilla el Romeral-Barcino y formulación de un plan de manejo ambiental para dichas reservas en San Antonio de Prado*. Convenio 4600041966 de 2012 entre la Secretaría del Medio Ambiente de Medellín y la Corporación Pro Romeral, Medellín.
- Municipio de Medellín. SMA, & UT Pro Romeral-Convida. (2008). *Consultoría para el monitoreo del recurso hídrico, recurso suelo-bosque, en el corregimiento de San Antonio de Prado del municipio de Medellín*. Contrato No. 460002816 de 2007, Medellín.
- Rodriguez Capítulo, A., Muñoz, I., Bonada, N., & Gaud. (2009). La biota de los ríos: los invertebrados. En A. & Elosegi, *Conceptos y técnicas para el estudio de la ecología de ríos* (págs. 248-264). Bilbao, España: Fundación BBVA.
- Roldán Pérez, G. (2003). *Bioindicación de la calidad de agua en Colombia. Propuesta para el uso del método BMWP/Col*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Roldán Pérez, R. (2012). *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua*. Bogotá: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.
- Rosenberg, D., & Resh, V. (1993). *Freshwater biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. (C. y. Hall, Ed.) New York.
- Secretaría del Medio Ambiente de Medellín, & Corporación Pro Romeral. (2010). *Implementación de la tercera fase de las acciones de reconversión agrotecnológica y producción más limpia en el Corregimiento San Antonio de Prado*. Consultoría, Municipio de Medellín, Medellín.
- Secretaría del Medio Ambiente de Medellín, & Corporación Pro Romeral. (2013). *Quinta fase del monitoreo del recurso hídrico y los trayectos de retiro de quebradas en la comuna 80 del municipio de Medellín, de acuerdo con la agenda ambiental*. Convenio de asociación N° 4600048315 de 2013, Medellín.
- Secretaría del Medio Ambiente de Medellín, & Corporación Pro Romeral. (2016). *Comanejo de las áreas y ecosistemas de importancia ambiental del corregimiento de San Antonio de Prado, municipio de Medellín*. Informe de proyecto, Medellín.
- Secretaría Medio Ambiente de Medellín, & Corporación Pro Romeral. (2012). *Monitoreo del recurso hídrico y de los trayectos de retiros de quebrada, en el corregimiento San Antonio de Medellín, de acuerdo con las directrices trazadas en la agenda ambiental y en la tercera fase de monitoreos de quebradas*. Convenio 4600041707 de 2012, Medellín.



- Tosi, J. A. (1981). *Una Clasificación y Metodología para la Determinación y Levantamiento de Mapas de la Capacidad de Uso Mayor de la Tierra* (Vol. 67). San José, Costa Rica: CCT.
- Tosi, J. A. (1985). *Manual para la Determinación de la capacidad de Uso de Las Tierras de Costa Rica*. San José, Costa Rica: CCT.
- Uribe García, C. (2018). *Levantamiento y mapificación de la capacidad de uso máximo de la tierra bajo la metodología TOSI en la microcuenca Doña María*. Tesis de grado a nivel de Especialización, Universidad Santo Tomás, Facultad de Ciencias y Tecnologías, Bogotá. Obtenido de <https://www.prromeral.org/estudios/>
- Uribe García, C. M. (2014). *Subsectores, actores y encadenamientos principales en las relaciones económico-ambiental en San Antonio de Prado con miras a conformar una red de economía social y solidaria*. Investigación, Municipio de Medellín. Secretaría de Desarrollo Social y CONFECOOP, Medellín. Recuperado el 20 de marzo de 2021, de <https://www.prromeral.org/informacion-de-interes/>
- Uribe García, C. M. (2019). *Formulación de un índice de calidad de aguas para cuencas rurales en zonas de montaña basado en un estudio de subcuencas de la microcuenca Doña María del Valle de Aburrá*. Universidad Santo Tomás, Facultad de Ciencias y Tecnología. Bogotá: Universidad Santo Tomás. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/18682>
- Uribe-García, C. (2017). El suelo y la tierra como elementos de regulación legal. Medellín.



**Alcaldía de Medellín**