

RESUMEN EJECUTIVO

FORMULACIÓN
POMCA
RÍO RISARALDA



Plan de Ordenación y Manejo
de la Cuenca Hidrográfica

"La cuenca vive, para que tu vivas"



FORMULACIÓN PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA DEL RIO RISARALDA
FASE DE DIAGNÓSTICO

CONSORCIO ORDENAMIENTO CUENCA RIO RISARALDA

Carrera 18 E Nro. 42 B 352, Local 5
(6) 314 17 28 Pereira (Risaralda)

pomcasrisaralda@gmail.com

@POMCASRisaraldayOtún

#POMCASRisaralda





TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN-----	18
2.	CONFORMACIÓN DEL CONSEJO DE CUENCA DEL RÍO RISARALDA -----	20
3.	CARACTERIZACIÓN BÁSICA DE LA CUENCA -----	23
3.1	Delimitación de la cuenca -----	24
3.2	Localización de la cuenca y división político administrativa -----	25
3.3	Territorios Étnicos -----	29
4.	CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO BIÓTICO-----	29
4.1	Clima -----	29
4.1.1	Caracterización y localización de la red meteorológica existente-----	30
4.1.2	Caracterización temporal y espacial del clima-----	32
4.1.3	Construcción de curvas IDF -----	34
4.1.4	Zonificación climática-----	35
4.1.5	Resultados del Índice de Aridez (IA)-----	37
4.1.6	Resultados del Índice de Aridez (IA)-----	40
4.1.7	Balance hídrico climático -----	41
4.1.7.1	Balance hídrico a Largo Plazo-----	42
4.2	Geología-----	47
4.2.1	Geología Básica Para Ingeniería (UGS) -----	52
4.3	Hidrogeología -----	57
4.4	Hidrografía -----	58
4.4.1	Áreas hidrográficas -----	60
4.4.1.1	Zonas hidrográficas-----	60
4.4.1.2	Subzonas Hidrográficas -----	61
4.4.1.3	Cuenca-----	61
4.4.1.4	Subcuenca -----	61
4.4.2	Subcuencas y microcuencas abastecedoras de centros poblados y centros urbanos-----	64
4.4.3	Caracterización de la red de drenaje -----	68
4.4.4	Densidad de drenaje -----	71
4.4.5	Mapa de hidrografía del área de estudio objeto de ordenación -----	77
4.5	Morfometría -----	78
4.5.1	Morfometría unidades del nivel subsiguiente -----	83
4.5.2	Morfometría unidades hidrográficas abastecedoras de centros urbanos y centros poblados -----	91
4.6	Pendientes -----	104



4.7	Hidrología-----	105
4.7.1	Descripción y evaluación de la red de estaciones hidrológicas -----	105
4.7.2	Inventario de infraestructura hidráulica que afecta la oferta-----	111
4.7.3	Principales captaciones de aguas en la cuenca del río Risaralda -----	113
4.7.4	Tipo de organizaciones que captan agua para consumo humano-----	114
4.7.5	Principales empresas prestadoras del servicio de acueducto -----	114
4.7.6	Análisis de sistemas lénticos naturales -----	115
4.7.7	Caracterización del régimen hidráulico e hidrológico -----	117
4.7.8	Escorrentía de Caudales Máximos-----	123
4.7.9	Escorrentía De Caudales Mínimos -----	124
4.7.10	Transporte de sedimentos río Risaralda -----	124
4.7.11	Oferta hídrica superficial mediante implementación de un modelo lluvia-escorrentía ---	129
4.7.12	Construcción del modelo-----	130
4.7.13	Parámetros para la calibración del modelo -----	131
4.7.14	Calibración modelo escala de tiempo mensual-----	140
4.7.15	Estimación de caudales ambientales -----	147
4.7.16	Oferta hídrica disponible -----	148
4.7.17	Demanda hídrica-----	150
4.7.17.1	Procedimiento de Cálculo-----	151
4.7.17.2	Demanda institucional y comercial -----	157
4.7.17.3	Demanda hídrica sector Agrícola -----	157
4.7.17.4	Demanda sector pecuario -----	162
4.7.17.5	Demanda sector Acuícola -----	164
4.7.17.6	Demanda industrial y de generación de energía -----	165
4.7.17.7	Demanda minera -----	166
4.7.17.8	Demanda hídrica total -----	166
4.7.18	Indicadores del sistema hídrico -----	168
4.7.18.1	Índice de Retención y Regulación Hídrica – IRH-----	168
4.7.19	Índice de Uso del Agua Superficial – IUA-----	171
4.7.20	Índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico – IVH -----	179
4.8	Calidad de agua -----	183
4.8.1	Descripción y evaluación de la red de monitoreo de calidad del recurso hídrico-----	183
4.8.2	Análisis de la calidad de recurso hídrico jurisdicción CARDER -----	186
4.8.3	Identificación de actividades que generan vertimientos por sectores -----	191
4.8.3.1	Actividad Agrícola -----	191
4.8.3.2	Actividad pecuaria - porcícola -----	191
4.8.3.3	Actividad de beneficio de animales -----	191
4.8.3.4	Actividad Industrial, Comercial o de Servicios-----	192
4.8.4	Línea base de cargas contaminantes -----	192
4.8.4.1	Cargas contaminante sector industrial -----	194
4.8.4.2	Cargas contaminantes sector porcícola-----	195
4.8.4.3	Cargas contaminantes jurisdicción CORPOCALDAS-----	195
4.8.4.4	Cargas contaminantes sector doméstico -----	195
4.8.4.5	Cargas contaminantes sector industrial -----	196
4.8.4.6	Cargas contaminantes sector sacrificio -----	196
4.8.5	Realización de campañas de monitoreo -----	196
4.8.5.1	Resultados de Aforos-----	197
4.8.6	Diagnóstico de factores de contaminación de recurso hídrico-----	203
4.8.7	Determinación del índice de calidad de agua (ICA) -----	205
4.8.8	Índice De Alteración Potencial de la Calidad De Agua – IACAL -----	208



4.8.8.1 Sector doméstico	210
4.8.8.2 Sector centrales de beneficio	210
4.8.8.3 Sector cafetero	210
4.8.8.4 Sector Industrial	210
4.8.8.5 Análisis de resultados de IACAL	210
4.9 Geomorfología	228
4.9.1 Procesos morfodinámicos	232
4.9.2 Jerarquización geomorfológica según Carvajal	234
4.10 Capacidad de uso de las tierras	239
4.10.1 Descripción de unidades de capacidad de uso	241
4.10.2 Mapa de capacidad de uso	244
4.10.3 Cultivos transitorios intensivos (CTI)	246
4.10.4 Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)	246
4.10.5 Cultivos permanentes intensivos (CPI)	247
4.10.6 Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	247
4.10.7 Sistemas agrosilvopastoriles (ASP)	247
4.10.8 Sistemas agrosilvícolas (AGS)	248
4.10.9 Pastoreo semintensivo (PSI)	248
4.10.10 Sistema forestal productor (FPD)	249
4.10.11 Sistema Forestal Protector (FPR)	249
4.10.12 Áreas para la Conservación de la Naturaleza y la Recreación (CRE)	249
4.11 Cobertura y uso de la tierra	252
4.11.1 Conclusiones indicador tasa de cambio de coberturas	266
4.11.2 indicador de vegetación remanente (IVR)	266
4.11.2.1 Metodología	266
4.11.2.2 Resultados	267
4.11.2.3 Conclusiones	270
4.11.3 índice de fragmentación - IF	271
4.11.3.1 Metodología	271
4.11.3.2 Resultados	274
4.11.3.3 Conclusiones Índice de Fragmentación	276
4.11.4 Indicador de presión demográfica – IPD	277
4.11.4.1 Metodología	278
4.11.4.2 Resultados	280
4.11.4.3 Conclusiones	285
4.11.4.3 índice de ambiente crítico – IAC	286
4.11.4.4 Resultados	287
4.11.4.5 Conclusiones	290
4.11.4.5 Índice del estado actual de las coberturas naturales	290
4.11.4.6 Metodología	291
4.11.4.7 Resultados	294
4.11.4.8 Conclusiones del ambiente crítico	295
4.11.4.8 Indicador de porcentaje (%) de área restaurada en cuencas abastecedoras de acueductos	296
4.11.4.9 Resultados	297
4.11.9.10 Conclusiones	300
4.12 Caracterización de vegetación y flora y caracterización fauna	300



4.12.1 Flora -----	300
4.12.2 Fauna-----	303
4.13 Identificación de áreas y ecosistemas estratégicos -----	307
5. CARACTERIZACIÓN SOCIAL, CULTURAL, ECONÓMICA Y POLÍTICO ADMINISTRATIVO-	309
5.1 Sistema social-----	309
5.1.1 Dinámica poblacional-----	309
5.1.2 Población actual de la Cuenca - Año 2015 -----	309
5.1.2.1 Tasas de crecimiento poblacional -----	311
5.1.2.2 Densidad poblacional (dispersión y concentración)-----	313
5.1.3 Dinámica de apropiación y ocupación del territorio -----	315
5.1.4 Servicios sociales básicos -----	317
5.1.4.1 Educación-----	317
5.1.4.2 Salud-----	318
5.1.4.3 Vivienda -----	319
5.1.4.4 Recreación-----	320
5.1.4.5 Equipamientos Comunitarios-----	322
5.1.4.6 Servicios Públicos -----	322
5.1.4.7 Medios de comunicación comunitarios -----	325
5.1.5 Tamaño predial asociado a presión demográfica -----	325
5.1.6 Pobreza y desigualdad -----	327
5.1.7 Seguridad alimentaria -----	327
5.1.7.1 Indicador de seguridad alimentaria-----	329
5.1.8 Seguridad y convivencia-----	331
5.2 Sistema cultural-----	332
5.2.1 Paisaje cultural cafetero -----	332
5.2.1.1 Patrimonio cultural en la cuenca del río Risaralda-----	332
5.2.1.2 Mapa cultural -----	333
5.2.2 Sistema cultural de las comunidades indígenas asentadas en la cuenca del río Risaralda	336
5.2.2.1 Tradiciones, valores creencias, costumbres -----	336
5.2.2.2 Planes de vida y planes de salvaguarda-----	337
5.2.2.3 Organización política de los grupos étnicos -----	337
5.3 Sistema económico -----	338
5.3.1 Caracterización y análisis de sectores económicos-----	338
5.3.1.1 Actividades Agropecuarias-----	338
5.3.1.2 Actividades Agrícolas-----	338
5.3.1.3 Actividades Pecuarias -----	339
5.3.1.4 Actividades Agroindustriales -----	340
5.3.1.5 Actividades mineras, petroleras o extractivas -----	340
5.3.1.5.1 Minería Ilegal -----	341
5.3.1.6 Actividades Terciarias y de Servicios-----	341
5.3.1.7 Actividades Industriales -----	342
5.3.1.8 Sector de la Construcción-----	342
5.3.1.9 Mercado laboral -----	343



5.3.2	Infraestructura física asociada al desarrollo económico – accesibilidad en las subregiones - macroproyectos a futuro en la cuenca-----	343
5.4	CARACTERIZACIÓN POLÍTICO – ADMINISTRATIVA -----	346
5.5	Oferta institucional -----	347
5.6	Organización ciudadana -----	347
5.7	Instrumentos de planificación y administración de recursos naturales -----	348
6.	CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL DE LA CUENCA -----	356
6.1	Identificación y clasificación del nivel jerárquico de los asentamientos urbanos -----	356
6.2	Gestión ambiental urbana -----	360
6.3	Relaciones urbano-rurales y urbano-regionales -----	363
6.4	Relaciones socioeconómicas y administrativas en la cuenca -----	365
6.5	Enfoque Regional – Relaciones Urbano - Regional-----	366
7.	CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES DE RIESGO -----	369
7.1.1	Análisis de la susceptibilidad a movimientos en masa -----	370
7.1.2	Análisis de la susceptibilidad a inundaciones -----	373
7.1.3	Susceptibilidad de la Vegetación Frente a los Incendios de la Cobertura Vegetal -----	375
7.2	ANÁLISIS LA AMENAZA -----	377
7.2.1	Movimientos en masa-----	377
7.2.2	inundaciones -----	379
7.2.2.1	Definición de perfiles -----	380
7.2.2.2	Calculo de puntos de máxima inundación-----	381
7.2.2.3	Delimitación de zonas de amenaza por inundación-----	381
7.2.2.4	Mapa de amenazas por inundación-----	382
7.2.3	Incendios-----	383
7.3	VULNERABILIDAD-----	387
7.3.1	movimientos en masa-----	388
	Análisis comparativo de daños.-----	388
7.3.2	incendios -----	389
	Análisis comparativo de daños.-----	389
7.3.3	inundaciones -----	390
	Análisis comparativo de daños.-----	390
7.4	ANÁLISIS DE RIESGO-----	391
7.4.1	movimientos en masa-----	391



7.4.1.1 Escenarios de priorización de zonas.....	392
7.4.2 inundaciones.....	395
7.4.2.1 Escenarios de priorización de zonas.....	396
7.4.3 Incendios.....	398
7.4.3.1 Escenarios de priorización de zonas.....	399
7.4.4. Análisis y priorización general de riesgos para los eventos amenazantes evaluados.---	401
8. ANÁLISIS SITUACIONAL.....	405
8.1 Análisis de potencialidades, limitantes y condicionamientos.....	405
8.1.1 Potencialidades.....	405
8.1.1.1 Potencialidades componente recurso hídrico	406
8.1.1.2 Potencialidades desde el componente de Aguas Subterráneas	408
8.1.1.3 Potencialidades desde el Componente Fauna, Flora y Ecosistemas Estratégicos --	408
8.1.2 Limitantes y Condicionamientos	409
8.1.2.1 Limitantes asociados a los usos del suelo.....	409
8.1.2.2 Limitantes y condicionamientos componente Fauna, Flora y Ecosistemas Estratégicos	409
8.1.2.3 Limitantes recurso hídrico.....	411
8.1.2.4 Limitantes y restricciones relacionadas con aguas subterráneas.....	412
8.1.3 Análisis y evaluación de conflictos por uso y manejo de los recursos naturales	412
8.1.3.1 Conflictos por uso del recurso Hídrico.....	412
8.1.3.2 Análisis de estimación de conflictos de recurso hídrico	414
8.1.3.3 Conflicto por pérdida de cobertura en ecosistemas estratégicos	419
8.1.3.4 Conflicto por el Uso del Suelo	422
8.2 Análisis de territorios funcionales.....	424
8.2.1 Relaciones Urbano - Rurales y Urbano – Regionales	424
9. SÍNTESIS AMBIENTAL.....	428
9.1 Consolidación de línea base de indicadores.....	428
10. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS.....	474
10.1 Espacio de participación	474
10.1.1 Resultados del proceso de los espacios de participación en la Cuenca Risaralda	474
10.2 Herramientas y material divulgativo	476
10.2.1 Flyer de invitación	476
10.2.2 Comunicados en prensa en diarios y pagina web	477
10.2.3 Cuñas radiales	478
10.2.4 Entrevistas radiales y de televisión.....	479
10.2.5 Difusión en redes sociales.....	479
10.2.6 Paquetes de material divulgativo e impreso.....	480
11. CONSULTA PREVIA	480
11.1. Fase de desarrollo de la consulta previa en la fase de diagnostico.....	481



11.1.1. Contacto interinstitucional y con las comunidades participantes ----- 481

11.1.2. Taller de impactos ----- 482

11.1.2.1 Reuniones de Apertura y Taller de Impactos con comunidades Indígenas del
Departamento de Risaralda. ----- 482

11.1.2.2 Recorridos en campo para la identificación de situaciones problema como uno de los
resultados de talleres de impacto en el departamento de Risaralda ----- 484

11.1.2.3 Participación de la comunidad Indígena en el Consejo de Cuenca. ----- 486

11.1.2.4 Talleres de impactos con comunidades Indígenas del Departamento de Caldas. - 487



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Grupo de actores elegidos para representar el Consejo de Cuenca Risaralda.....	21
Tabla 2 Información del catálogo de Objetos de la geodatabase básica a escala 1:25.000 (Modelo de datos IGAC 1:25.000, basado en NTC 5661)	23
Tabla 3. Áreas de los municipios con relación al POMCA	27
Tabla 4 Relación de veredas por departamento y municipio del POMCA	28
Tabla 5 Clasificación Caldas según piso térmico	35
Tabla 6. Rangos clasificación climática de Lang	35
Tabla 7. Calificaciones del índice de aridez	37
Tabla 8. Caudal medio a largo plazo por nivel subsiguiente	44
Tabla 9. Consolidados años niño y niña.....	46
Tabla 10 Porcentaje de Unidades Litoestratigráficas en la Cuenca del Río Risaralda.....	49
Tabla 11 caracterizaciones de suelos	54
Tabla 12 Formaciones Superficiales UGS en la cuenca	56
Tabla 13 Relación de veredas por departamento y municipio del POMCA	60
Tabla 14 Codificación Cuencas del río Risaralda.....	61
Tabla 15. Codificación Subcuencas cuenca río Risaralda	62
Tabla 16 Codificación Subcuencas y microcuencas abastecedoras de centros poblados y centros urbanos.....	64
Tabla 17. Densidad de Drenajes subcuencas y microcuencas abastecedoras de centros poblados y centros urbanos.....	72
Tabla 18 Densidad de drenaje unidades hidrográficas del nivel subsiguiente	75
Tabla 19 Unidades del nivel subsiguiente a las que se les cálculo morfometría	78
Tabla 20 Unidades hidrográficas abastecedoras de centros urbanos y centros poblados a las que se les cálculo morfometría.....	79
Tabla 21. Parámetros morfométricos cuenca río Risaralda.....	81
Tabla 22 Morfometría de las unidades del nivel subsiguiente	84
Tabla 23 Unidades hidrológicas a las que se les calculó los parámetros morfométricos.	92
Tabla 24 Rangos de Pendientes en porcentaje.....	104
Tabla 25 Rangos de Pendientes en grados	105
Tabla 26. Listado de estaciones de caudal para análisis regional en el río Risaralda.....	109
Tabla 27. Listado de estaciones de caudal para análisis regional en el río Risaralda.....	110
Tabla 28. Principales captaciones de aguas superficiales	113
Tabla 29. Tipo de organizaciones conformadas para prestar el servicio de Acueducto.	114
Tabla 30. Empresas prestadoras de Servicio de Acueducto en la Cuenca del río Risaralda.	115
Tabla 31. Registro histórico de caudales medios mensuales estación La Bretaña	118
Tabla 32. Registro histórico de caudales medios mensuales estación La Virgen	119
Tabla 33. Registro histórico de caudales medios mensuales estación Puente Negro	120
Tabla 34. Parámetros para definir q _{max} y F _m según Ordóñez y Otros	123
Tabla 35. Carga sólida del río Risaralda por tamaño de partículas.....	126
Tabla 36. Carga sólida del río Risaralda según modo de transporte.....	127
Tabla 37. Carga sólida en el río Mapa según tamaños de partículas.....	127
Tabla 38. Valores por defecto de WEAP para usos del suelo	132
Tabla 39. Valores parámetros uso del suelo para calibración del modelo diario.....	134
Tabla 40. Valores parámetros uso del suelo para calibración del modelo mensual	140
Tabla 41. Oferta hídrica superficial (medio y mínimo) en subcuencas de la cuenca del río Risaralda	145
Tabla 42. Caudales ambientales por el método del 7Q10 y Q95 para todos los puntos de interés mes a mes (m ³ /s).....	147
Tabla 43. Oferta hídrica natural disponible en la cuenca del río Risaralda	149



Tabla 44. Población por municipio y población de cada municipio dentro de la Cuenca	151
Tabla 45 Empresas prestadoras de servicios públicos que abastecen población urbana.....	153
Tabla 46. Dotación neta según resolución 2320 de 2009.	154
Tabla 47 Empresas prestadoras de servicios públicos que abastecen población urbana.....	154
Tabla 48. Estimación demanda consumo humano metodología RAS y reporte E.P.S, población urbana por cada una de las fuentes del nivel subsiguiente	156
Tabla 49 Resumen demanda población urbana y rural.....	156
Tabla 50. Identificación de necesidades de riego para cultivo de caña.....	158
Tabla 51. Parámetros para el cálculo de la demanda agrícola por postcosecha de café.....	158
Tabla 52. Demanda hídrica uso agrícola (riego de caña, postcosecha de café), por cada nivel subsiguiente	159
Tabla 53. Demanda hídrica uso agrícola, calculado a partir de la información de concesiones	162
Tabla 54. Centrales de sacrificio que se abastecen de la cuenca del río Risaralda.....	163
Tabla 55. Demanda Acuícola	164
Tabla 56. Demanda hídrica sector industrial	165
Tabla 57. Demanda sector minero.	166
Tabla 58. Consolidado de la demanda hídrica total	167
Tabla 59. IRH calculado para oferta hídrica de caudales diarios históricos para unidad hidrológica del nivel subsiguiente.	168
Tabla 60. Resultado IUA Cuenca Río Risaralda caudales medios.....	171
Tabla 61. Resultado IUA Cuenca Río Risaralda caudales mínimos.....	171
Tabla 62. IUA calculado para oferta hídrica de caudales medios en las unidades hidrológicas del nivel subsiguiente.	172
Tabla 63. IUA calculado para oferta hídrica de caudales mínimos en unidades de gestión hídrica de la cuenca del río Risaralda	175
Tabla 64. IVH para períodos de caudales medios.....	179
Tabla 65. IVH para períodos de caudales mínimos.....	180
Tabla 66 Parámetros y peso específico componentes del índice INSF	186
Tabla 67. Clasificación de la calidad del agua según el índice INSF	186
Tabla 68. Clasificación de la calidad del agua según el valor del ICA-CETESB	189
Tabla 70. Vertimientos sector porcícolas	191
Tabla 70. Vertimientos sector centrales de beneficio	192
Tabla 71. Cargas contaminantes E.S.P jurisdicción CARDER.....	193
Tabla 72. Vertimientos del sector industrial.....	195
Tabla 73. Cargas contaminantes E.S.P jurisdicción CARDER.....	195
Tabla 74. Estaciones de monitoreo	196
Tabla 75. Resultados de aforos y métodos de medición.....	197
Tabla 76. Parámetros monitoreados	198
Tabla 77. Resultados monitoreo estación Arroyohondo.....	199
Tabla 78. Resultados monitoreo estación Antes de Mistrató	199
Tabla 79. Resultados monitoreo estación después de Mistrató	199
Tabla 81. Resultados monitoreo estación Puente Umbría	200
Tabla 81. Resultados monitoreo estación desembocadura río Guática	200
Tabla 82. Resultados monitoreo estación desembocadura río Risaralda después de la quebrada Cauyá	200
Tabla 83. Resultados monitoreo estación Las Palmeras	201
Tabla 84. Resultados monitoreo estación Puente Negro	201
Tabla 85. Resultados monitoreo estación río Risaralda antes de La Virginia	201
Tabla 86. Resultados monitoreo estación río Risaralda desembocadura	202
Tabla 87. Resultados monitoreo estación río Totuí desembocadura	202
Tabla 88. Resultados monitoreo estación río Mapa desembocadura.....	202



Tabla 89. Resultados monitoreo estación quebrada Chapatá desembocadura	203
Tabla 90. Ponderación para cinco variables	206
Tabla 91. Ponderación para seis variables	206
Tabla 92. Ponderación para siete variables	206
Tabla 93. Categorías del ICA	207
Tabla 94. Variables utilizadas para el cálculo del ICA.....	207
Tabla 95. Resultados del ICA.....	208
Tabla 96. Consolidado de cargas y caudales para cálculo de IACAL	211
Tabla 97. Categorías y descriptores de presión, clasificados de acuerdo con los percentiles asignados a las cargas (ton/año).....	213
Tabla 98. IACAL por carga total para cada nivel subsiguiente	214
Tabla 99. Categorías y descriptores de presión, clasificados de acuerdo con los percentiles asignados Cargas/Oferta año.....	219
Tabla 100. Categoría de presión por cada contaminante para año seco por nivel subsiguiente ...	220
Tabla 101. Categoría de presión por cada contaminante para año medio por nivel subsiguiente .	224
Tabla 102 Cantidad de procesos morfodinámicos por tipología.....	232
Tabla 103 Jerarquización Geomorfológica en la Cuenca del Río Risaralda según Carvajal.....	236
Tabla 104 jerarquización según morfocronología.....	238
Tabla 105 Capacidad de uso.....	245
Tabla 106. Coberturas de la cuenca de Risaralda	253
Tabla 107. Tabla Resumen Usos de la Tierra en la Cuenca del Río Risaralda	256
Tabla 108. Coberturas naturales de la tierra para año 2000-2004 y 2015 según metodología Corine Land Cover adaptada a Colombia nivel 3.....	256
Tabla 109. Coberturas naturales que incrementaron el área	261
Tabla 110. Coberturas naturales que disminuyeron el área.....	261
Tabla 111. Distribución de número de coberturas naturales y área de acuerdo al indicador de TCCN	262
Tabla 112. Resultados de la Tasa de cambio de coberturas naturales (TCCN) en la cuenca del Río Risaralda	264
Tabla 113. Categorías de interpretación de calificación del indicador IVR.....	267
Tabla 114. Distribución de número de coberturas naturales y área de acuerdo al indicador de IVR	267
Tabla 115. Resultados del índice de vegetación remanente (IVR) según coberturas naturales en la cuenca del Río Risaralda.....	269
Tabla 116. Categorías de interpretación de calificación del índice de Fragmentación – IF.....	272
Tabla 117. Categoría de índice de fragmentación en el área del POMCA río Risaralda.....	275
Tabla 118. Categorías de interpretación de calificación del indicador presión demográfica – IPD	278
Tabla 119. Población año 2005 y 2015, densidad y tasa de crecimiento por municipio.....	278
Tabla 120. Distribución del área de la cuenca según el resultado del indicador Presión Demográfica por Municipio	280
Tabla 121. Resultado del indicador Presión Demográfica según Municipio.....	280
Tabla 122. Distribución del área de la cuenca según el resultado del indicador Presión Demográfica por Coberturas Naturales	283
Tabla 123. Resultado del indicador Presión Demográfica según Coberturas Naturales	283
Tabla 124. Matriz para calcular el índice de ambiente crítico – IAC.....	286
Tabla 125. Calificación del índice de ambiente crítico – IAC.....	286
Tabla 126. Distribución del área según los resultados del índice de Ambiente Crítico - IAC	287
Tabla 127. Resultados del Índice de Ambiente Crítico – IAC según coberturas naturales.....	288
Tabla 128. Interpretación de calificación del índice del estado actual de las coberturas naturales	291
Tabla 129. Categorías y calificación de indicadores de Tasa de Cambio y Vegetación Remanente y los índices de Fragmentación y Ambiente Crítico.....	292



Tabla 130. Resultados del Índice del estado actual de coberturas naturales en el área del POMCA río Risaralda	294
Tabla 131 Relación de cuencas abastecedoras en el área del POMCA río Risaralda	297
Tabla 132. Calculo del indicador de % de área restaurada en cuencas abastecedoras de acueductos POMCA río Risaralda	298
Tabla 133. Información taxonómica de las parcelas para muestreos de vegetación.	300
Tabla 134. Sitios de muestreo y coberturas presentes.	302
Tabla 135. Listado de especies amenazadas de flora dentro de la cuenca basados en información primaria.....	303
Tabla 136. Sitios de muestreo para el componente de fauna en la cuenca del río Risaralda.	303
Tabla 137. Extensión de las áreas protegidas en la cuenca del río Risaralda.	307
Tabla 138. Población total Cuenca, por municipio y por área, año 2015	310
Tabla 139. Tasa de crecimiento promedio anual Cuenca, por área - 2015-2020.....	312
Tabla 140. Tasa porcentual de crecimiento Cuenca, por quinquenios, total y por área	312
Tabla 141. Densidad poblacional total Cuenca, por área: Urbana y rural, 2015	313
Tabla 142. Población económicamente activa - cuenca río Risaralda 2015 – PEA 2015	315
Tabla 143. Cobertura bruta y neta (%), según nivel educativo en la cuenca del río Risaralda	317
Tabla 144. Población afiliada al POS y SISBÉN - Cuenca 2016.....	318
Tabla 145. Población, hogares y viviendas Cuenca, conciliación 2005, total y por área.....	320
Tabla 146. Sitios de interés con importancia ecológica para el departamento de Risaralda	321
Tabla 147. Áreas de interés ambiental municipal para Caldas.....	321
Tabla 148. Empresas prestadoras de los servicios públicos domiciliarios en la Cuenca	323
Tabla 149. Cobertura promedio acueducto y alcantarillado, Cuenca 2015	323
Tabla 150. Predios por rango de tamaño, cuenca Risaralda,	325
Tabla 151. Productos alimenticios de la canasta básica en Colombia	329
Tabla 152. Principales alimentos frescos de la canasta familiar de Colombia	330
Tabla 153. Áreas agrícolas en la cuenca Risaralda	339
Tabla 154. Organizaciones ciudadanas identificadas en la Cuenca	347
Tabla 155. Instrumentos de Planificación que regulan el uso y ocupación de las Áreas Protegidas en la Cuenca	348
Tabla 156. Evaluación del grado de implementación de los instrumentos de planificación ambiental en la cuenca Risaralda	349
Tabla 157 Jerarquización de los asentamientos urbanos en la cuenca	356
Tabla 158: Jerarquización funcional de centros urbanos en la cuenca del río Risaralda	357
Tabla 159. Consolidado resultados ICA	365
Tabla 160 Municipios de la Cuenca y su relación a Servicios Sociales básicos	366
Tabla 161 áreas y porcentajes de susceptibilidad en la cuenca	373
Tabla 162. Susceptibilidad de la vegetación frente a los incendios de la cobertura vegetal.	375
Tabla 163 tabla de amenaza en la cuenca.....	379
Tabla 165 alturas máximas para cada caudal.....	380
Tabla 166 Tabla de variables usadas y ponderación para la generación del mapa de Amenaza a incendios.	384
Tabla 167. Distancias definidas para el buffer y la distancia euclidiana en frecuencia de incendios	384
Tabla 168. Amenaza de incendios forestales durante época Normal.	385
Tabla 169 análisis de riesgo ante movimientos en masa	391
Tabla 170 zonas de priorización para movimientos en masa.....	393
Tabla 171 Análisis de riesgo ante inundaciones	396
Tabla 172 zonas de priorización para inundaciones	397
Tabla 173 análisis de riesgo ante incendios.....	398
Tabla 174 zonas de priorización para incendios forestales.....	399



Tabla 175 escenarios de priorización combinado	402
Tabla 176 resultados generales de la identificación, localización y priorización de los escenarios de riesgo en la cuenca y la metodología de análisis empleada para cada amenaza	404
Tabla 176 Calificación de conflictos del recurso hídrico.....	413
Tabla 178. Relación de los indicadores e índices de coberturas naturales para identificar el tipo de conflictos por pérdida de cobertura naturales en ecosistemas estratégicos.....	419
Tabla 179 Conflictos de Uso del Suelo	422
Tabla 180. Empresas Prestadoras de Servicios Públicos que abastecen los municipios de la Cuenca	425
Tabla 181. Consolidado resultados ICA	427
Tabla 182. Porcentaje de Ecosistemas Estratégicos.	462
Tabla 182 Espacios de participación en la Cuenca del río Risaralda.....	475
Tabla 183 Relación de Talleres de Impactos en Caldas.	489



TABLA DE FIGURAS

Figura 1 Esquema metodológico de ajuste de la delimitación del área del POMCA	25
Figura 2 Localización geográfica del POMCA.	26
Figura 3 Limite veredal y municipal del POMCA	28
Figura 4 Esquema de localización de estaciones cuenca Risaralda	31
Figura 5. Isotermas cuenca Risaralda.....	32
Figura 6. Isoyetas de Precipitación Media Anual.....	33
Figura 7. Curvas IDF estación La Virginia.....	34
Figura 8. Zonificación Climática en el Área del POMCA del río Risaralda.	36
Figura 9. Evapotranspiración Potencial en el Área del POMCA del río Risaralda.	38
Figura 10. Evapotranspiración Real en el Área del POMCA del río Risaralda.	39
Figura 11. Índice de Aridez en el Área del POMCA del río Risaralda.	40
Figura 12. Precipitación, ETP y ETR en la estación Virginia – La Alerta.....	41
Figura 13. Precipitación, ETP y ETR en la Estación Riosucio.....	42
Figura 14. Esquema balance hídrico.....	43
Figura 15. Variabilidad climática isoyetas enero	47
Figura 16 Mapa de unidades litológicas de la cuenca del Río Risaralda, con fines de ordenamiento. Escala 1:25.000.....	48
Figura 17 Mapa estadístico para densidad de fracturamiento.....	51
Figura 18 Limite veredal y municipal del POMCA	59
Figura 19. Microcuencas abastecedoras de centros poblados y centros urbanos.	67
Figura 20. Cauce del Río Risaralda aguas arriba de Mistrató, cauce torrencial, sin contaminación	68
Figura 21. Característica Torrencial del Río Mapa, afluente principal del Río Risaralda.....	69
Figura 22. Cauce del río Risaralda arriba del Puente de La Isla, nótese la cobertura vegetal de la cuenca alta	69
Figura 23. Cauce del río Risaralda abajo del Puente de La Isla, nótese la característica torrencial del sector.....	70
Figura 24. Perfil del Río Risaralda.....	70
Figura 25. Subcuencas o Unidades del nivel Subsiguiente de acuerdo con la Hidrografía de la cuenca del río Risaralda.....	78
Figura 26 Cuerva hipsométrica Cuenca Río Risaralda	82
Figura 27 Perfil drenaje principal río Risaralda.....	83
Figura 28. Hidrografía de la cuenca del río Risaralda	107
Figura 29. Estación La Virgen río Risaralda. Histograma de caudales máximos, medios y mínimos	109
Figura 30. Espacialización captaciones en la Cuenca del río Risaralda	112
Figura 31. Curva de duración de caudales estación La Bretaña	118
Figura 32. Curva de duración de caudales estación La Virgen	119
Figura 33. Curva de duración de caudales estación Puente Negro	120
Figura 34. Inestabilidad superficial en fenómenos de flujo casi-crítico.....	122
Figura 35. Curvas de frecuencia de caudales máximos estación Pte. Negro.....	124
Figura 36. Curva de frecuencia de caudales mínimos en el río Risaralda, estación Puente Negro	124
Figura 37. Comparación de Caudales en la Estación Puente Negro para los años 1997-1998....	135
Figura 38. Comparación de Caudales en la Estación Puente Negro para los años 2010 – 2011 ..	136
Figura 39. Comparación de Caudales en la Estación La Virgen para los años 1997-1998.....	137
Figura 40. Comparación de Caudales en la Estación La Virgen para los años 2010-2011.....	138
Figura 41. Comparación de Caudales en la Estación La Virgen para los años 1997-1998.....	139
Figura 42. Comparación de Caudales en la Estación La Virgen para los años 2010-2011.....	139
Figura 43. Comparación de Caudales en la Estación Puente Negro para los años 1997-2013.....	141

Figura 44. Comparación de Caudales en la Estación La Virgen para los años 2006-2011.....	141
Figura 45. Comparación de Caudales en la Estación Bretaña para los años 2005-2013	142
Figura 46. Caudal promedio diario desembocadura principales tributarios del río Risaralda	142
Figura 47. Caudal medio anual desembocadura principales tributarios del río Risaralda	143
Figura 48. Caudal promedio mensual desembocadura principales tributarios del río Risaralda	144
Figura 49. Caudal medio anual desembocadura principales tributarios del río Risaralda	144
Figura 50. Total demanda humana y doméstica urbana	157
Figura 51. Porcentaje de demanda por usos en la Cuenca del río Risaralda	167
Figura 52. Mapa Índice de Regulación y Retención Hídrica (IRH)	170
Figura 53. Mapa Índice de Uso del Agua (IUA) para caudales medios.	174
Figura 54. Mapa Índice de Uso del Agua (IUA) para caudales mínimos.	178
Figura 55. Mapa Índice de Vulnerabilidad Hídrica (IUA) para caudales medios.....	182
Figura 56. Localización de la red de monitoreo de corrientes de agua	185
Figura 57. IACAL por carga total	217
Figura 58. IACAL año seco por cada nivel subsiguiente (Ton/Hm3)	223
Figura 59. IACAL año medio por cada nivel subsiguiente (Ton/Hm3).....	227
Figura 60. Unidades del terreno (Tipos de relieve). (Zinck 2012).....	230
Figura 61. Mapa geomorfológico con criterios edafológicos según Zink	231
Figura 62. Mapa de procesos morfodinámicos en relación con los sistemas del terreno según Zink	233
Figura 63. Mapa geomorfológico con criterios morfogenéticos (Carvajal, 2012).....	237
Figura 64. Mapa geomorfológico Cuenca Risaralda.	240
Figura 65. Mapa capacidad de uso.	244
Figura 66. Mapa y leyenda de usos principales propuestos.....	251
Figura 67. Cobertura de la tierra de la cuenca de Risaralda con simbología y representaciones ...	252
Figura 68. Usos del suelo para la cuenca del río Risaralda	255
Figura 69. Coberturas naturales año 2000-2004 y 2015 según metodología Corine Land Cover adaptada a Colombia (2010)	259
Figura 70. Coberturas clasificadas para el año 2015	260
Figura 71. Coberturas naturales que disminuyeron el área.....	261
Figura 72. Distribución por área dentro de la cuenca según Categorías de la Tasa de Cambio de coberturas naturales.....	263
Figura 73. Tasa de cambio de coberturas naturales TCCN en la cuenca del Río Risaralda.....	264
Figura 74. Distribución por área dentro de la cuenca según Categorías del Indicador de Vegetación remanente.	268
Figura 75. Indicador de Vegetación Remanente (IVR) en la cuenca de Río Risaralda	268
Figura 76. Representación de la metodología del índice de Steenmans & Pinborg, 2000.....	272
Figura 77. Celdas de cálculo en el área del POMCA del río Risaralda	273
Figura 78. Rasterización de áreas sensibles y no sensibles con celdillas de 250 metros.....	274
Figura 79. Distribución porcentual índice de Fragmentación en el área del POMCA Río Risaralda	275
Figura 80. Resultados del índice de fragmentación – IF en el área del POMCA río Risaralda	276
Figura 81. Municipios identificados en el POMCA Río Risaralda	279
Figura 82. Resultados del Indicador de presión demográfica de acuerdo a la unidad de gestión (Municipio) en el área de la cuenca del Río Risaralda.....	282
Figura 83. Resultados del Indicador de presión demográfica de acuerdo a la unidad de gestión (Coberturas) en el área de la cuenca del Río Risaralda.	285
Figura 84. Resultados del índice de Ambiente Crítico – IAC en el área de la cuenca del Río Risaralda	289
Figura 85. Distribución porcentual de áreas de acuerdo a resultados de Índice de Estado actual de coberturas naturales – IEACN	294



Figura 86. Resultados del Índice del estado actual de coberturas naturales en el área del POMCA río Risaralda.	295
Figura 87. Área total de la cuenca abastecedora con relación al área restaurada.....	299
Figura 88. Identificación de áreas restauradas en cuencas abastecedoras de acueducto.	299
Figura 89. Áreas protegidas, ecosistemas estratégicos y suelos de protección ubicados en jurisdicción de la cuenca del río Risaralda.....	308
Figura 90. Población cuenca río Risaralda, año 2015 – Gráfico de barras	310
Figura 91. Población cuenca Risaralda 2015, participación porcentual por municipio	311
Figura 92. Entrevista radial Consejo de Cuenca	325
Figura 93. Ubicación de los principales mercados en la cuenca Risaralda.....	328
Figura 94. Mapa Cultural.....	334
Figura 95. Mapa Parlante.....	335
Figura 96. Relación de comunidades indígenas presentes en la cuenca del río Risaralda.....	338
Figura 97. Principales vías y Megaproyectos y su relación con los equipamientos de la Cuenca y el entorno	344
Figura 98. Contexto cuenca río Risaralda: Localización, municipios, veredas y parcialidades o resguardos, que la conforman	346
Figura 99. Jerarquía de instrumentos en la cuenca Risaralda	354
Figura 100. Jerarquía funcional de centros urbanos en la cuenca del río Risaralda	358
Figura 101. Áreas con títulos mineros y solicitudes en la cuenca para el año 2017	362
Figura 102 Mapa de Susceptibilidad por Movimientos en Masa cuenca hidrográfica del río Risaralda.	372
Figura 103 grafica de susceptibilidad ante movimientos en masa.	373
Figura 104 Mapa de Susceptibilidad por Inundaciones en la cuenca hidrográfica del río Risaralda.	374
Figura 105 Susceptibilidad de la vegetación frente a los incendios de la cobertura vegetal.	376
Figura 106 Amenaza por Movimientos en Masa	378
Figura 107 grafica de amenaza representada en la cuenca	379
Figura 108 mapa definitivo de amenaza ante inundaciones.	383
Figura 109 Amenaza de incendios forestales durante época Normal.	386
Figura 110 Mapa de zonas priorizadas ante movimientos en masa.....	394
Figura 111 Mapa de zonas priorizadas ante inundaciones.	397
Figura 112 Mapa de zonas priorizadas ante incendios	400
Figura 113 Mapa de escenarios de priorización combinado	403
Figura 114. Conflictos recurso hídrico año seco	416
Figura 115. Conflictos recurso hídrico año medio	418
Figura 116. Ecosistemas estratégicos identificados en el área del POMCA del río Risaralda	420
Figura 117. Conflictos por pérdida de coberturas naturales en ecosistemas estratégicos en el área del POMCA del río Risaralda.....	421
Figura 118. Conflictos de uso del suelo	423
Figura 120 Representatividad de los actores en los espacios de participación.	475
Figura 121 Diseño de Flyer para Consejo de Cuenca.....	476
Figura 122. Diseño de Flyer para Taller de Diagnóstico	477
Figura 123. Publicación Comunicado de prensa en la página de la CARDER.....	477
Figura 124. Twitter POMCAS RISARALDA.....	479
Figura 125. Paquetes divulgativos	480
Figura 126 Talleres de Diagnóstico en Belén de Umbría y Guática.	482
Figura 127 Desarrollo de los talleres de Impacto en Belén de Umbría y Guática Risaralda.	483
Figura 128 Material Divulgativo para Comunidades Indígenas. Folleto	484
Figura 129 Recorrido Bocatoma San Clemente Guática.....	485
Figura 130 Recorrido predios de la parcialidad Indígena Flor del Monte- Belén de Umbría	486



Figura 131 Imágenes de reunión de elección de representantes Indígenas al Consejo de Cuenca487

Figura 132. Solicitud de aplazamiento por parte del CRIDEC.....488

Figura 133 Convocatorias para los talleres de Impactos en las comunidades de Caldas.....489

Figura 134 Registro fotográfico de la realización de talleres de impactos en los resguardos Indígenas de La Albania, Totumal, La Montaña y San Lorenzo.....490

Figura 135 Afiche material didáctico.491



1. INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto “Incorporación del componente de gestión del riesgo como determinante ambiental del ordenamiento territorial en los procesos de Formulación y/o Actualización de Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas afectadas por el fenómeno de la niña 2010 – 2011” financiado por el Fondo Adaptación; la Corporación Autónoma Regional de Risaralda CARDER, Contrató al Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, a través del Contrato de Consultoría N° 197 de 2015 para Formular (Elaborar) el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Risaralda – POMCA Risaralda.

La cuenca del río Risaralda se encuentra ubicada en el centro-occidente de Colombia, en jurisdicción de los departamentos de Risaralda y Caldas, tiene un área total de 125.600 Ha e involucra los municipios de Riosucio, Anserma, Viterbo, San José, Risaralda y Belalcázar del departamento de Caldas y Guática, Santuario, Mistrató, Belén de Umbría, Apía, Balboa, La Celia y La Virginia del departamento de Risaralda. Cuenta con una población de 185.929, de la cual es de resaltar la presencia de comunidad indígenas (Resguardo Totumal, Resguardo La Albania, Resguardo San Lorenzo, Parcialidad Indígena Flor del Monte, Parcialidad Indígena Embera Chamí y Resguardo Indígena Colonial Nuestra Señora de La Montaña),

La formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de las cuencas hidrográficas -POMCAS – debe desarrollar las fases que indica el Decreto 1640 de 2012 correspondientes al: Aprestamiento, Diagnóstico, Prospectiva y Zonificación Ambiental, Formulación, Ejecución, Seguimiento y Evaluación, las cuales garantizan que la ordenación se haga con los procedimientos técnicos, económicos y sociales necesarios. En este documento se presenta una síntesis o resumen de los resultados, metodologías y procedimientos de la Fase de Diagnóstico del POMCA del río Risaralda, desarrollada según lo establecido en los Alcances Técnicos del Contrato precitado y en la Guía Técnica para la Formulación de los POMCA, elaborada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, de 2014.

La Fase de Diagnóstico en el proceso de Formulación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Risaralda se ha constituido en un paso fundamental, entendiéndose en un contexto de planificación ambiental del territorio definido según la Ley 99 de 1993, como “*la función atribuida al Estado de regular y orientar el proceso de diseño y planificación del uso del territorio y de los recursos naturales renovables de la Nación a fin de garantizar su adecuada explotación y desarrollo sostenible*”; razón por la cual el ordenamiento ambiental del territorio comprende no sólo acciones concretas en la identificación de problemáticas e intervenciones físicas, bióticas, económicas y sociales sobre él, sino también la



organización de los grupos sociales e instituciones que tienen injerencia en las decisiones que lo afectan.

En efecto, el diagnóstico permitió conformar el Consejo de Cuenca y avanzar en el proceso de Consulta Previa con las comunidades indígenas hasta la firma de “Actas de Impacto” avaladas por el Ministerio del Interior; además de determinar el estado actual en sus componentes físico-bióticos, socioeconómicos y culturales, político administrativos, funcionales y de gestión del riesgo, que sirvieron de base para el análisis situacional y la síntesis ambiental de la Cuenca, es decir, el diagnóstico permitió conocer la situación de la Cuenca y abordar de manera integral las potencialidades, conflictos, limitantes y restricciones ambientales; además de brindar la posibilidad de identificar entre ellas las relaciones de causa-efecto, las cuales serán el soporte para el desarrollo de las Fases de Prospectiva y Zonificación Ambiental y de Formulación.

En coherencia con lo anterior, el resumen ejecutivo se inicia con el resultado de la conformación del Consejo de Cuenca como mecanismo fundamental de participación de los actores sociales que se encuentran relacionados con el uso y aprovechamiento de los recursos naturales del territorio bajo la influencia de la Cuenca. Posteriormente se presenta la caracterización básica, en la cual se resalta la división político administrativa y su ubicación geográfica, para dar paso a los resultados generales del componente Biofísico relacionados con la temática de Clima, Geología, Hidrogeología, Morfometría, Hidrografía, Pendientes, Hidrología, Calidad del agua, Geomorfología, Capacidad de uso de las tierras, Cobertura y Usos de la tierra, Caracterización de la vegetación y Flora-Characterización Fauna, así como de los Ecosistemas Estratégicos.

Así mismo se presentan los aspectos clave del sistema social, cultural, económico y político administrativo de la Cuenca, seguido por la caracterización funcional en la cual se establecen las relaciones urbano regionales y urbano rurales, las interacciones económicas y la capacidad de soporte de los diferentes servicios ecosistémicos.

Se describe el componente de gestión del riesgo constituido en una temática que marca la interdisciplinariedad del POMCA, en la cual se plasman las diferentes amenazas en relación a movimientos de masa, inundaciones, avenidas torrenciales e incendios por coberturas naturales, así como las vulnerabilidades de carácter físico, social y económico, se presenta el análisis situacional que establece las potencialidades, limitantes y conflictos por el uso y manejo de los recursos naturales, específicamente los conflictos por el uso del agua, el suelo y la pérdida de coberturas naturales y se consolida la síntesis ambiental que evidencia una priorización de los problemas y los diferentes indicadores de los componentes del POMCA, así como el análisis de áreas críticas.



Como cierre de este documento se resumen las actividades complementarias llevadas a cabo para la difusión de la información, los espacios de socialización y discusión con los actores sociales, la consulta previa y los materiales divulgativos entregados en el marco de la fase de diagnóstico.

2. CONFORMACIÓN DEL CONSEJO DE CUENCA DEL RÍO RISARALDA

El proceso de conformación del Consejo de Cuenca del río Risaralda, se lleva a cabo, a partir del Decreto 1076 del 2015 que compila el 1640 del 2012, y la Resolución 0509 de 2013, además de lo establecido en la Guía Técnica para la Formulación de los POMCAS, donde se plantea que es una actividad a desarrollarse dentro de la fase de Diagnóstico y de acuerdo a la Estrategia de Participación diseñada en la fase de Aprestamiento, la cual para la cuenca del río Risaralda plantea actuar bajo tres líneas fundamentales: *Difusión, inclusión y representatividad*”.

En ese sentido y a partir de la identificación, caracterización y priorización de actores realizada en la fase de Aprestamiento; de 914 actores identificados se priorizaron 209 actores, para hacerlos partícipes del proceso de Conformación del Consejo de Cuenca, desde el interés, la posición y la influencia en la Cuenca del río Risaralda, garantizando además la representación de las 10 categorías o tipos de actores que define la resolución 0509: *Actores Institucionales, de Comunidades étnicas, Académicos, Asociaciones del sector Productivo, de Organizaciones no Gubernamentales de carácter ambiental, Juntas de Acción Comunal, Acueductos Comunitarios, Empresas prestadoras de Servicios Públicos, Actores de la Gestión del Riesgo y los demás que resultaron del análisis del territorio.*

Con los actores priorizados se desarrollaron 10 espacios de participación, organizados a partir de los nodos establecidos en la fase de Aprestamiento (Nodo 1: Riosucio, Guática y Anserma; Nodo 2: Belén de Umbría y Mistrató; Nodo 3: San José, Risaralda y Belalcázar; Nodo 4: Santuario, Apía y Viterbo; Nodo 5: La Virginia, La Celia y Balboa, y el Nodo 6: Manizales y Pereira como ciudades capitales que concentran actores de orden regional), para la socialización e inducción sobre los lineamientos para la conformación del Consejo de Cuenca, en los cuales entre otros temas se profundizó en: i) Qué es un Consejo de Cuenca, ii) qué es ser un Consejero de Cuenca iii) procedimiento para la elección del Consejo de Cuenca y iv) el Manual del Consejero de Cuenca del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Realizada la socialización e inducción a los actores; se procede a la convocatoria pública para la elección de Consejo de Cuenca del río Risaralda a través periódicos regionales, redes sociales, emisoras las páginas web de la Corporación Autónoma Regional de Risaralda CARDER y la Corporación Autónoma Regional de Caldas



CORPOCALDAS (Corporaciones que junto al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS conforman la Comisión Conjunta para esta cuenca compartida entre los departamentos de Risaralda y Caldas). Se recepciona la documentación de los actores que manifestaron voluntad e interés en participar y se brinda un apoyo para subsanar y complementar la documentación requerida de acuerdo al tipo de actor.

Con los inscritos y documentación aprobada, se realiza el proceso de elección con la presencia de la CARDER, CORPOCALDAS y el acompañamiento del Consorcio Ordenamiento Risaralda, a partir de tres procedimientos: El primero la elección de tres (3) de los catorce (14) municipios como entes territoriales presentes en la Cuenca. El segundo, la elección de representantes de las comunidades indígenas. El tercero la elección de las organizaciones de la sociedad civil cuyo objeto específico fuera la protección del medio ambiente, las juntas de acción comunal, organizaciones que asocien o agremien sectores productivos, personas prestadoras de servicios públicos, personas prestadoras de servicio de acueducto y alcantarillado, las asociaciones que agremien campesinos, instituciones de educación superior y la categoría de los demás.

Finalmente se constituye el Consejo de la Cuenca del río Risaralda con un total de 28 consejeros, tal como se relaciona en la Tabla 1

Conformado el Consejo de la Cuenca, el Consorcio y las Corporaciones acompañan las sesiones del mismo para deliberar y nombrar presidente, secretario y suplentes ver Tabla 1, además de la construcción del reglamento de Consejo de Cuenca.

Tabla 1. Grupo de actores elegidos para representar el Consejo de Cuenca Risaralda.

TIPO ACTOR		LOCALIZACIÓN	REPRESENTANTE
JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL		Asojuntas Belalcázar	José Benavides Largo
		Asojuntas Apía	Julián Mauricio Calle
		Asojuntas Viterbo	Gustavo Agudelo (Suplente del Presidente)
INSTITUCIONAL (ALCALDÍAS)		Alcaldía Guática	Fredy Bayer Villegas
		Alcaldía Viterbo	Alba Luz Escobar (Secretaria)
		Alcaldía La Virginia	Lina Marcela Molina (Suplente de Secretaria)
INSTITUCIONAL (GOBERNACIONES)		Gobernación de Risaralda	Diana Lucia Gómez
		Gobernación de Caldas	Gabriela Montoya
EMPRESAS PRESTADORAS ACUEDUCTO		Empresas Publicas de la Virginia	Jair López Taborda
		Empocaldas – Caldas	Juan Guillermo Trejos
		Asoacuabal - Balboa	Luis Hernando Navarrete
ONG AMBIENTALES		Fundación Ecológica Cafetera Caldas	<u>Mauricio Herrera</u>
		Comité Ecológica de Risaralda, Caldas	Elías Franco
		Funproconam Anserma	Carolina Caicedo
SECTOR PRODUCTIVO		Ingenio de Risaralda Balboa	Gustavo Adolfo Marín
		Comité de Cafeteros Risaralda	Norberto Rincón
		Territorio de Aprendizaje Belén de Umbría	Edilma Collazos Fajardo
ACADEMIA		Universidad Católica de Pereira Risaralda	Miriam Cristina Escobar
		Universidad de Caldas	Carlos Arturo Gallego (Presidente)
ETNIAS		Resguardo San Lorenzo - Riosucio	Norman David Bañol

		Resguardo La Montaña Riosucio	Marta Luz Motato
		Parcialidad Embera Chamí Guática	Eduar Andrés Suarez
ASOCIACIONES CAMPESINAS		Agrosolidaria - La Celia	William de Jesús Álvarez
		Asoaguacate – Belén de Umbría	John Jairo Marín
		Amorosa - Santuario	Luis Ovidio Ledezma
OTROS		Institución Educativa El Socorro – Viterbo	Julio Cesar Gallego
		Institución Educativa La Milagrosa - Viterbo	Paula Andrea Guiza Motato
		Colectivo Ambiental Planeta Verde – Riosucio	Ángela Victoria Monsalve
		Asojuntas Mistrató	Carlos Castaño

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

3. CARACTERIZACIÓN BÁSICA DE LA CUENCA

Para la caracterización básica de la cuenca y estructurar la plantilla general de los mapas y salidas cartográficas que soportan el análisis técnico del POMCA, se tomó como base la información suministrada por la CARDER, CORPOCALDAS y aquella remitida por el Fondo Adaptación. Luego de su descarga y validación se integra y estructura según el catálogo de objetos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) a una escala 1:25.000, esto se entiende como la forma de estructurar organizadamente los datos geográficos según los estándares nacionales como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2 Información del catálogo de Objetos de la geodatabase básica a escala 1:25.000 (Modelo de datos IGAC 1:25.000, basado en NTC 5661)

No	Dataset	
----	---------	--



1	Cobertura Vegetal	
2	Edificación Obra Civil	
3	Entidades Territoriales y Unidades Administrativas	
4	Impresión	
5	Índice Mapas	
6	Instalaciones construcciones para transporte	
7	Puntos de Control	
8	Relieve	
9	Superficies Agua	
10	Toponimias	
11	Transporte Aéreo	
12	Transporte Marítimo Fluvial	
13	Transporte Terrestre	

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

Con lo anterior se unificaron 20 planchas capa a capa en formato GDB (Geodatabase) manteniendo la integridad espacial y la información proyectada al mismo sistema de coordenadas.

3.1 Delimitación de la cuenca

Para la delimitación cartográfica de la cuenca objeto de ordenación, fue necesario el ajuste cartográfico de los límites de la misma, dado que el límite suministrado por las corporaciones no era coincidente con la cartografía básica suministrada por el Fondo Adaptación. El procedimiento para la definición y ajuste se describe en la Figura 1.

De la delimitación se establece que la cuenca tiene un área total de 125.600 Ha entre los departamentos de Risaralda y Caldas, es decir corresponde a una cuenca compartida. Las alturas máximas sobre el nivel del mar se presentan en el Cerro Tatamá municipio de Santuario a 3850 y en la parte superior de la cuenca en el municipio de Riosucio a 3300 msnm. La altura menor se presenta en la desembocadura del río Risaralda sobre el río Cauca en el municipio de la Virginia a 900 m.s.n.m. Ver Figura 2.



Figura 1 Esquema metodológico de ajuste de la delimitación del área del POMCA
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

3.2 Localización de la cuenca y división político administrativa

La cuenca del río Risaralda se encuentra ubicada en el centro-occidente de Colombia, en jurisdicción de los departamentos de Risaralda y Caldas como se describió anteriormente; incorpora total o parcialmente seis (6) municipios del departamento de Caldas Riosucio, Anserma, Viterbo, San José, Risaralda y Belalcázar y ocho (8) municipios del departamento de Risaralda: Guática, Santuario, Mistrató, Belén de Umbría, Apía, Balboa, La Celia y La Virginia. Ver Figura 2.

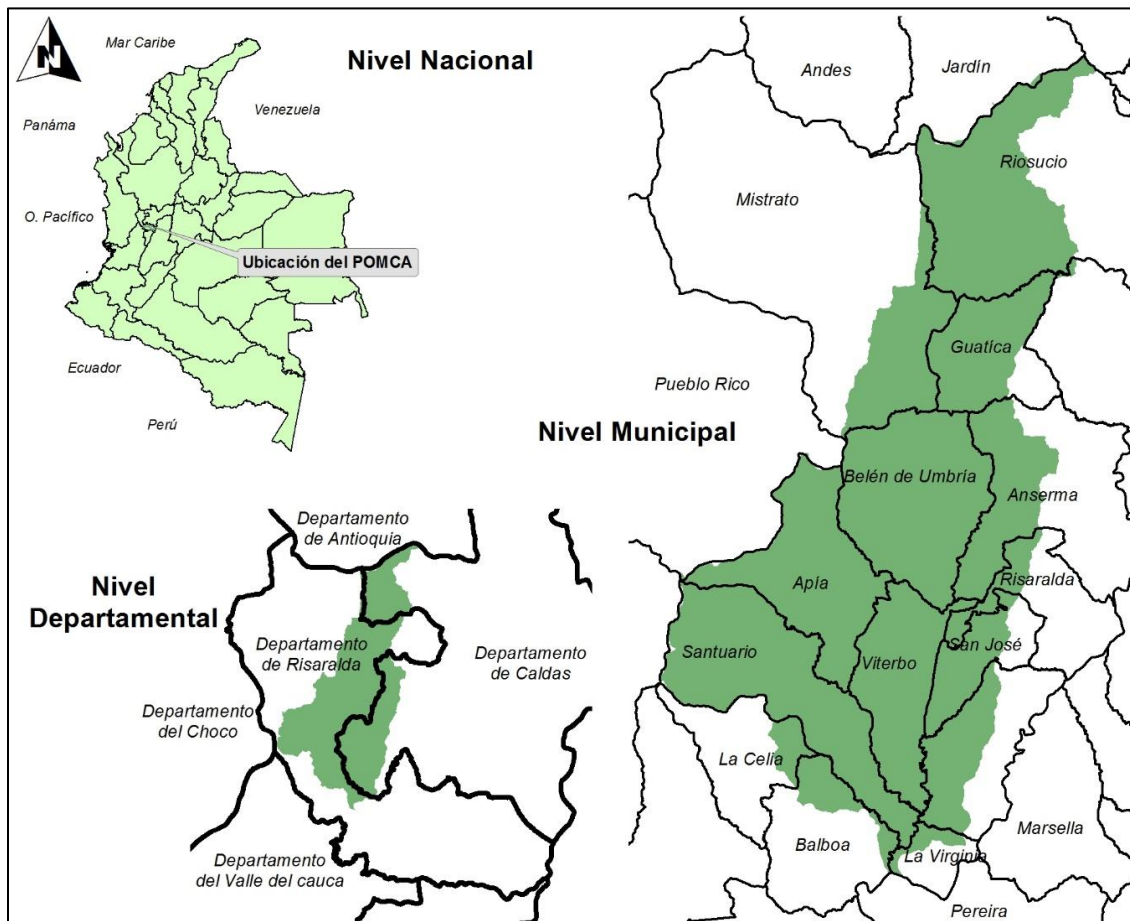


Figura 2 Localización geográfica del POMCA.
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

Las coordenadas Geográficas Magna y Coordenadas planas Mangna Colombia Bogota que incorporan la cuenca son:

X	Y	N	E
778159.083	1032580.21	76° 4' 37,779" O	4° 53' 16,231" N
817896.314	1107208.23	75° 43' 15,028" O	5° 33' 48,213" N

Tabla 3. Áreas de los municipios con relación al POMCA

Municipio	Departamento	Área Total Municipio (ha)	Área Municipio en POMCA (ha)	Porcentaje Área del municipio en POMCA	Porcentaje en el POMCA
ANSERMA	CALDAS	20.941,62	8.338,48	39,82%	6,64%
BELALCÁZAR	CALDAS	11.370,02	5.655,07	49,74%	4,50%
RIOSUCIO	CALDAS	38.567,73	19.241,05	49,89%	15,32%
RISARALDA	CALDAS	9.006,80	2.311,61	25,67%	1,84%
SAN JOSÉ	CALDAS	6.086,60	4.445,88	73,04%	3,54%
VITERBO	CALDAS	11.289,23	11.289,23	100,00%	8,99%
APÍA	RISARALDA	14.916,92	14.916,76	100,00%	11,88%
BALBOA	RISARALDA	11.947,75	2.699,77	22,60%	2,15%
BELÉN DE UMBRÍA	RISARALDA	18.060,17	18.060,17	100,00%	14,38%
GUÁTICA	RISARALDA	10.127,16	8.333,28	82,29%	6,63%
LA CELIA	RISARALDA	9.235,66	1.411,77	15,29%	1,12%
LA VIRGINIA	RISARALDA	3.277,98	988,13	30,14%	0,79%
MISTRATÓ	RISARALDA	56.516,88	8.896,68	15,74%	7,08%
SANTUARIO	RISARALDA	19.012,17	19.012,17	100,00%	15,14%
DATOS TOTALES		240.356,69	125.600,05		

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

En la cuenca según la información estructurada se identifica 340 veredas, de estas 120 pertenecen al departamento de Caldas y 220 a Risaralda. Ver Tabla 4

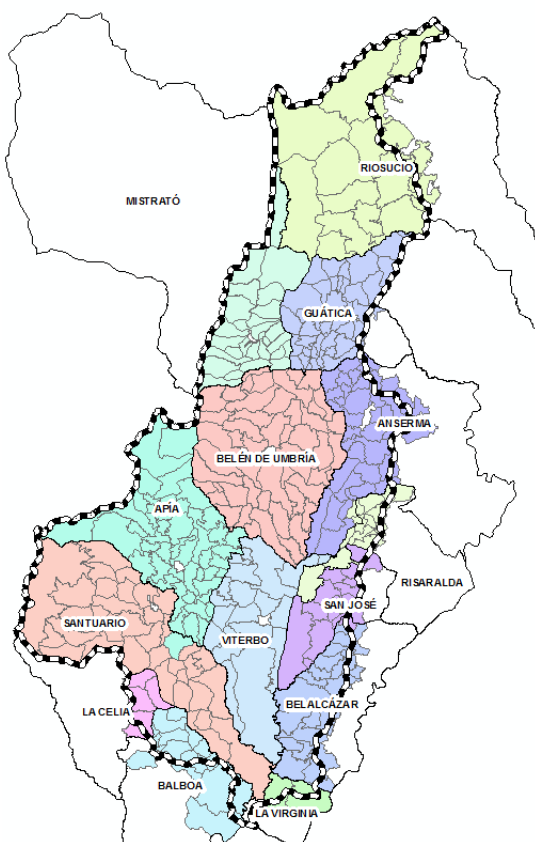


Figura 3 Limite veredal y municipal del POMCA
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

Tabla 4 Relación de veredas por departamento y municipio del POMCA

DEPARTAMENTO / MUNICIPIO	CANTIDAD
Departamento de Caldas	120
ANSERMA	38
BELALCÁZAR	19
RIOSUCIO	16
RISARALDA	14
SAN JOSÉ	14
VITERBO	19
Departamento de Risaralda	220
APÍA	45
BALBOA	14
BELÉN DE UMBRÍA	51



GUÁTICA	41
LA CELIA	4
LA VIRGINIA	2
MISTRATÓ	27
SANTUARIO	36
TOTAL GENERAL	340

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

3.3 Territorios Étnicos

En la cuenca del río Risaralda hacen presencia comunidades indígenas, en los municipios de Guática, con la parcialidad Embera Chami; en Belén de Umbría, con la Parcialidad Flor del Monte; en Belalcázar, con el Resguardo indígena Totumal; en los límites entre San José y Risaralda, con el Resguardo indígena La Albania; en Riosucio, con el resguardo indígena de Nuestra Señora Candelaria de la Montaña, y con el resguardo de San Lorenzo.

4. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO BIÓTICO

4.1 Clima

En este componente se realizó una caracterización regional de las condiciones climáticas del área de estudio definida en el POMCA, identificando la variabilidad climática, distribución espacial y temporal de las principales variables meteorológicas, balance hídrico de largo plazo (Caudal promedio anual de largo plazo), zonificación climática y estimación del Índice de Aridez.

Se realizó la caracterización y localización geográfica de la red meteorológica existente en el área de influencia de la cuenca y áreas colindantes. En esta identificación se incluyeron: año de establecimiento, tipo de estación, parámetros medidos y escala del registro, carácter (privado o público), y disponibilidad de información.

Analizada y procesada la información climática, se procedió a realizar la caracterización (temporal y espacial), del clima en especial del régimen climático a partir de la variabilidad espacial y temporal del régimen de precipitaciones - valores normales (anuales, mensuales y diarios), así como los extremos, (máximos y mínimos), y frecuencia de presentación. Para el análisis de eventos extremos,



(máximos y mínimos), se consideran escenarios de precipitación con períodos de retorno de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 50, 100 y 500 años.

Mediante el uso de isolíneas sobre planos de la cuenca, se espacializaron las variables climáticas referidas a: precipitación media anual y mensual; temperatura media, máxima y mínima mensual y anual, y otras estimadas a partir de estas variables, como evapotranspiración potencial y real anual y mensual. Para la estimación de la Evapotranspiración Potencial y Real se consideraron las metodologías que han sido aplicables a las características climáticas regionales del Eje Cafetero.

Con la información procesada, se realizó la clasificación climática de la cuenca, teniendo en cuenta sus particularidades, según los lineamientos de la metodología estándar para Colombia de Caldas-Lang, generando el correspondiente mapa. De igual manera, se procedió con la estimación y espacialización del Índice de aridez, considerando las unidades hidrológicas a nivel de subcuenca.

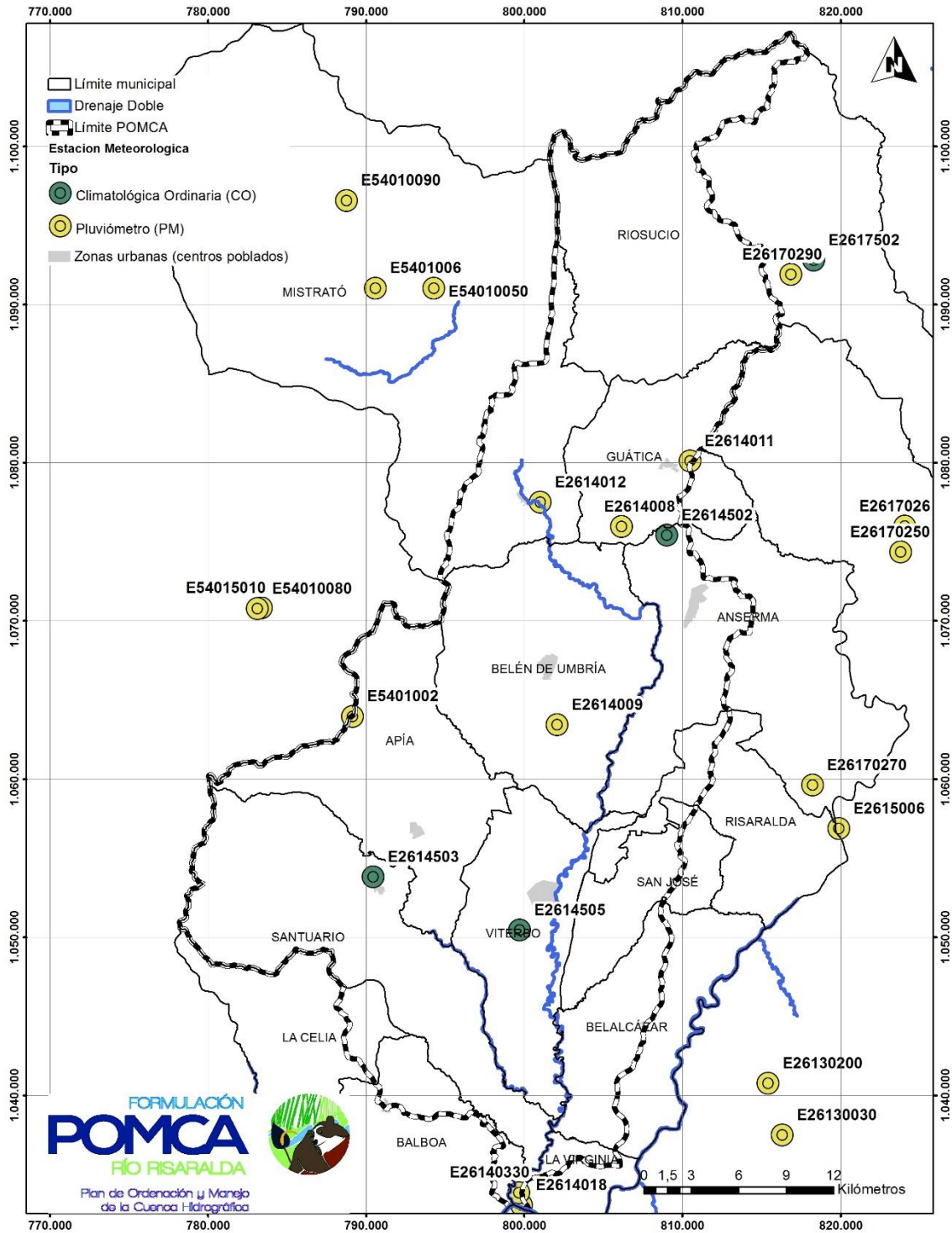
Finalmente, realizó el balance hídrico de largo plazo para la cuenca en ordenación (caudal promedio anual de largo plazo), con su validación en función de la información disponible de caudales observados.

4.1.1 Caracterización y localización de la red meteorológica existente

En este sector, las máximas elevaciones alcanzan alturas de 4.200 m.s.n.m. y en general se presenta un clima seco ecuatorial de tierras bajas, con temperaturas que oscilan entre los 15°C y 22°C, con dos períodos de lluvias al año: Abril-Mayo y Octubre-Noviembre, y un promedio de precipitaciones estimado en los 2.000 mm por año.

De acuerdo a la situación regional en Colombia y sus condiciones climáticas y topográficas, el valle del río Risaralda se puede considerar como un apéndice geográfico del valle del río Cauca. Comprende parte de los municipios de Belén de Umbría, Viterbo, Santuario y Balboa por la margen derecha del río Risaralda, y de los municipios de Risaralda, Belalcázar y la Virginia por la margen izquierda.

Se realizó una revisión de las estaciones hidroclimatológicas existentes en el área de estudio de la cuenca Risaralda, las cuales son productos de proyectos desarrollados en la cuenca. Como fuentes de información de entidades que realizan el monitoreo hidroclimatológico son: IDEAM, La Federación Nacional de Cafeteros, La CHEC.



Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

4.1.2 Caracterización temporal y espacial del clima

A continuación, se realiza una descripción de las variables más significativas como lo son la temperatura y la precipitación, sin embargo, se analizaron también las variables humedad relativa, evaporación, vientos y radiación solar.

El comportamiento de la temperatura es posible analizarlo con el trazo de las isotermas, líneas que por teoría unen puntos con igual valor de temperatura. En la Figura 5 se observa el mapa de isotermas en la cuenca del río Risaralda, de allí se puede establecer que hacia la parte alta de la cuenca, se presentan temperaturas medias de 14 °C, posteriormente hacia la parte media de la cuenca la temperatura promedio es de 22 °C y hacia la parte baja se presentan valores que oscilan entre 26 y 30 °C.

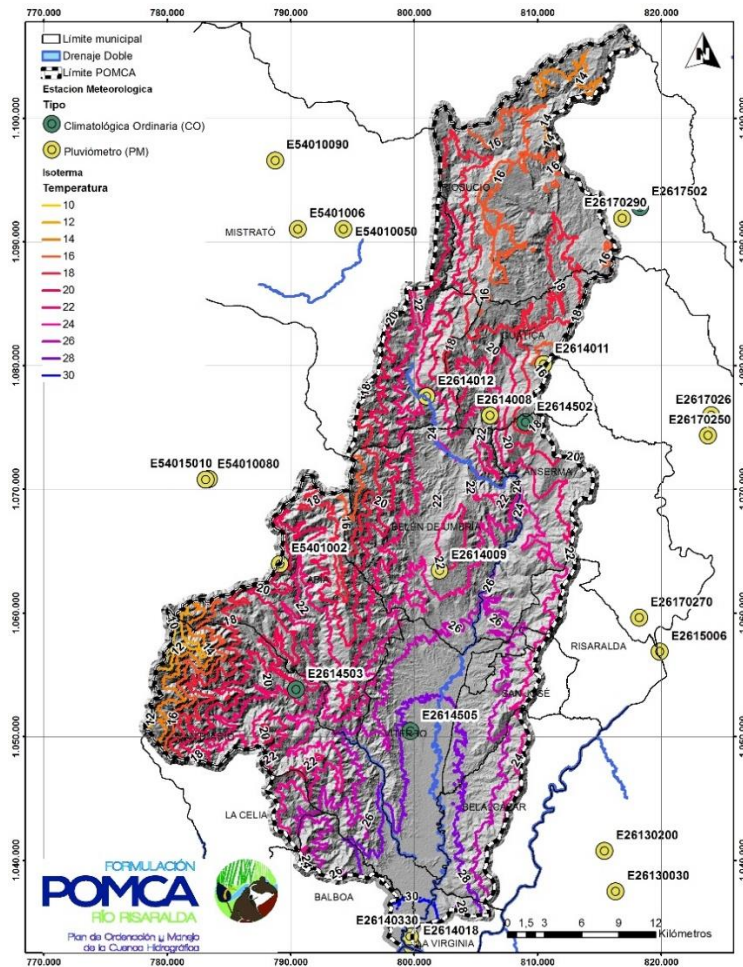


Figura 5. Isotermas cuenca Risaralda

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

Las isoyetas medias mensuales multianuales para la cuenca del río Risaralda muestran que las mayores precipitaciones se presentan en la parte alta de la cuenca en jurisdicción del municipio de Riosucio con valores de 3350 mm/año, posteriormente hacia el municipio de Guática Risaralda se observa disminución presentándose precipitaciones de 2300 mm/año, oscilando entre 1800 mm/año hasta 2450 mm/año en jurisdicción de los municipios de Anserma Caldas, Belén de Umbría y Apía Risaralda; ya hacia la parte media baja de la cuenca en jurisdicción de Santuario Risaralda, Viterbo y Belalcázar Risaralda se observan precipitaciones que oscilan entre los 2000 mm/año y 1800 mm/año. (Ver Figura 6).

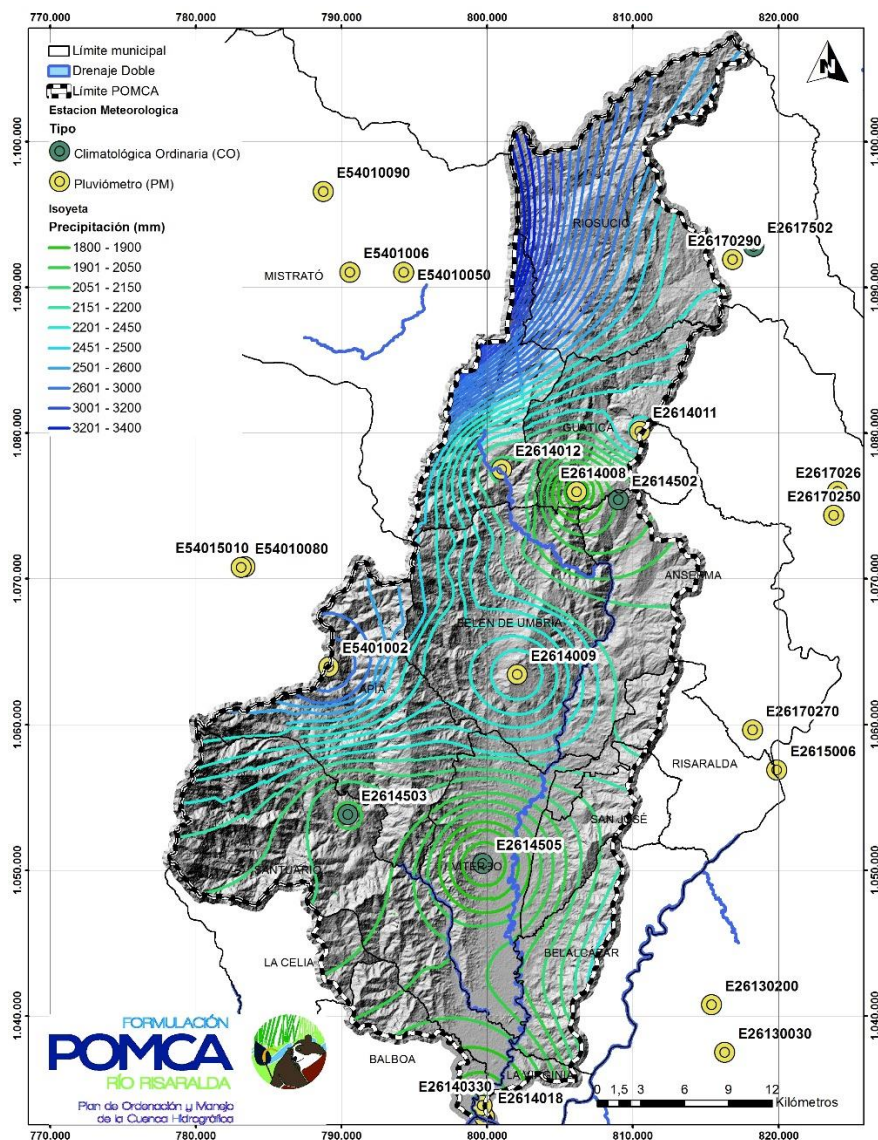


Figura 6. Isoyetas de Precipitación Media Anual
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

4.1.3 Construcción de curvas IDF

Las curvas IDF para todas las estaciones de la cuenca del Risaralda se obtuvieron mediante el método de Vargas y Díaz Granados¹, que se ha encontrado muy adecuado para el análisis, con base en la síntesis de más de 250 curvas de este tipo en todo el país. El Método parte de la ecuación:

$$I = a \frac{T^b}{t^c} M^d N^e$$

Donde I es la intensidad de la lluvia en mm/hr; T es el periodo de retorno en años, t es la duración en horas, M es el valor promedio de la precipitación máxima diaria en mm y N es el número promedio de días con lluvia al año; los términos a, b, c, d, e son constantes que dependen de la localización geográfica de la estación donde se calcula la curva IDF; para la región Andina, se obtuvo a= 1.22; b = 0.19; c = 0.66; d = 0.83; e = -0.05.

En cada caso entonces se ha calculado una tabla de valores de I, para diferentes duraciones y diferentes periodos de retorno, y se han graficado como se muestra a continuación.

Se construyeron curvas IDF para las estaciones: Bellavista, La Camelia, La Samaria, Línea La Porvenir, Taijara Alejandría, Taparcal, San Clemente, Mistrató, Virginia La Alerta y La Virginia. A manera de ejemplo se presenta la curva IDF para la estación La Virginia.

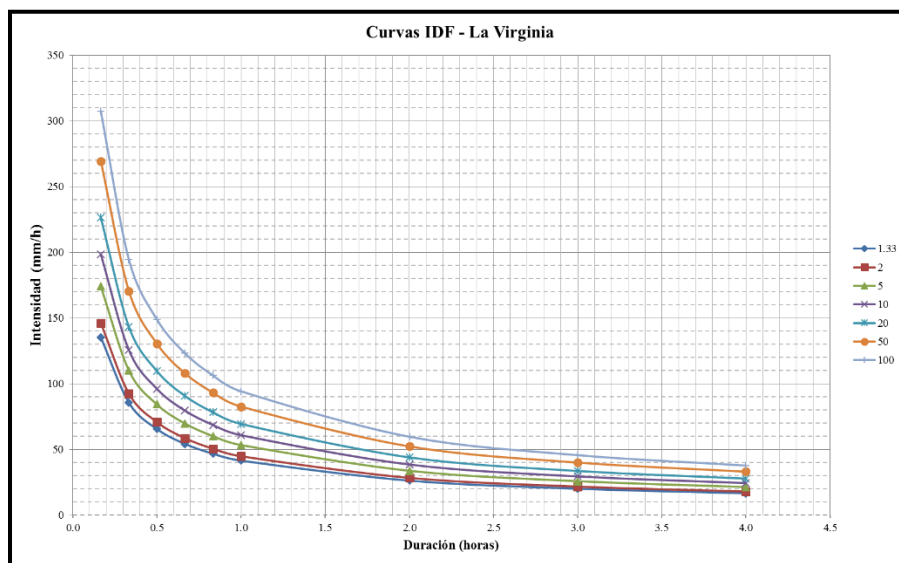


Figura 7. Curvas IDF estación La Virginia
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda

¹ Vargas, M., Díaz Granados, M. “Curvas Sintéticas Regionalizadas de Intensidad-Duración-Frecuencia para Colombia”. Memorias XIII Seminario Nacional de Hidráulica e Hidrología, Sociedad Colombiana de Ingenieros, Cali, Colombia, 1998.

4.1.4 Zonificación climática

La metodología utilizada fue la de Caldas – Lang, en la cual Francisco José de Caldas, (Colombiano) estableció una relación empírica que muestra que a una altitud de:

Tabla 5 Clasificación Caldas según piso térmico

Piso térmico	Símbolo	Rango de altura (m)	Temperatura °C
Cálido	C	0 – 1000	$T \geq 24$
Templado	T	1001 – 2000	$24 > T \geq 17.5$
Frío	F	2001 – 3000	$17.5 > T \geq 12$
Páramo bajo	Pb	3001 – 3700	$12 > T \geq 7$
Páramo alto	Pa	3701 – 4200	$T < 7$
Nival	N	> 4200	

Fuente.: CAR, Audicon Ambiotec, 2006

Por su parte en el año 1915, Richard Lang estableció una clasificación climática basada en la relación obtenida al dividir la precipitación anual (P, en mm) por la temperatura media anual (T, en °C). Este cociente se llama también Índice de efectividad de la precipitación o factor de lluvia de Lang.

Tabla 6. Rangos clasificación climática de Lang

Factor de Lang P/T	Clase de clima	Símbolo
0 a 20	Desértico	D
20.1 a 40	Árido	A
40.1 a 60.1	Semiárido	Sa
60.1 a 100	Semihúmedo	Sh
100.1 a 160	Húmedo	H
Mayor que 160	Superhúmedo	SH

Fuente: CAR, Audicon Ambiotec, 2006

Se presenta el procedimiento para determinar los climas según Caldas – Lang:

- I. Se localizan los sitios conociendo su altitud.
- II. Se obtiene los valores anuales de la temperatura y la precipitación.
- III. Con el valor de la temperatura y el de la altitud, se determina el piso térmico al cual pertenece cada uno de los sitios que se están clasificando, correspondiente a la primera palabra del tipo climático.
- IV. Se calcula el cociente P/T (Índice de Efectividad de la Precipitación o Factor de Lluvia de Lang) con este factor, se determina la segunda palabra del tipo climático. El extremo alto de la cuenca (nacimiento río Risaralda) presenta clima Páramo Bajo Superhúmedo, posteriormente y en jurisdicción del municipio de Riosucio Caldas se presenta clima de Frío Superhúmedo y Frío Húmedo, esta última unidad climática

se mantiene hasta límites con el municipio de Guática Risaralda y sobre la margen izquierda de la cuenca sectores Noroeste y Sureste, inclusive se en la parte alta de Santuario se presenta zonificación climática de Páramo bajo súper húmedo. La parte media de la cuenca presenta zonificación climática entre templado húmedo y templado semihúmedo, predominando este último se presenta por la margen Noreste, este y sur este, en jurisdicción de municipios de Anserma, Risaralda, San José y Belalcázar en Caldas.

Posteriormente hacia la parte media baja de la cuenca en jurisdicción del municipio de Viterbo Caldas y La Virginia Risaralda se presenta zonificación climática Cálido Semihúmedo; finalmente en la parte más baja de la cuenca en su extremo inferior se presenta zonificación climática cálido semiárido. En la Figura 8 se puede observar la zonificación climática para la cuenca.

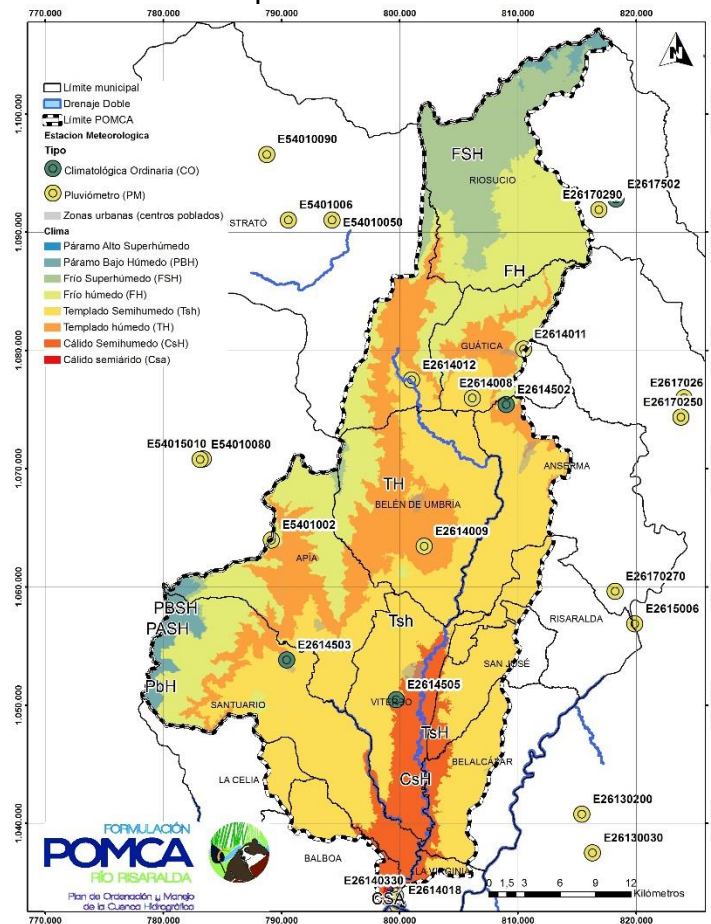


Figura 8. Zonificación Climática en el Área del POMCA del río Risaralda.
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda. 2016

4.1.5 Resultados del Índice de Aridez (IA)

El Índice de Aridez (IA), es una característica cualitativa del clima, que permite medir el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región. Identifica áreas deficitarias o de excedentes de agua, calculadas a partir del balance hídrico superficial (IDEAM, 2010)

Los componentes de la ecuación del índice de aridez son la evapotranspiración potencial y la evapotranspiración real, aplicadas como se expresa en la siguiente fórmula:

$$Ia = (ETP - ETR) / ETP$$

Donde

Ia: índice de aridez (adimensional)

ETP: evapotranspiración potencial (mm)

ETR: evapotranspiración real (mm)

En la Tabla 7, se observa la calificación y la interpretación del índice de aridez

Tabla 7. Calificaciones del índice de aridez

Calificador	Ámbito numérico	Color
Altos excedentes de agua	(< 0.15)	
Excedentes de agua	(0.15 – 0.19)	
Moderado y excedente de agua	(0.20 – 0.29)	
Moderado	(0.30 - 0.39)	
Moderado y deficitario de agua	(0.40 - 0.49)	
Deficitario de agua	(0.50 - 0.59)	
Altamente deficitario de agua	(> 0.60)	

Fuente: IDEAM, 2014

La evapotranspiración es uno de los componentes más importantes del balance hídrico, y se define como la suma de la evaporación física de agua desde la superficie y la transpiración de las plantas y los seres vivos. Para la estimación de la variable evapotranspiración para la cuenca del río Otún se utilizó el método de Cenicafé – Budyko, este método permite calcular la evapotranspiración potencial en función de la elevación sobre el nivel del mar. La ecuación (I), fue obtenida realizando una regresión a los valores obtenidos de aplicar el método de Penman a los datos de estaciones climáticas de Colombia.

Los rangos de Evapotranspiración Potencial (ETP) en la cuenca de río Risaralda son muy variables oscilan desde los 810 mm/año hasta los 1800 mm/año, la parte alta hacia el nacimiento del río Risaralda, presenta ETP de 994 mm, inmediatamente después se presenta ETP de 1800 mm, lo anterior en jurisdicción del municipio de Risaralda, posteriormente hacia media alta y media de la cuenca,

se observa ETP que varía desde los 1150 mm hasta los 1300 mm en jurisdicción de Belén de Umbría y de los municipios que se localizan sobre la cuchilla Este; hacia el sector Suroeste parte alta del municipio de Santuario en área del Distrito de Manejo Integrado Planes de San Rafael y Parque Regional Natural Tatamá se observa ETP que oscila entre los 990 mm pasando por los 1800 mm y descendiendo nuevamente hasta los 1300 mm, tendencia similar a la presentada en la parte alta de la cuenca.

Ya hacia la parte media y media baja se presenta ETP que va desde los 1350 mm hasta 1420 mm en la parte más baja de la cuenca. En la Figura 9 se muestra la salida gráfica resultante para la Evapotranspiración Potencial (ETP).

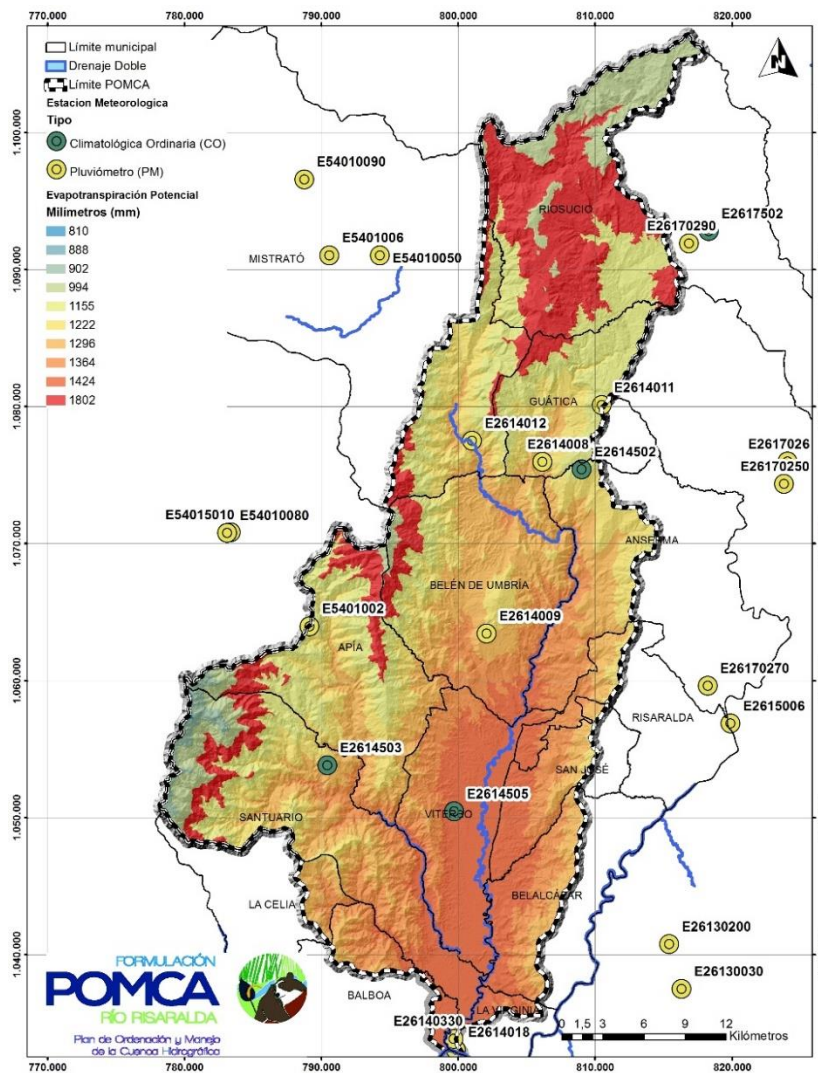


Figura 9. Evapotranspiración Potencial en el Área del POMCA del río Risaralda.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda. 2016

Por su parte la ETR no presenta variaciones tan significativas como en el caso de la ETP, hacia la parte alta de la cuenca los 800 mm y 850 mm, posteriormente hacia la parte media alta y media de la cuenca, se presentan ETR con valores alrededor de los 800 mm que se mantiene hasta el área en jurisdicción de Belén de Umbría en donde se presentan valores superiores a 1000 mm, que se mantienen hasta la parte baja de la cuenca (Figura 10).

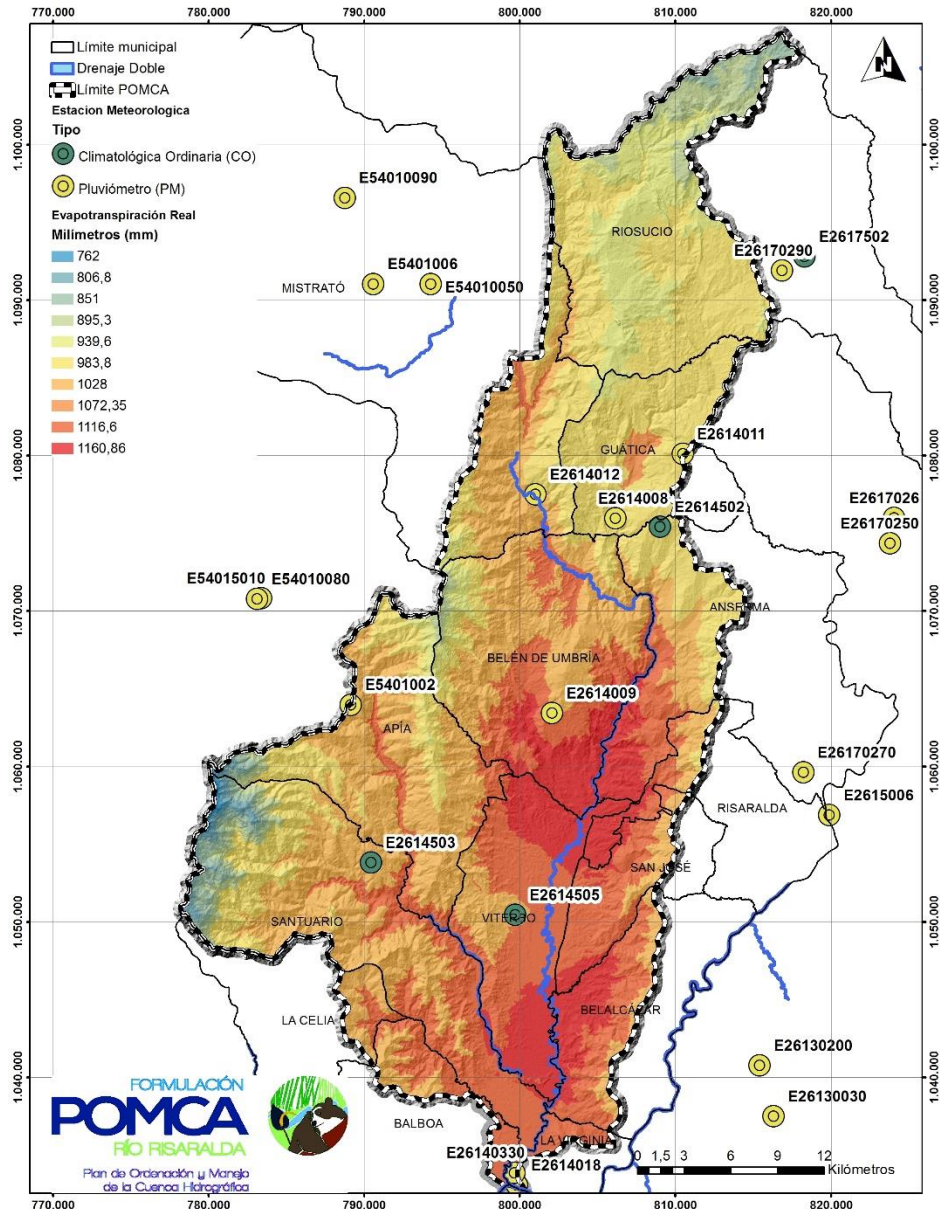


Figura 10. Evapotranspiración Real en el Área del POMCA del río Risaralda.
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda. 2016

4.1.6 Resultados del Índice de Aridez (IA)

En la Figura 11 se observa los resultados del Índice de Aridez (IA) en la cuenca del río Risaralda. De las siete (7) categorías mostradas en la Tabla 7, se presentan tres (3) categorías.

Toda la parte alta de la cuenca y la parte media y baja hacia el sector Noroeste y Suroeste hacia la cuchilla del San Juan presenta altos excedentes de agua, esto en jurisdicción del municipio de Riosucio Caldas, Belén de Umbría, Apía y Santuario Risaralda, este mismo indicador se presenta en una pequeña franja de la vertiente Este en la parte alta de alta de municipios de Anserma, San José, Risaralda y Belalcazar en Caldas.

Ya hacia la parte media y media baja de la cuenca y hacia el Sureste se presentan excedentes de agua, en esta misma zona en áreas de jurisdicción de Viterbo Caldas y La Virginia Risaralda, se presentan moderados y excedentes de agua.

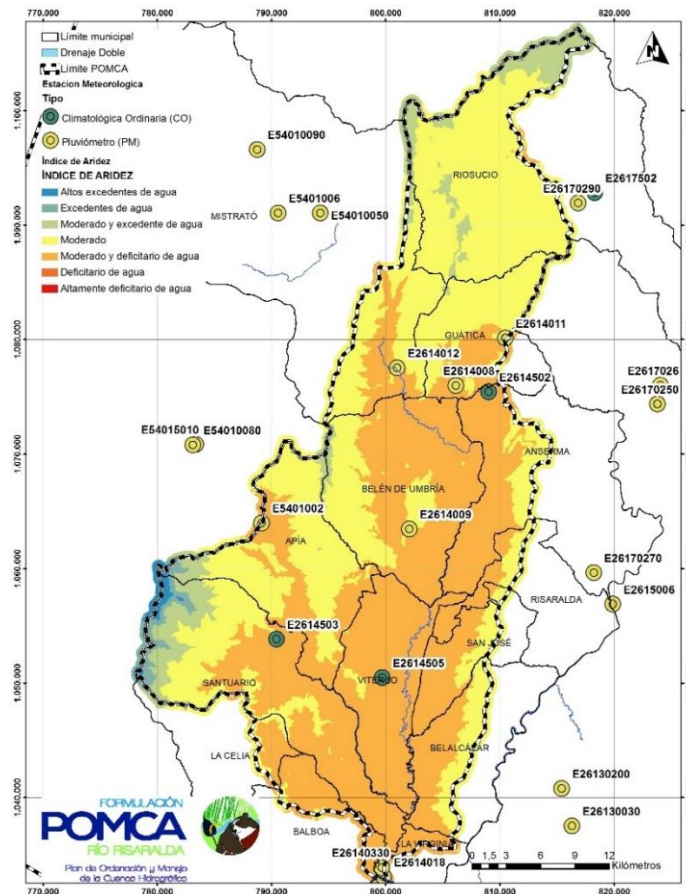


Figura 11. Índice de Aridez en el Área del POMCA del río Risaralda.
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda. 2016

4.1.7 Balance hídrico climático

Se utilizó el método directo para el cálculo de balance hídrico, este método establece que conocer el balance de humedad en el suelo es importante para evaluar la disponibilidad de agua en los cultivos, estudios hidrológicos, entre otros. El método directo propuesto por Thornthwaite y Matter, según el cual se va perdiendo agua para poder generar la evapotranspiración potencial hasta agotar la reserva, si bien en la ETP se calculó con el método de Cenicafé para la determinación del Índice de Aridez, este no permite estimar una variabilidad mensual, mientras que el método directo permite en función de la altura y la temperatura obtener las variaciones mensuales de la ETP. Se seleccionaron tres (3) estaciones, una por cada piso térmico presente en la cuenca, para realizarles en balance hídrico climático.

En el rango altitudinal entre los 0 y los 1000 msnm se encuentra la Estación Virginia la-alerta, en donde se observa que todos los meses presentan periodos húmedos, no se presentan déficit de agua, la ETP es igual a la ETR. Del total de agua que se precipita el 38 % se evapotranspira y el 62% son excesos.

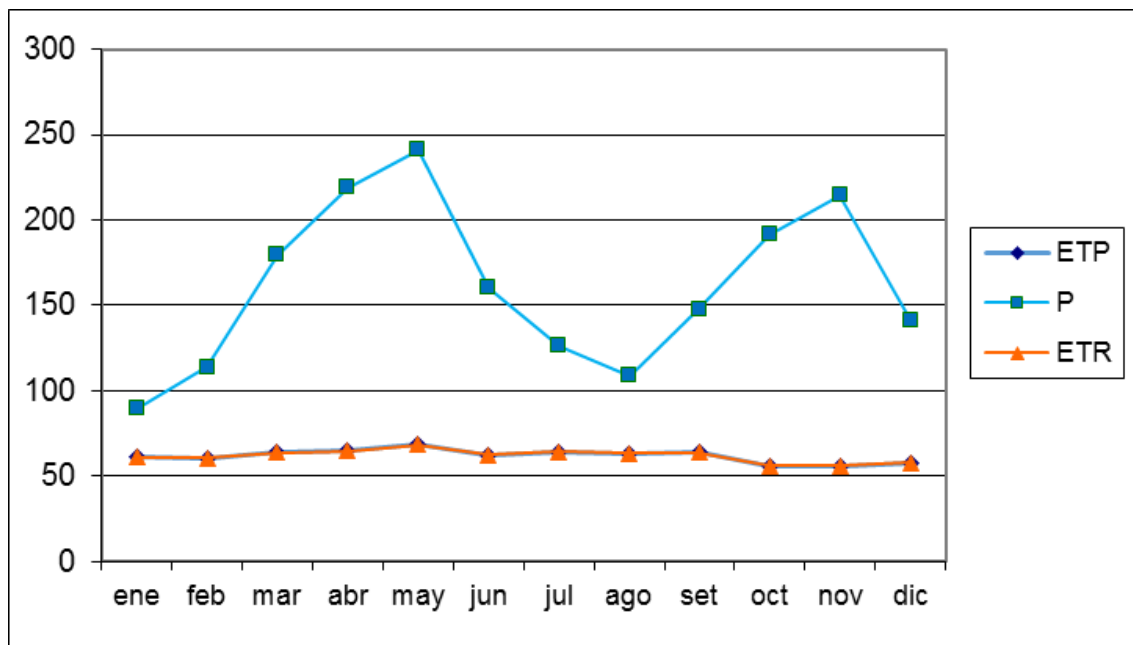


Figura 12. Precipitación, ETP y ETR en la estación Virginia – La Alerta
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda. 2016

En el rango altitudinal entre los 1000 msnm y 2000 msnm se escogió la estación Riosucio que se localiza en los 1900 msnm, se observa que todos los meses presentan periodos húmedos, no se presentan déficit de agua, la ETP es igual a la

ETR. Del total de agua que se precipita el 33 % se evapotranspira y el 67% son excesos. En la Figura 13 se puede observar el comportamiento del régimen bimodal en la estación Riosucio, en comparación con la ETP y la ETR, en donde se ratifica que la ETP y la ETR son iguales y no se presentan déficit y no superan la precipitación.

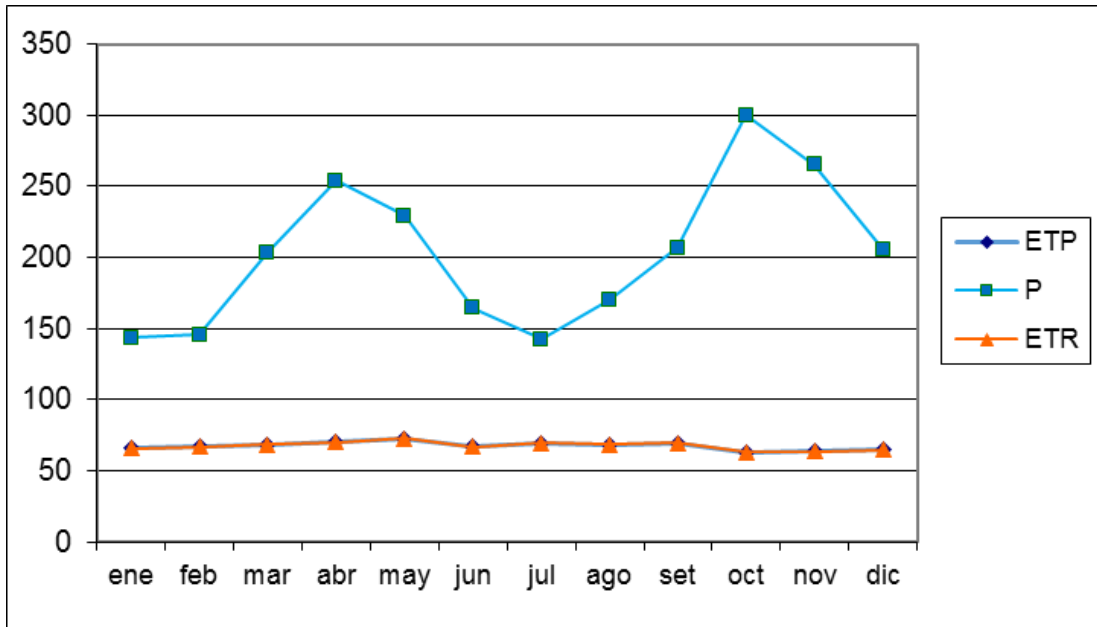


Figura 13. Precipitación, ETP y ETR en la Estación Riosucio
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda. 2016

Finalmente, en el rango entre los 2000 y 3000 msnm se seleccionó la estación San Clemente, se observa que todos los meses presentan periodos húmedos, no se presentan déficit de agua, la ETP es igual a la ETR. Del total de agua que se precipita el 33 % se evapotranspira y el 67% son excesos.

4.1.7.1 Balance hídrico a Largo Plazo

La base física del balance hídrico de largo plazo se soporta en la formulación de las ecuaciones de continuidad para volúmenes de control en columnas de suelo, atmósfera y la unión de ambas. Considerando la ecuación de continuidad dentro de una columna de suelo- atmósfera, que es asimilable a una cuenca hidrográfica, se define W como el almacenamiento de agua en la atmósfera, en unidades de longitud (volumen por unidad de área), P es la precipitación, E es la evapotranspiración real, Q es el flujo neto de humedad en la atmósfera, S es el almacenamiento de agua en el suelo, también en unidades de longitud, R es el flujo de agua hacia afuera de la columna de suelo; constituido por la escorrentía superficial y/o subterránea (ver siguiente figura).

Con las anteriores definiciones se obtiene una expresión de balance de agua para el volumen de control:

$$Q - R = \frac{d(W + S)}{dt}$$

$$\bar{P} - \bar{E} = \bar{R}$$

Cuando la integración temporal se realiza sobre un intervalo de gran duración (del orden de décadas), los cambios en las cantidades almacenadas W y S son despreciables. Así, la ecuación de balance de agua para la columna quedaría así:

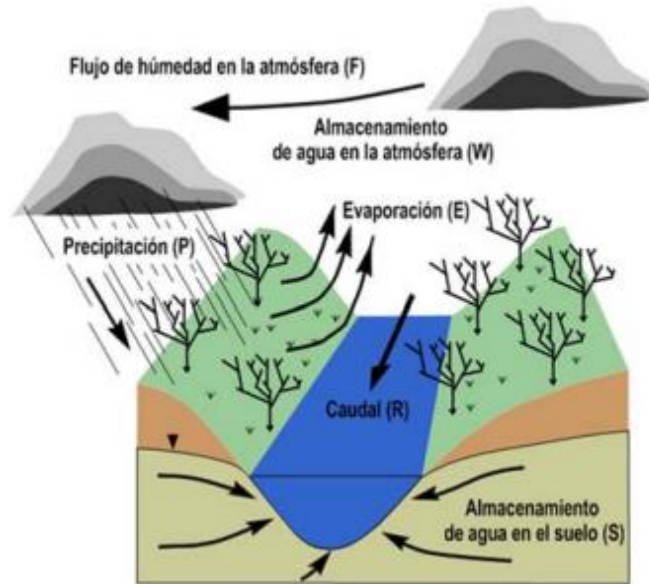


Figura 14. Esquema balance hídrico
Fuente: Gotta Ingeniería S.A.S, 2016

Esta relación es una aproximación a la escorrentía superficial que supone que el cambio en la cantidad almacenada en el suelo (o en la atmósfera) en el largo plazo es despreciable respecto a los demás términos. Esta aproximación es apropiada para el cálculo de los promedios de largo plazo puesto que conduce a errores que son de menor orden que los de medición de cada una de las componentes (Vélez et al., 2000).

En la Tabla 8 se presenta el caudal obtenido por medio del balance hídrico de largo plazo para la cuenca del río Risaralda para cada uno de los niveles subsiguientes definidos.

Tabla 8. Caudal medio a largo plazo por nivel subsiguiente

Código nivel subsiguiente	AREA m2	Balace hídrico promedio mm/año	Q m3/s
261401	58936406.3	1869.995682	3.494762341
261402	115371094	1727.431975	6.319625707
261403	20102812.5	1396.59069	0.890265119
261404	3879375	1159.783617	0.142669824
261405	11527343.8	1244.832326	0.455023153
261406	1222656.25	1042.613802	0.04042232
261407	10831875	1340.070268	0.460282649
261408	7560000	1109.533705	0.265984107
261409	10492968.8	1025.328055	0.341157257
261410	4735937.5	1089.104627	0.163556933
261411	658593.75	1113.148145	0.023246842
261412	11902656.3	1181.027882	0.445756244
261413	1518906.25	1187.313029	0.057185984
261414	7134531.25	1321.025592	0.298861567
261415	5603593.75	1209.169075	0.214855793
261416	7705781.25	1273.408269	0.311155681
261417	224843.75	1075.855841	0.007670582
261418	65684375	1338.038574	2.786917411
261419	9864062.5	1050.776596	0.328669648
261420	53715312.5	1179.146631	2.008442091
261421	4784687.5	810.7892706	0.12301412
261422	20696406.3	862.674792	0.566155123
261423	38384843.8	823.4909865	1.00233298
261424	288784375	1247.514321	11.42385348
261425	8032187.5	798.7541689	0.203441884
261426	60785468.8	937.573309	1.807167462
261427	3971093.75	742.3091696	0.093473469
261428	5607187.5	767.7032569	0.13649975
261429	9827187.5	942.8567927	0.293811215
261430	936718.75	846.1635361	0.025133728
261431	1983437.5	914.0437385	0.057488224
261432	1050312.5	905.3353999	0.030152368
261433	2383593.75	1006.464046	0.076071836
261434	450000	910.7381813	0.012995693
261435	5652187.5	1033.08824	0.185160085
261436	2943750	943.7584103	0.08809579
261437	10087343.8	1055.70327	0.337685242
261438	2826093.75	937.4044118	0.084005351
261439	27605000	1049.992978	0.919110102
261440	8096718.75	856.4547728	0.21989071
261441	7702968.75	877.6147835	0.21436578
261442	1149062.5	758.2804195	0.027629109
261443	4039218.75	911.412673	0.116736275
261444	118906.25	765.7109125	0.002887107
261445	6547031.25	927.3889269	0.192530577
261446	82968.75	795.8114214	0.002093718

Código nivel subsiguiente	AREA m2	Balace hídrico promedio mm/año	Q m3/s
261447	16365468.8	1014.281762	0.526357068
261448	181093.75	817.4667057	0.004694258
261449	5648593.75	1080.126144	0.193467586
261450	266875	1024.344352	0.008668566
261451	7814531.25	1096.564621	0.271725599
261452	2644218.75	1101.265311	0.092338483
261453	15929687.5	1121.568436	0.566534586
261454	1339687.5	1144.85953	0.04863502
261455	9623593.75	1120.947006	0.342070605
261456	3679843.75	1142.873629	0.133358586
261457	10979062.5	1108.859208	0.386042445
261458	948906.25	1105.198942	0.033255016
261459	5863125	1096.236675	0.20381065
261460	1510312.5	1072.233144	0.051351063
261461	7322656.25	1083.036465	0.251480966
261462	3191875	1031.323013	0.10438401
261463	16047187.5	1052.236834	0.535433846
261464	16921093.8	983.9229763	0.527938005
261465	179354375	1394.434791	7.930554934
261466	3732656.25	971.729393	0.115015595
261467	8025937.5	939.1553821	0.239015804
261468	5018281.25	1042.922007	0.165958776

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda. 2017

Identificación de la variabilidad climática en la cuenca y la influencia de fenómenos macroclimáticos

Con la finalidad de poder soportar que los fenómenos del ENSO se relacionen con los cambios presentados en la media y la varianza de las series estudiadas, se realizó el estudio de la influencia de dicho fenómeno.

Como primera medida se realizó la clasificación de los meses, con base en los reportes de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA por sus siglas en inglés), de fenómenos ENSO que se han presentado históricamente y que es actualizado mensualmente. Esta información se puede consultar en la página web de la NOAA y se presenta en la Tabla 9 un consolidado de los años niño y niña, adicionalmente indicando si son fenómenos débiles, moderados, fuertes o muy fuertes.

Tabla 9. Consolidados años niño y niña

El niño				la niña		
Débiles	mod	Fuerte	Muy fuerte	Débiles	mod	Fuerte
1951-1952	1963-1964	1957-1958	1982-1983	1950-1951	1955-1956	1973-1974
1952-1953	1986-1987	1965-1966	1997-1998	1954-1955	1970-1971	1975-1976
1953-1954	1987-1988	1972-1973	2015-16	1964-1965	1998-1999	1988-1989
1958-1959	1991-1992			1967-1968	1999-2000	
1968-1969	2002-03			1971-1972	2007-08	
1969-1970	2009-10			1974-1975	2010-11	
1976-1977				1983-1984		
1977-1978				1984-1985		
1979-1980				1995-1996		
1994-1995				2000-01		
2004-05				2011-12		
2006-07						

Fuente: <http://ggweather.com/enso/oni.htm>

A partir de la definición de años niño, niña y normal por cada una de las 27 estaciones de utilizadas para análisis de precipitación, se realizó un análisis de variabilidad de la precipitación mediante las isoyetas e isotermas.

Las isoyetas mensuales multianuales fueron obtenidas interpolando por el método IDW (Inverse Distance Weighted). Los datos correspondientes a las estaciones climatológicas se ajustaron a los parámetros de estabilidad establecidos en el desarrollo del proyecto. Se realizó análisis de variabilidad mensual (enero – diciembre) para años niño, niña y normal, como se muestra a continuación para el mes de enero.

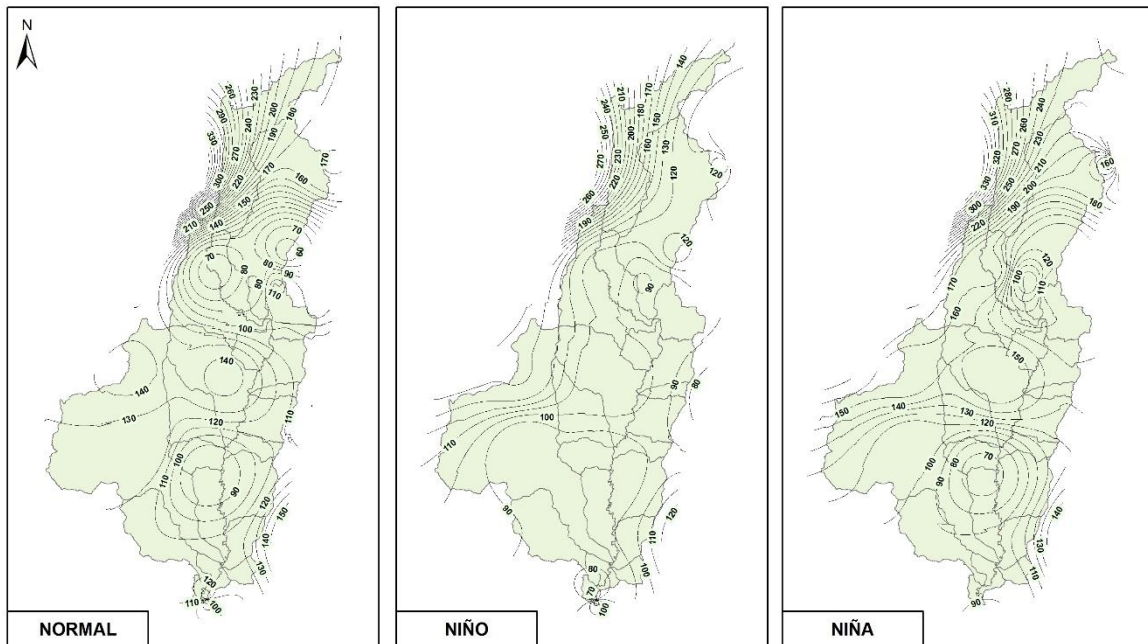


Figura 15. Variabilidad climática isoyetas enero
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

4.2 Geología

La consolidación de las unidades geológicas de la cuenca del río Risaralda, a escala 1:25.000 con fines de Ordenación de cuenca, parte del análisis de la información existente, que como referente principal corresponde a la información proveniente del Servicio Geológico Colombiano a escala 1:100.000 (planchas 186- Riosucio, 204 – Pueblo Rico, 205- Chinchiná y 224-Pereira) y Mapas Geológicos generalizados de los departamentos de Caldas y Risaralda a escala 1:200.000 (González, 1993), información digitalizada inicialmente y revisada en términos de definir contactos y establecer los respectivos traslapes entre unidades.

Adicionalmente, se confrontó dicha cartografía geológica, con el modelo digital del terreno, análisis e interpretación de fotografías aéreas y con controles de campo para la respectiva calibración, que permitieron la toma de decisiones en la homologación cartográfica para fines de su aplicación al Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Risaralda (POMCA).

Se registran en la cuenca del Río Risaralda unidades litológicas que corresponden a stocks gabroides a lo largo del Sistema de Fallas Cauca-Romeral y secuencias volcanosedimentarias, cuya depositación se inicia en el Cretáceo temprano y se prolonga hasta el Paleoceno.

Adicionalmente, se encuentran rocas de composición monzonítica a tonalítica del Cenozoico temprano, además de intrusivos subvolcánicos de composición andesítica o dacítica. El rasgo tectónico más destacado es la depresión del río Cauca que limita estructuralmente las cordilleras Occidental y Central a lo largo de sistemas de fallas paralelas a sus bordes y que convergen hacia la zona del valle.

En general las unidades litológicas predominantes en la zona son la Formación Barroso (Kvb), la Formación Penderisco (Kaa), el Plutón de Mistrató (Ttdgm), los gabros de Anserma (Kga) y los depósitos aluviales recientes (Qar) del río Risaralda.

En la Figura 16 se remite el esquema del mapa de Geología Básica a escala 1:25.000.

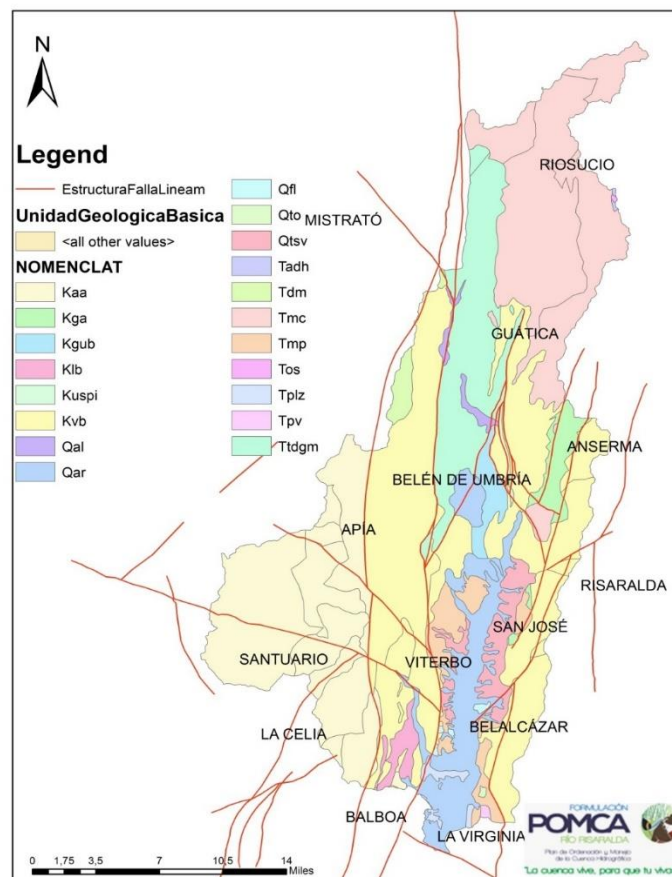


Figura 16 Mapa de unidades litológicas de la cuenca del Río Risaralda, con fines de ordenamiento. Escala 1:25.000.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

En la Tabla 10 se ilustran los porcentajes de unidades litoestratigráficas presentes en la Cuenca del Río Risaralda a escala 1:25.000.

Tabla 10 Porcentaje de Unidades Litoestratigráficas en la Cuenca del Río Risaralda

EON	ERA	PERIODO	EPOCA	NOMBRE	NOMENCLATURA	HECTAREAS	PORCENTAJE
Fanerozoico-PH	Cenozoico-CZ	Cuaternario-Q	Pleistoceno-Q1	Cenizas y flujos de escombros	Qfl	11293,48	8,99%
				Depósitos aluviales	Qar	9166,61	7,30%
					Qal	721,92	0,57%
				Formación Pereira	Qto	51,65	0,04%
				Formación Zarzal	Tplz	602,99	0,48%
				Sedimentos de Viterbo	Qtsv	4068,81	3,24%
	Cenozoico-CZ	Neógeno-N	Mioceno-N1	formación Amagá - Miembro Superior	Tos	24,26	0,02%
				Formacion Combia	Tmc	10913,14	8,69%
				Formacion La Paila	Tmp	3885,35	3,09%
				Plutón de Mistrató	Ttdgm	12546,14	9,99%
				Pórfido andesítico de la Virginia	Tpv	92,95	0,07%
				Pórfido Andesítico Hornbléndico	Tadh	48,63	0,04%
	Mesozoico-MZ	Cretácico-K	Superior Tardío-K2	Pórfido dacítico de Mistrato	Tdm	1059,95	0,84%
				Formacion Barroso	Kvb	40752,13	32,45%
				Formacion Penderisco - Miembro Urrao	Kaa	24280,09	19,33%
				Gabro de Anserma	Kga	2393,03	1,91%
				Gabro Uralítico de Belén de Umbría	Kgub	2403,95	1,91%
				Grupo Cañasgordas	Klb	1048,84	0,84%
Ultramafita de Puente Umbría - La Isla	Kuspi	246,9	0,20%				
TOTAL						125600,83	100,00%

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

Las condiciones determinadas anteriormente permiten establecer que dichas unidades y dominios cretácicos generaron unas geofomas fuertes de ladera por una tectónica muy predominante, en otros sectores una cubierta de depósitos cuaternarios especialmente cenizas y depósitos aluviales que modelaron el paisaje inicial hacia el valle del Risaralda en la parte baja, sobre los municipios de Viterbo, La Virginia que corresponden al 20.62% de la cuenca y representados en 25905.46 Ha. es de aclarar que el 56.64% del área de trabajo que corresponde a un total de 71124.94 Ha, se encuentran cartografiados como materiales del cretácico donde se incluyen unidades geológicas representativas de la cordillera occidental como la Formación Penderisco hacia el sector de los municipios de Santuario, Apía, Balboa y La Celia y la Formación

Barroso hacia el flanco oriental de la cuenca sobre los municipios de Belalcázar, San José, Risaralda, Anserma y Riosucio, lo que establece que sean materiales muy poco afectados por intervención antrópica, adicionalmente sus condiciones de meteorización alta favorecen las condiciones para la generación de procesos erosivos en el territorio.

Estructuralmente, la cuenca del río Risaralda está afectada por importantes rasgos estructurales que condicionan la estabilidad de los materiales e inciden en la amenaza sísmica local. Para el caso particular del valle del río Risaralda, éste se localiza en una zona de amenaza sísmica de moderada a alta.

La localización de la cuenca del Río Risaralda, presenta principalmente sistemas de dirección N-S a N20 E, relacionados con la Falla Cauca–Patía, donde se destacan diversos ramales como son las fallas Apía, Toro y Mistrató, mientras hacia el oriente de la cuenca del Río Risaralda, corresponde a la Falla Quebradanueva, igualmente correspondiente a varios ramales.

La zona se encuentra afectada por 7 fallas definidas algunas con su tasa de movimiento DEFINIDA (> 1 mm/año), y 10 fallas no definidas y/o lineamientos, lo que demuestra la ALTA INCIDENCIA TECTÓNICA EN LA ZONA que generan sitios de confluencia de elementos tectónicos que podrían ocasionar afectaciones por fenómenos de remoción en masa y actividad sísmica. Esto sectores se relaciona principalmente para el área de Santuario, Apía, Mistrató, Guática, Belalcázar. Se efectuó un análisis estadístico para las fallas existentes denotando la mayor concentración de fallas en sitios específicos de los municipios de Santuario (sector central), Límites entre municipio de Apía y Belén de Umbría, sector Este de Belén de Umbría, hacia el Sur Oeste de Guática y al Nor Este de Risaralda como se visualiza en la Figura 17.

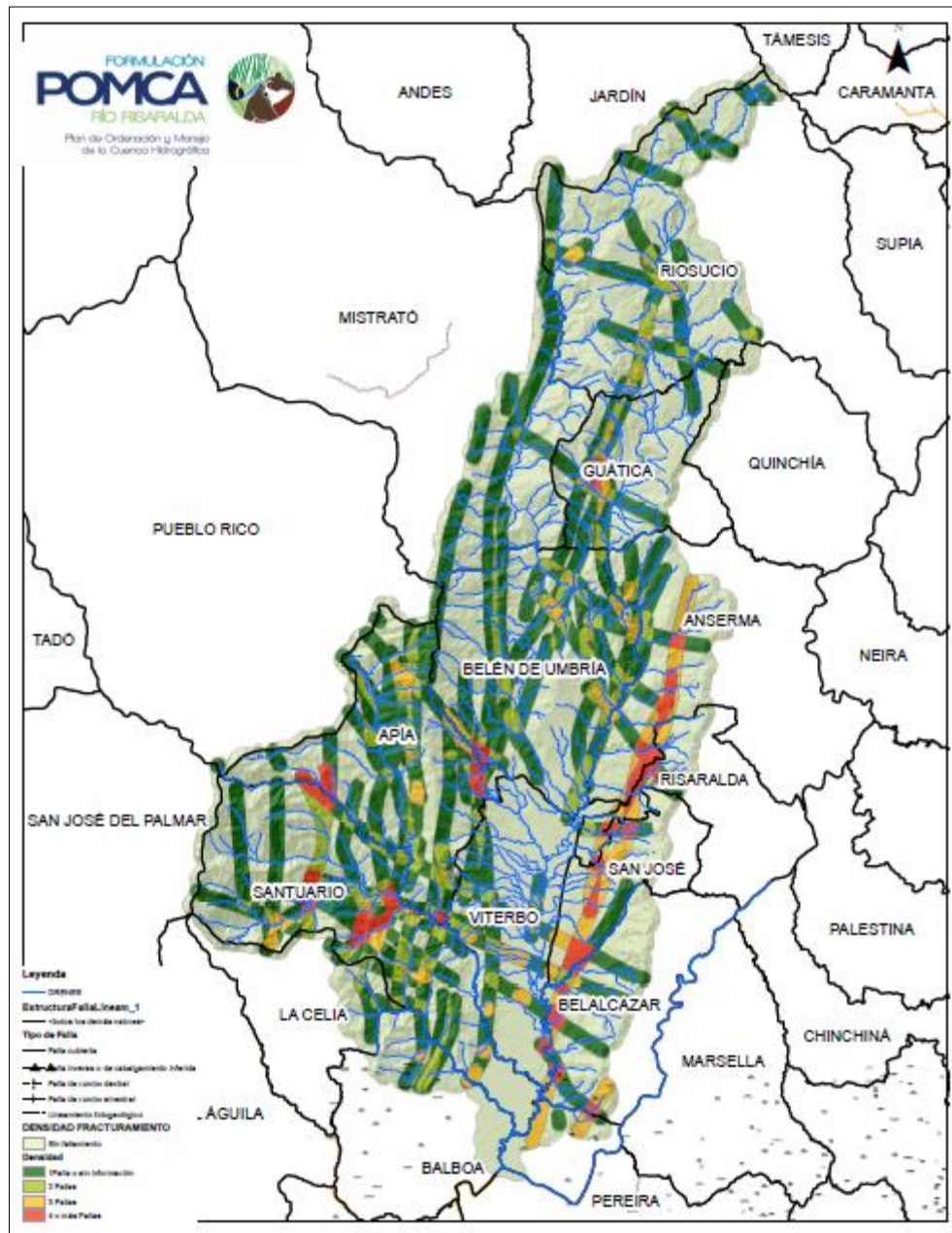


Figura 17 Mapa estadístico para densidad de fracturamiento.
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

4.2.1 Geología Básica Para Ingeniería (UGS)

La geología para ingeniería se expresa a través de un mapa a escala 1:25.000 o Geológicas Superficiales (UGS) tiene como objetivo principal definir el conjunto de materiales superficiales (rocas y suelos o depósitos), evaluando sus aspectos estructurales y geomecánicos (estimaciones, correlaciones, toma de muestras y ensayos de laboratorio).

Para la obtención del mapa de Geología para Ingeniería como producto intermedio, se efectuó un procedimiento que tuvo como primera medida generar un mapa de UGS cualitativo basado en los aportes previos obtenidos del mapa de Geología básica a escala 1:25.000 definiendo de manera generalizada los tipos de rocas, suelos y depósitos existentes teniendo en cuenta los parámetros determinados en los formatos establecidos en el Protocolo de Gestión del Riesgo citado anteriormente.

Adicionalmente se efectuó un proceso de interpretación de sensores remotos mediante la evaluación de imágenes de satélite (Google earth) lo que permitió delimitar mejor las unidades geológicas presentes.

Posteriormente se procedió a generar el mapa preliminar de UGS superponiendo este producto con las geoformas y procesos morfodinámicos identificados en el mapa geomorfológico de Subunidades; este cruce de capas permitió redefinir cartográficamente el mapa de UGS a escala 1:25.000 y orientara la definición de los sitios para control de campo de los materiales superficiales, para lo cual se definieron 99 sitios de control para UGS, distribuidos de manera estratégica para la verificación de los materiales superficiales existentes.

Siguiendo el procedimiento general, se procedió a realizar las actividades de campo; los controles de campo para UGS tuvieron como insumo principal el diligenciamiento del formato 6 (Libreta de campo para UGS), establecido en el “PROTOCOLO PARA LA INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LOS PLANES DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Hacienda y Crédito Público)”.

Para el presente trabajo también fue realizado las caracterizaciones en las áreas determinadas como de susceptibilidad media y alta, caracterizando los diferentes materiales superficiales teniendo en cuenta diferentes parámetros: litología, dureza, porosidad, permeabilidad, humedad, condición de discontinuidades, meteorización, densidad de rasgos estructurales entre otros.

Se realizaron 75 caracterizaciones o puntos de muestreo en los diversos materiales de formaciones superficiales y macizos rocosos evaluados mediante la ejecución de trincheras y apiques (para suelos) para la obtención de muestras inalteradas mediante



tubos de pared delgada los cuales fueron remitidos al laboratorio implementando el protocolo para el transporte de muestras. Posteriormente sobre estos muestreos de suelos se hicieron ensayos de laboratorio geomecánicos, para definir las características de los materiales presentes y que incluyeron: humedad, granulometría, límites de Atterberg, índice de plasticidad, peso específico, resistencia (cortes para definir cohesión y ángulo de fricción), y peso unitario.

Para el caso de rocas se evaluaron los macizos rocosos expuestos en taludes generados entrópicamente para la apertura de vías y explotación de canteras, como también zonas de drenajes donde afloran los materiales de estudio, mediante evaluaciones de resistencia de diaclasas y en la macizo rocoso haciendo uso del martillo Schmidt y mediante correlaciones geomecánicas que permitieron definir las condiciones de los macizos rocosos presentes.

Tabla 11 caracterizaciones de suelos

MATERIAL	NOMENCLATURA	W(%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Pasa tamiz	CLASIFICACION USCS	Yseco (g/cm ³)	Yhumedo (g/cm ³)	Ángulo Fricción (Grados)	Cohesión (Kg/cm ²)	qu (Kg/cm ²)
Sriv2 (Formación Combia)	Depósitos fluvio-volcánicos	45.56	44.34	33.51	10.6	88.38	OL	1.05	1.51	30	ND	1.37
Sriv (Barroso)	Suelo residual ígneo volcánico	49.75	43.51	32.85	10.65	95.09	OL	1.2	1.63	28.28	0.4	1.11
Stv1	Depósitos de ceniza	75.28	66.51	45.82	25.77	87.6	MH	0.85	1.34	29.63	0.32	0.99
Srii (Plutón de Mistrató)	Suelo residual ígneo intrusivo	37.87	37.47	27.1	10.37	94.11	OL	1.31	1.7	32.44	0.41	1.27
Srs (Penderisco - Cañasgordas)	Suelo residual sedimentario	66.25	43.58	32.03	10.05	93.6	OL	1.16	1.65	31.25	0.56	1.19
Stf3	Depósitos de terraza	55.36	41.39	32.79	8.6	88.69	OL	1.15	1.61	31.71	0.4	1.23
Stf2	Depósitos de llanura	71.92	41.76	34.07	7.68	90.49	OL	1.03	1.54	28.5	0.21	0.83
Strc1	Coluviones	35.04	32.76	27.08	5.08	89.97	OL	1.32	1.66	35.5	0.48	1.35
Srii (Gabros de Anserma)	Suelo residual ígneo intrusivo	65.13	62.22	43.6	17.62	92.67	MH	0.98	1.54	29.5	0.42	1.18
Stf4 (Zarzal)	Depósitos de abanico	41.22	43.74	30.71	13.04	ND	OL	1.24	1.63	23	0.76	1.26
Srii (Gabo Uralítico de Belén)	Suelo residual ígneo intrusivo	48.48	48.96	33.71	15.25	94.06	OL	1.25	1.69	32	0.53	1.49
Srii (Ultramalita Puente Umbría)	Suelo residual ígneo intrusivo	32.72	35.69	31.37	4.32	ND	OL	1.23	1.6	30	0.98	1.108

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

Las Unidades geológicas superficiales en general presentan según la clasificación SUCS corresponde a orgánico de baja compresibilidad, (OL), con un porcentaje para tamiz pasa # 200 desde 88,69 (terrazas) hasta 90,49 % (llanuras) lo que denota la fracción fina del material. La densidad húmeda presenta valores entre 1,61 gr/cc³ (terrazas) hasta 1.54 gr/cc³ (llanuras); La humedad natural presenta valores desde 45,56 % (suelo residual ígneo volcánico de la Fm. Barroso) hasta 35,04 % (Coluviones). Los índices de plasticidad varían entre 4,22 % (suelo residual ígneo intrusivo del gabro uralítico de Belén de Umbría) hasta 25,77 % (Depósitos de ceniza). Los parámetros de resistencia registrados mediante el ensayo de corte directo presentan valores de cohesión desde 0.21 kg/cm² (llanuras) hasta 0.98 kg/cm² (suelo residual ígneo intrusivo del gabro uralítico de Belén de Umbría) y de ángulo de fricción

varía desde 23° (abanicos aluviales) hasta 32,44° (suelo residual ígneo intrusivo del Plutón de Mistrató).

Las Unidades Geológicas Superficiales UGS identificadas en la zona presentan como mayor porcentaje al suelo residual ígneo volcánico perteneciente a la Formación Barroso con el 23.17% (29095.95 Ha), seguido de los depósitos aluviales recientes, es decir, suelo transportado fluvial correspondiente a terrazas de los sedimentos de Viterbo y la Formación La Paila, más las llanuras de inundación con 15.90% (19969.60 Ha) y en tercer lugar por suelo residual sedimentario con 13.90 % (17452.99 Ha); lo que establece el favorecimiento de actividades antrópicas por cambio de usos del suelo a cultivos, favorecido por el aporte de minerales al suelo por parte de dichas unidades y también por su facilidad de intervención antrópica para modificación topográfica, lo que generaría cambios notables en las condiciones actuales del sitio y por consiguiente podría presentarse adicionales factores contribuyentes a la generación de áreas inestables en el territorio. Las anteriores consideraciones permiten establecer la heterogeneidad de las características geomecánicas de los materiales existentes, denotando el carácter fino del material con índices de plasticidad cercanos en algunos casos y parámetros de resistencia bajos para algunos materiales existentes tales como llenos antrópicos y depósitos de terrazas, requiriéndose muestreos sistemáticos y más detallados para definir de manera particular las características propias en cada sitio.

En la Tabla 12 se visualiza los porcentajes de las unidades geológicas superficiales, con sus respectivas áreas que ocupan en la Cuenca del Río Risaralda.

Tabla 12 Formaciones Superficiales UGS en la cuenca

TIPO	UNIDAD GEOLÓGICA SUPERFICIAL	SIMBOLOGÍA	HECTÁREAS	PORCENTAJE
ROCA	Fm Penderisco	Fm Penderisco	6369,291811	5,07%
	Fm barroso	Fm barroso	12451,5744	9,91%
	Grupo cañasgordas	Grupo cañasgordas	65,13654812	0,05%
	Pórfido andesítico	Pórfido andesítico	168,7201039	0,13%
SUELO	residual ígneo intrusivo	srii (gabro de Anserma)	2025,283413	1,61%
	residual ígneo intrusivo	srii (gabro uralítico Belén de Umbría)	755,7464472	0,60%
	residual ígneo intrusivo	srii (Plutón de Mistrato)	12234,20937	9,74%
	residual ígneo intrusivo	srii (ultramafita puente umbría la isla)	205,045314	0,16%
	residual ígneo volcánico (Fm. Barroso)	sriv	29095,95655	23,17%
	residual ígneo volcánico (Fm. Combia)	sriv2	11115,94207	8,85%
	residual sedimentario (Fm. Penderisco)	srs (Fm. Penderisco)	17452,99757	13,90%
	residual sedimentario (grupo cañas gordas)	srs (grupo cañas gordas)	1224,02759	0,97%
	Depósitos de llanura	stf2	10989,15417	8,75%
	Depósitos de terrazas aluviales (sedimentos Viterbo, Fm. La paila)	stf3	8980,453724	7,15%
	abanico fluvial (Fm. Zarzal)	stf4	601,191419	0,48%
	Translocados Coluvial	strc1	763,1080542	0,61%
	transportado de ceniza volcánica	stv1	11102,24655	8,84%
TOTAL GENERAL			125600,0851	100,00%

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

4.3 Hidrogeología

Con base en información secundaria a partir de diversos trabajos en el campo de la hidrogeología por parte de entidades oficiales, la academia y empresas privadas que han sido la base para la generación del modelo hidrogeológico conceptual que se ha presentado, sin embargo, el conocimiento de las unidades acuíferas es aún muy limitado en cuanto a sus características hidráulicas más aun en los acuíferos del terciario que son más profundos.

Se tiene un inventario de puntos de agua subterránea conformado por 57 aljibes y dos pozos. Adicionalmente se identificaron 351 manantiales dentro de la base de datos de concesiones de agua y tres pozos profundos que hacen parte del inventario presentado por el Proyecto CARDER Canadá del año 1994. Actualmente se cuenta con 353 concesiones de agua subterránea entre pozos y manantiales. El uso principal del agua subterránea concesionada en la cuenca del Río Risaralda es el doméstico y de consumo humano, los usos adicionales dados al agua son el agrícola, pecuario, y en menor medida la acuicultura y el uso industrial.

A partir de campañas geoeléctricas de 98 Sondeos Eléctricos Verticales se han identificaron dos zonas de interés hidrogeológico, la primera con un espesor aproximado de 50 m se asocia con los depósitos aluviales del Río Risaralda, siendo la unidad que abastece los 57 aljibes que se han inventariado en la cuenca. La segunda unidad de interés se compone por sedimentos terciarios de las formaciones Zarzal y La Paila, de las cuales no se tiene certeza de su espesor y que en la zona solo están siendo captadas por dos aljibes y dos pozos profundos.

Al realizar la valoración hidrogeológica cualitativa y preliminar de las unidades litoestratigráficas presentes en la cuenca del Río Risaralda, se encuentra que el acuífero asociado a la Formación La Paila (n1n5?-VCc) se clasifica como un acuífero libre, de extensión regional y de alta productividad puesto que se reportan capacidades específicas entre 2 y 5 l/s/m. Como acuíferos de mediana productividad se han clasificado la Formación Zarzal (Q1-l), la Formación Amagá (E3-Sc) y la Formación Penderisco (k2k6-Sm7). Los sistemas acuíferos de baja productividad se encuentran representados en la cuenca del Río Risaralda por la Formación Combia (K2-Pf7), la Formación Armenia (Qvc), Sedimentos de Viterbo (Qca) y Depósitos aluviales (Qal). Las unidades geológicas clasificadas como acuícludos son Formación Barroso (K2Vm7), la Ultramafita de Puente Umbría – La Isla (K2-Pu7), el Gabro Uralítico de Belén de Umbría (K2-Pm7) y el Plutón de Mistrató (K2-Pf7). Finalmente como acuífugos se identificaron el Pórfido dacítico de Mistrató (K2-Vm7), Gabro de Anserma (K2-Pm7), Pórfido Andesítico Hombléndico (n4n6-Hi), Pórfido Andesítico de La Virginia (n4n6-Hi), y Rocas Porfídicas Hipoabisales (n4n6-Hi).

La recarga de las unidades acuíferas se deba probablemente a la precipitación de la zona. La capacidad de infiltración del suelo se encuentra que la recarga en la cuenca del Río Risaralda se clasifica como moderada para un 53.37% del área y como baja para un 27.79% del área.

La interpolación de datos piezométricos sugiere que el flujo del agua subterránea en el acuífero, busca como unidades de descarga el Río Risaralda y demás drenajes principales de la cuenca.

Los muestreos físicoquímicos en aljibes de la cuenca concluyen que las principales especies catiónicas son del tipo cálcico y magnésico y que las principales especies aniónicas presentes son del tipo bicarbonatado.

La Vulnerabilidad del acuífero a la contaminación se calculó con base en el Método de Indexación “GOD” y se presentan tres grados de vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos, desde baja hasta alto, donde alrededor del 60% de la zona evaluada presenta un índice de vulnerabilidad media mientras que la vulnerabilidad alta se encuentra como pequeños sectores a lo largo de toda la cuenca y la vulnerabilidad baja se encuentra como dos pequeños sectores en la cuenca baja.

4.4 Hidrografía

Caracteriza la red de drenaje de la Subzona Hidrográfica del Río Risaralda, que tiene relación directa con la zona hidrográfica del Río Cauca, para el análisis hidrográfico inicialmente se relaciona las veredas para los catorce municipios del POMCA, en la Figura 18 y en la Tabla 13 se puede evidenciar los límites veredales de la cuenca en ordenación y la relación de veredas por departamento Caldas y Risaralda respectivamente, posteriormente se delimitan y codifican las subcuencas y microcuencas de centros urbanos y centros poblados tal como lo establece la guía técnica.

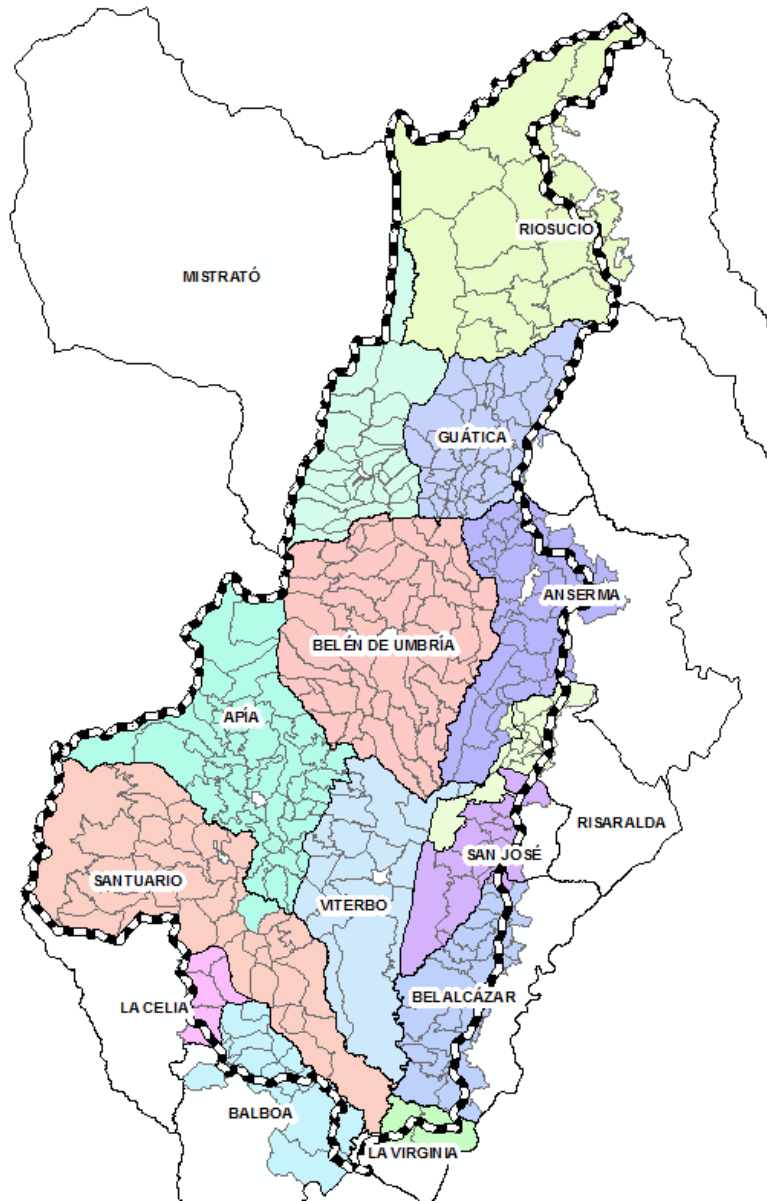


Figura 18 Limite veredal y municipal del POMCA
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

En la Tabla 13 se identifica según la información estructurada 340 veredas en la cuenca, de estas 120 pertenecen al departamento de Caldas, y 220 a Risaralda. El listado de cada una de estas, su área en el POMCA y el municipio al que pertenecen.

Tabla 13 Relación de veredas por departamento y municipio del POMCA

DEPARTAMENTO /MUNICIPIO	CANTIDAD
Departamento de Caldas	120
ANSERMA	38
BELALCÁZAR	19
RIOSUCIO	16
RISARALDA	14
SAN JOSÉ	14
VITERBO	19
Departamento de Risaralda	220
APÍA	45
BALBOA	14
BELÉN DE UMBRÍA	51
GUÁTICA	41
LA CELIA	4
LA VIRGINIA	2
MISTRATÓ	27
SANTUARIO	36
TOTAL GENERAL	340

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

Delimitación y codificación de las subcuencas y microcuencas abastecedoras de centros urbanos y centros poblados

4.4.1. Áreas hidrográficas

El primer dígito corresponde a las áreas hidrográficas; sus valores se encuentran entre 1 y 5, siendo para Risaralda el área 2 (Magdalena-Cauca).

4.4.1.1 Zonas hidrográficas

El segundo dígito representa las zonas hidrográficas; en el interior de cada área hidrográfica se inicia la numeración desde 1 y dado que estas no se subdividen en más de 9 zonas, los valores asignados se encuentran entre 1 y 9. El departamento de Risaralda corresponde Cauca, al cual le corresponde el número 6. (Código 26).

4.4.1.2 Subzonas Hidrográficas

El tercer y el cuarto dígito corresponden a las subzonas hidrográficas; estas se enumeran iniciando en 01 en cada zona hidrográfica. Para la cuenca del río Risaralda corresponde el código 2614.

Los 6 dígitos siguientes deben ser asignados por la Autoridad Ambiental, la cual debe realizar la zonificación hidrográfica regional con apoyo de la cartografía base oficial y el DEM. Por lo anterior, la Corporación Autónoma Regional –CARDER– estableció que a nivel regional se trabajan las siguientes unidades geográficas:

- Cuenca (Nivel I)
- Subcuenca (Nivel II)
- Microcuenca (Nivel III)

Las unidades hidrográficas nivel I la CARDER las denominó Cuenca que puede ser subdividida en los niveles II que es la subcuencas y nivel III las microcuencas, que se codifican de manera consecutiva a partir de la identificación de punto de entrega y el drenaje principal.

4.4.1.3 Cuenca

El quinto y sexto dígito corresponde a la cuenca, que es aquella unidad hidrográfica cuyo canal principal desemboca directamente a una corriente principal de la subzona hidrográfica. La cuenca del río Risaralda tiene aproximadamente 1256 km². En la Tabla 14 se presenta la Cuenca del Risaralda.

Tabla 14 Codificación Cuencas del río Risaralda

CÓDIGO	CUENCAS	Área (km ²)
261400	R. Risaralda	1256

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

4.4.1.4 Subcuenca

El séptimo y octavo dígito indican el número de unidad hidrográfica nivel II, producto de la desagregación de las unidades hidrográficas de nivel I (Cuenca). Para el caso de Risaralda la subcuenca es aquella unidad hidrográfica cuyo canal principal desemboca directamente a una cuenca o a una corriente principal de la subzona hidrográfica. En la Tabla 15 se referencian las 68 subcuencas de la Cuenca del río Risaralda.

Tabla 15. Codificación Subcuencas cuenca río Risaralda

CODIGO	NIVEL II
261401	R. Arroyo hondo
261402	FH. Riosucio-Mistrato
261403	Q. Serna
261404	Q. Peñas Blancas
261405	Q. La llorona
261406	FH. Belén de Umbría 1
261407	Q. Sandía
261408	Q. Congo
261409	FH. Q. El Boquerón
261410	Q. del Olvido o Tinajitas
261411	FH. Belén de Umbría 2
261412	Q. Tachigui
261413	FH. Belén de Umbría 3
261414	Q. Los Angeles
261415	FH. Q. Pumía - Q. Tetuán
261416	Q. Papayal
261417	FH. Belén de Umbría 4
261418	Q. Chapatá 1
261419	FH. Q. Puracé - Q. El Dinde
261420	R. Guarne
261421	FH. Q. Guamo Viejo
261422	Q. Samaria
261423	FH. Q. La Cecilia - Q. Guamito
261424	R. Mapa
261425	FH. Santuario
261426	R. Totui
261427	FH. Balboa
261428	FH La Virginia
261429	Q. El cairo
261430	FH. Belalcázar 5
261431	Q. Genova
261432	FH. Belalcázar 4
261433	Q. Calamar
261434	FH. Belalcázar 3
261435	Q. Los Micos

CODIGO	NIVEL II
261436	FH. Belalcázar 2
261437	Q. La Betulia
261438	FH. Belalcázar 1
261439	Q. el Aguila (Q. El Guamo)
261440	FH. Q. La Equis
261441	Q. La Hermosa
261442	FH. Viterbo 5
261443	Q. Candilejas
261444	FH. Viterbo 4
261445	Q. La Primavera
261446	FH. Viterbo 3
261447	Q. Changüi
261448	FH. Viterbo 2
261449	Q. La Honda
261450	FH. Viterbo 1
261451	Q. La Tesalia
261452	Q. Palo Gordo
261453	Q. Tamaspia
261454	FH. Anserma 3
261455	Q. El Oro
261456	FH. Q. Valdivia
261457	Q. Lázaro
261458	FH. Anserma 2
261459	Q. Chapatá 2
261460	FH. Anserma 1
261461	Q. Tusas
261462	FH. Q. Villa Orozco
261463	Q. Cauyá
261464	Q. Guapacha - San Pedro
261465	R. Guática
261466	FH. Q. Maira Bajo
261467	Q. Sirguia
261468	FH. Caño La Calera

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

4.4.2 Subcuencas y microcuencas abastecedoras de centros poblados y centros urbanos

Para la identificación de las subcuencas y microcuencas abastecedoras de centros poblados y centros urbanos, se espacializaron 72 concesiones con caudales iguales y superiores a 1 l/s, de las organizaciones prestadoras de servicios de acueducto, donde se incluyeron acueductos comunitarios urbanos, veredales y empresas de acueducto y alcantarillado municipales.

Posteriormente se delimitaron las áreas aferentes a las captaciones obteniéndose 52 unidades como se muestra en la Tabla 16, las cuales se codificaron conforme a la metodología antes descrita en este documento. Es de aclarar que por la distribución de las concesiones en el territorio se agruparon captaciones identificando el punto más bajo sobre una corriente hídrica y así demarcar la zona aferente.

Tabla 16 Codificación Subcuencas y microcuencas abastecedoras de centros poblados y centros urbanos

NIVEL II	NIVEL SUBSIGUIENTE	RAZÓN SOCIAL	Área (km ²)
	261400	JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA LA ISLA	1,10
	261400	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO TARAPACÁ	6,07
	261400	JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA GÉNOVA	0,44
	261400	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DE ACUEDUCTO PINAR DEL RIO Y PLAYA RICA	0,96
	261400	EMPRESA PUBLICAS MUNICIPALES DE MISTRATÓ ESP	2,89
	261400	JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA PLAYA BONITA	3,11
	261400	JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA MAMPAY	1,58
	261400	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO LA VILLADA	0,60
	261400	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO DEL BARRIO SAN JOSÉ	0,90
	261400	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DE SERVICIOS COLECTIVOS DE MARAPRA	0,08
R.Mapa	261402	JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA PLAYA RICA	0,30
R.Mapa	261402	JUNTA DE ACCION COMUNAL DE LA VEREDA SAN AGUSTIN MUNICIPIO APÍA	0,08
R.Mapa	261402	EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE APÍA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS	0,45

NIVEL II	NIVEL SUBSIGUIENTE	RAZÓN SOCIAL	Área (km2)
R. Mapa	261402	EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE APÍA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS	1,05
R. Guática	261403	JUNTA DE ACUEDUCTO DE LA VEREDA QUEBRADA ARRIBA	2,37
R. Guática	261403	ACUEDUCTO DEL CORREGIMIENTO DE SAN CLEMENTE	1,36
R. Guática	261403	EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE GUÁTICA ESP	0,22
R. Guática	261403	EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE GUÁTICA ESP	0,43
R. Guática	261403	ASOCIACIÓN DE USUARIOS ACUEDUCTO EL PORVENIR	0,62
R. Guática	261403	JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL CORREGIMIENTO VILLA CLARET	0,34
R. Guática	261403	JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA MILÁN	0,50
Q. Serna	26140001	ACUEDUCTO REGIONAL DE LAS VEREDAS ALTO PUEBLO RICO EL NARANJO EL TERRERO Y LA ESMERALDA	0,79
Q. Chapatá	26140002	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO EL CONGO SAN JOSÉ ASUACUAONGO	0,42
R. Guarne	26140003	ASOCIACIÓN DE DESARROLLO COMUNAL VEREDA LA FLORESTA	0,59
R. Guarne	26140003	ASOCIACIÓN DE DESARROLLO COMUNAL VEREDA LA FLORESTA	0,96
R. Guarne	26140003	JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL BARRIO PUEBLO NUEVO	0,92
Q. Samaria	26140004	EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S.A E.S.P	6,63
R. Totuí	26140005	EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE LA VIRGINIA	0,46
R. Totuí	26140005	EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE LA VIRGINIA	1,28
R. Totuí	26140005	EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE LA VIRGINIA	33,79
Q. el Aguila (Q. El Guamo)	26140006	EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S.A E.S.P	0,21
Q. el Aguila (Q. El Guamo)	26140006	EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S.A E.S.P	0,73
Q. Apía (Alta)	26140201	JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA VALLADOLID	1,91
R. San Rafael	26140202	JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA ALTA ESMERALDA	1,13
R. del Oro	26140301	EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S.A E.S.P	5,38
NA	2614000014	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA ANDICA "ASOACUANDICA"	1,56
NA	2614000015	EMPRESAS PUBLICAS DEL MUNICIPIO DE BELÉN DE UMBRÍA	4,18

NIVEL II	NIVEL SUBSIGUIENTE	RAZÓN SOCIAL	Área (km2)
Q. Serna	2614000101	ASOCIACIÓN AMBIENTAL LA GUAYANA	4,94
R. Guarne	2614000301	EMPRESAS PUBLICAS DEL MUNICIPIO DE BELÉN DE UMBRÍA	3,23
R. Guarne	2614000302	EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S.A E.S.P	6,38
R. Guarne	2614000302	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO VEREDA EL SOCORRO	3,20
Q. Chapatá	2614000402	EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE BELÉN DE UMBRÍA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS	0,25
R. Totuí	2614000501	EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE LA VIRGINIA	10,99
R. Peñas Blancas	2614010102	EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DEL MUNICIPIO DE BALBOA EMILIO GARTNER GÓMEZ SA ESP	4,27
R. San Rafael	2614010201	EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS SANTUARIO RISARALDA	11,54
NA	2614020001	JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA SAN JUANITO	2,80
NA	2614030002	ASOCIACIÓN DE ECOLOGISTAS DE SANTA TERESA	0,11
NA	2614030003	ASOCIACIÓN DE USUARIOS ACUEDUCTO DE LA CUENCA BUENOS AIRES	0,14
NA	2614030003	JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA EL CAUCHO	0,22
NA	2614030003	CORPORACIÓN ACUEDUCTO REGIONAL CORREGIMIENTO DE TRAVESÍAS	3,12
NA	2614030004	EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S.A E.S.P	0,84
NA	2614030004	EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S.A E.S.P	0,60

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

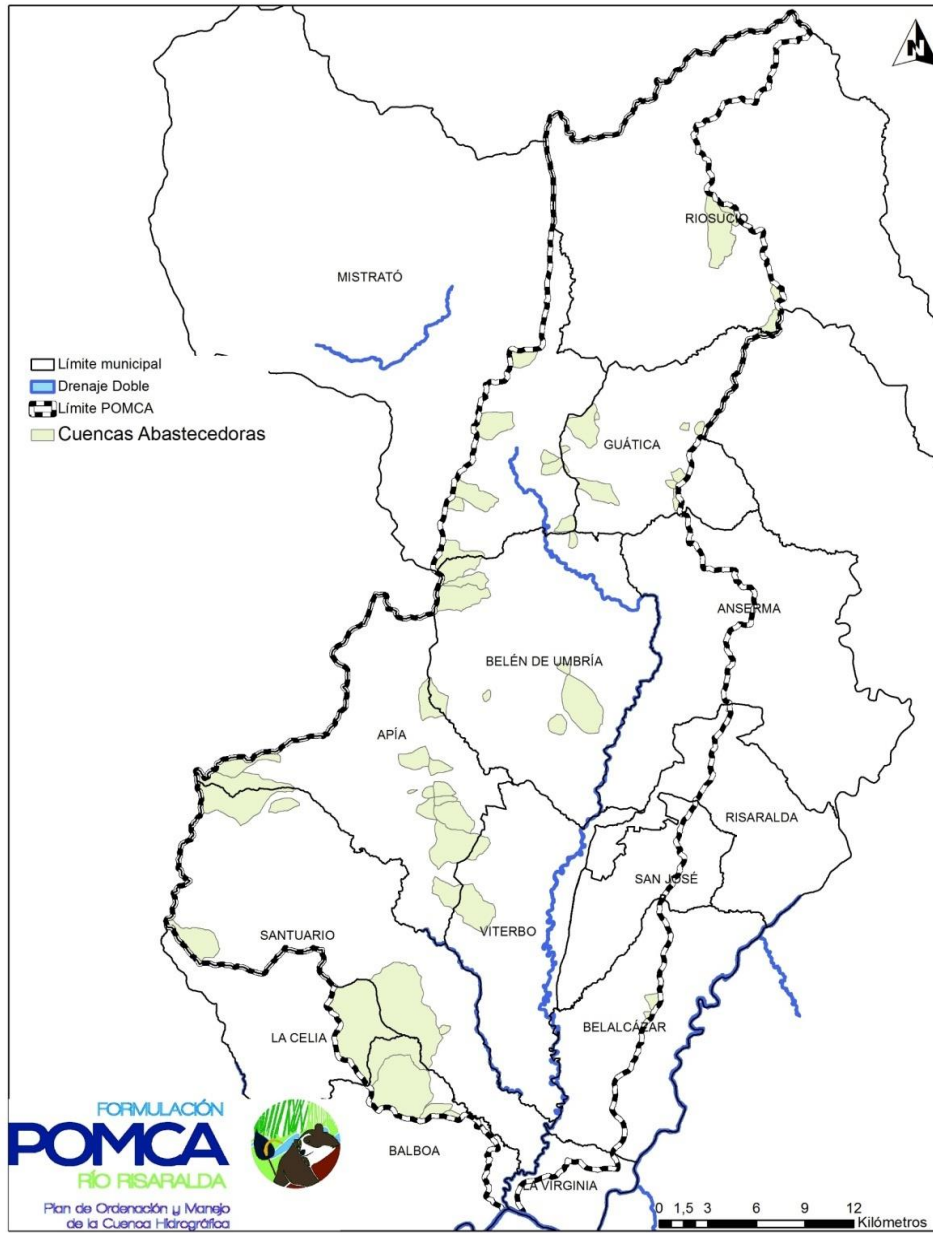


Figura 19. Microcuencas abastecedoras de centros poblados y centros urbanos.
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cenca Risaralda 2016.

4.4.3 Caracterización de la red de drenaje

El río Risaralda es un cauce torrencial de montaña a lo largo de la parte alta de su recorrido, desde su nacimiento, hasta la unión de la quebrada Papayal; en su último trayecto, hasta su desembocadura en el río Cauca, la pendiente es del orden de 0.36%, y el comportamiento del río sigue siendo torrencial, con números de Froude del orden de 0.5 a 0,6 para caudales menores, y números de Froude entre 1 y 2 para caudales mayores.

Desde el punto de vista geológico-geomorfológico, los ríos presentan características diferentes a lo largo de su recorrido, iniciándose como cauces de montaña, con altas pendientes y cauces encajonados, donde la capacidad de transporte supera siempre a la tasa de abastecimiento de la cuenca, en lo que se acostumbra llamar desde el punto de vista de “Estado”, su sector juvenil; a continuación viene la zona de piedemonte, donde se presenta una transición en la pendiente, disminuyendo, hasta llegar al valle fluvial, donde el cauce se considera en estado de madurez.

El cauce del río Risaralda, en la parte alta, (Figura 20), de comportamiento torrencial, muestra una conformación rugosa, de materiales gruesos en los rangos de gravas guijarros y grandes piedras, con escaso contenido de arenas a cauce de la intensidad de su transporte, que esencialmente lava esos materiales durante las avenidas y genera acorazamiento de los lechos con material grueso.



Figura 20. Cauce del Río Risaralda aguas arriba de Mistrató, cauce torrencial, sin contaminación



Fuente:

Consortio Ordenamiento Cenca Risaralda 2016.

Hidrológicamente, los cauces de montaña con altas pendientes en sus cauces y también en las vertientes y taludes, tienen tiempos de concentración muy cortos que generan avenidas súbitas y muchas veces, por la inestabilidad de los suelos bajo condiciones de humedad, flujos de lodo y fenómenos de avalancha de condiciones hidrodinámicas y sedimentológicas críticas. Todas estas características se aprecian a lo largo del río Risaralda y la mayoría de afluentes, entre ellos Mapa (Figura 21).



Figura 21. Característica Torrencial del Río Mapa, afluente principal del Río Risaralda

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.



En las La isla,

el balneario del mismo nombre, al inicio del tramo de menor pendiente del Río.

siguientes fotos tomadas desde el puente de sobre el río Risaralda, se aprecia aguas abajo



Figura 22. Cauce del río Risaralda arriba del Puente de La Isla, nótese la cobertura vegetal de la cuenca alta

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.



Figura 23. Cauce del río Risaralda abajo del Puente de La Isla, nótese la característica torrencial del sector
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

El perfil existe

pendientes que superan el 3%; una zona de transición con pendiente del 1%; y un sector bajo, relativamente plano, con pendiente del 0.36%, que aunque aun relativamente baja, genera todavía condiciones de flujo torrencial para todo el rango de caudales.

que se muestra en la Figura 24, indica que un sector típicamente montañoso con

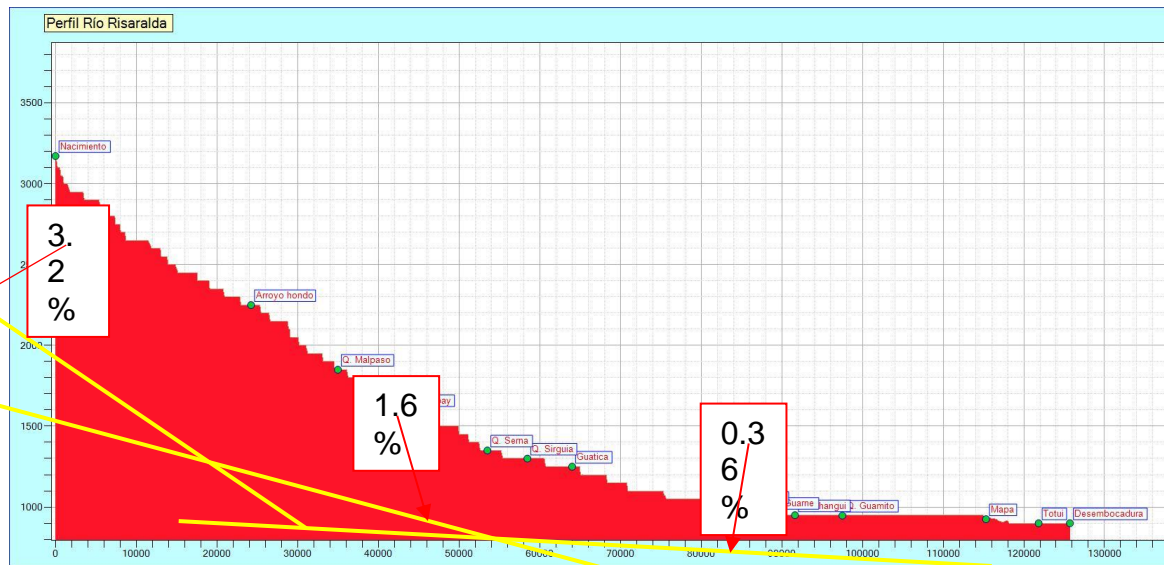


Figura 24. Perfil del Río Risaralda

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cenca Risaralda 2016.

Aguas arriba de su desembocadura, el cauce es meandrinoso y se comporta como un río de llanura, disectando sobre depósitos de terraza formados por el mismo en tiempos antiguos lo cual se evidencia por la presencia de paleo cauces, y meandros abandonados.



El río de La

montaña, y amplio desde éste punto hasta su desembocadura. Tiene su origen en la cordillera occidental, cerca del municipio de Mistrató. Su caudal se aumenta por numerosas corrientes que tributan sus aguas y carga sólida desde las cabeceras hasta su desembocadura en el río Cauca. Presenta un valle aluvial relleno, con material grueso de grava y gravillas depositados por acciones denudacional y Tectónica que aportaron material de las partes altas.

En La Isla, el río deja de correr encañonado para empezar a formar su valle a través del cual toma un curso bastante sinuoso o meándrico tocando en ciertos puntos las estribaciones de las serranías que lo limitan por el oriente y occidente.

A partir del norte los tributarios más importantes del río por la margen derecha, son el río Guática, la quebrada Chapatá, río Guarne, río Mapa y la quebrada Totuí. Los ríos Mapa y Guarne son los más caudalosos y en épocas de invierno aumentan el caudal del Risaralda.

Por la margen izquierda el río Risaralda recibe algunas quebradas de importancia entre las cuales se encuentran: Tamaspía, Palogordo, Argelia, Golconda, Changuí, Sirirí el Águila, el zancudo, la Calera, Génova y el Cairo. Debe hacerse notar que fuera de las corrientes ya citadas, tanto en una como en otra margen existen arroyos que en los períodos de lluvias, al descender al valle se distribuyen sin cauce definido en la parte plana, creando encharcamientos y zonas de humedales.

El río Mapa drena su propio valle y fluye en dirección NW a SE, presentado también un valle estrecho y profundo desde su nacimiento a la altura de Santuario-Apía, con una gran microcuenca de numerosos tributarios, aportando, al igual que el Risaralda, una gran cantidad de sedimentos gruesos, (por efecto de la actividad tectónica y denudacional), en proceso de explotación.

El patrón de drenaje es de enrejado rectangular, unido a un relieve suave en la parte sur del área, donde afloran rocas ígneas volcánicas que conforman un relieve fuerte. La posición de la corriente en el río está influenciada por diferencias en la resistencia de los depósitos que conforman su lecho. Otro patrón de drenaje dominante en el área de estudio es sub-rectangular a sub-angular formado en diferentes partes y casi siempre relacionados con las rocas sedimentarias terciarias las cuales presentan formas suaves y redondeadas del relieve.



4.4.4

Densidad de drenaje

En la Tabla 17 se presentan las densidades de drenaje de las subcuencas y microcuencas abastecedoras de centros poblados y centros urbanos y en la Tabla 18 las de unidades hidrográficas del nivel subsiguiente.

Tabla 17. Densidad de Drenajes subcuencas y microcuencas abastecedoras de centros poblados y centros urbanos

CODIFICACIÓN	SUBCUENCA	MICROCUENCA	RAZÓN SOCIAL	DENSIDAD DE DRENAJE Km/Km2
261400			ASOCIACIÓN DE USUARIOS DE ACUEDUCTO PINAR DEL RIO Y PLAYA RICA	1,60
261400			ASOCIACIÓN DE USUARIOS DE SERVICIOS COLECTIVOS DE MARAPRA	6,54
261400			ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO DEL BARRIO SAN JOSÉ	1,67
261400			ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO LA VILLADA	1,88
261400			ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO TARAPACÁ	0,66
261400			EMPRESA PUBLICAS MUNICIPALES DE MISTRATÓ ESP	1,04
261400			JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA GÉNOVA	2,47
261400			JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA LA ISLA	1,15



CODIFICACIÓN	SUBCUENCA	MICROCUENCA	RAZÓN SOCIAL	DENSIDAD DE DRENAJE Km/Km2
261400			JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA MAMPAY	1,24
261400			JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA PLAYA BONITA	0,82
2614000014	NA	Q. La llorona	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA ANDICA "ASOACUANDICA"	1,92
2614000015	NA	Q. Sandía	EMPRESAS PUBLICAS DEL MUNICIPIO DE BELÉN DE UMBRÍA	0,84
26140001	Q. Serna		ACUEDUCTO REGIONAL DE LAS VEREDAS ALTO PUEBLO RICO EL NARANJO EL TERRERO Y LA ESMERALDA	1,47
2614000101	Q. Serna	Q. Serna	ASOCIACIÓN AMBIENTAL LA GUAYANA	0,59
26140002	Q. Chapatá		ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO EL CONGO SAN JOSÉ ASUACUA CONGO	2,11
26140003	R. Guarne		ASOCIACIÓN DE DESARROLLO COMUNAL VEREDA LA FLORESTA	2,49
26140003	R. Guarne		ASOCIACIÓN DE DESARROLLO COMUNAL VEREDA LA FLORESTA	1,43



CODIFICACIÓN	SUBCUENCA	MICROCUENCA	RAZÓN SOCIAL	DENSIDAD DE DRENAJE Km/Km2
26140003	R. Guarne		JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL BARRIO PUEBLO NUEVO	1,59
2614000301	R. Guarne	R. Guarne (Cuenca Alta)	EMPRESAS PUBLICAS DEL MUNICIPIO DE BELÉN DE UMBRÍA	0,83
2614000302	R. Guarne	Q. La Julia	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO VEREDA EL SOCORRO	0,84
2614000302	Q. el Aguila (Q. El Guamo)		EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S.A E.S.P	2,69
26140004	NA	Q. Cambia	EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S.A E.S.P	2,43
2614000402	Q. Chapatá	Q. La Selva	EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE BELÉN DE UMBRÍA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS	2,85
26140005	R. Totui		EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE LA VIRGINIA	1,77
26140005	R. Totui		EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE LA VIRGINIA	0,21
26140005	R. Totui	Q. La Eme-Cristales	EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE LA VIRGINIA	0,36
2614000501	R. Totui		EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE LA VIRGINIA	2,79



CODIFICACIÓN	SUBCUENCA	MICROCUENCA	RAZÓN SOCIAL	DENSIDAD DE DRENAJE Km/Km2
26140006	NA	Q. Cambia	EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S.A E.S.P	1,92
26140006	R. del Oro		EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S.A E.S.P	0,88
2614010102	R. Peñas Blancas	Q. La Venada	EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DEL MUNICIPIO DE BALBOA EMILIO GARTNER GÓMEZ S.A ESP	0,87
2614010201	R. San Rafael	Q. La Desgracia	EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS SANTUARIO RISARALDA	0,53
261402	R.Mapa		EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE APÍA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS	1,66
261402	R.Mapa		EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE APÍA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS	1,34
261402	R.Mapa		JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL DE LA VEREDA SAN AGUSTÍN MUNICIPIO APÍA	8,03
261402	R.Mapa		JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA PLAYA RICA	2,58
2614020001	NA	Q. Risaralda	JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA SAN JUANITO	1,51



CODIFICACIÓN	SUBCUENCA	MICROCUENCA	RAZÓN SOCIAL	DENSIDAD DE DRENAJE Km/Km2
26140201	Q. Apía (Alta)		JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA VALLADOLID	0,99
26140202	R. San Rafael		JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA ALTA ESMERALDA	1,75
261403	R. Guática		ACUEDUCTO DEL CORREGIMIENTO DE SAN CLEMENTE	1,49
261403	R. Guática		ASOCIACIÓN DE USUARIOS ACUEDUCTO EL PORVENIR	1,60
261403	R. Guática		EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE GUÁTICA ESP	2,67
261403	R. Guática		EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE GUÁTICA ESP	2,28
261403	R. Guática		JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL CORREGIMIENTO VILLA CLARET	2,75
261403	R. Guática		JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA MILÁN	2,83
261403	R. Guática		JUNTA DE ACUEDUCTO DE LA VEREDA QUEBRADA ARRIBA	1,31
2614030002	NA	Q. Ocharma	ASOCIACIÓN DE ECOLOGISTAS DE SANTA TERESA	4,34



CODIFICACIÓN	SUBCUENCA	MICROCUENCA	RAZÓN SOCIAL	DENSIDAD DE DRENAJE Km/Km2
2614030003	NA	Q. Tarqui	ASOCIACIÓN DE USUARIOS ACUEDUCTO DE LA CUENCA BUENOS AIRES	5,38
2614030003	NA	Q. Tarqui	CORPORACIÓN ACUEDUCTO REGIONAL CORREGIMIENTO DE TRAVESÍAS	0,73
2614030003	NA	Q. Tarqui	JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA EL CAUCHO	3,22
2614030004	R. Guarne	Q. La Julia	EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S.A E.S.P	0,56
2614030004	Q. Samaria		EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S.A E.S.P	0,68
26140301	Q. el Aguila (Q. El Guamo)		EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S.A E.S.P	1,48

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

Tabla 18 Densidad de drenaje unidades hidrográficas del nivel subsiguiente

CÓDIGO NIVEL SUBSIGUIENTE	NOMBRE NIVEL SUBSIGUIENTE	Densidad de drenaje
261401	R. Arroyo hondo	0,98
261402	Q. Serna	4,60
261404	Q. Peñas Blancas	5,71



CÓDIGO NIVEL SUBSIGUIENTE	NOMBRE NIVEL SUBSIGUIENTE	Densidad de drenaje
261405	Q. La Ilorona	4,63
261407	Q. Sandía	4,56
261408	Q. Congo	4,47
261410	Q. del Olvido o Tinajitas	5,30
261412	Q. Tachigui	3,97
261414	Q. Los Ángeles	3,20
261416	Q. Papayal	2,63
261418	Q. Chapatá 1	4,90
261420	R. Guarne	4,24
261422	Q. Samaria	4,20
261424	R. Mapa	1,14
261426	R. Totuí	3,75
261429	Q. El Cairo	4,29
261431	Q. Génova	4,90
261433	Q. Calamar	4,17
261435	Q. Los Micos	3,12
261437	Q. La Betulia	2,63
261439	Q. El Águila (Q. El Guamo)	2,35
261441	Q. La Hermosa	2,56
261443	Q. Candilejas	3,70
261445	Q. La Primavera	3,77
261447	Q. Changüi	2,85
261449	Q. La Honda	2,94



CÓDIGO NIVEL SUBSIGUIENTE	NOMBRE NIVEL SUBSIGUIENTE	Densidad de drenaje
261451	Q. La Tesalia	3,11
261452	Q. Palo Gordo	3,66
261453	Q. Tamaspia	2,61
261455	Q. El Oro	3,29
261457	Q. Lázaro	3,28
261459	Q. Chapatá 2	2,89
261461	Q. Tusas	3,45
261463	Q. Cauyá	3,27
261464	Q. Guapacha - San Pedro	3,16
261465	R. Guática	1,49
261467	Q. Sirguia	4,33

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

La densidad de drenaje varía inversamente con la extensión de la cuenca. Con el fin de catalogar una cuenca bien o mal drenada, analizando su densidad de drenaje, se puede considerar que valores de Dd próximos a 0.5 km/km² o mayores indican la eficiencia de la red de drenaje.

4.4.5 Mapa de hidrografía del área de estudio objeto de ordenación

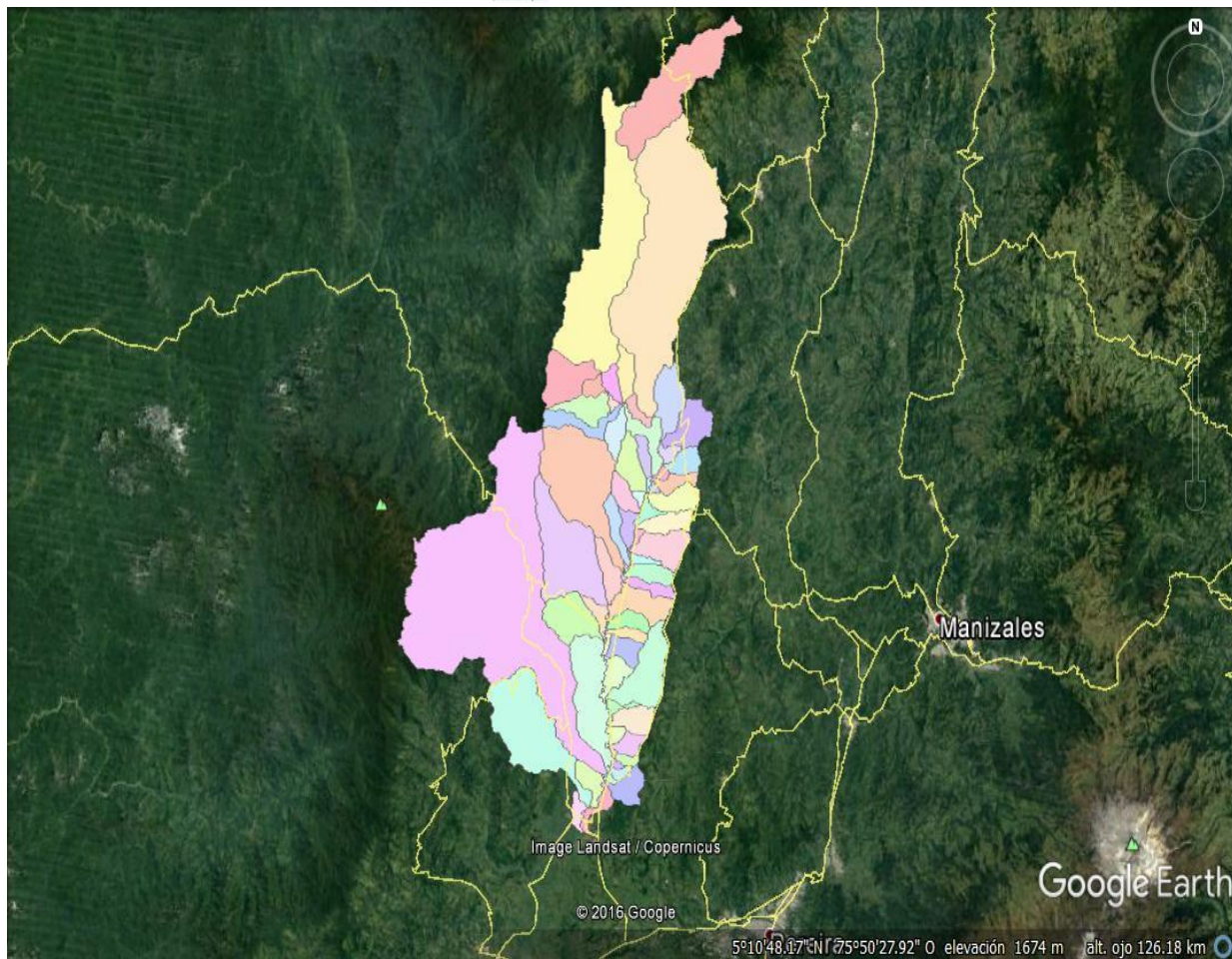
Se ha elaborado el Mapa de hidrografía D9A y D9B, a partir de la cartografía básica en escala 1:25.000, donde se incluye: el ajuste del límite geográfico de la cuenca en ordenación, la información de la red hidrográfica existente y las subcuencas y microcuencas abastecedoras de centros urbanos y centros poblados que hacen parte de la cuenca del río Risaralda,



con su

obstante se incluye la Figura 25, en la cual se puede visualizar las unidades hidrográficas del nivel subsiguiente que deben ser consideradas para el análisis de las relaciones agua-sociedad en el territorio.

respectiva codificación. Se encuentra como producto específico de este documento, no





Figura

25. Subcuencas o Unidades del nivel Subsiguiente

de acuerdo con la Hidrografía de la cuenca del río Risaralda

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

4.5. Morfometría

Se realizó el cálculo de los parámetros morfométricos para la cuenca hidrográfica del Río Risaralda, las unidades del nivel subsiguiente y las subcuencas y microcuencas abastecedoras de centros urbanos y centros poblados. En las Tabla

19 y Tabla 20 Tabla 22 Morfometría de las unidades del nivel subsiguiente

CÓDIGO NIVEL SUBSIGUIENTE	NOMBRE NIVEL SUBSIGUIENTE	Perímetro (Km)	Área (km ²)	Longitud de la cuenca (km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compacidad	Clasificación	Índice de Alargamiento	Clasificación	Elevación Media (msnm)	Pendiente Media del cauce principal	Tiempo de Concentración (min)	Pendiente media de la cuenca%	Clasificación
261401	R. Arroyo hondo	81,93	124,46	27,75	11,73	0,16	Muy Alargada	2,06	Oval oblonga a rectangular oblonga	2,36	Moderadamente alargada	2487	0,04	250,34	29,73	Fuerte/accidentado
261402	Q. Serna	15,5	9,9	7,22	2,66	0,19	Muy Alargada	1,38	Oval redonda a oval oblonga	2,71	Moderadamente alargada	2147	0,20	29,19	29,73	Fuertemente accidentado
261404	Q. Peñas Blancas	10,0	3,88	2,86	2,02	0,47	Ligeramente ensanchada	1,42	Oval redonda a oval oblonga	1,41	Moderadamente alargada	1517	0,11	30,90	30,10	Fuertemente accidentado

CÓDIGO NIVEL SUBSIGUIENTE	NOMBRE NIVEL SUBSIGUIENTE	Perímetro (Km)	Área (km ²)	Longitud de la cuenca (km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compatidad	Clasificación	Índice de Alargamiento	Clasificación	Elevación Media (msnm)	Pendiente Media del cauce principal	Tiempo de Concentración (min)	Pendiente media de la cuenca%	Clasificación
261405	Q. La Ilorona	19,4	11,6	8,85	3,29	0,15	Muy Alargada	1,60	Oval oblonga a rectangular oblonga	2,69	Moderadamente alargada	1696	0,20	34,62	29,73	Fuertemente accidentado
261407	Q. Sandía	25,1	10,8	13,19	3,14	0,06	Muy Alargada	2,14	Oval oblonga a rectangular oblonga	4,20	Muy alargada	1965	0,17	44,07	29,73	Fuertemente accidentado
261408	Q. Congo	13,3	7,56	5,23	2,39	0,28	Alargada	1,36	Oval redonda a oval oblonga	2,19	Moderadamente alargada	1469	0,08	40,92	22,56	Fuertemente accidentado
261410	Q. del Olvido o Tinajitas	10,2	4,74	4,27	1,48	0,26	Alargada	1,32	Oval redonda a oval oblonga	2,88	Muy alargada	1403	0,11	30,37	34,45	Fuertemente accidentado
261412	Q. Tachigui	16,0	11,9	7,37	3,36	0,22	Muy Alargada	1,30	Oval redonda a oval oblonga	2,19	Moderadamente alargada	1462	0,07	43,99	29,73	Fuertemente accidentado
261414	Q. Los Angeles	11,6	7,13	4,84	2,16	0,30	Ligeramente Alargada	1,22	Redonda a oval redonda	2,24	Moderadamente alargada	1476	0,14	32,07	23,25	Fuertemente accidentado



CÓDIGO NIVEL SUBSIGUIENTE	NOMBRE NIVEL SUBSIGUIENTE	Perímetro (Km)	Área (km2)	Longitud de la cuenca (km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compatidad	Clasificación	Índice de Alargamiento	Clasificación	Elevación Media (msnm)	Pendiente Media del cauce principal	Tiempo de Concentración (min)	Pendiente media de la cuenca%	Clasificación
261416	Q. Papayal	16,0	7,71	7,17	1,74	0,15	Muy Alargada	1,62	Oval oblonga a rectangular oblonga	4,13	Muy alargada	1265	0,06	60,95	15,77	Accidentado
261418	Q. Chapatá	41,8	65,68	14,16	9,03	0,33	Ligeramente Alargada	1,44	Oval redonda a oval oblonga	1,57	Moderadamente alargada	1670	0,09	109,16	33,35	Fuertemente accidentado
261420	R. Guarne	37,6	53,7	12,62	7,71	0,34	Ligeramente Alargada	1,44	Oval redonda a oval oblonga	1,64	Moderadamente alargada	1521	0,08	43,89	27,21	Fuertemente accidentado
261422	Q. Samaria	21,1	20,7	7,29	4,81	0,39	Ni alargada Ni ensanchada	1,30	Oval redonda a oval oblonga	1,52	Moderadamente alargada	1226	0,09	121,34	23,63	Fuertemente accidentado
261424	R. Mapa	111,0	288,86	29,06	11,23	0,34	Ligeramente Alargada	1,83	Oval oblonga a rectangular oblonga	2,59	Moderadamente alargada	1896	0,03	263,41	29,73	Fuertemente accidentado
261426	R. Totuí	44,4	60,8	15,72	6,96	0,25	Alargada	1,59	Oval oblonga a	2,26	Moderadamente alargada	1277	0,13	107,83	33,11	Fuertemente

CÓDIGO NIVEL SUBSIGUIENTE	NOMBRE NIVEL SUBSIGUIENTE	Perímetro (Km)	Área (km2)	Longitud de la cuenca (km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compatidad	Clasificación	índice de Alargamiento	Clasificación	Elevación Media (msnm)	Pendiente Media del cauce principal	Tiempo de Concentración (min)	Pendiente media de la cuenca%	Clasificación
									rectangula r oblonga							accidentad o
261429	Q. El Cairo	14,6	9,8	6,19	3,66	0,26	Alargada	1,30	Oval redonda a oval oblonga	1,69	Moderadame nte alargada	1156	0,14	26,60	29,73	Fuertemen te accidentad o
261431	Q. Genova	6,7	1,98	2,65	1,38	0,28	Alargada	1,33	Oval redonda a oval oblonga	1,92	Moderadame nte alargada	1051	0,13	17,75	20,87	Fuertemen te accidentad o
261433	Q. Calamar	7,2	2,38	2,96	1,14	0,27	Alargada	1,31	Oval redonda a oval oblonga	2,60	Moderadame nte alargada	1250	0,20	16,89	34,83	Fuertemen te accidentad o
261435	Q. Los Micos	11,6	5,66	4,38	2,29	0,30	Alargada	1,36	Oval redonda a oval oblonga	1,91	Moderadame nte alargada	1219	0,11	35,05	26,46	Fuertemen te accidentad o
261437	Q. La Betulia	15,1	10,1	7,15	2,86	0,20	Muy Alargada	1,33	Oval redonda a oval oblonga	2,50	Moderadame nte alargada	2149	0,11	31,79	29,73	Fuertemen te accidentad o

CÓDIGO NIVEL SUBSIGUIENTE	NOMBRE NIVEL SUBSIGUIENTE	Perímetro (Km)	Área (km2)	Longitud de la cuenca (km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compacidad	Clasificación	Índice de Alargamiento	Clasificación	Elevación Media (msnm)	Pendiente Media del cauce principal	Tiempo de Concentración (min)	Pendiente media de la cuenca%	Clasificación
261439	Q. el Aguila (Q. El Guamo)	28,3	27,6	10,34	5,12	0,26	Alargada	1,51	Oval oblonga a rectangular oblonga	2,02	Moderadamente alargada	1240	0,05	328,59	23,75	Fuertemente accidentado
261441	Q. La Hermosa	13,0	7,70	3,98	2,59	0,49	Ligeramente ensanchada	1,32	Oval redonda a oval oblonga	1,54	Moderadamente alargada	1012	0,06	42,78	11,53	Medianamente accidentado
261443	Q. Candilejas	11,2	4,04	4,95	1,21	0,17	Muy Alargada	1,57	Oval oblonga a rectangular oblonga	4,10	Muy alargada	1068	0,07	44,97	15,29	Accidentado
261445	Q. La Primavera	12,5	6,54	5,16	2,09	0,25	Alargada	1,36	Oval redonda a oval oblonga	2,46	Moderadamente alargada	1061	0,08	42,84	14,16	Accidentado
261447	Q. Changüi	24,2	16,4	12,31	3,92	0,11	Muy Alargada	1,68	Oval oblonga a rectangular oblonga	3,14	Muy alargada	1183	0,11	45,58	29,73	Fuertemente accidentado
261449	Q. La Honda	15,0	5,65	6,37	1,55	0,14	Muy Alargada	1,77	Oval oblonga a rectangular oblonga	4,12	Muy alargada	1262	0,10	43,58	21,73	Fuertemente accidentado

CÓDIGO NIVEL SUBSIGUIENTE	NOMBRE NIVEL SUBSIGUIENTE	Perímetro (Km)	Área (km ²)	Longitud de la cuenca (km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compatidad	Clasificación	Índice de Alargamiento	Clasificación	Elevación Media (msnm)	Pendiente Media del cauce principal	Tiempo de Concentración (min)	Pendiente media de la cuenca%	Clasificación
261451	Q. La Tesalia	14,0	7,82	5,92	1,82	0,22	Alargada	1,40	Oval redonda a oval oblonga	3,25	Muy alargada	1204	0,09	43,89	19,37	Accidentado
261452	Q. Palo Gordo	12,7	2,64	4,81	1,97	0,11	Muy Alargada	2,19	Oval oblonga a rectangular oblonga	2,45	Moderadamente alargada	1075	0,05	43,01	10,38	Medianamente accidentado
261453	Q. Tamaspi	18,9	11,7	8,45	4,15	0,16	Muy Alargada	1,55	Oval oblonga a rectangular oblonga	2,04	Moderadamente alargada	1373	0,14	33,17	29,73	Fuertemente accidentado
261455	Q. El Oro	16,9	9,6	7,91	2,17	0,15	Muy Alargada	1,52	Oval oblonga a rectangular oblonga	3,64	Muy alargada	10748	0,12	39,09	29,73	Fuertemente accidentado
261457	Q. Lázaro	16,7	11,0	8,00	2,86	0,17	Muy Alargada	1,41	Oval redonda a oval oblonga	2,80	Moderadamente alargada	1433	0,13	34,47	29,73	Fuertemente accidentado
261459	Q. Chapatá	14,2	5,86	5,48	1,96	0,20	Muy Alargada	1,64	Oval oblonga a rectangular oblonga	2,79	Moderadamente alargada	1464	0,11	41,53	22,95	Fuertemente accidentado

CÓDIGO NIVEL SUBSIGUIENTE	NOMBRE NIVEL SUBSIGUIENTE	Perímetro (Km)	Área (km2)	Longitud de la cuenca (km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compatidad	Clasificación	Índice de Alargamiento	Clasificación	Elevación Media (msnm)	Pendiente Media del cauce principal	Tiempo de Concentración (min)	Pendiente media de la cuenca%	Clasificación
261461	Q. Tusas	12,2	7,33	4,56	2,50	0,35	Ligeramente Alargada	1,27	Oval redonda a oval oblonga	1,82	Moderadamente alargada	1607	0,15	27,84	24,92	Fuertemente accidentado
261463	Q. Cauyá	20,0	16,1	8,12	4,43	0,24	Alargada	1,39	Oval redonda a oval oblonga	1,83	Moderadamente alargada	1705	0,13	35,80	29,73	Fuertemente accidentado
261464	Q. Guapacha - San Pedro	20,8	16,93	7,15	3,83	0,33	Ligeramente Alargada	1,42	Oval redonda a oval oblonga	1,86	Moderadamente alargada	1667	0,12	37,40	26,75	Fuertemente accidentado
261465	R. Guática	76,05	179,37	34,35	20,54	0,15	Muy Alargada	1,59	Oval oblonga a rectangular oblonga	1,67	Moderadamente alargada	2134	0,03	328,59	29,73	Fuertemente accidentado
261467	Q. Sirguia	13,5	8,02	5,42	2,31	0,27	Alargada	1,33	Oval redonda a oval oblonga	2,35	Moderadamente alargada	1627	0,11	39,86	29,73	Fuertemente accidentado

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.



4.5.2 Morfometría unidades hidrográficas abastecedoras de centros urbanos y centros poblados

Se calcularon los parámetros morfométricos de 54 fuentes abastecedoras de acueductos comunitarios y urbanos identificados dentro de la cuenca del río Risaralda, que tuvieran concesiones de agua superiores a 1 l/s. En la Tabla 23, se presentan los resultados del análisis realizado.

Las subcuencas y microcuencas estudiadas presentan áreas que las clasifican como muy pequeñas, las curvas hipsométricas se clasifican entre gran potencial erosivo o fase de juventud y estado de equilibrio o fase de madurez.

Los tiempos de concentración de las microcuencas analizadas de entre 2 y 15 minutos y los valores de densidad de drenaje muy altas nos permiten identificar cauces con grandes volúmenes de escurrimiento y con respuestas hidrológicas rápidas, lo anterior aunado a cauces cortos y pendientes muy altas indica una moderada velocidad de escorrentía.

En general los valores altos de la pendiente de la cuenca y del cauce principal indican tiempos de concentración bajos y por lo tanto mayores caudales pico.

Tabla 23, se presentan las unidades hidrológicas a las que se les realizó el cálculo de los parámetros morfométricos.

Tabla 19 Unidades del nivel subsiguiente a las que se les cálculo morfometría

CÓDIGO NIVEL SUBSIGUIENTE	NIVEL SUBSIGUIENTE	CÓDIGO NIVEL SUBSIGUIENTE	NIVEL SUBSIGUIENTE
261401	R. Arroyo hondo	261439	Q. El Águila (Q. El Guamo)
261402	Q. Serna	261441	Q. La Hermosa
261404	Q. Peñas Blancas	261443	Q. Candilejas
261405	Q. La llorona	261445	Q. La Primavera
261407	Q. Sandía	261447	Q. Changüi
261408	Q. Congo	261449	Q. La Honda
261410	Q. del Olvido o Tinajitas	261451	Q. La Tesalia
261412	Q. Tachigui	261452	Q. Palo Gordo
261414	Q. Los Ángeles	261453	Q. Tamaspia
261416	Q. Papayal	261455	Q. El Oro
261418	Q. Chapatá 1	261457	Q. Lázaro
261420	R. Guarne	261459	Q. Chapatá 2
261422	Q. Samaria	261461	Q. Tusas
261424	R. Mapa	261463	Q. Cauyá
261426	R. Totuí	261464	Q. Guapacha - San Pedro
261429	Q. El Cairo	261465	R. Guática
261431	Q. Génova	261467	Q. Sirguia
261433	Q. Calamar		
261435	Q. Los Micos		
261437	Q. La Betulia		

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

Tabla 20 Unidades hidrográficas abastecedoras de centros urbanos y centros poblados a las que se les cálculo morfometría

CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	EMPRESAS PRESTADORAS DE ACUEDUCTO
R. RISARALDA			JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA LA ISLA
R. RISARALDA			ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO TARAPACÁ



CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	EMPRESAS PRESTADORAS DE ACUEDUCTO
R. RISARALDA			JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA GÉNOVA
R. RISARALDA			ASOCIACIÓN DE USUARIOS DE ACUEDUCTO PINAR DEL RIO Y PLAYA RICA
R. RISARALDA			EMPRESA PUBLICAS MUNICIPALES DE MISTRATÓ E.S.P
R. RISARALDA			JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA PLAYA BONITA
R. RISARALDA			JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA MAMPAY
R. RISARALDA			ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO LA VILLADA
R. RISARALDA			ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO DEL BARRIO SAN JOSÉ
R. RISARALDA			ASOCIACIÓN DE USUARIOS DE SERVICIOS COLECTIVOS DE MARAPRA
R. RISARALDA	R. Mapa		JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA PLAYA RICA
R. RISARALDA	R. Mapa		JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL DE LA VEREDA SAN AGUSTÍN MUNICIPIO APIA
R. RISARALDA	R. Mapa		EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE APIA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS
R. RISARALDA	R. Mapa		EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE APIA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS
R. RISARALDA	R. Guática		JUNTA DE ACUEDUCTO DE LA VEREDA QUEBRADA ARRIBA
R. RISARALDA	R. Guática		ACUEDUCTO DEL CORREGIMIENTO DE SAN CLEMENTE
R. RISARALDA	R. Guática		EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE GUATICA E.S.P
R. RISARALDA	R. Guática		EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE GUATICA E.S.P
R. RISARALDA	R. Guática		ASOCIACIÓN DE USUARIOS ACUEDUCTO EL PORVENIR
R. RISARALDA	R. Guática		JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL CORREGIMIENTO VILLA CLARET
R. RISARALDA	R. Guática		JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA MILÁN
R. RISARALDA	Q. Serna		ACUEDUCTO REGIONAL DE LAS VEREDAS ALTO PUEBLO RICO EL NARANJO EL TERRERO Y LA ESMERALDA

CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	EMPRESAS PRESTADORAS DE ACUEDUCTO
R. RISARALDA	Q. Chapatá		ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO EL CONGO SAN JOSÉ ASUACUAONGO
R. RISARALDA	R. Guarne		ASOCIACIÓN DE DESARROLLO COMUNAL VEREDA LA FLORESTA
R. RISARALDA	R. Guarne		ASOCIACIÓN DE DESARROLLO COMUNAL VEREDA LA FLORESTA
R. RISARALDA	R. Guarne		JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL BARRIO PUEBLO NUEVO
R. RISARALDA	Q. Samaria		EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S. A E.S.P
R. RISARALDA	R. Totuí		EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE LA VIRGINIA
R. RISARALDA	R. Totuí		EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE LA VIRGINIA
R. RISARALDA	R. Totuí		EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE LA VIRGINIA
R. RISARALDA	Q. El Águila (Q. El Guamo)		EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S. A E.S.P
R. RISARALDA	Q. el Águila (Q. El Guamo)		EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S. A E.S.P
R. RISARALDA	Q. Apia (Alta)		JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA VALLADOLID
R. RISARALDA	R. San Rafael		JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA ALTA ESMERALDA
R. RISARALDA	R. del Oro		EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S. A E.S.P
R. RISARALDA	NA	Q. La Ilorona	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA ANDICA "ASOACUANDICA"
R. RISARALDA	NA	Q. Sandía	EMPRESAS PUBLICAS DEL MUNICIPIO DE BELÉN DE UMBRÍA
R. RISARALDA	Q. Serna	Q. Serna	ASOCIACIÓN AMBIENTAL LA GUAYANA
R. RISARALDA	R. Guarne	R. Guarne (Cuenca Alta)	EMPRESAS PUBLICAS DEL MUNICIPIO DE BELÉN DE UMBRÍA
R. RISARALDA	R. Guarne	Q. La Julia	EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S. A E.S.P
R. RISARALDA	R. Guarne	Q. La Julia	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO VEREDA EL SOCORRO
R. RISARALDA	Q. Chapatá	Q. La Selva	EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE BELÉN DE UMBRÍA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS
R. RISARALDA	R. Totuí	Q. La Eme-Cristales	EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE LA VIRGINIA
R. RISARALDA	R. Peñas Blancas	Q. La Venada	EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DEL MUNICIPIO DE BALBOA EMILIO GARTNER GÓMEZ S. A E.S.P



CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	EMPRESAS PRESTADORAS DE ACUEDUCTO
R. RISARALDA	R. San Rafael	Q. La Desgracia	EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS SANTUARIO RISARALDA
R. RISARALDA	NA	Q. Risaralda	JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA SAN JUANITO
R. RISARALDA	NA	Q. Ocharma	ASOCIACIÓN DE ECOLOGISTAS DE SANTA TERESA
R. RISARALDA	NA	Q. Tarqui	ASOCIACIÓN DE USUARIOS ACUEDUCTO DE LA CUENCA BUENOS AIRES
R. RISARALDA	NA	Q. Tarqui	JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA EL CAUCHO
R. RISARALDA	NA	Q. Tarqui	CORPORACIÓN ACUEDUCTO REGIONAL CORREGIMIENTO DE TRAVESÍAS
R. RISARALDA	NA	Q. Cambia	EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S. A E.S.P
R. RISARALDA	NA	Q. Cambia	EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S. A E.S.P

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

Morfometría cuenca río Risaralda

El área de la cuenca del río Risaralda es de 1256,00 Km², la longitud del cauce principal es de 125,70 Km. siguiendo una trayectoria en sentido norte – sur desde el municipio de Riosucio, hasta el municipio de La Virginia.

Tabla 21. Parámetros morfométricos cuenca río Risaralda

PARÁMETRO	RESULTADO	CATEGORÍA
CUENCA	R. RISARALDA	-
Área (km ²)	1256,00	Intermedia Grande
Perímetro (Km)	24298,92	
Longitud de la cuenca(km)	76.313	
Ancho de la cuenca (km)	31.224,0	
Factor de Forma	0,216	Muy Alargada
Índice de Alargamiento	2,44	Moderadamente alargada
Índice de Asimetría	1,48	
Elevación media		
Pendiente Media del cauce principal	1,80%	
Pendiente Media de la cuenca principal	29,66%	Fuertemente accidentado
Tiempo de Concentración minutos (1) Kirpich:	698,39	
Tiempo de Concentración minutos (2) Guaire	772,97	

PARÁMETRO	RESULTADO	CATEGORÍA
Tiempo de Concentración minutos (3) Kirpich:	581,49	
Tiempo de Concentración minutos (4) Bureau	769,11	-

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

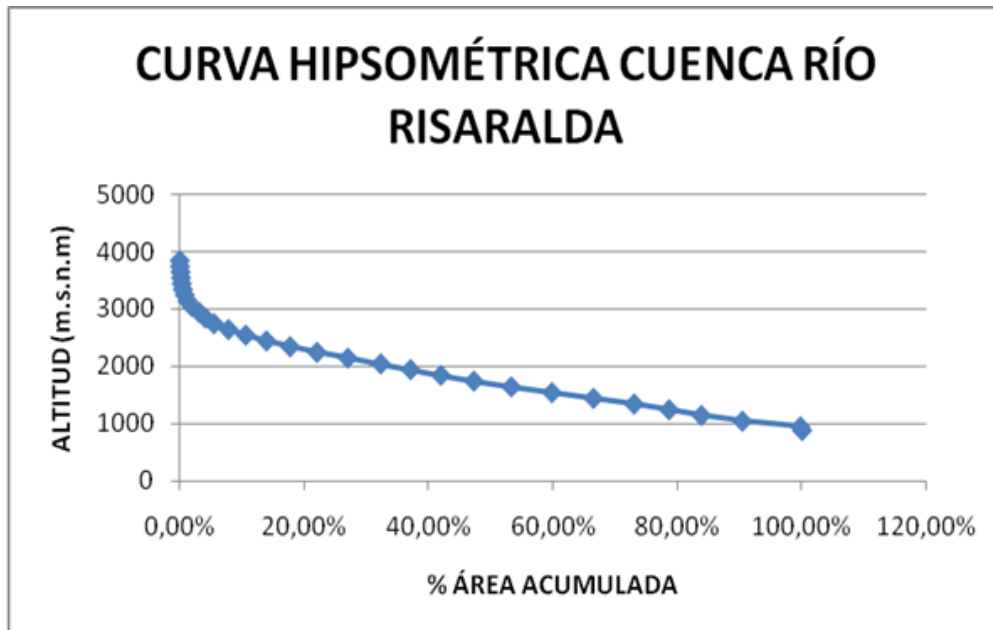


Figura 26 Cuerva hipsométrica Cuenca Río Risaralda
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

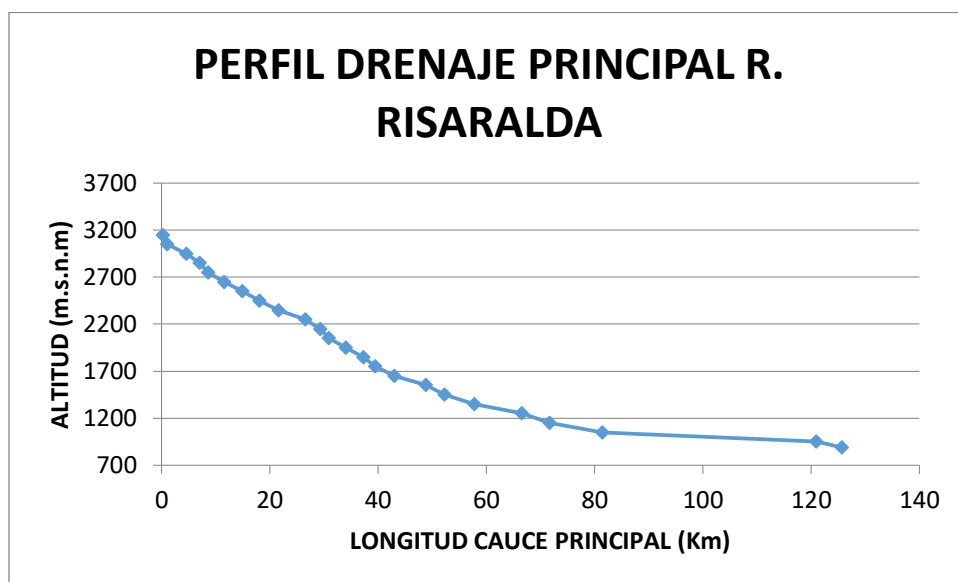




Figura 27 Perfil drenaje principal río Risaralda
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

4.5.1 Morfometría unidades del nivel subsiguiente

Se calculó la morfometría a 37 unidades del nivel subsiguiente, tributarios directos del río Risaralda, en la Tabla 22 se presentan los parámetros morfométricos calculados.

Las unidades hidrográficas del nivel subsiguiente estudiadas presentan áreas que las clasifican como pequeñas y muy pequeñas a excepción de la del río Mapa que se encuentra en la categoría de Intermedia, las curvas hipsométricas se clasifican entre el estado de equilibrio y estado sedimentario, lo que indica que presentan bajas pendientes y poco potencial erosivo.

Los tiempos de concentración de las microcuencas analizadas de son altos y los valores de densidad de drenaje muy altas nos permiten identificar cauces con moderados volúmenes de escurrimiento y con respuestas hidrológicas moderadas.

Tabla 22 Morfometría de las unidades del nivel subsiguiente

CÓDIGO NIVEL SUBSIGUIENTE	NOMBRE NIVEL SUBSIGUIENTE	Perímetro (Km)	Área (km ²)	Longitud de la cuenca (km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compacidad	Clasificación	Índice de Alargamiento	Clasificación	Elevación Media (msnm)	Pendiente Media del cauce principal	Tiempo de Concentración (min)	Pendiente media de la cuenca%	Clasificación
261401	R. Arroyo hondo	81,93	124,46	27,75	11,73	0,16	Muy Alargada	2,06	Oval oblonga a rectangular oblonga	2,36	Moderadamente alargada	2487	0,04	250,34	29,73	Fuerte/accidentado
261402	Q. Serna	15,5	9,9	7,22	2,66	0,19	Muy Alargada	1,38	Oval redonda a oval oblonga	2,71	Moderadamente alargada	2147	0,20	29,19	29,73	Fuertemente accidentado
261404	Q. Peñas Blancas	10,0	3,88	2,86	2,02	0,47	Ligeramente ensanchada	1,42	Oval redonda a oval oblonga	1,41	Moderadamente alargada	1517	0,11	30,90	30,10	Fuertemente accidentado
261405	Q. La Ilorona	19,4	11,6	8,85	3,29	0,15	Muy Alargada	1,60	Oval oblonga a rectangular oblonga	2,69	Moderadamente alargada	1696	0,20	34,62	29,73	Fuertemente accidentado
261407	Q. Sandía	25,1	10,8	13,19	3,14	0,06	Muy Alargada	2,14	Oval oblonga a rectangular oblonga	4,20	Muy alargada	1965	0,17	44,07	29,73	Fuertemente accidentado
261408	Q. Congo	13,3	7,56	5,23	2,39	0,28	Alargada	1,36	Oval redonda a oval oblonga	2,19	Moderadamente alargada	1469	0,08	40,92	22,56	Fuertemente accidentado

CÓDIGO NIVEL SUBSIGUIENTE	NOMBRE NIVEL SUBSIGUIENTE	Perímetro (Km)	Área (km2)	Longitud de la cuenca (km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compatidad	Clasificación	Índice de Alargamiento	Clasificación	Elevación Media (msnm)	Pendiente Media del cauce principal	Tiempo de Concentración (min)	Pendiente media de la cuenca%	Clasificación
261410	Q. del Olvido o Tinajitas	10,2	4,74	4,27	1,48	0,26	Alargada	1,32	Oval redonda a oval oblonga	2,88	Muy alargada	1403	0,11	30,37	34,45	Fuertemente accidentado
261412	Q. Tachigui	16,0	11,9	7,37	3,36	0,22	Muy Alargada	1,30	Oval redonda a oval oblonga	2,19	Moderadamente alargada	1462	0,07	43,99	29,73	Fuertemente accidentado
261414	Q. Los Angeles	11,6	7,13	4,84	2,16	0,30	Ligeramente Alargada	1,22	Redonda a oval redonda	2,24	Moderadamente alargada	1476	0,14	32,07	23,25	Fuertemente accidentado
261416	Q. Papayal	16,0	7,71	7,17	1,74	0,15	Muy Alargada	1,62	Oval oblonga a rectangular oblonga	4,13	Muy alargada	1265	0,06	60,95	15,77	Accidentado
261418	Q. Chapatá 1	41,8	65,68	14,16	9,03	0,33	Ligeramente Alargada	1,44	Oval redonda a oval oblonga	1,57	Moderadamente alargada	1670	0,09	109,16	33,35	Fuertemente accidentado
261420	R. Guarne	37,6	53,7	12,62	7,71	0,34	Ligeramente Alargada	1,44	Oval redonda a oval oblonga	1,64	Moderadamente alargada	1521	0,08	43,89	27,21	Fuertemente accidentado

CÓDIGO NIVEL SUBSIGUIENTE	NOMBRE NIVEL SUBSIGUIENTE	Perímetro (Km)	Área (km2)	Longitud de la cuenca (km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compatidad	Clasificación	índice de Alargamiento	Clasificación	Elevación Media (msnm)	Pendiente Media del cauce principal	Tiempo de Concentración (min)	Pendiente media de la cuenca%	Clasificación
261422	Q. Samaria	21,1	20,7	7,29	4,81	0,39	Ni alargada Ni ensanchada	1,30	Oval redonda a oval oblonga	1,52	Moderadamente alargada	1226	0,09	121,34	23,63	Fuertemente accidentado
261424	R.Mapa	111,0	288,86	29,06	11,23	0,34	Ligeramente Alargada	1,83	Oval oblonga a rectangular oblonga	2,59	Moderadamente alargada	1896	0,03	263,41	29,73	Fuertemente accidentado
261426	R. Totui	44,4	60,8	15,72	6,96	0,25	Alargada	1,59	Oval oblonga a rectangular oblonga	2,26	Moderadamente alargada	1277	0,13	107,83	33,11	Fuertemente accidentado
261429	Q. El Cairo	14,6	9,8	6,19	3,66	0,26	Alargada	1,30	Oval redonda a oval oblonga	1,69	Moderadamente alargada	1156	0,14	26,60	29,73	Fuertemente accidentado
261431	Q. Genova	6,7	1,98	2,65	1,38	0,28	Alargada	1,33	Oval redonda a oval oblonga	1,92	Moderadamente alargada	1051	0,13	17,75	20,87	Fuertemente accidentado
261433	Q. Calamar	7,2	2,38	2,96	1,14	0,27	Alargada	1,31	Oval redonda a	2,60	Moderadamente alargada	1250	0,20	16,89	34,83	Fuertemente

CÓDIGO NIVEL SUBSIGUIENTE	NOMBRE NIVEL SUBSIGUIENTE	Perímetro (Km)	Área (km2)	Longitud de la cuenca (km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compatidad	Clasificación	índice de Alargamiento	Clasificación	Elevación Media (msnm)	Pendiente Media del cauce principal	Tiempo de Concentración (min)	Pendiente media de la cuenca%	Clasificación
									oval oblonga							accidentado
261435	Q. Los Micos	11,6	5,66	4,38	2,29	0,30	Alargada	1,36	Oval redonda a oval oblonga	1,91	Moderadamente alargada	1219	0,11	35,05	26,46	Fuertemente accidentado
261437	Q. La Betulia	15,1	10,1	7,15	2,86	0,20	Muy Alargada	1,33	Oval redonda a oval oblonga	2,50	Moderadamente alargada	2149	0,11	31,79	29,73	Fuertemente accidentado
261439	Q. el Aguila (Q. El Guamo)	28,3	27,6	10,34	5,12	0,26	Alargada	1,51	Oval oblonga a rectangular oblonga	2,02	Moderadamente alargada	1240	0,05	328,59	23,75	Fuertemente accidentado
261441	Q. La Hermosa	13,0	7,70	3,98	2,59	0,49	Ligeramente ensanchada	1,32	Oval redonda a oval oblonga	1,54	Moderadamente alargada	1012	0,06	42,78	11,53	Medianamente accidentado
261443	Q. Candilejas	11,2	4,04	4,95	1,21	0,17	Muy Alargada	1,57	Oval oblonga a rectangular oblonga	4,10	Muy alargada	1068	0,07	44,97	15,29	Accidentado

CÓDIGO NIVEL SUBSIGUIENTE	NOMBRE NIVEL SUBSIGUIENTE	Perímetro (Km)	Área (km ²)	Longitud de la cuenca (km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compatidad	Clasificación	Índice de Alargamiento	Clasificación	Elevación Media (msnm)	Pendiente Media del cauce principal	Tiempo de Concentración (min)	Pendiente media de la cuenca%	Clasificación
261445	Q. La Primavera	12,5	6,54	5,16	2,09	0,25	Alargada	1,36	Oval redonda a oval oblonga	2,46	Moderadamente alargada	1061	0,08	42,84	14,16	Accidentado
261447	Q. Changüi	24,2	16,4	12,31	3,92	0,11	Muy Alargada	1,68	Oval oblonga a rectangular oblonga	3,14	Muy alargada	1183	0,11	45,58	29,73	Fuertemente accidentado
261449	Q. La Honda	15,0	5,65	6,37	1,55	0,14	Muy Alargada	1,77	Oval oblonga a rectangular oblonga	4,12	Muy alargada	1262	0,10	43,58	21,73	Fuertemente accidentado
261451	Q. La Tesalia	14,0	7,82	5,92	1,82	0,22	Alargada	1,40	Oval redonda a oval oblonga	3,25	Muy alargada	1204	0,09	43,89	19,37	Accidentado
261452	Q. Palo Gordo	12,7	2,64	4,81	1,97	0,11	Muy Alargada	2,19	Oval oblonga a rectangular oblonga	2,45	Moderadamente alargada	1075	0,05	43,01	10,38	Medianamente accidentado
261453	Q. Tamaspia	18,9	11,7	8,45	4,15	0,16	Muy Alargada	1,55	Oval oblonga a rectangular oblonga	2,04	Moderadamente alargada	1373	0,14	33,17	29,73	Fuertemente accidentado

CÓDIGO NIVEL SUBSIGUIENTE	NOMBRE NIVEL SUBSIGUIENTE	Perímetro (Km)	Área (km2)	Longitud de la cuenca (km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compatidad	Clasificación	Índice de Alargamiento	Clasificación	Elevación Media (msnm)	Pendiente Media del cauce principal	Tiempo de Concentración (min)	Pendiente media de la cuenca%	Clasificación
261455	Q. El Oro	16,9	9,6	7,91	2,17	0,15	Muy Alargada	1,52	Oval oblonga a rectangular oblonga	3,64	Muy alargada	10748	0,12	39,09	29,73	Fuertemente accidentado
261457	Q. Lázaro	16,7	11,0	8,00	2,86	0,17	Muy Alargada	1,41	Oval redonda a oval oblonga	2,80	Moderadamente alargada	1433	0,13	34,47	29,73	Fuertemente accidentado
261459	Q. Chapatá	14,2	5,86	5,48	1,96	0,20	Muy Alargada	1,64	Oval oblonga a rectangular oblonga	2,79	Moderadamente alargada	1464	0,11	41,53	22,95	Fuertemente accidentado
261461	Q. Tusas	12,2	7,33	4,56	2,50	0,35	Ligeramente Alargada	1,27	Oval redonda a oval oblonga	1,82	Moderadamente alargada	1607	0,15	27,84	24,92	Fuertemente accidentado
261463	Q. Cauyá	20,0	16,1	8,12	4,43	0,24	Alargada	1,39	Oval redonda a oval oblonga	1,83	Moderadamente alargada	1705	0,13	35,80	29,73	Fuertemente accidentado
261464	Q. Guapacha - San Pedro	20,8	16,93	7,15	3,83	0,33	Ligeramente Alargada	1,42	Oval redonda a oval oblonga	1,86	Moderadamente alargada	1667	0,12	37,40	26,75	Fuertemente accidentado



CÓDIGO NIVEL SUBSIGUIENTE	NOMBRE NIVEL SUBSIGUIENTE	Perímetro (Km)	Área (km2)	Longitud de la cuenca (km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compatidad	Clasificación	Índice de Alargamiento	Clasificación	Elevación Media (msnm)	Pendiente Media del cauce principal	Tiempo de Concentración (min)	Pendiente media de la cuenca%	Clasificación
261465	R. Guática	76,05	179,37	34,35	20,54	0,15	Muy Alargada	1,59	Oval oblonga a rectangular oblonga	1,67	Moderadamente alargada	2134	0,03	328,59	29,73	Fuertemente accidentado
261467	Q. Sirguia	13,5	8,02	5,42	2,31	0,27	Alargada	1,33	Oval redonda a oval oblonga	2,35	Moderadamente alargada	1627	0,11	39,86	29,73	Fuertemente accidentado

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.



4.5.2 Morfometría unidades hidrográficas abastecedoras de centros urbanos y centros poblados

Se calcularon los parámetros morfométricos de 54 fuentes abastecedoras de acueductos comunitarios y urbanos identificados dentro de la cuenca del río Risaralda, que tuvieran concesiones de agua superiores a 1 l/s. En la Tabla 23, se presentan los resultados del análisis realizado.

Las subcuencas y microcuencas estudiadas presentan áreas que las clasifican como muy pequeñas, las curvas hipsométricas se clasifican entre gran potencial erosivo o fase de juventud y estado de equilibrio o fase de madurez.

Los tiempos de concentración de las microcuencas analizadas de entre 2 y 15 minutos y los valores de densidad de drenaje muy altas nos permiten identificar cauces con grandes volúmenes de escurrimiento y con respuestas hidrológicas rápidas, lo anterior aunado a cauces cortos y pendientes muy altas indica una moderada velocidad de escorrentía.

En general los valores altos de la pendiente de la cuenca y del cauce principal indican tiempos de concentración bajos y por lo tanto mayores caudales pico.

Tabla 23 Unidades hidrológicas a las que se les calculó los parámetros morfométricos.

RAZON SOCIAL	Área (km ²)	Perímetro (Km)	Longitud de la cuenca (km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compacidad	Clasificación	índice de Alargamiento	Clasificación	índice de Asimetría	Pendiente Media del cauce principal	Pendiente Media de la cuenca	Calificación	Tiempo de Concentración
JUNTA DE ACCION COMUNAL VEREDA LA ISLA	1,10	3,82	1,26	1,13	0,68	Ensanchada	1,02	Redonda a oval redonda	1,12	Poco alargada	1,38	15,29 %	18,0	Accidental	1,58
ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO TARAPACA	6,07	9,76	4,00	2,08	0,37	Ni alargada Ni ensanchada	1,11	Redonda a oval redonda	1,93	Moderadamente alargada	2,27	17,57 %	23,6	Fuertemente accidental	15,45
JUNTA DE ACCION COMUNAL VEREDA GENOVA	0,44	2,73	1,10	0,54	0,36	Ligeramente Alargada	1,15	Redonda a oval redonda	2,04	Moderadamente alargada	2,18	27,04 %	35,0	Muy fuertemente accidental	3,49
ASOCIACION DE USUARIOS DE ACUEDUCTO PINAR DEL RIO Y PLAYA RICA	0,96	4,03	1,54	0,95	0,40	Ni alargada Ni ensanchada	1,15	Redonda a oval redonda	1,62	Moderadamente alargada	2,30	33,00 %	43,4	Muy fuertemente accidental	4,06
EMPRESA PUBLICAS MUNICIPALES DE MISTRATO ESP	2,89	7,78	3,01	1,25	0,31	Ligeramente Alargada	1,28	Oval redonda a oval oblonga	2,40	Moderadamente alargada	3,18	22,55 %	40,0	Muy fuertemente accidental	11,45

RAZON SOCIAL	Área (km ²)	Perímetro (Km)	Longitud de la cuenca(km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compacidad	Clasificación	Índice de Alargamiento	Clasificación	Índice de Asimetría	Pendiente Media del cauce principal	Pendiente Media de la cuenca	Calificación	Tiempo de Concentración
JUNTA DE ACCION COMUNAL VEREDA PLAYA BONITA	3,11	7,14	2,55	1,71	0,47	Ligeramente ensanchada	1,13	Redonda a oval redonda	1,49	Moderadamente alargada	1,10	20,58 %	29,7	Fuertemente accidentado	10,27
JUNTA DE ACCION COMUNAL VEREDA MAMPAY	1,58	5,46	1,96	1,23	0,41	Ni alargada Ni ensanchada	1,21	Redonda a oval redonda	1,59	Moderadamente alargada	2,12	4,03%	28,0	Fuertemente accidentado	3,26
ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO LA VILLADA	0,60	3,22	1,13	0,79	0,46	Ligeramente ensanchada	1,16	Redonda a oval redonda	1,43	Moderadamente alargada	1,17	36,90 %	32,5	Fuertemente accidentado	1,61
ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO DEL BARRIO SAN JOSÉ	0,90	3,93	1,51	0,80	0,39	Ni alargada Ni ensanchada	1,16	Redonda a oval redonda	1,88	Moderadamente alargada	1,81	27,14 %	33,6	Fuertemente accidentado	3,98
ASOCIACION DE USUARIOS DE SERVICIOS COLECTIVOS DE MARAPRA	0,08	1,40	0,54	0,31	0,28	Alargada	1,36	Oval redonda o oval oblonga	1,76	Moderadamente alargada	1,39	12,87 %	25,9	Fuertemente accidentado	0,03

RAZON SOCIAL	Área (km ²)	Perímetro (Km)	Longitud de la cuenca(km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compacidad	Clasificación	Índice de Alargamiento	Clasificación	Índice de Asimetría	Pendiente Media del cauce principal	Pendiente Media de la cuenca	Calificación	Tiempo de Concentración
ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA ANDICA "ASOACUANDICA"	1,56	7,20	3,00	1,08	0,17	Muy Alargada	1,61	Oval oblonga a rectangular oblonga	2,77	Moderadamente alargada		32,55 %	37,6	Muy fuertemente accidentado	9,13
EMPRESAS PUBLICAS DEL MUNICIPIO DE BELEN DE UMBRIA	4,18	9,54	3,51	1,72	0,33	Ligeramente Alargada	1,31	Oval redonda a oval oblonga	2,04	Moderadamente alargada	1,02	23,87 %	33,9	Fuertemente accidentado	11,35
ACUEDUCTO REGIONAL DE LAS VEREDAS ALTO PUEBLO RICO EL NARANJO EL TERRERO Y LA ESMERALDA	0,79	3,57	1,16	0,87	0,58	Ligeramente ensanchada	1,12	Redonda a oval redonda	1,33	Poco alargada	2,36	27,01 %	38,7	Muy fuertemente accidentado	3,83
ASOCIACION AMBIENTAL LA GUAYANA	4,94	10,20	2,90	2,74	0,58	Ligeramente ensanchada	1,29	Oval redonda a oval oblonga	1,06	Poco alargada	1,20	24,60 %	37,6	Muy fuertemente	12,01

RAZON SOCIAL	Área (km ²)	Perímetro (Km)	Longitud de la cuenca(km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compacidad	Clasificación	Índice de Alargamiento	Clasificación	Índice de Asimetría	Pendiente Media del cauce principal	Pendiente Media de la cuenca	Calificación	Tiempo de Concentración
														accidentado	
ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO EL CONGO SAN JOSE ASUACUACONGO	0,42	2,66	0,88	0,63	0,53	Ligeramente ensanchada	1,15	Redonda a oval redonda	1,39	Poco alargada	2,26	27,26 %	29,0	Fuertemente accidentado	1,16
ASOCIACION DE DESARROLLO COMUNAL VEREDA LA FLORESTA	0,59	3,58	1,47	0,57	0,27	Alargada	1,30	Oval redonda a oval oblonga	2,59	Moderadamente alargada	1,10	26,01 %	27,8	Fuertemente accidentado	3,82
ASOCIACION DE DESARROLLO COMUNAL VEREDA LA FLORESTA	0,96	3,99	1,37	0,94	0,51	Ligeramente ensanchada	1,14	Redonda a oval redonda	1,46	Moderadamente alargada	1,31	26,74 %	29,6	Fuertemente accidentado	4,13
JUNTA DE ACCION COMUNAL BARRIO	0,92	4,30	1,47	1,12	0,42	Ni alargada Ni ensanchada	1,25	Oval redonda a oval oblonga	1,31	Poco alargada	1,55	33,78 %	40,9	Muy fuertemente accidentado	4,83

RAZON SOCIAL	Área (km ²)	Perímetro (Km)	Longitud de la cuenca(km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compacidad	Clasificación	Índice de Alargamiento	Clasificación	Índice de Asimetría	Pendiente Media del cauce principal	Pendiente Media de la cuenca	Calificación	Tiempo de Concentración
PUEBLO NUEVO															
EMPRESAS PUBLICAS DEL MUNICIPIO DE BELEN DE UMBRIA	3,23	7,54	2,67	1,84	0,45	Ligeramente ensanchada	1,18	Redonda a oval redonda	1,45	Moderadamente alargada	1,30	19,06 %	35,6	Muy fuertemente accidentado	9,83
EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S.A E.S.P	6,38	11,38	3,61	2,90	0,49	Ligeramente ensanchada	1,26	Oval redonda a oval oblonga	1,24	Poco alargada	1,40	12,80 %	32,7	Fuertemente accidentado	15,44
ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO VEREDA EL SOCORRO	3,20	7,31	2,68	1,78	0,44	Ni alargada Ni ensanchada	1,14	Redonda a oval redonda	1,50	Moderadamente alargada	1,36	24,57 %	33,1	Fuertemente accidentado	9,63
EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S.A E.S.P	6,63	11,93	4,53	2,17	0,32	Ligeramente Alargada	1,30	Oval redonda a oval oblonga	2,09	Moderadamente alargada	1,36	16,64 %	30,1	Fuertemente accidentado	17,57

RAZON SOCIAL	Área (km2)	Perímetro (Km)	Longitud de la cuenca(km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compacidad	Clasificación	Índice de Alargamiento	Clasificación	Índice de Asimetría	Pendiente Media del cauce principal	Pendiente Media de la cuenca	Calificación	Tiempo de Concentración
EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE BELEN DE UMBRIA EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS	0,25	1,94	0,71	0,49	0,49	Ligeramente ensanchada	1,09	Redonda a oval redonda	1,47	Moderadamente alargada	4,24	34,83 %	41,4	Muy fuertemente accidentado	2,45
EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE LA VIRGINIA	0,46	3,13	1,27	0,50	0,28	Alargada	1,30	Oval redonda a oval oblonga	2,56	Moderadamente alargada	1,06	17,22 %	25,5	Fuertemente accidentado	4,38
EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE LA VIRGINIA	1,28	5,28	2,26	0,90	0,249	Alargada	1,31	Oval redonda a oval oblonga	2,51	Moderadamente alargada	2,57	18,06 %	28,5	Fuertemente accidentado	10,55
EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE LA VIRGINIA	33,79	26,59	6,95	6,54	0,69	Ensanchada	1,28	Oval redonda a oval oblonga	1,06	Poco alargada	1,54	6,57%	37,8	Muy fuertemente accidentado	44,26
EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE LA VIRGINIA	10,99	13,57	3,96	3,74	0,70	Ensanchada	1,15	Redonda a oval redonda	1,06	Poco alargada	2,59	11,38 %	35,7	Muy fuertemente accidentado	26,87

RAZON SOCIAL	Área (km ²)	Perímetro (Km)	Longitud de la cuenca(km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compacidad	Clasificación	Índice de Alargamiento	Clasificación	Índice de Asimetría	Pendiente Media del cauce principal	Pendiente Media de la cuenca	Calificación	Tiempo de Concentración
EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S.A E.S.P	0,21	1,84	0,57	0,55	0,64	Ensanchada	1,12	Redonda a oval redonda	1,03	Poco alargada	1,52	30,42 %	27,3	Fuertemente accidentado	1,64
EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S.A E.S.P	0,73	3,46	1,09	1,00	0,62	Ensanchada	1,13	Redonda a oval redonda	1,09	Poco alargada	3,48	24,27 %	30,4	Fuertemente accidentado	3,74
EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DEL MUNICIPIO DE BALBOA EMILIO GARTNER GOMEZ SA ESP	4,27	9,91	3,70	1,94	0,31	Ligeramente Alargada	1,34	Oval redonda a oval oblonga	1,90	Moderadamente alargada	1,11	36,92 %	67,9	Escarpado	10,25
EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS SANTUARIO RISARALDA	11,54	17,29	6,17	3,32	0,30	Ligeramente Alargada	1,42	Oval redonda a oval oblonga	1,860	Moderadamente alargada	1,71	22,50 %	62,3	Escarpado	23,88

RAZON SOCIAL	Área (km ²)	Perímetro (Km)	Longitud de la cuenca(km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compacidad	Clasificación	Índice de Alargamiento	Clasificación	Índice de Asimetría	Pendiente Media del cauce principal	Pendiente Media de la cuenca	Calificación	Tiempo de Concentración
JUNTA DE ACCION COMUNAL VEREDA PLAYA RICA	0,30	2,12	0,78	0,52	0,49	Ligeramente ensanchada	1,08	Redonda a oval redonda	1,502	Moderadamente alargada	1,23	31,34 %	33,0	Fuertemente accidentado	2,51
JUNTA DE ACCION COMUNAL DE LA VEREDA SAN AGUSTIN MUNICIPIO APIA	0,08	1,42	0,66	0,19	0,18	Muy Alargada	1,39	Oval redonda a oval oblonga	3,406	Muy alargada	1,54	57,92 %	52,4	Escarpado	0,26
EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE APIA EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS	0,45	2,53	0,75	0,74	0,80	Muy ensanchada	1,05	Redonda a oval redonda	1,016	Poco alargada	2,32	33,01 %	34,7	Fuertemente accidentado	1,80
EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE APIA EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS	1,05	4,42	1,41	1,20	0,53	Ligeramente ensanchada	1,21	Redonda a oval redonda	1,171	Poco alargada	1,01	26,03 %	27,6	Fuertemente accidentado	3,09

RAZON SOCIAL	Área (km ²)	Perímetro (Km)	Longitud de la cuenca(km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compacidad	Clasificación	Índice de Alargamiento	Clasificación	Índice de Asimetría	Pendiente Media del cauce principal	Pendiente Media de la cuenca	Calificación	Tiempo de Concentración
JUNTA DE ACCION COMUNAL VEREDA SAN JUANITO	2,80	10,02	4,23	1,25	0,15	Muy Alargada	1,68	Oval oblonga a rectangular oblonga	3,389	Muy alargada	1,02	22,21 %	49,9	Muy fuertemente accidentado	17,18
JUNTA DE ACCION COMUNAL VEREDA VALLADOLID	1,91	5,60	1,88	1,25	0,54	Ligeramente ensanchada	1,14	Redonda a oval redonda	1,51	Moderadamente alargada	1,18	0,40428	51,3	Escarpado	4,99
JUNTA DE ACCION COMUNAL VEREDA ALTA ESMERALDA	1,13	4,59	1,96	0,78	0,29	Alargada	1,21	Redonda a oval redonda	2,52	Moderadamente alargada	1,073	0,28064	54,6	Escarpado	6,09
JUNTA DE ACUEDUCTO DE LA VEREDA QUEBRADA ARRIBA	2,37	7,57	3,10	1,22	0,25	Alargada	1,38	Oval redonda a oval oblonga	2,54	Moderadamente alargada	1,108	0,19371	28,2	Fuertemente accidentado	11,90
ACUEDUCTO DEL COREGIMIENTO DE SAN CLEMENTE	1,36	5,41	2,03	1,08	0,33	Ligeramente Alargada	1,30	Oval redonda a oval oblonga	1,87	Moderadamente alargada	2,131	0,04717	14,0	Accidentado	12,06

RAZON SOCIAL	Área (km ²)	Perímetro (Km)	Longitud de la cuenca(km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compacidad	Clasificación	Índice de Alargamiento	Clasificación	Índice de Asimetría	Pendiente Media del cauce principal	Pendiente Media de la cuenca	Calificación	Tiempo de Concentración
EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE GUATICA ESP	0,22	1,85	0,60	0,48	0,63	Ensanchada	1,09	Redonda a oval redonda	1,25	Poco alargada		0,14996	20,1	Fuertemente accidentado	1,47
EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE GUATICA ESP	0,43	2,54	0,98	0,60	0,45	Ni alargada Ni ensanchada	1,08	Redonda a oval redonda	1,65	Moderadamente alargada	1,072	0,03525	12,2	Accidentado	1,16
ASOCIACION DE USUARIOS ACUEDUCTO EL PORVENIR	0,62	3,12	1,00	0,82	0,63	Ensanchada	1,11	Redonda a oval redonda	1,22	Poco alargada	1,168	0,14345	27,4	Fuertemente accidentado	1,88
JUNTA DE ACCION COMUNAL CORREGIMIENTO VILLA CLARET	0,33	2,44	0,93	0,52	0,39	Ni alargada Ni ensanchada	1,18	Redonda a oval redonda	1,79	Moderadamente alargada	1,421	0,36078	38,7	Muy fuertemente accidentado	2,31
JUNTA DE ACCION COMUNAL VEREDA MILAN	0,49	3,40	1,40	0,55	0,25	Alargada	1,35	Oval redonda a oval oblonga	2,56	Moderadamente alargada	1,262	0,06932	12,2	Accidentado	4,49

RAZON SOCIAL	Área (km2)	Perímetro (Km)	Longitud de la cuenca(km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compacidad	Clasificación	Índice de Alargamiento	Clasificación	Índice de Asimetría	Pendiente Media del cauce principal	Pendiente Media de la cuenca	Calificación	Tiempo de Concentración
ASOCIACION DE ECOLOGISTAS DE SANTA TERESA	0,11	1,35	0,50	0,31	0,46	Ligeramente ensanchada	1,11	Redonda a oval redonda	1,58	Moderadamente alargada	1,443	0,51103	41,0	Muy fuertemente accidentado	0,55
ASOCIACION DE USUARIOS ACUEDUCTO DE LA CUENCA BUENOS AIRES	0,13	1,69	0,74	0,27	0,25	Alargada	1,28	Oval redonda a oval oblonga	2,75	Moderadamente alargada	1,734	0,34264	31,0	Fuertemente accidentado	1,54
JUNTA DE ACCION COMUNAL VEREDA EL CAUCHO	0,21	1,93	0,69	0,46	0,45	Ni alargada Ni ensanchada	1,17	Redonda a oval redonda	1,53	Moderadamente alargada	3,137	0,41767	36,6	Muy fuertemente accidentado	1,55
CORPORACION ACUEDUCTO REGIONAL CORREGIMIENTO DE TRAVESIAS	3,12	7,84	2,28	2,23	0,60	Ensanchada	1,24	Redonda a oval redonda	1,02	Poco alargada	1,915	0,14713	27,5	Fuertemente accidentado	10,14
EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS	0,83	5,22	2,03	0,80	0,20	Muy Alargada	1,60	Oval oblonga a rectang	2,56	Moderadamente alargada	1,256	0,04694	7,6	Medianamente accidentado	6,67

RAZON SOCIAL	Área (km ²)	Perímetro (Km)	Longitud de la cuenca(km)	Ancho de la cuenca (km)	Factor de Forma	Clasificación	Coefficiente de Compacidad	Clasificación	Índice de Alargamiento	Clasificación	Índice de Asimetría	Pendiente Media del cauce principal	Pendiente Media de la cuenca	Calificación	Tiempo de Concentración
EMPOCALDAS S.A E.S.P								ular oblonga							
EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S.A E.S.P	0,60	3,22	1,16	0,71	0,45	Ni alargada Ni ensanchada	1,16	Redonda a oval redonda	1,63	Moderadamente alargada	1,341	0,18114	29,9	Fuertemente accidentado	3,61
EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S.A E.S.P	5,38	11,91	4,72	1,77	0,24	Alargada	1,44	Oval redonda a oval oblonga	2,67	Moderadamente alargada	1,425	0,06399	13,8	Accidentado	20,01

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

4.6 Pendientes

Aquí se presenta el resultado de la definición de las pendientes de la Cuenca del Río Risaralda como insumo para entender gran parte de los procesos dinámicos que se dan en la cuenca.

El Análisis de las pendientes, entendidas como la diferencia en grados o porcentaje de un terreno, es fundamental desde diferentes campos de análisis, (i) en lo relacionado al análisis de las geoformas y como elemento aportante a la morfometría hidráulica que es moldeadora del paisaje, dando una carácter restrictivo o por el contrario potencializando las condiciones del área de estudio; (ii) como insumo fundamental para los diferentes componentes del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca; (iii) por el papel determinante en el análisis de pendientes para la identificación de las unidades de Capacidad de uso de las tierras; y (iv) como factor aportante para la determinación de la susceptibilidad y amenazas a movimientos en masa, avenidas torrenciales, inundaciones y de incendios de cobertura vegetal.

El análisis de las pendientes para la Cuenca del Río Risaralda dio como resultado que el 61,25 % de la zona de estudio presenta pendientes superiores al 25%, dándole un carácter de cuenca de montaña, y en consecuencia presenta limitantes para algunos de los usos; solo el 0,14% del territorio presenta pendientes inferiores al 3% potencializando usos en estas zonas y el 38,61% del territorio presenta pendientes entre 3% al 25% (Tabla 24).

Tabla 24 Rangos de Pendientes en porcentaje

RANGO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ÁREA HA	% DEL ÁREA
0-3%	Plano	a	1460,19155 7	1,16%
3-7%	Ligeramente inclinado	b	5987,74372 4	4,77%
7-12%	Moderadamente inclinado	c	8532,55061 4	6,79%
12-25%	Fuertemente inclinado	d	26606,2661 1	21,18%
25-50%	Ligeramente escarpado	e	52077,8840 2	41,46%
50-75%	Moderadamente escarpado	f	23696,2754 5	18,87%
75-100%	Fuertemente escarpado	g	7239,15815 2	5,76%
TOTAL GENERAL			125600,07	100%

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

Tabla 25 Rangos de Pendientes en grados

GRADIENTE EN GRADOS	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ÁREA HA	% DEL ÁREA
0 – 1,72	Plano	a	1460,1915 57	1,16%
1,72 – 4,00	Ligeramente inclinado	b	5987,7437 24	4,77%
4,00 – 6,84	Moderadamente inclinado	c	8532,5506 14	6,79%
6,84 – 14,04	Fuertemente inclinado	d	26606,266 11	21,18%
14,04 – 26,57	Ligeramente escarpado	e	52077,884 02	41,46%
26,57 – 36,87	Moderadamente escarpado	f	23696,275 45	18,87%
> 36,87	Fuertemente escarpado	g	7239,1581 52	5,76%
TOTAL			125600	100,0%

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

4.7 Hidrología

4.7.1 Descripción y evaluación de la red de estaciones hidrológicas

La cuenca hidrográfica del río Risaralda se desarrolla en el flanco occidental de la cordillera Central, entre las coordenadas 777,000W y 817,000W, y las coordenadas 1'034,000N y 1'105,000N, en los departamentos de Caldas y Risaralda, donde el 60 % corresponde al Departamento de Risaralda y el 40% al de Caldas; tiene un área de drenaje de 1256 km², hasta su desembocadura en el Río Cauca, y se localiza en la vertiente oriental de la cordillera occidental. En la Figura 28 se presenta esquema de la hidrografía, en donde se aprecia una red dendrítica muy extensa a lo largo y ancho de la cuenca del río Risaralda y la existencia de siete categorías de orden de drenaje.

En general se presenta un clima seco ecuatorial de tierras bajas, con temperaturas que oscilan entre los 15°C y 22°C, con dos períodos de lluvias al año: Abril-Mayo y Octubre-Noviembre, y un promedio de precipitaciones estimado en los 2.000 mm por año.

De acuerdo a la situación regional en Colombia y sus condiciones climáticas y topográficas, el valle del río Risaralda se puede considerar como un apéndice geográfico del valle del río Cauca. Comprende parte de los municipios de Belén de Umbría, Viterbo, Santuario y Balboa por la margen derecha del río Risaralda, y de los municipios de Risaralda, Belalcázar y la Virginia por la margen izquierda.

La red hidrográfica de importancia corresponde al río Risaralda y sus afluentes, dentro de los cuales se encuentra el río Mapa que corta el área en dirección SE - N, y atraviesa la parte oriental del valle, siendo un río consecuente que hoy está rejuvenecido excavando los depósitos aluviales antiguamente depositados a manera de terrazas.

El patrón de drenaje es de enrejado rectangular, unido a un relieve suave en la parte sur del área, donde afloran rocas ígneas volcánicas que conforman un relieve fuerte. La posición de la corriente en el río está influenciada por diferencias en la resistencia de los depósitos que conforman su lecho. Otro patrón de drenaje dominante en el área de estudio es sub-rectangular a sub-angular formado en diferentes partes y casi siempre relacionados con las rocas sedimentarias terciarias las cuales presentan formas suaves y redondeadas del relieve.

Aguas arriba de su desembocadura, el cauce es meandrinoso y se comporta como un río de llanura, disectando sobre depósitos de terraza formados por el mismo en tiempos antiguos lo cual se evidencia por la presencia de paleo cauces, y meandros abandonados.

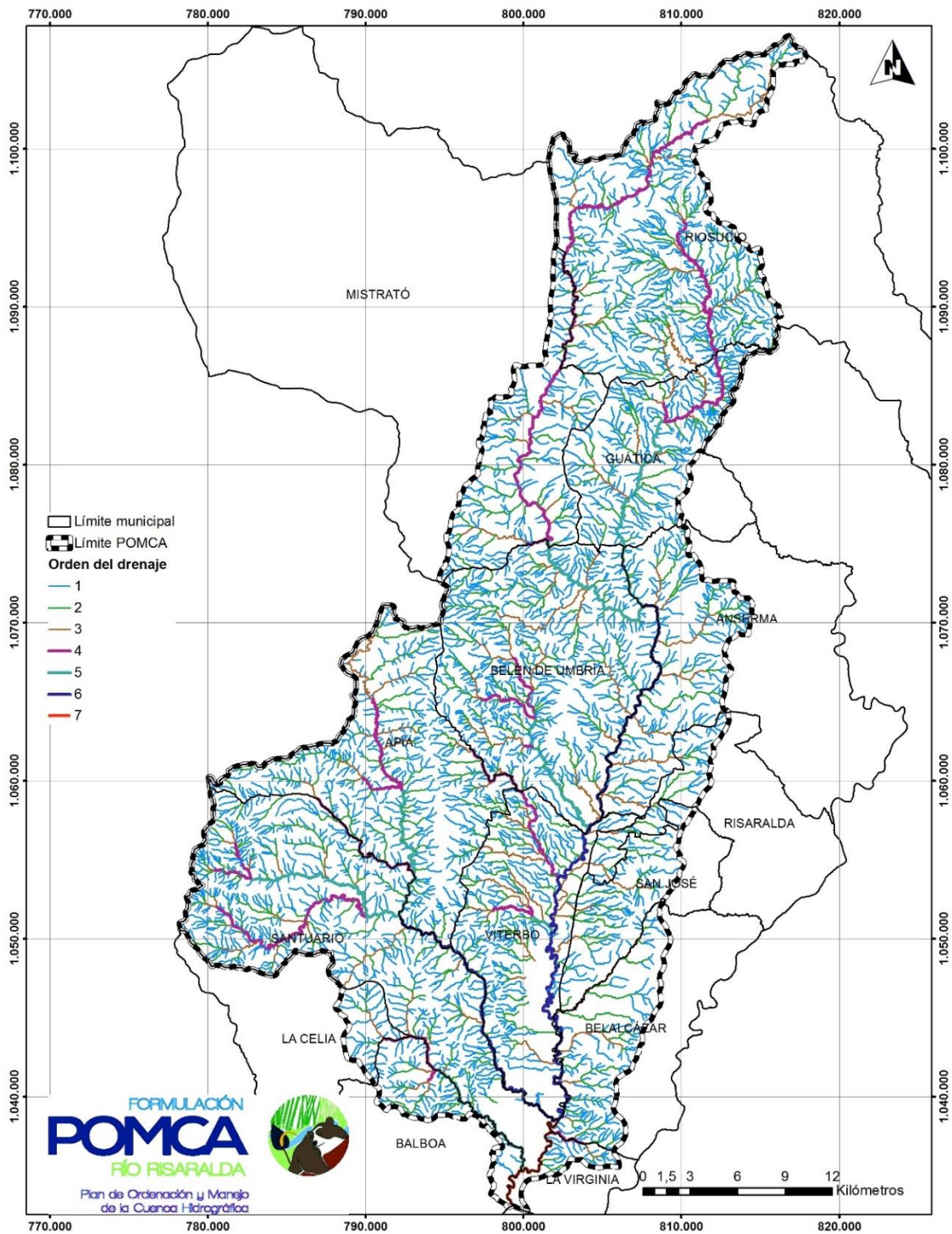


Figura 28. Hidrografía de la cuenca del río Risaralda
Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2017.

El río Risaralda es estrecho aguas arriba del sector de La Isla, donde se comporta como cauce de montaña, y amplio desde éste punto hasta su desembocadura. Tiene su origen en la cordillera occidental, cerca del municipio

de Mistrató. Su caudal se aumenta por numerosas corrientes que tributan sus aguas y carga sólida desde las cabeceras hasta su desembocadura en el río Cauca. Presenta un valle aluvial relleno, con material grueso de grava y gravillas depositados por acciones denudacional y Tectónica que aportaron material de las partes altas.

En La Isla, el río deja de correr encañonado para empezar a formar su valle a través del cual toma un curso bastante caprichoso, de sinuoso a altamente meándrico tocando en ciertos puntos las estribaciones de las serranías que lo limitan por el oriente y occidente.

A partir del norte los tributarios más importantes del río por la margen derecha, son el río Guática, la quebrada Chapatá, río Guarne, río Mapa y la quebrada Totuí. Los ríos Mapa y Guarne son los más caudalosos y en épocas de invierno aumentan el caudal del Risaralda.

Por la margen izquierda el río Risaralda recibe algunas quebradas de importancia entre las cuales se encuentran: Tamaspía, Palogordo, Argelia, Golconda, Changuí, Sirirí el Águila, el zancudo, la Calera, Génova y el Cairo. Debe hacerse notar que fuera de las corrientes ya citadas, tanto en una como en otra margen existen arroyos que en los períodos de lluvias, al descender al valle se distribuyen sin cauce definido en la parte plana, creando encharcamientos y zonas de humedales.

El río Mapa drena su propio valle y fluye en dirección NW a SE, presentado también un valle estrecho y profundo desde su nacimiento a la altura de Santuario-Apía, con una gran microcuenca de numerosos tributarios, aportando, al igual que el Risaralda, una gran cantidad de sedimentos gruesos, (por efecto de la actividad tectónica y denudacional), en proceso de explotación.

El régimen de caudales del Río Risaralda para el sector de estudio, es registrado por el IDEAM en las estaciones hidrométricas de La Virgen, 481 Km², en la parte alta del río y Puente Negro, 777 Km², en la parte media, cerca al sector de Acapulco. El registro disponible para las dos estaciones, a partir de 1973 y 1975, incluye niveles, caudales diarios, medios mensuales, máximos y mínimos mensuales y anuales, que han sido ya procesados por el proyecto Carder-Canadá, a finales de la década de los 90. La información para el Río Mapa, principal afluente del río Risaralda, se mide en la estación La Bretaña, cuya área de drenaje es de 240 Km² y presenta un periodo de registro a partir de 1978.

En la Tabla 26 se presenta la información de las estaciones hidrológicas históricas en la cuenca del río Risaralda, las cuales se utilizaron para los respectivos análisis.

Tabla 26. Listado de estaciones de caudal para análisis regional en el río Risaralda

Nombre	Código	Categoría	Corriente	Municipio	Latitud	Longitud
La Virgen	26147050	Limnigráfica	Río Risaralda	Anserma, Caldas	5.237	-75.809
La Bretaña	26147130	Limnimétrica	Río Mapa	Apía, Risaralda	5.052	-75.946
Puente Negro	26147140	Limnigráfica	Río Risaralda	Belalcázar, Risaralda	4.988	-75.858

Fuente: IDEAM, 2016

En el río Risaralda, la variación de los caudales medios mensuales, para su parte alta, estación Buenos Aires, indica un periodo húmedo, (Septiembre a Enero), y un periodo seco de febrero a Agosto; en su parte media y baja, la variación de caudales del río presenta dos periodos húmedos, (mayo-junio, y octubre-Noviembre), y dos periodos secos, siendo más extenso el de los meses de febrero a abril.

Adicionalmente, para el análisis de caudales máximos, en el presente proyecto se incluyeron los registros de otras estaciones disponibles por fuera de la cuenca, pero cercanas para hacer un análisis regional de caudales.

En el río Risaralda, la variación de los caudales medios mensuales, para su parte alta, estación Buenos Aires, indica un periodo húmedo, (Septiembre a Enero), y un periodo seco de febrero a Agosto; en su parte media y baja, la variación de caudales del río presenta dos periodos húmedos, (mayo-junio, y octubre-Noviembre), y dos periodos secos, siendo más extenso el de los meses de febrero a abril.

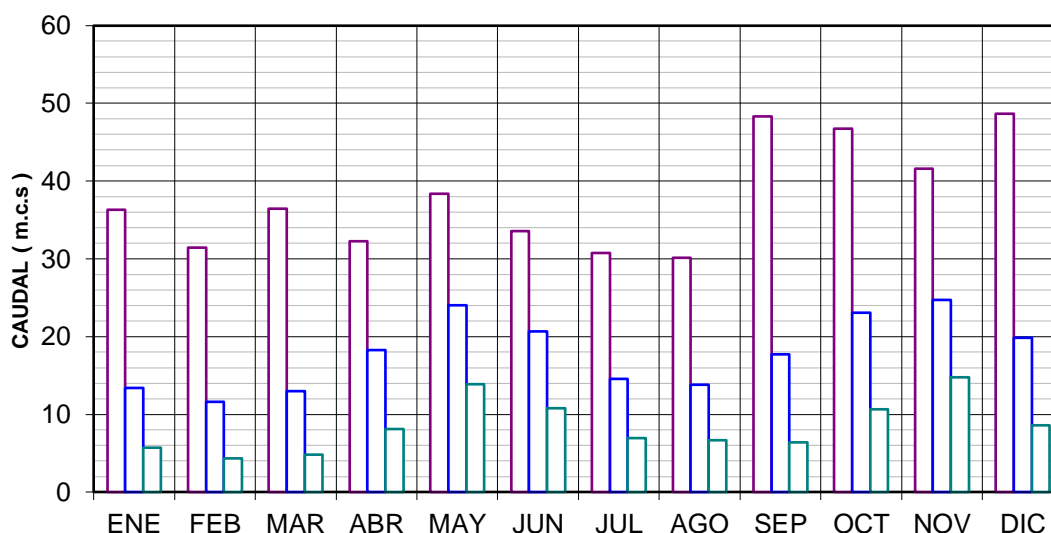


Figura 29. Estación La Virgen río Risaralda. Histograma de caudales máximos, medios y mínimos

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

Para el análisis de caudales máximos, en el presente proyecto se incluyeron los registros de otras estaciones disponibles por fuera de la cuenca, pero cercanas para hacer un análisis regional de caudales. Las estaciones se listan a continuación:

Tabla 27. Listado de estaciones de caudal para análisis regional en el río Risaralda

Nombre	Código	Categoría	Corriente	Municipio	Latitud	Longitud
La Paila	26167060	Limnigráfica	Río TApías	Neira, Caldas	5.2320	-75.6447
Sucre	26127090	Limnimétrica	Río Barbas	Pereira, Risaralda	4.7107	-75.7582
La María	26127110	Limnimétrica	Río San Eugenio	Santa Rosa de Cabal	4.5833	-75.5666
La Reina	26137120	Limnigráfica	Río San Eugenio	Santa Rosa de Cabal	4.8666	-75.6166
Guaracas	26147080	Limnimétrica	Río Guática	Guática, Risaralda	5.2791	-75.8273
Vacorí	54017060	Limnimétrica	Río San Juan	Pueblo Rico, Risaralda	5.3000	-76.1166
Aguita 10-913	54017080	Limnimétrica	Río Aguita	Pueblo Rico, Risaralda	5.3333	-76.1111
Cartago	26127040	Limnigráfica	Río La Vieja	Pereira, Risaralda	4.7575	-75.8993
Arabia	26127100	Limnimétrica	Río Barbas	Pereira, Risaralda	4.7141	75.7137
Pte Español 6-907	26137040	Limnimétrica	Río San Eugenio	Santa Rosa de Cabal	4.8666	-75.6333
Planta Eléctrica	26137230	Limnimétrica	Río San Eugenio	Santa Rosa de Cabal	4.8591	-75.6095
La Piedra 6-925	26147090	Limnimétrica	Río Mapa	Apía, Risaralda	5.0500	-75.9166
Gede	54017050	Limnimétrica	Río Agüita	Mistrató, Risaralda	5.3500	-76.0833
Itaurí	54017070	Limnimétrica	Río Tatamá	Pueblo Rico, Risaralda	5.2666	-76.1111
La Unión	54017090	Limnimétrica	Río San Juan	Pueblo Rico, Risaralda	5.3333	76.1166

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

Para todas las estaciones se realizó el análisis de consistencia de los datos y de homogeneidad mediante la construcción de curvas de doble masa, elaboración de diagramas Box – Whiskers y método de Mann – Kendall que permiten

identificar cambios de tendencia y asimetría en los registros históricos. A continuación, se hace un breve recuento de la metodología utilizada por los Consultores en desarrollo de sus análisis.

4.7.2 Inventario de infraestructura hidráulica que afecta la oferta

El inventario de estructuras hidráulicas que afectan la oferta hídrica en el POMCA del río Risaralda, se obtuvo del “Censo de Concesiones de Aguas Superficiales, Subterráneas y Vertimientos” que fue realizado por la Corporación Autónoma Regional del Risaralda CARDER en el año 2015, mediante el contrato 003/2015 y del listado de concesiones de CORPOCALDAS, de los cuales se extrajo la información correspondiente a las organizaciones prestadoras del servicio de acueducto, que cuentan con estructura de captación y algunas otras pertenecientes, a entes que no prestan dicho servicio pero cuentan con estructuras de captación importantes por su infraestructura, además de la cantidad del recurso que tienen otorgado.

Este inventario de estructura hidráulicas que afectan la oferta hídrica se constituye en la información oficial de los usuarios del recurso hídricos que se encuentran legalizados o cuentan con el permiso de concesión de aguas superficiales, para la utilización del recurso.

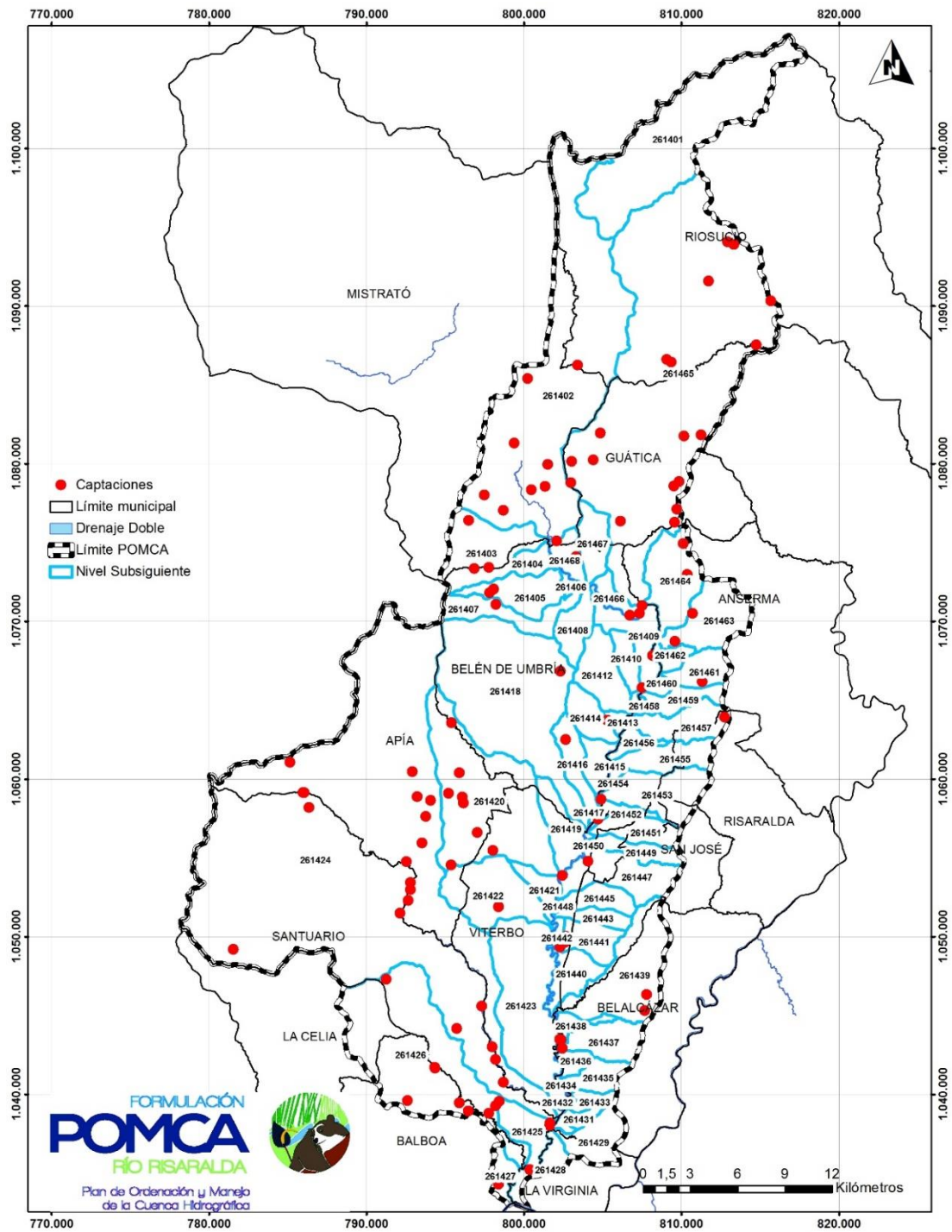


Figura 30. Espacialización captaciones en la Cuenca del río Risaralda
Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

4.7.3 Principales captaciones de aguas en la cuenca del río Risaralda

En la Tabla 28, se nombran 13 entidades conformadas por Empresas de Servicios Públicos E.S.P, Empresas Generadoras de Energía e Industrias que se constituyen en los actores con mayor cantidad de agua concesionada dentro de la Cuenca, ratificando los usos de “Consumo Humano y Doméstico” y el “Industrial” como los de mayores caudales concesionados.

Tabla 28. Principales captaciones de aguas superficiales

PRINCIPALES CAPACIONES	# De concesiones	Caudal concesionado (l/s)	Consumo humano y doméstico (l/s)	Caudal pecuario (l/s)	Caudal agrícola (l/s)	Caudal acuicultura (l/s)	Caudal industrial (l/s)
UNIÓN TEMPORAL PROSPERIDAD 2011	3	30	0	0	0	0	30
EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE LA VIRGINIA	4	280	280	0	0	0	0
EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DEL MUNICIPIO DE BALBOA EMILIO GARTNER GÓMEZ SA ESP	1	25	25	0	0	0	0
INGENIO RISARALDA S.A	11	797	0	0	0	287	510
EMPRESA PUBLICAS MUNICIPALES DE MISTRATO ESP	1	30,1	30,1	0	0	0	0
SOCIEDAD PCH EL MADRONO ESP SAS	1	4332	0	0	0	0	4332
EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE APÍA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS		28	28	0	0	0	0
RISARALDA GENERACIÓN DE ENERGÍA	8	16807,15	0,42	0	0	0	16807
EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE GUÁTICA ESP	4	26	26	0	0	0	0
EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS SANTUARIO RISARALDA	2	45	45	0	0	0	0
JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA SAN JUANITO	1	27,6	0,24	0	0	27,36	0
GENERADORA DE ENERGÍA CAUYA S.A.S. O GECASA	1	500	0	0	0	0	500
EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S.A E.S.P	12	369,3	369,3	0	0	0	0
EMPRESAS PUBLICAS DEL MUNICIPIO DE BELÉN DE UMBRÍA	2	60	60	0	0	0	0
TOTALES	51	23.357,15	864,06	0	0	314,36	22179

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017.

4.7.4 Tipo de organizaciones que captan agua para consumo humano

Dentro de la cuenca del río Risaralda se identifican diferentes figuras legales conformadas para prestar el servicio de acueducto, las cuales son: Empresas de Acueducto y Alcantarillado, Empresas Prestadoras de Servicios Públicos, Acueductos Comunitarios y Veredales, Juntas Administradoras y Juntas de Acción Comunal.

En la Tabla 29, se especifican el número de concesiones que han sido otorgadas a estas formas de asociatividad, destacándose que las Juntas y Asociaciones de Usuarios de Acueductos Urbanos y Veredales, son las que presentan mayor número de concesiones, está tendencias se presenta en el departamento de Risaralda.

Tabla 29. Tipo de organizaciones conformadas para prestar el servicio de Acueducto.

Tipo de organizaciones prestadoras de servicio de acueducto	# Concesiones	Caudal concesionado	Departamento
EMPRESA PRESTADORAS DE SERVICIOS	12	368,3	CALDAS
ASOCIACIÓN DE USUARIOS ACUEDUCTO RURALES O URBANOS	9	14,7433	CALDAS
JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDAL O URBANA	79	41,83	RISARALDA
ASOCIACIÓN DE USUARIOS ACUEDUCTO RURALES O URBANOS	52	42,97	RISARALDA
ACUEDUCTOS VEREDALES O URBANOS	6	12,8	RISARALDA
EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIOS PÚBLICOS	17	447,5	RISARALDA
INDUSTRIA CONSUMO HUMANO	9,00	1,13	RISARALDA
TOTALES	184,00	929,27	

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017.

4.7.5 Principales empresas prestadoras del servicio de acueducto

En la Tabla 30, se presentan 9 Empresas Prestadoras de Servicios Públicos identificadas en la Cuenca, donde la Empresa de Obras Sanitarias de Caldas EMPOCALDAS S.A E.S.P, cuenta con la 12 concesiones para un caudal total de 368,3 l/s, con el cual abastece varios de los municipios del departamento de Caldas.

Caso diferente ocurre en el departamento de Risaralda donde cada uno de los municipios cuenta con una Empresa Prestadoras de Servicios Públicos y en el caso de Belén de Umbría existen dos.

Tabla 30. Empresas prestadoras de Servicio de Acueducto en la Cuenca del río Risaralda.

Empresas prestadoras de servicios publico	# concesiones	Caudal concesionado (l/s)	Municipio
EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS EMPOCALDAS S.A E.S.P	12	369,3	CALDAS
EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE LA VIRGINIA	4	280	RISARALDA
EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DEL MUNICIPIO DE BALBOA EMILIO GARTNER GÓMEZ SA ESP	1	25	RISARALDA
EMPRESA PUBLICAS MUNICIPALES DE MISTRATÓ ESP	1	30,1	RISARALDA
EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE BELÉN DE UMBRÍA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS	1	0,4	RISARALDA
EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE APÍA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS	2	28	RISARALDA
EMPRESAS PUBLICAS DEL MUNICIPIO DE BELÉN DE UMBRÍA	2	60	RISARALDA
EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE GUÁTICA ESP	4	26	RISARALDA
EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS SANTUARIO RISARALDA	2	45	RISARALDA
TOTALES	29	863,8	

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017.

4.7.6 Análisis de sistemas lénticos naturales

No existe mucha información de referencia con respecto a la existencia de sistemas lénticos naturales en la cuenca del río Risaralda. No obstante, el Plan de Gestión Ambiental Regional de CORPOCALDAS 2001 -2006, para la región occidente de Caldas establece lo siguiente:

“En los municipios de Anserma, Risaralda, Viterbo, Belalcázar y San José predominan los humedales artificiales; en su gran mayoría son estanques piscícolas, jagüeyes o reservorios de agua, que se convierten en ecosistemas de gran importancia, porque varias especies de aves, insectos, pequeños mamíferos y gran variedad de herpetofauna (anfibios y reptiles) los utilizan como sitios de permanencia o de paso. Dichas especies han encontrado en estos cuerpos de agua un recurso importante para su sustento, y han propiciado así, el equilibrio ecológico que se requiere para un medio ambiente sano”.

En Riosucio, en el resguardo de La Montaña se encuentran importantes zonas de humedales de tipo turberas y pantanos, a una altitud superior a los 2.800 msnm, en donde nacen los ríos Supía y El Oro.

Adicionalmente, en la zona de transición o de pie de monte entre las montañas y el valle del río Risaralda, se presume conceptualmente una conectividad entre flujos de escorrentía, infiltración y flujos subsuperficiales que interactúan con la vegetación de pastizales y en algún momento dado fueron humedales y hábitats de diferentes especies de aves, peces y demás elementos de flora y fauna característicos de estos ecosistemas acuáticos. A la fecha, muchos de estos humedales que en algún momento existieron no fueron identificados, puesto que la compactación y laboreo que han sufrido en los últimos años ha generado una ruptura en las conectividades hidrológicas y por tanto ecosistémicas; lo cual demanda de altos compromisos en el territorio para su identificación, rehabilitación y/o restauración.

La Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER) siguiendo las orientaciones de la mesa técnica del SIRAP EJE CAFETERO avanzó en la identificación y priorización de los humedales de zonas bajas del departamento de Risaralda en el 2009, adicionalmente y para complementar la información recolectada, se contrató el apoyo de la WILDLIFE CONSERVATION SOCIETY - WCS para la caracterización biológica de algunos de los humedales; en este sentido se identificó el complejo de humedales “Balsillas” encuentran ubicados en el municipio de La Virginia en inmediaciones al casco urbano, haciendo parte de un predio particular conocido como Hacienda Balsillas. Sus coordenadas geográficas: 04°53'36,1" N 75° 52'39,4" W, a una altitud aproximada de 950 m.s.n.m. Estos humedales forman un conjunto de Humedales que se encontraban localizados en el Oriente del municipio y que atreves del tiempo han sido objeto de intervención humana y desarrollo de actividades pecuarias en ellos y en su entorno; originando la disminución de su área.

De acuerdo al Sistema de Clasificación de Tipos de Humedales de la Convención Ramsar; este humedal es de tipo continental. En el sector de balsillas se evidencia cuatro humedales que permanecen con agua constantemente, y dos sectores que muestran periodos de sequía y humedad en el transcurso del año.

En la actualidad todos los humedales se encuentran a punto de desaparecer por prácticas no coherentes con este tipo de ecosistemas, como por ejemplo la ganadería.

Por ser un grupo de humedales en donde se encuentran tres humedales permanentes y uno itinerante, su espejo de agua varía en el año, mostrándose con muy poca agua en periodos de poca pluviosidad en los permanentes y casi secos en el itinerante.

Complementario con lo anterior, se expidió la Resolución CARDER N° 0880 de abril 2 de 2014 “Por la cual se reconoce y prioriza el complejo de humedales Balsillas en el municipio de la Virginia, departamento de Risaralda y se dictan otras disposiciones”.

4.7.7 Caracterización del régimen hidráulico e hidrológico

El río Risaralda es un cauce torrencial de montaña a lo largo de la parte alta de su recorrido, desde su nacimiento, hasta la unión de la quebrada Papayal; en su último trayecto, hasta su desembocadura en el río Cauca, la pendiente es del orden de 0.36%, y el comportamiento del río corresponde al del régimen subcrítico, con números de Froude inferiores a 0.5.

Desde el punto de vista geológico-geomorfológico, los ríos presentan características diferentes a lo largo de su recorrido, iniciándose como cauces de montaña, con altas pendientes y cauces encajonados, donde la capacidad de transporte supera siempre a la tasa de abastecimiento de la cuenca, en lo que se acostumbra llamar desde el punto de vista de “Estado”, su sector juvenil; a continuación viene la zona de piedemonte, donde se presenta una transición en la pendiente, disminuyendo, hasta llegar al valle fluvial, donde el cauce se considera en estado de madurez.

La zona de transición del piedemonte generalmente es una zona de abanicos aluviales, que se considera aun como parte del trayecto juvenil, por su gran variabilidad, aunque es una zona de neta depositación, donde prima la producción de sedimentos sobre la capacidad de transporte de los cauces; es un trayecto de cauces trenzados con un sistema de drenaje típicamente distributivo, que puede generar varios alineamientos diferentes de naturaleza alternante, hasta llegar al valle aluvial donde se alcanza la “madurez”, con cauces meandrosos de baja velocidad, cuya capacidad de transporte es igual a la producción neta de sedimentos de la cuenca. Finalmente, ya llegando a la zona estuarina, cuando el río desemboca en el mar, se dice que los ríos adquieren su estado de “senectud”, en el cual los procesos son nuevamente de sedimentación, y donde las velocidades y la capacidad de transporte de los cauces son muy bajas.

El cauce del río Risaralda, en la parte alta, presenta un comportamiento torrencial, muestra una conformación rugosa, de materiales gruesos en los rangos de gravas guijarros y grandes piedras, con escaso contenido de arenas a cauce de la intensidad de su transporte, que esencialmente lava esos materiales durante las avenidas y genera acorazamiento de los lechos con material grueso.

La variación de los caudales medios mensuales, en el río Risaralda (estaciones La Virgen y Puente Negro) y río Mapa (La Bretaña), indican dos periodos húmedos, (abril - junio, y octubre - enero), y dos periodos secos, febrero a Marzo y de julio a septiembre. Para la construcción de las curvas de duración de caudales de estas tres estaciones se tuvo en cuenta el registro histórico de estaciones.

Tabla 31. Registro histórico de caudales medios mensuales estación La Bretaña

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PROMEDIO	9.60	8.27	8.53	12.38	14.93	12.57	9.29	7.19	8.68	13.73	17.17	13.63
MEDIANA	9.15	7.30	7.30	11.73	13.30	12.35	8.23	6.46	6.98	12.82	14.49	12.10
CUARTIL 1	5.47	4.30	5.65	8.76	11.30	8.68	6.31	4.87	5.61	9.27	12.45	9.91
CUARTIL 3	12.08	10.38	11.78	14.12	18.73	15.30	11.16	7.96	10.03	16.47	19.55	16.09
MÁXIMO	28.66	19.75	17.62	36.47	30.52	24.85	25.43	17.16	20.83	35.01	39.16	38.33
MÍNIMO	3.52	2.71	3.26	4.18	5.76	5.28	3.75	1.56	2.20	4.83	5.83	4.96

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017.

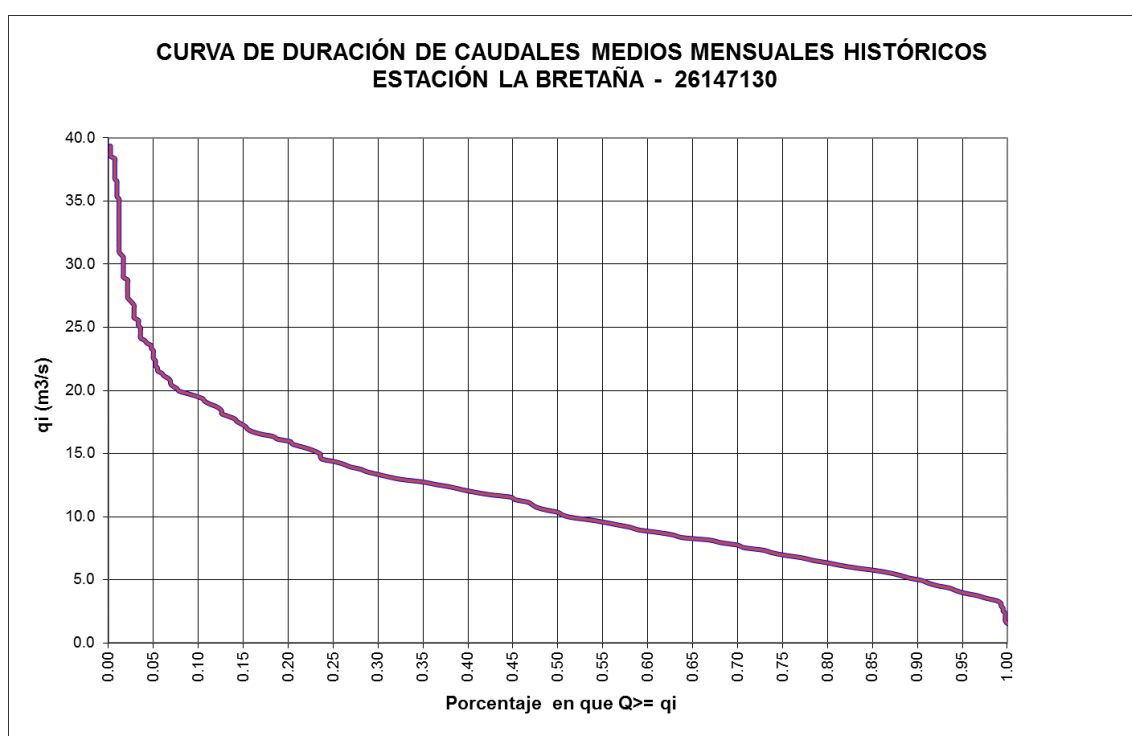


Figura 31. Curva de duración de caudales estación La Bretaña

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017.

Tabla 32. Registro histórico de caudales medios mensuales estación La Virgen

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PROMEDIO	13.38	12.13	13.92	20.06	23.21	19.93	14.23	13.20	15.79	20.12	22.82	18.82
MEDIANA	12.03	10.29	12.24	20.78	23.37	20.14	13.82	10.95	14.10	20.12	20.75	16.16
CUARTIL 1	7.40	8.13	8.53	14.46	17.50	17.96	10.39	8.98	10.08	15.06	17.94	14.28
CUARTIL 3	18.94	14.23	18.07	25.18	29.57	22.64	17.46	17.48	20.60	24.04	26.17	22.70
MÁXIMO	32.63	30.67	33.11	47.37	40.25	31.64	29.77	28.36	38.84	32.34	40.33	37.40
MÍNIMO	2.58	3.07	3.38	5.78	7.40	9.02	6.78	4.95	5.40	6.62	12.40	5.14

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017.

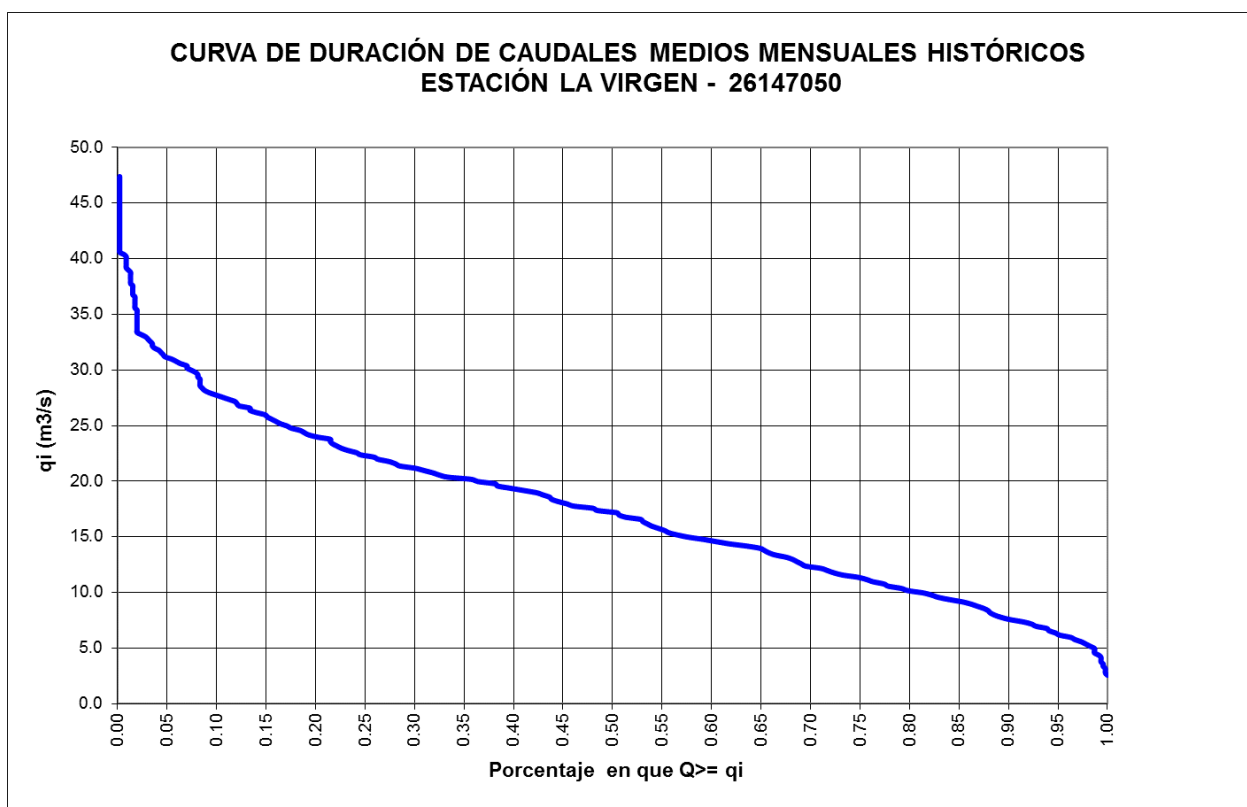


Figura 32. Curva de duración de caudales estación La Virgen

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017.

Tabla 33. Registro histórico de caudales medios mensuales estación Puente Negro

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PROMEDIO	21.90	20.01	21.05	31.19	38.03	34.79	24.91	21.84	23.33	31.20	38.73	30.91
MEDIANA	18.67	17.57	17.77	30.79	36.78	31.77	19.29	19.30	19.39	31.47	34.62	27.01
CUARTIL 1	14.31	13.66	13.55	22.55	27.82	22.77	16.44	13.65	15.87	22.47	25.12	19.51
CUARTIL 3	28.18	22.63	26.10	37.30	46.00	41.97	31.47	24.05	26.63	37.36	46.19	37.37
MÁXIMO	42.52	54.05	51.79	68.03	76.49	90.48	85.92	55.21	51.76	53.41	97.60	81.94
MÍNIMO	8.84	5.82	6.46	9.42	17.13	12.62	10.72	7.55	9.09	14.35	12.51	7.26

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017.

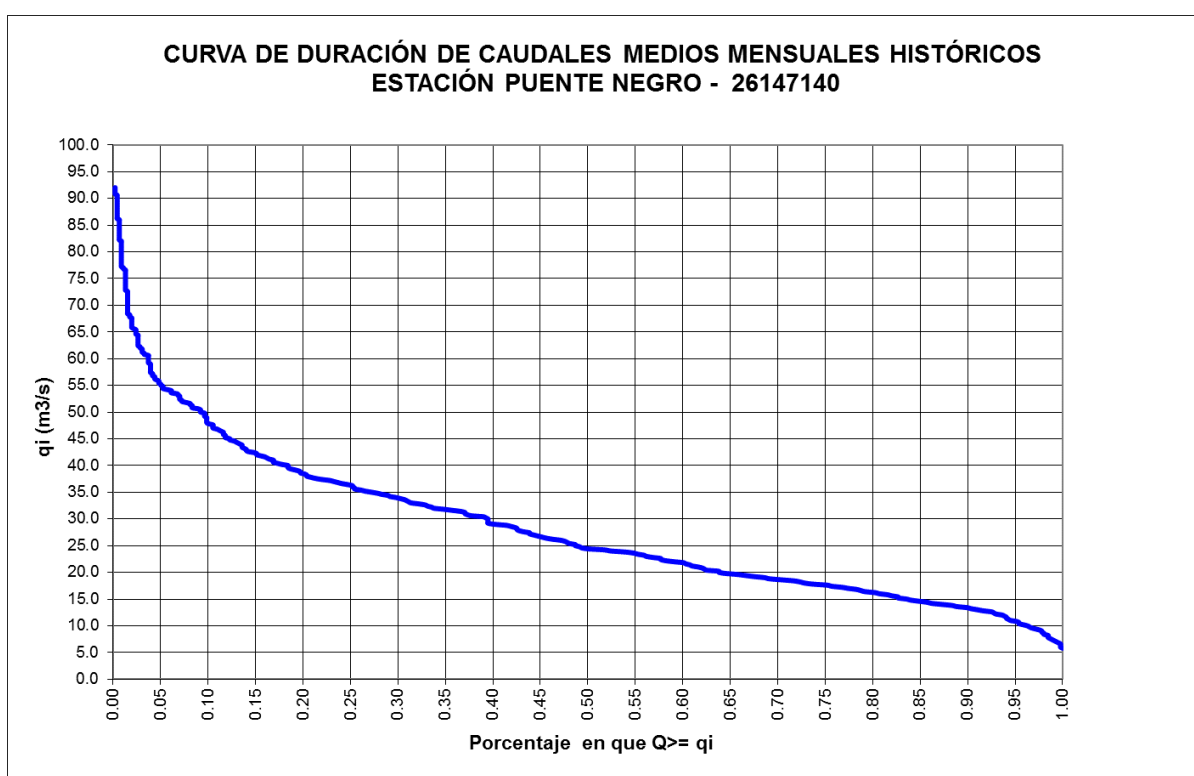


Figura 33. Curva de duración de caudales estación Puente Negro

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017.

En cuanto a la parte hidráulica, se debe considerar la naturaleza torrencial o no torrencial de una corriente, definida a partir del número de Froude, que involucra tanto la velocidad como la profundidad, en lugar de referirse únicamente a la velocidad de la corriente; este parámetro tiene que ver con el contenido de energía y el carácter dinámico del flujo.

El número de Froude es el cociente entre la velocidad del flujo, y la velocidad de las ondas de pequeña amplitud que se pueden formar sobre su superficie, que es la raíz cuadrada de la profundidad del flujo, multiplicada por la aceleración de la gravedad:

$$F = \frac{V}{\sqrt{gy}}$$

En cauces de llanura, F es inferior a 0.40, en tanto que en ríos torrenciales F está siempre dentro del rango $0.55 \geq F \leq 2.0$. En la naturaleza no se dan flujos supercríticos, ($F > 1.0$), por lo que los flujos que superan el valor de 0.55 se clasifican como “Casi-críticos”, y corresponden con los flujos de mayor velocidad que se pueden presentar en un cauce natural, (Ordóñez1). Para definir el carácter de la corriente, se puede utilizar la ecuación de Manning, en la forma propuesta por Ordóñez, en la referencia citada, reemplazando V y Y por sus equivalentes, q y F, ($q = V \cdot Y$) para calcular el caudal por unidad de ancho capaz de producir un número de Froude determinado en un canal con pendiente y coeficiente de Manning conocidos:

$$q_F = \frac{g^5 n^9}{S^{4.5}} F^{10}$$

El subíndice F, que se le ha dado al caudal por unidad de ancho q, significa que la ecuación produce el valor de “q” que debe tener el cauce, para que el número de Froude adquiera el valor de F. Por ejemplo, utilizando la pendiente inferior del río Risaralda, del 2%, y un coeficiente de Manning conservadoramente alto, como 0.05, obtenemos que el número de Froude superará el valor de 0.55 para valores de q por encima de 0.02 m³/seg/m; esto implica que para todos los casos prácticos, el flujo en el río Risaralda será siempre casi-crítico o torrencial.

La condición de flujo casi-crítico genera una serie de problemas en la modelación de los flujos torrenciales y en la interpretación de los fenómenos hidráulicos en este tipo de canales, particularmente en el caso de flujos de avenida. En efecto, la principal característica de los flujos con números de Froude entre 0.55 y 2.0, está en que la energía total del flujo está dentro de un rango de $\pm 10\%$ de la energía crítica, con lo cual el flujo es incapaz de decidir que profundidad debe tener, y genera una intensa inestabilidad de superficie, cuyos límites, de acuerdo con la teoría del flujo “Casi-crítico”, (Ordóñez, 2010), es como se muestra en la Figura 34.

1 Ordóñez, J.I. “El Régimen del Flujo y la Morfología de los Cauces Aluviales”. Publicaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2010.

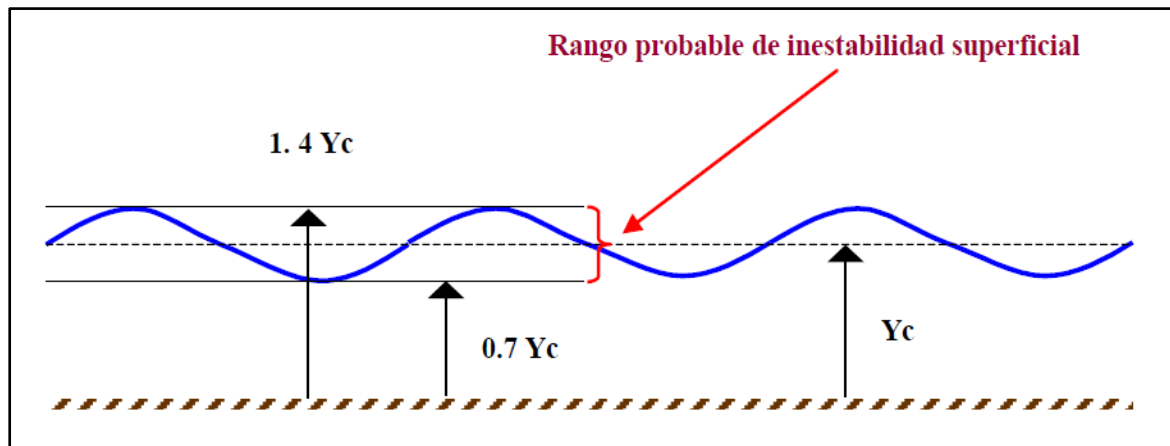


Figura 34. Inestabilidad superficial en fenómenos de flujo casi-crítico.
Fuente: Ordóñez, 2010.

Dado que la ecuación de flujo gradualmente variado produce una división por cero, para el caso $F = 1$, ningún modelo matemático puede dar respuestas para condiciones de flujo Casi-crítico; en estos casos, es preferible tener en cuenta el esquema de la figura 13, y calcular el valor promedio de la profundidad como la profundidad crítica Y_c , y la máxima altura del agua como $1.4Y_c$; y la velocidad máxima del agua, como el caudal por unidad de ancho “q”, dividido por el tirante mínimo, $0.7Y_c$. Esto genera la necesidad de determinar el valor de “q” en el canal, que desafortunadamente es variable en un canal abierto.

Para tener en cuenta este efecto, se puede utilizar el criterio desarrollado por Ordóñez con base en la observación de estos fenómenos en numerosas estaciones hidrométricas de primer orden en Colombia, y calcular el valor máximo del caudal por unidad de ancho con la siguiente ecuación:

$$q_{\max} = a \cdot q^n \quad (1)$$

Donde q_{\max} es el caudal máximo por unidad de ancho en la sección transversal del río, y q es el caudal promedio por unidad de ancho, valor teórico que resulta de dividir el caudal total por el ancho promedio de la sección de flujo. Los parámetros a y n son constantes que se han calculado estadísticamente para cauces naturales y aparecen en la Tabla 34. El valor de F para el sector de máxima concentración del flujo se puede calcular por la ecuación:

$$F_m = b_1 F + b_2 \quad (2)$$

Donde los valores de b_1 y b_2 se pueden obtener de la Tabla 42. Para cauces torrenciales se utilizarían los parámetros de la segunda fila.

Tabla 34. Parámetros para definir q_{max} y F_m según Ordóñez y Otros

TIPO DE RÍO	RANGO DE FROUDE	a1	n	b1	b2
CAUCE DE LLANURA	$F < 0.40$	1.551	0.984	0.85	0.01
RÍO TORRENCIAL	$F \geq 0.40$	1.271	1.271	0.71	0.10

Fuente: Ordóñez y otros, 2010

Con estos valores es posible definir en forma muy aproximada las características dinámicas del flujo a lo largo del recorrido del río, dado que las condiciones hidráulicas están dadas por las condiciones del flujo principal en la zona de mayor caudal por unidad de ancho en la sección. De hecho, en canales rectos, el caudal por unidad de ancho es mayor cerca del centro de la sección, en tanto que en canales curvos el caudal es mayor en el lado cóncavo de la sección y más bajo en el lado convexo. Como ejemplo, podemos ver que para el caudal medio de 12.76 m³/seg; considerando un ancho medio de 15 metros, tendríamos un valor de $q = 0.85$ m³/seg/m que da lugar a un valor $q_{max} = 1.271(0.85)1.271 = 1.03$ m³/seg/m; de donde la máxima altura que puede alcanzar el flujo en el centro del río o en una curva es de 1.45 m; la mínima es de 0.72m, y la máxima velocidad sería de $1.03/0.72 = 1.43$ m/seg.

4.7.8 Escorrentía de Caudales Máximos

Las condiciones climatológicas, hidrológicas y geomorfológicas de la parte alta del río Risaralda, aguas arriba de La Isla, determinan su carácter torrencial y generan un alto potencial para ocurrencia de avenidas súbitas, con gran aporte de carga sólida, que representan un potencial de ocurrencia de eventos de alta severidad por impacto sobre las poblaciones y la infraestructura expuesta. Aguas abajo las avenidas son menos torrenciales y corresponden más con las del régimen subcrítico

Las causas más frecuentes de las crecientes son las lluvias de larga duración y alta intensidad que pueden causar deslizamientos y derrumbes y resultar directamente en avenidas torrenciales con carácter de avalancha, donde grandes cantidades de escombros y sedimentos son transportados llevando el flujo a concentraciones muy altas de material sólido, superiores al 15% en volumen.

La base de datos usada hasta 1986 para estimar crecientes en el río Risaralda fue la estación de Buenos Aires, que operaba desde 1970; aunque no ha sido posible encontrar más datos para esa estación, los consultores procesaron la información actual, 2016, para las estaciones de Pte. Negro y La Bretaña, con base en la utilización de las 6 distribuciones de frecuencia normalmente utilizadas en Colombia, y seleccionando finalmente la mejor, de acuerdo con pruebas estadísticas usuales, siendo esta la distribución Gumbel. La Figura 35 muestra los resultados para todas las distribuciones utilizadas.

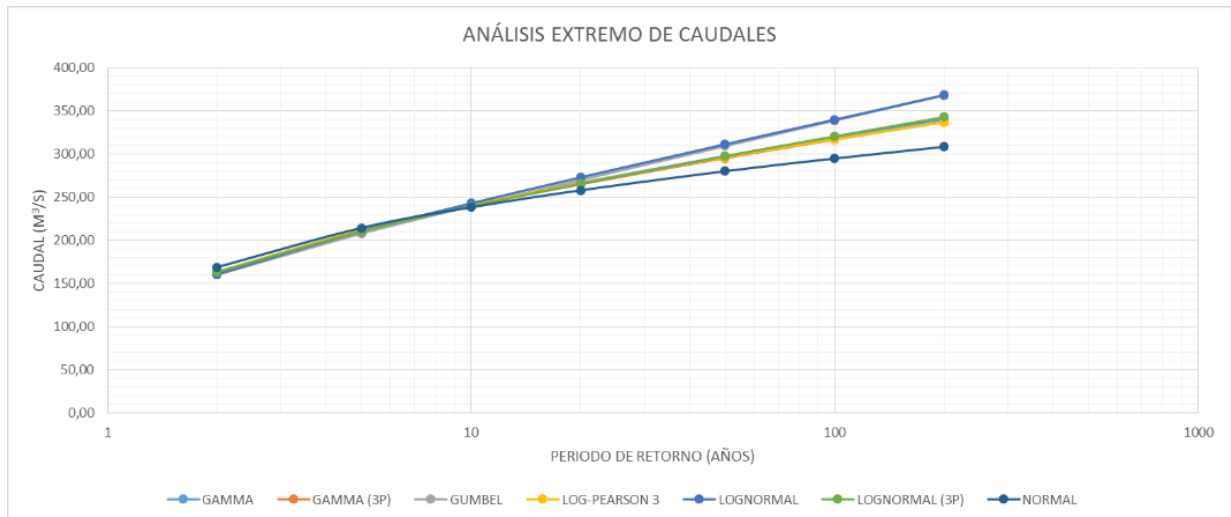


Figura 35. Curvas de frecuencia de caudales máximos estación Pte. Negro, 2016
Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

4.7.9 Escorrentía De Caudales Mínimos

En la misma forma, los caudales mínimos del río Risaralda para esas dos estaciones se obtuvieron mediante la aplicación de hasta 10 funciones diferentes de distribución de frecuencias, con los siguientes resultados.

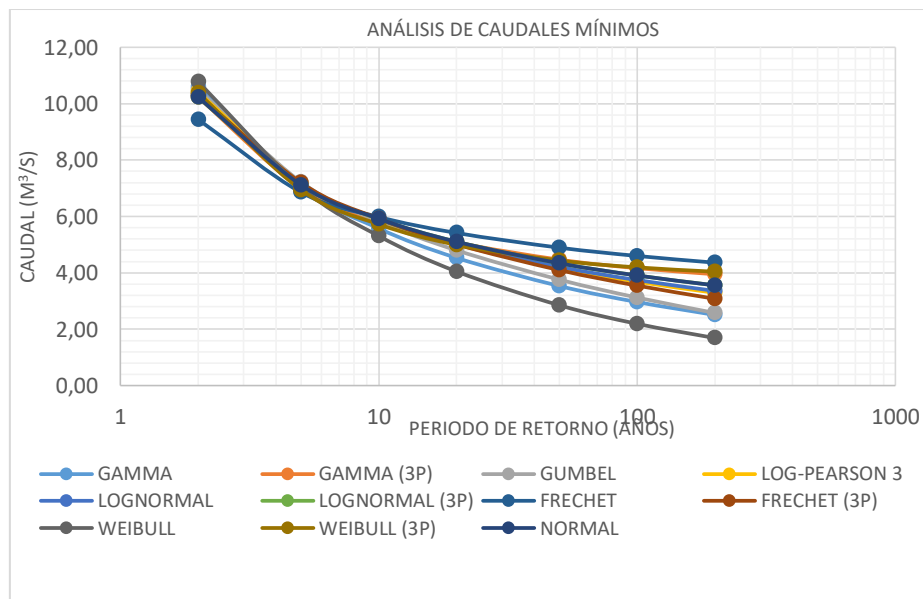


Figura 36. Curva de frecuencia de caudales mínimos en el río Risaralda, estación Puente Negro
Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

4.7.10 Transporte de sedimentos río Risaralda

El comportamiento fluviomorfológico de un Río depende en gran medida de las características y magnitud de la carga sólida que transporta. El transporte está compuesto por carga de arrastre y carga en suspensión: la primera está constituida por los materiales de grano grueso, cuyas partículas viajan parcialmente sustentadas por el lecho del Río; mientras que la segunda se compone de granos que se transportan sustentados por el flujo, dado su menor tamaño y peso.

Parte de la carga proviene del aporte de la erosión superficial de la cuenca, y su magnitud depende de las características geológicas, topográficas y climáticas de la misma, por lo cual no es función del caudal de la corriente, siendo necesario medirla directamente en el Río; es la "Carga de Lavado", conformada por partículas de pequeño diámetro, que se transportan primordialmente en suspensión. La carga restante es la "Carga de material del lecho", que se transporta tanto en arrastre como en suspensión, proviene del lecho mismo de la corriente, y su magnitud depende exclusivamente de la capacidad del flujo para transportarla, existiendo una relación biunívoca con el caudal que permite calcularla con precisión.

Carga medida:

Mediante aforos sólidos en las estaciones hidrométricas, es posible calcular la carga en suspensión correspondiente a material de "lavado", compuesto de materiales de limos, arcillas, y arenas muy finas. En la experiencia de los Consultores la carga de lavado corresponde aproximadamente al 50 % del total de la carga suspendida; en consecuencia, podría estimarse preliminarmente como de la misma magnitud de la carga suspendida del material del lecho. Un cálculo de este tipo se puede realizar para la estación de puente Negro, donde existen aforos sólidos del IDEAM. Sin embargo, esta carga no es representativa de la carga de materiales más gruesos, en el tamaño de gravas, ($D > 2$ mm), por lo cual el análisis de estos aforos no es adecuado para conocer las condiciones de explotación de materiales en los ríos Mapa y Risaralda.

Carga calculada:

Los ríos Mapa y Risaralda, cuyas condiciones sedimentológicas son de interés debido a la gran cantidad de concesiones de minería de materiales para construcción que se han otorgado, están desde hace varios años en estado latente de sobre-explotación de sus materiales de arrastre, particularmente e los rangos de material más grueso, que son las gravas, ($D > 2$ mm); por esta razón, los datos de aforos sólidos en las estaciones de medición del IDEAM, que incluyen únicamente materiales de la carga de lavado, y algunas arenas medias a finas, no son representativos de la carga de materiales que es necesario identificar, para juzgar sobre las posibilidades de explotación y las necesidades de control y ordenamiento de las concesiones mineras.

La carga de material del lecho en los rangos de arena y gravas, se determina mediante cálculo directo con ecuaciones de transporte como las del método de Einstein, utilizado anteriormente por el proyecto CARDER-CANADÁ en 1996. Dada la sobre-explotación a la que han estado sujetos los dos ríos en los últimos 20 años, la información anterior, del proyecto CARDER-CANADA resulta de mayor interés, que la que se pueda lograr con datos actuales de las estaciones de medición, o con cálculos realizados sobre la base de las condiciones hidráulicas actuales de los cauces y las granulometrías actuales de los lechos, que tienen que estar presentando una enorme variabilidad e inestabilidad.

Los resultados de CARDER-CANADA arrojaron cargas sólidas del orden de 675.000 Ton/año, en la parte alta, aguas arriba de La isla, en tanto que en la parte baja los resultados dieron alrededor de 350.000 Ton/año. Las diferencias reflejan más que todo el cambio de pendiente que se observa, y en cierta proporción, el cambio granulométrico. El problema crítico, para determinar con precisión la carga sólida, es el de obtener la distribución de tamaños, representativa del lecho real de la corriente en cada sitio; estas granulometrías no pueden obtenerse en forma más precisa sino después de varios años de mediciones repetidas en cada punto del río.

La carga sólida a todo lo largo del sector de estudio es posiblemente mayor de 350.000 Ton/año e inferior a 1'000.000 Ton/año, (debe recordarse que la variabilidad normal de la carga sólida promedio en un cauce aluvial oscila entre la mitad y el doble de los valores estimados). Se puede establecer también, que existe una activa depositación de sedimentos gruesos en la zona de quiebre de pendiente, que equivale en promedio al 50% de la carga inicial, representada en especial por tamaños en los rangos de arenas medias a gravas gruesas. El transporte de materiales de diámetro superior a 25 mm, (una pulgada), es muy limitado, por lo cual la minería de materiales de diámetro superior, presenta el riesgo de introducir un cambio granulométrico en el lecho a mediano plazo.

El proyecto CARDER-CANADÁ estimó la carga de acuerdo con los rangos de tamaños más importantes, y con esos resultados confeccionó la Tabla 35, que muestra el paulatino decrecimiento de la carga de materiales más gruesos, y el aumento progresivo de la carga de arenas, (0.0625-2.0 mm) :

Tabla 35. Carga sólida del río Risaralda por tamaño de partículas

TAMAÑO (mm)	DENOMINACIÓN	JUNIN		PUENTE NEGRO		EL CAIRO	
		Ton/Año	%	Ton/Año	%	Ton/Año	%
0.0625-2.00	ARENAS	55.000	8.2	75.000	21.1	135.000	39.1
2.00-16.00	GRAVAS M.	300.000	44.4	200.000	56.3	190.000	55.1
16.00-64.00	GRAVAS G.	270.000	40.0	50.000	14.1	20.000	5.8
64.00-256.00	CANTOS	50.000	7.4	30.000	8.5	0	0.0
TOTAL		675.000	100.0	355.000	100.0	345.000	100.0

Fuente: Proyecto CARDER-CANADÁ, 1996

Como se puede apreciar, la carga total de materiales no es muy grande, ni lo es la cantidad individual de gravas, arenas o cantos. La carga más grande corresponde a las gravas medias, entre 2.0 mm y 16.0 mm, de las cuales son explotables unas 100.000 Ton/año como máximo, o un volumen aproximado de 70.000 m³/año, a todo lo largo del río. La carga explotable de arenas sería seguramente otro tanto, pero únicamente en la zona cercana a la desembocadura del río. La carga más gruesa, de gravas y cantos, entre 2 y 25 cm de diámetro, solo debería explotarse en la porción aguas arriba, con una tasa de explotación del orden de 200.000 Ton/año o 140.000 m³/año.

Los estimativos de carga según el modo de transporte aparece en la Tabla 36, donde además se incluye el estimativo de la carga de lavado consistente en limos y arcillas, que se estima será igual a la carga de material del lecho en suspensión como ocurre en muchos ríos Colombianos.

Tabla 36. Carga sólida del río Risaralda según modo de transporte

TAMAÑO (mm)	DENOMINACION	JUNIN Ton/Año	Pte. NEGRO Ton/Año	EL CAIRO Ton/Año
0.0625 a 2.0	SUSPENSION	55.000	75.000	135.000
2.0 a 64.0	ARRASTRE	300.000	200.000	190.000
< 0.062	LAVADO	270.000	50.000	20.000
TOTAL		675.000	355.000	345.000

Fuente: Proyecto CARDER-CANADÁ, 1996

La Subcuenca del río Mapa, arroja una capacidad de transporte del orden de 230.000 Ton/año, calculada para la granulometría analizada sobre la muestra tomada en el sector Sinaí durante el viaje de campo. En forma similar, se ha estimado la carga para este río, de acuerdo con los rangos de tamaños más importantes, y se ha conformado en la Tabla 37.

Tabla 37. Carga sólida en el río Mapa según tamaños de partículas

TAMAÑOS (mm)	DENOMINACION	SECTOR SINAI Ton/Año	%
0.0625-2.00	ARENAS	110.000	48.0
2.00-16.00	GRAVAS M.	80.000	35.0
16.00-64.00	GRAVAS G.	40.000	17.0
64.00-256.00	CANTOS	0.00	
TOTAL		230.000	100.0

Fuente: Proyecto CARDER-CANADÁ, 1996

La carga sólida calculada corresponde nuevamente a la carga de material del lecho, y según los cálculos del Método de Einstein cerca del 35% es carga de arrastre y 65% es carga en suspensión; según esto, el estimativo de la carga de lavado sería igual al de la carga suspendida de material del lecho o sea 150.000 Ton/año, de limos y arcillas.

La carga explotable en este caso, de acuerdo con el proyecto CARDER-CANADA de 1996, sería del orden de 150.000 Ton/año de las cuales el 50% serían arenas y el 50% gravas con tamaños inferiores a 50 mm. Cualquier

explotación adicional a partir del lecho mismo de la corriente podría desestabilizar seriamente el cauce. La explotación en vega es estrictamente minería, y esos materiales no serán reemplazados por la carga sólida de la corriente.

Además de estos cálculos, que fueron hechos en forma específica para estos ríos, en una época reciente, pero cuando los ríos no se encontraban en un estado tan avanzado de deterioro debido a la sobre-explotación de sus lechos, los Consultores del POMCA del río Risaralda pudieron también consultar estudios más recientes aunque menos concluyentes que el anteriormente citado, por las razones ya establecidas, y estudios más generales de toda la cuenca del río Cauca, como los que se han realizado en los últimos años en relación con la sedimentología del Proyecto hidroeléctrico de Ituango. Los tres estudios conducen al mismo resultado, que ha sido reportado en otros capítulos del POMCA, y que se resumen aquí para la situación actual:

La producción anual promedio de sedimentos en la cuenca del río Cauca en Colombia es del orden de 995 toneladas por año por kilómetro cuadrado, de la cual menos del 18% es carga de gravas y materiales gruesos, mayores de 2mm; eso quiere decir que la producción total de sedimentos gruesos apenas llega a 179 toneladas por año kilómetro cuadrado, sin embargo, es necesario anotar que no es posible explotar la totalidad de la carga sedimentológica de un río, ya que los valores promedio del cálculo tienen una variabilidad entre el 50% por defecto y el 100% por exceso, de lo cual se deduce que hay años en los cuales la carga es apenas del 50% del total, y en esos años el cauce recibiría una drástica sobre excavación. Por lo anterior, es necesario limitar la extracción al 50% de la producción media de los cauces, es decir en la cuenca del río Cauca se debería restringir a solo 90 toneladas por kilómetro cuadrado, de gravas.

De lo anterior se deduce que, por ejemplo para una subcuenca de solo 287 km² como la cuenca del río Mapa, no es posible soportar en total más de 25,830 toneladas al año, o alrededor de 2,152.5 Ton/mes de materiales gruesos. En carga volumétrica es necesario considera que cada tonelada representa apenas 0.67 m³ de modo que eso limita la extracción a menos de 1,435 m³/mes. Dado que el río apenas presenta 22 km de zona plana disponible para la extracción de materiales, eso limita además las concesiones a 65 m³/mes/km. Este es posiblemente el tamaño de una explotación artesanal grande, pero no tiene el nivel de una explotación industrial de tamaño pequeño.

Dado que la extracción de material de gravas de la planicie aluvial la destruye completamente, este tipo de operación que es pura minería, ya que el material nunca sería repuesto por el río, ni los socavones podría ser rellenados de nuevo, debe ser totalmente prohibida, dado que afecta todos los demás usos posibles del suelo que serían en todo caso más rentables.

4.7.11 Oferta hídrica superficial mediante implementación de un modelo lluvia-escorrentía

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados y las condiciones hidroclimatológicas de la cuenca, se llevó a cabo el modelo de lluvia escorrentía con el software WEAP, siendo una herramienta computacional desarrollada por el Stockholm Environment Institute (SEI) para la planificación integrada de recursos hídricos, cuyo objetivo es asistir a los planificadores en la toma de decisiones a través de un marco comprensivo, flexible y de uso fácil para la planificación y análisis de políticas relacionadas con el recurso hídrico.

A través de su interfaz gráfica, pueden analizarse un amplio rango de temas e incertidumbres, como aquellos relacionados con el clima, las condiciones de la cuenca, proyecciones de demanda, condiciones regulatorias, objetivos de operación e infraestructura disponible.

WEAP funciona usando el principio básico de balance de masa, el cual puede ser utilizado para sistemas municipales y agrícolas, a una sola cuenca o complejos sistemas de cuencas hidrográficas, (Nacionales y Transfronterizas). Adicionalmente, puede simular una amplia gama de los componentes naturales e intervenidos de estos sistemas, incluyendo escorrentía por precipitación, flujo base, y recarga de aguas subterráneas por precipitación; análisis de demandas sectoriales; conservación del agua; derechos de agua y prioridades de asignación, operaciones de los embalses; generación de hidroelectricidad; seguimiento de la contaminación y calidad de las agua; evaluaciones de vulnerabilidad, requisitos de los ecosistemas e incluso un módulo de análisis financiero, permitiendo que el usuario realice Análisis Económico para los proyectos de gestión de recursos hídricos.

Entre los datos climáticos requeridos por WEAP se encuentran precipitación, temperatura, humedad, viento y latitud. Adicionalmente, requiere datos de caudales medidos en la corriente para llevar a cabo la calibración del modelo. Dado el caso que exista estructuras físicas de control y aprovechamiento al interior de la cuenca, también se debe incorporar esta información al modelo.

La información climática utilizada para el modelo se obtuvo por medio de los polígonos de Polígonos de Thiessen para la interpolación de la información disponible en diferentes estaciones ubicadas en el área de influencia de la cuenca del río Risaralda.

Adicionalmente, se requiere la de demanda del área de análisis, bien sea por sus componentes naturales (usos del suelo) como por las intervenciones humanas (concesiones, por ejemplo).

Para definir los catchments se tuvo en cuenta la sectorización hidrográfica de la cuenca de Risaralda, y fajas de altitud cada 250 metros, para obtener así 285

catchments, los cuales se nombraron con códigos únicos e irrepetibles indicando en cada uno la faja de elevación a la que corresponde.

4.7.12 Construcción del modelo

A continuación, se describen los elementos usados del modelo WEAP para representar los componentes de la cuenca del río Risaralda, bien sean naturales o construidos.

Red hídrica superficial, la red hídrica superficial está constituida por los cauces principales del río Risaralda y sus principales tributarios.

Unidades de Demanda Urbana (UDU), se refiere principalmente a los centros urbanos de mayor tamaño que se abastecen del río Risaralda (incluyendo sus tributarios). Estas UDU en su gran mayoría se encuentran asentadas dentro de los límites de las cuencas en estudio. Los sitios de demanda definidos en el modelo fueron los municipios de Pereira y Dosquebradas, por ser estos los principales usuarios del recurso en la cuenca, pues como se mencionó se abastecen del río Risaralda en un 100% y 70%, respectivamente.

Unidades de Demanda Hidroeléctrica (UDHE), se refiere a las centrales hidroeléctricas ubicadas a lo largo del cauce del río como la captación realizada por la Empresa de Energía de Pereira para tal fin.

Unidades básicas de modelación (Catchment), como se mencionó en el punto anterior, se definieron un total de 285 catchments a lo largo de la cuenca del río Risaralda.

Canales de derivación, este elemento representa los diferentes canales por donde se extrae el agua requerida por las UDHE para generación energética.

Conducciones de agua, este elemento hace referencia al conjunto de estructuras necesarias para captar y transportar el agua desde el río hasta la UDU o UDHE que la requiere, básicamente abarca la bocatoma, la aducción y la conducción.

Flujos de retorno, este elemento hace referencia al conjunto de estructuras cuya función es transportar, evacuar y descargar sobre una fuente de agua superficial o en una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) las aguas residuales provenientes principalmente de las UDU.

Demanda de agua por caudal ecológico, con este elemento se busca garantizar la demanda de caudal ecológico aguas abajo de las bocatomas de los principales centros poblados asentados en el área de influencia de las cuencas de interés.

Estaciones de medición de caudal, este elemento permite la representación de estaciones hidrológicas (Limnimétricas y Limnigráficas) que miden caudales sobre las corrientes de agua superficiales. Allí se incorporan datos de caudales

observados, los cuales servirán en una etapa posterior para la calibración del modelo hidrológico del SSD WEAP.

4.7.13 Parámetros para la calibración del modelo

Anteriormente se mencionaron los parámetros evaluados en el modelo doble balde para calcular la escorrentía de cada uno de los Catchments, los cuales son los mismo usados para la calibración del modelo; es decir para generar en el modelo las condiciones según las características propias de la zona donde se lleva a cabo la modelación. Es importante resaltar que este método considera que en la capa superior del suelo se incluyen los aportes de precipitación y derretimiento de hielo, además de la irrigación, y la evapotranspiración y los flujos de caudal se consideran como pérdidas desde la cuenca o área. También se considera la percolación hacia la capa más profunda, la cual es calibrada para mejorar la simulación del flujo base en la cuenca.

Así las cosas, la escorrentía total se define como la suma de la escorrentía directa y la superficial, la escorrentía sub-superficial representada por el modelo y el flujo derivado de las capas del suelo más profundas.

Los parámetros mencionados pueden variar de acuerdo a las propiedades del suelo, la vegetación y otros. Al momento de calibrar también se debe tener en cuenta la escala de tiempo con la cual está corriendo el modelo, dado que la sensibilidad de los parámetros no será la misma a una escala de tiempo mensual que a una diaria, como se explica en el siguiente capítulo.

Para calibrar el modelo se busca una combinación de los parámetros hidrológicos que ya está incluidos en la ecuación interna del método doble balde con el cual se realiza el balance para calcular la escorrentía superficial, por tanto mediante un análisis de sensibilidad teniendo en cuenta las condiciones particulares de la zona de estudio, se identifican los parámetros que tienen mayor incidencia en el caudal de las corrientes.

Así las cosas, el ajuste de los caudales pico se logra mediante el ajuste de la escorrentía superficial la cual es directamente afectada por el Factor de resistencia a la escorrentía (RRF) y la Conductividad de zona de raíces (K_s), mientras que los caudales base mediante la Dirección preferencial de flujo (f) y la Conductividad de zona profunda (K_d).

A continuación, se encuentran los rangos y valores por defecto del modelo para cada una de las variables para el cálculo de la lluvia escorrentía (Tabla 38).

Tabla 38. Valores por defecto de WEAP para usos del suelo

Variable	Rango	Valor por defecto
Kc	> 0	1
RRF	0 - 1000	2
Ks		20 mm
f	0 - 1	0.15
Sw	> 0	1000
Dw	> 0	1000
Deep Cond.	> 0.1	20 mm
Z1	0 - 100%	30%
Z2	1 - 100%	30%

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017.

Como ya se señaló los valores para las variables mencionadas cambian dependiendo la escala de tiempo en la cual se corra el modelo, en este caso se cuenta con un modelo con datos climáticos diarios y otro con estos mismos datos pero agregados para correrlo a escala de tiempo mensual.

Para evaluar los resultados de la calibración del modelo se puede usar diferentes índices para caracterizar el comportamiento de la cuenca, en este caso se usaron: a) Coeficiente de Nash-Sutcliffe; b) Error cuadrático medio y c) BIAS, a continuación se explica cada uno de ellos:

- **Coeficiente de Nash-Sutcliffe**

Esta medida propuesta por Nash y Sutcliffe (Nash y Sutcliffe, 1970) busca establecer la eficiencia del modelo para predecir los caudales en comparación con la utilización de la media como predictor de la variable. Un coeficiente de NS = 0 implica que el modelo pronostica los caudales de igual forma a como lo haría la media de los datos observados, un NS negativo implica que la media es mejor predictor y un NS mayor a 0 implica que el modelo es mejor predictor que la media.

$$NS = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{m_i} - Q_{s_i})^2}{\sum_{i=1}^n (Q_{m_i} - \overline{Q_m})^2}$$

Donde:

n = número de datos

Q_s = caudal simulado
 Q_m = caudal medido

Los valores representados por este índice son decimales alrededor de uno (1), así, un valor igual a uno (1) corresponderá a un perfecto modelo de gestión, el

valor cero (0) indicaría que el modelo de predicciones es tan preciso como la medida de los datos observados.

- **Error cuadrático medio**

El ECM se define como el promedio del cuadrado de la diferencia entre la medida estimada y la original. Cuando el valor de este índice es cero (0) implica una modelación perfecta, y para valores mayores a cero el ECM se utiliza para comparar modelaciones distintas de la misma variable. El ECM se define de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$ECM = \frac{\sum_{i=1}^n (Qm_i - Qs_i)^2}{n}$$

BIAS

El “bias” o seso estadístico es el promedio de la diferencia entre los valores medidos y los valores estimados. Es utilizado para evaluar la existencia de errores sistemáticos de sub o sobreestimación de la variable modelada. Su fórmula es similar a la del ECM pero a diferencia de esta no incluye el término cuadrático, por lo que se ve menos influenciado por diferencias entre los caudales máximos simulados y observados, ya que el ECM amplifica estos errores.

$$BIAS = \frac{\sum_{i=1}^n Qm_i - Qs_i}{n}$$

RSR

El índice RSR incorpora los beneficios del índice de error estadístico e incluye un factor de normalización, así los resultados estadísticos y los valores reportados pueden ser aplicados a varios factores. Un RSR igual a cero (0) indica un modelo de simulación perfecto.

$$RSR = \frac{RMSE}{STDEV_{obs}} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y_i^{sim})^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y_i^{mean})^2}}$$

- **Calibración modelo escala de tiempo diario**

En la siguiente tabla se encuentran los valores de las variables del método doble balde ajustados para cada una de las coberturas de la cuenca con los cuales se llevó a cabo la calibración del modelo diario (ver Tabla 39).

Tabla 39. Valores parámetros uso del suelo para calibración del modelo diario

Cobertura	Kc	RRF		Ks		f	Sw	Dw*	Deep Cond.*	Z1	Z2*
		Max.	Min.	Max.	Min.						
Agrícola	0.95	0.8	1.5	500	400	0.6	120	250	8	30	30
Bosque	0.9					0.4	170			35	
Café	0.93					0.6	120			30	
Paramo	0.85					0.4	140			30	
Zonas Urbanas	0.71					0.9	90			10	
Pastos	0.75					0.65	115			25	
Aguas abiertas	0.7					0.5	150			20	
Rocas desnudas	0.7					0.8	90			10	
Suelos degradados	0.7					0.7	90			10	

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017.

*Aplica en general para toda la cuenca

En la Figura 37 se observa el comportamiento del caudal en el punto Estación Puente Negro del caudal diario observado y el modelado por WEAP después de realizar los ajustes de calibración para el período 1997-998.

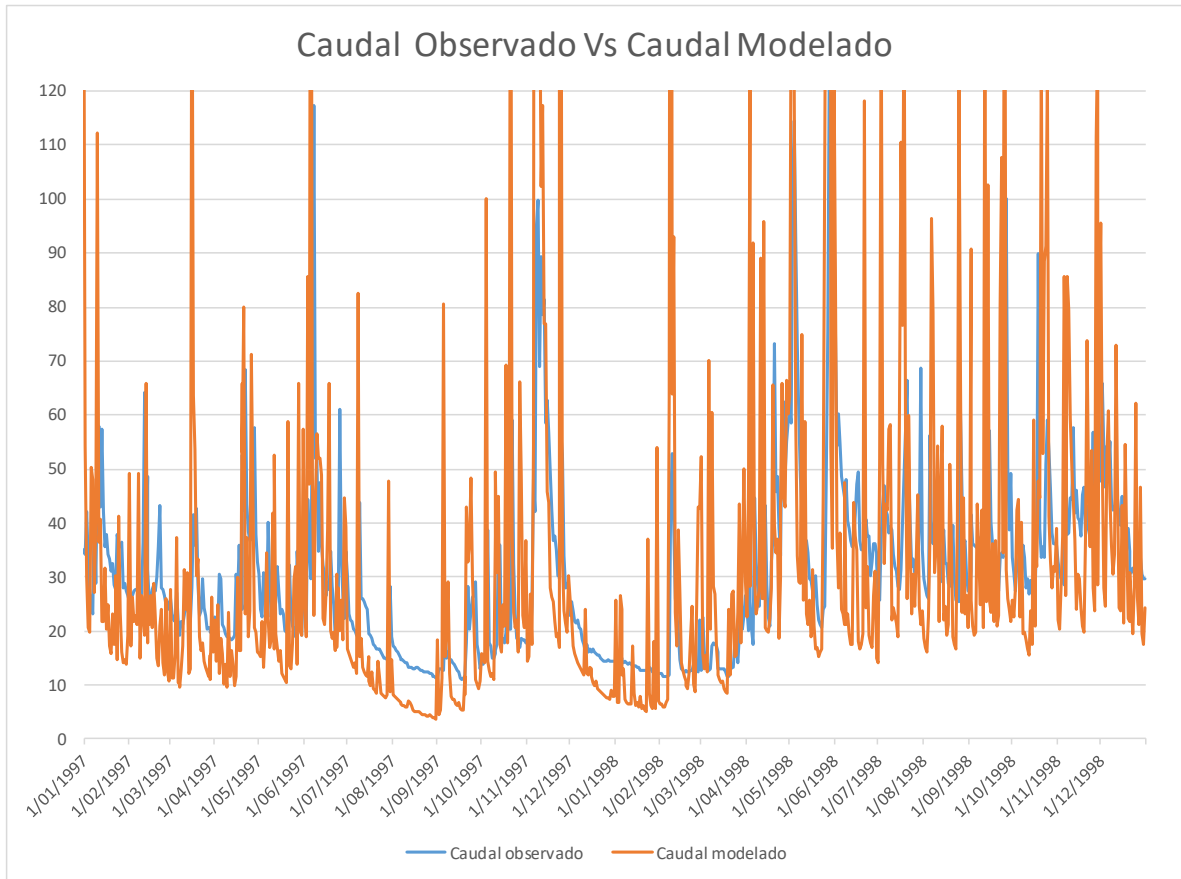


Figura 37. Comparación de Caudales en la Estación Punte Negro para los años 1997-1998

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017.

Adicionalmente, en la Figura 38 se puede observar el comportamiento del caudal en el punto Estación Punte Negro del caudal diario observado y el modelado por WEAP después de realizar los ajustes de calibración para el período 2010-2011.

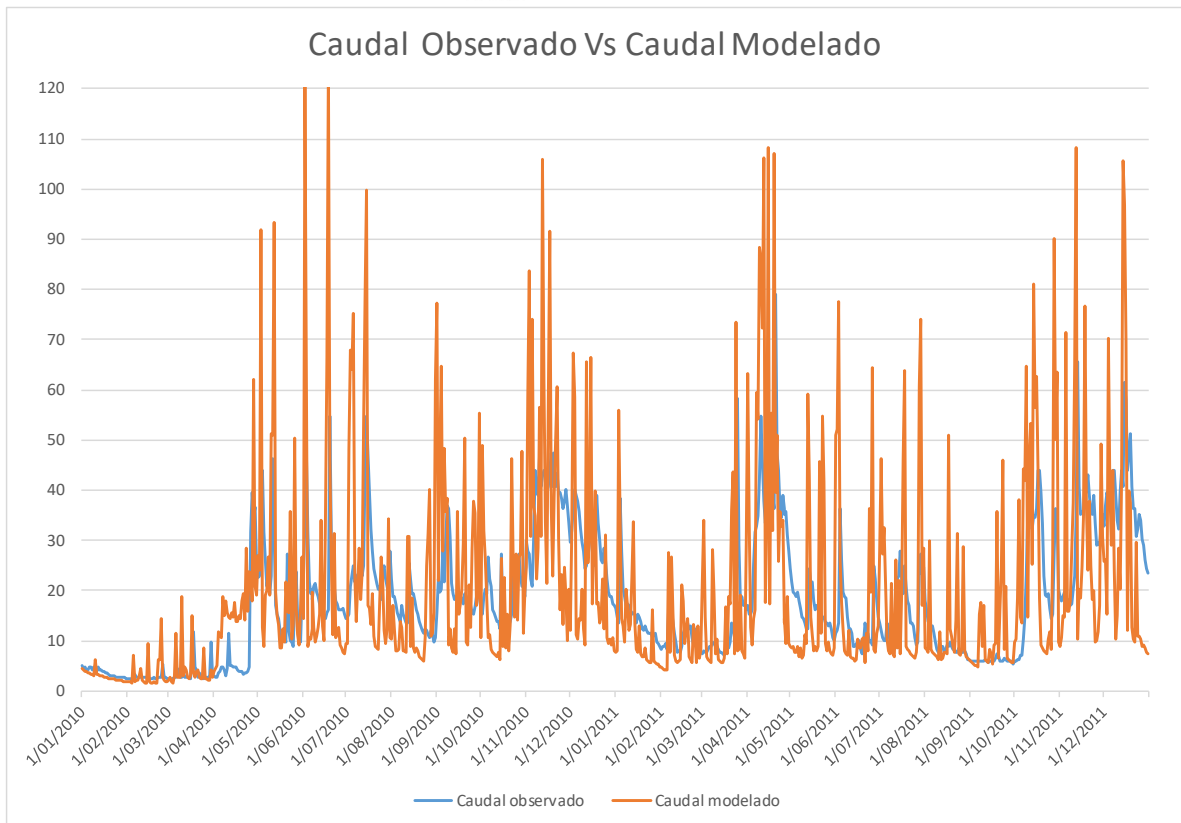


Figura 38. Comparación de Caudales en la Estación Puente Negro para los años 2010 – 2011

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017.

Respecto a la calibración, la Figura 39 muestra los caudales en el punto Estación La Virgen del caudal diario observado y el modelado por WEAP después de realizar los ajustes de calibración para el período 1997-998.

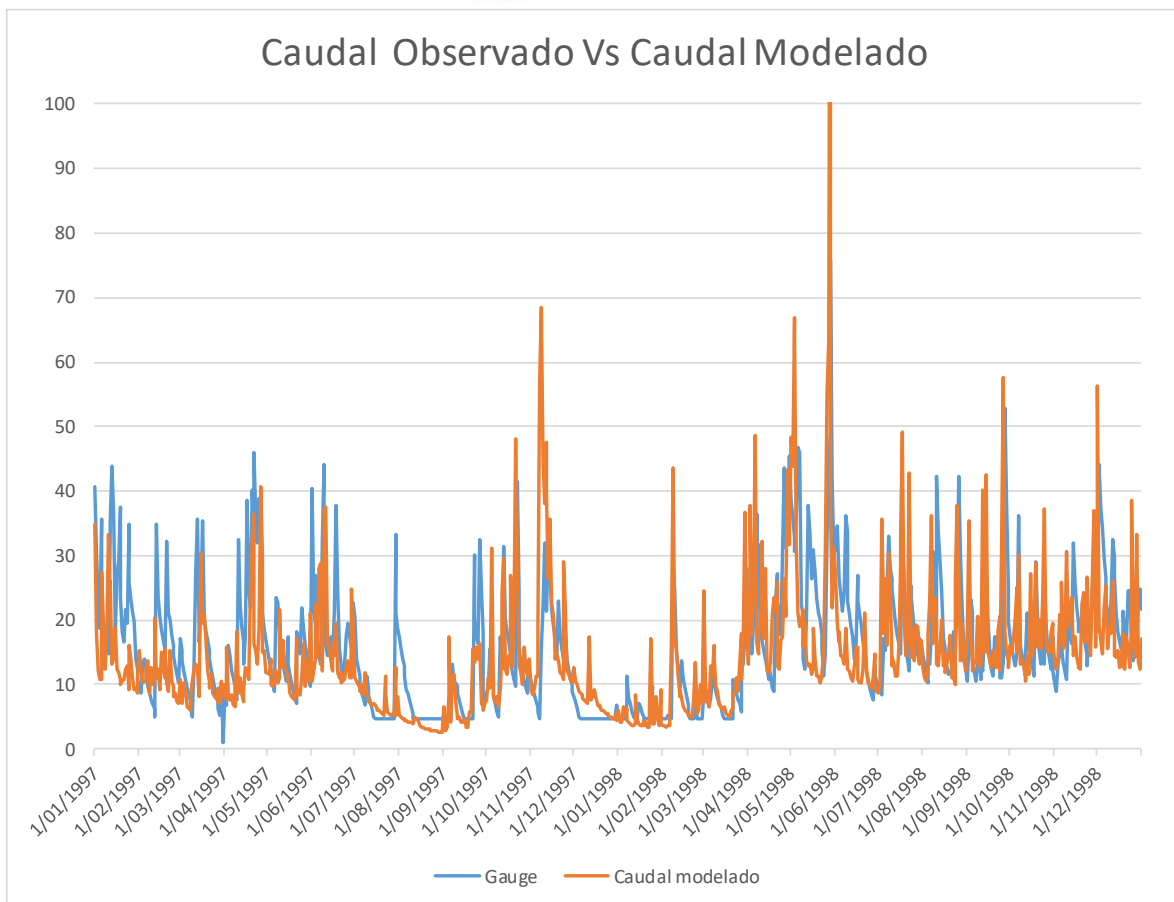


Figura 39. Comparación de Caudales en la Estación La Virgen para los años 1997-1998
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017

Por su parte la Figura 40 muestran los caudales en el punto Estación La Virgen del caudal diario observado y el modelado por WEAP después de realizar los ajustes de calibración para el período 2010-2011.

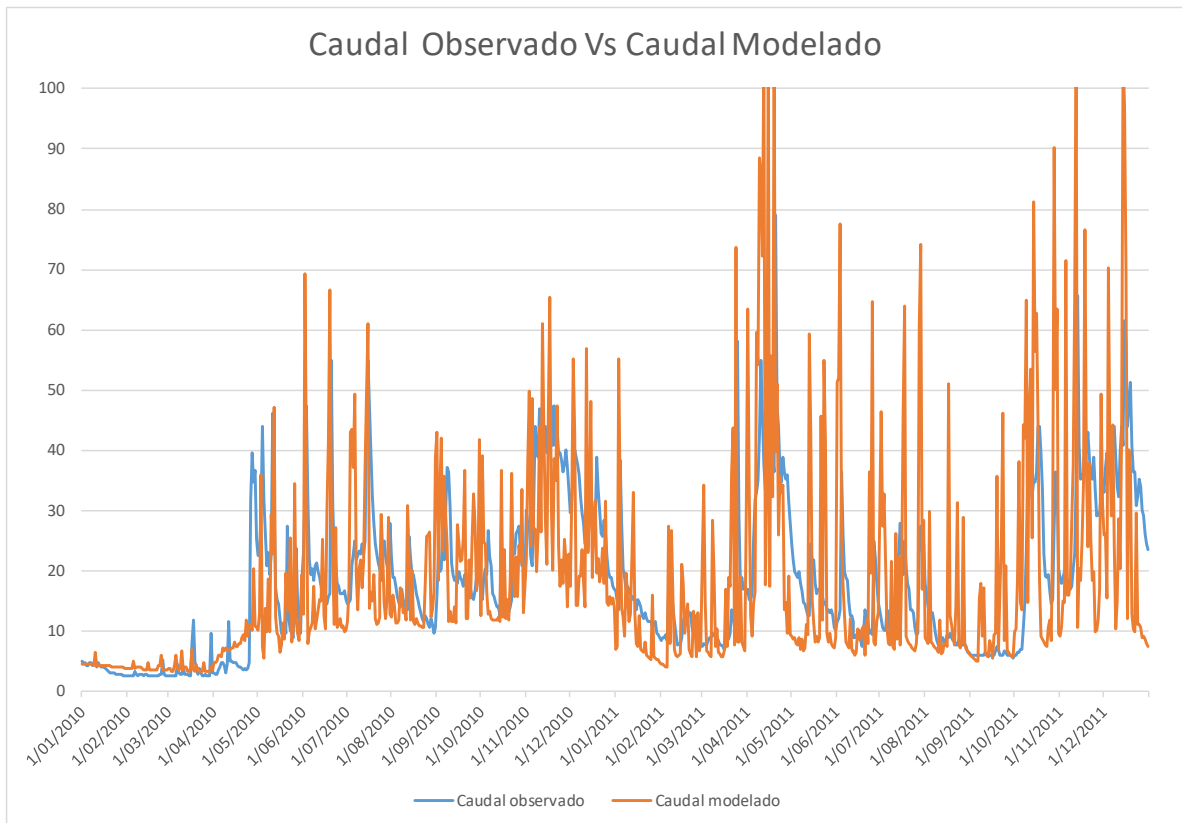


Figura 40. Comparación de Caudales en la Estación La Virgen para los años 2010-2011
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017

Respecto a los índices de calibración para la estación localizada sobre el río Mapa, la Figura 41 muestran los caudales para escenario de calibración en el período 1997-1998.

Por su parte la Figura 42 muestran los índices y caudales para escenario de calibración en el período 2010-2011.

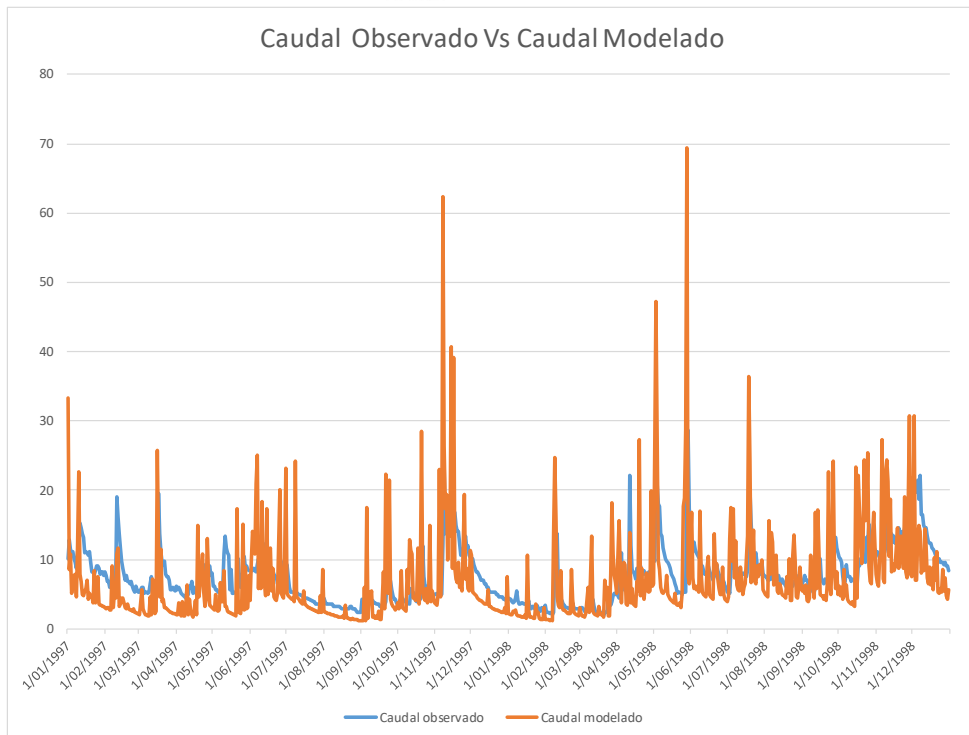


Figura 41. Comparación de Caudales en la Estación La Virgen para los años 1997-1998
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017

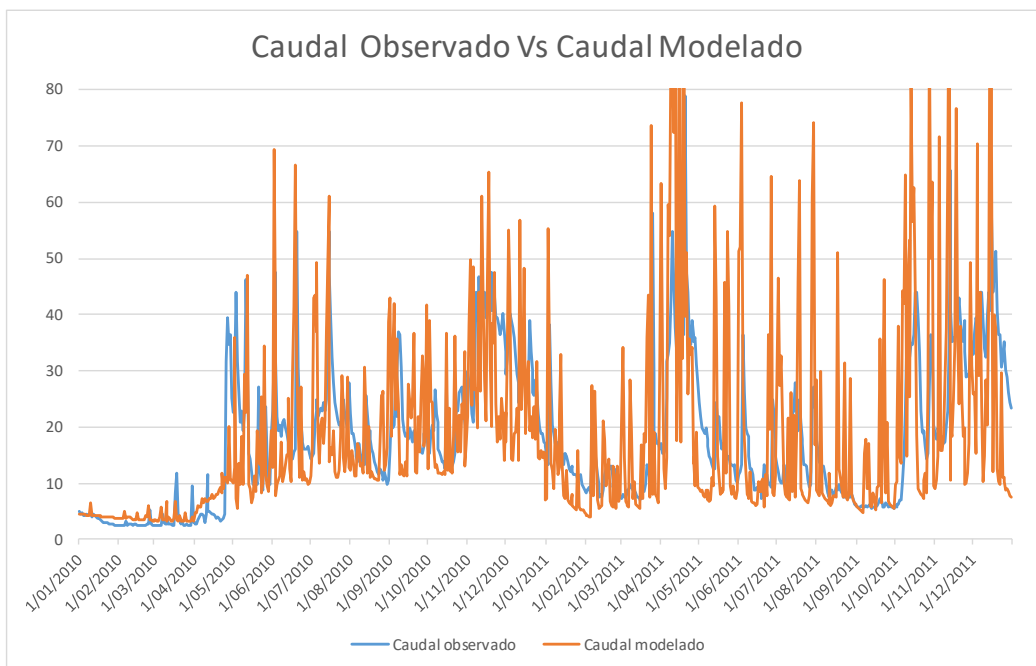


Figura 42. Comparación de Caudales en la Estación La Virgen para los años 2010-2011
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017

4.7.14 Calibración modelo escala de tiempo mensual

En la siguiente tabla se encuentran los valores de las variables del método doble balde ajustados para cada una de las coberturas de la cuenca con los cuales se llevó a cabo la calibración del modelo mensual (ver Tabla 40).

Tabla 40. Valores parámetros uso del suelo para calibración del modelo mensual

Cobertura	Kc	RRF		Ks		f	Sw	Dw*	Deep Cond.*	Z1	Z2*
		Max.	Min.	Max.	Min.						
Aguas continentales	1	0.8	1.5	500	400	0.5	150	800	80	20	30
Áreas abiertas sin o con poca vegetación	1					0.5	140			35	
Áreas agrícolas heterogéneas	0.95					0.6	120			30	
Áreas con vegetación herbácea y arbustiva	0.95					0.6	120			30	
Bosques	0.9					0.4	170			35	
Cultivos permanentes	0.85					0.6	120			25	
Cultivos transitorios	0.85					0.6	120			20	
Pastos	0.75					0.65	115			25	
Zonas de extracción minera y escombreras	0.8					0.7	90			10	
Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	0.71					0.9	90			10	
Zonas urbanizadas	0.71					0.9	90			10	

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016
*Aplica en general para toda la cuenca

En la Figura 43 se observa el comportamiento del caudal en el punto Estación Puente Negro del caudal mensual observado y el modelado por WEAP después de realizar los ajustes de calibración para el período 1997-2013.

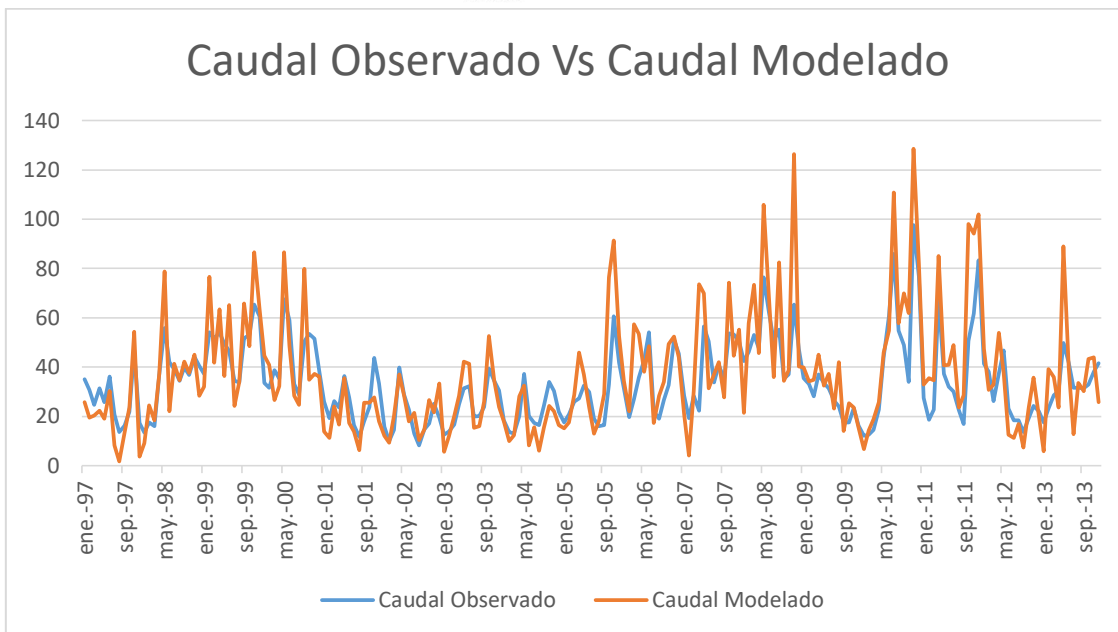


Figura 43. Comparación de Caudales en la Estación Puente Negro para los años 1997-2013.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017

Respecto a la calibración en la estación La Virgen, la Figura 44 muestra los caudales en el punto Estación La Virgen del caudal mensual observado y el modelado por WEAP después de realizar los ajustes de calibración para el período 2006-2011.

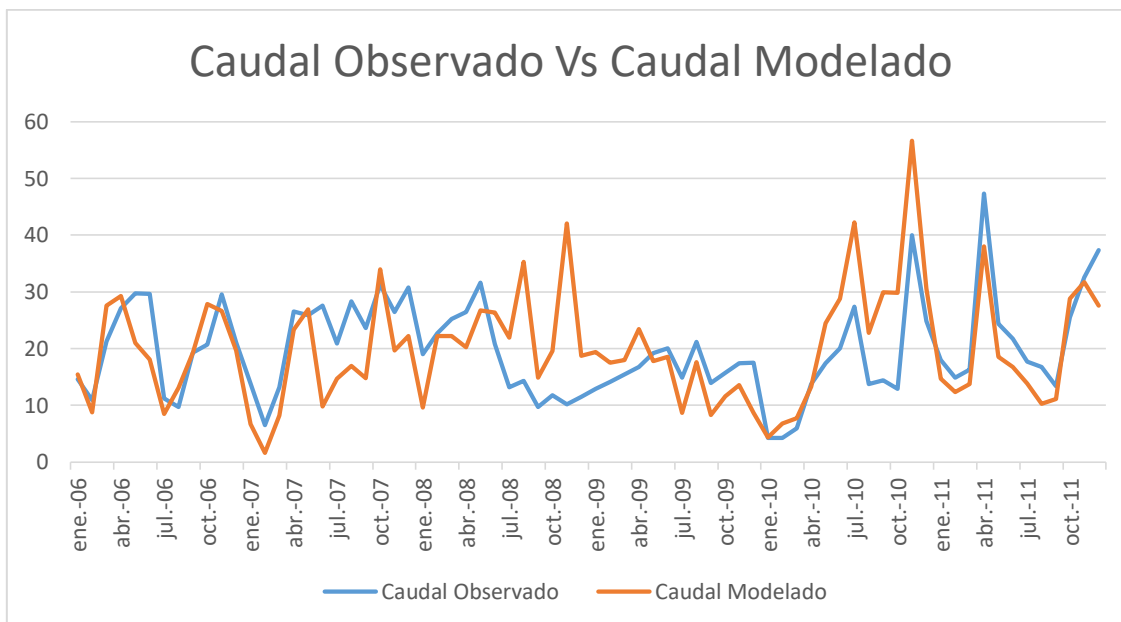


Figura 44. Comparación de Caudales en la Estación La Virgen para los años 2006-2011

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017

Respecto a los índices de calibración para la estación localizada sobre el río Mapa, la Figura 45 muestran los caudales para escenario de calibración en el período 2005-2013.

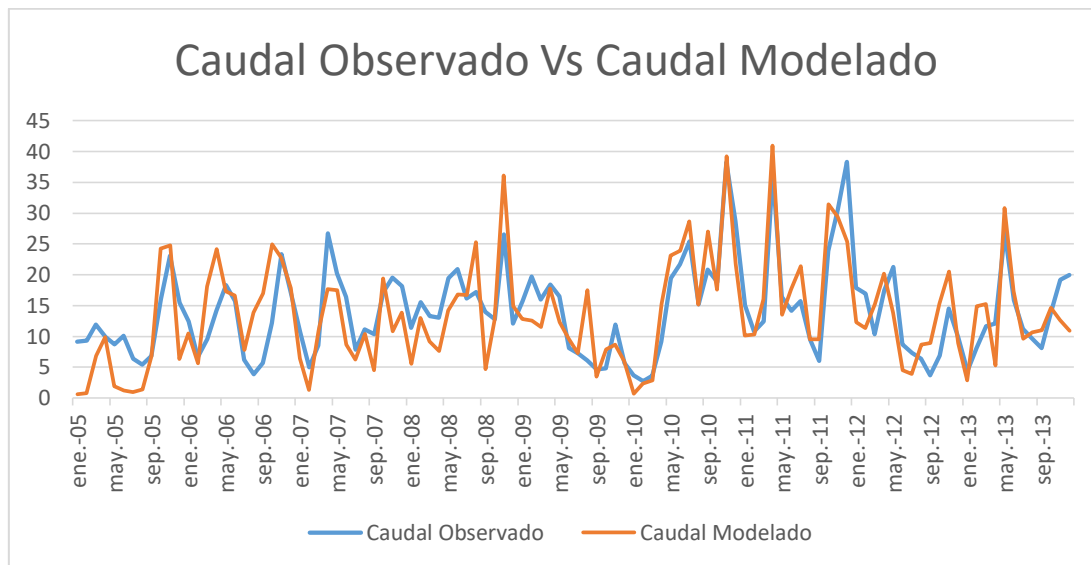


Figura 45. Comparación de Caudales en la Estación Bretaña para los años 2005-2013
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017

Resultados de la modelación a escala diaria

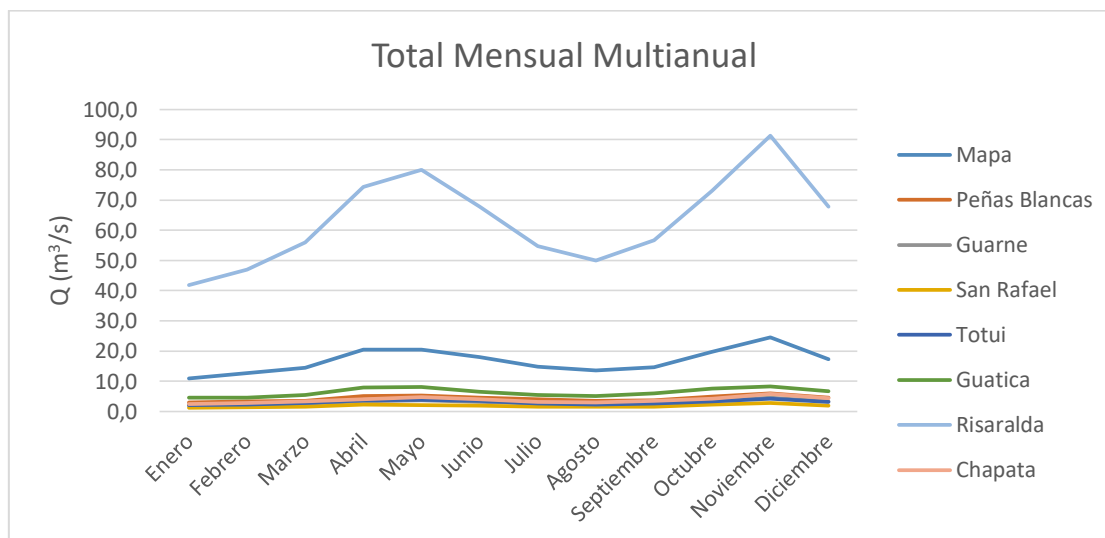


Figura 46. Caudal promedio diario desembocadura principales tributarios del río Risaralda

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017

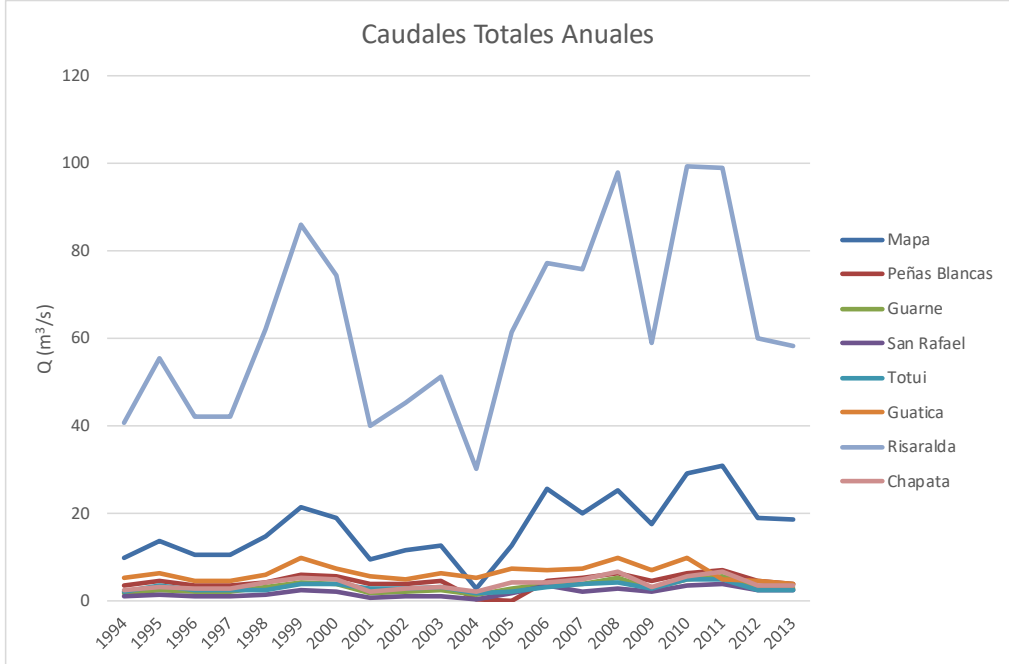


Figura 47. Caudal medio anual desembocadura principales tributarios del río Risaralda
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017

Resultados de la modelación a escala mensual

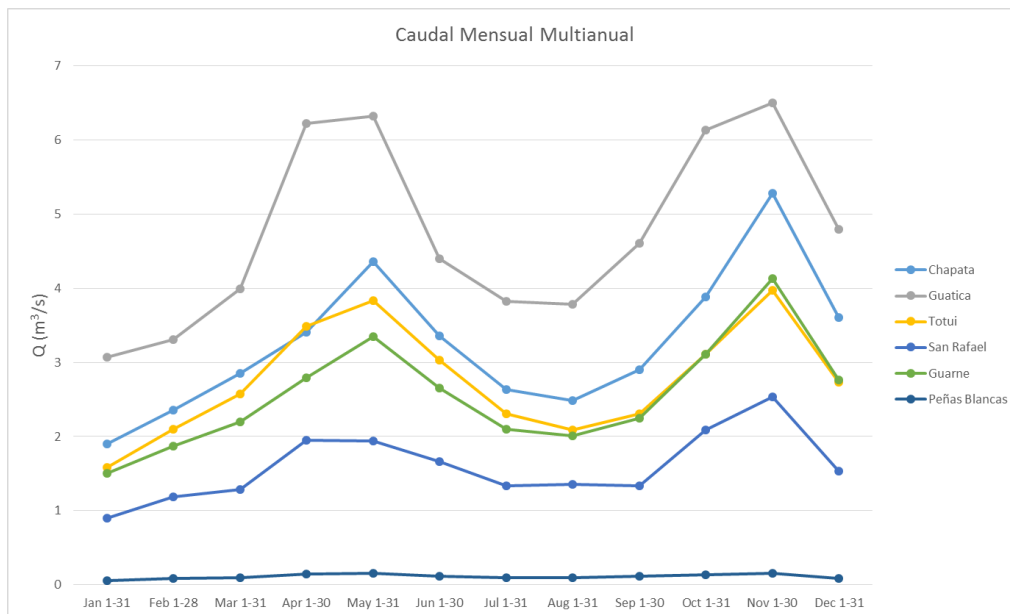


Figura 48. Caudal promedio mensual desembocadura principales tributarios del río Risaralda

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017

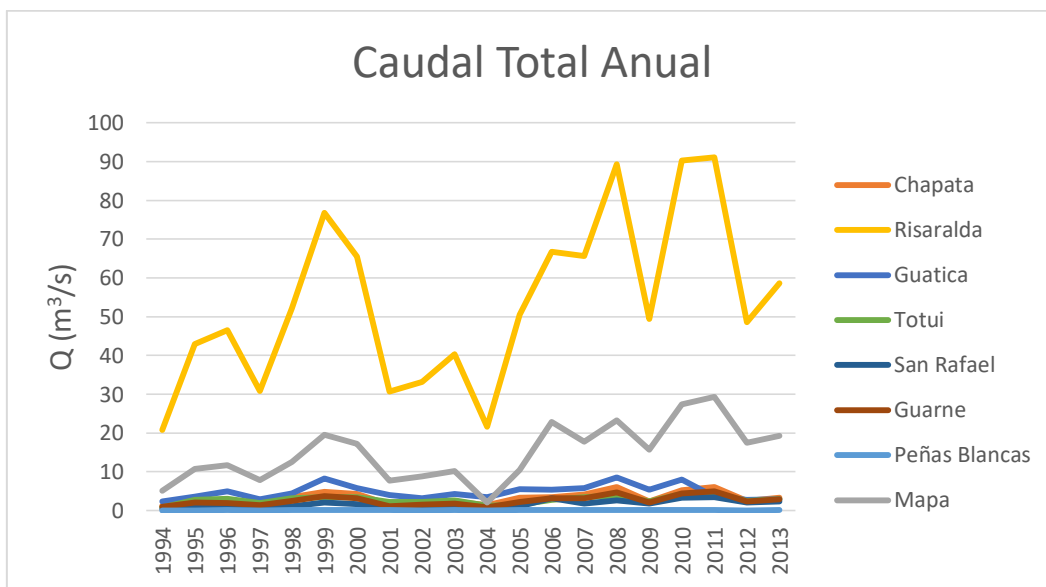


Figura 49. Caudal medio anual desembocadura principales tributarios del río Risaralda

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017

Tabla 41. Oferta hídrica superficial (medio y mínimo) en subcuencas de la cuenca del río Risaralda

ZONAHIDRO	CODIGO	AREA_UGH	AREA_km2	Caudal Medio (m3/s)	Caudal Mínimo (m3/s)	Rend. Hídrico Año Medio (L/s*km2)	Rend. Hídrico Año Seco (L/s*km2)
R. Arroyo hondo	261401	5897.82	58.98	2.843	0.154	48.2	2.6
FH. Riosucio-Mistrato	261402	11540.47	115.40	6.823	0.413	59.1	3.6
Q. Serna	261403	2010.82	20.11	0.354	0.038	17.6	1.9
Q. Peñas Blancas	261404	388.00	3.88	0.116	0.007	29.9	1.8
Q. La llorona	261405	1152.79	11.53	0.293	0.021	25.4	1.8
FH. Belén de Umbría 1	261406	122.30	1.22	0.030	0.002	24.6	1.7
Q. Sandía	261407	1083.26	10.83	0.414	0.020	38.3	1.9
Q. Congo	261408	755.79	7.56	0.428	0.014	56.6	1.9
FH. Q. El Boquerón	261409	1049.37	10.49	0.380	0.030	36.2	2.8
Q. del Olvido o Tinajitas	261410	473.59	4.74	0.251	0.007	53.1	1.6
FH. Belén de Umbría 2	261411	65.82	0.66	0.022	0.001	33.6	1.2
Q. Tachigui	261412	1190.23	11.90	0.380	0.011	31.9	1.0
FH. Belén de Umbría 3	261413	151.98	1.52	0.053	0.002	34.8	1.3
Q. Los Angeles	261414	713.48	7.13	0.385	0.009	53.9	1.3
FH. Q. Pumía - Q. Tetuán	261415	560.54	5.61	0.183	0.007	32.6	1.2
Q. Papayal	261416	770.59	7.71	0.352	0.011	45.7	1.4
FH. Belén de Umbría 4	261417	22.40	0.22	0.007	0.000	30.3	1.1
Q. Chapatá 1	261418	6568.41	65.68	3.251	0.108	49.5	1.7
FH. Q. Puracé - Q. El Dinde	261419	986.61	9.87	0.381	0.013	38.6	1.3
R. Guarne	261420	5371.73	53.72	2.560	0.094	47.7	1.8
FH. Q. Guamo Viejo	261421	478.64	4.79	0.193	0.006	40.2	1.2
Q. Samaria	261422	2069.41	20.69	0.666	0.025	32.2	1.2
FH. Q. La Cecilia - Q. Guamito	261423	3838.69	38.39	2.239	0.047	58.3	1.2
R. Mapa	261424	28886.27	288.86	14.848	0.662	51.4	2.3
FH. Santuario	261425	803.18	8.03	0.497	0.007	61.9	0.8
R. Totui	261426	6083.78	60.84	2.760	0.116	45.4	1.9
FH. Balboa	261427	398.13	3.98	0.217	0.004	54.4	1.0
FH La Virginia	261428	562.14	5.62	0.201	0.008	35.7	1.5
Q. El cairo	261429	984.92	9.85	0.225	0.017	22.8	1.7
FH. Belalcázar 5	261430	93.59	0.94	0.025	0.001	26.9	1.5
Q. Genova	261431	198.37	1.98	0.062	0.003	31.2	1.6
FH. Belalcázar 4	261432	105.11	1.05	0.032	0.002	30.8	1.6
Q. Calamar	261433	238.49	2.38	0.050	0.004	20.8	1.7
FH. Belalcázar 3	261434	45.01	0.45	0.010	0.001	23.1	1.5
Q. Los Micos	261435	566.06	5.66	0.156	0.012	27.6	2.0
FH. Belalcázar 2	261436	294.41	2.94	0.082	0.005	27.8	1.6
Q. La Betulia	261437	1009.35	10.09	0.331	0.014	32.8	1.4
FH. Belalcázar 1	261438	282.13	2.82	0.107	0.003	37.8	1.2
Q. el Aguila (Q. El Guamo)	261439	2762.22	27.62	1.248	0.047	45.2	1.7
FH. Q. La Equis	261440	809.56	8.10	0.366	0.011	45.2	1.4
Q. La Hermosa	261441	770.40	7.70	0.278	0.010	36.1	1.2
FH. Viterbo 5	261442	114.71	1.15	0.064	0.001	55.5	1.1
Q. Candilejas	261443	403.93	4.04	0.149	0.005	37.0	1.3
FH. Viterbo 4	261444	11.91	0.12	0.007	0.000	60.9	1.1
Q. La Primavera	261445	654.46	6.54	0.247	0.008	37.7	1.3

ZONAHIDRO	CODIGO	AREA_UGH	AREA_km2	Caudal Medio (m3/s)	Caudal Mínimo (m3/s)	Rend. Hídrico Año Medio (L/s*km2)	Rend. Hídrico Año Seco (L/s*km2)
FH. Viterbo 3	261446	8.25	0.08	0.006	0.000	73.8	0.8
Q. Changüi	261447	1637.26	16.37	0.636	0.022	38.9	1.3
FH. Viterbo 2	261448	18.09	0.18	0.013	0.000	71.2	0.8
Q. La Honda	261449	564.95	5.65	0.181	0.007	32.1	1.3
FH. Viterbo 1	261450	26.64	0.27	0.008	0.000	30.2	1.1
Q. La Tesalia	261451	781.70	7.82	0.271	0.010	34.7	1.2
Q. Palo Gordo	261452	264.48	2.64	0.085	0.003	32.1	1.2
Q. Tamaspia	261453	1593.88	15.94	0.834	0.019	52.3	1.2
FH. Anserma 3	261454	133.91	1.34	0.057	0.002	42.7	1.4
Q. El Oro	261455	962.71	9.63	0.504	0.013	52.3	1.3
FH. Q. Valdivia	261456	367.76	3.68	0.138	0.005	37.6	1.3
Q. Lázaro	261457	1098.48	10.98	0.748	0.010	68.1	0.9
FH. Anserma 2	261458	95.03	0.95	0.030	0.001	31.4	1.1
Q. Chapatá 2	261459	586.49	5.86	0.327	0.007	55.8	1.2
FH. Anserma 1	261460	151.14	1.51	0.051	0.002	33.9	1.3
Q. Tusas	261461	732.56	7.33	0.510	0.007	69.6	1.0
FH. Q. Villa Orozco	261462	319.17	3.19	0.125	0.005	39.3	1.6
Q. Cauyá	261463	1606.82	16.07	1.099	0.017	68.4	1.0
Q. Guapacha - San Pedro	261464	1692.55	16.93	1.044	0.020	61.7	1.2
R. Guática	261465	17939.85	179.40	4.746	0.416	26.5	2.3
FH. Q. Maira Bajo	261466	373.25	3.73	0.078	0.006	20.8	1.5
Q. Sirguia	261467	802.48	8.02	0.237	0.015	29.5	1.9
FH. Caño La Calera	261468	501.69	5.02	0.102	0.008	20.2	1.6

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

4.7.15 Estimación de caudales ambientales

Existen muchos métodos para estimar el valor del caudal ambiental de una corriente, ya que desde los años sesenta se desarrollan estudios con la finalidad de establecer cuál es el valor adecuado de dicho caudal. No obstante, en los estudios del PORH para el río Risaralda, se definió como metodología para la estimación de estos caudales, el uso de los índices 30% del caudal en condiciones de mínimos. En la Tabla 42 se muestran los resultados de caudal ambiental obtenidos por este método para cada uno de los puntos de interés, discriminados para medios y mínimos.

Tabla 42. Caudales ambientales por el método del 7Q10 y Q95 para todos los puntos de interés mes a mes (m3/s)

ZONAHIDRO	CODIGO	MEDIOS		MÍNIMOS	
		OHS	Q-AMBIENTAL	OHS	Q-AMBIENTAL
R. Arroyo hondo	261401	3204.93	345.20	1150.68	345.20
FH. Riosucio-Mistrato	261402	6603.33	683.71	2279.05	683.71
Q. Serna	261403	1123.96	120.04	400.13	120.04
Q. Peñas Blancas	261404	219.40	23.35	77.84	23.35
Q. La llorona	261405	648.31	69.11	230.38	69.11
FH. Belén de Umbría 1	261406	69.28	7.37	24.57	7.37
Q. Sandía	261407	609.52	64.97	216.56	64.97
Q. Congo	261408	426.25	45.40	151.34	45.40
FH. Q. El Boquerón	261409	590.59	62.95	209.82	62.95
Q. del Olvido o Tinajitas	261410	267.63	28.49	94.97	28.49
FH. Belén de Umbría 2	261411	37.30	3.97	13.23	3.97
Q. Tachigui	261412	669.20	71.35	237.82	71.35
FH. Belén de Umbría 3	261413	86.08	9.16	30.53	9.16
Q. Los Angeles	261414	402.51	42.87	142.90	42.87
FH. Q. Pumía - Q. Tetuán	261415	316.57	33.71	112.35	33.71
Q. Papayal	261416	434.55	46.29	154.30	46.29
FH. Belén de Umbría 4	261417	12.70	1.35	4.50	1.35
Q. Chatatá 1	261418	3551.71	383.13	1277.11	383.13
FH. Q. Puracé - Q. El Dinde	261419	555.52	59.20	197.34	59.20
R. Guarne	261420	2930.35	315.26	1050.86	315.26
FH. Q. Guamo Viejo	261421	270.47	28.79	95.98	28.79
Q. Samaria	261422	1156.22	123.50	411.67	123.50
FH. Q. La Cecilia - Q. Guamito	261423	2117.59	227.05	756.84	227.05
R. Mapa	261424	12885.08	1357.47	4524.89	1357.47
FH. Santuario	261425	452.82	48.24	160.79	48.24
R. Totuí	261426	3301.45	355.75	1185.83	355.75
FH. Balboa	261427	225.11	23.96	79.87	23.96
FH La Virginia	261428	317.47	33.80	112.67	33.80
Q. El cairo	261429	554.57	59.10	197.00	59.10
FH. Belalcázar 5	261430	53.03	5.64	18.80	5.64
Q. Genova	261431	112.32	11.95	39.83	11.95
FH. Belalcázar 4	261432	59.55	6.33	21.12	6.33
Q. Calamar	261433	134.99	14.36	47.88	14.36
FH. Belalcázar 3	261434	25.51	2.71	9.05	2.71
Q. Los Micos	261435	319.67	34.04	113.46	34.04
FH. Belalcázar 2	261436	166.58	17.73	59.09	17.73

ZONAHIDRO	CODIGO	MEDIOS		MÍNIMOS	
		OHS	Q-AMBIENTAL	OHS	Q-AMBIENTAL
Q. La Betulia	261437	568.22	60.56	201.86	60.56
FH. Belalcázar 1	261438	159.65	16.99	56.63	16.99
Q. el Aguila (Q. El Guamo)	261439	1535.66	164.27	547.58	164.27
FH. Q. La Equis	261440	456.40	48.62	162.07	48.62
Q. La Hermosa	261441	434.44	46.28	154.26	46.28
FH. Viterbo 5	261442	64.99	6.91	23.04	6.91
Q. Candilejas	261443	228.38	24.31	81.03	24.31
FH. Viterbo 4	261444	6.75	0.72	2.39	0.72
Q. La Primavera	261445	369.37	39.34	131.12	39.34
FH. Viterbo 3	261446	4.68	0.50	1.66	0.50
Q. Changüi	261447	917.61	97.92	326.41	97.92
FH. Viterbo 2	261448	10.26	1.09	3.64	1.09
Q. La Honda	261449	319.05	33.97	113.24	33.97
FH. Viterbo 1	261450	15.10	1.61	5.35	1.61
Q. La Tesalia	261451	440.78	46.95	156.51	46.95
Q. Palo Gordo	261452	149.68	15.93	53.09	15.93
Q. Tamaspia	261453	893.57	95.35	317.83	95.35
FH. Anserma 3	261454	75.85	8.07	26.90	8.07
Q. El Oro	261455	542.15	57.77	192.58	57.77
FH. Q. Valdivia	261456	207.98	22.14	73.78	22.14
Q. Lázaro	261457	618.01	65.88	219.59	65.88
FH. Anserma 2	261458	53.85	5.73	19.09	5.73
Q. Chapatá 2	261459	331.16	35.26	117.54	35.26
FH. Anserma 1	261460	85.60	9.11	30.36	9.11
Q. Tusas	261461	413.21	44.01	146.71	44.01
FH. Q. Villa Orozco	261462	180.56	19.22	64.05	19.22
Q. Cauyá	261463	900.74	96.12	320.39	96.12
Q. Guapacha - San Pedro	261464	948.22	101.20	337.34	101.20
R. Guática	261465	9106.67	950.81	3169.36	950.81
FH. Q. Maira Bajo	261466	211.07	22.46	74.88	22.46
Q. Sirguia	261467	452.43	48.20	160.65	48.20
FH. Caño La Calera	261468	283.45	30.18	100.59	30.18

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

4.7.16 Oferta hídrica disponible

Después de haber establecido el caudal ambiental se procedía a calcular la oferta hídrica disponible para cada uno de los puntos de interés, sustrayendo de la oferta hídrica superficial el caudal ambiental seleccionado, con lo que se obtiene la oferta hídrica natural disponible como lo define el estudio nacional del agua (IDEAM 2010).

Los resultados de la oferta hídrica superficial se muestran en la Tabla 43.

Tabla 43. Oferta hídrica natural disponible en la cuenca del río Risaralda

ZONA HIDRO	CÓDIGO	MEDIOS			MÍNIMOS		
		OHS	Q-AMB.	OHD	OHS	Q-AMB.	OHD
R. Arroyo hondo	261401	3204.93	345.20	2859.73	1150.68	345.20	805.47
FH. Riosucio-Mistrato	261402	6603.33	683.71	5919.62	2279.05	683.71	1595.33
Q. Serna	261403	1123.96	120.04	1003.92	400.13	120.04	280.09
Q. Peñas Blancas	261404	219.40	23.35	196.04	77.84	23.35	54.49
Q. La Ilorona	261405	648.31	69.11	579.20	230.38	69.11	161.27
FH. Belén de Umbría 1	261406	69.28	7.37	61.91	24.57	7.37	17.20
Q. Sandía	261407	609.52	64.97	544.55	216.56	64.97	151.59
Q. Congo	261408	426.25	45.40	380.85	151.34	45.40	105.94
FH. Q. El Boquerón	261409	590.59	62.95	527.64	209.82	62.95	146.88
Q. del Olvido o Tinajitas	261410	267.63	28.49	239.14	94.97	28.49	66.48
FH. Belén de Umbría 2	261411	37.30	3.97	33.33	13.23	3.97	9.26
Q. Tachigui	261412	669.20	71.35	597.85	237.82	71.35	166.47
FH. Belén de Umbría 3	261413	86.08	9.16	76.92	30.53	9.16	21.37
Q. Los Angeles	261414	402.51	42.87	359.64	142.90	42.87	100.03
FH. Q. Pumía - Q. Tetuán	261415	316.57	33.71	282.86	112.35	33.71	78.65
Q. Papayal	261416	434.55	46.29	388.26	154.30	46.29	108.01
FH. Belén de Umbría 4	261417	12.70	1.35	11.35	4.50	1.35	3.15
Q. Chapatá 1	261418	3551.71	383.13	3168.58	1277.11	383.13	893.97
FH. Q. Puracé - Q. El Dinde	261419	555.52	59.20	496.32	197.34	59.20	138.14
R. Guarne	261420	2930.35	315.26	2615.09	1050.86	315.26	735.60
FH. Q. Guamo Viejo	261421	270.47	28.79	241.68	95.98	28.79	67.18
Q. Samaria	261422	1156.22	123.50	1032.72	411.67	123.50	288.17
FH. Q. La Cecilia - Q. Guamito	261423	2117.59	227.05	1890.54	756.84	227.05	529.79
R. Mapa	261424	12885.08	1357.47	11527.61	4524.89	1357.47	3167.42
FH. Santuario	261425	452.82	48.24	404.59	160.79	48.24	112.56
R. Totuí	261426	3301.45	355.75	2945.70	1185.83	355.75	830.08
FH. Balboa	261427	225.11	23.96	201.15	79.87	23.96	55.91
FH La Virginia	261428	317.47	33.80	283.67	112.67	33.80	78.87
Q. El Cairo	261429	554.57	59.10	495.47	197.00	59.10	137.90
FH. Belalcázar 5	261430	53.03	5.64	47.39	18.80	5.64	13.16
Q. Genova	261431	112.32	11.95	100.37	39.83	11.95	27.88
FH. Belalcázar 4	261432	59.55	6.33	53.22	21.12	6.33	14.78
Q. Calamar	261433	134.99	14.36	120.63	47.88	14.36	33.52
FH. Belalcázar 3	261434	25.51	2.71	22.80	9.05	2.71	6.33
Q. Los Micos	261435	319.67	34.04	285.63	113.46	34.04	79.42
FH. Belalcázar 2	261436	166.58	17.73	148.86	59.09	17.73	41.36
Q. La Betulia	261437	568.22	60.56	507.67	201.86	60.56	141.30
FH. Belalcázar 1	261438	159.65	16.99	142.66	56.63	16.99	39.64
Q. el Aguila (Q. El Guamo)	261439	1535.66	164.27	1371.38	547.58	164.27	383.30
FH. Q. La Equis	261440	456.40	48.62	407.78	162.07	48.62	113.45
Q. La Hermosa	261441	434.44	46.28	388.17	154.26	46.28	107.98
FH. Viterbo 5	261442	64.99	6.91	58.08	23.04	6.91	16.13
Q. Candilejas	261443	228.38	24.31	204.07	81.03	24.31	56.72
FH. Viterbo 4	261444	6.75	0.72	6.03	2.39	0.72	1.68
Q. La Primavera	261445	369.37	39.34	330.03	131.12	39.34	91.78

FH. Viterbo 3	261446	4.68	0.50	4.18	1.66	0.50	1.16
Q. Changüi	261447	917.61	97.92	819.68	326.41	97.92	228.49
FH. Viterbo 2	261448	10.26	1.09	9.17	3.64	1.09	2.55
Q. La Honda	261449	319.05	33.97	285.08	113.24	33.97	79.26
FH. Viterbo 1	261450	15.10	1.61	13.49	5.35	1.61	3.75
Q. La Tesalia	261451	440.78	46.95	393.83	156.51	46.95	109.56
Q. Palo Gordo	261452	149.68	15.93	133.75	53.09	15.93	37.16
Q. Tamaspia	261453	893.57	95.35	798.22	317.83	95.35	222.48
FH. Anserma 3	261454	75.85	8.07	67.78	26.90	8.07	18.83
Q. El Oro	261455	542.15	57.77	484.38	192.58	57.77	134.81
FH. Q. Valdivia	261456	207.98	22.14	185.84	73.78	22.14	51.65
Q. Lázaro	261457	618.01	65.88	552.14	219.59	65.88	153.71
FH. Anserma 2	261458	53.85	5.73	48.12	19.09	5.73	13.36
Q. Chapatá 2	261459	331.16	35.26	295.90	117.54	35.26	82.28
FH. Anserma 1	261460	85.60	9.11	76.50	30.36	9.11	21.25
Q. Tusas	261461	413.21	44.01	369.20	146.71	44.01	102.70
FH. Q. Villa Orozco	261462	180.56	19.22	161.34	64.05	19.22	44.84
Q. Cauyá	261463	900.74	96.12	804.62	320.39	96.12	224.27
Q. Guapacha - San Pedro	261464	948.22	101.20	847.02	337.34	101.20	236.14
R. Guática	261465	9106.67	950.81	8155.87	3169.36	950.81	2218.55
FH. Q. Maira Bajo	261466	211.07	22.46	188.61	74.88	22.46	52.42
Q. Sirguia	261467	452.43	48.20	404.23	160.65	48.20	112.46
FH. Caño La Calera	261468	283.45	30.18	253.28	100.59	30.18	70.41

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

4.7.17 Demanda hídrica

Se entiende por uso del agua para consumo humano y doméstico su utilización en actividades tales como bebida directa y preparación de alimentos para consumo inmediato, satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios y la preparación de alimentos en general y en especial los destinados a su comercialización o distribución, que no requieran elaboración.

Acorde con el RAS 2000, título B, se propone calcular de manera independiente el consumo humano y doméstico, del consumo en actividades comerciales e institucionales.

Para determinar la demanda por consumo humano y domésticos de la población urbana que se abastece de las fuentes hídricas ubicadas dentro de la cuenca del río Risaralda, se empleó el método de cálculo recomendado por el RAS, donde se establecen niveles de complejidad, dotaciones y pérdidas. Adicionalmente se recolectó la información de agua facturada por las empresas prestadoras de servicios públicos, con el fin de comparar los consumos teóricos con los que se están presentando.

4.7.17.1 Procedimiento de Cálculo

Entre las fuentes de información secundaria con contenidos referidos a los aspectos sociodemográficos requeridos en este documento de diagnóstico, se contó con el Censo general 2005 y las proyecciones de población del DANE y la base consolidada del Sisben a febrero de 2016.

Para el censo general 2005 se realizaron consultas mediante Redatam a nivel de sector censal y se articuló la cartografía correspondiente con la de las microcuencas y zonas hidrográficas de estudio.

Para estimar la población de los municipios que se abastecen de las fuentes hídricas ubicadas dentro de la Cuenca se usaron las proyecciones del DANE año 2005-2020, adoptándose la del 2016. Esta información fue extraída del producto 1.3.4 Caracterización socioeconómica y cultural. (Tabla 44).

Tabla 44. Población por municipio y población de cada municipio dentro de la Cuenca

MUNICIPIO	POBLACIÓN POR MUNICIPIO 2016	POBLACIÓN CUENCA 2016	
ANSERMA	33.669	26.322	TOTAL
	21.572	21.572	urbano
	12.097	4.750	rural
APÍA	19129	19.129	TOTAL
	8.337	8.337	urbano
	10.792	10.792	rural
BALBOA	6.331	2.117	TOTAL
	1.851	1.108	urbano
	4.480	1.009	rural
BELALCÁZAR	10.760	6.207	TOTAL
	5.056	3.374	urbano
	5.704	2.833	rural
BELÉN DE UMBRÍA	27.724	27.724	TOTAL
	13.153	13.153	urbano
	14.571	14.571	rural
GUÁTICA	15.265	13.255	TOTAL
	3.974	3.974	urbano
	11.291	9.281	rural
LA CELIA	8.580	789	TOTAL
	3.434	0	urbano
	5.146	789	rural
LA VIRGINIA	32.112	24.928	TOTAL

MUNICIPIO	POBLACIÓN POR MUNICIPIO 2016	POBLACIÓN CUENCA 2016	
	31.582	24.779	urbano
	530	149	rural
MISTRATÓ	16.318	6.180	TOTAL
	4.292	4.292	urbano
	12.026	1.888	rural
RIOSUCIO	62.296	21.508	TOTAL
	19.366	0	urbano
	42.930	21.508	rural
RISARALDA	9.471	4.393	TOTAL
	4.614	3.153	urbano
	4.857	1.240	rural
SAN JOSÉ	7.595	5.187	TOTAL
	1.850	984	urbano
	5.745	4.204	rural
SANTUARIO	15.751	15.751	TOTAL
	7.298	7.298	urbano
	8.453	8.453	rural
VITERBO	12.438	12.438	TOTAL
	10.286	10.286	urbano
	2.152	2.152	rural

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017.

Para el cálculo de la demanda de consumo humano y doméstico de la población urbana, se identificaron las captaciones de las empresas prestadoras de servicios públicos y la población que se abastece de las fuentes hídricas ubicadas dentro de la cuenca hidrográfica del río Risaralda, aunque esta población no se encuentre en el área de la Cuenca. En dicho ejercicio se incluyeron todos los habitantes de las cabeceras municipales y centros poblados de los municipios de Anserma, Risaralda, Belalcázar, San José, Guática, Apía, Balboa, Belén de Umbría, La Virginia, Mistrató, Santuario y Viterbo, y se excluyeron los habitantes de las cabeceras urbanas de los municipios de Riosucio y La Celia, ya que estos no se abastecen de las fuentes hídricas ubicadas dentro de la Cuenca.

La espacialización de las concesiones otorgadas a las empresas prestadoras de servicios públicos de los municipios, se ubicaron dentro de las subcuencas en las cuales se ejerce la extracción del recurso hídrico, así como se muestra en la Tabla 45.

Tabla 45 Empresas prestadoras de servicios públicos que abastecen población urbana.

Empresas prestadoras de servicios publico	Microcuencas abastecedoras de cabeceras urbanas	Fuente nivel subsiguiente	Municipio
Empresa de Obras Sanitarias de Caldas EMPOCALDAS S.A E.S.P	Río del Oro, tributario río Guática	RÍO GUÁTICA	ANSERMA
			BELALCÁZAR
			RISARALDA
			SAN JOSÉ
	80% de Quebradas La Julia y La Máquina, tributarias de río Guarne y 20% de la quebrada Canaán tributaria de la quebrada Samaría.	RÍO GUARNE Y QUEBRADA LA SAMARÍA	VITERBO
Empresas públicas municipales de Guática E.S.P, compra agua en bloque a Empocaldas	Río del Oro, tributario río Guática	RÍO GUÁTICA	GUÁTICA
Empresas públicas municipales de Apía E.S.P	Río Apía, tributario del río Mapa	RÍO MAPA	APIÁ
Empresa de servicios públicos del municipio de Balboa Emilio Gartner Gómez S.A E.S.P	Río Peñas Blancas, tributario del río Mapa	RÍO MAPA	BALBOA
Empresas públicas del municipio de Belén de Umbría E.S.P	66% Quebrada Sandia, tributaria directa río Risaralda y 44% río Guarne.	QUEBRADA SANDIA Y RÍO GUARNE	BELÉN DE UMBRÍA
El casco urbano no se abastece de las fuentes hídricas de la cuenca del río Risaralda	No se abastece de la Cuenca		LA CELIA
Empresa de servicios públicos de La Virginia E.S.P	Río Totuí	RÍO TOTUÍ	LA VIRGINIA
Empresa públicas municipales de Mistrató E.S.P	Quebrada Arrayanal, tributaria directa del río Risaralda	F.H RIOSUCIO-MISTRATÓ	MISTRATÓ
El casco urbano no se abastece de las fuentes hídricas de la cuenca del río Risaralda	No se abastece de la Cuenca		RIOSUCIO
Empresa de servicios públicos Santuario Risaralda E.S.P	Río San Rafael, tributarios del río Apía, que posteriormente tributa la río Mapa	RÍO MAPA	SANTUARIO

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017.

En el país según la regulación económica, el consumo básico es del orden de 20 m³/suscriptor/mes (CRA, 1994), equivalente a 110 l/hab-día, sin embargo dicho consumo ha sido elevado por entes internacionales como la OPS (Organización Panamericana de la Salud). Además una última referencia dada por el Estudio Nacional del Agua del 2010 define el consumo autónomo en Colombia, como aquel que suple las necesidades básicas con una dotación entre 65 y 110 l/hab-día.

La Resolución 2320 de 2009, que modificó el artículo 67 del RAS 2000, especifica los valores de dotaciones netas, en función del nivel de complejidad, dependen de la cantidad de población. Para el caso de la población urbana de la Cuenca del río Risaralda se identificaron los niveles de complejidad por municipio, obteniéndose diferentes dotaciones para clima templado-frío y cálido (Tabla 46); mientras que para hallar las dotaciones de la población rural se acogió una dotación de 150 litros/hab/día, como un valor medio recomendó por CARDER.

Tabla 46. Dotación neta según resolución 2320 de 2009.

DOTACIÓN NETA [l/hab-día]			
Nivel de complejidad	Templado- frío	Cálido	Población
Bajo	90	100	<2500
Medio	115	125	2501-12500
Medio alto	125	135	12501-60000
Alto	140	150	>60000

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017.

Para el cálculo de la demanda por consumo humano y doméstico de la población urbana se obtuvieron las pérdidas de cada uno de los municipios que hacen parte de la Cuenca, así como las dotaciones a partir de los niveles de complejidad (Tabla 47). Para definir las pérdidas de la población rural se acogió las del 25% establecidas en la resolución 027 de 2011 de CORPOCALDAS.

Tabla 47 Empresas prestadoras de servicios públicos que abastecen población urbana.

EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIOS PÚBLICO	MICROCUCENAS ABASTECEDORAS DE CABECERAS URBANAS	FUENTE NIVEL SUBSIGUIENTE	Municipio
Empresa de Obras Sanitarias de Caldas EMPOCALDAS S.A E.S.P	Río del Oro, tributario río Guática	RÍO GUÁTICA	ANSERMA
			BELALCÁZAR
			RISARALDA
			SAN JOSÉ
	80% de Quebradas La Julia y La Máquina, tributarias de río Guarne y	RÍO GUARNE Y QUEBRADA LA SAMARÍA	VITERBO

EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIOS PUBLICO	MICROCUENCAS ABASTECEDORAS DE CABECERAS URBANAS	FUENTE NIVEL SUBSIGUIENTE	Municipio
	20% de la quebrada Canaán tributaria de la quebrada Samaría.		
Empresas públicas municipales de Guática E.S.P, compra agua en bloque a Empocaldas	Río del Oro, tributario río Guática	RÍO GUÁTICA	GUÁTICA
Empresas públicas municipales de Apía E.S.P	Río Apía, tributario del río Mapa	RÍO MAPA	APÍA
Empresa de servicios públicos del municipio de Balboa Emilio Gartner Gómez S.A E.S.P	Río Peñas Blancas, tributario del río Mapa	RÍO MAPA	BALBOA
Empresas públicas del municipio de Belén de Umbría E.S.P	66% Quebrada Sandía, tributaria directa río Risaralda y 44% río Guarne.	QUEBRADA SANDIA Y RÍO GUARNE	BELÉN DE UMBRÍA
El casco urbano no se abastece de las fuentes hídricas de la cuenca del río Risaralda	No se abastece de la Cuenca		LA CELIA
Empresa de servicios públicos de La Virginia E.S.P	Río Totuí	RÍO TOTUÍ	LA VIRGINIA
Empresa públicas municipales de Mistrató E.S.P	Quebrada Arrayanal, tributaria directa del río Risaralda	F.H RIOSUCIO-MISTRATÓ	MISTRATÓ
El casco urbano no se abastece de las fuentes hídricas de la cuenca del río Risaralda	No se abastece de la Cuenca		RIOSUCIO
Empresa de servicios públicos Santuario Risaralda E.S.P	Río San Rafael, tributarios del río Apía, que posteriormente tributa la río Mapa	RÍO MAPA	SANTUARIO

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

En la Tabla 48 se presenta los resultados del cálculo de demanda de consumo humano y doméstico para la población urbana, calculada de dos formas, una con los valores teóricos obtenidos del RAS 2000 y la otra con los valores de consumos facturados por las Empresas Prestadoras de Servicios Públicos (E.S.P), notándose que los resultados obtenidos con los datos RAS supera en un 18%, la demanda real que están reportando las E.P.S. Para efectos de análisis de la demanda se tomará el valor obtenido de la metodología RAS.

Tabla 48. Estimación demanda consumo humano metodología RAS y reporte E.P.S, población urbana por cada una de las fuentes del nivel subsiguiente

Municipio	Dotación bruta (l/hab/día) ras 2000	Caudal medio diario l/s pob. Urbana ras 2000	Caudal medio diario mm3/año pob. Urbana ras 2000	Dotación bruta E.P.S (l/hab/día)	Caudal medio diario l/s pob. Urbana	Caudal medio diario mm3/año pob. Urbana	Unidad hídrica del nivel subsiguiente
ANSERMA	211,0	52,7	1,7	140,8	35,2	1,1	RÍO GUÁTICA
APÍA	288,9	27,9	0,9	264,6	25,5	0,8	RÍO APÍA
BALBOA	153,3	3,3	0,1	126,3	2,7	0,1	RÍO APÍA
BELALCÁZAR	162,4	9,5	0,3	113,3	6,6	0,2	RÍO GUÁTICA
BELÉN DE UMBRÍA	220,1	33,5	1,1	210,7	32,1	1,0	Q. SANDÍA Y RÍO GUARNE
GUÁTICA	266,0	12,2	0,4	221,8	10,2	0,3	RÍO GUÁTICA
LA VIRGINIA	254,7	93,1	2,9	197,0	72,0	2,3	TOTUÍ
MISTRATÓ	312,5	15,5	0,5	298,6	14,8	0,5	F.H RIOSUCIO-MISTRATÓ
RISARALDA	204,6	10,9	0,3	162,7	8,7	0,3	RÍO GUÁTICA
SAN JOSÉ	174,6	3,7	0,1	159,3	3,4	0,1	RÍO GUÁTICA
SANTUARIO	416,7	35,2	1,1	322,6	27,2	0,9	MAPA
VITERBO	251,5	29,9	0,9	255,6	30,4	1,0	LA JULIA Y LA MAQUINA 40% CADA UNA CANNAN 20%
		327,5	10,3		268,9	8,5	

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

En la Tabla 49 se presenta el consumo humano y doméstico de la población rural de donde se obtuvo un valor de 6,10 Mm3/año.

Tabla 49 Resumen demanda población urbana y rural

	DEMANDA POBLACIÓN URBANA Y RURAL	
	l/s	Mm3/año
CUENCA RÍO RISARALDA	521,1	17,4

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

4.7.17.2 Demanda institucional y comercial

Los sectores institucional y comercial de la Cuenca se localizan dentro de las cabeceras municipales, por lo tanto las E.P.S atienden las necesidades del recurso hídrico de estos entes.

Las demandas de los sectores institucional y comercial son de 0,4049 Mm³/año y 0,641 Mm³/año respectivamente.

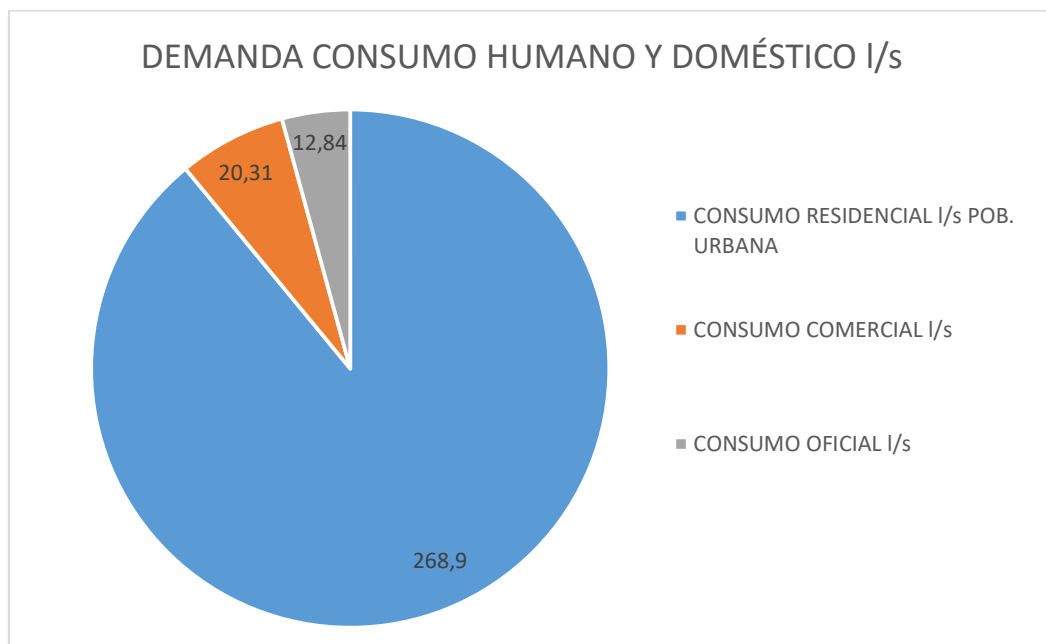


Figura 50. Total demanda humana y doméstica urbana
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

En la Figura 50 , se puede observar que el principal uso del agua es el residencial, seguido por las actividades domésticas y por ultimo están las instituciones.

El resultado de la sumatoria de los usos residencial, comercial y oficial o institucional, muestran la demanda hídrica que ejercen las cabeceras urbanas y que es atendida por las empresas prestadoras de servicios públicos. La demanda de los usos residencial, comercial y oficial o institucional está arrojando valores inferiores a la cantidad de agua concesionada, situación que es la deseada, porque no se está superando la cantidad otorgada.

4.7.17.3 Demanda hídrica sector Agrícola

En función del mapa de coberturas y las condiciones climáticas de la Cuenca se determina la demanda agrícola para el cultivo de caña, en la Tabla 50 se

determina la necesidad de riego de este cultivo, en los meses de enero, febrero, marzo y julio, agosto, septiembre, que es cuando se presenta déficit de humedad en el suelo.

Tabla 50. Identificación de necesidades de riego para cultivo de caña

Mes	ETp(mm/mes)	Precipitación (mm/mes)	Precipitación efectiva (mm/mes)	Coefficiente de cultivo	Requerimiento neto de irrigación (kc*etp)-p efectiva
ENERO	103,24	85,60	43,00	0,80	39,59
FEBRERO	92,91	104,30	60,00	0,80	14,33
MARZO	108,27	128,00	78,00	0,80	8,62
ABRIL	102,62	211,60	143,00	0,80	-60,90
MAYO	112,13	188,20	126,00	0,80	-36,30
JUNIO	108,55	170,50	111,00	0,80	-24,16
JULIO	105,86	113,10	65,00	0,80	19,69
AGOSTO	107,52	105,90	59,00	0,80	27,02
SEPTIEMBRE	101,13	126,10	75,00	0,80	5,90
OCTUBRE	95,27	204,20	140,00	0,80	-63,78
NOVIEMBRE	89,39	189,80	127,00	0,80	-55,49
DICIEMBRE	95,10	131,30	79,00	0,80	-2,92

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2017.

Para el cálculo de la cantidad de agua que se requiere en la postcosecha de café, se tomaron los valores de consumo de agua reportados por CENICAFE, para el beneficio tradicional y ecológico, asumiendo que de esta el 20% es utilizada para beneficio ecológico y el 80% beneficio tradicional. (Tabla 51).

Los valores de cantidad de café producido en la Cuenca se calculó a partir de un valor de productividad de 140 @CPS/ha/año³, el cual fue multiplicado por las áreas sembradas en café, identificadas en la Cuenca por medio de la metodología Corine Land Cover y así obtener la cantidad de café producida en cada unidad del nivel subsiguiente.

Tabla 51. Parámetros para el cálculo de la demanda agrícola por postcosecha de café

Factor de productividad @CPS	Consumo de agua beneficio ecológico CPS l/kg	Cantidad de agua beneficio tradicional CPS l/kg
140	5	40

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2017.

3 Información suministrada por Comité Departamental de Cafeteros de Risaralda.

En la Tabla 52, se presentan los resultados del cálculo de la demanda del sector agrícola, el cual está compuesto por el consumo de agua en la postcosecha de café y los requerimientos de riego del cultivo de caña.

Tabla 52. Demanda hídrica uso agrícola (riego de caña, postcosecha de café), por cada nivel subsiguiente

Nombre UGH	CAFÉ (ha)	Café con beneficio tradicional kg/año	Café con beneficio ecológico kg/año	Demanda postcosecha de café cps (mm3/año)	Demanda postcosecha de café cps (l/sg)	Caña (ha)	Demanda caña mm3/año	Demanda caña l/sg	Demanda agrícola l/sg	Demanda agrícola mm3/año
FH La Virginia	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	133,78	0,00	0,0	0,00	0,00
FH. Anserma 1	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
FH. Anserma 2	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	0,54	0,00	0,0	0,00	0,00
FH. Anserma 3	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	24,37	0,00	0,0	0,00	0,00
FH. Balboa	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	278,90	0,00	0,0	0,00	0,00
FH. Belalcázar 1	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	58,13	0,07	2,2	2,15	0,07
FH. Belalcázar 2	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	36,26	0,04	1,3	1,34	0,04
FH. Belalcázar 3	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	0,05	0,00	0,0	0,00	0,00
FH. Belalcázar 4	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	4,13	0,00	0,0	0,00	0,00
FH. Belalcázar 5	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
FH. Belén de Umbría 1	20,06	28081,57	7020,39	0,0004	0,0134	0,00	0,00	0,0	0,01	0,00
FH. Belén de Umbría 2	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	0,06	0,00	0,0	0,00	0,00
FH. Belén de Umbría 3	0,08	115,64	28,91	0,0000	0,0001	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
FH. Belén de Umbría 4	0,48	677,96	169,49	0,0000	0,0003	0,21	0,00	0,0	0,00	0,00
FH. Caño La Calera	10,37	14516,92	3629,23	0,0002	0,0069	0,00	0,00	0,0	0,01	0,00
FH. Q. El Boquerón	455,78	638092,55	159523,14	0,0096	0,3035	0,00	0,00	0,0	0,30	0,01
FH. Q. Guamo Viejo	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	15,13	0,00	0,0	0,00	0,00
FH. Q. La Cecilia - Q. Guamito	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	2139,29	2,46	79,2	79,23	2,46

Nombre UGH	CAFÉ (ha)	Café con beneficio tradicional kg/año	Café con beneficio ecológico kg/año	Demanda postcosecha café cps (mm3/año)	Demanda postcosecha café cps (l/sg)	Caña (ha)	Demanda caña mm3/año	Demanda caña l/sg	Demanda agrícola l/sg	Demanda agrícola mm3/año
FH. Q. La Equis	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	298,17	0,34	11,0	11,04	0,34
FH. Q. Maira Bajo	5,93	8306,12	2076,53	0,0001	0,0040	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
FH. Q. Pumía - Q. Tetuán	9,69	13564,53	3391,13	0,0002	0,0065	1,02	0,00	0,0	0,01	0,00
FH. Q. Puracé - Q. El Dinde	1,55	2175,62	543,90	0,0000	0,0010	130,43	0,00	0,0	0,00	0,00
FH. Q. Valdivia	23,57	32991,42	8247,86	0,0005	0,0157	0,25	0,00	0,0	0,02	0,00
FH. Q. Villa Orozco	51,39	71948,84	17987,21	0,0011	0,0342	0,00	0,00	0,0	0,03	0,00
FH. Riosucio-Mistrató	270,44	378615,97	94653,99	0,0057	0,1801	0,00	0,00	0,0	0,18	0,01
FH. Santuario	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	745,53	0,86	27,6	27,61	0,86
FH. Viterbo 1	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	1,22	0,00	0,0	0,00	0,00
FH. Viterbo 2	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	16,43	0,00	0,0	0,00	0,00
FH. Viterbo 3	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	7,92	0,00	0,0	0,00	0,00
FH. Viterbo 4	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	8,29	0,00	0,0	0,00	0,00
FH. Viterbo 5	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	99,24	0,11	3,7	3,68	0,11
Q. Calamar	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
Q. Candilejas	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	68,57	0,08	2,5	2,54	0,08
Q. Cauyá	1155,77	1618075,18	404518,80	0,0243	0,7696	0,00	0,00	0,0	0,77	0,02
Q. Changüi	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	327,47	0,00	0,0	0,00	0,00
Q. Chapatá 1	1606,02	2248428,62	562107,16	0,0337	1,0695	4,51	0,00	0,0	1,07	0,03
Q. Chapatá 2	325,97	456359,52	114089,88	0,0068	0,2171	0,00	0,00	0,0	0,22	0,01
Q. Congo	491,43	688001,52	172000,38	0,0103	0,3272	0,00	0,00	0,0	0,33	0,01
Q. del Olvido o Tinajitas	214,74	300632,27	75158,07	0,0045	0,1430	0,00	0,00	0,0	0,14	0,00
Q. El Águila (Q. El Guamo)	933,03	1306239,85	326559,96	0,0196	0,6213	52,41	0,00	0,0	0,62	0,02
Q. El Cairo	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
Q. El Oro	428,49	599879,93	149969,98	0,0090	0,2853	0,00	0,00	0,0	0,29	0,01
Q. Génova	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
Q. Guapacha - San Pedro	976,34	1366869,61	341717,40	0,0205	0,6501	0,00	0,00	0,0	0,65	0,02
Q. La Betulia	62,63	87682,41	21920,60	0,0013	0,0417	21,80	0,00	0,0	0,04	0,00

Nombre UGH	CAFÉ (ha)	Café con beneficio tradicional kg/año	Café con beneficio ecológico kg/año	Demanda postcosecha café cps (mm3/año)	Demanda postcosecha café cps (l/sg)	Caña (ha)	Demanda caña mm3/año	Demanda caña l/sg	Demanda agrícola l/sg	Demanda agrícola mm3/año
Q. La Hermosa	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	124,61	0,00	0,0	0,00	0,00
Q. La Honda	0,25	355,31	88,83	0,0000	0,0002	23,76	0,00	0,0	0,00	0,00
Q. La Ilorona	308,21	431498,99	107874,75	0,0065	0,2052	0,00	0,00	0,0	0,21	0,01
Q. La Primavera	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	125,24	0,14	4,6	4,64	0,14
Q. La Tesalia	87,94	123109,14	30777,28	0,0018	0,0586	0,00	0,00	0,0	0,06	0,00
Q. Lázaro	737,54	1032551,44	258137,86	0,0155	0,4911	0,02	0,00	0,0	0,49	0,02
Q. Los Ángeles	326,26	456764,39	114191,10	0,0069	0,2173	0,00	0,00	0,0	0,22	0,01
Q. Los Micos	98,61	138050,38	34512,59	0,0021	0,0657	0,00	0,00	0,0	0,07	0,00
Q. Palo Gordo	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	0,03	0,00	0,0	0,00	0,00
Q. Papayal	217,35	304294,50	76073,63	0,0046	0,1447	0,00	0,00	0,0	0,14	0,00
Q. Peñas Blancas	89,56	125390,49	31347,62	0,0019	0,0596	0,00	0,00	0,0	0,06	0,00
Q. Samaria	37,00	51804,64	12951,16	0,0008	0,0246	9,42	0,00	0,0	0,02	0,00
Q. Sandía	321,23	449717,23	112429,31	0,0067	0,2139	5,95	0,00	0,0	0,21	0,01
Q. Serna	59,59	83426,02	20856,51	0,0013	0,0397	0,00	0,00	0,0	0,04	0,00
Q. Sirguia	247,41	346375,07	86593,77	0,0052	0,1648	0,00	0,00	0,0	0,16	0,01
Q. Tachigui	453,17	634444,15	158611,04	0,0095	0,3018	0,00	0,00	0,0	0,30	0,01
Q. Tamaspia	697,44	976422,36	244105,59	0,0146	0,4644	15,88	0,00	0,0	0,46	0,01
Q. Tusas	603,21	844491,66	211122,91	0,0127	0,4017	0,00	0,00	0,0	0,40	0,01
R. Arroyo hondo	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
R. Guarne	968,77	1356273,78	339068,44	0,0203	0,6451	91,11	0,00	0,0	0,65	0,02
R. Guática	921,64	1290297,54	322574,38	0,0194	0,6137	5,80	0,00	0,0	0,61	0,02
R. Totuí	2379,63	3331486,75	832871,69	0,0500	1,5846	284,12	0,00	0,0	1,58	0,05
R. Mapa	4266,86	5973603,30	1493400,83	0,0896	2,8413	493,57	0,59	19,0	21,88	0,68
TOTALES	19865,44			0,4172	13,2285	5653,63	4,71	151,3	164,51	5,12

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2017.

Los resultados de la Tabla 52 indican que la demanda agrícola total para la Cuenca es de 5,12 Mm3/año, de los cuales 4,71 Mm3/año corresponden a los cultivos de caña ubicados en el valle del Risaralda, esta demanda es ejercida en los meses de enero, febrero, marzo y julio, agosto y septiembre, tal como se encuentra resaltado en la Tabla 50. Sin embargo según la información de

concesiones, el Ingenio Risaralda tiene un caudal de 9,05 Mm³/año otorgado para actividades agrícolas específicamente.

La demanda ejercida por la postcosecha de café según los cálculos realizados es de 0,4172 Mm³/año y de acuerdo a la base de datos de concesiones de las Corporaciones de Caldas y Risaralda el valor que se encuentra concesionado para esta actividad agrícola de beneficio de café es de 2,59 Mm³/año.

Según los datos de concesiones la demanda agrícola total en la Cuenca es de 14,612 Mm³/año (Tabla 53), donde se destacan que el Ingenio Risaralda y el Distrito de Riego Ospirma, los cuales utilizan agua para riego.

Tabla 53. Demanda hídrica uso agrícola, calculado a partir de la información de concesiones

Municipios	Caudal agrícola (l/s)	Caudal agrícola (Mm ³ /año)
Mistrató	0,90	0,029
Guática	2,09	0,066
Belén de Umbría	65,99	2,081
Apía	30,95	0,976
Santuario	163,00	5,140
Balboa	5,31	0,167
La Celia	0,12	0,004
La Virginia	61,00	1,924
Belalcázar	2,14	0,068
Viterbo	82,24	2,594
Riosucio	0,00	0,000
Anserma	3,26	0,103
Risaralda	45,46	1,434
San José	0,87	0,028
TOTALES	463,34	14,612

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2017.

4.7.17.4 Demanda sector pecuario

La demanda del sector pecuario según la Resolución 865 de 2004 es el resultado de multiplicar el volumen de producción de animales de importancia comercial, por un factor de consumo promedio aproximado, el cual está determinado teniendo en cuenta el tipo de animal, el tipo de producción de materia seca y alimento requerido. Como tipo de animales de importancia comercial se incluyen los bovinos de carne, leche y doble propósito, aves de corral y porcinos. Los

factores de consumos para la producción pecuaria se encuentran en el ENA 2010 tabla 5.19 y 5.20.

La cantidad de agua medida en Mm3/año, extraída para el uso pecuario se estimó de varias formas:

Demanda por bovinos: el número de cabezas de ganado para la Cuenca es de 20985, valor reportados en el producto 1.3.4 Caracterización socioeconómica y cultural (EVAS 2012), posteriormente para el cálculo del número de bovinos por unidad del nivel subsiguiente, se realizaron proporciones según el área de pastos y pastos arbolados según la clasificación de Corine Land, paso seguido se acogió el módulo de consumo ENA 2010, el cual reporta un valor promedio de 66 l/día/cabeza.

Demandas avícolas, porcícola y acuícolas: esta información fue calculada a partir de las concesiones otorgadas para dichos usos, ya que, los censos consultados tienen agregados los valores de estas poblaciones por municipio y al querer distribuirlos en las unidades hidrológicas del nivel subsiguiente, se hace un dato poco confiables, al no proceder de un censo para dichas unidades.

Demanda centrales de sacrificio: esta se estableció por medio de la revisión de los expedientes ambientales, de donde se extrajo el número promedio de bovinos y porcinos sacrificados al mes en cada una de las centrales de sacrificio identificadas en la Cuenca (Tabla 54), posteriormente se asignaron los valores de los módulos de consumo establecidos por el ENA 2010, el cual estima para bovinos un valor de 500 l/día-cabeza y para porcinos 300 l/día-cabeza.

Tabla 54. Centrales de sacrificio que se abastecen de la cuenca del río Risaralda

Nombre central de sacrificio	# Promedio de bovinos sacrificados al mes	# Promedio de porcinos sacrificados al mes
Matadero La Virginia LTDA.	900	2000
Central de sacrificio de Risaralda S.A	0	30
Planta de beneficio La María COOPGACOR	0	40
OINC	0	1200
Central de sacrificio de Anserma	320	80
Frigo porcinos del eje cafetero	280	140
TOTAL	1500	3490

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2017.

Las demandas ejercidas por los sectores bovino, avícola, porcícola y centrales de sacrificio para un total de demanda pecuaria de 1,5292 Mm3/año.

4.7.17.5 Demanda sector Acuícola

Para determinar la demanda acuícola se utilizó la información de las base de datos de concesiones otorgadas por las Corporaciones Autónomas Regionales de Caldas y Risaralda, dicha información fue espacializada en cada una de las unidades del nivel subsiguiente pertenecientes a la Cuenca, por medio del software Arcgis, generando una hoja de cálculo que permitió realizar la sumatoria de todos los usuarios que reportaban concesiones para uso acuícola.

Se acogió la información de concesiones debido a que no se cuenta con la información de área de lámina de agua y cantidad de producción. En la Tabla 55 se presenta la demanda ejercida por el sector acuícola que para la Cuenca arroja un valor de 6,84 Mm3.

Tabla 55. Demanda Acuícola

Nivel subsiguiente	Demanda acuícola l/s	Demanda acuícola Mm3/año
FH. Anserma 2	0,006	0,00019
FH. Q. Pumía - Q. Tetuán	0,040	0,00126
FH. Q. Villa Orozco	0,036	0,00113
Q. Cauyá	0,102	0,00321
Q. Chatatá 1	49,200	1,55157
Q. Guapacha - San Pedro	0,591	0,01863
Q. Lázaro	0,113	0,00356
Q. Tamaspia	0,027	0,00086
Q. Tusas	0,117	0,00370
R. Guática	0,182	0,00573
Q. Samaria	3,003	0,09470
R. Guarne	0,317	0,01000
R. Mapa	40,062	1,26339
R. Totuí	0,134	0,00423
FH. Belalcázar 1	0,000	0,00000
FH. Belalcázar 2	5,000	0,15768
FH. Q. La Cecilia - Q. Guamito	1,755	0,05535
Q. el Águila (Q. El Guamo)	89,982	2,83768
Q. El Cairo	7,800	0,24598
Q. La Betulia	1,755	0,05535
Q. La Ilorona	2,430	0,07663
Q. La Tesalia	7,800	0,24598
Q. Sandía	2,510	0,07916
Q. Changüi	2,016	0,06356
Q. La Hermosa	0,005	0,00017
Q. La Primavera	0,000	0,00000
FH. Q. Guamo Viejo	2,030	0,06402
FH. Viterbo 2	0,000	0,00000
TOTALES	217,01	6,8437

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2017

4.7.17.6 Demanda industrial y de generación de energía

Se determinó la demanda industrial y la de generación de energía utilizando la información de las base de datos de concesiones otorgadas por las Corporaciones Autónomas Regionales de Caldas y Risaralda, dicha información fue espacializada en cada una de las unidades del nivel subsiguiente pertenecientes a la Cuenca, por medio del software Arcgis, generando una hoja de cálculo que permitió realizar la sumatoria de todos los usuarios que reportaban concesiones para estos usos. La información de los listados de concesiones fue verificada en los expedientes.

Tabla 56. Demanda hídrica sector industrial

Nivel subsiguiente	Demanda industrial l/s	Demanda industrial Mm3/año	Demanda generación de Energía l/s	Demanda generación de energía Mm3/año
FH. Belalcázar 2	0,0694	0,00	0	0,00
FH. Q. El Boquerón	1,31	0,04	16800	529,80
FH. Q. Guamo Viejo	0,012	0,00	0	0,00
FH. Q. Maira Bajo	1,31	0,04	0	0,00
FH. Q. Villa Orozco	1,68	0,05	0	0,00
FH. Riosucio-Mistrató	0	0,00	4332	136,61
Q. Cauyá	0	0,00	500	15,77
Q. Changüi	15	0,47	0	0,00
Q. del Olvido o Tinajitas	0,1	0,00	0	0,00
Q. El Cairo	6	0,19	0	0,00
Q. Guapacha - San Pedro	0,13	0,00	0	0,00
Q. Los Angeles	0,02	0,00	0	0,00
R. Guática	2,43	0,08	0	0,00
R. Mapa	540,95	17,95	1,09	0,03
Total	569,01	17,94	21633,09	682,22

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2017.

La cantidad de agua concesionada para el uso de generación de energía en la cuenca del río Risaralda es de 682,22 Mm3/año, de los cuales se destacan las concesiones realizadas para los municipios de Belén de Umbría, para la -PCH Morro Azul con un caudal de 529,8 Mm3/año, la cual está iniciando el proceso de producción de energía y la del municipio de Mistrató para la PCH Madroño con un caudal de 136,61 Mm3/año, esta concesión está próxima a vencerse, ya que no se ha iniciado la construcción de las obras para la generación de energía. Otra PCH identificada en la Cuenca es la PCH Cauyá, ubicada en el municipio de Anserma con un caudal de 15,77 Mm3/año.

La demanda industrial en la Cuenca es de 17,95 Mm3/año, la cual es ejercida casi en su totalidad en la unidad hidrológica del nivel subsiguiente del río Mapa, específicamente en la zona baja, esta demanda la ejerce el Ingenio Risaralda, para realizar sus actividades de producción de azúcar.

4.7.17.7 Demanda minera

La demanda minera se estableció a partir del reconocimiento de los títulos mineros identificados dentro de la cuenca hidrográfica del río Risaralda, esta información fue extraída de la “Caracterización socioeconómica y cultural de la Cuenca”. Posteriormente estos títulos fueron revisados a la luz de los expedientes de las Licencias y Planes de Manejo Ambiental que han cursado trámites ante las corporaciones autónomas regionales de Caldas y Risaralda, de las cuales se extrajo el valor concesionado, (Tabla 57).

Tabla 57. Demanda sector minero.

Propietario o razón social	Demanda minera l/s	Demanda minera Mm3/año	Actividad
AGREGADOS EL CAIRO S.A.S	7,8	0,2	Separación de materiales
MARTHA LUCIA BEDOYA	3,0	0,1	Separación de materiales
CONCESIÓN PACIFICO III	1,0	0,0	Separación de materiales
MINA LA COQUETA	6,0	0,2	Separación de materiales
FRANCISCO BARBIER LOPEZ	17,1	0,5	Separación de materiales
WILLIAM EMURA ARANA	0,0	0,0	Separación de materiales
UNIÓN TEMPORAL PROSPERIDAD 2011	30,0	0,9	Separación de materiales
TOTAL CAUDAL MINERO	64,8	2,0	

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2017.

La información correspondiente al tema de demanda minera está básicamente relacionada con la transformación de materiales de construcción, aunque para el departamento de Caldas se tiene identificada minería de metales preciosos, no fue posible encontrar información acerca de las cantidades de agua utilizadas, debido a que dicha minería se encuentra en fase de exploración, para la cual no se tramita licencia ambiental.

4.7.17.8 Demanda hídrica total

La demanda hídrica agregada total para la Cuenca hidrográfica del río Risaralda, conforme a los sectores seleccionados, presenta un orden de magnitud de 793,21 Mm3/año. En la Tabla 58 se presenta el estimativo por sectores de la demanda por uso y su participación porcentual respecto al total de la Cuenca, adicionalmente en esta se puede observar que la gran mayoría de la demanda la ejerce la generación de energía con el 86,01%, seguido del sector minero con

el 7%, el de consumo humano y doméstico con el 3,02% e industrial con el 2,43%.

La demanda del sector de generación de energía la ejercen las 3 PCH ubicadas dentro de la Cuenca, el consumo humano y doméstico se sustenta en que 14 de las 12 cabeceras municipales se abastecen de las fuentes hídricas ubicadas dentro de la Cuenca.

Tabla 58. Consolidado de la demanda hídrica total

DEMANDA INDUSTRIAL Mm3/año	DEMANDA ACUICOLA Mm3/año	DEMANDA PECUARIA Mm3/año	DEMANDA CONSUMO HUMANO Y DOMESTICA Mm3/año	DEMANDA AGRICOLA Mm3/año	DEMANDA GENERACIÓN DE ENERGIA Mm3/año	DEMANDA MINERIA Mm3/año	DEMANDA TOTAL Mm3/año
17,94	6,84	1,53	23,99	5,19	55,49	682,22	793,21
2,26%	0,86%	0,19%	3,02%	0,65%	7,00%	86,01%	100,00%

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

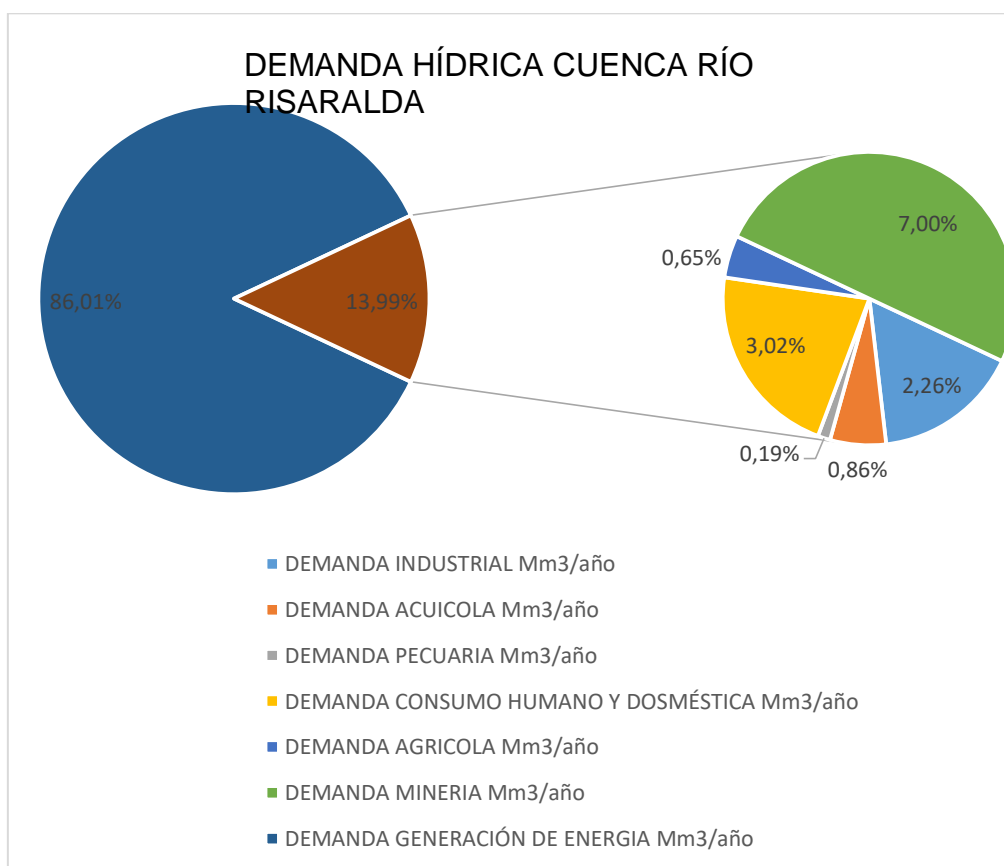


Figura 51 Porcentaje de demanda por usos en la Cuenca del río Risaralda

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

4.7.18 Indicadores del sistema hídrico

4.7.18.1 Índice de Retención y Regulación Hídrica – IRH

Utilizando las series de caudales diarios para cada uno de los puntos de la red de monitoreo Puente Negro, La Virgen y La Bretaña, se construyeron las curvas de duración de caudal, a partir de las cuales se calculó el Índice de regulación y retención hídrica, arrojando como resultado los mostrados en la Tabla 59.

Tabla 59. IRH calculado para oferta hídrica de caudales diarios históricos para unidad hidrológica del nivel subsiguiente.

Nivel subsiguiente	Código	Clasificación
R. Arroyo hondo	261401	Bajo
FH. Riosucio-Mistrató	261402	Bajo
Q. Serna	261403	Bajo
Q. Peñas Blancas	261404	Bajo
Q. La Ilorona	261405	Bajo
FH. Belén de Umbría 1	261406	Bajo
Q. Sandía	261407	Bajo
Q. Congo	261408	Bajo
FH. Q. El Boquerón	261409	Bajo
Q. del Olvido o Tinajitas	261410	Bajo
FH. Belén de Umbría 2	261411	Bajo
Q. Tachigui	261412	Moderado
FH. Belén de Umbría 3	261413	Bajo
Q. Los Ángeles	261414	Bajo
FH. Q. Pumía - Q. Tetuán	261415	Moderado
Q. Papayal	261416	Bajo
FH. Belén de Umbría 4	261417	Bajo
Q. Chapatá 1	261418	Bajo
FH. Q. Puracé - Q. El Dinde	261419	Bajo
R. Guarne	261420	Bajo
FH. Q. Guamo Viejo	261421	Bajo
Q. Samaria	261422	Bajo
FH. Q. La Cecilia - Q. Guamito	261423	Bajo
R. Mapa	261424	Bajo
FH. Santuario	261425	Moderado
R. Totuí	261426	Bajo
FH. Balboa	261427	Alta
FH La Virginia	261428	Alta
Q. El Cairo	261429	Moderado
FH. Belalcázar 5	261430	Moderado
Q. Génova	261431	Moderado
FH. Belalcázar 4	261432	Moderado
Q. Calamar	261433	Moderado
FH. Belalcázar 3	261434	Moderado
Q. Los Micos	261435	Moderado
FH. Belalcázar 2	261436	Moderado

Nivel subsiguiente	Código	Clasificación
Q. La Betulia	261437	Moderado
FH. Belalcázar 1	261438	Moderado
Q. El Águila (Q. El Guamo)	261439	Moderado
FH. Q. La Equis	261440	Moderado
Q. La Hermosa	261441	Moderado
FH. Viterbo 5	261442	Moderado
Q. Candilejas	261443	Moderado
FH. Viterbo 4	261444	Moderado
Q. La Primavera	261445	Moderado
FH. Viterbo 3	261446	Moderado
Q. Changüi	261447	Moderado
FH. Viterbo 2	261448	Moderado
Q. La Honda	261449	Moderado
FH. Viterbo 1	261450	Moderado
Q. La Tesalia	261451	Moderado
Q. Palo Gordo	261452	Bajo
Q. Tamaspia	261453	Bajo
FH. Anserma 3	261454	Bajo
Q. El Oro	261455	Bajo
FH. Q. Valdivia	261456	Bajo
Q. Lázaro	261457	Bajo
FH. Anserma 2	261458	Bajo
Q. Chapatá 2	261459	Bajo
FH. Anserma 1	261460	Bajo
Q. Tusas	261461	Bajo
FH. Q. Villa Orozco	261462	Bajo
Q. Cauyá	261463	Bajo
Q. Guapacha - San Pedro	261464	Bajo
R. Guática	261465	Bajo
FH. Q. Maira Bajo	261466	Bajo
Q. Sirguia	261467	Bajo
FH. Caño La Calera	261468	Bajo

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

En los resultados que se muestran en las Tabla 59 se evidencia que el Índice de Retención Hídrica permanece BAJO en 40 unidades hidrológicas del nivel subsiguiente, situación que se puede justificar por las altas pendientes identificadas en la parte alta y media de la Cuenca y a la alta intensidad de las lluvias en la zona de estudio, lo que hace que escorrentía directa se active casi de manera instantánea, haciendo que se presentes caudales picos con magnitudes altas y con bastante recurrencia, de esta manera si se evalúa el caudal medio en uno de los puntos de la red de monitoreo frente a la curva de duración de caudales este permanecería o sería superado más del cincuenta por ciento del tiempo, sin embargo esto también hace que el caudal ambiental este muy cerca del caudal promedio, lo cual para efectos de oferta hídrica superficial disponible hace que esta sea muy baja.

También se identifican IRH MODERADO en 26 unidades ubicadas en la zona de valle y piedemonte de la zona baja de la cuenca del río Risaralda y ALTA en 2 pequeñas unidades hidrológicas en la zona baja hacia la Virginia situación que está ligada a las pendientes moderadas y suaves que se identifican en la zona, más un promedio de precipitaciones alto. En la Figura 52, se presenta el esquema de IRH para la cuenca del río Risaralda.

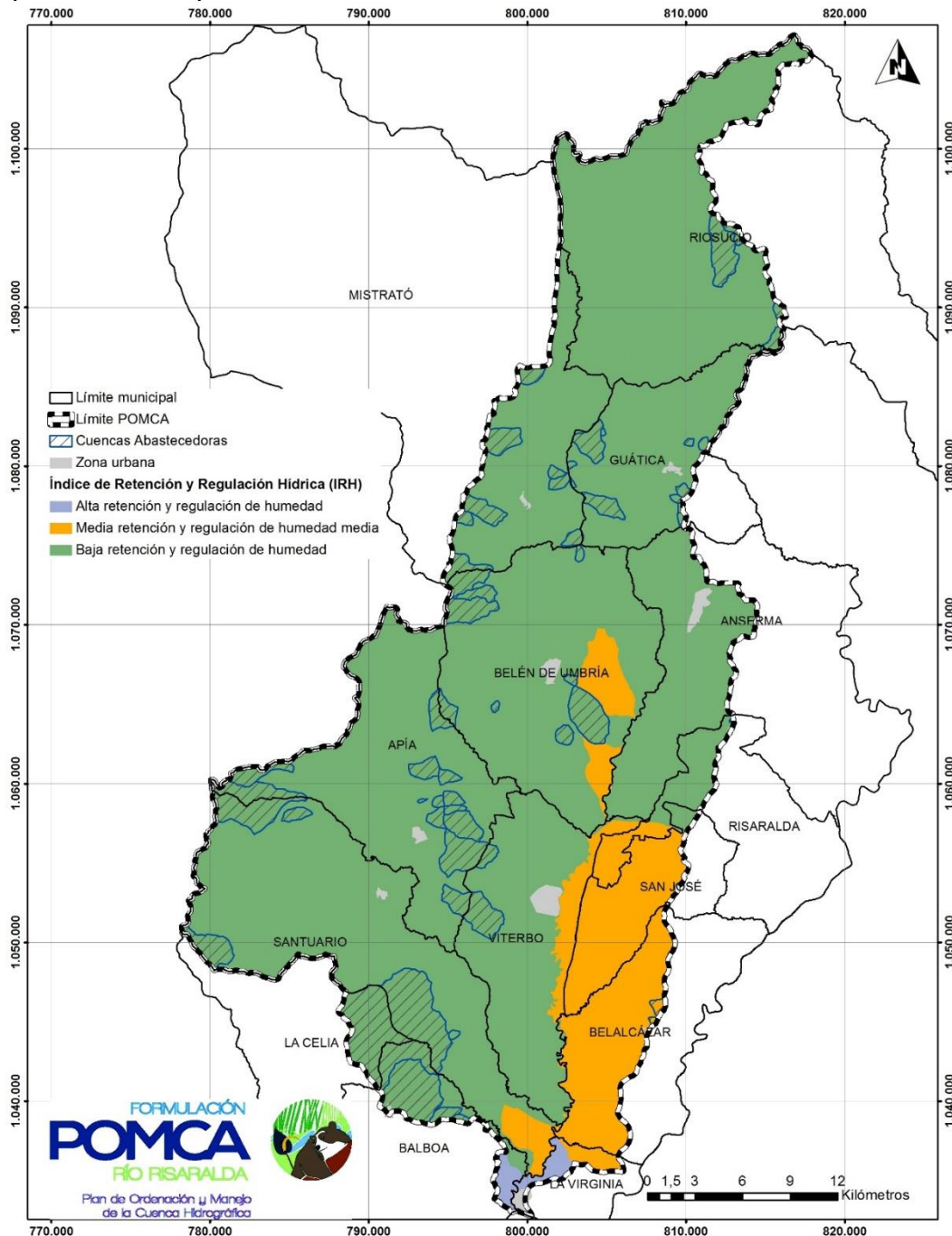


Figura 52. Mapa Índice de Regulación y Retención Hídrica (IRH)

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2017.

4.7.19 Índice de Uso del Agua Superficial – IUA

Para el cálculo del IUA se acogieron 68 unidades hidrológicas del nivel subsiguiente, dentro de la cuenca del río Risaralda, para las cuales se definieron los caudales medios y mínimos de oferta hídrica disponible, al igual que se calcularon las demandas hídricas sectoriales, para así calcular el IUA con los periodos de caudales medios y mínimos.

A continuación, se muestran los índices calculados para la Cuenca y las unidades de hidrológicas del nivel subsiguiente.

Se calculó el IUA para la cuenca hidrográfica del río Risaralda, obteniéndose un Índice que refleja BAJA presión sobre el recurso hídrico en periodo de caudales medios y MODERADA para caudales mínimos; este cambio en la categoría de indicador representa los fenómenos de variabilidad climática que se presentan en la zona, evidenciando la potencial vulnerabilidad hídrica a la que se encuentra expuesta y que en el caso de mostrar mayores retrocesos relacionados con el cambio de coberturas y los anomalías climáticas, la oferta hídrica disponible no podría satisfacer la demanda existe y por supuesto menos la futura.

Lo anterior sustentando en la amplia diferencia que presentan los valores de caudales medios y mínimos, donde el caudal disponible del río disminuye en un 73% para periodos mínimos.

Tabla 60. Resultado IUA Cuenca Río Risaralda caudales medios

Nivel subsiguiente	Código	Área (ha)	Demanda hídrico (m3/s)	Oferta hídrica disponible medio (m3/s)	Clasificación
CUENCA RIO RISARALDA	2614	125600,02		55,62	BAJO

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

Tabla 61. Resultado IUA Cuenca Río Risaralda caudales mínimos

Nivel subsiguiente	Código	Área (ha)	Demanda hídrico (l/s)	Oferta hídrica disponible mínimo (l/s)	Clasificación
CUENCA RÍO RISARALDA	2614	501,69	1,553	18,05	MUY ALTO

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

El IUA para caudales mínimos en el presente estudio se clasifica como MODERADO, sin embargo en el ENA 2014 el indicador mostraba una categoría de BAJO, lo que indica que en estos dos años ha aumentado la demanda o que por efectos de escala, la información con la que se calculó este indicador está mostrando mayor nivel de detalle.

Se determinó el IUA en las unidades hidrológicas del nivel subsiguiente en Cuenca, para la oferta hídrica disponible de periodos de caudales medios (Tabla 62), identificándose que el índice para cada una de estas unidades presenta categorías de MUY BAJA a BAJA, mientras que para caudales mínimos se identifican categorías que van desde MUY BAJA a ALTA.

El cálculo de IUA para periodos de caudales medios no está mostrando presión sobre el recurso hídrico en las unidades hidrográficas analizadas, sin desconocer que en varias de estas unidades se ejerce la demanda para consumo humano y doméstico (subcuentas en letras de color rojo), que abastecen la población urbana de 12 de cabeceras municipales y que además en cuenca del nivel subsiguiente del río Mapa se ejerce una demanda de 510 l/s para labores industriales de transformación de caña de azúcar.

Tabla 62. IUA calculado para oferta hídrica de caudales medios en las unidades hidrológicas del nivel subsiguiente.

Nivel subsiguiente	Código	Área (ha)	Demanda hídrico (l/s)	Oferta hídrica disponible mínimo (l/s)	Clasificación
R. Arroyo hondo	261401	5897,82	16,008	2797,20	MUY BAJO
FH. Riosucio-Mistrató	261402	11540,47	33,624	6698,75	MUY BAJO
Q. Serna	261403	2010,82	1,919	342,50	MUY BAJO
Q. Peñas Blancas	261404	388,00	0,866	113,83	MUY BAJO
Q. La llorona	261405	1152,79	4,936	286,37	BAJO
FH. Belén de Umbría 1	261406	122,30	0,275	29,43	MUY BAJO
Q. Sandía	261407	1083,26	28,995	408,28	BAJO
Q. Congo	261408	755,79	1,818	423,44	MUY BAJO
FH. Q. El Boquerón	261409	1049,37	3,778	370,68	BAJO
Q. del Olvido o Tinajitas	261410	473,59	1,375	249,08	MUY BAJO
FH. Belén de Umbría 2	261411	65,82	0,123	21,89	MUY BAJO
Q. Tachigui	261412	1190,23	2,691	376,70	MUY BAJO
FH. Belén de Umbría 3	261413	151,98	0,285	52,24	MUY BAJO
Q. Los Angeles	261414	713,48	1,616	381,92	MUY BAJO
FH. Q. Pumía - Q. Tetuán	261415	560,54	1,104	180,55	MUY BAJO
Q. Papayal	261416	770,59	1,688	348,80	MUY BAJO
FH. Belén de Umbría 4	261417	22,40	0,040	6,71	MUY BAJO
Q. Chapatá 1	261418	6568,41	63,336	3218,87	BAJO
FH. Q. Puracé - Q. El Dinde	261419	986,61	1,129	377,37	MUY BAJO
R. Guarne	261420	5371,73	39,342	2531,42	BAJO
FH. Q. Guamo Viejo	261421	478,64	2,336	190,89	BAJO
Q. Samaria	261422	2069,41	25,066	658,09	BAJO
FH. Q. La Cecilia - Q. Guamito	261423	3838,69	84,322	2225,09	BAJO
R. Mapa	261424	28886,27	722,939	14649,56	BAJO
FH. Santuario	261425	803,18	28,440	495,41	BAJO
R. Totuí	261426	6083,78	122,319	2725,03	BAJO
FH. Balboa	261427	398,13	0,427	215,29	MUY BAJO
FH La Virginia	261428	562,14	0,406	198,10	MUY BAJO
Q. El Cairo	261429	984,92	14,908	219,69	BAJO

Nivel subsiguiente	Código	Área (ha)	Demanda hídrico (l/s)	Oferta hídrica disponible mínimo (l/s)	Clasificación
FH. Belalcázar 5	261430	93,59	0,179	24,76	MUY BAJO
Q. Génova	261431	198,37	0,344	60,93	MUY BAJO
FH. Belalcázar 4	261432	105,11	0,199	31,86	MUY BAJO
Q. Calamar	261433	238,49	0,327	48,38	MUY BAJO
FH. Belalcázar 3	261434	45,01	0,050	10,21	MUY BAJO
Q. Los Micos	261435	566,06	0,726	152,63	MUY BAJO
FH. Belalcázar 2	261436	294,41	6,801	80,33	BAJO
Q. La Betulia	261437	1009,35	2,979	327,18	MUY BAJO
FH. Belalcázar 1	261438	282,13	2,477	105,49	BAJO
Q. El Águila (Q. El Guamo)	261439	2762,22	94,745	1234,12	BAJO
FH. Q. La Equis	261440	809,56	12,475	362,70	BAJO
Q. La Hermosa	261441	770,40	1,454	274,89	MUY BAJO
FH. Viterbo 5	261442	114,71	3,727	63,25	BAJO
Q. Candilejas	261443	403,93	3,331	147,85	BAJO
FH. Viterbo 4	261444	11,91	0,005	7,22	MUY BAJO
Q. La Primavera	261445	654,46	5,878	244,32	BAJO
FH. Viterbo 3	261446	8,25	0,004	6,07	MUY BAJO
Q. Changüi	261447	1637,26	20,014	629,94	BAJO
FH. Viterbo 2	261448	18,09	0,008	12,83	MUY BAJO
Q. La Honda	261449	564,95	1,074	179,12	MUY BAJO
FH. Viterbo 1	261450	26,64	0,013	7,96	MUY BAJO
Q. La Tesalia	261451	781,70	9,003	268,34	BAJO
Q. Palo Gordo	261452	264,48	0,393	83,96	MUY BAJO
Q. Tamaspia	261453	1593,88	3,073	828,29	MUY BAJO
FH. Anserma 3	261454	133,91	0,258	56,66	MUY BAJO
Q. El Oro	261455	962,71	1,795	499,86	MUY BAJO
FH. Q. Valdivia	261456	367,76	0,773	136,91	MUY BAJO
Q. Lázaro	261457	1098,48	2,128	745,26	MUY BAJO
FH. Anserma 2	261458	95,03	0,146	29,56	MUY BAJO
Q. Chapatá 2	261459	586,49	1,008	325,11	MUY BAJO
FH. Anserma 1	261460	151,14	0,275	50,70	MUY BAJO
Q. Tusas	261461	732,56	1,645	507,62	MUY BAJO
FH. Q. Villa Orozco	261462	319,17	2,191	123,80	BAJO
Q. Cauyá	261463	1606,82	3,034	1094,12	MUY BAJO
Q. Guapacha - San Pedro	261464	1692,55	3,655	1038,38	MUY BAJO
R. Guática	261465	17939,85	155,633	4621,40	BAJO
FH. Q. Maira Bajo	261466	373,25	2,016	75,86	BAJO
Q. Sirguia	261467	802,48	2,055	232,27	MUY BAJO
FH. Caño La Calera	261468	501,69	1,148	99,13	BAJO

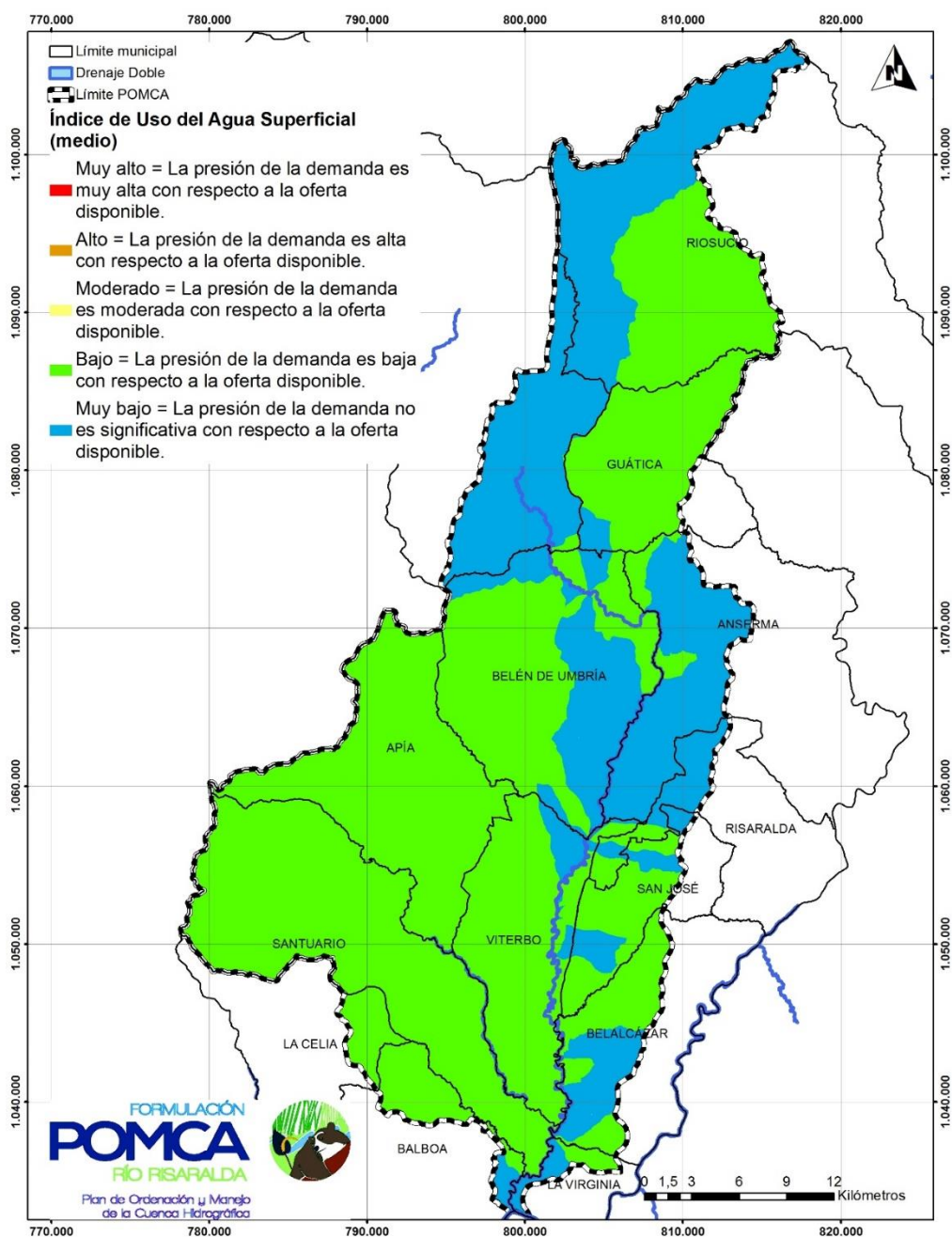


Figura 53. Mapa Índice de Uso del Agua (IUA) para caudales medios.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

Para los IUA calculados en periodos de caudales mínimos (Tabla 63) 43 de 68 unidades hidrológicas del nivel subsiguiente, equivalentes al 63,23%, presentan un IUA en la categoría de entre ALTO, MUY ALTO Y CRITICO, el 26,47% se encuentra en categoría MODERADA y el 10,29% en categoría de BAJO.

De los IUA que se clasificaron en la categoría de MUY ALTO para caudales mínimos, se destacan las unidades hidrológicas conformadas el río Guática que abastece la demanda para consumo humano y doméstico de los municipios de Guática, Anserma, Risaralda, Belalcázar y San José, el río Guarne, la quebrada Sandia y Samaría que abastecen las poblaciones de Belén de Umbría y Viterbo, el río Mapa en el cual se ejerce una fuerte demanda industrial por parte del Ingenio Risaralda para la producción de azúcar y el abastecimiento que hace para el uso del consumo humano y doméstico de los municipios de Santuario, Apía y Balboa. De igual forma la quebrada El Águila (El Guamo), presenta un índice MUY ALTO por la demanda acuícola.

En las restantes 37 unidades hidrológicas donde se obtuvo un IUA MUY ALTO Y ALTO no se identifican demandas ejercidas por consumos humano y doméstico de cabeceras urbanas o centros poblados, sin embargo las principales demandas se relacionan con actividades pecuarias y agricultura.

En las unidades clasificadas en la categoría de IUA MODERADO, se encuentra la FH. Riosucio-Mistrató que es de donde se abastece el municipio de Mistrató, mostrando que para caudales mínimos la oferta hídrica se empieza a ver afectada por las demandas ejercidas. En las unidades donde la categoría del IUA es BAJO no se presentan demandas por consumo humano y domésticos de cascos urbanos y centros poblados.

Tabla 63. IUA calculado para oferta hídrica de caudales mínimos en unidades de gestión hídrica de la cuenca del río Risaralda

Nivel subsiguiente	Área (ha)	Área (ha)	Demanda hídrico (l/s)	Oferta hídrica disponible mínimo (l/s)	Clasificación
R. Arroyo hondo	261401	5897,82	16,008	107,52	MODERADO
FH. Riosucio-Mistrató	261402	11540,47	33,624	289,06	MODERADO
Q. Serna	261403	2010,82	1,919	26,59	BAJO
Q. Peñas Blancas	261404	388,00	0,866	4,85	MODERADO
Q. La Ilorona	261405	1152,79	4,936	14,66	ALTO
FH. Belén de Umbría 1	261406	122,30	0,275	1,42	MODERADO
Q. Sandía	261407	1083,26	28,995	14,32	MUY ALTO
Q. Congo	261408	755,79	1,818	9,91	MODERADO
FH. Q. El Boquerón	261409	1049,37	3,778	20,91	MODERADO
Q. del Olvido o Tinajitas	261410	473,59	1,375	5,20	ALTO
FH. Belén de Umbría 2	261411	65,82	0,123	0,55	ALTO
Q. Tachigui	261412	1190,23	2,691	7,94	ALTO
FH. Belén de Umbría 3	261413	151,98	0,285	1,36	ALTO
Q. Los Angeles	261414	713,48	1,616	6,41	ALTO
FH. Q. Pumía - Q. Tetuán	261415	560,54	1,104	4,78	ALTO
Q. Papayal	261416	770,59	1,688	7,49	ALTO
FH. Belén de Umbría 4	261417	22,40	0,040	0,17	ALTO
Q. Chapatá 1	261418	6568,41	63,336	75,94	MUY ALTO

Nivel subsiguiente	Área (ha)	Área (ha)	Demanda hídrico (l/s)	Oferta hídrica disponible mínimo (l/s)	Clasificación
FH. Q. Puracé - Q. El Dinde	261419	986,61	1,129	9,17	MODERADO
R. Guarne	261420	5371,73	39,342	65,90	MUY ALTO
FH. Q. Guamo Viejo	261421	478,64	2,336	4,03	MUY ALTO
Q. Samaria	261422	2069,41	25,066	17,70	MUY ALTO
FH. Q. La Cecilia - Q. Guamito	261423	3838,69	84,322	33,17	MUY ALTO
R. Mapa	261424	28886,27	722,939	463,47	MUY ALTO
FH. Santuario	261425	803,18	28,440	4,69	MUY ALTO
R. Totui	261426	6083,78	122,319	81,24	MUY ALTO
FH. Balboa	261427	398,13	0,427	2,88	MODERADO
FH La Virginia	261428	562,14	0,406	5,92	BAJO
Q. El cairo	261429	984,92	14,908	11,61	MUY ALTO
FH. Belalcázar 5	261430	93,59	0,179	0,99	MODERADO
Q. Genova	261431	198,37	0,344	2,21	MODERADO
FH. Belalcázar 4	261432	105,11	0,199	1,16	MODERADO
Q. Calamar	261433	238,49	0,327	2,78	MODERADO
FH. Belalcázar 3	261434	45,01	0,050	0,47	MODERADO
Q. Los Micos	261435	566,06	0,726	8,05	BAJO
FH. Belalcázar 2	261436	294,41	6,801	3,27	MUY ALTO
Q. La Betulia	261437	1009,35	2,979	9,81	ALTO
FH. Belalcázar 1	261438	282,13	2,477	2,37	MUY ALTO
Q. el Aguila (Q. El Guamo)	261439	2762,22	94,745	32,95	MUY ALTO
FH. Q. La Equis	261440	809,56	12,475	7,75	MUY ALTO
Q. La Hermosa	261441	770,40	1,454	6,67	ALTO
FH. Viterbo 5	261442	114,71	3,727	0,87	MUY ALTO
Q. Candilejas	261443	403,93	3,331	3,75	MUY ALTO
FH. Viterbo 4	261444	11,91	0,005	0,09	BAJO
Q. La Primavera	261445	654,46	5,878	5,95	MUY ALTO
FH. Viterbo 3	261446	8,25	0,004	0,05	BAJO
Q. Changüi	261447	1637,26	20,014	15,16	MUY ALTO
FH. Viterbo 2	261448	18,09	0,008	0,10	BAJO
Q. La Honda	261449	564,95	1,074	4,98	ALTO
FH. Viterbo 1	261450	26,64	0,013	0,21	BAJO
Q. La Tesalia	261451	781,70	9,003	6,77	MUY ALTO
Q. Palo Gordo	261452	264,48	0,393	2,20	MODERADO
Q. Tamaspia	261453	1593,88	3,073	13,47	ALTO
FH. Anserma 3	261454	133,91	0,258	1,29	ALTO
Q. El Oro	261455	962,71	1,795	9,02	MODERADO
FH. Q. Valdivia	261456	367,76	0,773	3,28	ALTO
Q. Lázaro	261457	1098,48	2,128	7,24	ALTO
FH. Anserma 2	261458	95,03	0,146	0,75	MODERADO
Q. Chatatá 2	261459	586,49	1,008	4,96	ALTO
FH. Anserma 1	261460	151,14	0,275	1,40	MODERADO
Q. Tusas	261461	732,56	1,645	5,21	ALTO
FH. Q. Villa Orozco	261462	319,17	2,191	3,48	MUY ALTO
Q. Cauyá	261463	1606,82	3,034	11,59	ALTO

Nivel subsiguiente	Área (ha)	Área (ha)	Demanda hídrico (l/s)	Oferta hídrica disponible mínimo (l/s)	Clasificación
Q. Guapacha - San Pedro	261464	1692,55	3,655	13,93	ALTO
R. Guática	261465	17939,85	155,633	290,92	MUY ALTO
FH. Q. Maira Bajo	261466	373,25	2,016	3,95	MUY ALTO
Q. Sirguia	261467	802,48	2,055	10,81	MODERADO
FH. Caño La Calera	261468	501,69	1,148	5,69	ALTO

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

También se calculó el IUA para 52 microcuencas abastecedoras de acueductos con caudales superiores a 1 l/s, en la Figura 54 se pueden observar las razones sociales de cada una de las concesiones otorgadas para las empresas prestadoras del servicio de acueducto, en esta se identifica con letras de color rojo las empresas que prestan el servicio a las cabeceras municipales de los municipios de Anserma, Risaralda, Belalcázar, Risaralda, San José, Viterbo, Guática, Mistrató, Apía, Balboa, Santuario y La Virginia; además de las organizaciones encargadas de prestar el servicio a centros poblados y veredas.

En algunos casos se pueden observar que se repite el nombre de la empresa, esto debido a que bajo la misma razón social se han concedido captaciones sobre diferentes fuentes.

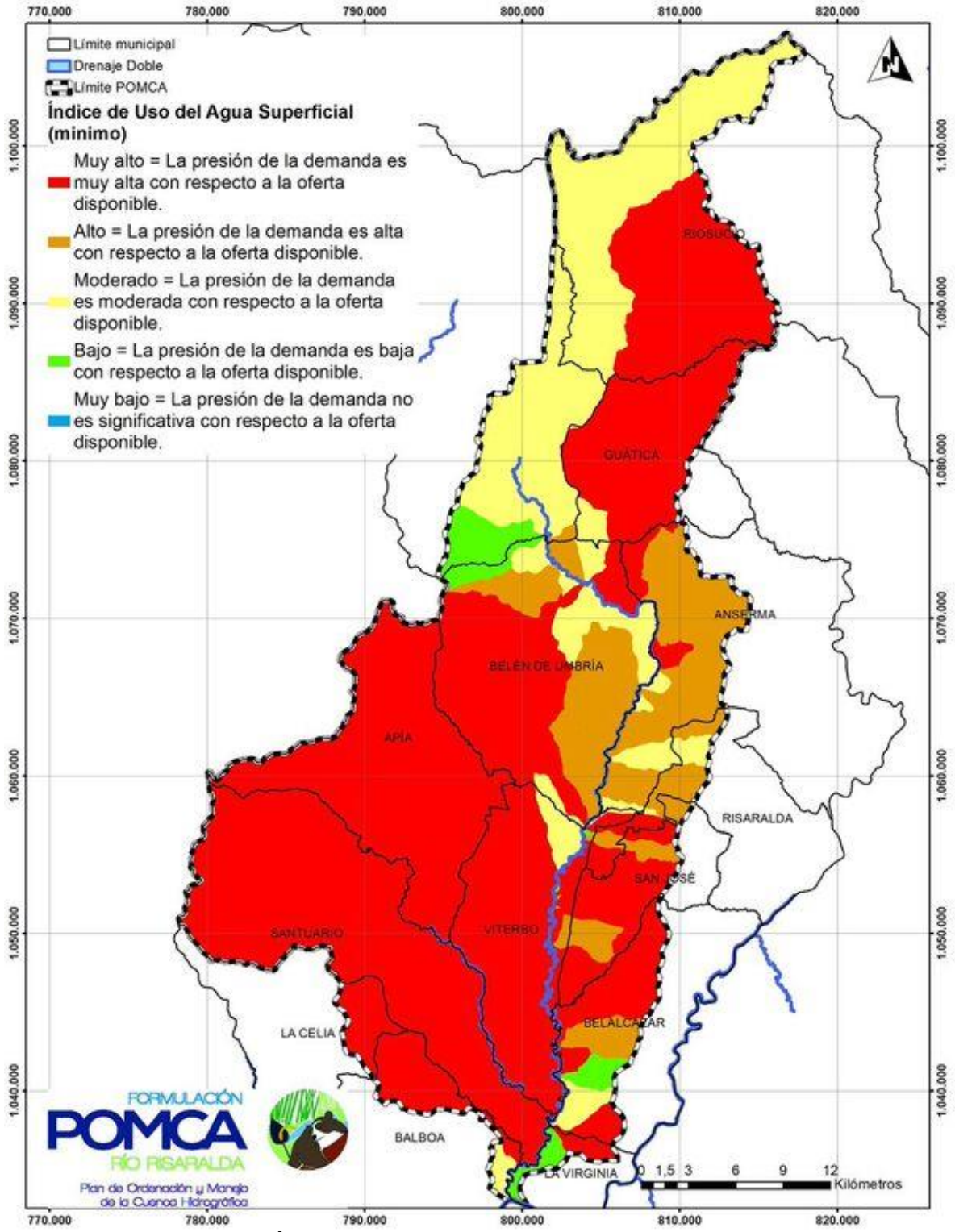


Figura 54. Mapa Índice de Uso del Agua (IUA) para caudales mínimos.
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

4.7.20 Índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico – IVH

El Índice de Vulnerabilidad Hídrica (IVH), se calculó para las diferentes unidades hidrológicas del nivel subsiguiente de la cuenca del río Risaralda, tomando periodos de caudales medios y mínimos, obteniéndose los resultados que relacionan en Tabla 64 y Tabla 65.

Tabla 64. IVH para períodos de caudales medios

NIVEL SUBSIGUIENTE	CODIGO	IUA	IRH	IVH
R. Arroyo hondo	261401	MUY BAJO	Bajo	Medio
FH. Riosucio-Mistrató	261402	MUY BAJO	Bajo	Medio
Q. Serna	261403	MUY BAJO	Bajo	Medio
Q. Peñas Blancas	261404	MUY BAJO	Bajo	Medio
Q. La Ilorona	261405	MUY BAJO	Bajo	Medio
FH. Belén de Umbría 1	261406	MUY BAJO	Bajo	Medio
Q. Sandía	261407	BAJO	Bajo	Bajo
Q. Congo	261408	MUY BAJO	Bajo	Medio
FH. Q. El Boquerón	261409	MUY BAJO	Bajo	Medio
Q. del Olvido o Tinajitas	261410	MUY BAJO	Bajo	Medio
FH. Belén de Umbría 2	261411	MUY BAJO	Bajo	Medio
Q. Tachigui	261412	MUY BAJO	Moderada	Bajo
FH. Belén de Umbría 3	261413	MUY BAJO	Bajo	Medio
Q. Los Ángeles	261414	MUY BAJO	Bajo	Medio
FH. Q. Pumía - Q. Tetuán	261415	MUY BAJO	Moderada	Bajo
Q. Papayal	261416	MUY BAJO	Bajo	Medio
FH. Belén de Umbría 4	261417	MUY BAJO	Bajo	Medio
Q. Chapatá 1	261418	BAJO	Bajo	Bajo
FH. Q. Puracé - Q. El Dinde	261419	MUY BAJO	Bajo	Medio
R. Guarne	261420	BAJO	Bajo	Bajo
FH. Q. Guamo Viejo	261421	MUY BAJO	Bajo	Medio
Q. Samaria	261422	BAJO	Bajo	Bajo
FH. Q. La Cecilia - Q. Guamito	261423	BAJO	Bajo	Bajo
R. Mapa	261424	BAJO	Bajo	Bajo
FH. Santuario	261425	BAJO	Moderada	Bajo
R. Totuí	261426	BAJO	Bajo	Bajo
FH. Balboa	261427	MUY BAJO	Alta	Muy bajo
FH La Virginia	261428	MUY BAJO	Alta	Muy bajo
Q. El Cairo	261429	BAJO	Moderada	Bajo
FH. Belalcázar 5	261430	MUY BAJO	Moderada	Bajo
Q. Génova	261431	MUY BAJO	Moderada	Bajo
FH. Belalcázar 4	261432	MUY BAJO	Moderada	Bajo
Q. Calamar	261433	MUY BAJO	Moderada	Bajo
FH. Belalcázar 3	261434	MUY BAJO	Moderada	Bajo
Q. Los Micos	261435	MUY BAJO	Moderada	Bajo
FH. Belalcázar 2	261436	BAJO	Moderada	Bajo
Q. La Betulia	261437	MUY BAJO	Moderada	Bajo
FH. Belalcázar 1	261438	BAJO	Moderada	Bajo
Q. El Águila (Q. El Guamo)	261439	BAJO	Moderada	Bajo
FH. Q. La Equis	261440	BAJO	Moderada	Bajo
Q. La Hermosa	261441	MUY BAJO	Moderada	Bajo
FH. Viterbo 5	261442	BAJO	Moderada	Bajo

NIVEL SUBSIGUIENTE	CODIGO	IUA	IRH	IVH
Q. Candilejas	261443	BAJO	Moderada	Bajo
FH. Viterbo 4	261444	MUY BAJO	Moderada	Bajo
Q. La Primavera	261445	BAJO	Moderada	Bajo
FH. Viterbo 3	261446	MUY BAJO	Moderada	Bajo
Q. Changüi	261447	BAJO	Moderada	Bajo
FH. Viterbo 2	261448	MUY BAJO	Moderada	Bajo
Q. La Honda	261449	MUY BAJO	Moderada	Bajo
FH. Viterbo 1	261450	MUY BAJO	Moderada	Bajo
Q. La Tesalia	261451	BAJO	Moderada	Bajo
Q. Palo Gordo	261452	MUY BAJO	Bajo	Medio
Q. Tamaspia	261453	MUY BAJO	Bajo	Medio
FH. Anserma 3	261454	MUY BAJO	Bajo	Medio
Q. El Oro	261455	MUY BAJO	Bajo	Medio
FH. Q. Valdivia	261456	MUY BAJO	Bajo	Medio
Q. Lázaro	261457	MUY BAJO	Bajo	Medio
FH. Anserma 2	261458	MUY BAJO	Bajo	Medio
Q. Chapatá 2	261459	MUY BAJO	Bajo	Medio
FH. Anserma 1	261460	MUY BAJO	Bajo	Medio
Q. Tusas	261461	MUY BAJO	Bajo	Medio
FH. Q. Villa Orozco	261462	BAJO	Bajo	Bajo
Q. Cauyá	261463	MUY BAJO	Bajo	Medio
Q. Guapacha - San Pedro	261464	MUY BAJO	Bajo	Medio
R. Guática	261465	BAJO	Bajo	Bajo
FH. Q. Maira Bajo	261466	BAJO	Bajo	Bajo
Q. Sirguia	261467	MUY BAJO	Bajo	Medio
FH. Caño La Calera	261468	MUY BAJO	Bajo	Medio

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

Tabla 65. IVH para periodos de caudales mínimos.

NIVEL SUBSIGUIENTE	CODIGO	IUA	IRH	IVH
R. Arroyo hondo	261401	MODERADO	Baja	Alto
FH. Riosucio-Mistrato	261402	MODERADO	Baja	Alto
Q. Serna	261403	BAJO	Baja	Bajo
Q. Peñas Blancas	261404	MODERADO	Baja	Alto
Q. La Ilorona	261405	ALTO	Baja	Alto
FH. Belén de Umbría 1	261406	MODERADO	Baja	Alto
Q. Sandía	261407	MUY ALTO	Baja	Muy alto
Q. Congo	261408	MODERADO	Baja	Alto
FH. Q. El Boquerón	261409	MODERADO	Baja	Alto
Q. del Olvido o Tinajitas	261410	ALTO	Baja	Alto
FH. Belén de Umbría 2	261411	ALTO	Baja	Alto
Q. Tachigui	261412	ALTO	Moderada	Alto
FH. Belén de Umbría 3	261413	ALTO	Baja	Alto
Q. Los Angeles	261414	ALTO	Baja	Alto
FH. Q. Pumía - Q. Tetuán	261415	ALTO	Moderada	Alto
Q. Papayal	261416	ALTO	Bajo	Alto
FH. Belén de Umbría 4	261417	ALTO	Bajo	Alto
Q. Chapatá 1	261418	MUY ALTO	Bajo	Muy alto
FH. Q. Puracé - Q. El Dinde	261419	MODERADO	Baja	Alto
R. Guarne	261420	MUY ALTO	Baja	Muy alto

NIVEL SUBSIGUIENTE	CODIGO	IUA	IRH	IVH
FH. Q. Guamo Viejo	261421	MUY ALTO	Baja	Muy alto
Q. Samaria	261422	MUY ALTO	Baja	Muy alto
FH. Q. La Cecilia - Q. Guamito	261423	MUY ALTO	Baja	Muy alto
R. Mapa	261424	MUY ALTO	Baja	Muy alto
FH. Santuario	261425	MUY ALTO	Moderada	Alto
R. Totui	261426	MUY ALTO	Baja	Muy alto
FH. Balboa	261427	MODERADO	Alta	Medio
FH La Virginia	261428	BAJO	Alta	Medio
Q. El cairo	261429	MUY ALTO	Moderada	Alto
FH. Belalcázar 5	261430	MODERADO	Moderada	Medio
Q. Genova	261431	MODERADO	Moderada	Medio
FH. Belalcázar 4	261432	MODERADO	Moderada	Medio
Q. Calamar	261433	MODERADO	Moderada	Medio
FH. Belalcázar 3	261434	MODERADO	Moderada	Medio
Q. Los Micos	261435	BAJO	Moderada	Bajo
FH. Belalcázar 2	261436	MUY ALTO	Moderada	Alto
Q. La Betulia	261437	ALTO	Moderada	Alto
FH. Belalcázar 1	261438	MUY ALTO	Moderada	Alto
Q. el Aguila (Q. El Guamo)	261439	MUY ALTO	Moderada	Alto
FH. Q. La Equis	261440	MUY ALTO	Moderada	Alto
Q. La Hermosa	261441	ALTO	Moderada	Alto
FH. Viterbo 5	261442	MUY ALTO	Moderada	Alto
Q. Candilejas	261443	MUY ALTO	Moderada	Alto
FH. Viterbo 4	261444	BAJO	Moderada	Bajo
Q. La Primavera	261445	MUY ALTO	Moderada	Alto
FH. Viterbo 3	261446	BAJO	Moderada	Bajo
Q. Changüi	261447	MUY ALTO	Moderada	Alto
FH. Viterbo 2	261448	BAJO	Moderada	Bajo
Q. La Honda	261449	ALTO	Baja	Alto
FH. Viterbo 1	261450	BAJO	Baja	Bajo
Q. La Tesalia	261451	MUY ALTO	Baja	Muy alto
Q. Palo Gordo	261452	MODERADO	Baja	Medio
Q. Tamaspia	261453	ALTO	Baja	Alto
FH. Anserma 3	261454	ALTO	Baja	Alto
Q. El Oro	261455	MODERADO	Baja	Alto
FH. Q. Valdivia	261456	ALTO	Baja	Alto
Q. Lázaro	261457	ALTO	Baja	Alto
FH. Anserma 2	261458	MODERADO	Baja	Alto
Q. Chapatá 2	261459	ALTO	Baja	Alto
FH. Anserma 1	261460	MODERADO	Baja	Alto
Q. Tusas	261461	ALTO	Baja	Alto
FH. Q. Villa Orozco	261462	MUY ALTO	Baja	Muy alto
Q. Cauyá	261463	ALTO	Baja	Alto
Q. Guapacha - San Pedro	261464	ALTO	Baja	Alto
R. Guática	261465	MUY ALTO	Baja	Muy alto
FH. Q. Maira Bajo	261466	MUY ALTO	Baja	Muy alto
Q. Sirguia	261467	MODERADO	Baja	Alto
FH. Caño La Calera	261468	ALTO	Baja	Alto

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

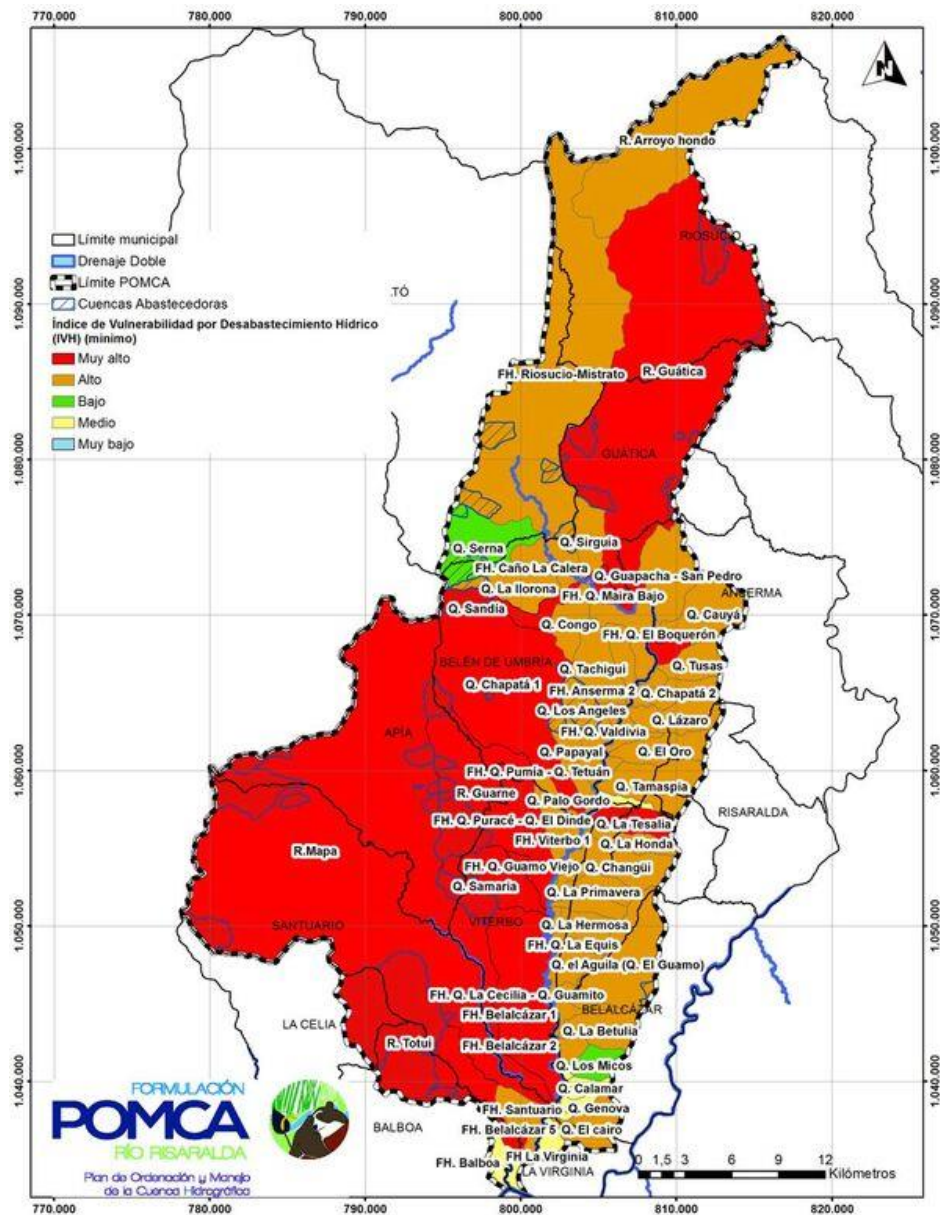


Figura 55. Mapa Índice de Vulnerabilidad Hídrica (IUA) para caudales medios.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

De las 68 unidades hidrológicas del nivel subsiguiente 36 presentan un IVH con categoría BAJA y 2 con Muy Baja, para caudales medios, mientras para caudales mínimos pasan a ser 6 zonas en las cuales no se configuran problemas por vulnerabilidad por desabastecimiento, ya que aunque predominan las condiciones de baja retención hídrica, la oferta hídrica disponible es suficiente para satisfacer las necesidades de las actividades socioeconómicas establecidas en estas áreas.



5 unidades del nivel subsiguiente presentan un IVH MEDIO, para períodos de caudales mínimos, mostrando que estas zonas presentan moderada vulnerabilidad por desabastecimiento, situación que obedece principalmente a la Baja y Moderada retención y regulación hídrica.

De las 68 unidades hidrológicas, 54 presentan un IVH Alto y Muy Alto, de las cuales 7 conformadas por las quebradas Sandía, Samaría y los ríos Mapa, Totuí, Guarne, la FH. Riosucio-Mistrató y Guática, son abastecedoras de los acueductos de cascos urbanos de los municipios de Belén de Umbría, Viterbo, Apía, Balboa, Santuario, La Virginia, Mistrató, Guática, Anserma, Risaralda, Belalcázar y San José, respectivamente, situación que configura una problemática por desabastecimientos de los acueductos que abastecen la población de los cascos urbanos ubicados dentro de la Cuenca en temporadas de caudales mínimos afectados por la variabilidad climática. La situación anterior es crítica para los periodos de caudales mínimos y obedece a los efectos causados a los fenómenos de variabilidad climática y los bajos valores obtenidos de IRH, que se agudizan en el tiempo dado al cambio en las coberturas naturales, las que son reemplazadas por pastos y cultivos que no ofrecen condiciones de regulación del hídrica.

4.8 Calidad de agua

4.8.1 Descripción y evaluación de la red de monitoreo de calidad del recurso hídrico

La Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER) ejecuta el Programa de Monitoreo de la Calidad y Cantidad del Recurso Hídrico Superficial del Departamento desde el año 1987, en el año 2015 el Monitoreo de Aguas Subterráneas existente fue extendido a la zona aluvial de los Ríos Risaralda y Cauca, en el municipio de La Virginia.

El Programa de Monitoreo se ejecuta según cronograma anual, considera protocolos desde el aprestamiento hasta la emisión de reportes. Las actividades comprenden: selección de puntos de muestreo en función del objetivo, mediciones de caudal, toma de muestras, preservación según parámetros, entrega de muestras en el laboratorio de análisis de aguas de la entidad, análisis estandarizados técnica y metodológicamente de variables físicas, químicas y microbiológicas, registro y entrega de reportes. El laboratorio está acreditado ante el IDEAM en 12 parámetros y cuenta con personal idóneo tanto de laboratorio como de campo.

El programa de monitoreo implica el seguimiento de la calidad y cantidad del agua a 85 fuentes superficiales, consideradas las más importantes en el departamento, incorporando 215 puntos de monitoreo con varias frecuencias en el año dependiendo de su objeto; se incluyen las fuentes que surten los acueductos municipales y los comunitarios más relevantes y a la altura de la



captación. Para la cuenca del río Risaralda existen 87 estaciones o puntos de monitoreo.

El monitoreo de la calidad y la cantidad en fuentes superficiales responde a diversos objetivos como: Objetivos de calidad definidos en los cuerpos de agua receptores de los alcantarillados municipales, Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH), Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS), Áreas Protegidas, seguimiento y control a impactos por Rellenos sanitarios activos y clausurados, caracterización de control de vertimientos al sector industrial, pecuario y doméstico para verificar sus sistemas de tratamiento de aguas residuales doméstico y no doméstico, Modelación hídrica, estudio específicos y caudal ambiental.

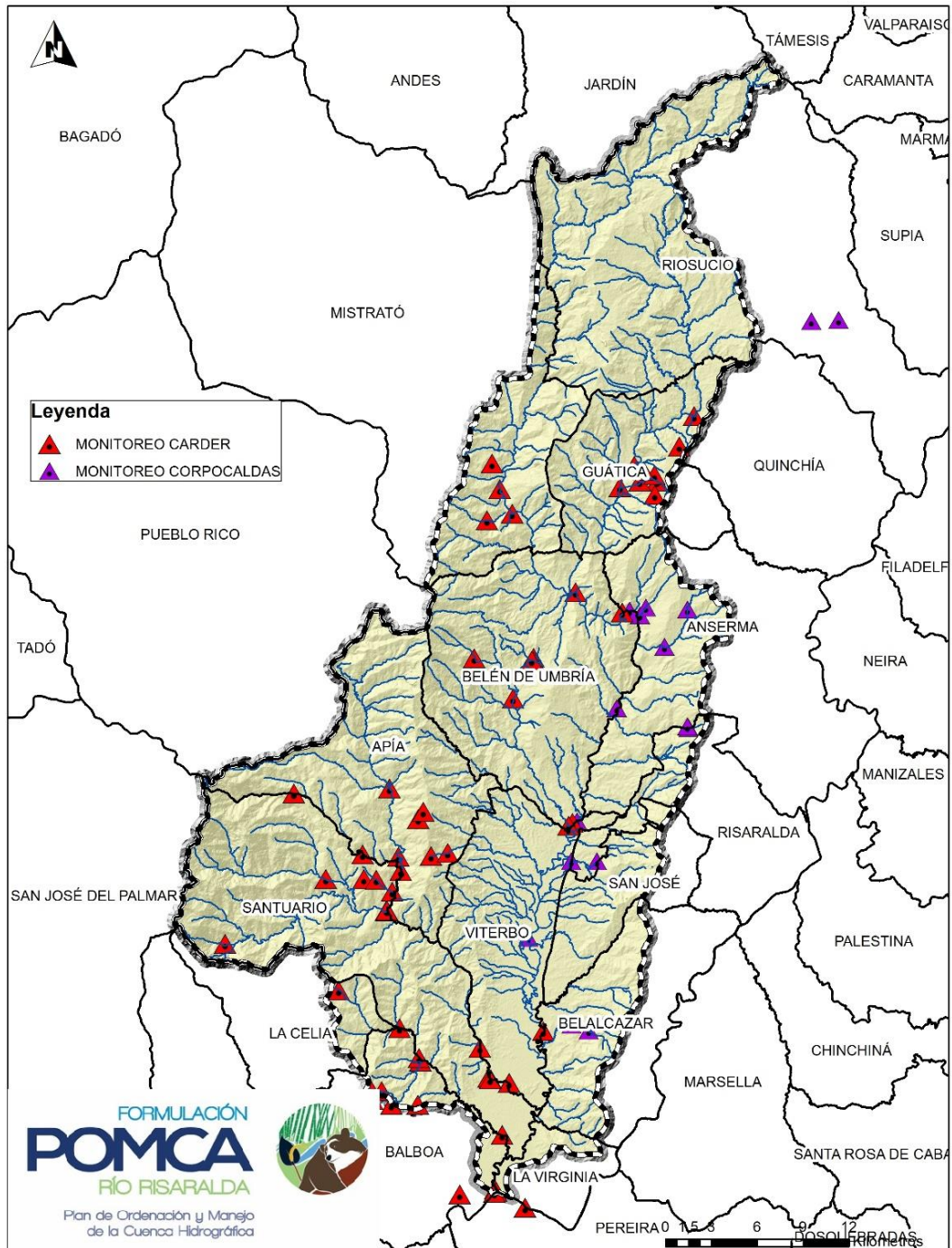


Figura 56 Localización de la red de monitoreo de corrientes de agua
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

4.8.2 Análisis de la calidad de recurso hídrico jurisdicción CARDER

La CARDER adoptó el Índice de Calidad del Agua NSF (National Sanitation Foundation Index), el cual combina el efecto de los siguientes nueve (9) parámetros asociados a calidad del recurso: Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto, Coliformes Fecales, pH, DBO5, Nitratos, Fosfatos, Temperatura, Turbidez y Sólidos Totales. Durante 2015, se obtuvieron resultados de Caudales y Calidad (IFSN) de 27 de las principales fuentes abastecedoras de 12 de los municipios de Risaralda, que usualmente presentan dificultades de abasto; se destaca que Guática cuenta con 5 fuentes para abastecimiento, Apía y La Virginia con 3 cada una y Mistrató, Belén de Umbría, Balboa y Santuario con 2 fuentes de abasto.

Tabla 66 Parámetros y peso específico componentes del índice NSF

Parámetro	Unidades	Peso específico (W)
Oxígeno Disuelto	% saturación	0.1825
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	0.1625
pH	Unidades	0.1325
DBO5	mg/l	0.1125
Nitratos	mg/l-NO3	0.1125
Fosfatos	mg/l-PO4	0.1125
Turbiedad	NTU	0.0925
Sólidos Totales	mg/l	0.0925
Sumatoria pesos específicos $\Sigma W =$		1.0000

Fuente: National Sanitation Foundation

De acuerdo a los valores obtenidos por cada uno de los parámetros en cada estación de muestreo, la calidad del agua puede clasificarse según la Tabla 67.

Tabla 67. Clasificación de la calidad del agua según el índice NSF

Valor del índice NSF	Clasificación de la calidad del agua
91 – 100	Excelente
71 – 90	Buena
51 – 70	Media
26 – 50	Mala
0 – 25	Muy Mala

Fuente: National Sanitation Foundation

El Convenio CARDER - UTP N° 674/2014, que tuvo como propósito de “Aunar esfuerzos entre la CARDER y la UTP para adelantar el proceso de establecimiento de las metas de carga contaminante para el quinquenio años 2015-2019, implementación de Tasa Retributiva, en el departamento de Risaralda, de acuerdo a lo establecido por el Decreto 2667-12”, generó el informe “Estado de la calidad de los cuerpos de agua receptores de vertimientos, en Risaralda”, del cual se analizan y comparan los resultados de tres (3) campañas

de monitoreo realizadas en el año 2013, para las corrientes de agua con Objetivos de Calidad, de acuerdo con la Resolución CARDER N° 252/2007.

Municipio de Apía: En los monitoreos realizados durante el año 2013 en el río Apía, se observó que la calidad del agua en el tramo I es buena, mientras que en el tramo II disminuye a media, debido a la descarga de los vertimientos del casco urbano y finalmente en el tramo III se da una recuperación natural hasta la desembocadura, este comportamiento se observó tanto para la primera como para la tercera jornada de monitoreo, no obstante en la segunda jornada, se evidenció un descenso de calidad que inició en el tramo II y continuó en el tramo III.

Municipio de Balboa: La quebrada Cristales en la cabecera, recibe el nombre de quebrada La Eme, de la cual se abastece un acueducto comunitario que proporciona agua a un porcentaje de la población rural aledaña a la cabecera municipal. Aproximadamente 800 metros aguas abajo de la bocatoma, recibe las aguas residuales del 70% de la población total urbana; luego y con el nombre de quebrada Cristales tributa al río Totuí que abastece parte del acueducto del municipio de La Virginia (UTP, 2007). En los monitoreos realizados durante el año 2013 se registró una calidad buena en los tres (3) monitoreos del primer tramo, es decir antes del municipio de Balboa, para el segundo tramo la calidad desciende a media, al aumentar los parámetros de DBO5 y Coliformes Fecales, debido a la descarga del alcantarillado del municipio de Balboa y en el tramo III se observa una recuperación natural aguas abajo hasta la desembocadura.

Municipio de Belén de Umbría: La quebrada Chápata, también conocida como Tenería o Chamisito, nace al nororiente del casco urbano, hace un recorrido en sentido Este - Oeste; drena un área circundante a la cabecera municipal a una distancia de 300 m aproximadamente. Sus afluentes más importantes, las quebradas Arenales y Palmarcito, las cuales con Tenería drenan el área urbana y junto con Tenería recogen las aguas residuales del municipio de Belén de Umbría (UTP, 2007). En el año 2013 la CARDER realizó tres (3) monitoreo desde el nacimiento (sector planta de residuos sólidos), hasta la desembocadura al río Risaralda. Para el tramo I se presentó una calidad buena, mientras que para el tramo II en la estación puente entrada Belén de Umbría se observó un aumento de Coliformes Fecales y DBO5, debido a la descarga del alcantarillado del municipio. Por último el tramo III presenta una pequeña recuperación natural del cuerpo de agua hasta la desembocadura

Municipio de Guática: La quebrada El Pueblo o quebrada Ojo de Agua nace en el Jardín Botánico al Sureste del municipio, recibe el 60% de las aguas residuales de la cabecera municipal y desemboca en el río Guática (UTP, 2007). Los tres (3) monitoreos realizados en el año 2013, para la quebrada El Pueblo, mostraron que para el tramo I antes de la primera descarga del municipio se presentó una calidad buena, mientras que para el tramo II se observó una disminución de la



calidad a media, debido al aumento de Coliformes Fecales y DBO5 por la descarga del alcantarillado del municipio. Por último, aunque el tramo III presenta una recuperación hasta la desembocadura, continúa con un ICA medio. Los tres (3) monitoreos realizados en el año 2013 para la Q. Lavapiés, mostraron que para el tramo I antes de la primera descarga del municipio se presentó una calidad que varió entre media a mala, por alta concentración de DBO5 y Coliformes Fecales, así como una muy baja concentración de oxígeno disuelto en el agua OD, mientras que en el tramo II se observó una pequeña recuperación hasta la desembocadura.

Municipio de La Virginia: En el municipio de La Virginia, los objetivos de calidad se establecieron sobre las fuentes río Risaralda y río Cauca, las cuales atraviesan las márgenes del sector urbano, siendo los cuerpos receptores del alcantarillado del municipio. Los tres (3) monitoreos realizados en el año 2013 para el río Risaralda, mostraron para el tramo I, una buena calidad, la cual disminuye a media a partir del tramo II y continúa con esta tendencia hasta el tramo III.

Municipio de Mistrató: La zona urbana del municipio de Mistrató, se localiza en la margen izquierda del río Risaralda, siendo el cuerpo receptor del alcantarillado municipal (UTP, 2007). Los tres (3) monitoreos realizados en el año 2013 para el río Risaralda, en las estaciones definidas a su paso por el municipio de Mistrató mostraron para los tres (3) tramos en general una calidad buena, lo cual puede deberse a la capacidad de asimilación de esta fuente receptora.

Municipio de Santuario: En el municipio de Santuario, se establecieron objetivos de calidad sobre las corrientes quebrada La Bomba y río Mapa, las cuales atraviesan la margen izquierda y derecha de la zona urbana, siendo los cuerpos receptores del alcantarillado municipal. Los tres (3) monitoreos realizados en el año 2013, mostraron una buena calidad del agua para el tramo I de la Q. La Bomba, en el tramo II se observa una disminución de la calidad, asociada a la descarga de vertimientos del municipio de Santuario y finalmente en el tramo III se observa una leve recuperación, sin embargo, la calidad del agua continúa en media, a excepción del último monitoreo donde en este tramo se logró alcanzar una calidad buena.

Con respecto a la red de monitoreo de calidad de agua, el presente proyecto tuvo acceso a varios informes, dentro de los cuales el último es derivado del contrato 2012-278 Suscrito entre la Corporación Autónoma Regional de Caldas CORPOCALDAS y la Fundación Profesional para el Manejo Integral del Agua PROAGUA, cuyo objeto fue “operar la red de monitoreo de la calidad del agua en la subcuenca del río Chinchiná, quebrada aguas claras - río Marmato y fuentes receptoras de vertimientos municipales en el departamento de caldas; y optimizar el modelo matemático de simulación de calidad del agua qual2kw en el río Chinchiná y quebrada Manizales”, presentado en el año 2013.

Para analizar los resultados, se realizó la aplicación de Índices de Calidad ICA y determinación de índices de contaminación ICO, uno de los índices calculado y adoptado por CORPOCALDAS históricamente es el ICA-CETESB (2002), que es una adaptación del ICA-NSF para ríos de condiciones tropicales, ésta adaptación propuso modificar el ICA multiplicativo de la NSF, ajustado a las condiciones específicas de los ríos del Estado de Sao Paulo. Dicha modificación consistió en el cambio de los parámetros Nitratos y Fosfatos por Nitrógeno Total y Fósforo Total respectivamente, manteniendo las mismas funciones de los subíndices y las ponderaciones específicas de cada parámetro establecido en el ICA-NSF. Adicionalmente, el CETESB modificó la clasificación de la calidad del agua de los ríos de acuerdo con el valor del índice obtenido, considerando la destinación del recurso para el abastecimiento humano.

Para realizar la clasificación del agua de acuerdo con la metodología del ICA-CETESB, existen rangos y colores teniendo en cuenta las características que debe presentar el agua para ser considerada como fuente de captación para el consumo humano, como se aprecia en la Tabla 68.

Tabla 68. Clasificación de la calidad del agua según el valor del ICA-CETESB

Índice de Calidad	Clasificación
79-100	Excelente calidad
51-79	Buena calidad
36-51	Regular calidad
19-36	Mala calidad
0-19	Pésima calidad

Fuente. CORPOCALDAS, 2013

Municipio de Viterbo: La fuente receptora de los vertimientos de la cabecera municipal de Viterbo es el río Risaralda, en el cual se tienen dos estaciones de monitoreo, la primera ubicada antes de Belén de Umbría y la segunda después de pasar el municipio de Viterbo. En la determinación de la calidad del agua del río Risaralda se calculó el valor del ICA, el cual presentó un nivel de “Regular calidad” en E1 y “Buena calidad” en E2. Esta situación se debe a un mejoramiento de los parámetros como turbiedad, DBO5, coliformes fecales, nitrógeno y sólidos totales. Esto puede indicar una buena capacidad de dilución y recuperación del río.

A pesar de este mejoramiento, en la E1 se presenta un deterioro de la calidad del agua con respecto a los estudios de años anteriores, esto puede atribuirse a vertimientos realizados antes de la entrada a Belén de Umbría (CORPOCALDAS, 2013).

Municipio de Belalcázar: El municipio de Belalcázar cuenta con cuatro fuentes receptoras de los vertimientos municipales, en la cuales se tienen establecidas cuatro estaciones establecidas por CORPOCALDAS, de las cuatro estaciones, dos corresponden a jurisdicción de la cuenca del río Risaralda. En la quebrada NN, se reportó una disminución significativa de la calidad del agua, la cual se refleja en el valor del ICA, que pasa de “Buena calidad” a “Mala calidad” en E2. Esto se presenta por el incremento de turbiedad, nitrógeno total, DBO5, sólidos totales y coliformes fecales, debido a la descarga de aguas residuales domésticas.

Municipio de San José: El municipio de San José cuenta con tres fuentes receptoras de las aguas residuales municipales, las cuales son quebrada sin nombre, quebrada Changüi y quebrada la Habana. El estado de calidad del agua, calculado a través del ICA pasó de un nivel de “Buena calidad” a “Mala calidad”, en las E1 y E2. Esto se presentó, debido al incremento de turbiedad, DBO5, y coliformes fecales, por los vertimientos de aguas residuales del municipio de San José. Este deterioro limita los usos de la fuente y pone en riesgo la fauna presente en este cuerpo de agua.

Municipio de Risaralda: El municipio de Risaralda cuenta con una fuente receptora de los vertimientos municipales, siendo la quebrada sin nombre afluente de la quebrada lázaro, donde se cuenta con dos estaciones de monitoreo establecidas por Corpocaldas, con el fin de establecer la carga y el comportamiento de los contaminantes aportados por el municipio de Risaralda. El estado de calidad de agua para la campaña de monitoreo permanece en “Buena calidad” entre las E1 y E2, sin embargo si se aprecia una disminución de la calidad a su paso por el casco urbano.

Municipio de Anserma: El municipio de Anserma cuenta con tres fuentes receptoras de los vertimientos municipales, donde se han establecido seis estaciones de monitoreo. El comportamiento del ICA a lo largo de las estacione E1 y E2, se mantuvo en un nivel de “Buena calidad”, aunque se aprecia una disminución del valor del ICA que se puede atribuir al incremento de Coliformes totales, durante este tramo, posiblemente por la descarga de aguas residuales en su paso por el municipio. De acuerdo a los resultados históricos, se conserva el estado de calidad del agua durante los diferentes muestreos realizados en varios años (CORPOCALDAS, 2013).

La calidad del agua del río Risaralda, se midió a través del cálculo del ICA, en el cual se obtuvo que el nivel de clasificación corresponda a “Buena calidad”. Este comportamiento, se presenta de la misma manera en los diferentes estudios realizados en años anteriores.

4.8.3 Identificación de actividades que generan vertimientos por sectores

4.8.3.1 Actividad Agrícola

La cuenca del río Risaralda, es una cuenca de carácter productivo y por consiguiente se desarrollan actividades agrícolas que ocupan el 65.27% del área total de la cuenca, en las cuales se utilizan agroquímicos, tales como abonos, plaguicidas, herbicidas, funguicidas, etc), que por su naturaleza pueden afectar los recursos naturales, dentro de ellos, recurso hídrico por escorrentía.

En la parte alta de la subcuenca del río Totuú, las actividades productivas han erradicado las coberturas naturales, destacándose en particular los cultivos de café, plátano y la producción ganadera, estas alteraciones repercuten en afectación al recurso hídrico, ya que las actividades se desarrollan aguas arriba de la captación que abastece al municipio de La Virginia y en la ronda hídrica del nacimiento.

4.8.3.2 Actividad pecuaria - porcícola

Para la cuenca del río Otún, de acuerdo con la información suministrada por CARDER existen siete (7) porcícolas, sin embargo sólo una tiene vertimiento directo al río Mapa, el restante cuenta con plan de fertilización al suelo.

Tabla 69. Vertimientos sector porcícolas

Municipio	Usuario	Fuente receptora
Apía	Porcícola Finca Santuario	Suelo
Belén de Umbría	Porcícola Finca El Pomo	Suelo
Belén de Umbría	Porcícola Finca La Manuela	Suelo
Guática	Porcícola Finca La Galicia	Suelo
Santuario	Porcícola Granja La Marina	Suelo
Santuario	OINC S.A.S	Río Mapa
Santuario	Finca Villa Carmen	Suelo

Fuente: CARDER, 2015

Para la jurisdicción de CORPOCALDAS, de acuerdo con la información suministrada, solo se identifica una porcícola asociada al municipio de Viterbo y con vertimiento directo al río Risaralda.

4.8.3.3 Actividad de beneficio de animales

Con respecto a las centrales de beneficio animal, se identifican cuatro (4) para la jurisdicción de CARDER, las cuales tienen permiso de vertimiento y vierten a un cuerpo de agua, todas son objeto de cobro de tasa retributiva.

Tabla 70. Vertimientos sector centrales de beneficio

Usuario	Permiso de Vertimiento	Fuente Receptora
Central de B. Animal de Apía	Si, Directo	Río Apía
Central de B. Animal de Risaralda	Si, Directo	Río Chápata
Central de B. Animal de Guática	Si, Directo	Q. El Pueblo
Matadero de La Virginia Ltda.	Si, Directo	Río Risaralda

Fuente: CARDER, 2015

Para el caso de la jurisdicción de CORPOCALDAS, se identifica una solo central de sacrificio en Anserma, la cual tiene vertimiento directo a la quebrada Cauyá.

4.8.3.4 Actividad Industrial, Comercial o de Servicios

Con base en los vertimientos reportados por las corporaciones autónomas regionales localizadas en la jurisdicción de la cuenca: CARDER Y CORPOCALDAS, se consolidó un listado de usuarios con permisos de vertimientos a un cuerpo de agua o al suelo, para las actividades domésticas, industriales, comerciales o de servicios. El listado de permisos se encuentra en el anexo digital uno (1), y entre otra información contiene la información general del usuario, el tipo de permiso, tipo de cuerpo receptor, tipo de vertimiento, el caudal, componentes del sistema de tratamiento.

Se identificaron un total de 481 permisos de vertimientos, de dicho total 344 son en jurisdicción de CARDER y 137 en jurisdicción de CORPOCALDAS. Del total de permisos 260 son a un cuerpo de agua y 81 son al suelo, a su vez 339 son de origen doméstico, dos (2) del sector acuícola, dos (2) del sector pecuarios del sector agrícola y 2 son del sector industrial.

4.8.4 Línea base de cargas contaminantes

El convenio N° 676/2014, suscrito entre la Universidad Tecnológica de Pereira y la CARDER tuvo como objeto “Aunar esfuerzos entre la CARDER y la UTP para adelantar el proceso de establecimiento de las metas de carga contaminante para el Quinquenio años 2015-2019, en la implementación de Tasa Retributiva, en el departamento de Risaralda, de acuerdo a lo establecido por el decreto 2667 de 2012”, uno de los productos fue actualizar el listado de usuarios de tasa retributiva y determinar la línea base de carga contaminante. En este sentido se presenta a continuación para los prestadores de servicios públicos, industrias y porcícolas las cargas contaminantes para el año 2013.

A su vez, el contrato N° 109-2013 suscrito entre la Universidad Tecnológica de Pereira y CORPOCALDAS, tuvo como objeto “Apoyo técnico para la reglamentación de la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del recurso hídrico como receptor de vertimientos puntuales, jurisdicción de CORPOCALDAS”

Los anteriores estudios se toman como principal referente para la estimación de línea base de carga contaminante, sin desconocer que existen otros vertimientos no incluidos en los usuarios objeto de cobro de tasa retributiva que aportan carga contaminante, como por ejemplo el sector cafetero y el sector minero, del cual no se cuenta con información suficiente para estimación de cargas contaminantes. En este sentido se presenta a continuación consolidados de los usuarios y las cargas contaminantes.

El sector doméstico es quien aporta mayor carga contaminante a los cuerpos de agua ya que no cuentan actualmente con ningún tratamiento, es por ello que las empresas de servicios públicos se encuentran en incumplimiento con el cronograma de obras e inversiones contempladas en los PSMV, lo que conlleva al incremento del factor regional y por tanto el valor a pagar por tasa retributiva. En Risaralda, el único municipio que cuenta con Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) es la E.S.P de La Celia, la cual opera desde el año 2009 y posee permiso de vertimientos a partir del año 2012, sin embargo el casco urbano de este municipio no hace parte de la cuenca del río Risaralda.

De los municipios que vierten directamente sus aguas residuales domésticas al río Risaralda son: parte del municipio de La Virginia, Mistrató y Viterbo.

En la Tabla 71 se presenta la información asociada al cobro de la tasa retributiva a las E.S.P. para el año 2013, el estado del permiso de vertimiento o PSMV, la fuente receptora y la carga contaminante generada.

Tabla 71. Cargas contaminantes E.S.P jurisdicción CARDER

Municipio	Usuario	Fuente Receptora	Carga Cont. Último año (2013)	
			DBO (Kg/año)	SST (Kg/año)
Apía	E.S.P. Apía (alcantarillado)	Río Apía	143,992.50	143,992.50
	E.S.P. Apía (PTAP)	Río Apía	155.95	3,367.41
Balboa	E.S.P. Balboa (alcantarillado)	Q. Cristales – Q. Cuba	33,561.75	33,561.75
	E.S.P. Balboa (PTAP)	Q. Cristales	26.09	563.87
Belén de Umbría	E.S.P. Belén (alcantarillado)	Q. Chápata	227,650.50	227,650.50

Municipio	Usuario	Fuente Receptora	Carga Cont. Último año (2013)	
			DBO (Kg/año)	SST (Kg/año)
	E.S.P. Belén de Umbría (PTAP)	Q. Chápata	196.12	4,233.27
Guática	E.S.P. Guática (alcantarillado)	Q. El Pueblo – Q. Lavapiés	72,051.00	72,051.00
	E.S.P. Guática (PTAP)	Q. El Pueblo	26.45	571.65
La Virginia	E.S.P. La Virginia (alcantarillado)	Río Cauca – Río Risaralda	572,064.50	572,064.50
	E.S.P. La Virginia (PTAP)	Río Risaralda	523.45	11,306.71
Mistrató	E.S.P. Mistrató (alcantarillado)	Río Risaralda	76,431.00	76,431.00
	E.S.P. Mistrató (PTAP)	Río Risaralda	26.61	575.07
Santuario	E.S.P. Santuario (alcantarillado)	Río Mapa	131,016.75	131,016.75
	E.S.P. Santuario (PTAP)	Río Mapa	149.44	3,226.86

Fuente: CARDER, UTP 2015

4.8.4.1 Cargas contaminante sector industrial

De acuerdo con la información aportada por CARDER (convenio N° 676/2014), hacen parte de este sector aquellos usuarios que vierten aguas residuales no doméstica (ARnD), con excepción de las porcícolas, las cuales se clasificaron en un sector aparte.

En la Tabla 72, se presentan los vertimientos del sector industrial, de las cuales se encuentran que 4 usuarios son del sector de sacrificio bovino y porcino, y 1 industria.

Al río Risaralda vierten directamente el Matadero de La Virginia y el Ingenio de Risaralda, siendo oportuno mencionar que es la única industria en jurisdicción de CARDER que vierte y paga tasa retributiva, adicionalmente esta industria se encuentra dentro de las cinco con mayor aporte de carga contaminante de todo el departamento de Risaralda.

Tabla 72. Vertimientos del sector industrial

Departament o Jurisdicción	Municipi o	Usuario	Fuente Receptora	Carga Línea Base (2013)	
				DBO (Kg/año)	SST (Kg/año)
Risaralda CARDER	Apía	Central de B. Animal: Cooperativa COOPGACOR	Río Apía	1,175.0	380.2
	Belén de Umbría	Central de B. Animal: Matadero Municipal de Risaralda S.A.	Q. Chápata	2,403.5	2,761.7
	La Virginia	Matadero de La Virginia Ltda.	Río Risaralda	2,949.5	6,509.6
	La Virginia	Ingenio Risaralda S.A.	Río Risaralda	519,748.3	338,919.8
	Santuari o	OINC. S.A	Río Mapa	858.0	177.6

Fuente: CARDER, UTP 2015

4.8.4.2 Cargas contaminantes sector porcícola

Como ya se mencionó se identificaron 4 porcícolas, de las cuales solo una tiene vertimiento directo, corresponde a OINC S.A.S, la cual para el año 2013 vertió una carga contaminante de 858 Kg/año de DBO5 y 177.6 Kg/año de SST.

4.8.4.3 Cargas contaminantes jurisdicción CORPOCALDAS

La resolución CORPOCALDAS N° 239 de mayo 24 de 2007, estableció los criterios y los objetivos de calidad en 23 municipios del departamento, dentro de los cuales se encuentran los 5 municipios de la cuenca.

4.8.4.4 Cargas contaminantes sector doméstico

En la Tabla 73 se presentan las cargas contaminantes para el sector doméstico, por parte de las empresas prestadoras de servicio de alcantarillado. Se puede apreciar que el municipio que vierte directamente al río Risaralda es Viterbo, los demás vierten a tributarios.

Tabla 73. Cargas contaminantes E.S.P jurisdicción CARDER

Razón Social	Municipio	Permiso de vertimientos	Tipo de vertimiento	Corriente con objetivos de calidad	DBO5 (Kg/año)	SST (Kg/año)
EMPOCALDAS S.A. E.S.P., Anserma	Anserma	PSMV	Doméstico	Q. Cauyá	316.379	316.379
EMPOCALDAS S.A. E.S.P., Belalcázar	Belalcázar	PSMV	Doméstico	Q. Montevideo - Q. Betulia	72.538	72.538

EMPOCALDAS S.A. E.S.P., Risaralda	Risaralda	No tiene	Doméstico	Q. Lázaro	97.844.98	97.844.98
EMPOCALDAS S.A. E.S.P., San José	San José	No tiene	Doméstico	Q. 2614-001-046-009 y Changüí	30.000	30.000
EMPOCALDAS S.A. E.S.P., Viterbo	Viterbo	No tiene	Doméstico	Río Risaralda	231.997.34	231.997.34

Fuente: CORPOCALDAS, UTP 2015

4.8.4.5 Cargas contaminantes sector industrial

Para los municipios en jurisdicción de la cuenca del río Risaralda por parte de CORPOCALDAS, no se reportan usuarios industriales con vertimientos o que sean objeto de cobro de tasa retributiva.

4.8.4.6 Cargas contaminantes sector sacrificio

Solo de identifica un usuario objeto de cobro de tasa retributiva y con vertimiento directo en la cuenca, el cual es Frigoporcinos del Eje S.A.S, que de acuerdo con la línea base para el año 2013, vertió una carga de 3878.67 kg/año de DBO5 y 1384.13 kg/año de SST al río Risaralda, esta central de sacrificio se encuentra en jurisdicción de Viterbo.

4.8.5 Realización de campañas de monitoreo

Con base en la red de monitoreo de calidad de agua, definida e se definió la red de monitoreo de calidad de agua. A continuación (Tabla 74) se relacionan las estaciones de monitoreo concertados y el esquema de localización.

Tabla 74. Estaciones de monitoreo

Ítem	Nombre de la nueva estación	COORDENADAS	
		X	Y
1	Río Risaralda rio arriba – Arroyo Hondo	802458,48	1086375,93
2	R. Risaralda. Antes descarga municipio Mistrató	799540,56	1079060,34
3	R. Risaralda. Después descarga municipio Mistrató	800311,97	1077428,96
4	R. Risaralda. Puente Umbría	804476,67	1072311,38
5	R. Risaralda. después de la Q. Cauyá	807151,76	1064718,91
6	R. Risaralda. Las Palmeras	804305,34	1057158,00
7	R. Risaralda. Puente Negro	802358,03	1043673,16
8	R. Mapa. Desembocadura	800116,10	1040186,72
9	R. Totuí. Desembocadura	799656,47	1036769,89

10	R. Risaralda Antes de la Virginia	799208,75	1033297,81
11	R. Risaralda. Desembocadura	799302,21	1033146,25
12	Q. Chápata. Desembocadura	804047,83	1057007,59
13	R. Guática. Desembocadura O Estación la Virgen	807535,32	1070976,68

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

Se efectuaron dos campañas de monitoreo para las diferentes condiciones hidrológicas en los puntos definidos. El monitoreo correspondiente a condiciones hidrológicas secas se realizó entre el ocho (8) y diez (10) de febrero de 2016 y el monitoreo en condiciones de transición a lluvias se efectuó entre el 30 de marzo – 31 de marzo de 2016, ambas tomadas en condiciones ambientales favorables a la toma de muestras. En el anexo dos (2) componente calidad de agua, se presenta el marco metodológico para los aforos y muestreos.

4.8.5.1 Resultados de Aforos

En la Tabla 75 se puede evidenciar los caudales obtenidos en los aforos de la primera y segunda campaña respectivamente, así como le método utilizado.

Tabla 75. Resultados de aforos y métodos de medición

Ítem	Nombre de la nueva estación	Caudales m3/s		Método
		Campaña 1	Campaña 2	
1	Río Risaralda rio arriba – Arroyo Hondo	0.25	0.42	Área velocidad
2	R. Risaralda. Antes descarga municipio Mistrató	2.34	2.87	Área velocidad
3	R. Risaralda. Después descarga municipio Mistrató	2.71	2.93	Área velocidad
4	R. Risaralda. Puente Umbría	2.87	3.11	Área velocidad
5	R. Risaralda. después de la Q. Cauyá	3.82	6.46	Área velocidad
6	R. Risaralda. Las Palmeras	3.85	6.55	Área velocidad
7	R. Risaralda. Puente Negro	4.91	8.0	Perfilador acústico
8	R. Mapa. Desembocadura	1.07	1.41	Área velocidad
9	R. Totuí. Desembocadura	0.05	0.035	Área velocidad
10	R. Risaralda Antes de la Virginia	6.23	9.55	Perfilador acústico
11	R. Risaralda. Desembocadura	6.29	10.4	Perfilador acústico
12	Q. Chápata. Desembocadura	0.80	0.39	Área velocidad
13	R. Guática. Desembocadura O Estación la Virgen	3.40	4.27	Área velocidad

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

En general se puede observar que la primera campaña registró menores caudales en comparación con la segunda campaña a excepción de la estación río Totuí desembocadura y quebrada Chapatá desembocadura, cabe la pena resaltar del río Totuí se abastece el municipio de La Virginia Risaralda y la quebrada Chápata es el principal cuerpo receptor de vertimientos de Belén de Umbría Risaralda. Para el resto de estaciones el aumento de caudales es consecuente con los periodos climáticos e hidrológicos en los cuales se desarrollaron las campañas.

Las muestras de la primera campaña fueron enviadas para su análisis fisicoquímico al Laboratorio de Química Ambiental de la Universidad Tecnológica de Pereira, acreditado mediante por el IDEAM mediante Resolución N° 2234 de septiembre 2 de 2014; para la segunda campaña las muestras se analizaron por parte del Laboratorio de Química de la Universidad Nacional sede Manizales, el cual se encuentra acreditado mediante ante el IDEAM según resolución No. 0004 del 02 de enero de 2012 y Resolución No. 1418 del 12 de julio de 2012.

Con respecto al análisis de los parámetros microbiológicos (Coliformes fecales y Coliformes totales), fueron analizados por el Laboratorio de Análisis de Aguas de la Universidad Tecnológica de Pereira, acreditado por ONAC.

Durante su transporte, las muestras se almacenaron en neveras plásticas con válvula de desagüe de fondo y se refrigeraron a 6°C, en ausencia de luz, para garantizar la confiabilidad de los resultados de sus análisis en el laboratorio.

En la preservación de muestras se siguieron las técnicas del “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater en su última edición. En la Tabla 76 se muestran los parámetros monitoreados en las dos campañas de monitoreo en la cuenca del río Risaralda.

Tabla 76. Parámetros monitoreados

PARÁMETRO	MÉTODO
pH	Electrométrico
DBO5	Incubación a cinco días, electrodo de membrana
DQO	Reflujo con dicromato
Conductividad	Conductivímetro
Fósforo total	Ácido ascórbico
Oxígeno disuelto	Modificación de la Ázida - Volumetría
Nitrógeno total	Micro - Kjeldahl
Sólidos suspendidos totales	Filtración y secado entre 103 - 105°C
Coliformes	Índice número más probable

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

Resultados parámetros físico químicos

Tabla 77. Resultados monitoreo estación Arroyohondo

Parámetro	Caudal m ³ /s	O.D mg/l	Temperatura del agua °C	SST mg/l	DQO mg/l	Nitrógeno Total mg N/L	Fosforo total mg P-PO ₄ /L	Conductividad eléctrica uS/cm	pH Und	DBO mg/l	C. Fecales NMP/100ml
Campaña 1	0.25	7.98	12.2	3.9	13.5	<10	0.03	34.4	7.75	1.95	170
Campaña 2	0.42	7.7	13.2	6	13.5	<1.54	0.02	26	7.55	1.69	27
Máximo	No existen históricos										
Mínimo	No existen históricos										
Promedio	No existen históricos										

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

Tabla 78. Resultados monitoreo estación Antes de Mistrató

Parámetro	Caudal m ³ /s	O.D mg/l	Temperatura del agua °C	SST mg/l	DQO mg/l	Nitrógeno Total mg N/L	Fosforo total mg P-PO ₄ /L	Conductividad eléctrica uS/cm	pH Und	DBO mg/l	C. Fecales NMP/100ml
Campaña 1	2.34	7.55	21.1	3.9	13.5	ND	0.03	81.4	8.5	1.95	130
Campaña 2	2.87	7.53	19.2	4	13.5	ND	0.18	67	7.9	1.69	49
Máximo	11867.0	8.4	19.8	174.0	53.0	-	-	-	8.0	5.6	13000.0
Mínimo	3105.0	7.2	15.8	2.1	5.0	-	-	-	6.6	0.01	50.0
Promedio	7254.0	7.7	17.3	26.4	13.2	-	-	-	7.6	0.8	2663.4

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

Tabla 79. Resultados monitoreo estación después de Mistrató

Parámetro	Caudal m ³ /s	O.D mg/l	Temperatura del agua °C	SST mg/l	DQO mg/l	Nitrógeno Total mg N/L	Fosforo total mg P-PO ₄ /L	Conductividad eléctrica uS/cm	pH Und	DBO mg/l	C. Fecales NMP/100ml
Campaña 1	2.71	7.19	21.5	5.9	13.5	ND	0.03	88.9	8.1	1.95	920
Campaña 2	2.93	7.74	20.5	7	13.5	ND	0.02	65.8	7.8	1.69	920
Máximo	11.7	-	19.0	98.4	21.3				7.9	138.0	54000.0
Mínimo	3.17	-	16.6	3.6	18.9				7.4	63.3	5400.0
Promedio	7.22		17.6	27.7	20.5				7.6	88.6	37566.7

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

Tabla 80. Resultados monitoreo estación Puente Umbría

Parámetro	Caudal m3/s	O.D mg/l	Temperatura del agua °C	SST mg/l	DQO mg/l	Nitrógeno Total mg N/L	Fosforo total mg P-PO4/L	Conductividad eléctrica uS/cm	pH Und	DBO mg/l	C. Fecales NMP/100ml
Campaña 1	2.87	6.76	23.3	6.2	13.5	ND	0.04	113	8.2	1.95	1600
Campaña 2	3.1	7.74	21.5	4	13.5	ND	0.03	79.1	7.7	2.73	1600
Máximo	24.5	8.0	24.0	368.0	91.0				8.2	3.4	170000.0
Mínimo	3.36	7.0	16.2	6.0	5.0				7.4	0.1	2400.0
Promedio	9.82	7.4	20.1	60.0	15.4				7.8	1.0	30548.6

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

Tabla 81. Resultados monitoreo estación desembocadura río Guática

Parámetro	Caudal m3/s	O.D mg/l	Temperatura del agua °C	SST mg/l	DQO mg/l	Nitrógeno Total mg N/L	Fosforo total mg P-PO4/L	Conductividad eléctrica uS/cm	pH Und	DBO mg/l	C. Fecales NMP/100ml
Campaña 1	3.4	7.76	20.2	5.8	13.5	<10	0.03	115	8.2	1.95	130
Campaña 2	4.2	7.54	22.3	10	13.5	<1.54	0.08	90.2	8.0	2.73	280
Máximo											
Mínimo											
Promedio											

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

Tabla 82. Resultados monitoreo estación desembocadura río Risaralda después de la quebrada Cauyá

Parámetro	Caudal m3/s	O.D mg/l	Temperatura del agua °C	SST mg/l	DQO mg/l	Nitrógeno Total mg N/L	Fosforo total mg P-PO4/L	Conductividad eléctrica uS/cm	pH Und	DBO mg/l	C. Fecales NMP/100ml
Campaña 1	3.82	7.94	22	5.7	13.5	<10	0.04	133	8.3	1.95	17
Campaña 2	6.4	8.15	21.6	15	13.5	<1.54	0.1	179.4	8.5	1.69	3500
Máximo	No tiene históricos										
Mínimo	No tiene históricos										
Promedio	No tiene históricos										

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

Tabla 83. Resultados monitoreo estación Las Palmeras

Parámetro	Caudal m3/s	O.D mg/l	Temperatura del agua °C	SST mg/l	DQO mg/l	Nitrógeno Total mg N/L	Fosforo total mg P-PO4/L	Conductividad eléctrica uS/cm	pH Und	DBO mg/l	C. Fecales NMP/100ml
Campaña 1	3.85	7.82	26.5	5.8	13.5	ND	0.05	139	8.8	1.95	26
Campaña 2	6.57	8.1	24.8	9	13.5	ND	0.13	112.9	8.7	1.69	3500
Máximo	35.1	8.2	26.0	438.0	60.0				8.7	9.9	50000.0
Mínimo	6.78	6.5	19.0	6.6	5.0				6.7	0.2	230.0
Promedio	16.96	7.3	22.2	87.8	17.3				7.9	1.4	11386.9

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

Tabla 84. Resultados monitoreo estación Puente Negro

Parámetro	Caudal m3/s	O.D mg/l	Temperatura del agua °C	SST mg/l	DQO mg/l	Nitrógeno Total mg N/L	Fosforo total mg P-PO4/L	Conductividad eléctrica uS/cm	pH Und	DBO mg/l	C. Fecales NMP/100ml
Campaña 1	4.91	8.31	26.6	8.0	13.5	<10	0.07	156	8.0	1.95	110
Campaña 2	8.0	7.53	25.6	6.0	13.5	<1.68	0.12	126	8.4	1.69	350
Máximo	92.28	8.0	24.8	680.0					8.1	7.1	110000.0
Mínimo	8.0	6.0	45.0	7.6					7.0	0.1	1100.0
Promedio	32.20	7.1	24.8	124.6					7.7	1.4	21394.4

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

Tabla 85. Resultados monitoreo estación río Risaralda antes de La Virginia

Parámetro	Caudal m3/s	O.D mg/l	Temperatura del agua °C	SST mg/l	DQO mg/l	Nitrógeno Total mg N/L	Fosforo total mg P-PO4/L	Conductividad eléctrica uS/cm	pH Und	DBO 5 mg/l	C. Fecales NMP/100ml
Campaña 1	6.2	6.59	27.5	21.3	13.5	ND	0.08	156	7.58	1.95	1700
Campaña 2	9.5	5.95	26.9	10	13.5	ND	0.16	138.2	7.57	1.69	110
Máximo	No tiene históricos, es la primera vez que se realiza el monitoreo en éste punto										
Mínimo											
Promedio											

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

Tabla 86. Resultados monitoreo estación río Risaralda desembocadura

Parámetro	Caudal m ³ /s	O.D mg/l	Temperatura del agua °C	SST mg/l	DQO mg/l	Nitrógeno Total mg N/L	Fosforo total mg P-PO ₄ /L	Conductividad eléctrica uS/cm	pH Und	DBO 5 mg/l
Campaña 1	6.2	4.83	27.7	37.7	36	ND	0.3	165	7.5	15.5
Campaña 2	10.4	5.6	27.5	10	56.65	ND	0.31	145.6	6.9	22.15
Máximo	-	7.4	29.0	2905.0	339.0				8.7	212.0
Mínimo	-	5.0	20.7	20.0	5.0				5.0	0.1
Promedio	-	6.3	23.6	326.3	41.7				7.4	15.4

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

Tabla 87. Resultados monitoreo estación río Totuí desembocadura

Parámetro	Caudal m ³ /s	O.D mg/l	Temperatura del agua °C	SST mg/l	DQO mg/l	Nitrógeno Total mg N/L	Fosforo total mg P-PO ₄ /L	Conductividad eléctrica uS/cm	pH Und	DBO 5 mg/l	C. Fecales NMP/100ml
Campaña 1	0.05	6.13	25.8	3.9	13.5	<10	0.05	159	7.6	1.95	170
Campaña 2	0.03	6.37	26.3	6	13.5	<1.54	0.05	151.4	7.6	1.69	560
Máximo	6.0	8.1	29	-	108				8.3	16.4	80000
Mínimo	0.22	5.2	21.2	-	0.5				6.8	0.1	300
Promedio	1.6	7.0	23.4	-	23.2				7.6	1.7	10626

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

Tabla 88. Resultados monitoreo estación río Mapa desembocadura

Parámetro	Caudal m ³ /s	O.D mg/l	Temperatura del agua °C	SST mg/l	DQO mg/l	Nitrógeno Total mg N/L	Fosforo total mg P-PO ₄ /L	Conductividad eléctrica uS/cm	pH Und	DBO 5 mg/l	C. Fecales NMP/100ml
Campaña 1	1.0	7.23	27.6	12.6	13.5	<10	0.07	112	7.8	1.95	79
Campaña 2	1.4	6.78	27.3	15	13.5	<1.54	0.05	106.6	7.7	2.91	350
Máximo											
Mínimo											
Promedio											

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

Tabla 89. Resultados monitoreo estación quebrada Chapatá desembocadura

Parámetro	Caudal m ³ /s	O.D mg/l	Temperatura del agua °C	SST mg/l	DQO mg/l	Nitrógeno Total mg N/L	Fosforo total mg P-PO ₄ /L	Conductividad eléctrica uS/cm	pH Und	DBO 5 mg/l	C. Fecales NMP/100ml
Campaña 1	0.8	6.95	25.1	7.70	13.6	<10	0.23	181	7.9	1.95	33
Campaña 2	0.39	7.81	24.3	9	13.9	1.99	0.25	174.6	8.3	1.69	260
Máximo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mínimo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Promedio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

4.8.6 Diagnóstico de factores de contaminación de recurso hídrico

La cobertura urbana del servicio de aseo, de acuerdo a los prestadores municipales es del 100%, a excepción de Apía y Mistrató, que es del 98%, y Santuario, con el 99%. Esto es debido a sitios inaccesibles para el carro recolector, como son en Apía el barrio San Juan, Calle 5 (límite vereda Agua Linda); en Mistrató, en parte de los barrios Lavapiés, Siglo XX y Arrayanal – La Planta.

En la actualidad, todos los municipios de la cuenca cuentan con Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos –PGIRS- actualizado, adoptado o en proceso de adopción, con un horizonte de ejecución hasta el año 2027. Lo cual es una gran ventaja o fortaleza, ya que redundo no solo en la calidad y cobertura de la prestación del servicio (barrido, mantenimiento de zonas verdes, recolección, transporte y disposición final), sino en la planeación y ejecución de programas y proyectos para la sensibilización de la población en la cultura de generación, manejo en la fuente, reciclaje y aprovechamiento de los residuos, y en general de limpieza y protección del medio ambiente

En zonas rurales, los residuos generados pueden afectar las corrientes de agua, ya sea por no contar con un servicio de recolección o por el desarrollo de actividades agrícolas como el beneficio del café y otros cultivos que generan envases de agroquímicos, sin embargo, algunas de las empresas prestan servicios de recolección en los centros poblados nucleadas.

Con la implementación de los PGIRS, es muy posible que la cobertura rural se amplíe, o por lo menos en lo concerniente a los residuos inorgánicos, ya que todos los municipios deben contemplar en su PGIRS proyectos para esta zona



debido a que los desechos son enterrados, quemados o arrojados a cielo abierto o a las corrientes de agua.

De acuerdo con la información consignada en el estudio denominado “Estructuración de alternativas para la optimización del servicio público domiciliario de aseo en el departamento de Risaralda” elaborado por Aguas y Aseo de Risaralda S.A E.S.P de agosto 2015, se establece que además del relleno sanitario La Glorita que se localiza en la cuenca del río Otún y que recibe residuos sólidos de 23 municipios de Risaralda, Caldas y Norte del Valle, los proyectos que tienen permisos ambientales son la planta de tratamiento de residuos sólidos Belén de Umbría, y la escombrera de Guática.

La identificación de pasivos ambientales en lo relacionado a manejo de residuos, generalmente está ligado a los sitios de manejo y disposición final de residuos, siendo los botaderos a cielo abierto o sitios de enterramiento los pasivos que se encuentran con mayor frecuencia (Aguas y Aseo de Risaralda, 2015)

En cuanto a cierre de botaderos se indica que de acuerdo con lo establecido por CARDER los municipios han cumplido con los planes de cierre.

En el municipio de Belén de Umbría existe planta de tratamiento de residuos del municipio se tiene un proceso de compostaje donde se manejan aproximadamente 80 ton/mes de residuos orgánicos, obteniendo una cantidad de producto promedio de 16 Ton/mes. Por su parte el municipio de Mistrató el corregimiento de San Antonio, se cuenta con una planta donde se realiza el proceso de lombricompost y recuperación de reciclables, en la planta se manejan residuos generados en el corregimiento, el cual se localiza a aproximadamente hora y media del casco urbano del municipio.

Ninguno de los municipios en jurisdicción de la cuenca cuentan con Relleno Sanitario, el sitio de disposición final es el Relleno Sanitario La Glorita localizado en la cuenca del río Otún y corresponde al relleno regional del departamento, se inició operación en 1997, en 2014 fue aprobado por la CARDER el plan de manejo ambiental para prolongar su operación hasta el año 2025. En la actualidad se dispone en el Vaso 6 y es operado en concesión por ATESA. Recibe residuos de 23 municipios, 13 de ellos del departamento de Risaralda, un promedio de 90 viajes/día y 21.000 toneladas/mes.

Sólo los municipios de Apía y Guática cuentan con sitios autorizados por la CARDER para la disposición de escombros. El manejo de escombros es el principal problema relacionado con los residuos en los municipios, pues al no contarse con sitios autorizados se están disponiendo al margen de las vías o en lotes baldíos constituyendo la mayoría de los puntos críticos existentes.



El manejo de residuos hospitalarios es realizado por gestores contratados por las instituciones de salud, en la mayoría de municipios se hace referencia a los gestores: EMDEPSA S.A ESP localizado en la ciudad de Pereira y ASEVICAL Ltda ubicado en la ciudad de Manizales.

En cuanto a residuos peligrosos generados por talleres, estaciones de servicio y algunas industrias, se referencia al gestor Combustibles Juanchito ESP localizado en Candelaria Valle del Cauca, quien maneja aceites usados.

Las acciones realizadas por los municipios promovidas por la CARDER, en su mayoría se relacionan con la formulación del PGIRS RESPEL Institucional y la elaboración del inventario de generadores de residuos peligrosos en los municipios. Por otra parte, algunos de los municipios han participado en procesos posconsumo iniciados por la ANDI, para llantas usadas, pilas y bombillas, sin embargo, se coincide en que no han tenido el efecto esperado.

La corporación por su parte en el marco del Plan Departamental RESPEL, promociona programas de devolución posconsumo como: Punto azul, Pilas con el ambiente, Lumina, Cierra el ciclo, Computadores y llantas

Como síntesis se puede establecer que los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), no se están implementando en su totalidad salvo los Municipios de Belén de Umbría, Guática, La Celia y Mistrató, las restantes localidades no evidencian niveles adecuados en el cumplimiento de las metas, lo que revela que, en algunos casos, los PGIRS no están siendo tomados como un instrumento efectivo para el propósito ejecución de las acciones tendientes a minimizar los impactos sobre la salud pública y el medio ambiente derivados de una excesiva producción de residuos acompañada de inadecuadas prácticas de recolección, transporte y disposición final.

4.8.7 Determinación del índice de calidad de agua (ICA)

El ICA es el valor numérico que califica en una de cinco categorías, la calidad del agua de una corriente superficial, con base en las mediciones obtenidas para un conjunto de variables, registradas en una estación de monitoreo.

El indicador determina condiciones fisicoquímicas generales de la calidad de un cuerpo de agua y, en alguna medida, permite reconocer problemas de contaminación en un punto determinado, para un intervalo de tiempo específico. Permite representar el estado en general del agua y las posibilidades o limitaciones para determinados usos en función de variables seleccionadas, mediante ponderaciones y agregación de variables físicas, químicas y biológicas.

El Estudio Nacional del Agua –ENA– (2010) describe el ICA como un indicador de las condiciones de la calidad en las corrientes, ya sea por deterioro o recuperación. Las variables medidas son aquellas que dan cuenta del origen de la contaminación y son demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (% O.D set), conductividad eléctrica del agua (CE), pH, y nutrientes como nitrógeno total y fósforo total.

En la Tabla 90, Tabla 91 y Tabla 92, se presentan las ponderaciones para el cálculo del ICA, para cinco, seis y siete variables, respectivamente, de acuerdo con lo establecido en el ENA y el ERA.

Tabla 90. Ponderación para cinco variables

Variable	Unidad de medida	Ponderación
Oxígeno disuelto	% Saturación	0.2
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	0.2
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	0.2
Conductividad eléctrica	µs/cm	0.2
Potencial de hidrogeno	Unidades de pH	0.2

Fuente: IDEAM

Tabla 91. Ponderación para seis variables

Variable	Unidad de medida	Ponderación
Oxígeno disuelto	% Saturación	0.17
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	0.17
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	0.17
Conductividad eléctrica	µs/cm	0.17
Potencial de hidrogeno	Unidades de pH	0.15
Nitrogeno total/Fosforo Total	mg/L/ mg/L	0.17

Fuente: IDEAM, ERA

Tabla 92. Ponderación para siete variables

Variable	Unidad de medida	Ponderación
Oxígeno disuelto	% Saturación	0.16
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	0.14
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	0.14
Conductividad eléctrica	µs/cm	0.14
Potencial de hidrogeno	Unidades de pH	0.14
Nitrogeno total/Fosforo Total	mg/L/ mg/L	0.14
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	0.14

Fuente: ERA 2013

Los valores optativos que puede llegar a tomar el indicador han sido clasificados en categorías, de acuerdo a ellos se califica la calidad del agua de las corrientes

superficiales, al cual se le ha asociado un color como señal de alerta. En la Tabla 93 se registra la relación entre valores y calificación.

Tabla 93. Categorías del ICA

Descriptor	Calificación	Color
Muy malo	0 -0.25	Rojo
Malo	0.26 – 0.50	Naranja
Regular	0.51 – 0.70	Amarillo
Aceptable	0.71 -0.90	Verde
Bueno	0.91 -1.00	Azul

Fuente, ENA 2014

De acuerdo con lo establecido en las tablas y con base en los parámetros monitoreados en el presente proyecto, se determinó que el ICA se puede calcular para siete variables, sin embargo, se realizó un análisis de sensibilidad de los parámetros y se encontraron las siguientes observaciones:

La Conductividad Eléctrica refleja la mineralización (IDEAM 2016), sin embargo se observa que los pesos porcentuales respecto a la calificación de este parámetro son muy bajos y se relaciona con los valores reportados, es decir en estaciones históricas de buena calidad, donde no existen presiones ambientales, pero que reportan valores altos de conductividad el peso porcentual es muy bajo, lo cual afecta la calificación final del indicador, en este sentido se tomó la decisión de omitir la conductividad eléctrica, para el cálculo del ICA.

Los análisis se realizaron en laboratorios diferentes para la primera y segunda campaña (de acuerdo con lo mencionado en el numeral 5.1.1 del presente informe, si bien los laboratorios contratados tienen Acreditación por el IDEAM (anexos 3 y 4 componente calidad de agua), utilizan técnicas, equipos diferentes y por consiguiente varían los límites de cuantificación del ensayo; en este sentido el Nitrógeno Total arroja valores de límites de cuantificación para la primera campaña < 10 mg/L y para la segunda campaña de < 1.54 mg/L. Por las anteriores razones se decidió no utilizar este parámetro para el cálculo del indicador ya que no son consistentes los límites de cuantificación y esto podría afectar el cálculo del indicador.

En este sentido, se calcula el ICA con 5 variables, como se relaciona en la Tabla 94.

Tabla 94. Variables utilizadas para el cálculo del ICA

Variable	Unidad de medida	Ponderación
Oxígeno disuelto	% Saturación	0.16
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	0.14
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	0.14
Potencial de hidrogeno	Unidades de pH	0.14
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	0.14

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

Con las anteriores variables se muestra en la Tabla 95, los resultados del ICA para las dos campañas de monitoreo en la cuenca del río Risaralda.

Tabla 95. Resultados del ICA

NOMBRE DE ESTACIÓN	Primera Campaña		Segunda Campaña	
	VAL_ICA	NOMENCLAT	VAL_ICA	NOMENCLAT
R. Risaralda - Arroyo Hondo	0.95	Bueno	0.97	Bueno
R. Risaralda Antes de Mistrató	0.94	Bueno	0.97	Bueno
R. Risaralda Después de Mistrató	0.85	Aceptable	0.84	Aceptable
R. Risaralda Puente Umbría	0.79	Aceptable	0.77	Aceptable
R. Risaralda Después Desembocadura Q. Cauyá	0.91	Bueno	0.71	Aceptable
R. Risaralda Las Palmeras	0.85	Aceptable	0.69	Regular
R. Risaralda Puente Negro	0.89	Aceptable	0.85	Aceptable
R. Risaralda Antes de la Virginia	0.80	Aceptable	0.96	Bueno
R. Risaralda Desembocadura	0.66	Regular	0.75	Aceptable
Desembocadura R. Guática	0.94	Bueno	0.91	Bueno
Desembocadura R. Mapa	0.93	Bueno	0.90	Bueno
Desembocadura R Totuú	0.93	Bueno	0.90	Aceptable
Desembocadura Q. Chapata	0.96	Bueno	0.87	Aceptable

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

De la Tabla 95, se puede establecer que los resultados del ICA fueron coincidentes para las dos campañas de monitoreo, en donde se aprecia que para las primeras estaciones en la parte alta de la cuenca El ICA es de buena calidad; para las dos estaciones siguientes la calidad es Aceptable; para la estación R. Risaralda Después Desembocadura Q. Cauyá el ICA es de Buena calidad para la primera campaña y disminuye a Regular calidad para la segunda campaña, es oportuno mencionar que la quebrada Cauyá es el principal cuerpo receptor de vertimientos del municipio de Anserma.

La estación Las Palmeras presenta un ICA aceptable para la primera campaña y Regular para la segunda campaña, al igual que el río Risaralda en la primera campaña presenta una calidad Regular.

Por su parte los tributarios monitoreados, los cuales son desembocadura río Totuú, desembocadura río Mapa, desembocadura río Mapa y desembocadura quebrada Chapata presentan calidad Buena para la primera campaña que se mantiene para río Guática y río Mapa, pero para río Totuú y quebrada Chapata disminuye a Aceptable.

4.8.8 Índice De Alteración Potencial de la Calidad De Agua – IACAL

El Índice de Alteración Potencial de la Calidad de Agua (IACAL), es el referente de la presión de los contaminantes vertidos (materia orgánica, sólidos



suspendidos y nutrientes) sobre las condiciones de calidad de agua en los sistemas hídricos superficiales. (IDEAM, 2010). El índice de alteración potencial de la calidad del agua es un reflejo de la amenaza por contaminación a la que pueden estar sometidas las subzonas hidrográficas objeto de estudio.

La afectación de la calidad del recurso hídrico se puede entender como una amenaza, cuya magnitud depende de la disponibilidad natural y/o regulada de dicho recurso (la cual no es constante debido a la variabilidad climática), y de la presión ejercida sobre éste por cuenta de los usos y el consumo que realiza la población asentada en sus alrededores, y de los vertimientos que dicha población descarga en las corrientes.

En la medida que se incrementan las cargas vertidas por los diferentes sectores, se reduce la capacidad natural de autodepuración del sistema hídrico superficial que las recibe, se pierde su aptitud para ciertos usos específicos y se afecta la calidad de los beneficios ambientales que prestan estos sistemas hídricos.

El objetivo de este índice es estimar presuntivamente cargas contaminantes por sector productivo. El IACAL refleja la alteración probable de la calidad del agua por presión de la actividad socioeconómica, pues se calcula en función de la presión ambiental, entendida como la contribución potencial de cada agente social o actividad humana (población, industria, agricultura, minería) a las alteraciones del medio ambiente por consumo de recursos naturales, generación de residuos (emisión o vertimiento) y transformación del medio físico. Es decir, es la capacidad de generar un impacto ambiental. La afectación potencial se refiere a la posibilidad de generar un grado de alteración debido a una presión ambiental; por ejemplo, un vertimiento puede generar distintos impactos ambientales en función de diversos factores: la fragilidad del medio receptor, la concentración de presión ambiental en el área (existencia de muchos vertimientos) y la capacidad de recuperación del medio receptor (contempla en su mayoría información presuntiva).

Variables:

Oferta Hídrica.

Demanda Química de Oxígeno – DQO

Demanda Bioquímica de Oxígeno – DBO

Sólidos Suspendidos Totales – SST

Nitrógeno Total – NT

Fosforo Total – PT

Para el cálculo de IACAL se evalúa a partir del promedio de jerarquías asignadas a las cargas contaminantes de materia orgánica, sólidos suspendidos y nutrientes ejercidas por el sector doméstico, industrial, sacrificio de ganado bobino, avícola y agrícola (cultivo de café).



A partir de la agregación espacial, después de contrastar la carga contaminante estimada con la oferta total en millones de metros cúbicos (Mm³) se infieren las probabilidades de contaminación para periodos secos y medios.

El IACAL arroja valores numéricos que se califican en una de cinco categorías, en un cálculo de razón existente entre la carga contaminante que se estima recibe una zona hidrográfica determinada en un periodo de tiempo y la oferta hídrica superficial (normal y seco) estimada a partir de una serie de tiempo.

4.8.8.1 Sector doméstico

Entre las fuentes de información secundaria con contenidos referidos a los aspectos sociodemográficos requeridos en este documento de diagnóstico se contó con el Censo general 2005 y las proyecciones de población del DANE, y la base consolidada del Sisben a febrero de 2016.

Para el censo general 2005 se realizaron consultas mediante Redatam a nivel de sector censal y se articuló la cartografía correspondiente con la de las microcuencas y zonas hidrográficas de estudio.

4.8.8.2 Sector centrales de beneficio

Para el cálculo de cargas se tuvo en cuenta la información suministrada por la CARDER y CORPOCALDAS referente al cobro de tasa retributiva de las centrales de sacrificio que se localizan en la cuenca.

4.8.8.3 Sector cafetero

Se utilizó la información de la evaluación agrícola y pecuaria anual, información suministrada por la secretaria de desarrollo agropecuario del departamento, donde se especifica por municipio la producción, así mismo se consultó bibliografía sobre el tema de cargas contaminantes del beneficio del café archivos de artículos publicados por CENICAFE, la Federación Nacional de Cafeteros y los organismos competentes en Guatemala, Costa Rica y Cuba.

4.8.8.4 Sector Industrial

Se tuvo en cuenta la información de cobro de tasa retributiva, información suministrada CARDER y CORPOCALDAS.

4.8.8.5 Análisis de resultados de IACAL

Una vez estimadas las cargas para los sectores productivos y para las actividades establecidas en la metodología del IACAL, se procede a consolidar las cargas, a establecer los caudales para cada nivel subsiguiente para año seco

y año medio, a establecer los catiacaes para DBO5 y SST y finalmente establecer el valor del indicador, ver Tabla 96.

Tabla 96. Consolidado de cargas y caudales para cálculo de IACAL

CÓDIGO	NIVEL SUBSIGUIENTE	K DBO (Ton/año)	K SST (Ton/año)	Q AÑO SECO Hm3/año	Q AÑO MEDIO Hm3/año
261401	R. Arroyo hondo	5.6	5.6	4.8	89.7
261402	FH. Riosucio-Mistrató	95.4	100.0	13.0	215.2
261403	Q. Serna	13.1	14.1	1.2	11.2
261404	Q. Peñas Blancas	19.0	20.5	0.2	3.7
261405	Q. La Ilorona	65.2	70.5	0.7	9.2
261406	FH. Belén de Umbría 1	4.3	4.6	0.1	0.9
261407	Q. Sandía	67.8	73.4	0.6	13.1
261408	Q. Congo	103.2	111.7	0.4	13.5
261409	FH. Q. El Boquerón	95.9	103.8	0.9	12.0
261410	Q. del Olvido o Tinajitas	45.2	48.9	0.2	7.9
261411	FH. Belén de Umbría 2	0.0	0.0	0.0	0.7
261412	Q. Tachigui	95.5	103.3	0.4	12.0
261413	FH. Belén de Umbría 3	0.1	0.1	0.1	1.7
261414	Q. Los Ángeles	68.6	74.3	0.3	12.1
261415	FH. Q. Pumía - Q. Tetuán	2.4	2.6	0.2	5.8
261416	Q. Papayal	47.0	50.7	0.3	11.1
261417	FH. Belén de Umbría 4	0.1	0.1	0.0	0.2
261418	Q. Chápata 1	405.8	444.1	3.4	102.5
261419	FH. Q. Puracé - Q. El Dinde	1.2	1.2	0.4	12.0
261420	R. Guarne	204.9	221.7	3.0	80.7
261421	FH. Q. Guamo Viejo	11.3	11.3	0.2	6.1
261422	Q. Samaria	35.1	35.8	0.8	21.0
261423	FH. Q. La Cecilia - Q. Guamito	0.7	0.7	1.5	70.6
261424	R. Mapa	992.8	1071.5	20.9	468.3
261425	FH. Santuario	0.3	0.3	0.2	15.7
261426	R. Totuí	508.0	549.2	3.7	87.0
261427	FH. Balboa	0.4	0.4	0.1	6.8
261428	FH. La Virginia	1507.1	1279.6	0.3	6.3
261429	Q. El Cairo	0.9	0.9	0.5	7.1
261430	FH. Belalcázar 5	0.1	0.1	0.0	0.8
261431	Q. Génova	0.3	0.3	0.1	2.0
261432	FH. Belalcázar 4	0.1	0.1	0.1	1.0
261433	Q. Calamar	0.3	0.3	0.1	1.6
261434	FH. Belalcázar 3	0.1	0.1	0.0	0.3
261435	Q. Los Micos	20.9	22.6	0.4	4.9
261436	FH. Belalcázar 2	0.4	0.4	0.1	2.6
261437	Q. La Betulia	17.7	18.8	0.4	10.5
261438	FH. Belalcázar 1	0.4	0.4	0.1	3.4
261439	Q. el Águila (Q. El Guamo)	200.1	216.3	1.5	39.4
261440	FH. Q. La Equis	0.6	0.6	0.3	11.5
261441	Q. La Hermosa	0.5	0.5	0.3	8.8
261442	FH. Viterbo 5	0.2	0.2	0.0	2.0
261443	Q. Candilejas	1.0	1.0	0.2	4.7
261444	FH. Viterbo 4	0.0	0.0	0.0	0.2
261445	Q. La Primavera	0.5	0.5	0.3	7.8

CÓDIGO	NIVEL SUBSIGUIENTE	K DBO (Ton/año)	K SST (Ton/año)	Q AÑO SECO Hm3/año	Q AÑO MEDIO Hm3/año
261446	FH. Viterbo 3	0.0	0.0	0.0	0.2
261447	Q. Changüi	6.9	6.9	0.7	20.1
261448	FH. Viterbo 2	0.0	0.0	0.0	0.4
261449	Q. La Honda	0.4	0.4	0.2	5.7
261450	FH. Viterbo 1	0.0	0.0	0.0	0.3
261451	Q. La Tesalia	21.3	22.8	0.3	8.6
261452	Q. Palo Gordo	0.3	0.3	0.1	2.7
261453	Q. Tamaspia	146.4	158.5	0.6	26.3
261454	FH. Anserma 3	0.7	0.7	0.1	1.8
261455	Q. El Oro	90.0	97.4	0.4	15.9
261456	FH. Q. Valdivia	5.1	5.5	0.1	4.4
261457	Q. Lázaro	166.9	179.6	0.3	23.6
261458	FH. Anserma 2	0.0	0.0	0.0	0.9
261459	Q. Chápata 2	68.3	73.9	0.2	10.3
261460	FH. Anserma 1	0.1	0.1	0.1	1.6
261461	Q. Tusas	126.4	136.9	0.2	16.1
261462	FH. Q. Villa Orozco	10.9	11.8	0.2	4.0
261463	Q. Cauyá	291.9	312.7	0.5	34.7
261464	Q. Guapacha - San Pedro	237.3	254.2	0.6	32.9
261465	R. Guática	256.3	272.3	13.1	149.7
261466	FH. Q. Maira Bajo	2.0	2.1	0.2	2.4
261467	Q. Sirguia	52.3	56.6	0.5	7.5
261468	FH. Caño La Calera	2.5	2.6	0.3	3.2

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

En vista de que la ficha metodológica del IDEAM para el cálculo del indicador presenta una categorización nacional, y con el fin de tener unos resultados más ajustados a las condiciones de la cuenca del río Risaralda, se decidió realizar una recategorización mediante el uso de percentiles.

Una vez obtenidas las cargas por sectores presentadas en la Tabla 96, se obtiene el valor para la sumatoria de las cargas por nivel subsiguiente estimadas en toneladas/año y se calcula para cada variable la distribución de frecuencias a nivel de la cuenca, correspondientes a los percentiles 65, 75, 85 y 95 respectivamente, y a cada rango se le asigna una categoría de presión de uno (1) a cinco (5) para obtener una escala cualitativa de presión: baja (1), moderada (2), media (3), alta (4) y muy alta (5) correspondiente a la clasificación de presión.

En la Tabla 97 se muestran las magnitudes que corresponden a cada categoría de presión para las cargas agregadas estimadas por subcuenca (según los percentiles).

Tabla 97. Categorías y descriptores de presión, clasificados de acuerdo con los percentiles asignados a las cargas (ton/año)

CATEGORIA DE PRESIÓN	DESCRIPTOR DE PRESIÓN	PERCENTILES AJUSTADOS	PERCENTILES DBO	PERCENTILES SST
			t/año	t/año
1	BAJA	65	41	43
2	MODERADA	75	74	80
3	MEDIA	85	145	157
4	ALTA	95	366	398
5	MUY ALTA	MAX	1507	1280

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

De acuerdo con los descriptores se obtienen las diferentes categorías de presión por contaminante para cada nivel subsiguiente, así como la categoría de presión por carga total (Tabla 98), que se puede apreciar gráficamente (Figura 57). Se destaca que la tabla por carga total se obtiene de la reponderación de la clasificación por contaminante para cada subcuenca (promedio de la categoría de cada contaminante, de 1 a 5, por subcuenca).

Tabla 98. IACAL por carga total para cada nivel subsiguiente

CÓDIGO	NIVEL SUBSIGUIENTE	Carga (Ton/año)	Carga (Ton/año)	Clasificación por carga Ton/año DBO	Clasificación por carga Ton/año SST	Categoría por carga Ton/año DBO	Categoría por carga Ton/año SST	IACAL Ton/año
261401	R. Arroyo hondo	5.63	5.63	Baja	Baja	1	1	BAJA
261402	FH. Riosucio-Mistrató	100.04	95.36	Media Alta	Media Alta	3	3	MEDIA ALTA
261403	Q. Serna	14.13	13.10	Baja	Baja	1	1	BAJA
261404	Q. Peñas Blancas	20.53	18.98	Baja	Baja	1	1	BAJA
261405	Q. La Ilorona	70.51	65.17	Moderada	Moderada	2	2	MODERADA
261406	FH. Belén de Umbría 1	4.62	4.27	Baja	Baja	1	1	BAJA
261407	Q. Sandía	73.41	67.84	Moderada	Moderada	2	2	MODERADA
261408	Q. Congo	111.68	103.16	Media Alta	Media Alta	3	3	MEDIA ALTA
261409	FH. Q. El Boquerón	103.82	95.92	Media Alta	Media Alta	3	3	MEDIA ALTA
261410	Q. del Olvido o Tinajitas	48.90	45.18	Moderada	Moderada	2	2	MODERADA
261411	FH. Belén de Umbría 2	0.05	0.05	Baja	Baja	1	1	BAJA
261412	Q. Tachigui	103.33	95.47	Media Alta	Media Alta	3	3	MEDIA ALTA
261413	FH. Belén de Umbría	0.12	0.12	Baja	Baja	1	1	BAJA
261414	Q. Los Ángeles	74.29	68.64	Moderada	Moderada	2	2	MODERADA
261415	FH. Q. Pumía - Q. Tetuán	2.58	2.41	Baja	Baja	1	1	BAJA
261416	Q. Papayal	50.75	46.98	Moderada	Moderada	2	2	MODERADA
261417	FH. Belén de Umbría 4	0.12	0.11	Baja	Baja	1	1	BAJA
261418	Q. Chapatá 1	433.61	416.25	Muy Alta	Muy Alta	5	5	MUY ALTA
261419	FH. Q. Puracé - Q. El Dinde	1.23	1.20	Baja	Baja	1	1	BAJA
261420	R. Guarne	221.73	204.94	Alta	Alta	4	4	ALTA
261421	FH. Q. Guamo Viejo	11.27	11.27	Baja	Baja	1	1	BAJA

CÓDIGO	NIVEL SUBSIGUIENTE	Carga (Ton/año)	Carga (Ton/año)	Clasificación por carga Ton/año DBO	Clasificación por carga Ton/año SST	Categoría por carga Ton/año DBO	Categoría por carga Ton/año SST	IACAL Ton/año
261422	Q. Samaria	35.78	35.14	Baja	Baja	1	1	BAJA
261423	FH. Q. La Cecilia - Q. Guamito	0.65	0.65	Baja	Baja	1	1	BAJA
261424	R.Mapa	1066.71	997.59	Muy Alta	Muy Alta	5	5	MUY ALTA
261425	FH. Santuario	0.31	0.31	Baja	Baja	1	1	BAJA
261426	R. Totui	549.22	507.99	Muy Alta	Muy Alta	5	5	MUY ALTA
261427	FH. Balboa	0.38	0.38	Baja	Baja	1	1	BAJA
261428	FH La Virginia	1507.12	1279.59	Muy Alta	Muy Alta	5	5	MUY ALTA
261429	Q. El cairo	0.90	0.90	Baja	Baja	1	1	BAJA
261430	FH. Belalcázar 5	0.12	0.12	Baja	Baja	1	1	BAJA
261431	Q. Genova	0.29	0.29	Baja	Baja	1	1	BAJA
261432	FH. Belalcázar 4	0.13	0.13	Baja	Baja	1	1	BAJA
261433	Q. Calamar	0.30	0.30	Baja	Baja	1	1	BAJA
261434	FH. Belalcázar 3	0.06	0.06	Baja	Baja	1	1	BAJA
261435	Q. Los Micos	22.58	20.87	Baja	Baja	1	1	BAJA
261436	FH. Belalcázar 2	0.36	0.36	Baja	Baja	1	1	BAJA
261437	Q. La Betulia	18.82	17.74	Baja	Baja	1	1	BAJA
261438	FH. Belalcázar 1	0.35	0.35	Baja	Baja	1	1	BAJA
261439	Q. el Águila (Q. El Guamo)	216.30	200.14	Alta	Alta	4	4	ALTA
261440	FH. Q. La Equis	0.56	0.56	Baja	Baja	1	1	BAJA
261441	Q. La Hermosa	0.49	0.49	Baja	Baja	1	1	BAJA
261442	FH. Viterbo 5	0.24	0.24	Baja	Baja	1	1	BAJA
261443	Q. Candilejas	0.99	0.99	Baja	Baja	1	1	BAJA
261444	FH. Viterbo 4	0.00	0.00	Baja	Baja	1	1	BAJA
261445	Q. La Primavera	0.46	0.46	Baja	Baja	1	1	BAJA
261446	FH. Viterbo 3	0.00	0.00	Baja	Baja	1	1	BAJA
261447	Q. Changüi	6.86	6.86	Baja	Baja	1	1	BAJA
261448	FH. Viterbo 2	0.00	0.00	Baja	Baja	1	1	BAJA
261449	Q. La Honda	0.45	0.44	Baja	Baja	1	1	BAJA
261450	FH. Viterbo 1	0.01	0.01	Baja	Baja	1	1	BAJA
261451	Q. La Tesalia	22.83	21.31	Baja	Baja	1	1	BAJA
261452	Q. Palo Gordo	0.31	0.31	Baja	Baja	1	1	BAJA

CÓDIGO	NIVEL SUBSIGUIENTE	Carga (Ton/año)	Carga (Ton/año)	Clasificación por carga Ton/año DBO	Clasificación por carga Ton/año SST	Categoría por carga Ton/año DBO	Categoría por carga Ton/año SST	IACAL Ton/año
261453	Q. Tamaspia	158.47	146.39	Alta	Alta	4	4	ALTA
261454	FH. Anserma 3	0.72	0.72	Baja	Baja	1	1	BAJA
261455	Q. El Oro	97.38	89.96	Media Alta	Media Alta	3	3	MEDIA ALTA
261456	FH. Q. Valdivia	5.51	5.11	Baja	Baja	1	1	BAJA
261457	Q. Lázaro	179.65	166.87	Alta	Alta	4	4	ALTA
261458	FH. Anserma 2	0.05	0.05	Baja	Baja	1	1	BAJA
261459	Q. Chapatá 2	73.94	68.29	Moderada	Moderada	2	2	MODERADA
261460	FH. Anserma 1	0.08	0.08	Baja	Baja	1	1	BAJA
261461	Q. Tusas	136.85	126.40	Media Alta	Media Alta	3	3	MEDIA ALTA
261462	FH. Q. Villa Orozco	11.78	10.89	Baja	Baja	1	1	BAJA
261463	Q. Cauyá	311.97	292.63	Alta	Alta	4	4	ALTA
261464	Q. Guapacha - San Pedro	254.22	237.31	Alta	Alta	4	4	ALTA
261465	R. Guática	272.29	256.32	Alta	Alta	4	4	ALTA
261466	FH. Q. Maira Bajo	2.11	2.01	Baja	Baja	1	1	BAJA
261467	Q. Sirguia	56.63	52.34	Moderada	Moderada	2	2	MODERADA
261468	FH. Caño La Calera	2.64	2.46	Baja	Baja	1	1	BAJA

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

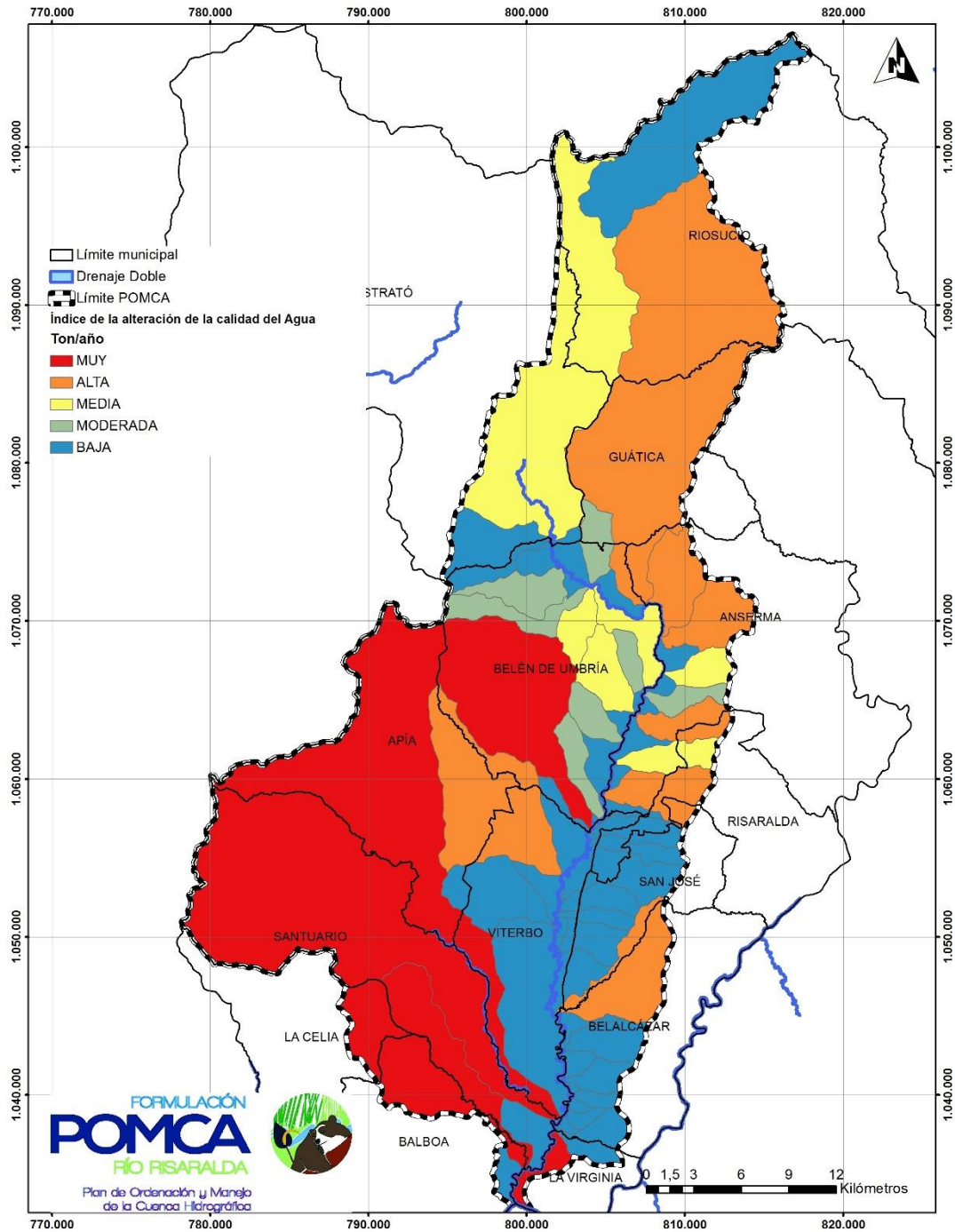


Figura 57. IACAL por carga total

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

Analizando los resultados del cálculo del IACAL por carga únicamente (sin tener en cuenta la oferta hídrica), se observa que las unidades con categoría Muy Alta son en jurisdicción de los municipios de Belén de Umbría, Apía, Santuario, La Virginia, La Celia y Balboa, y que corresponden a la quebrada Chapatá, el río

Mapa, el río Totuí y F.H La Virginia, que son cuerpos de agua receptores de vertimientos de los cascos urbanos municipios mencionados anteriormente y de las zonas rurales, adicionalmente se desarrollan actividades agropecuarias, tales como por ejemplo cultivos de café.

Posteriormente se aprecia unas categorías Altas para los niveles subsiguientes Río Guarne, Quebrada El Águila, quebrada Tamaspia, quebrada Lázaro, quebrada Cauyá, quebrada Guapacha y río Guática, asociado a los municipios de Riosucio, Guática, Anserma, Risaralda, San José y Belalcázar, de igual manera es coherente con las descargas de aguas residuales de los cascos urbanos mencionados y el desarrollo de actividades agropecuarias.

Para los demás niveles subsiguientes la categoría oscila entre Baja a Moderada y corresponden a la parte central de la cuenca en donde el río Risaralda es el cuerpo de agua receptor de vertimientos.

Cabe la pena resaltar que el anterior análisis y el cálculo de IACAL en carga no está contemplado en la hoja metodológica del IDEAM, en Estudio Nacional del Agua o en los alcances técnicos, sin embargo se consideró oportuno realizar este análisis y proyectar un esquema.

Posteriormente se realiza el cálculo del IACAL relacionando carga con oferta hídrica superficial para año seco y para año medio, para lo cual se divide las cargas contaminantes entre la oferta de agua total para año medio y año seco en Hectómetro cúbicos (Hm³), la cual representa la capacidad de autodepuración; da un indicativo de la probabilidad de afectación por cargas contaminantes, de modo que un valor menor indica una probabilidad menor de ocurrencia de un evento severo de alteración de la calidad (IDEAM, 2010).

Con el fin de estimar el IACAL con una escala local se calculan los respectivos percentiles para esta relación de contaminantes por la oferta hídrica por cada contaminante. En la tabla siguiente se muestran las magnitudes que corresponden a cada categoría de presión para las cargas estimadas sobre oferta año medio por subcuenca (según los percentiles).

Posteriormente se toman los valores de carga por subcuenca (ton/año) se dividen entre la oferta hídrica total media y seca (Hectómetros cúbicos) y se vuelve a recategorizar el IACAL de acuerdo con los resultados de los cálculos percentiles de carga sobre oferta media anual para determinar el IACAL según la oferta hídrica.

Tabla 99. Categorías y descriptores de presión, clasificados de acuerdo con los percentiles asignados Cargas/Oferta año

CATEGORÍA DE PRESIÓN	DESCRIPTOR DE PRESIÓN	PERCENTIL AJUSTADO	PERCENTIL DBO	PERCENTIL LS DBO	PERCENTIL L SST	PERCENTIL LSST
			ton/Hm ³ año seco	ton/Hm ³ año medio	ton/Hm ³ año seco	ton/Hm ³ año medio
1	BAJA	65	6.48	2.23	5.99	2.06
2	MODERADA	75	10.75	3.87	10.01	3.49
3	MEDIA	85	16.14	5.65	14.91	5.20
4	ALTA	95	26.18	9.15	24.36	8.44
5	MUY ALTA	MAX	434.46	154.16	368.87	130.89

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

Los valores obtenidos de la razón de carga por tipo de contaminante sobre oferta hídrica (año medio y año seco) se clasifican según las categorías y descriptores anteriores, obteniéndose los datos de calidad (descriptores de presión/oferta hídrica, de 1 a 5) para cada nivel subsiguiente por tipo de contaminante. De estos últimos se obtienen las salidas gráficas respectivas que se encuentran en el anexo 15 (salidas gráficas IACAL).

El IACAL se obtiene de la reponderación de la clasificación (de 1 a 5) por contaminante para cada subcuenca (promedio de la categoría de cada contaminante), tanto para año medio como para año seco. Se presenta en la Tabla 100 y Figura 58 los resultados de IACAL para año seco y en la Tabla 101 y Figura 59 para año medio.

Tabla 100. Categoría de presión por cada contaminante para año seco por nivel subsiguiente

CÓDIGO	NIVEL SUBSIGUIENTE	Catiacal DBO AÑO SECO Ton/Hm3	Catiacal SST AÑO SECO Ton/Hm3	Clasificación por carga Ton/Hm3 DBO año seco	Clasificación por carga Ton/Hm3 SST año seco	IACAL Ton/Hm3 año seco
261401	R. Arroyo hondo	1.16235	1.16235	Baja	Baja	BAJA
261402	FH. Riosucio-Mistrató	7.32237	7.68218	Alta	Alta	ALTA
261403	Q. Serna	10.93180	11.79365	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261404	Q. Peñas Blancas	86.86461	93.96838	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261405	Q. La Ilorona	98.69342	106.78009	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261406	FH. Belén de Umbría 1	66.99891	72.44691	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261407	Q. Sandía	105.13035	113.75481	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261408	Q. Congo	231.00646	250.07239	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261409	FH. Q. El Boquerón	101.80684	110.18825	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261410	Q. del Olvido o Tinajitas	192.71462	208.58507	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261411	FH. Belén de Umbría 2	1.84020	1.84020	Baja	Baja	BAJA
261412	Q. Tachiguí	266.91553	288.86621	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261413	FH. Belén de Umbría 3	1.99007	2.01336	Baja	Baja	BAJA
261414	Q. Los Ángeles	237.60638	257.17498	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261415	FH. Q. Pumía - Q. Tetuán	11.18985	11.96913	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261416	Q. Papayal	139.24877	150.41024	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261417	FH. Belén de Umbría 4	14.83632	15.92059	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261418	Q. Chapatá 1	118.61191	129.80591	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261419	FH. Q. Puracé - Q. El Dinde	2.91341	2.97857	Moderada	Moderada	MODERADA
261420	R. Guarne	69.03197	74.68560	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261421	FH. Q. Guamo Viejo	62.09078	62.09078	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261422	Q. Samaria	44.05557	44.85939	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261423	FH. Q. La Cecilia - Q. Guamito	0.43777	0.43777	Baja	Baja	BAJA
261424	R. Mapa	47.54748	51.31842	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261425	FH. Santuario	1.44822	1.44822	Baja	Baja	BAJA
261426	R. Totuí	138.79271	150.05727	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261427	FH. Balboa	2.92833	2.92833	Moderada	Moderada	MODERADA
261428	FH La Virginia	5647.82674	4795.17270	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA

CÓDIGO	NIVEL SUBSIGUIENTE	Catiacal DBO AÑO SECO Ton/Hm3	Catiacal SST AÑO SECO Ton/Hm3	Clasificación por carga Ton/Hm3 DBO año seco	Clasificación por carga Ton/Hm3 SST año seco	IACAL Ton/Hm3 año seco
261429	Q. El Cairo	1.71572	1.71572	Baja	Baja	BAJA
261430	FH. Belalcázar 5	2.67938	2.67938	Moderada	Baja	MODERADA
261431	Q. Génova	2.90794	2.90794	Moderada	Moderada	MODERADA
261432	FH. Belalcázar 4	2.48199	2.48199	Baja	Baja	BAJA
261433	Q. Calamar	2.42653	2.42653	Baja	Baja	BAJA
261434	FH. Belalcázar 3	2.61416	2.61416	Baja	Baja	BAJA
261435	Q. Los Micos	57.52183	62.23001	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261436	FH. Belalcázar 2	2.44368	2.44368	Baja	Baja	BAJA
261437	Q. La Betulia	40.11971	42.57443	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261438	FH. Belalcázar 1	3.32339	3.32339	Moderada	Moderada	MODERADA
261439	Q. el Aguila (Q. El Guamo)	134.82181	145.71166	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261440	FH. Q. La Equis	1.60751	1.60751	Baja	Baja	BAJA
261441	Q. La Hermosa	1.62369	1.62369	Baja	Baja	BAJA
261442	FH. Viterbo 5	6.20578	6.20578	Media alta	Media alta	MEDIA ALTA
261443	Q. Candilejas	5.86304	5.86304	Media alta	Media alta	MEDIA ALTA
261444	FH. Viterbo 4	0.57220	0.57220	Baja	Baja	BAJA
261445	Q. La Primavera	1.70779	1.70779	Baja	Baja	BAJA
261446	FH. Viterbo 3	1.17715	1.17715	Baja	Baja	BAJA
261447	Q. Changüi	10.04132	10.04132	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261448	FH. Viterbo 2	1.03667	1.03667	Baja	Baja	BAJA
261449	Q. La Honda	1.96405	1.98364	Baja	Baja	BAJA
261450	FH. Viterbo 1	0.65695	0.65695	Baja	Baja	BAJA
261451	Q. La Tesalia	69.90078	74.89891	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261452	Q. Palo Gordo	3.14345	3.14345	Moderada	Moderada	MODERADA
261453	Q. Tamaspia	241.20483	261.11522	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261454	FH. Anserma 3	12.47974	12.47974	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261455	Q. El Oro	221.42445	239.69804	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261456	FH. Q. Valdivia	34.50992	37.26930	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261457	Q. Lázaro	511.48519	550.65393	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA

CÓDIGO	NIVEL SUBSIGUIENTE	Catiacal DBO AÑO SECO Ton/Hm3	Catiacal SST AÑO SECO Ton/Hm3	Clasificación por carga Ton/Hm3 DBO año seco	Clasificación por carga Ton/Hm3 SST año seco	IACAL Ton/Hm3 año seco
261458	FH. Anserma 2	1.41126	1.41126	Baja	Baja	BAJA
261459	Q. Chapatá 2	305.82490	331.11554	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261460	FH. Anserma 1	1.20564	1.20564	Baja	Baja	BAJA
261461	Q. Tusas	538.56263	583.09224	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261462	FH. Q. Villa Orozco	69.46744	75.14613	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261463	Q. Cauyá	559.34195	599.02982	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261464	Q. Guapacha - San Pedro	378.10872	405.06110	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261465	R. Guática	19.55723	20.77560	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261466	FH. Q. Maira Bajo	11.27088	11.84816	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261467	Q. Sirguia	107.44582	116.24492	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261468	FH. Caño La Calera	9.58703	10.28782	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

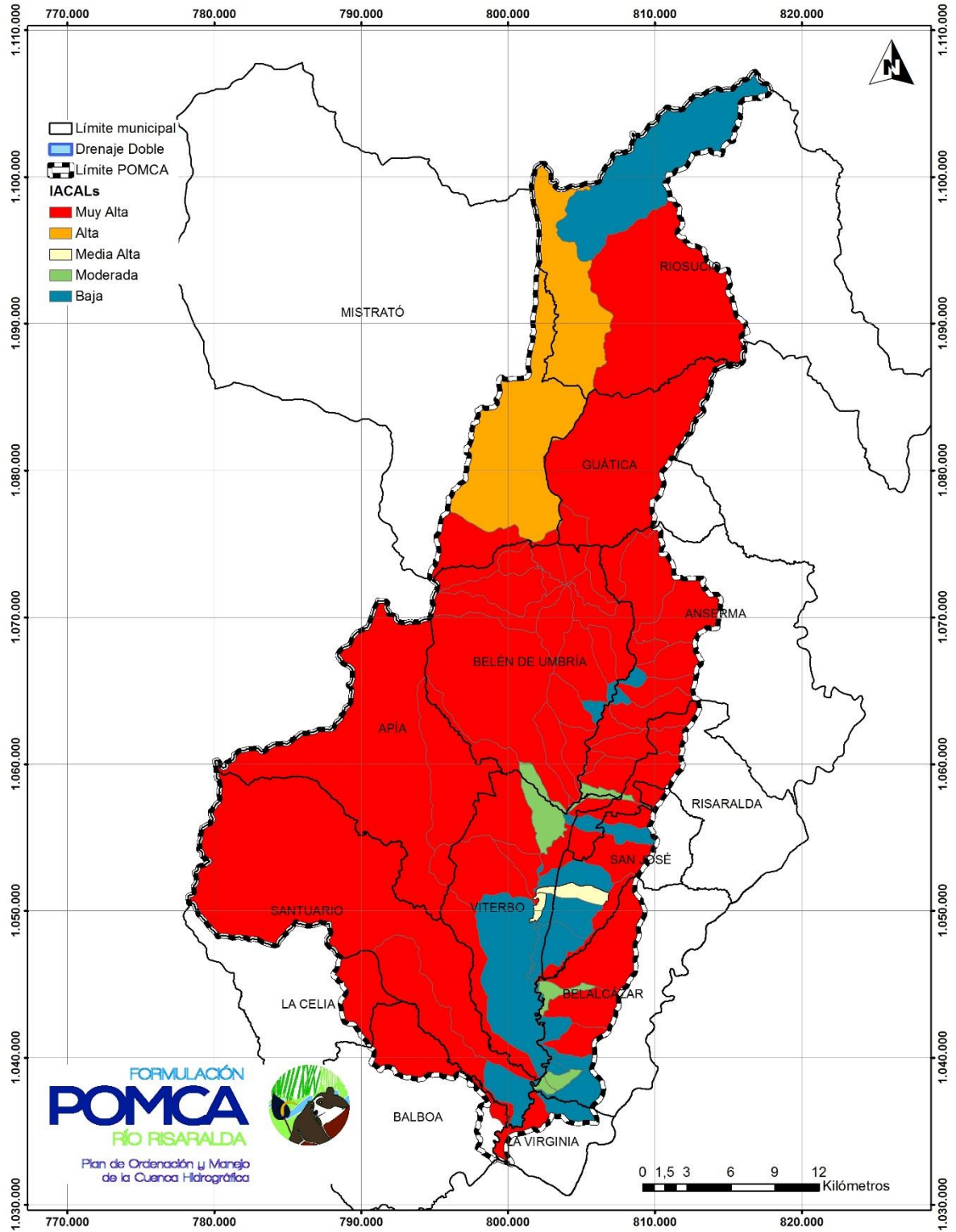


Tabla 101. Categoría de presión por cada contaminante para año medio por nivel subsiguiente

CÓDIGO	NIVEL SUBSIGUIENTE	Catiacal DBO AÑO MEDIO Ton/Hm3	Catiacal SST AÑO MEDIO Ton/Hm3	Clasificación por carga Ton/Hm3 DBO año medio	Clasificación por carga Ton/Hm3 SST año medio	IACAL Ton/Hm3 año medio
261401	R. Arroyo hondo	0.05579	0.05579	Baja	Baja	BAJA
261402	FH. Riosucio-Mistrató	0.03284	0.03130	Baja	Baja	BAJA
261403	Q. Serna	0.40000	0.37077	Baja	Baja	BAJA
261404	Q. Peñas Blancas	2.97216	2.74747	Moderada	Moderada	MODERADA
261405	Q. La Ilorona	3.49365	3.22907	Alta	Alta	ALTA
261406	FH. Belén de Umbría 1	2.12380	1.96409	Moderada	Moderada	MODERADA
261407	Q. Sandía	3.87958	3.58545	Media alta	Media alta	MEDIA ALTA
261408	Q. Congo	8.43153	7.78870	Alta	Alta	ALTA
261409	FH. Q. El Boquerón	2.31831	2.14197	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261410	Q. del Olvido o Tinajitas	5.96369	5.50993	Media alta	Media alta	MEDIA ALTA
261411	FH. Belén de Umbría 2	0.04784	0.04784	Baja	Baja	BAJA
261412	Q. Tachiguí	4.96429	4.58706	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261413	FH. Belén de Umbría 3	0.04904	0.04847	Baja	Baja	BAJA
261414	Q. Los Ángeles	5.88925	5.44113	Media alta	Media alta	MEDIA ALTA
261415	FH. Q. Pumía - Q. Tetuán	0.26374	0.24656	Baja	Baja	BAJA
261416	Q. Papayal	3.74231	3.46461	Moderada	Moderada	MODERADA
261417	FH. Belén de Umbría 4	0.39065	0.36404	Baja	Baja	BAJA
261418	Q. Chapatá 1	3.87312	3.71809	Moderada	Moderada	MODERADA
261419	FH. Q. Puracé - Q. El Dinde	0.07096	0.06941	Baja	Baja	BAJA
261420	R. Guarne	2.94183	2.71914	Baja	Baja	BAJA
261421	FH. Q. Guamo Viejo	1.32302	1.32302	Baja	Baja	BAJA
261422	Q. Samaria	0.98656	0.96888	Baja	Baja	BAJA
261423	FH. Q. La Cecilia - Q. Guamito	0.00983	0.00983	Baja	Baja	BAJA
261424	R. Mapa	2.62618	2.45602	Baja	Baja	BAJA
261425	FH. Santuario	0.02154	0.02154	Baja	Baja	BAJA
261426	R. Totuí	5.27747	4.88130	Media alta	Media alta	MEDIA ALTA
261427	FH. Balboa	0.05479	0.05479	Baja	Baja	BAJA
261428	FH La Virginia	154.16255	130.88858	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261429	Q. El Cairo	0.05172	0.05172	Baja	Baja	BAJA
261430	FH. Belalcázar 5	0.07553	0.07553	Baja	Baja	BAJA

CÓDIGO	NIVEL SUBSIGUIENTE	Catiacal DBO AÑO MEDIO Ton/Hm3	Catiacal SST AÑO MEDIO Ton/Hm3	Clasificación por carga Ton/Hm3 DBO año medio	Clasificación por carga Ton/Hm3 SST año medio	IACAL Ton/Hm3 año medio
261431	Q. Génova	0.08348	0.08348	Baja	Baja	BAJA
261432	FH. Belalcázar 4	0.08196	0.08196	Baja	Baja	BAJA
261433	Q. Calamar	0.07417	0.07417	Baja	Baja	BAJA
261434	FH. Belalcázar 3	0.08839	0.08839	Baja	Baja	BAJA
261435	Q. Los Micos	2.30984	2.13508	Moderada	Moderada	MODERADA
261436	FH. Belalcázar 2	0.07131	0.07131	Baja	Baja	BAJA
261437	Q. La Betulia	1.06569	1.00424	Baja	Baja	BAJA
261438	FH. Belalcázar 1	0.07500	0.07500	Baja	Baja	BAJA
261439	Q. el Águila (Q. El Guamo)	4.48294	4.14790	Moderada	Moderada	MODERADA
261440	FH. Q. La Equis	0.03955	0.03955	Baja	Baja	BAJA
261441	Q. La Hermosa	0.03599	0.03599	Baja	Baja	BAJA
261442	FH. Viterbo 5	0.12895	0.12895	Baja	Baja	BAJA
261443	Q. Candilejas	0.14276	0.14276	Baja	Baja	BAJA
261444	FH. Viterbo 4	0.01290	0.01290	Baja	Baja	BAJA
261445	Q. La Primavera	0.04032	0.04032	Baja	Baja	BAJA
261446	FH. Viterbo 3	0.01934	0.01934	Baja	Baja	BAJA
261447	Q. Changüi	0.23892	0.23892	Baja	Baja	BAJA
261448	FH. Viterbo 2	0.01547	0.01547	Baja	Baja	BAJA
261449	Q. La Honda	0.04553	0.04508	Baja	Baja	BAJA
261450	FH. Viterbo 1	0.00062	0.00062	Baja	Baja	BAJA
261451	Q. La Tesalia	1.64537	1.53557	Baja	Baja	BAJA
261452	Q. Palo Gordo	0.07060	0.07060	Baja	Baja	BAJA
261453	Q. Tamaspia	5.64623	5.21570	Media alta	Media alta	MEDIA ALTA
261454	FH. Anserma 3	0.32797	0.32797	Baja	Baja	BAJA
261455	Q. El Oro	5.71834	5.28240	Media alta	Media alta	MEDIA ALTA
261456	FH. Q. Valdivia	0.87432	0.80958	Baja	Baja	BAJA
261457	Q. Lázaro	9.33855	8.67429	Alta	Alta	ALTA
261458	FH. Anserma 2	0.03033	0.03033	Baja	Baja	BAJA
261459	Q. Chapatá 2	7.10512	6.56243	Media alta	Alta	ALTA
261460	FH. Anserma 1	0.02835	0.02835	Baja	Baja	BAJA
261461	Q. Tusas	10.58421	9.77592	Alta	Alta	ALTA

CÓDIGO	NIVEL SUBSIGUIENTE	Catiacal DBO AÑO MEDIO Ton/Hm3	Catiacal SST AÑO MEDIO Ton/Hm3	Clasificación por carga Ton/Hm3 DBO año medio	Clasificación por carga Ton/Hm3 SST año medio	IACAL Ton/Hm3 año medio
261462	FH. Q. Villa Orozco	2.07572	1.91886	Moderada	Moderada	MODERADA
261463	Q. Cauyá	10.99154	10.31033	Muy Alta	Muy Alta	MUY ALTA
261464	Q. Guapacha - San Pedro	8.57593	8.00530	Alta	Alta	ALTA
261465	R. Guática	0.94882	0.89317	Baja	Baja	BAJA
261466	FH. Q. Maira Bajo	0.31857	0.30304	Baja	Baja	BAJA
261467	Q. Sirguia	3.99051	3.68845	Alta	Alta	ALTA
261468	FH. Caño La Calera	0.46462	0.43297	Baja	Baja	BAJA

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

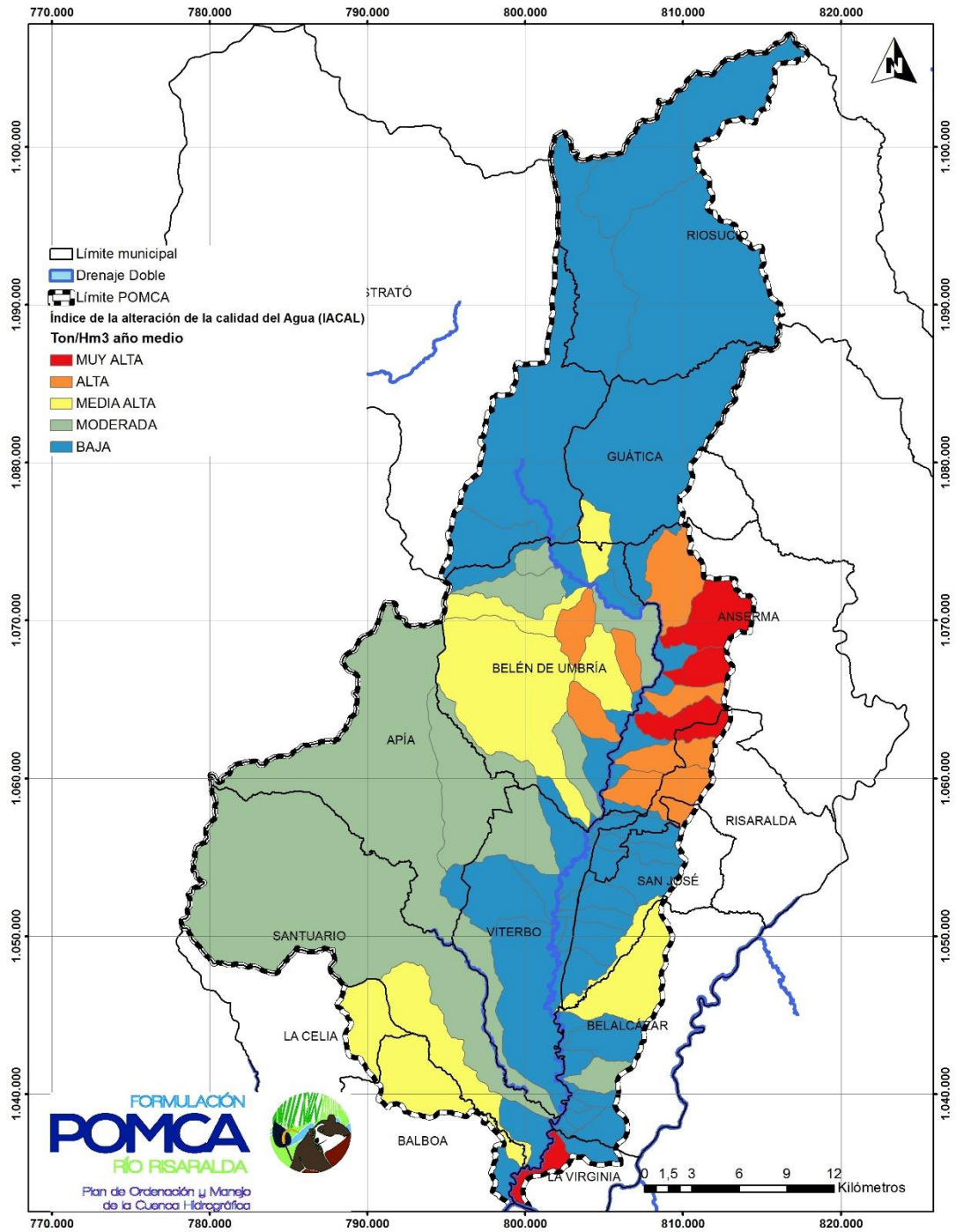


Figura 59. IACAL año medio por cada nivel subsiguiente (Ton/Hm3)
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

Analizando el IACAL en carga/oferta con caudales de año seco, se observa que en total 39 de los 68 niveles subsiguientes se encuentran en categoría Muy Alta, esto equivale al 57.3% del total de unidades analizadas; en comparación para año medio sólo 4 niveles permanecen en categoría Muy Alta, en este sentido las unidades que permanecen en categoría Muy Alta para año seco y medio son: FH. Q. El Boquerón, Q. Tachiguí, FH La Virginia y Q. Cauyá. Realizando una revisión de éstas unidades se encuentra que la FH. Q. El Boquerón su principal afectación se presenta por una alta producción de Café y caudales muy bajos, similar situación se presenta para la Q. Tachiguí. La F.H La Virginia se ve impactada por parte de los vertimientos del municipio de La Virginia.

En cuanto a la categoría Alta, para año seco la única unidad la F.H Riosucio – Mistrató; en cuanto a la misma categoría para año medio se encuentran que siete (7) unidades se encuentran dentro de esta categoría, las cuales corresponden a las quebradas: La Llorona, Congo, Lázaro, Chápata 2, Tusas, Guapacha San Pedro y Sirguia, éstas áreas principalmente son destinadas a actividad agrícolas como el cultivo de café.

Para año seco en la categoría Media Alta, sólo presentan dos niveles subsiguientes, correspondientes a F.H Viterbo 5 y quebrada Candilejas. Para año medio se presentan 6 unidades en esta categoría y corresponden a las quebradas: Sandía, Tinajitas, Los Ángeles, Tamaspia, El Oro y río Totuí.

Entre categorías Moderada y Baja, para año seco se presentan 27 niveles subsiguientes, equivalentes al 39.7 % del total de las unidades hidrológicas analizadas, y para año medio 52 unidades se encuentran dentro de estas dos categorías, correspondiente al 76.4% del total de unidades.

4.9 Geomorfología

La geomorfología en los POMCA pretende proporcionar información sistemática y jerarquizada de las geoformas del relieve con base en los ambientes morfogenéticos, los sistemas del terreno y las unidades del terreno; así mismo definir y caracterizar los procesos morfodinámicos que intervienen en la cuenca.

Para lograr el correcto levantamiento geomorfológico se consideran las metodologías de trabajo (IGAC – Metodología Zinck, 2012) y la evaluación de las amenazas naturales (SGC – Metodología Carvajal, 2011); en la primera el objetivo corresponde a generar la salida cartográfica de formas del terreno caracterizados por su geometría, historia y dinámica y la segunda está orientada a llevar la jerarquización hasta el nivel de detalle de subunidades que responde a las necesidades de la zonificación de la Gestión del Riesgo.

Basado en el análisis fotogeológico efectuado y las evaluaciones de las geoformas efectuadas se procedió a la clasificación y definición de ambientes, paisajes, relieves y/o modelados basado en la clasificación propuesta por Zinck (2012).

Mediante la cartografía evaluada, el mapa geológico (Esc 1:100.000) y el DTM se determinan los ambientes morfogenéticos existentes en la zona de estudio según Zinck (2012).

Se realizó el análisis de imágenes de satélite (Google earth) se identificaron las grandes porciones del terreno caracterizadas por sus rasgos fisiográficos con relieves similares según lo establecido en Zinck (2012), donde se resalta la existencia de áreas de valles, montañas, lomas. Colinas y depósitos de pendiente.

Basado en los ambientes morfogenéticos definidos anteriormente y la fotointerpretación realizada, se definieron los paisajes fotogeológicos existentes en la cuenca mediante la superposición temática de la información obtenida según la clasificación establecida por Zinck (2012).de los controles de campo efectuados.

Se realizó una segunda fase de fotointerpretación haciendo uso de imágenes de satélite de Google earth se definieron y delimitaron los procesos morfodinámicos y las Unidades del terreno (Zinck 2012) según el tipo de relieve o modelado.

En la Figura 60 se muestra el esquema de las unidades de terreno definidas, en 7 formas del terreno, distribuidas a lo largo de la cuenca, teniendo en cuenta las variaciones morfológicas del territorio de análisis en cuestión.

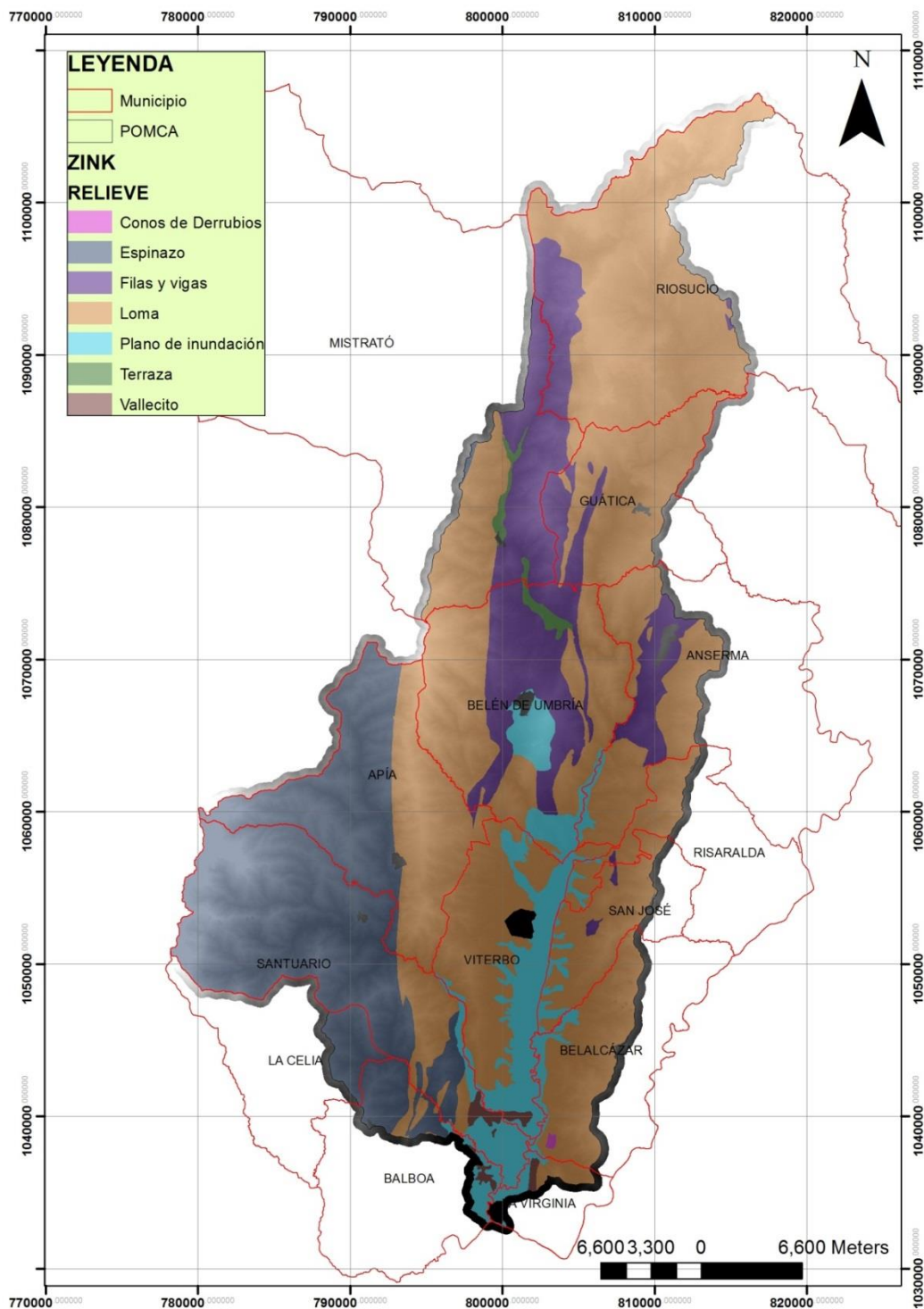


Figura 60 Unidades del terreno (Tipos de relieve). (Zinck 2012).

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

4.9.1 Procesos morfodinámicos

A continuación, se relacionan los procesos morfodinámicos evaluados preliminarmente en la fase de fotointerpretación y confrontados de manera directa en la etapa de campo, los cuales fueron plasmados en el mapa de Unidades del terreno (tipos de relieve); adicionalmente en los anexos 3 y 4 se remiten los formatos de procesos evaluados y la base de datos asociada a dichos eventos.

En la Tabla 102 se hace un resumen de la cantidad de procesos evaluados.

Tabla 102 Cantidad de procesos morfodinámicos por tipología

Tipo de proceso	Cantidad de procesos.
Constructivo	2
Sedimentación coluvial	1
Sedimentación marina o lacustre	1
Denudativo	183
Erosión antrópica	16
Erosión fluvial	13
Erosión pluvial	21
Meteorización de las rocas	9
Remoción en masa	124
Total general	185

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

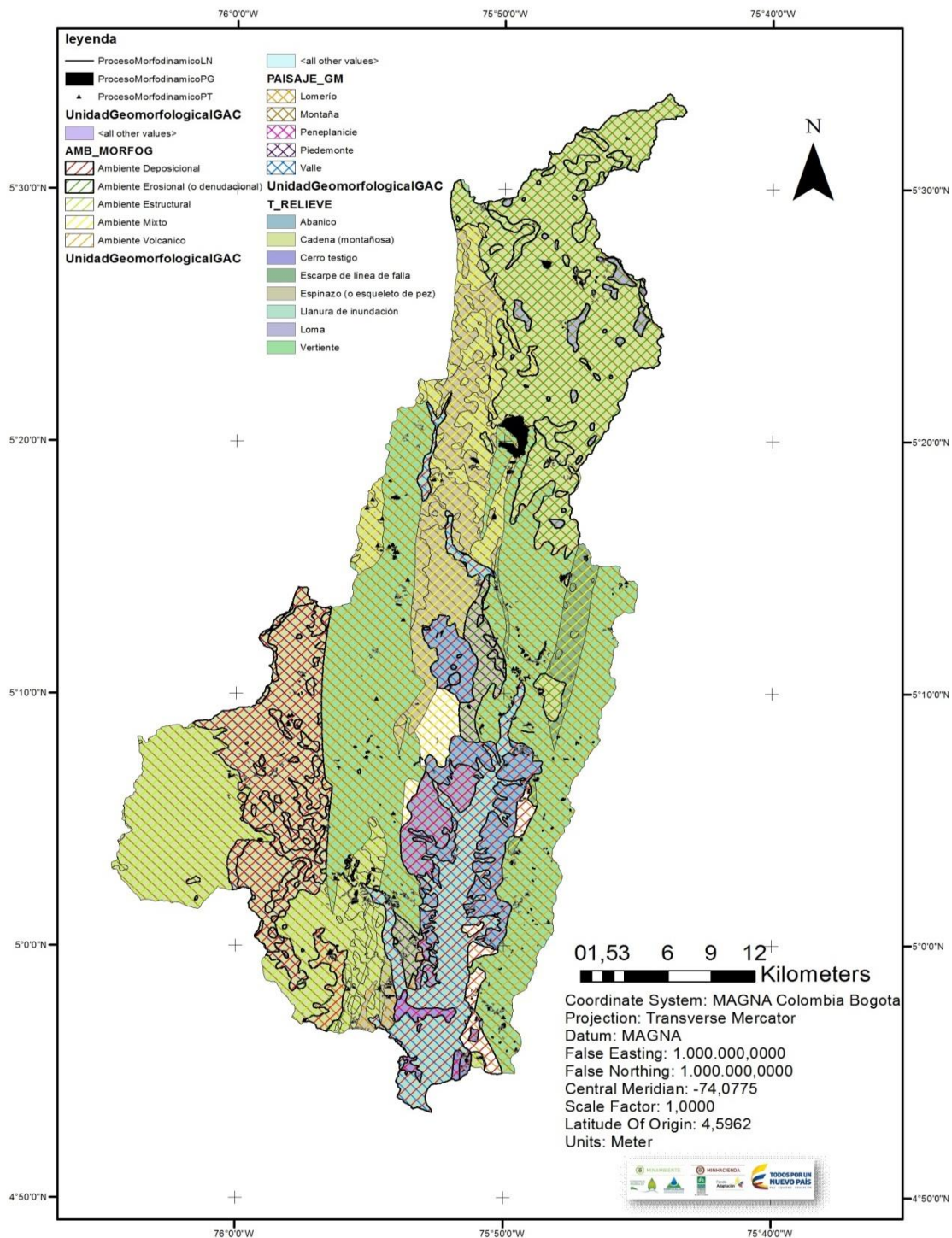


Figura 62 Mapa de procesos morfodinámicos en relación con los sistemas del terreno según Zink
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda.

4.9.2 Jerarquización geomorfológica según Carvajal

Se puede denotar que debido a la localización geográfica y las características fisiográficas y topográficas dadas a este nivel de detalle, el 100% de la cuenca corresponde a una Geomorfoestructura denominada Sistema Orogénico Andino.

En la cuenca se observa de manera general la presencia de dos provincias, la de mayor predominio corresponde a la Cordillera Occidental con un cubrimiento del 97,91% y una segunda provincia que corresponde al Valle Interandino Cauca – Patía con un porcentaje de 2,09% en la cuenca y el cual está asociado al valle aluvial del Río Risaralda.

Los ambientes morfogenéticos presentes en la cuenca se agrupan de manera general en:

- **AMBIENTE DENUDACIONAL (D):** Determinado por la actividad de los procesos erosivos hídricos y pluviales, y principalmente producto de procesos de meteorización, erosión y remoción en masa, sobre geoformas pre existentes.

Este tipo de ambiente se presenta de manera directa sobre todo el sistema de las serranías denudacionales de la cordillera occidental abarcando un porcentaje de 81.42%.

- **AMBIENTE FLUVIAL Y LAGUNAR (F):** Corresponde a las geoformas generadas por procesos (erosión – sedimentación), generadas por corrientes de agua tales como ríos y arroyos, y lagos y lagunas respectivamente

El ambiente fluvial está relacionado en la cuenca con la planicie aluvial del Río Risaralda, Río mapa y afluentes principales, abarcando un porcentaje de 4.92%.

- **AMBIENTE MORFOESTRUCTURAL (S):** Corresponde a las geoformas generadas por la dinámica interna de la tierra, especialmente la asociada a plegamientos y fallamientos.

Representados en la cuenca en un 10.93% hacia la parte media central y occidental de la cuenca.

- **AMBIENTE ANTROPOGÉNICO (A):** Corresponde a las formas del terreno, productos de la actividad del hombre que modifica la superficie terrestre.

Representados en la cuenca en un 2.73% principalmente localizados sobre los municipios del municipio de Belén de Umbría y de Santuario sobre los cortes viales que llevan a este municipio, se localizan los planos de explanación, y sobre las vías principales con las canteras de lomititas (vía a Balboa) y el toro (vía Pacifico 3).

Las unidades geomorfológicas asociadas a ambiente denudacional corresponden a Espinazos con un 63.39%, abarca en gran parte el sistema cordillerano y las unidades de mayor predominio en la cuenca dado sobre la Formación Barroso presentan geoformas significativas tipo Espinazo; la otra unidad geomorfológica de ambiente denudacional lo constituyen los Cerros Residuales con un 5.46% encontrándose inmediatamente en el cambio topográfico del valle hacia el sistema montañoso y hacia la parte norte de la cuenca, al igual que las cuestas que se localizan hacia la parte media de la cuenca abarcando formaciones sedimentarias como La Formación La Paila, Formación Zarza, Formación Combia y tramos de la Formación Barroso y el Plutón de Mistrató con un 12.57% de representación en la cuenca.

Las unidades geomorfológicas asociadas a ambientes fluviales constituyen depósitos cuaternarios recientes y corresponden a Abanico Fluvial con un porcentaje de 1,64% se encuentra en forma coalescente sobre el valle del Río Risaralda y constituyen los Sedimentos de Viterbo y Llanuras de inundación con un 1,09% localizadas sobre gran parte del cauce del Río Risaralda y las planicies aluviales de otros afluentes principales como el Río Mapa. Al igual que terrazas localizadas sobre las partes bajas del valle, con espesores de 4 m y representados en 2.19%.

Las unidades geomorfológicas asociadas a ambientes estructurales constituyen el sector más occidental de la cuenca sobre los municipios de Santuario y Apía, y en específico sobre la formación Penderisco caracterizado por espinazos y sierras homoclinales, característicos de ambientes con mucha actividad tectónica y que por consiguiente generan deformación de las rocas y plegamiento fuerte sobre estas unidades sedimentarias. Estas dos unidades están representadas en 0.55% y 10.38% sobre la cuenca respectivamente.

Las unidades geomorfológicas asociadas a ambientes antropogénicos constituyen canteras asociadas a la acción de explotación minera como también a los terraplenes realizado para la intervención vial tanto sobre material rocoso como suelo, localizados sobre la vía hacia el municipio de Balboa, pacífico 3, y el municipio de Santuario. Representando 2.73% de la cuenca.

De manera general en la cuenca del Río Risaralda, la subunidad con mayor predominio corresponde a Laderas denudadas con un porcentaje de 76.50% adicionalmente se presentan deslizamientos que se encuentran distribuidos sobre toda la cuenca en general, pero por su dimensión y escala son cartografiables. Representados en la cuenca en un 3.83% y las cornisas estructurales están sobre la cuenca en un 12.02% localizadas sobre los municipios de Santuario y Apía, como también sobre el municipio de Anserma, se presenta sobre toda la cuenca, exceptuando el valle aluvial del Río Risaralda y demás planicies aluviales, tiene un marcado predominio dado el relieve montañoso característico de la cuenca la cual abarca tanto el flanco occidental de la cordillera central como el flanco oriental de la cordillera occidental; seguido por Terrazas Fluviales las cuales se encuentran con un porcentaje de 2,19% está relacionada con la Formación La Paila y Zarzal y constituyen depósitos cuaternarios aluviales recientes, en un tercer lugar aparecen Conos de origen aluvial interdigitados con la planicie aluvial del Río Risaralda, asociado a los Sedimentos de Viterbo con un porcentaje de 1,64% y por último Llanuras con un 1,09% asociada con la planicie aluvial del Río Risaralda y afluentes principales. Es importante aclarar que los factores antropogénicos han sido un modelador importante en la geomorfología debido a las ampliaciones y mejoras viales, al igual que las acciones mineras, representando un 2.73% de la cuenca estas subunidades antropogénicos.

Tabla 103 Jerarquización Geomorfológica en la Cuenca del Río Risaralda según Carvajal

GEOMORFOES	PROVINCIA	REGION	UNIDAD	SUBUNIDAD	HECTAREAS	PORCENTAJE	
Cordillera, Orógeno	Cordillera Occidental	Ambiente Antropogénico	Canteras	Flancos de Cantera	2.277,72	1,64%	
				Planos de explanación	484,71	1,09%	
		Ambiente Denudacional	Cerros Residuales	Deslizamientos	2.609,67	3,83%	
				Ladera denudada	20.117,08	1,64%	
			Cuestas	Ladera denudada	38.750,74	12,57%	
				Espinazos	Cornisas Estructurales	38,43	1,09%
			Espinazos	Ladera denudada	15.577,17	62,30%	
				Sierras homoclinales	Cornisas Estructurales	2.038,53	0,55%
		Cornisas Estructurales	23.988,03		10,38%		
			Ambiente Fluvial	Abanico Fluvial	Conos	4.101,61	0,55%
		Terrazas fluviales			Terrazas fluviales	5.217,68	2,19%
		Valle interandino Cauca - Patía	Ambiente Fluvial	Abanico Fluvial	Conos	1.433,57	1,09%
					Llanuras Inundación	Llanuras	8.965,11
		Total general					125.600,03

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

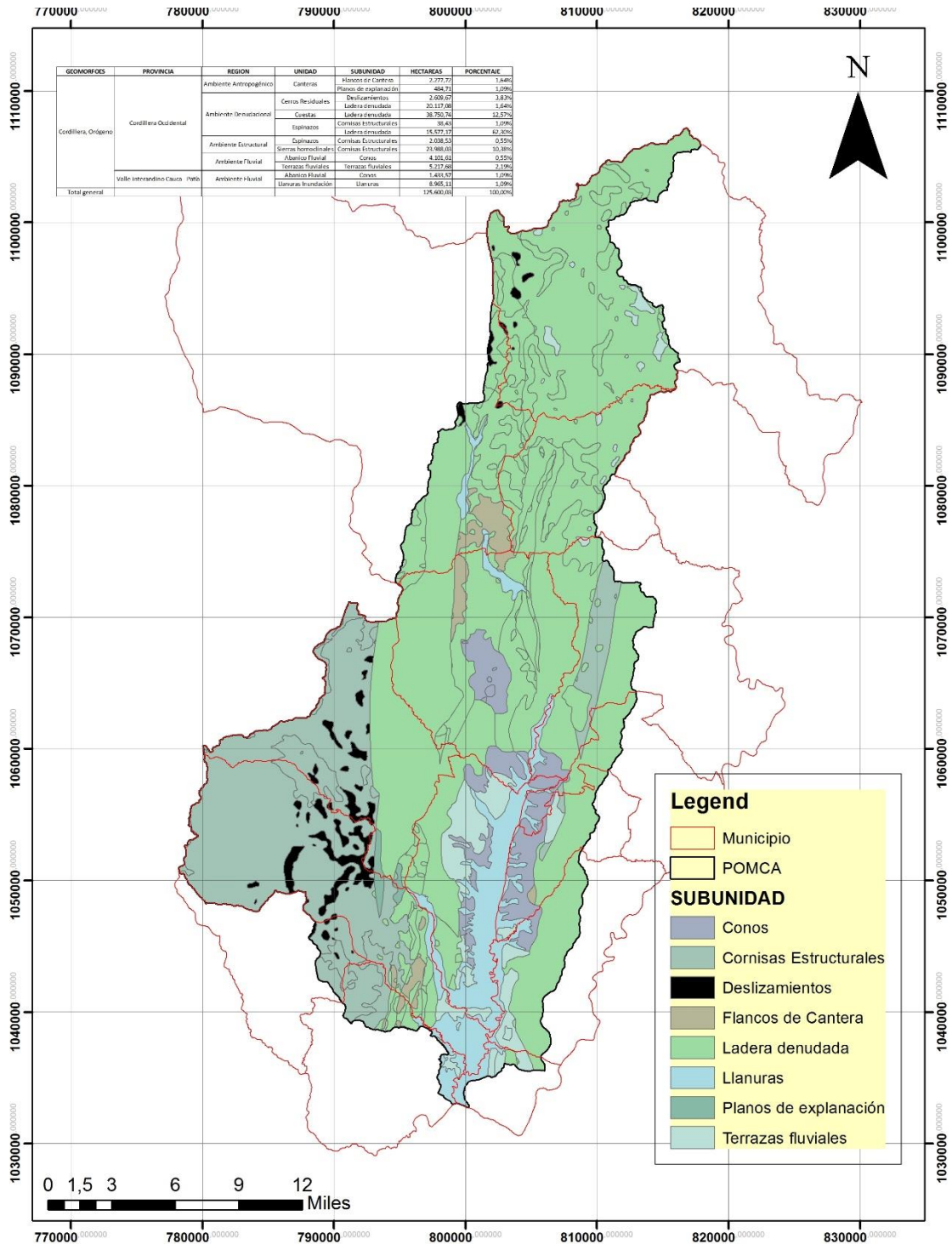


Figura 63 Mapa geomorfológico con criterios morfogenéticos (Carvajal, 2012)

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

Las condiciones determinadas anteriormente permiten establecer que dichas unidades de la cuenca, presentan un dominio de laderas con altas pendientes debido a las condiciones tectónicas de la cuenca, en relación con los procesos geomorfológicos que intervienen en la cuenca, hacia la vertiente oriental, norte y occidental de la cuenca sobre los municipios que presentan afluentes directos sobre la cuenca (Santuario, Apía, Mistrató, Belalcázar, Guática, Riosucio, San José y Risaralda) con un predominio de 76,50% representados en 74444,99 Ha, lo que muestra una cuenca con condiciones morfométricos y de pendientes altas desde unos 4000msnm hacia el sector del valle san Juan hasta una altitud de 900msnm en el sector del municipio de Viterbo. Estas condiciones de valles y de geformas asociadas a depósitos aluviales representan un 5,5% de la cuenca con una extensión areal de 19717,93Ha.

Tabla 104 jerarquización según morfocronología

Unidad Geomorfológica	Morfo génesis	Morfometría	Morfología	Morfocronología	Morfodinámica	Morfoestructura (Litología)	Observaciones
Cerros residuales	Procesos denudacionales producidos por la acción erosiva de agentes exógenos como lluvia y viento contra rocas en donde algunos altos topográficos quedan expuestos por su alta erodabilidad (rocas cristalinas mas resistentes y competentes)	Pendiente con gradiente de 12 a 25% (Fuertemente inclinado)	Elevación aislada de relieve montañoso conformado por laderas empinadas y cimas planas	Cretácico superior	Erosión pluvial, inclinación y orientación de las laderas	Rocas sedimentarias pertenecientes a la Formación Zarzal (arcillolitas y diatomitas). Formación La Paila (areniscas tobáceas y conglomerados polimícticos) y Formación Combia	Presenta un porcentaje de 4,13% en la cuenca; se evidencian inmediatamente en el cambio topográfico del valle hacia el sistema montañoso y hacia la parte norte de la cuenca
Espinazos	1) Esfuerzos tectónicos que dieron origen al levantamiento orogénico de las cordilleras central y occidental 2) Procesos denudacionales producidos por la acción erosiva de agentes exógenos como lluvia y viento contra rocas en donde algunas quedan expuestas por su alta erodabilidad (rocas cristalinas mas resistentes y competentes)	Pendiente con gradiente de 25 a 50% (Ligeramente escarpado)	Conformado por laderas largas, irregulares y superficies onduladas	Mioceno	Erosión pluvial, fallamientos y lineamientos	Rocas igneas volcánicas basicas (basaltos y andesitas) y rocas sedimentarias (lodolitas grises y paquetes de arenas de tamaño de grano fino a medio).	Corresponde a un 63,33% del área total de la cuenca; abarca en gran parte el sistema cordillerano y las unidades de mayor predominio en la cuenca, es decir, la Formación Penderisco y la Formación Barroso observándose hacia el flanco occidental de la cordillera central y el flanco oriental de la cordillera occidental
Abanico fluvial	Aumento en la carga de sedimentos lo cual genera pérdida en el caudal y posterior colapso de material por corte de la resistencia al peso, este colapso se genera en forma de explayamiento produciendo: flujos de corriente, flujos de lodo, flujos de detritos	Pendiente con gradiente de 7 a 12% (Moderadamente inclinado) Extensión promedio: 3 kms	Concavos, cambios en el gradiente desde la parte distal a la proximal	Pleistoceno	Erodabilidad del suelo, potencial erosivo de la lluvia	Sedimentos de viterbo (generalmente sedimentos gruesos en las partes proximales y finos hacia las partes distales)	Presenta un porcentaje de 1,57% del total del área de la cuenca; se encuentra en forma coalescente sobre el valle del Río Risaralda y constituyen los Sedimentos de Viterbo
Llanura de inundación	Procesos fluviales, río con modificaciones en su nivel base por causas tectónicas o climáticas	Pendiente con gradiente de 3 a 7% (Ligeramente inclinado), bajo densidad de drenaje, drenaje rectilíneo	Terrenos bajos y planos, presentan tramos extensos	Pleistoceno a Holoceno	Erosión fluvial, textura del suelo, densidad de drenaje	Depósitos aluviales recientes (inconsolidados) y sedimentos de viterbo	Corresponde a un 1,05% del área total de la cuenca; se encuentran localizadas sobre gran parte del cauce del Río Risaralda y las planicies aluviales de otros afluentes principales como el Río Mapa

Unidad Geomorfológica	Morfogénesis	Morfometría	Morfología	Morfocronología (Época)	Morfodinámica	Morfoestructura (Litología)	Observaciones
Canteras	procesos denudacionales producidos por la acción antropica sobre el terreno, tales como obras de ingeniería como también acciones mineras a cielo abierto localizadas sobre la cuenca	pendientes con gradientes de 50 a 70%, fuertemente inclinadas.	localizadas entre la parte baja y media de la cuenca, laderas entre cortas a largas. Superficies onduladas y planas	Cretacico Superior	erosion antropica ingenieril y minera	localizados sobre unidades cretácicas como lo son la Fm. Penderisco, Fm. Barroso, y Pluton de Mistrato	representan un 2,73% del area total de la cuenca, localizacos hacia la parte baja y media de la cuenca.
Cuestas	procesos denudativos producidos por la acción erosiva de suelo residual principalmente volcanico, por poca resistencia de los materiales.	Pendientes con gradientes de 12 a 25%, fuertemente inclinadas en sistemas de montaña.	Elevación aislada de relieve montañoso conformado por laderas empinadas y cimas planas	Cretacico Superior a paleogeno	Erosión pluvial, inclinación y orientación de las laderas	Rocas volcanicas y rocas plutonicas de la Formacion Barroso como del pluton de Mistrato, altamente meteorizado y con una capa de suelo de espesores de hasta 3m	localizados sobre los municipios del departamento de Caldas y sobre algunos municipios del departamento de Risaralda, sobre los sistemas de montaña. Representadas en 12,57% de la cuenca
Sierras homoclinales	procesos denudativos producidos por la acción erosiva de suelo altamente deformado y meteorizado de la Fm. Penderisco, con la ayuda de agentes externos como la pluviosidad	Pendientes con gradientes de 12 a 25%, fuertemente inclinadas en sistemas de montaña.	sistemas montañosos fuertes y elevados de la cordillera occidental, con alta actividad tectonica y por conguiente deformadas y plegadas	Cretacico superior	Erosión pluvial, inclinación y orientación de las laderas	Sobre la Formacon Penderisco altamente deformada y meteorizada por acciones antropicas y naturales como la pluviosidad	representan un 10,38% de la cuenca, principalmente hacia el sector suroccidental del sistema montañoso presente. Sobre los municipios de Santuario y Apia.
Terrazas fluviales	Procesos fluviales, río con modificaciones en su nivel base por causas tectónicas o climáticas	Pendiente con gradiente de 3 a 7% (Ligeramente inclinado), bajo densidad de drenaje, drenaje rectilíneo	Terrenos bajos y planos, presentan tramos extensos	Pleistoceno a Holoceno	Erosión fluvial, textura del suelo, densidad de drenaje	Depósitos aluviales recientes (inconsolidados) y sedimentos de viterbo	Corresponde a un 2,19% del área total de la cuenca; se encuentran localizadas sobre gran parte del cauce del Río Risaralda y las planicies aluviales de otros afluentes principales como el Río Mapa

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda

4.10 Capacidad de uso de las tierras

La geomorfología cubre una amplia parte del marco físico de formación de los suelos a través del relieve, la morfodinámica de la superficie, el contexto morfoclimático, los materiales alterados y el factor tiempo. Las formas de terreno son el objeto de estudio de la geomorfología y los suelos son el objeto de estudio de la pedología, y las relaciones entre ambos objetos y entre ambas disciplinas son estrechas y mutuas porque geoformas y suelos son los componentes esenciales de la epidermis de la tierra donde hay relaciones dinámicas, uno influenciando el comportamiento del otro, con retroacciones.

El contexto geomorfológico es un marco importante de génesis y evolución de suelos que cubre tres de los cinco factores clásicos de formación de suelos que son: las características del conjunto relieve-drenaje, la naturaleza del material parental, y la edad de la geoforma. Muchos suelos no se forman directamente a partir del substrato de roca dura, sino a partir del material geomorfológico. De esta manera el análisis geomorfológico permite segmentar el marco del paisaje fisiográfico en unidades espaciales que son marcos: para interpretar la formación de suelos junto con los factores de biota, clima y actividad humana; para componer las unidades cartográficas de suelo; y para analizar las variaciones espaciales de las propiedades pedológicas.

Finalmente la aplicación de la metodología permite tener una radiografía de la cartografía de suelos de un área determinada que permite desde su funcionalidad determinar sus capacidades de uso y que son un referente importante en las instancias de planificación territorial.

La identificación de geformas en la cuenca del río Risaralda se muestra en la Figura 64 donde se puede decir que:

El ambiente geomorfológico que predomina en la cuenca del río Risaralda es el Erosional con 87446.4 hectáreas que representan el 69,62% del área total.

El paisaje más predominante es el de Montaña con 107841,07 hectáreas y que corresponden al 85,86% del área total.

El tipo de relieve que más impera en la cuenca del río Risaralda es el de Lomas con 69301,12 hectáreas y que corresponden al 55,18% del área total.

La forma del terreno más predominante es la denominada Laderas con 87087,53 hectáreas y que corresponden al 69,34% del área total. Esta forma del terreno está asociada a los tipos de relieve Filas y vigas y Lomas.

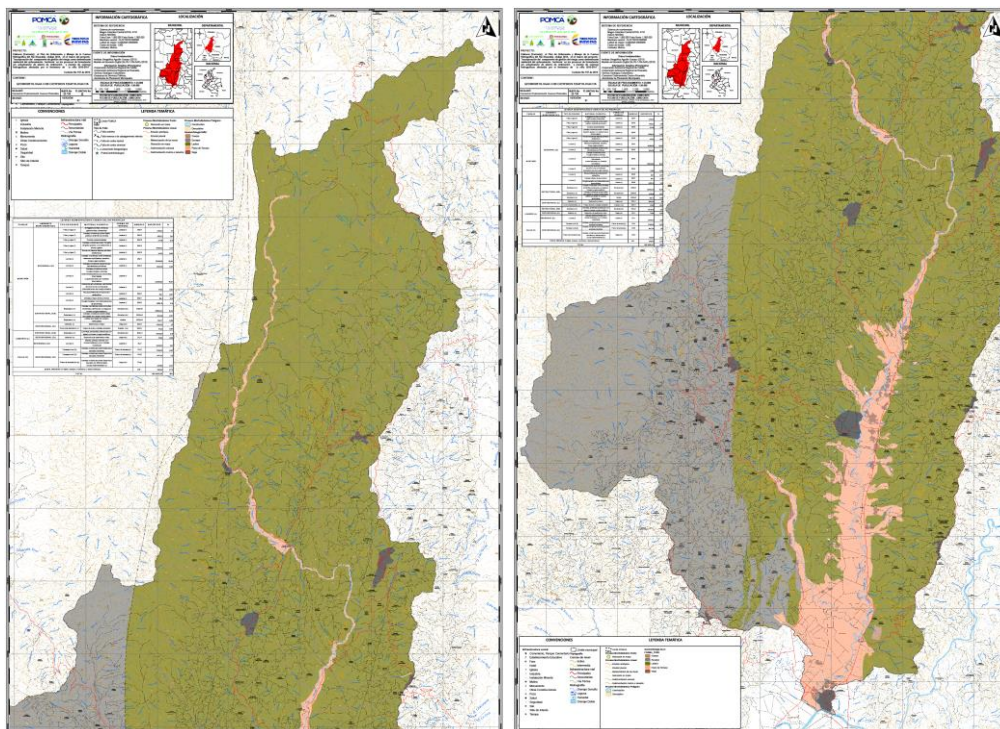


Figura 64. Mapa geomorfológico Cuenca Risaralda.

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017.

4.10.1 Descripción de unidades de capacidad de uso

El proceso por capacidad de uso agrupa unidades de suelos que tienen idénticas limitaciones para su utilización y que responden de manera similar a idénticas prácticas de manejo. Se pretende que la agrupación defina los usos agrícolas, pecuarios y forestales por aptitud minimizando la degradación de las tierras.

Poder reconocer las propiedades de los suelos y su patrón de distribución, ayuda a conocer las limitantes y potencialidades de las tierras con el fin de establecer diversas relaciones en el suelo y con factores de riesgos y amenazas integrados en la geomorfología. Por lo tanto, el suelo es la suma de muchos cuerpos edáficos con características internas dinámicas que determinan, por su posición geomorfológica, las características físicas, químicas y mineralógicas de los materiales que lo componen y su dinámica biológica.

La clasificación de las tierras por su capacidad de uso se fundamenta en los efectos combinados del clima ambiental y las características permanentes de los suelos sobre los riesgos de deterioro, las limitaciones en su uso y en la capacidad de producción y los requerimientos de manejo del suelo. La clasificación tiene como fin estructurar acciones agropecuarias e identificar zonas para protección y conservación, conjugando todos los aspectos que determinan el uso más indicado para cada suelo, las prácticas recomendadas y las principales limitaciones.

El sistema de clasificación establece 3 categorías: clases, subclases y grupos de capacidad, las cuales se categorizan de acuerdo con el nivel de detalle requerido.

La clase agrupa suelos que presentan el mismo grado relativo de riesgos o limitaciones. Las clases agrologicas, son ocho, y se designan con números arábigos de 1 a 8; en estas designaciones, los riesgos de daños al suelo o sus limitaciones en el uso se hacen progresivamente mayores a medida que se sube en la clase. Los suelos de la clase 1 no tienen limitantes mientras que los de la clase 8 presentan limitantes severos.

En términos generales las clases se delimitaron de acuerdo con la actividad en las que puedan ser utilizadas: las clases 1 a 4 se han catalogado como cultivables o arables (agrícolas ya que son capaces de producir cultivos bajo buenas condiciones de manejo), los de las clases 6 y 7 como no arables (son adecuados para plantas nativas o adaptables, pastos), la clase 5 es transicional (cultivos especiales u ornamentales), y los de clase 8 no son adecuadas para las actividades agropecuarias ni forestales con fines comerciales.

La subclase es una categoría que especifica en las clases 2 a la 8, uno o más factores limitantes generales y específicos para la unidades cartográficas de suelos. La subclase agrupa tierras que poseen el mismo número de factores y grados de limitaciones.

Una vez realizados los agrupamientos de los suelos y evaluadas las características físicas y químicas, tomadas de las evaluaciones realizadas en campo y de los resultados dados en laboratorio, se identificaron pos clase de suelos las siguientes subclases con sus respectivas limitantes:

CLASE 3:

Subclase 3s:

Se agruparon 8537,86 hectáreas con limitaciones por humedad donde la variable más destacada, en esta combinación de limitaciones, es la posibilidad de inundaciones y la acidez de los suelos. Suelos de fertilidad alta; profundos y moderadamente profundos a superficiales, bien a mal drenados y de texturas medias a finas; superficiales. Ocasionalmente inundables las zonas no drenadas. Limitados por horizonte endurecido, moderadamente ácidos. Estos suelos conforman las terrazas de nivel 1 y 2 en el valle.

Las unidades de suelos que se encuentran en esta clase son DVt1, DVt2, ELI1, EMI1, EMI3, EMI7, EMI8 en fase b.

Subclase 3ps:

Se agruparon 581,29 hectáreas donde la principal limitante es la pendiente sumada a factores de acidez del suelo y eventualmente presencia de materiales gruesos. Suelos de fertilidad alta; profundos a superficiales, bien drenados y de texturas medias. Ocasionalmente inundables las zonas no drenadas.

Las unidades de suelos que involucra esta clase agrológica son ELI1, EMf4, EMI3, EMI7, EMI8 en fases b y c.

CLASE 4:

Subclase 4ps:

Comprende 18576,9 hectáreas que tienen como mayor limitación la pendiente y que obliga a tener cuidados de conservación en las prácticas agropecuarias que se realicen. Suelos de fertilidad alta; profundos a superficiales, bien drenados a mal drenados y de texturas medias a finas. Ocasionalmente inundables en las zonas no drenadas; limitados por horizonte endurecido, moderadamente ácidos. Las unidades que están inmersas en esta clase son DMc, ELI1, ESMe1, ESMe3, EMf1, EMf2, EMf4, EMf5, EMI1, EMI2, EMI3, EMI4, EMI7, EMI8, ESLe1 en fase d.

CLASE 5

Subclase 5s:

Comprende 501,05 hectáreas que se presentan en las vegas de los ríos en el valle principal y los vallecitos de lomerío. Son zonas planas inundables que deben estar en conservación articuladas al río.

Las unidades que conforman esta subclase son DVp1, DLv1 en fase b.

CLASE 6:

Subclase 6p:

Se agruparon 59692,42 hectáreas por limitación de pendiente básicamente y por deficiencias del suelo. Suelos moderadamente profundos limitados por horizonte endurecido, bien drenados, de texturas medias, moderadamente ácidos.

Las unidades de suelo que hacen parte de esta clase son ELI1, EMf1, EMf2, EMf3, EMf4, EMI1, EMI2, EMI3, EMI4, EMI5, EMI7, EMI8, ESle1, ESMe1, ESMe3 en fase e.

CLASE 7.

Subclase 7p:

Se agruparon 20881,12 hectáreas por limitaciones de pendiente. En este grupo la pendiente es de por sí una limitante natural. Suelos profundos en las laderas y relieves suaves y superficiales en las crestas; texturas medias, fuertemente ácidos a ligeramente ácidos, bien drenados y de fertilidad moderada. En esta subclase se pueden encontrar cultivos de café.

Las unidades de suelo que hacen parte de esta clase agrológica EMf1, EMf2, EMf3, EMf4, EMf5, EMI1, EMI2, EMI3, EMI5, ESle1, ESMe1, ESMe2 en fase f.

Subclase 7c:

En esta subclase se agruparon 10835,52 hectáreas que se encuentran en zona climática pluvial, lo cual hace que estos suelos no engañen posibilidades productivas y que deban dejarse en proceso de conservación.

Las unidades que se identifican para esta subclase son ESLe1, EMI1, EMI4, ESMe1, EMf1 que pueden estar en varias fases de pendiente d, e, f.

CLASE 8:

Subclase 8p:

Se agruparon 3059,41 hectáreas por limitaciones en pendiente. La limitante natural de los suelos de la clase 8 es la pendiente que impide el desarrollo de cualquier actividad productiva. Suelos de fertilidad alta; profundos en los diques, bien drenados y de texturas medias; superficiales, mal drenados y de texturas finas en las cubiertas.

Las unidades de suelos que hacen parte de esta clase agrológica son EMf4, EMI1, EMI2, EMI3, ESLe1, ESMe1 en fase g, y por supuesto toda el área que suman las áreas naturales protegidas reglamentadas y que hacen parte del SINAP.

Subclase 8s:

Se agruparon 1834,24 hectáreas que integran los vallecitos de montaña y que por su ubicación estratégica deben ser conservados para mantener las condiciones naturales de los cauces y de la red hídrica de la cuenca.

La unidad que integra esta subclase es la DMv1 en fase b.

Subclase 8pc :

Se agruparon 141,64 hectáreas que tienen ubicación específica en zonas extremadamente frías pluviales.

Las unidades que hacen parte de esta subclase son ESM1 con fase g.

4.10.2 Mapa de capacidad de uso

A continuación, se muestra, en las Figura 65, el mapa final de capacidad de uso siguiendo los requerimientos de la guía del POMCA.

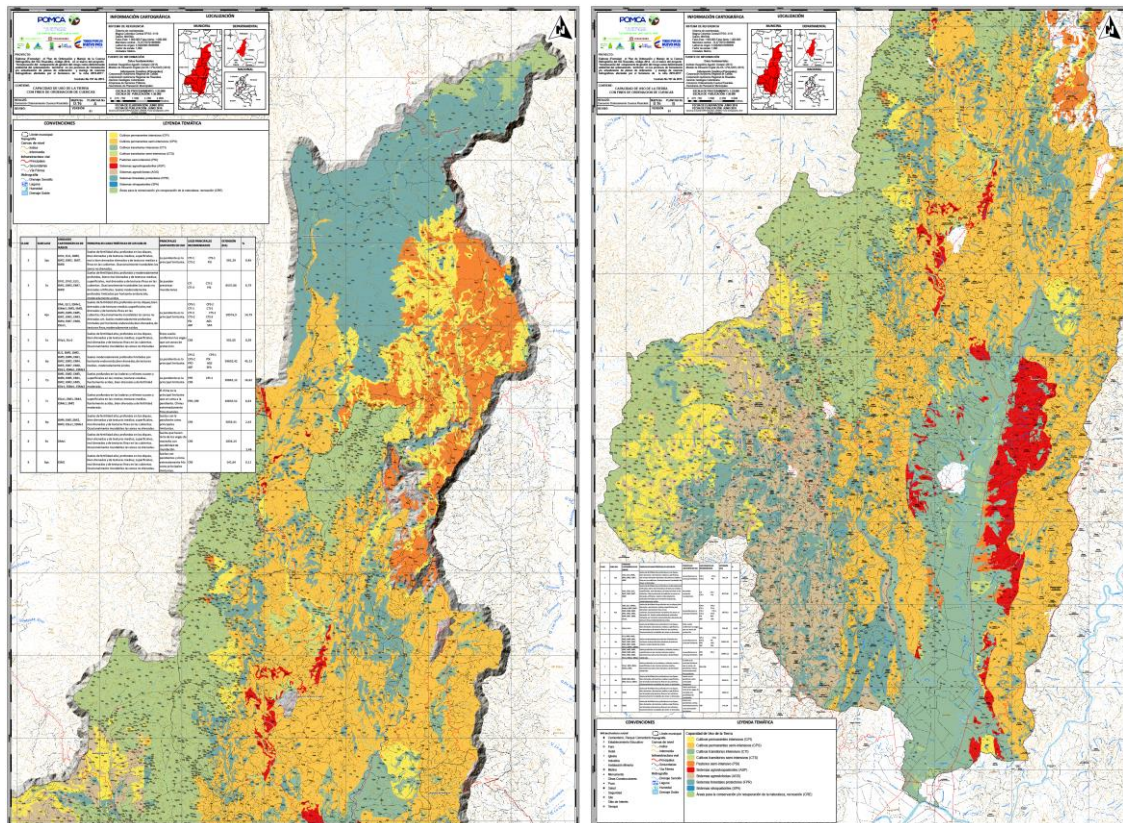


Figura 65 Mapa capacidad de uso.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017.

Como se refleja en la Figura 65 la cuenca del río Risaralda es representativa de las clases agrologicas 4, 6 y 7, siendo la clase 6 la más predominante. Es justo en estas clases en que se concentra la mayor parte de la actividad productiva de la cuenca.

Los usos principales propuestos obedecen a las condiciones especiales de la cuenca y a la capacidad de las tierras para permitir actividades que no estén en contra de su dinámica natural sino por el contrario contribuyan a favorecer su conservación.

Tabla 105 Capacidad de uso.

CLASE	SUBCLASE	USO PRINCIPAL	AREA (Ha)	%
Clase 3	3ps	Cultivos transitorios intensivos (CTI)	452,16	0,36
		Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)	64,58	0,05
		Pastoreo semintensivo (PSI)	64,55	0,05
	3s	Cultivos transitorios intensivos (CTI)	8527,41	6,8
		Pastoreo semintensivo (PSI)	10,45	0,008
Clase 4	4ps	Cultivos transitorios intensivos (CTI)	6493,29	5,2
		Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	1926,11	1,54
		Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)	702,12	0,56
		Pastoreo semintensivo (PSI)	5779,68	4,6
		Sistemas agrosilvícolas (AGS)	456,07	0,36
		Sistemas silvopastoriles (SPA)	433,49	0,34
		Sistemas agrosilvopastoriles (ASP)	2786,14	2,2
Clase 5	5s	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	501,05	0,4
Clase 6	6p	Cultivos permanentes intensivos (CPI)	6515,23	5,2
		Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	41686,07	33,4
		Pastoreo semintensivo (PSI)	86,57	0,06
		Sistema forestal productor (FPD)	987,64	0,79
		Sistemas agrosilvícolas (AGS)	9251,02	7,36
		Sistemas silvopastoriles (SPA)	1165,89	0,93
		Sistemas agrosilvopastoriles (ASP)		
Clase 7	7c	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	309,79	0,25
		Sistema forestal protector (FPR)	10525,73	8,37
	7p	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	4370,67	3,44
		Cultivos permanentes intensivos (CPI)	3764,68	2,99
		Sistema forestal protector (FPR)	12745,79	10,14
Clase 8	8pc	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	141,64	0,03

CLASE	SUBCLASE	USO PRINCIPAL	AREA (Ha)	%
	8s	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	1834,24	1,46
	8p	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	3059,41	3,68
TOTAL			124.641,4	

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017.

4.10.3 Cultivos transitorios intensivos (CTI)

Los cultivos transitorios están propuestos para las partes bajas y algunas medias de la cuenca donde predominan los climas cálido semihúmedo y templado.

En ellos se debe considerar la posibilidad de tener cultivos como el maíz, la caña, el frijol arbustivo, que permiten laboreo intensivo.

Debe tenerse siempre presente que estos cultivos deben adelantarse siguiendo unas prácticas culturales que favorezcan la conservación del suelo. Involucra las clases agrológicas 3s con 8527,41 hectáreas que representan el 6,8% del área total, 3ps con 452,16 hectáreas que representan el 0,36% del área total y 4ps con 6493,29 hectáreas que representan el 5,2% del área total. Por su ubicación climática se clasificaron como CTI 1, 2 y 3.

Los tipos de relieve propuestos para este sistema están asociados a espinazos, lomas, terrazas, filas y vigas y planos de inundación en formas de terreno de escarpes, plano de terraza y laderas.

4.10.4 Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)

Los cultivos transitorios semiintensivos están orientados a establecer prácticas rotacionales que mantengan las condiciones del suelo. Las asociaciones de cultivos son una buena forma de establecer sistemas productivos en las zonas bajas con criterios de conservación, básicamente del suelo.

Los cultivos transitorios semi-intensivos están propuestos para las clases agrológicas 3ps con 64,58 que representan el 0,05% y 4ps con 702,12 hectáreas que corresponden al 0,56% del área total. Por su ubicación climática se clasificaron como CTS 1 y 2.

Cultivos de maíz, frijol arbustivo, piña, caña son apropiados para establecer en estas clases de suelos.

Los tipos de relieve propuestos para este sistema están asociados a lomas y filas y vigas en formas de terreno de laderas.

4.10.5 Cultivos permanentes intensivos (CPI)

Los cultivos permanentes intensivos propuestos están enfocados hacia los frutales, el café, el plátano, la caña panelera en sistemas asociados que procuren coberturas permanentes del suelo y su protección. Se dispone su establecimiento en el clima templado.

Estos usos se proponen para las clases agrológicas 6ps con 6515,23 hectáreas que corresponden al 5,2% del área total y 7p con 3764,68 hectáreas que representan el 2,99% del área total.

En este sistema propuesto de producción tienen cabida los sistemas forestales productores.

Los tipos de relieve propuestos para este sistema están asociados a terrazas, planos de inundación, lomas, espinazos y cono de derrubios en formas de terreno de laderas, vegas, escarpes.

4.10.6 Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)

Los cultivos permanentes semi-intensivos propuestos están enfocados hacia los frutales, el café, el plátano, la caña panelera en sistemas asociados que involucren estrategias de conservación y que procuren coberturas permanentes del suelo y su protección. Se dispone su establecimiento en el clima templado.

Estos usos se proponen para las clases agrológicas 4ps con 1926,11 hectáreas que representan el 1,54% del área total y 6ps con 41686,07 hectáreas que corresponden al 33,4% del área total. Por su ubicación climática se clasifican en CPS 1 y 2.

Los tipos de relieve propuestos para este sistema están asociados a filas y vigas y laderas.

4.10.7 Sistemas agrosilvopastoriles (ASP)

Los sistemas agrosilvopastoriles están orientados como cultivos permanentes que deben incluir prácticas de conservación en su establecimiento, y que aseguran mantener protegido el suelo con una cobertura vegetal asociada. El involucrar el componente arbóreo con el agrícola y el pasto, para ganadería, son una estrategia de conservación del suelo que brinda opciones productivas y económicas.

Finalmente se debe mencionar que las condiciones de la cuenca como zona productora y protectora de agua deben motivar a orientar las acciones productivas a procesos de conservación-producción que aseguren la producción de bienes y servicios ambientales y el sustento de las familias que habitan en la cuenca.

Las clases agrológicas que están involucradas en estos sistemas de usos propuestos son 4ps con 2786,14 hectáreas que corresponden al 2,2% del área total y 6p con 1165,89 hectáreas que corresponden al 0,93% del área total de la cuenca y se contemplan en los climas templado y frío.

Los tipos de relieve propuestos para este sistema están asociados a lomas en formas de terreno de laderas.

4.10.8 Sistemas agrosilvícolas (AGS)

Los sistemas agrosilvícolas están orientados como cultivos permanentes que deben incluir prácticas de conservación en su establecimiento, y que aseguran mantener protegido el suelo con una cobertura vegetal asociada. El involucrar el componente arbóreo en el agrícola son una estrategia de conservación del suelo que brinda opciones productivas y económicas. De esta manera se contribuye a mitigar los impactos del cambio climático.

Las clases agrológicas que están involucradas en estos sistemas de usos propuestos son 4ps con 456,07 hectáreas que representan el 0,36% del área total y 6p con 9251,02 hectáreas que corresponden al 7,36% del área total de la cuenca y se contemplan en los climas templado y frío.

Los tipos de relieve propuestos para este sistema están asociados a formas de terreno de laderas y escarpes.

4.10.9 Pastoreo semintensivo (PSI)

Este sistema está propuesto en zonas templadas y frías donde las posibilidades de hacer ganadería están disponibles, pero se requiere que la ganadería esté asociada a estrategias de conservación como la implementación de barreras vivas, parcelas forrajeras, árboles dispersos, entre otros.

Las clases agrológicas que están involucradas en estos sistemas de usos propuestos son 3ps con 64,55 hectáreas que corresponden al 0,05% del área total, 3s con 10,45 hectáreas que representan el 0,008% del área total, 4ps con 5779,68 hectáreas que corresponden al 4,6% del área total de la cuenca y 6ps con 86,57 hectáreas que corresponden al 0,06% del área total, y se contemplan en los climas templado y frío.

Los tipos de relieve propuestos para este sistema están asociados lomas en formas de terreno de ladera.

4.10.10 Sistema forestal productor (FPD)

Hace referencia a aquellos ecosistemas ya establecidos y que por su ubicación y tenencia pueden permanecer en este territorio.

La clase agrológica inmersa en esta propuesta de uso es la 6p con 987,64 hectáreas que corresponden al 0,79% del área total.

4.10.11 Sistema Forestal Protector (FPR)

Hace referencia a aquellos ecosistemas ya establecidos y que por su ubicación deben permanecer en conservación.

Se asocian a corrientes hídricas y a zonas abruptas. La clase agrológica inmersa en esta propuesta de uso es la 7 con subclase 7c con 10525,73 hectáreas que corresponden al 8,37% del área total y 7p con 12745,79 hectáreas que representan el 10,14% del área de la cuenca.

Los tipos de relieve propuestos para este sistema están asociados a espinazos, filas y vigas, lomas, terrazas, plano de inundación en formas de terreno de escarpes, ladera, plano de terraza y vega.

4.10.12 Áreas para la Conservación de la Naturaleza y la Recreación (CRE)

Todas aquellas áreas ubicadas en las zonas altas o bajas que no admitan ningún tipo de uso agropecuario bien sea por sus condiciones adversas o porque representen un ecosistema importante para la conservación.

En estos usos propuestos están contempladas aquellas áreas que hacen parte del sistema nacional de áreas protegidas y de aquellas áreas que hacen parte de los suelos de protección en el ordenamiento territorial y que determinan que hay sectores o franjas alternas a las corrientes hídricas que deben conservarse sin hacer ningún tipo de sistema productivo.

De igual manera se contemplan en esta clase agrológica las zonas de páramo (extremadamente frío pluvial) que por su importancia, y por ser un ecosistema estratégico de conservación nacional, debe ser conservado.

Los tipos de relieve propuestos para este sistema están asociados a espinazos, lomas, filas y vigas y planos de inundación en formas de terreno de escarpes, vegas y laderas.

En este punto es importante resaltar que las vegas son una forma de terreno asociada a los planos de inundación por lo cual ameritan tener una particular

esencia de conservación para evitar los cambios en el comportamiento hídrico y evitar que se acabe con las franjas ribereñas protectoras debido a la extracción de material de río.

En este tipo de uso propuesto están las clases agrológicas 8s con 1834,24 hectáreas que representan el 1,46% de la cuenca y que corresponden a los vallecitos de montaña, 8p con 3059,41 hectáreas que corresponden al 3,68% del área total de la cuenca y 8pc con 141,64 hectáreas que corresponden al 0,03% del área total.

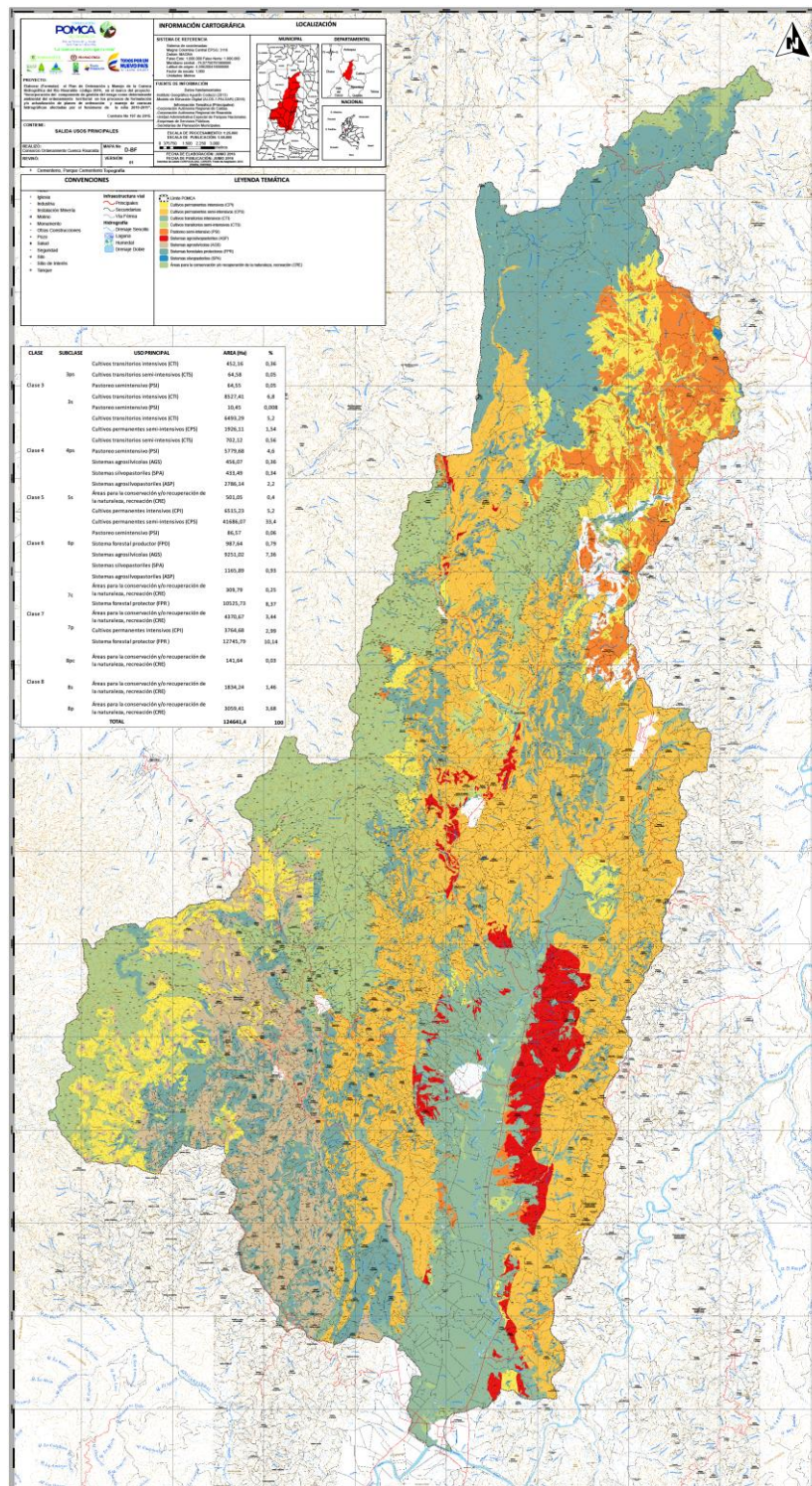


Figura 66 Mapa y leyenda de usos principales propuestos.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017.

4.11 Cobertura y uso de la tierra

El análisis de coberturas se realizó a partir de la evaluación de cambio multitemporal de coberturas, sobre imágenes de satélite del año 2000, 2004 y 2015, aplicando la clasificación Corine Land Cover y verificando las coberturas en campo. Como resultado se obtuvo el mapa de la Figura 67 y la Figura 68

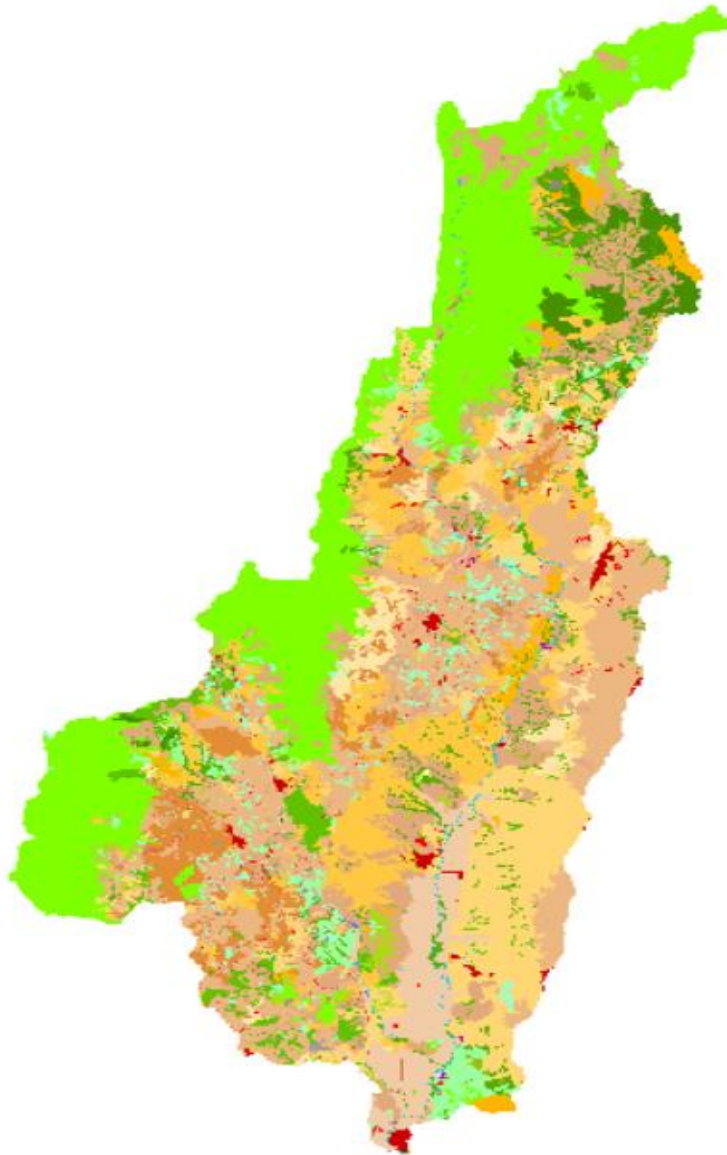


Figura 67 Cobertura de la tierra de la cuenca de Risaralda con simbología y representaciones

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

En la cuenca del río Risaralda las coberturas de bosque (3.1) ocupan el 31,66% del área total de la cuenca, mientras que los territorios destinados a desarrollo agropecuario ocupan el 65,27% del área total de la cuenca.

Tabla 106. Coberturas de la cuenca de Risaralda

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	AREA (Has)	% DEL TOTAL
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	1.1. Zonas urbanizadas	1.1.1. Tejido urbano continuo	767,17	0,61
		1.1.2. Tejido urbano discontinuo	393,23	0,31
	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.1. Zonas industriales o comerciales	23,84	0,02
		1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	711,96	0,57
	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	1.3.1. Zonas de extracción minera	52,67	0,04
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	2.1. Cultivos transitorios	2.1.1. Otros cultivos transitorios	24,58	0,02
		2.1.3. Oleaginosas y leguminosas	6,17	0,00
		2.1.4. Hortalizas	10,19	0,01
		2.1.5. Tubérculos	13,99	0,01
		2.2. Cultivos permanentes	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	5653,63
	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos		19865,44	15,79
	2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos		5,22	0,00
	2.2.4. Cultivos agroforestales		5005,00	3,98
	2.2.5. Cultivos confinados		7,74	0,01
	2.3. Pastos	2.3.1. Pastos limpios	14232,65	11,32
		2.3.2. Pastos arbolados	2964,78	2,36
		2.3.3. Pastos enmalezados	2762,79	2,20
	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.1. Mosaico de cultivos	3084,31	2,45
		2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	14251,32	11,33
		2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	11964,70	9,51
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales		2247,86	1,79	
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	3.1. Bosques	3.1.1. Bosque denso	29597,19	23,53
		3.1.2. Bosque abierto	191,86	0,15
		3.1.3. Bosque fragmentado	3007,48	2,39
		3.1.4. Bosque de galería y ripario	4336,59	3,45
		3.1.5. Plantación forestal	2684,44	2,13
	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.2. Arbustal	1040,32	0,83
		3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	166,06	0,13

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	AREA (Has)	% DEL TOTAL
	3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	3.3.1. Zonas arenosas naturales	1,25	0,00
		3.3.2. Afloramientos rocosos	1,28	0,00
		3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	133,43	0,11
		3.3.4. Zonas quemadas	83,00	0,07
5. SUPERFICIES DE AGUA	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos (50 m)	470,71	0,37
		5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	9,12	0,01
		5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	8,44	0,01
125780,4	100,0			

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

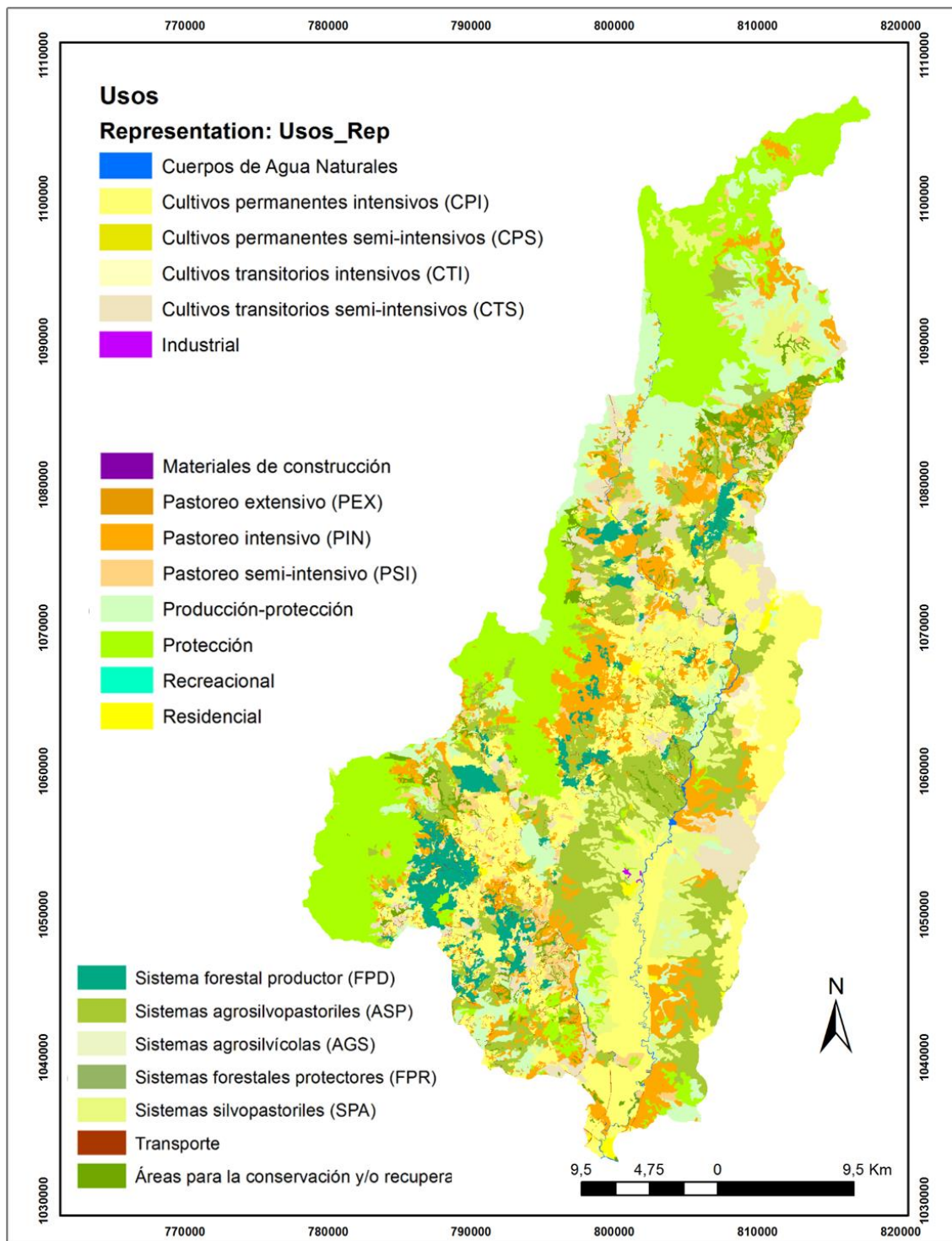


Figura 68 Usos del suelo para la cuenca del río Risaralda

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

Tabla 107. Tabla Resumen Usos de la Tierra en la Cuenca del Río Risaralda

Grupo de Uso	Código	Uso Actual	Has	%
Agricultura	30201	Cultivos transitorios intensivos (CTI)	701,5	0,56
	30202	Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)	6986,0	5,56
	30203	Cultivos permanentes intensivos (CPI)	23572,3	18,77
	30204	Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	49,3	0,04
	30205	Pastoreo intensivo (PIN)	14114,2	11,24
	30206	Pastoreo semi-intensivo (PSI)	3034,0	2,42
	30207	Pastoreo extensivo (PEX)	0,0	0,00
Agroforestal	30209	Sistemas agrosilvopastoriles (ASP)	16680,0	13,28
	30210	Sistemas silvopastoriles (SPA)	9994,7	7,96
	30211	Producción-protección	13317,6	10,60
	30212	Sistema forestal productor (FPD)	5375,0	4,28
Conservación	30213	Sistemas forestales protectores (FPR)	68,7	0,05
	30214	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	3119,2	2,48
	30215	Protección	26557,6	21,14
Asentamiento	30217	Residencial	782,1	0,62
Infraestructura	30218	Industrial	26,5	0,02
	30219	Transporte	726,6	0,58
Minería	30226	Materiales de construcción	1,1	0,00
Cuerpos de Agua Naturales	30230	Cuerpos de Agua Naturales	493,6	0,39
TOTAL			125600,08	100

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

Tabla 108. Coberturas naturales de la tierra para año 2000-2004 y 2015 según metodología Corine Land Cover adaptada a Colombia nivel 3

Cobertura Nivel 3	2000-2004 Área (ha)	%	2015 Área (ha)	%	Diferencia	Cambio
1.1.1. Tejido urbano continuo	476,20	0,38	767,17	0,61	290,97	Aumento
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	7,30	0,01	393,23	0,31	385,93	Aumento
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	0,00	0,00	23,84	0,02	23,84	Sin Datos
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,00	0,00	711,96	0,57	711,96	Sin Datos
1.3.1. Zonas de extracción minera	0,00	0,00	52,67	0,04	52,67	Sin Datos
2.1.1. Otros cultivos Transitorios	0,00	0,00	24,58	0,02	24,58	Sin Datos

Cobertura Nivel 3	2000-2004 Área (ha)	%	2015 Área (ha)	%	Diferencia	Cambio
2.1.3. Oleaginosas y leguminosas	0,00	0,00	6,17	0,00	6,17	Sin Datos
2.1.4. Hortalizas	0,00	0,00	10,19	0,01	10,19	Sin Datos
2.1.5. Tuberculos	0,00	0,00	13,99	0,01	13,99	Sin Datos
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	10794,69	8,59	5653,63	4,50	-5141,05	Pérdida
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	185,45	0,15	19865,44	15,82	19679,99	Aumento
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	0,00	0,00	5,22	0,00	5,22	Sin Datos
2.2.4 Cultivos Agroforestales	0,00	0,00	5005,00	3,98	5005,00	Sin Datos
2.2.5 Cultivos confinados	0,00	0,00	7,74	0,01	7,74	Sin Datos
2.3.1. Pastos limpios	15907,46	12,67	14232,65	11,33	-1674,80	Pérdida
2.3.2. Pastos arbolados	0,00	0,00	2964,38	2,36	2964,38	Sin Datos
2.3.3. Pastos enmalezados	0,00	0,00	2762,79	2,20	2762,79	Sin Datos
2.4.1. Mosaico de cultivos	0,00	0,00	3084,31	2,46	3084,31	Sin Datos
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	10720,03	8,54	14251,32	11,35	3531,29	Aumento
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	20195,50	16,08	11964,70	9,53	-8230,80	Pérdida
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	0,00	0,00	2247,86	1,79	2247,86	Sin Datos
3.1.1. Bosque denso	27994,29	22,29	29597,19	23,56	1602,90	Aumento
3.1.2. Bosque abierto	14548,03	11,58	11,93	0,01	-14536,10	Pérdida
3.1.3. Bosque fragmentado	11270,44	8,97	3007,48	2,39	-8262,96	Pérdida
3.1.4. Bosque de galería y ripario	0,00	0,00	4336,59	3,45	4336,59	Sin Datos
3.1.5. Plantación forestal	3704,09	2,95	2684,44	2,14	-1019,65	Pérdida
3.2.1. Herbazal	646,69	0,51	0,00	0,00	-646,69	Sin Datos
3.2.2. Arbustal	0,00	0,00	1040,32	0,83	1040,32	Sin Datos
3.2.3 Vegetación secundaria o en transición	0,00	0,00	166,06	0,13	166,06	Sin Datos
3.3.1. Zonas arenosas naturales	0,00	0,00	1,25	0,00	1,25	Sin Datos
3.3.2. Afloramientos rocosos	0,00	0,00	1,28	0,00	1,28	Sin Datos
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	8217,95	6,54	133,43	0,11	-8084,52	Pérdida

Cobertura Nivel 3	2000-2004 Área (ha)	%	2015 Área (ha)	%	Diferencia	Cambio
3.3.4. Zonas quemadas	0,00	0,00	83,00	0,07	83,00	Sin Datos
5.1.1. Ríos (50 m)	879,46	0,70	470,71	0,37	-408,75	Pérdida
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	52,50	0,04	9,12	0,01	-43,38	Pérdida
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	0,00	0,00	8,44	0,01	8,44	Sin Datos

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

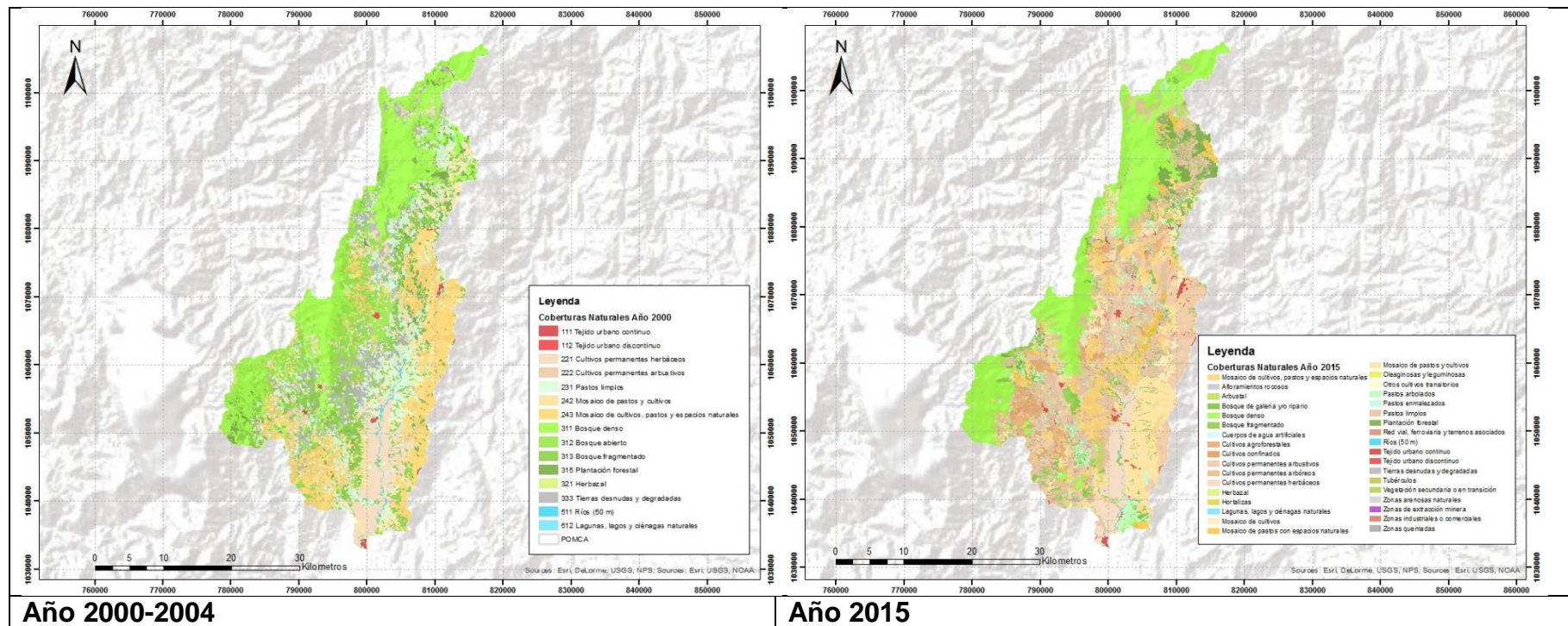


Figura 69. Coberturas naturales año 2000-2004 y 2015 según metodología Corine Land Cover adaptada a Colombia (2010)

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

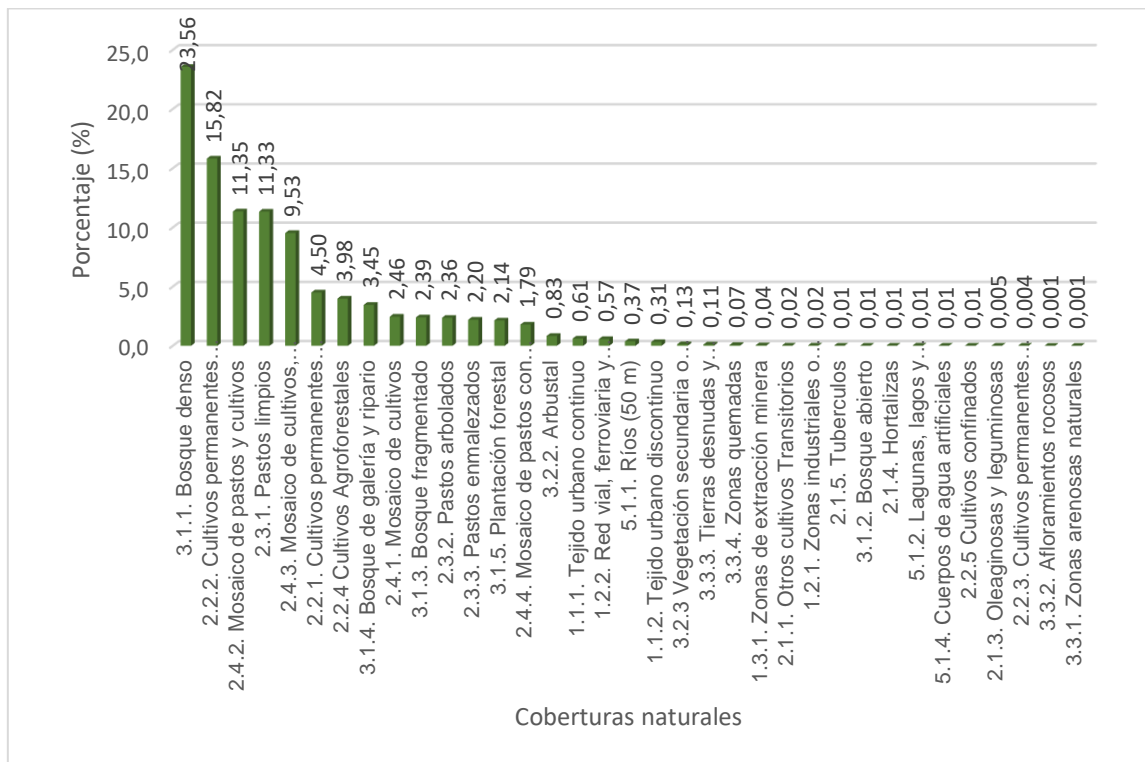


Figura 70. Coberturas clasificadas para el año 2015

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

De acuerdo a los resultados del cálculo del indicador de la Tasa de Cambio de coberturas naturales de la tierra-TCCN, se observa que de las 36 coberturas analizadas, 5 coberturas tuvieron un aumento del área destacando el incremento de las coberturas como el Tejido urbano continuo, Tejido urbano discontinuo, Cultivos permanentes arbustivos, Mosaico de pastos y cultivos y Bosque denso (Ver Figura 70).

Se destaca el incremento significativo del área de cobertura de Cultivos permanentes arbustivos (cultivos de café), seguido de la cobertura de Mosaico de pastos y cultivos, bosque denso y los tejidos urbanos continuos y discontinuos.

Tabla 109. Coberturas naturales que incrementaron el área

Cobertura Nivel 3	2000-2004 Área (ha)	2015 Área (ha)	Diferencia	Cambio
1.1.1. Tejido urbano continuo	476,20	767,17	290,97	Aumento
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	7,30	393,23	385,93	Aumento
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	185,45	19865,44	19679,99	Aumento
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	10720,03	14251,32	3531,29	Aumento
3.1.1. Bosque denso	27994,29	29597,19	1602,90	Aumento

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

Las coberturas que presentaron disminución de área correspondieron a 9 destacando la pérdida de área de Bosque abierto, Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, Bosque fragmentado, Tierras desnudas y degradadas y Cultivos permanentes herbáceos (Figura 71 y Tabla 109).

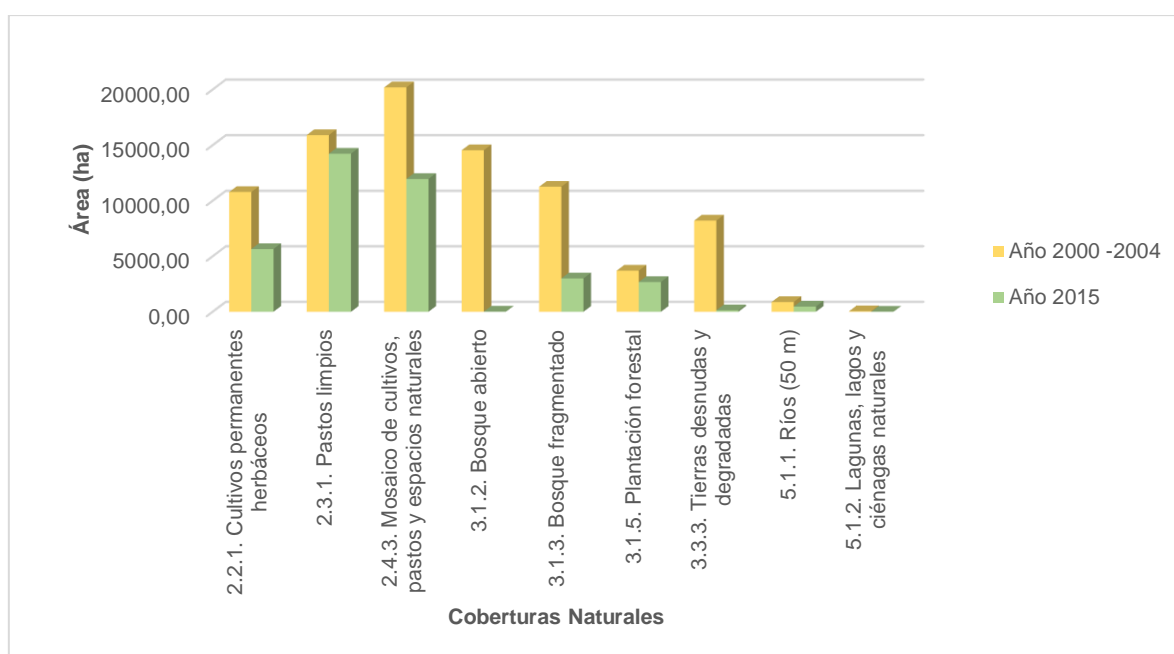


Figura 71. Coberturas naturales que disminuyeron el área

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

Tabla 110. Coberturas naturales que disminuyeron el área

Cobertura Nivel 3	2000-2004 Área (ha)	2015 Área (ha)	Diferencia	Cambio
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	10794,69	5653,63	-5141,05	Pérdida
2.3.1. Pastos limpios	15907,46	14232,65	-1674,80	Pérdida
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	20195,50	11964,70	-8230,80	Pérdida
3.1.2. Bosque abierto	14548,03	11,93	-14536,10	Pérdida

Cobertura Nivel 3	2000-2004 Área (ha)	2015 Área (ha)	Diferencia	Cambio
3.1.3. Bosque fragmentado	11270,44	3007,48	-8262,96	Pérdida
3.1.5. Plantación forestal	3704,09	2684,44	-1019,65	Pérdida
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	8217,95	133,43	-8084,52	Pérdida
5.1.1. Ríos (50 m)	879,46	470,71	-408,75	Pérdida
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	52,50	9,12	-43,38	Pérdida

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

En relación al resultado del indicador de TCCN de las coberturas analizadas, se resalta la tendencia a valores menores al 10%, es decir, categoría baja con el 27.78% (10 coberturas), 5.56% (2 coberturas) en la categoría medianamente alta, 2.78% (2 coberturas) en la categoría Alta y Muy Alta respectivamente y 61.11% (22 coberturas) se clasificó como sin datos, teniendo en cuenta que no se logró calcular la tasa de cambio (Ver Figura 72, Figura 73 y Tabla 111).

De acuerdo al análisis de las áreas se destaca que el 65.79% del área de la cuenca se clasifica en la categoría de Baja, 15.82% Alta, 0.42% medianamente alta, 0.01% Muy Alta y 17.96% sin datos.

Tabla 111. Distribución de número de coberturas naturales y área de acuerdo al indicador de TCCN

Categoría	No Coberturas	%	Área (Ha)	%
Baja	10	27,78	82638,40	65,79
Medianamente Alta	2	5,56	526,66	0,42
Alta	1	2,78	19865,44	15,82
Muy Alta	1	2,78	11,93	0,01
Sin Datos	22	61,11	22557,64	17,96
Total	36	100,00	125600,06	100,00

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

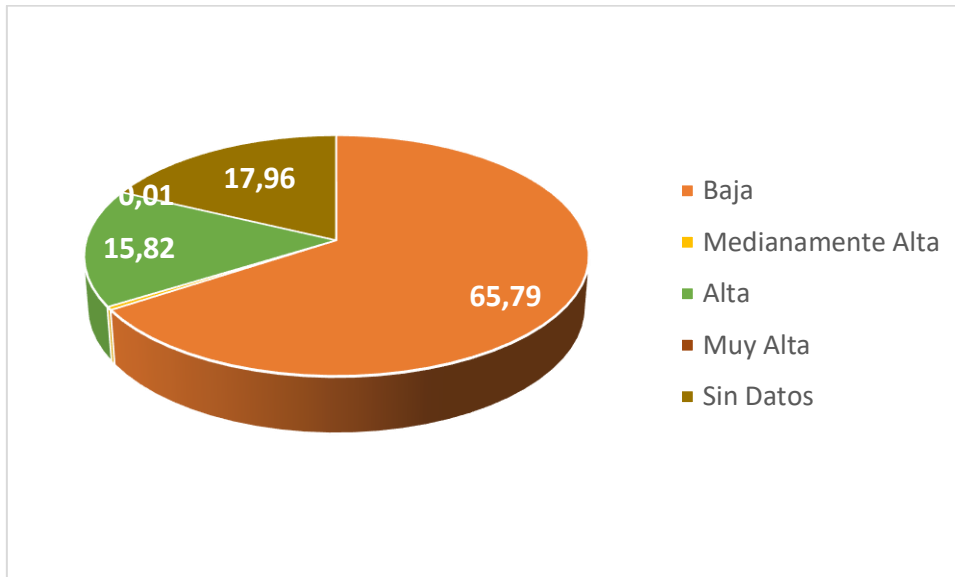


Figura 72. Distribución por área dentro de la cuenca según Categorías de la Tasa de Cambio de coberturas naturales

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

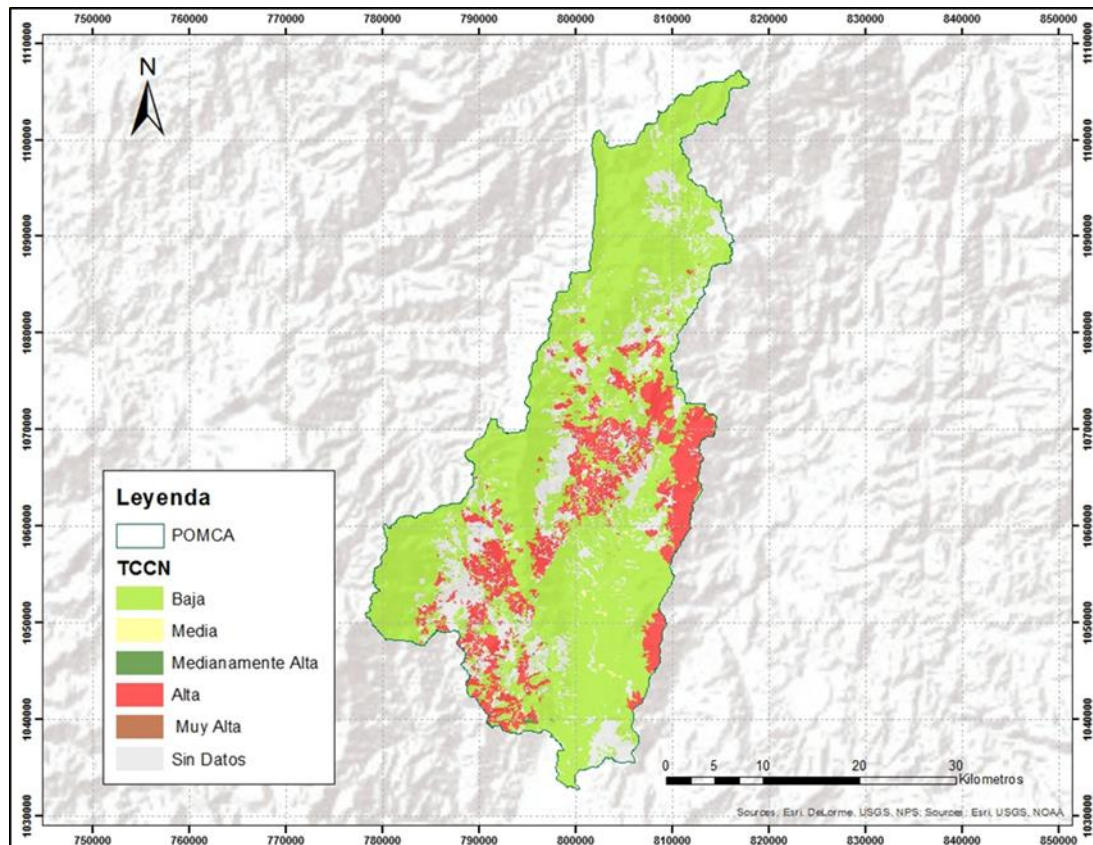


Figura 73. Tasa de cambio de coberturas naturales TCCN en la cuenca del Río Risaralda
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

Se destaca que algunas coberturas presentaron cambios significativos y fueron clasificados con una Tasa de cambio de Coberturas naturales de categoría Muy Alta (mayor a 40%) como la cobertura Bosque Abierto, en la categoría Medianamente Alta (entre 21% a 30%) se presentó la cobertura Tejido urbano discontinuo y tierras desnudas y degradadas, la primera incremento su área significativamente debido a la expansión urbana de los principales centros poblados y la segunda disminuyó su área, probablemente por la recuperación o restauración de áreas de manera natural, en la categoría Alta (entre 30% a 40%) se presentó en la cobertura Cultivo permanentes arbustivos, lo cual se debe al incremento del área de cultivos de Café en la zona de estudio (Ver Tabla 112).

Tabla 112. Resultados de la Tasa de cambio de coberturas naturales (TCCN) en la cuenca del Río Risaralda

Cobertura Nivel 3	2000-2004 Área (ha)	2015 Área (ha)	TCCN	Categoría
1.1.1. Tejido urbano continuo	476,20	767,17	3,18	Baja
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	7,30	393,23	26,58	Medianamente Alta
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	0,00	23,84	SD	Sin Datos
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,00	711,96	SD	Sin Datos

Cobertura Nivel 3	2000-2004 Área (ha)	2015 Área (ha)	TCCN	Categoría
1.3.1. Zonas de extracción minera	0,00	52,67	SD	Sin Datos
2.1.1. Otros cultivos Transitorios	0,00	24,58	SD	Sin Datos
2.1.3. Oleaginosas y leguminosas	0,00	6,17	SD	Sin Datos
2.1.4. Hortalizas	0,00	10,19	SD	Sin Datos
2.1.5. Tubérculos	0,00	13,99	SD	Sin Datos
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	10794,69	5653,63	-4,31	Baja
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	185,45	19865,44	31,16	Alta
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	0,00	5,22	SD	Sin Datos
2.2.4 Cultivos Agroforestales	0,00	5005,00	SD	Sin Datos
2.2.5 Cultivos confinados	0,00	7,74	SD	Sin Datos
2.3.1. Pastos limpios	15907,46	14232,65	-0,74	Baja
2.3.2. Pastos arbolados	0,00	2964,38	SD	Sin Datos
2.3.3. Pastos enmalezados	0,00	2762,79	SD	Sin Datos
2.4.1. Mosaico de cultivos	0,00	3084,31	SD	Sin Datos
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	10720,03	14251,32	1,90	Baja
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	20195,50	11964,70	-3,49	Baja
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	0,00	2247,86	SD	Sin Datos
3.1.1. Bosque denso	27994,29	29597,19	0,37	Baja
3.1.2. Bosque abierto	14548,03	11,93	-47,38	Muy Alta
3.1.3. Bosque fragmentado	11270,44	3007,48	-8,81	Baja
3.1.4. Bosque de galería y ripario	0,00	4336,59	SD	Sin Datos
3.1.5. Plantación forestal	3704,09	2684,44	-2,15	Baja
3.2.1. Herbazal	646,69	0,00	SD	Sin Datos
3.2.2. Arbustal	0,00	1040,32	SD	Sin Datos
3.2.3 Vegetación secundaria o en transición	0,00	166,06	SD	Sin Datos
3.3.1. Zonas arenosas naturales	0,00	1,25	SD	Sin Datos
3.3.2. Afloramientos rocosos	0,00	1,28	SD	Sin Datos
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	8217,95	133,43	-27,47	Medianamente Alta
3.3.4. Zonas quemadas	0,00	83,00	SD	Sin Datos
5.1.1. Ríos (50 m)	879,46	470,71	-4,17	Baja
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	52,50	9,12	-11,67	Baja
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	0,00	8,44	SD	Sin Datos

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

4.11.1 Conclusiones indicador tasa de cambio de coberturas

Para el área del POMCA del río Risaralda se evidencia una baja tasa de cambio de coberturas naturales, las coberturas en general se han mantenido durante el periodo evaluado entre 2000-2004 y 2015, los cambios han sido bajos a pesar que algunas coberturas han presentado cambios importantes como el caso de la cobertura Bosque abierto, que presentó un valor de -47.38 en el indicador de Tasa de cambio, para la cobertura de Cultivos permanentes arbustivos se presentó un incremento significativo lo que resultó con un indicador de 31.16, este incremento se relaciona con el establecimiento de áreas de cultivos de café en el área de la Cuenca, igualmente se destaca, la disminución de la cobertura de Tierras desnudas y degradadas, dando como resultado un indicador de -27.47, esto se debe probablemente a la restauración y recuperación de áreas que se encontraban degradadas para el año 2000-2004, de la misma manera, se identificó que la cobertura Tejido urbano discontinuo su incremento fue significativo con un valor del indicador de 26.58.

Es importante mencionar que para el cálculo del indicador de tasa de cambio de coberturas naturales se presentó una limitante relacionada a coberturas naturales que no se pudieron analizar debido a la falta de información del mapa de cobertura del año 2000-2004, debido a la baja resolución de las imágenes Landsat utilizadas, que no permitió detallar algunas coberturas como los mosaicos de cultivos, pastos arbolados, pastos enmalezados, algunos cultivos permanentes, cultivos transitorios, zonas de extracción minera, bosque de galería o ripario, áreas con vegetación arbustiva.

4.11.2 indicador de vegetación remanente (IVR)

4.11.2.1 Metodología

El Indicador de Vegetación Remanente expresa la cobertura de vegetación natural de un área como porcentaje total de la misma; dicho indicador se estima para cada uno de las coberturas de la zona en estudio. (Márquez, 2002, con modificación).

Este índice se calculó para cada una de los tipos de coberturas naturales identificadas, mediante la aplicación de la siguiente fórmula (Márquez 2000).

$$IVR = \left(\frac{AVR}{At} \right) * 100$$

Donde,

AVR: es el área de vegetación remanente.

At: es el área total de la unidad en hectáreas.

Igual que para el análisis de tasa de cambio de coberturas naturales de la tierra, el cálculo del indicador de vegetación remanente, se realizó con los mapas de coberturas del año 1997 y 2015, es decir, para un periodo de 18 años.

Los resultados el indicador se clasificará de acuerdo a la Tabla 113, donde a mayor valor del indicador se presentará una mayor sostenibilidad y una baja transformación (Anexo A Diagnóstico)

Tabla 113. Categorías de interpretación de calificación del indicador IVR

Categoría	Rango	Calificación
NT: No transformado o escasamente transformado. Sostenibilidad alta	IVR \geq 70%	20
PT: Parcialmente transformado Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar. Sostenibilidad media	IVR \geq igual al 50% y < del 69%	15
MDT: Medianamente transformado. Sostenibilidad media baja	IVR \geq a 30% y < del 49%	10
MT: Muy transformado. Sostenibilidad baja	IVR \geq a 10% y < 30%	5
CT: Completamente transformado.	IVR < 10%	0

4.11.2.2 Resultados

De acuerdo a los resultados del cálculo del Indicador de Vegetación Remanente (IVR), el 19.44% (7 coberturas) se encuentran en la categoría NT: No transformado o escasamente transformado, 8.33% (3 coberturas) en la categoría PT: Parcialmente transformado y 5.56% en la categoría MT: Muy transformado y categoría CT: Completamente transformado.

En relación a las áreas dentro de la cuenca, se evidencia que el 65.12% se encuentran en la categoría NT: No transformado o escasamente transformado, 14.40% en la categoría PT: Parcialmente transformado, 2.4% en la categoría MT: Muy transformado y 0.12% en la categoría CT: Completamente transformado. (Ver Figura 74, Figura 75 y Tabla 114).

Tabla 114. Distribución de número de coberturas naturales y área de acuerdo al indicador de IVR

Categoría	Código	Nro. Coberturas	%	Área (ha)	%
NT: No transformado o escasamente transformado. Sostenibilidad alta	NT	7	19,44	81791,4	65,12
PT: Parcialmente transformado Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar. Sostenibilidad media	PT	3	8,33	18089,0	14,40
MT: Muy transformado. Sostenibilidad baja	MT	2	5,56	3016,6	2,40

CT: Completamente transformado.	CT	2	5,56	145,4	0,12
Sin Datos	Sin datos	22	61,11	22557,6	17,96
Total		36	100	125600,1	100

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

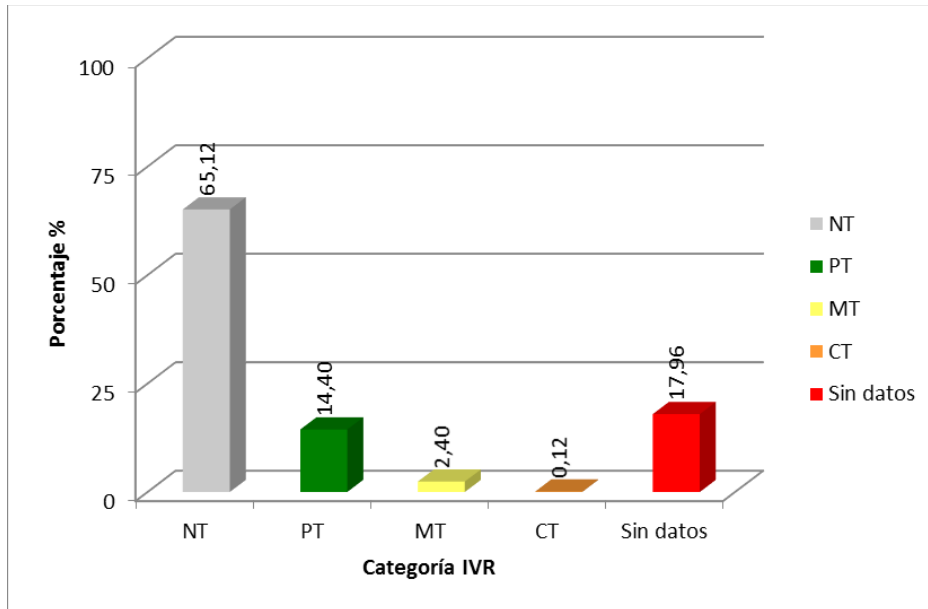


Figura 74. Distribución por área dentro de la cuenca según Categorías del Indicador de Vegetación remanente.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

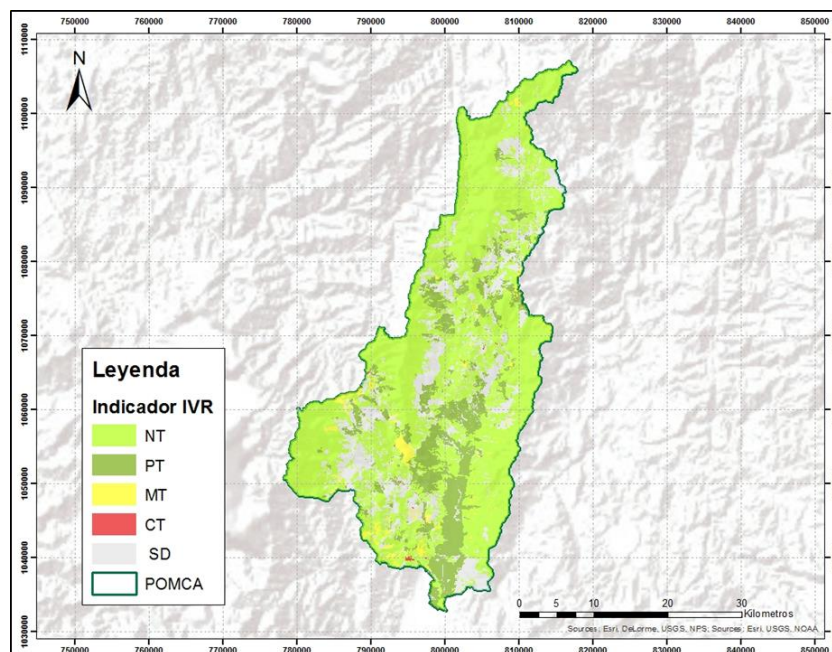


Figura 75. Indicador de Vegetación Remanente (IVR) en la cuenca de Río Risaralda

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

Teniendo en cuenta las coberturas naturales que obtuvieron el menor valor del indicador de vegetación remanente, es decir, que se encuentran totalmente transformados durante el periodo analizado, se destaca las coberturas como Bosque abierto (0.1 IVR) y Tierras desnudas y degradadas (1.6 IVR). Así mismo, coberturas como Lagunas, lagos y ciénagas naturales (17.4 IVR) y Bosque fragmentado (26.7 IVR) se encuentran en la categoría de Muy Transformados, es decir, tienen una baja sostenibilidad. Las coberturas que se encuentran parcialmente transformados y al menos el 70% de su cobertura original se encuentra conservada corresponden a Cultivos permanentes herbáceos (52.4 IVR), Ríos (50 m) (53.5 IVR) y Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (59.2 IVR).

Para las áreas definidas como bosques y áreas seminaturales se destaca los resultados de la cobertura de Bosque denso (93.0 IVR) y Herbazal (91.1 IVR) que a pesar se encuentran en la categoría de No Transformado, estas coberturas presentaron mayor pérdida de áreas, 1175.6 ha y 994.0 ha respectivamente, sin embargo, todavía cuentan con áreas que garantizan su sostenibilidad.

Tabla 115. Resultados del índice de vegetación remanente (IVR) según coberturas naturales en la cuenca del Río Risaralda

Cobertura Nivel 3	2000-2004 Área (ha)	2015 Área (ha)	Diferencia	IVR	Categoría
1.1.1. Tejido urbano continuo	476,20	767,17	290,97	161,1	NT
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	7,30	393,23	385,93	5387,7	NT
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	0,00	23,84	23,84	SD	SD
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,00	711,96	711,96	SD	SD
1.3.1. Zonas de extracción minera	0,00	52,67	52,67	SD	SD
2.1.1. Otros cultivos Transitorios	0,00	24,58	24,58	SD	SD
2.1.3. Oleaginosas y leguminosas	0,00	6,17	6,17	SD	SD
2.1.4. Hortalizas	0,00	10,19	10,19	SD	SD
2.1.5. Tubérculos	0,00	13,99	13,99	SD	SD
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	10794,69	5653,63	-5141,05	52,4	PT
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	185,45	19865,44	19679,99	10712,1	NT
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	0,00	5,22	5,22	SD	SD
2.2.4 Cultivos Agroforestales	0,00	5005,00	5005,00	SD	SD
2.2.5 Cultivos confinados	0,00	7,74	7,74	SD	SD

Cobertura Nivel 3	2000-2004 Área (ha)	2015 Área (ha)	Diferencia	IVR	Categoría
2.3.1. Pastos limpios	15907,46	14232,65	-1674,80	89,5	NT
2.3.2. Pastos arbolados	0,00	2964,38	2964,38	SD	SD
2.3.3. Pastos enmalezados	0,00	2762,79	2762,79	SD	SD
2.4.1. Mosaico de cultivos	0,00	3084,31	3084,31	SD	SD
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	10720,03	14251,32	3531,29	132,9	NT
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	20195,50	11964,70	-8230,80	59,2	PT
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	0,00	2247,86	2247,86	SD	SD
3.1.1. Bosque denso	27994,29	29597,19	1602,90	105,7	NT
3.1.2. Bosque abierto	14548,03	11,93	-14536,10	0,1	CT
3.1.3. Bosque fragmentado	11270,44	3007,48	-8262,96	26,7	MT
3.1.4. Bosque de galería y ripario	0,00	4336,59	4336,59	SD	SD
3.1.5. Plantación forestal	3704,09	2684,44	-1019,65	72,5	NT
3.2.1. Herbazal	646,69	0,00	-646,69	SD	SD
3.2.2. Arbustal	0,00	1040,32	1040,32	SD	SD
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	0,00	166,06	166,06	SD	SD
3.3.1. Zonas arenosas naturales	0,00	1,25	1,25	SD	SD
3.3.2. Afloramientos rocosos	0,00	1,28	1,28	SD	SD
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	8217,95	133,43	-8084,52	1,6	CT
3.3.4. Zonas quemadas	0,00	83,00	83,00	SD	SD
5.1.1. Ríos (50 m)	879,46	470,71	-408,75	53,5	PT
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	52,50	9,12	-43,38	17,4	MT
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	0,00	8,44	8,44	SD	SD

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

4.11.2.3 Conclusiones

Los resultados del indicador de vegetación remante-IVR, indican que el 65.12% del área del POMCA se encuentra No transformado o escasamente transformado, este resultado, se relaciona directamente con el indicador de Tasa de Cambio.

Se destaca que algunas coberturas han presentado cambios significativos durante el periodo estudiado y que se encuentran en un proceso de degradación y que en los próximos años podrían desaparecer, como el caso del Bosque Abierto, Bosque Fragmentado, Ríos (50 m) y Lagunas, lagos y ciénagas naturales.

Por otro lado, algunas coberturas han incrementado sus áreas lo que garantiza su sostenibilidad como el caso de los Cultivos permanentes arbustivos, Mosaico de pastos y cultivos y el Bosque Denso, este último incremento un área de 1602.9 ha.

4.11.3 índice de fragmentación - IF

4.11.3.1 Metodología

La fragmentación se entiende como la división de un hábitat originalmente continuo en relictos remanentes inmersos en una matriz transformada (Sanders et al., 1991).

Con el fin, de conocer el índice de fragmentación se aplicó la metodología de Steenmans y Pinborg (2000), el cual establece una relación entre paisaje y biodiversidad basándose en los usos del suelo y examinando el grado de conectividad tanto de los espacios naturales como de los seminaturales. Sin duda, la mayor virtud de este índice es que emplea información georreferenciada, por lo que puede ser aplicado a distintas escalas de trabajo y los resultados estar referidos a un espacio de extensión variable. Estas dos circunstancias son las que hacen que se pueda hablar de sensibilidad a factores de escala en el índice de fragmentación.

A partir del Índice de Fragmentación (IF) de (Steenmans & Pinborg, 2000) representado en la Figura 76, se estima el grado de conectividad entre los espacios sensibles presentes en una zona acotada que se ajustará a una superficie de análisis que en adelante será denominado celda de cálculo, esta celda no debe ser confundida con el píxel o la celdilla correspondiente con la resolución espacial de la capa de usos del suelo en el sistema raster. El tamaño de la celda de cálculo dependerá de la extensión y forma del espacio geográfico objeto de estudio y de la escala de trabajo apropiada para el estudio de ecosistemas.

La fórmula del índice de fragmentación (IF) es la siguiente:

$$IF = \frac{psc}{(ps/cs*16)} * (ps/16)$$

Siendo **psc** las celdillas sensibles conectadas, **ps** las celdillas sensibles; y, **cs** los complejos sensibles.

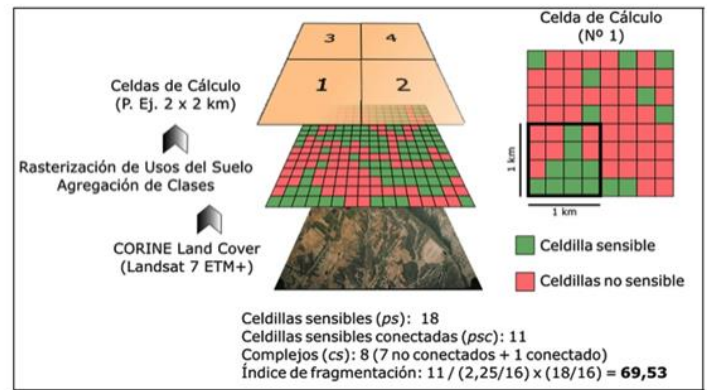


Figura 76. Representación de la metodología del índice de Steenmans & Pinborg, 2000.
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

Los resultados del índice de fragmentación (IF) se interpretan teniendo en cuenta una escala ordinal y de intervalos que clasifica los valores en cinco categorías:

Tabla 116. Categorías de interpretación de calificación del índice de Fragmentación – IF

Categoría	Rango	Calificación
Mínima	< 0,01	20
Media	0,01-0,1	15
Moderada	0,1-1	10
Fuerte	1-10	5
Extrema	10-100	0

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

Para el cálculo del índice de fragmentación se realizó el siguiente procedimiento:

- Se reclasifico el mapa de coberturas del año 2015 según Corine Land Cover en dos clases: Sensible: áreas naturales o seminaturales y áreas húmedas; No sensible: Territorios artifiados, Territorios Agrícolas y superficies de agua.
- Se generó el shape con la reclasificación de las áreas sensibles y no sensibles.
- Se montó una grilla con las celdas de cálculo, para este caso se tomó una distancias de 5 x 5 km. La numeración de las celdas se realizó de sur a norte y de oeste a este, en total se obtuvieron 72 celdas de cálculo sobre el área del POMCA del río Risaralda (Ver Figura 77).

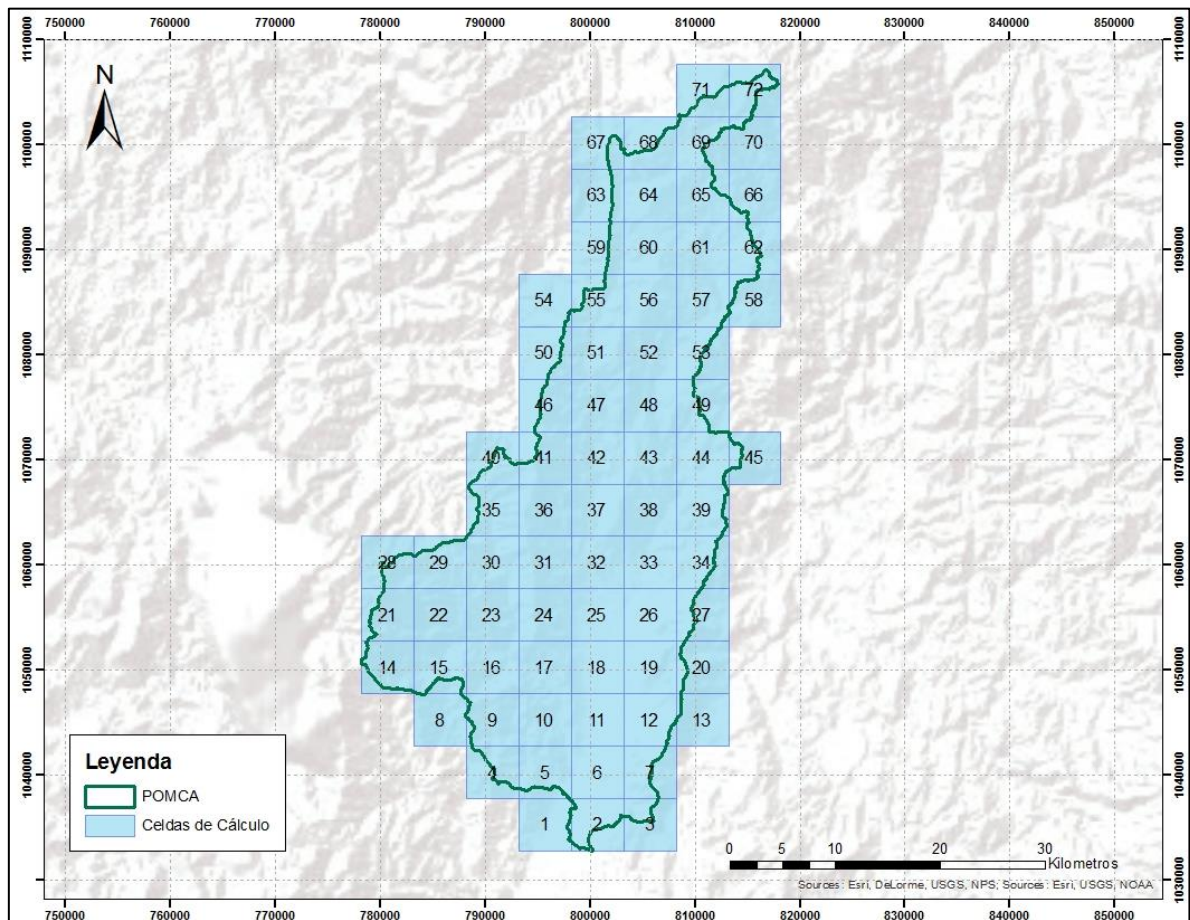


Figura 77. Celdas de cálculo en el área del POMCA del río Risaralda
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

d) Se rasterizó el shape de áreas sensibles y no sensibles con una celdilla de longitud de 250 metros (Ver Figura 78).

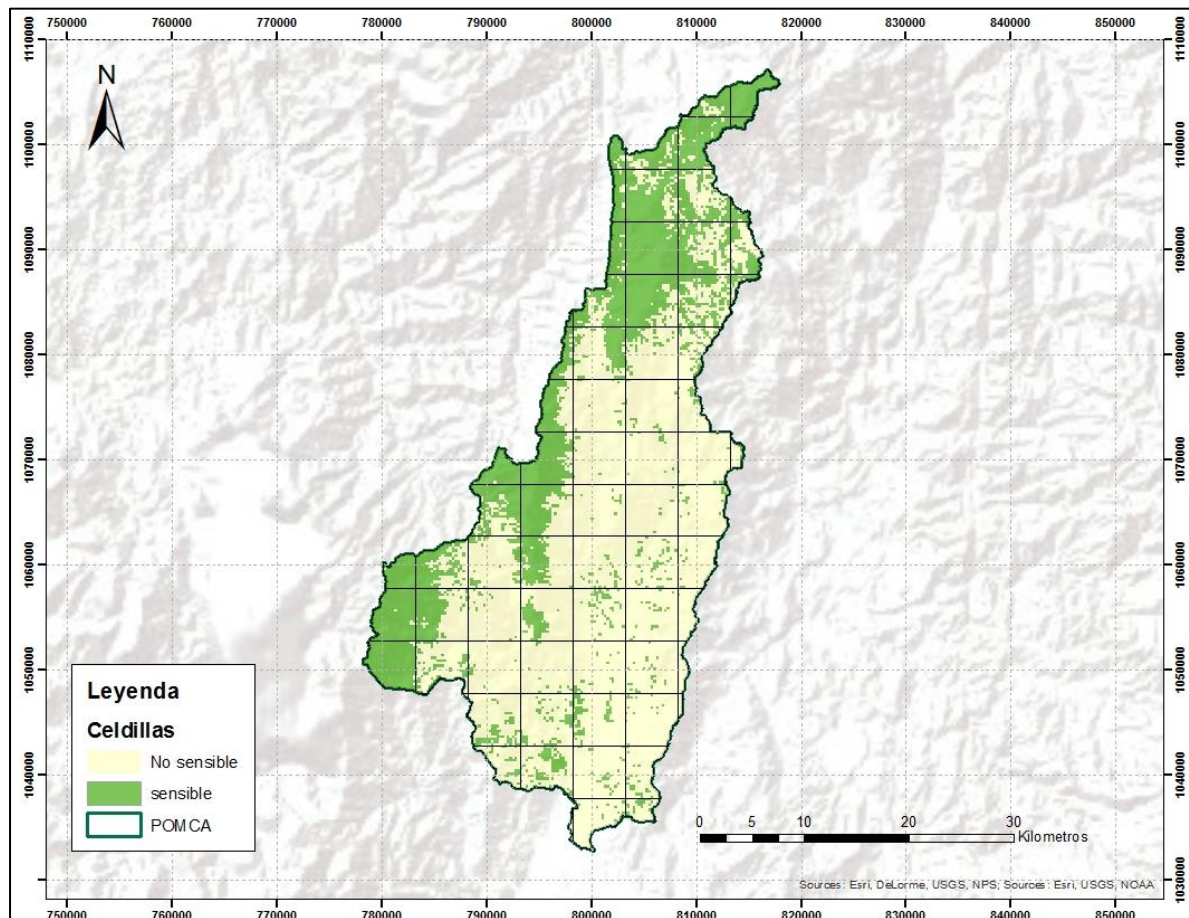


Figura 78. Rasterización de áreas sensibles y no sensibles con celdillas de 250 metros
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

e) Se procedió aplicar la fórmula del índice de Steenmans & Pinborg en cada celda de cálculo. Se estableció que las celdas de cálculo que su ocupación sea igual o menor al 10% del área de la celda, se considera Sin Datos (SD), ya que estos valores podrían alterar el resultado final. Así mismo, se utilizó un factor de corrección relacionada al área ocupada dentro de la celda de cálculo, es decir, si el área ocupa toda la celda de cálculo el factor de corrección es de valor 1, si ocupa el 50% será de 0,5.

f) De acuerdo a los resultados se generó un shape con las categorías definidas en el índice de fragmentación por cada celda de cálculo.

4.11.3.2 Resultados

De acuerdo a los resultados del cálculo del índice de Fragmentación, se evidencio que en algunas celdas de cálculo no se obtuvo resultado del índice debido que no se encontraron celdillas sensibles o en algunos casos ninguna celdilla estaba conectada, por lo cual se calificó en estos casos como Sin Datos

– SD, así mismo, se consideró Sin Datos las áreas ocupadas con igual o menor al 10% de la celda de cálculo, debido a que estos resultados podrían alterar el Índice de Fragmentación- IF para el área del POMCA.

Se destaca que los resultados indican que el 54.51% del área tiene un índice de fragmentación extrema, 19.27% fragmentación moderada, 18.82% fragmentación fuerte, 6.58% fragmentación media y 0.67% fragmentación mínima, el área Sin Datos correspondió a 0.82% (Ver Tabla 117 y Figura 79).

Para el área total del POMCA del río Risaralda, el promedio del índice de fragmentación fue de **56.69**, es decir se clasifica como fragmentación extrema, lo que indica el proceso de pérdida de las coberturas de bosques y áreas seminaturales dentro del área de la cuenca por efecto del cambio de uso a territorios agrícolas principalmente.

Tabla 117. Categoría de índice de fragmentación en el área del POMCA río Risaralda

Categoría	Área (Ha)	%
Media	8262,50	6,58
Moderada	24187,50	19,27
Fuerte	23631,25	18,82
Extrema	68431,25	54,51
SD	1025,00	0,82
Total general	125537,50	100,00

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

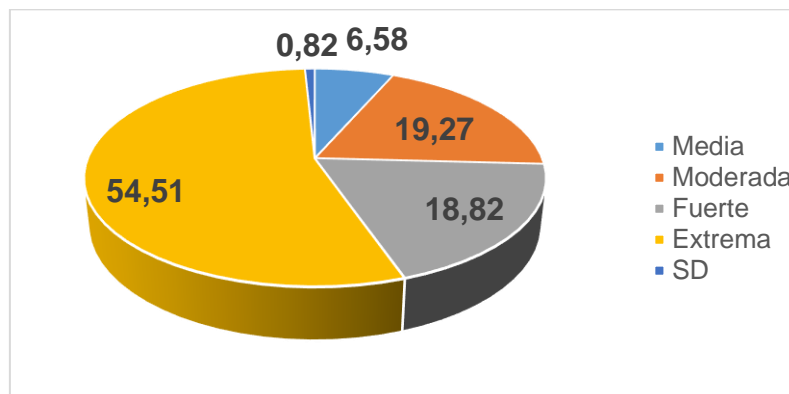


Figura 79. Distribución porcentual índice de Fragmentación en el área del POMCA Río Risaralda

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

En la Figura 80, se observa que las celdas de cálculo numeradas como 1, 8, 13, 20, 54, 66 y 70, se clasificaron Sin Datos, teniendo en cuenta que el área ocupada dentro de la celda de cálculo fue inferior al 10% de área de la celda, por

lo cual el valor que se obtiene en estas áreas puede alterar el análisis de fragmentación.

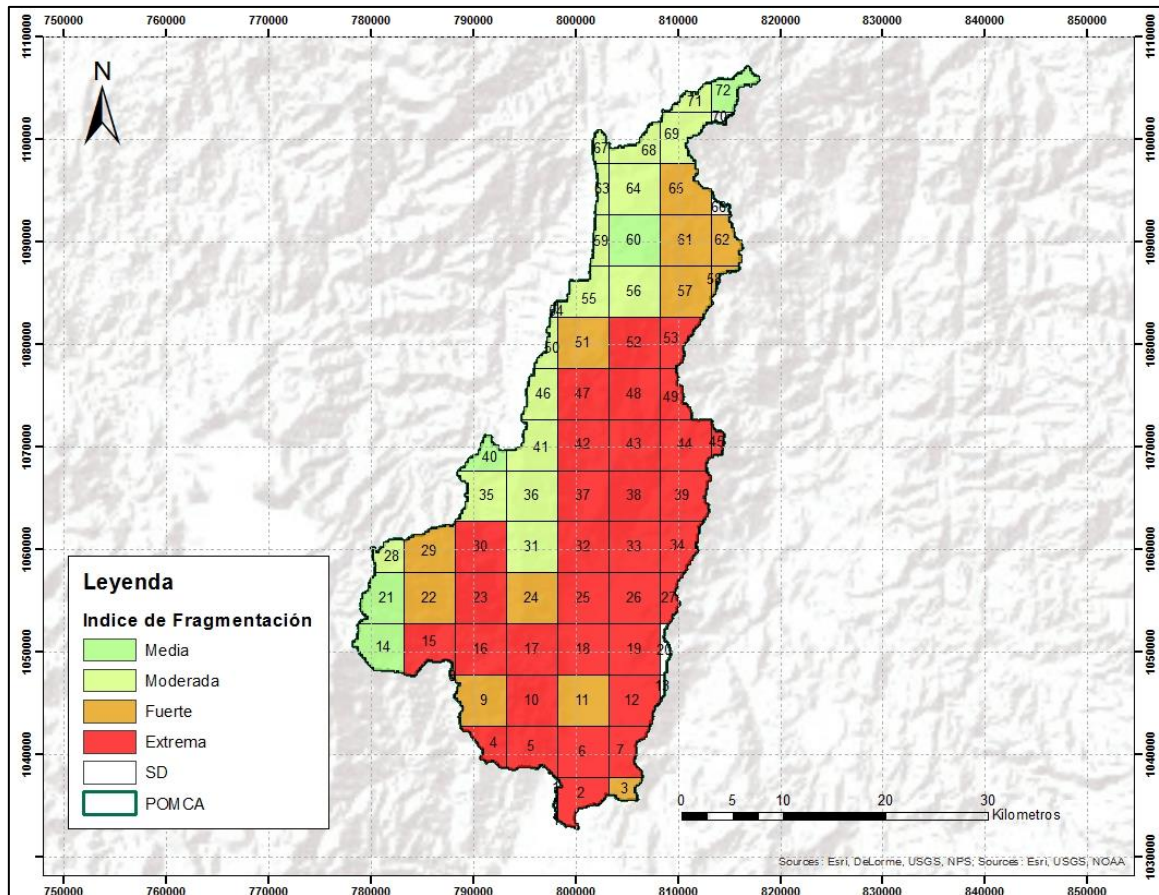


Figura 80. Resultados del índice de fragmentación – IF en el área del POMCA río Risaralda

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

4.11.3.3 Conclusiones Índice de Fragmentación

Los resultados del índice de fragmentación – IF indican que el 73.33% del área del POMCA tiene una fragmentación extrema y fuerte, lo que demuestra los procesos de transformación que ha presentado la coberturas de bosques y áreas seminaturales en el área de la cuenca, principalmente para el establecimiento de coberturas de territorios agrícolas. Se destaca que en los municipios de Anserma, Guática, Belén de Umbría, Viterbo, San José, Santuario, Balboa, Belalcazar y Virginia el proceso de fragmentación es muy extremo, lo que se refleja en la desaparición de áreas boscosas en estos municipios.

En relación con las áreas de subcuencas se destaca la fragmentación extrema de Q. Cauya, Q. Lazáro, Q. Tachigui, Q. El Oro, Q. Tamaspia, Q. Chagui, Q. El

Aguila (Q. El Guamo), Q. La Betulia, Zona Baja (Viterbo), Zona Baja (Santuario), Zona Baja (Balboa), Q. El Cairo y R. Totui.

En general para el total del área del POMCA del río Risaralda en promedio el índice de fragmentación – IF fue de 56.69, lo que indica una fragmentación extrema, que permite entender el grado de intervención antrópica que ha sufrido las áreas boscosas y seminaturales, debido principalmente al aumento de la frontera agropecuaria y la expansión urbana, lo que ha generado una pérdida en la biodiversidad y la alteración de los flujos ecosistémicos de las diferentes especies de fauna y flora presentes en el área, lo que representa una gran amenaza para estas especies en el área de estudio.

4.11.4 Indicador de presión demográfica – IPD

Mide la tasa de densidad de la población por unidad de análisis, el cual indica la presión sobre la oferta ambiental en la medida en que, a mayor densidad mayor demanda ambiental, mayor presión, mayor amenaza a la sostenibilidad (Márquez, 2000). El tamaño de la población denota la intensidad del consumo y el volumen de las demandas que se hacen sobre los recursos naturales.

Este indicador se basa en la predicción de que a mayor densidad poblacional mayor presión y mayor amenaza a la sostenibilidad tal y como lo plantea Márquez (2000),

$$IPD = d * r$$

Donde,

d = Densidad poblacional

r = Tasa de crecimiento (intercensal)

Para la aplicación del indicador el autor calculó la tasa de crecimiento a partir de la siguiente expresión del crecimiento poblacional:

$$N2 = N1 \cdot e^{rt}$$

Dónde: N1 = Población censo inicial

N2 = Población censo final

e = Base de los logaritmos naturales (2.71829)

r = Tasa de crecimiento

t = Tiempo transcurrido entre los censos

Los resultados del indicador se interpretan según la Tabla 118.

Tabla 118. Categorías de interpretación de calificación del indicador presión demográfica – IPD

Categoría	Descriptor
IPD <1	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta.
IPD >1 <10	Población y amenazas crecientes pero normales, presión de la población y sostenibilidad media.
IPD >10 <100	Crecimiento acelerado de la población; presión de la población alta
IPD > 100	Crecimiento excesivo, grave amenaza a la sostenibilidad.

4.11.4.1 Metodología

Para el cálculo del indicador se revisó la información de la población del censo 2005 fuente de DANE para los municipios que se encuentran dentro del área del POMCA, así mismo, se proyectó la población para el año 2015. Con la información poblacional se calculó la densidad y la tasa de crecimiento por municipio (Ver Tabla 119).

Tabla 119. Población año 2005 y 2015, densidad y tasa de crecimiento por municipio

MUNICIPIO	Año 2005	Año 2015	Área dentro de la cuenca (km ²)	DENSIDAD (Hab/km ²)	tasa Crecimiento
ANSERMA	26131	26282	83,38	315,2	0,06
APÍA	17505	18982	149,17	127,3	0,81
BALBOA	2108	2117	27,00	78,4	0,05
BELALCÁZAR	6754	6256	56,55	110,6	-0,76
BELÉN DE UMBRÍA	27727	27718	180,60	153,5	-0,003
GUÁTICA	13618	13291	83,33	159,5	-0,24
LA CELIA	818	792	14,12	56,1	-0,32
LA VIRGINIA	24243	24867	9,88	2516,6	0,25
MISTRATÓ	5768	6128	88,97	68,9	0,61
RIOSUCIO	19074	21315	192,41	110,8	1,12

MUNICIPIO	Año 2005	Año 2015	Área dentro de la cuenca (km ²)	DENSIDAD (Hab/km ²)	tasa Crecimiento
RISARALDA	4503	4410	23,12	190,8	-0,21
SAN JOSÉ	5234	5186	44,46	116,6	-0,09
SANTUARIO	15422	15721	190,12	82,7	0,19
VITERBO	13159	12469	112,89	110,5	-0,54

Fuente: Dane. Censo general 2005, MGN y cartografía del proyecto

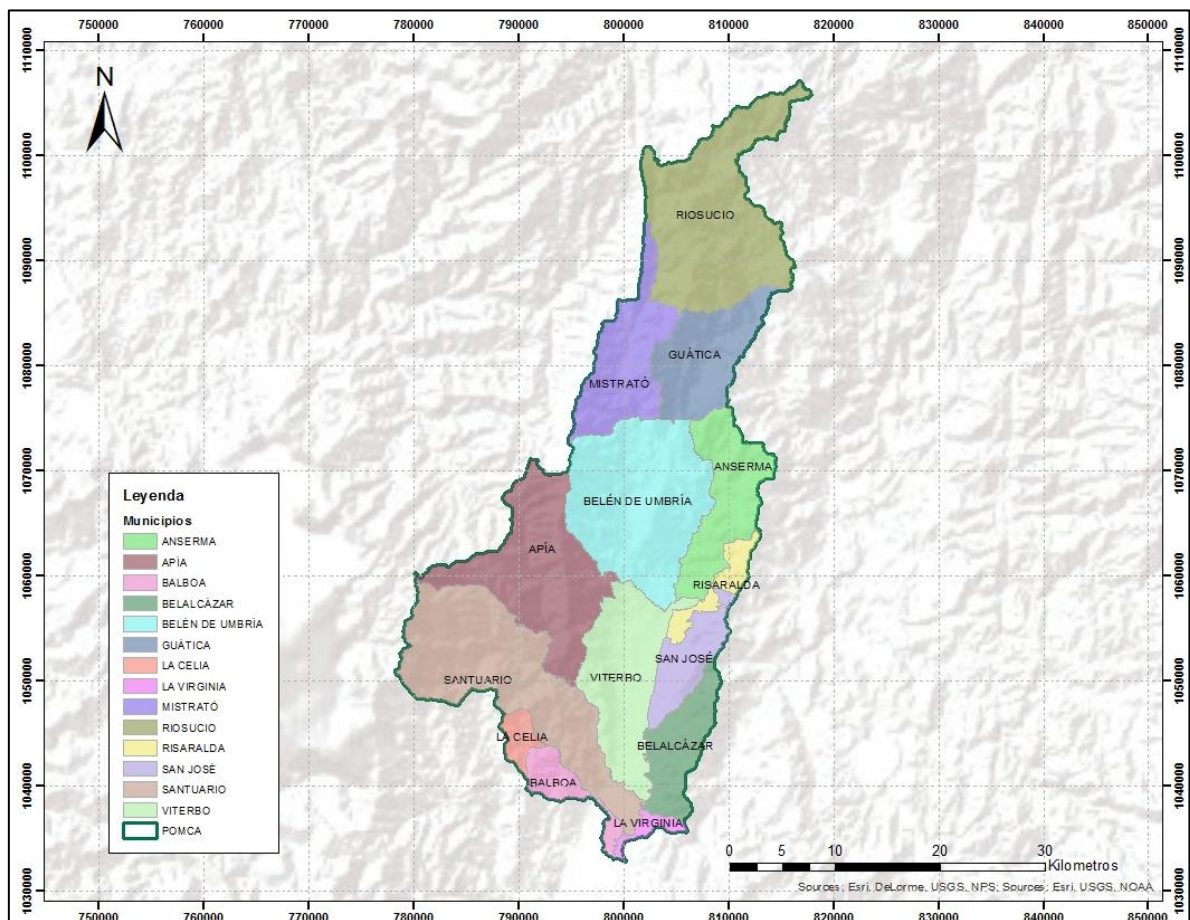


Figura 81. Municipios identificados en el POMCA Río Risaralda

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

Con la información de densidad poblacional y tasa de crecimiento por municipio, se procedió al cálculo del indicador de presión demográfica – IPD por municipio, luego se relacionó este resultado con las coberturas naturales identificadas y se promedió un valor para cada cobertura natural.

4.11.4.2 Resultados

Teniendo en cuenta que la unidad seleccionada para el análisis del indicador de presión demográfica fueron los municipios presentes en el área del POMCA del Río Risaralda, se evidencia que los resultados indican que el 41.01% del área de la cuenca se encuentra en la categoría $IPD < 1$, es decir, la presión de la población es baja y se presenta una sostenibilidad alta, estos resultados se deben principalmente a la baja tasa de crecimiento de la población durante el periodo estudiado censo 2005 y año 2015, seguido del 28.86% del área de la cuenca que se encuentra en la categoría de $IPD > 10$, relacionada a un crecimiento acelerado de la población; presión de la población alta, el 27.98% en la categoría $IPD > 100$ relacionada a un crecimiento excesivo y grave amenaza de sostenibilidad de los recursos naturales y un 2.15% en la categoría $IPD > 1 < 10$ correspondiente a población y amenazas crecientes pero normales, presión de la población y sostenibilidad media (Ver Tabla 120 y Tabla 121).

Tabla 120. Distribución del área de la cuenca según el resultado del indicador Presión Demográfica por Municipio

Categoría	Área (Ha)	%
IPD <1	51507,00	41,01
IPD>1<10	2699,77	2,15
IPD>10	36247,34	28,86
IPD> 100	35145,93	27,98
Total general	125600,05	100,00

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

Tabla 121. Resultado del indicador Presión Demográfica según Municipio

MUNICIPIO	Año 2005	Año 2015	DENSIDAD (Hab/km ²)	tasa Crecimiento	IPD	CATEGORIA
ANSERMA	26131	26282	315,2	0,06	18,06	IPD>10
APÍA	17505	18982	127,3	0,81	103,50	IPD> 100
BALBOA	2108	2117	78,4	0,05	3,54	IPD>1<10
BELALCÁZAR	6754	6256	110,6	-0,76	-84,38	IPD <1
BELÉN DE UMBRÍA	27727	27718	153,5	-0,003	-0,50	IPD <1
GUÁTICA	13618	13291	159,5	-0,24	-38,71	IPD <1
LA CELIA	818	792	56,1	-0,32	-18,14	IPD <1
LA VIRGINIA	24243	24867	2516,6	0,25	640,95	IPD> 100

MUNICIPIO	Año 2005	Año 2015	DENSIDAD (Hab/km2)	tasa Crecimiento	IPD	CATEGORIA
MISTRATÓ	5768	6128	68,9	0,61	41,87	IPD>10
RIOSUCIO	19074	21315	110,8	1,12	123,75	IPD> 100
RISARALDA	4503	4410	190,8	-0,21	-39,85	IPD <1
SAN JOSÉ	5234	5186	116,6	-0,09	-10,76	IPD <1
SANTUARIO	15422	15721	82,7	0,19	15,89	IPD>10
VITERBO	13159	12469	110,5	-0,54	-59,33	IPD <1

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

Se destaca que los municipios que presentan un indicador de presión demográfica Mayor a 100 es decir un crecimiento excesivo son Riosucio, Apía y Virginia, destacando este último municipio con un valor de 640.95, esto se debe principalmente a su alta densidad poblacional, los municipios que presentaron un valor entre 10 a 100 correspondieron a Anserma, Mistrató y Santuario, que indica un crecimiento acelerado de la población, especialmente con el municipio de Mistrató, el municipio de Balboa presento un valor en la categoría entre 1 a 10, lo que significa una presión y sostenibilidad media y los municipios que se encuentran con valores menores a 1 correspondieron a Belén de Umbría, San José, La Celia, Guática, Risaralda, Viterbo y Belalcázar, lo que significa que son áreas que expulsa la población y la presión de la población es baja, lo que garantiza una sostenibilidad en los recursos naturales (Figura 72).

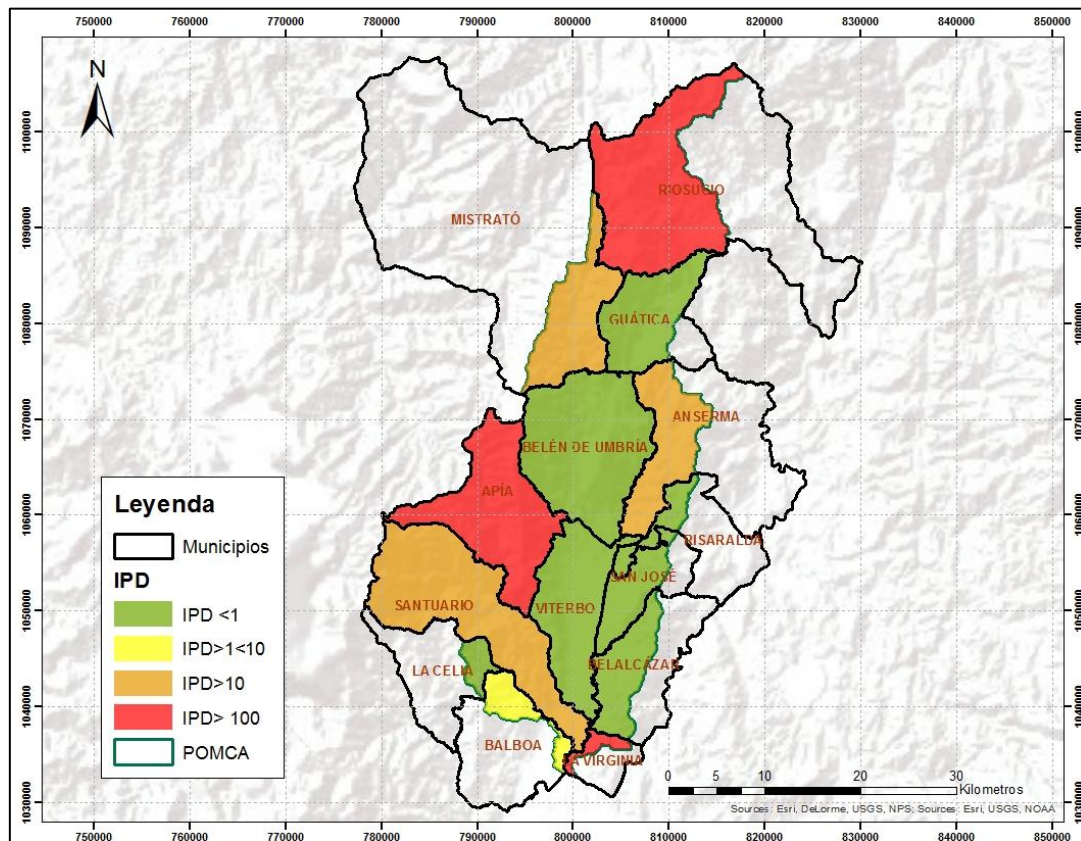


Figura 82. Resultados del Indicador de presión demográfica de acuerdo a la unidad de gestión (Municipio) en el área de la cuenca del Río Risaralda.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

Se realizó el cruce de información poblacional entre los resultados por municipio y las coberturas naturales identificadas para el año 2015, por lo tanto, en vista que una cobertura presentó varios resultados del indicador de presión demográfica dependiendo de su localización en cada municipio, se procedió a promediar estos valores, para obtener un solo dato para cada cobertura natural identificada.

Se destaca que el análisis del IPD por coberturas naturales indica que el 79.34% del área del POMCA, se encuentra en la categoría $IPD > 10 < 100$, es decir con una presión alta de la población, 20.48% en la categoría $IPD > 1 < 10$, con una presión y sostenibilidad media, 0.15% en la categoría $IPD > 100$, con un crecimiento excesivo de la población y 0.03% en la categoría $IPD < 1$, se destaca que esta última categoría tiene un área mínima, debido a que estos resultados son el promedio por cada Cobertura Natural identificada, por lo que los resultados tienden a dar valor mayores a 10 (Ver Tabla 122).

Tabla 122. Distribución del área de la cuenca según el resultado del indicador Presión Demográfica por Coberturas Naturales

Categoría	IPD	%
IPD <1	33,22	0,03
IPD >1 <10	25726,53	20,48
IPD >10 <100	99650,42	79,34
IPD > 100	189,89	0,15
Total general	125600,06	100,00

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

De acuerdo a los resultados de este análisis, se destaca que los valores que presentaron mayor valor en las coberturas de bosques y seminaturales fue la cobertura de Vegetación secundaria o en transición (**106.42**), es decir en la categoría de IPD mayor a 100 con un Crecimiento excesivo de la población y grave amenaza a la sostenibilidad, el Bosque Denso (**89.55**), Arbustal (**75.53**), Plantación Forestal (**62.85**), Bosque fragmentado (**49.71**) y Bosque de galería y ripario (**49.71**) presentaron valores del IPD entre 10 a 100, es decir con un crecimiento acelerado de la población y una presión de la población alta, por lo tanto, se considera que estas coberturas son las más afectadas por las actividades humanas (Ver Tabla 123).

Tabla 123. Resultado del indicador Presión Demográfica según Coberturas Naturales

Cobertura nivel 3	IPD	Área (ha)
3.2.3 Vegetación secundaria o en transición	106,42	166,06
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	103,34	23,84
3.1.1. Bosque denso	89,55	29597,19
1.3.1. Zonas de extracción minera	88,45	52,67
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	75,53	711,96
3.2.2. Arbustal	75,53	1040,32
2.3.2. Pastos arbolados	66,22	2964,38
3.1.5. Plantación forestal	62,85	2684,44
5.1.1. Ríos (50 m)	62,82	470,71
2.3.1. Pastos limpios	60,02	14232,65
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	56,01	2247,86
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	51,70	5653,63
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	49,71	393,23
3.1.3. Bosque fragmentado	49,71	3007,48
3.1.4. Bosque de galería y ripario	49,71	4336,59
1.1.1. Tejido urbano continuo	49,19	767,17

Cobertura nivel 3	IPD	Área (ha)
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	44,01	14251,32
3.3.1. Zonas arenosas naturales	41,87	1,25
3.1.2. Bosque abierto	40,98	11,93
3.3.4. Zonas quemadas	40,97	83,00
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	39,63	5,22
2.1.1. Otros cultivos Transitorios	32,21	24,58
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	21,16	133,43
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	18,99	11964,70
2.2.4 Cultivos Agroforestales	17,32	5005,00
3.3.2. Afloramientos rocosos	15,89	1,28
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	11,67	8,44
2.3.3. Pastos enmalezados	9,60	2762,79
2.1.5. Tuberculos	7,70	13,99
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	4,23	19865,44
2.4.1. Mosaico de cultivos	3,37	3084,31
2.1.3. Oleaginosas y leguminosas	-0,50	6,17
2.2.5 Cultivos confinados	-1,13	7,74
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	-37,73	9,12
2.1.4. Hortalizas	-38,71	10,19

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

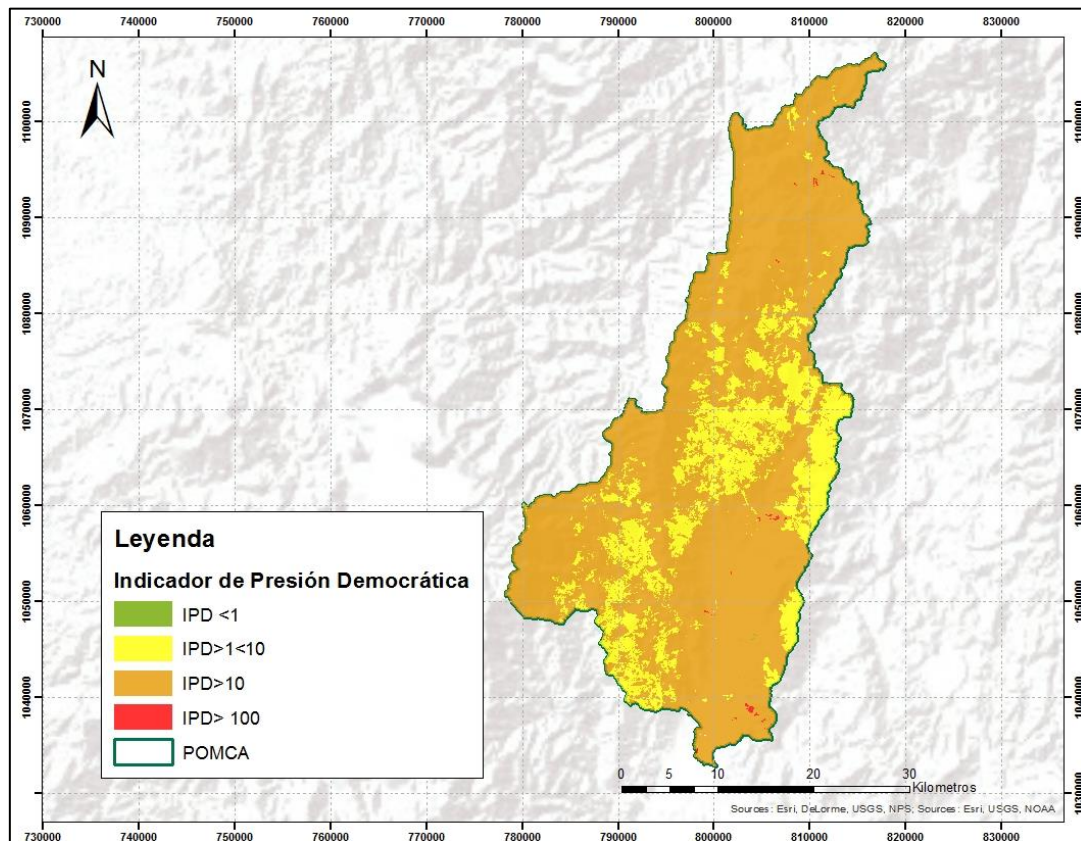


Figura 83. Resultados del Indicador de presión demográfica de acuerdo a la unidad de gestión (Coberturas) en el área de la cuenca del Río Risaralda.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

4.11.4.3 Conclusiones

De acuerdo a los resultados del Indicador de Presión Demográfica – IPD por municipio se destaca que el 41.01% del área de estudio presenta una baja presión poblacional, por lo que su sostenibilidad es alta, estos resultados se deben principalmente a la baja tasa de crecimiento de la población, se destaca que en los municipios que se encuentran en esta categoría la tasa de crecimiento es negativa, es decir, que existen procesos de migración de la población, lo que disminuye aún más la presión sobre las coberturas naturales y recursos naturales en estas áreas, permitiendo su restauración y conservación.

Sin embargo, el 58.99% del área del POMCA, presenta procesos de crecimiento poblacional, destacando los municipios como La Virginia, Riosucio y Apía, con un crecimiento excesivo que genera una alta presión sobre los recursos naturales que amenaza su sostenibilidad, se destaca que los municipios de Riosucio y Apía se encuentran en las zonas donde hay mayor área de coberturas boscosas en la Cuenca, igualmente, en los municipios de Santuario y Mistrató tienen un crecimiento acelerado poblacional y se encuentran áreas de bosques importantes, lo que genera una alta presión sobre estos recursos. Por lo anterior, es importante plantear medidas para la protección y conservación de las

Coberturas Boscosas en estos 4 municipios con el fin de prevenir y mitigar los impactos sobre estos recursos naturales.

Teniendo en cuenta los resultados del Indicador de Presión Demográfica – IPD por coberturas naturales el área en un 79.34%, se encuentra con una presión Alta por el crecimiento poblacional, sin embargo, es importante destacar que los valores obtenidos son promedios de acuerdo a la relación entre el Indicador de Presión Demográfica por municipio y las coberturas naturales identificadas para el año 2015.

4.11.4.3 índice de ambiente crítico – IAC

Combina los indicadores de vegetación remanente (IVR) y grado de ocupación poblacional del territorio (D), (este último, descrito en el componente socio-económico) de donde resulta un índice de estado-presión que señala a la vez grado de transformación y presión poblacional. Para calificar las áreas se adopta la matriz utilizada por Márquez (2000) con modificación.

La calificación del índice de ambiente crítico se relaciona en la Tabla 124.

Tabla 124. Matriz para calcular el índice de ambiente crítico – IAC

Indicador de Vegetación Remanente	Rango de densidad de población -IPD			
	< 1	>1<10	>10<100	>100
Categorías				
NT	I	I	II	II
PT	I	I	II	II
MDT	II	II	III	III
MT	III	III	IV	IV
CT	III	III	IV	V

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

NT: escasamente transformado, PT: parcialmente transformado, MDT: medianamente transformado, MT: muy transformado, CT: completamente transformado

Tabla 125. Calificación del índice de ambiente crítico – IAC

Descripción	Calificación
I. Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes.	20
II. Vulnerable, conservación aceptable y/o amenazas moderadas-. Sostenible en el mediano plazo, en especial con medidas de protección.	15
III. En peligro, baja conservación y/o presiones fuertes. Sostenibilidad con probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años.	10

Descripción	Calificación
IV. Crítico, conservación baja y presiones fuertes. Pocas probabilidades en los próximos 10 años.	5
V. Muy crítico (extinto) sostenibilidad improbable; transformación radical y presiones muy elevadas.	0

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

4.11.4.4 Resultados

Se realizó el cruce de los resultados de los indicadores de vegetación remanente (IVR) y de presión demográfica, cabe mencionar que para efectos de obtener los resultados del índice de ambiente crítico (IAC) por coberturas naturales.

Se destaca que el 45.3% del área se clasifica en la categoría II, es decir, son áreas vulnerables, con amenazas moderadas y sostenible a mediano plazo, 34.23% se clasifica en la categoría I, es decir áreas relativamente conservadas y estables, 1.56% se clasifica en la categoría IV, como áreas críticas, conservación baja y presiones fuertes, pocas probabilidades de persistencia en los próximos 10 años, 0.94% en la categoría III, como áreas en peligro, baja conservación, sostenibilidad media a baja de persistencia en los próximos 15 años y el 17.96% del área se clasifico sin datos, teniendo en cuenta que estas áreas no se lograron calcular el indicador de vegetación remanente por la ausencia de información de coberturas naturales anteriores (Ver Tabla 126).

Tabla 126. Distribución del área según los resultados del índice de Ambiente Crítico - IAC

Categoría	Área (ha)	%	Descripción
I	42988,83	34,23	Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes
II	56891,63	45,30	Vulnerable, conservación aceptable y/o amenazas moderadas-. Sostenible en el mediano plazo, en especial con medidas de protección
III	1179,23	0,94	En peligro, baja conservación y/o presiones fuertes. Sostenibilidad con probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años
IV	1959,68	1,56	Crítico, conservación baja y presiones fuertes. Pocas probabilidades en los próximos 10 años.
V	23,04	0,02	Muy crítico (extinto) sostenibilidad improbable; transformación radical y presiones muy elevadas.
SD	22557,64	17,96	Sin datos
Total general	125600,05	100,00	

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

Se destaca que los resultados del índice de ambiente crítico según las coberturas naturales indican que varias coberturas se presentan en las diferentes categorías, debido principalmente a su ubicación dentro de la cuenca, ya que

este índice combina el indicador de Vegetación Remanente y el indicador de Presión Demográfica, este último está relacionado con la información poblacional de los municipios, por esto, al combinarlos algunas áreas estarán en la Categoría I y también la Categoría II, según se relaciona en la Tabla 127.

Tabla 127. Resultados del Índice de Ambiente Crítico – IAC según coberturas naturales

Categoría IAC	Cobertura Nivel 3	Área (Ha)	%
I	1.1.1. Tejido urbano continuo	322,0	0,26
	1.1.2. Tejido urbano discontinuo	238,5	0,19
	1.2.1. Zonas industriales o comerciales	4287,3	3,41
	1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	9732,1	7,75
	2.3.1. Pastos limpios	6654,2	5,30
	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	10559,6	8,41
	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	7382,1	5,88
	3.1.1. Bosque denso	3101,9	2,47
	3.1.5. Plantación forestal	429,9	0,34
	5.1.1. Ríos (50 m)	281,3	0,22
II	1.1.1. Tejido urbano continuo	445,2	0,35
	1.1.2. Tejido urbano discontinuo	154,7	0,12
	1.2.1. Zonas industriales o comerciales	1366,4	1,09
	1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	10133,3	8,07
	2.3.1. Pastos limpios	7578,5	6,03
	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	3691,7	2,94
	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	4582,6	3,65
	3.1.1. Bosque denso	26495,2	21,09
	3.1.5. Plantación forestal	2254,5	1,79
	5.1.1. Ríos (50 m)	189,4	0,15
III	3.1.2. Bosque abierto	0,8	0,00
	3.1.3. Bosque fragmentado	1090,2	0,87
	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	79,2	0,06
	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	9,1	0,01
IV	3.1.2. Bosque abierto	2,4	0,00
	3.1.3. Bosque fragmentado	1917,3	1,53
	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	40,0	0,03
V	3.1.2. Bosque abierto	8,8	0,01
	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	14,3	0,01
SD	1.2.1. Zonas industriales o comerciales	23,8	0,02
	1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	712,0	0,57
	1.3.1. Zonas de extracción minera	52,7	0,04
	2.1.1. Otros cultivos Transitorios	24,6	0,02
	2.1.3. Oleaginosas y leguminosas	6,2	0,00
	2.1.4. Hortalizas	10,2	0,01
	2.1.5. Tuberculos	14,0	0,01
	2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	5,2	0,00

Categoría IAC	Cobertura Nivel 3	Área (Ha)	%
	2.2.4 Cultivos Agroforestales	5005,0	3,98
	2.2.5 Cultivos confinados	7,7	0,01
	2.3.2. Pastos arbolados	2964,4	2,36
	2.3.3. Pastos enmalezados	2762,8	2,20
	2.4.1. Mosaico de cultivos	3084,3	2,46
	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	2247,9	1,79
	3.1.4. Bosque de galería y ripario	4336,6	3,45
	3.2.2. Arbustal	1040,3	0,83
	3.2.3 Vegetación secundaria o en transición	166,1	0,13
	3.3.1. Zonas arenosas naturales	1,3	0,00
	3.3.2. Afloramientos rocosos	1,3	0,00
	3.3.4. Zonas quemadas	83,0	0,07
	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	8,4	0,01
	Total general	125600,0	100,00

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

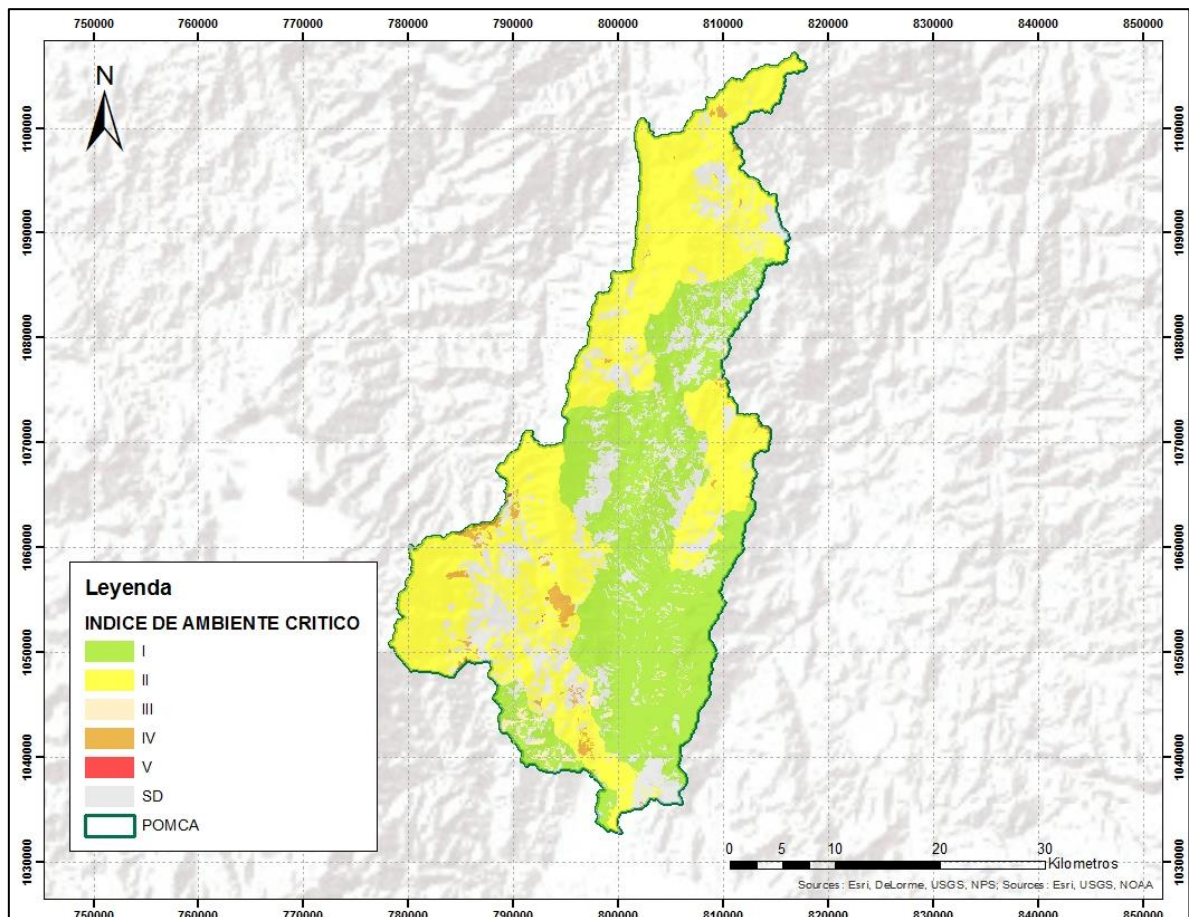


Figura 84. Resultados del índice de Ambiente Critico – IAC en el área de la cuenca del Río Risaralda

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

4.11.4.5 Conclusiones

Se identifica que el 79.52% del área de estudio se encuentra clasificada en las categorías I y II es decir, son áreas relativamente estables, conservadas y sin amenazas inminentes, sin embargo, una zona se encuentra vulnerable y con amenazas moderadas especialmente en los municipios de Riosucio, Mistrató, Apía, Santuario y Anserma.

El área que presenta un peligro crítico y alto riesgo de sostenibilidad corresponde a 2.52% clasificada en las categorías III, IV y V, se destaca la alta fragilidad de la cobertura de bosque fragmentado, que en los próximos años podría desaparecer por la alta presión por los procesos de deforestación por la ampliación de áreas de territorios agrícolas.

Se destaca que el 18% se clasificó como sin Datos, ya que no fue posible el cálculo del índice de vegetación remanente – IVR, porque algunas coberturas no se identificaron en el mapa de coberturas del año 2000-2004 por la baja resolución de la imágenes utilizadas.

Según las unidades de gestión (microcuencas), se presentan varias microcuencas con un estado vulnerable y amenazas moderadas como el caso de las microcuencas R. Mapa, R. Arroyo Hondo, Q. Cauyá, Q. Lazaró, R. Guática, R. Totui, Zona Alta Oriental, Zona Alta Occidental y R. Guarne y un poco más conservadas y estables las microcuencas Q. Chapatá, Q. el Aguila (Q. El Guamo), Q. Samaria, Q. La Betulia, Zona Baja (Viterbo), Q. Changüi, Q. Tamaspia y Q. Tachigui.

4.11.4.5 Índice del estado actual de las coberturas naturales

Este índice consolida los resultados de las calificaciones relacionados con el estado actual por tipo de cobertura natural a través de los indicadores vegetación remanente, tasa de cambio de la cobertura, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico.

Se integra la calificación de dos indicadores y dos índices, cada uno de estos tiene un peso de 25%, valor máximo de la suma de indicadores =80.

La interpretación de este índice permite conocer el estado actual de las coberturas naturales presentes en el área del POMCA, según la Tabla 128.

Tabla 128. Interpretación de calificación del índice del estado actual de las coberturas naturales

Categoría	Rango
Conservada	Mayor de 60
Medianamente transformada	Entre 41 y 59
Transformada	Entre 21 y 40
Altamente transformada	Entre 1 y 20
Completamente transformada	0

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

4.11.4.6 Metodología

Para el cálculo de este índice se procedió a consolidar los resultados de los Indicadores de Tasa de Cambio, Vegetación Remanente y los índices de Fragmentación y Ambiente Crítico. Cada uno de estos, presenta una calificación según su resultado, así como se describe en la Tabla 129.

Tabla 129. Categorías y calificación de indicadores de Tasa de Cambio y Vegetación Remanente y los índices de Fragmentación y Ambiente Crítico

Indicador de Tasa de Cambio de Coberturas Naturales - TCCN			Indicador de Vegetación Remanente - IVR			Índice de Fragmentación - IF			Índice de Ambiente Crítico - IAC	
Categoría	Descripción	Calificación	Categoría	Rango	Calificación	Categoría	Rango	Calificación	Descripción	Calificación
Baja	menor del 10%	20	NT: No transformado o escasamente transformado. Sostenibilidad alta	IVR $\geq 70\%$	20	Mínima	< 0,01	20	I. Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes.	20
Media	entre 11-20%	15	PT: Parcialmente transformado. Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar. Sostenibilidad media	IVR \geq igual al 50% y < del 69%	15	Media	0,01-0,1	15	II. Vulnerable, conservación aceptable y/o amenazas moderadas-. Sostenible en el mediano plazo, en especial con medidas de protección.	15
Mediana mente alta	entre 21-30%	10	MDT: Medianamente transformado. Sostenibilidad media baja	IVR \geq a 30% y < del 49%	10	Moderada	0,1-1	10	III. En peligro, baja conservación y/o presiones fuertes. Sostenibilidad con probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años.	10
Alta	entre 31-40%	5	MT: Muy transformado. Sostenibilidad baja	IVR \geq a 10% y < 30%	5	Fuerte	1-10	5	IV. Crítico, conservación baja y presiones fuertes. Pocas probabilidades	5

Indicador de Tasa de Cambio de Coberturas Naturales - TCCN			Indicador de Vegetación Remanente - IVR			Índice de Fragmentación - IF			Índice de Ambiente Crítico - IAC	
Categoría	Descripción	Calificación	Categoría	Rango	Calificación	Categoría	Rango	Calificación	Descripción	Calificación
									en los próximos 10 años.	
Muy alta	mayor 40%	0	CT: Completamente transformado.	IVR < 10%	0	Extrema	10-100	0	V. Muy crítico (extinto) sostenibilidad improbable; transformación radical y presiones muy elevadas.	0

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

4.11.4.7 Resultados

De acuerdo a los resultados del índice del estado actual de coberturas naturales, se destaca que el 45.78% del área se encuentra en la categoría de conservada, 25.81% en la categoría de medianamente transformada, 9.04% en la categoría de Transformada, 0.12% Altamente Transformada y 19.25% se definió como Sin Datos, debido a que los resultados de algunos índices o indicadores presentaron este valor, por lo tanto, no se logró aplicar la sumatoria de las calificaciones en estos casos.

Tabla 130. Resultados del índice del estado actual de coberturas naturales en el área del POMCA río Risaralda

Categoría	Área (Ha)	%
Conservada	57501,20	45,78
Medianamente Transformada	32420,92	25,81
Transformada	11348,89	9,04
Altamente Transformada	144,79	0,12
SD	24184,20	19,25
Total general	125600,0	100

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

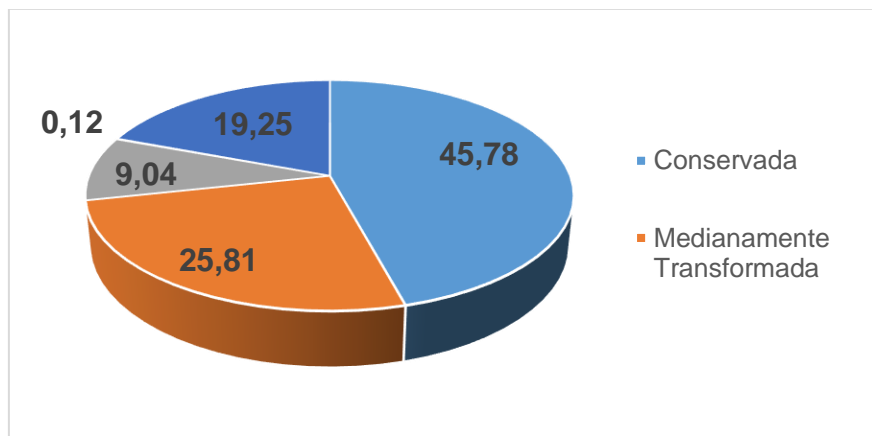


Figura 85. Distribución porcentual de áreas de acuerdo a resultados de Índice de Estado actual de coberturas naturales – IEACN

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

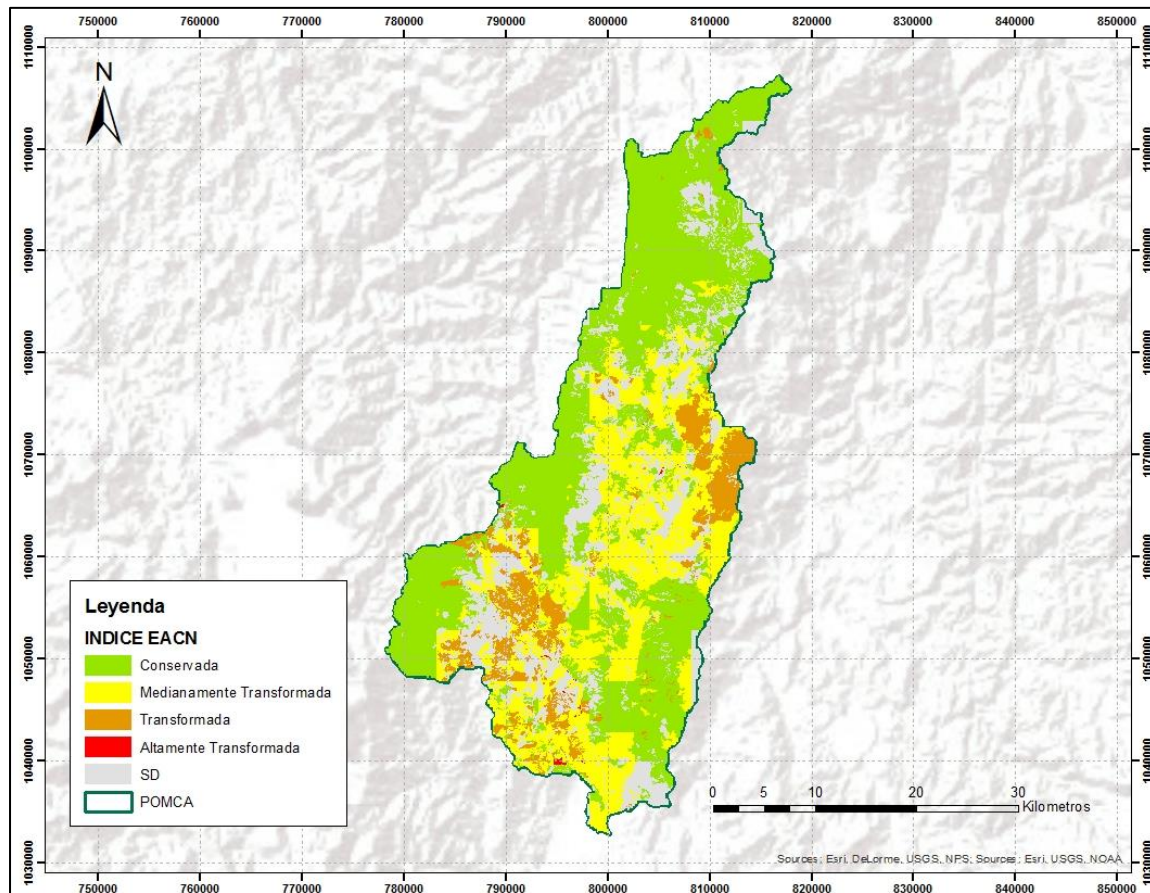


Figura 86. Resultados del Índice del estado actual de coberturas naturales en el área del POMCA río Risaralda.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

4.11.4.8 Conclusiones del ambiente crítico

El resultado de este índice permite evidenciar que en general el estado de conservación de las coberturas naturales es relativamente aceptable (45.78% del área en la categoría conservada), principalmente en los municipios como Riosucio, Misstrató, San José, Parte Alta de Apía y parte Alta de Santuario.

En relación a las subcuencas se identifica que en la categoría de Conservada se encuentran principalmente las microcuencas R. Arroyohondo, La parte Alta del R. Mapa y La Parte Alta del R. Guática.

Se identifica que el 34.85%, se encuentra en las categorías de medianamente transformada, transformada y altamente transformada, estas áreas se ubican principalmente en los municipios de Anserma, Belén de Umbría, Parte Media y Baja de Santuario, Risaralda, La Celia, Balboa y Parte Baja de Apía.

Las subcuencas que se encuentran con alto grado de transformación principalmente son las microcuencas de R. Cauyá, Q. Lázaro, parte media y baja del R. Mapa, R. Totui, Q. El Oro, parte media y baja Q. Chapatá y Q. Tachigui.

Se destaca que la cuenca presenta algún grado de transformación, principalmente en la parte media y baja de la cuenca, donde se encuentran los principales asentamientos y áreas de cultivos, se identifica la pérdida a gran escala de coberturas de bosques y áreas seminaturales, quedando pequeños parches de estas coberturas que afectan la movilización de especies de fauna silvestre y poblaciones de flora principalmente.

La pérdida de coberturas boscosas, afecta el ciclo hidrológico que presenta la cuenca, ya que aumenta el riesgo de avenidas torrenciales y procesos de erosión en laderas con fuerte pendiente, así mismo, la disminución de los caudales de las fuentes hídricas presentes en la parte media de la cuenca.

El análisis de los resultados del Índice Del Estado Actual De Coberturas - IEACN, indica que unas áreas se encuentran bajo la categoría de Sin Datos, esto se debe a los resultados de los indicadores de tasa de cambio, vegetación remanente y los índices de fragmentación y ambiente crítico, que por falta de información o la no aplicación de la fórmula (caso del índice de fragmentación) se procedió a dejar estas zonas con esta categoría, por lo anterior, al calcular el Índice De Estado Actual De Coberturas Naturales - IEACN, donde el resultado de cualquiera de estos indicadores fuera Sin Datos, se estableció dejar con esta categoría dicho índice.

4.11.4.8 Indicador de porcentaje (%) de área restaurada en cuencas abastecedoras de acueductos

Este indicador relaciona las áreas restauradas mediante actividades de reforestación, regeneración natural y/o aislamiento en áreas de cuencas abastecedoras de acueductos.

La información de las áreas restauradas se obtuvo de diferentes fuentes como el caso de la CARDER, alcaldía de Pereira, convenio 572 de 2014 - Proyecto Regalías y Convenio CARDER - ECOPETROL No.52111957. Para el cálculo de este indicador se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ área restaurada en cuencas abastecedoras de acueductos} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ Ha restauradas en la cuenca abastecedora}}{\text{total área cuenca abastecedora}} * 100.$$

4.11.4.9 Resultados

De acuerdo a la información obtenida se identificó que en el área de estudio del POMCA, se encuentran en total 22 subcuencas, de las cuales en 13 subcuencas se encuentran áreas de fuentes abastecedoras de acueductos que en total se encontraron 25 microcuencas, se destaca que algunas microcuencas no se encuentran identificadas por lo que se registró como NN, en total el área de fuentes abastecedoras es de 13905.9 Ha, según la Tabla 131

Tabla 131 Relación de cuencas abastecedoras en el área del POMCA río Risaralda

Subcuenca	Cuenca Abastecedora	Área (Ha)
Q. el Aguila (Q. El Guamo)	NN	94,63
Q. Samaria	NN	662,86
R. Guarne	NN	247,52
	Q. La Julia	958,42
	R. Guarne (Cuenca Alta)	322,59
R. Mapa	Q. Apía (Alta)	190,53
	Q. Risaralda	280,41
	R. San Rafael	112,54
R. San Rafael	Q. La Desgracia	1154,16
R. Totui	NN	3552,71
	Q. La Eme-Cristales	1099,18
R. Mapa	NN	188,87
Zona Alta Occidental	NN	759,25
	Q. La llorona	156,23
	Q. Sandía	418,39
	Q. Serna	572,86
Zona Alta Oriental	NN	290,64
R. Guática	NN	1122,98
	Q. Cambia	143,99
	Q. Ocharma	11,43
	Q. Tarqui	347,26
Q. Chatatá	NN	758,59
	Q. La Selva	25,05
R. Peñas Blancas	Q. La Venada	426,51
Q. Lázaro	NN	8,31
Total general		13905,90

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

Con la información de las áreas restauradas suministrada por las entidades, se identificó en que cuencas abastecedoras se encontraban con el fin de realizar el

cálculo de este indicador, de acuerdo de acuerdo a esto se identificó que 9 subcuencas presentaron procesos de restauración en 13 cuencas abastecedoras mediante reforestaciones, principalmente en áreas de predios privados. En total el área restaurada en fuentes abastecedoras es de **112.4 ha.**

Con la información de las áreas restauradas y el área de las cuencas abastecedora, se procedió al cálculo de este indicador, destacando que existe un porcentaje de **0.01%** de área restaurada en comparación al área total de cuencas abastecedoras de acueductos, lo que indica un valor muy bajo de áreas reforestadas.

Se destaca una muy baja restauración de las cuencas abastecedoras, el mayor porcentaje de restauración fue Q. Tarqui y la menor Q. La Julia (Ver Tabla 132)

Tabla 132. Calculo del indicador de % de área restaurada en cuencas abastecedoras de acueductos POMCA río Risaralda

Subcuenca	Cuenca Abastecedora	Área Cuenca Abastecedora (Ha)	Áreas restaurada (Ha)	% Restaurado
Q. Samaria	NN	662,86	1,19	0,002
R. Guarne	Q. La Julia	958,42	0,97	0,001
R. Mapa	Q. Apía (Alta)	190,53	2,64	0,014
	R. San Rafael	112,54	2,03	0,018
R. Totui	NN	3552,71	65,59	0,018
	Q. La Eme-Cristales	1099,18	5,93	0,005
Zona Alta Occidental	NN	759,25	2,67	0,004
	Q. Serna	572,86	3,73	0,007
Zona Alta Oriental	NN	290,64	2,76	0,010
R. Peñas Blancas	Q. La Venada	426,51	0,73	0,002
Q. Chapatá	NN	758,59	2,47	0,003
R. Guática	NN	1122,98	2,69	0,002
	Q. Tarqui	347,26	19,01	0,055
Total general		10854,34	112,40	0,010

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

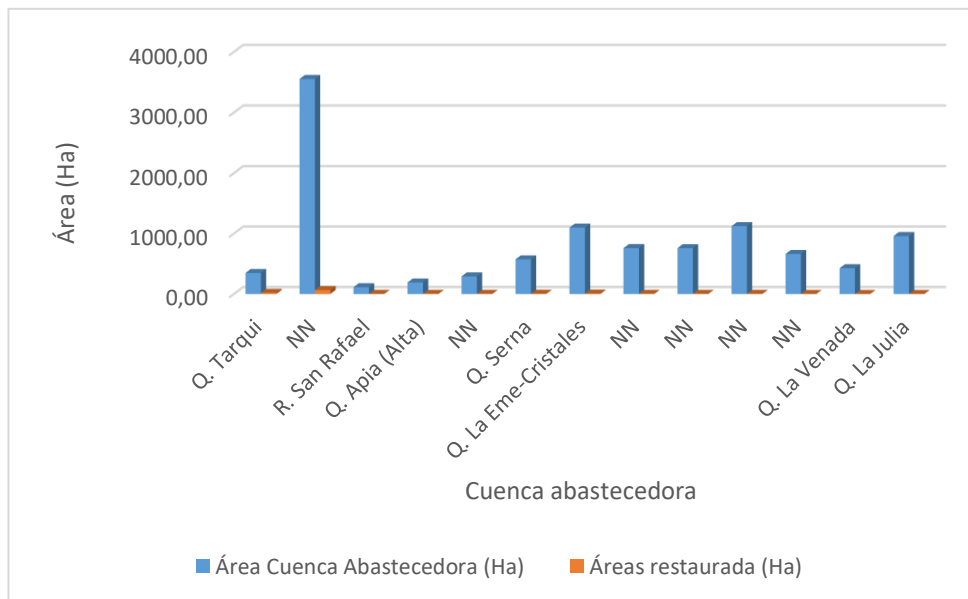


Figura 87. Área total de la cuenca abastecedora con relación al área restaurada

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

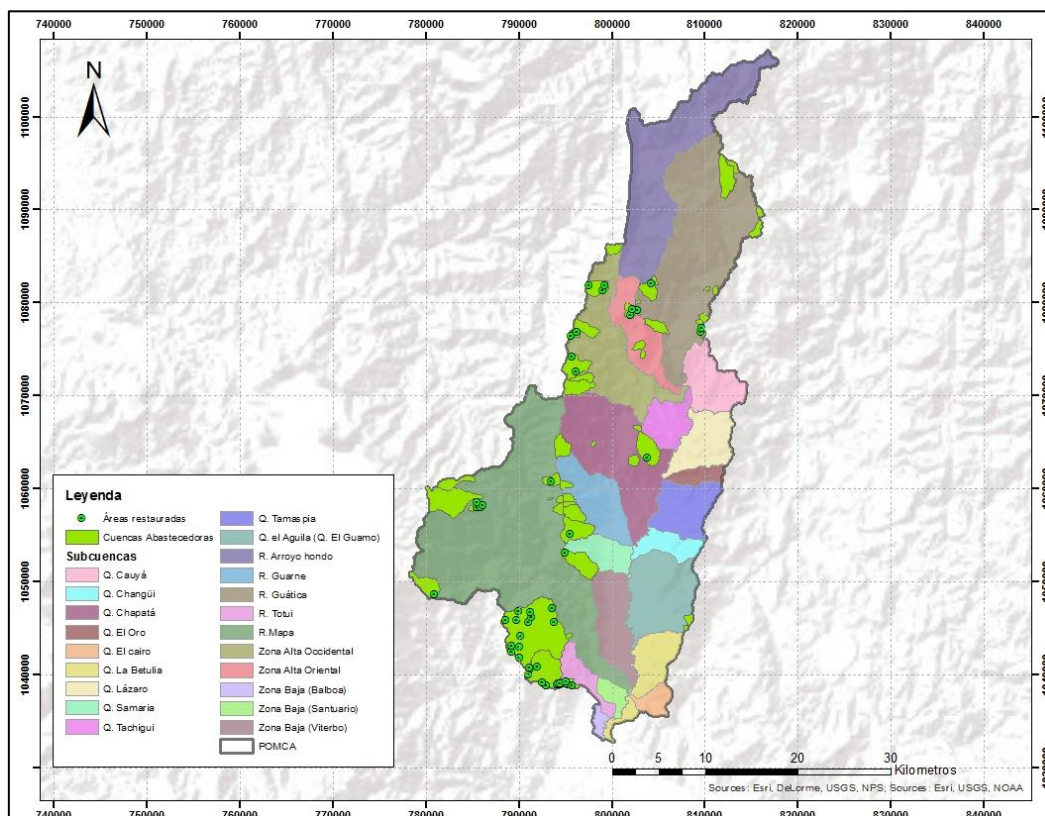


Figura 88. Identificación de áreas restauradas en cuencas abastecedoras de acueducto.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

4.11.9.10 Conclusiones

Se evidencia un muy bajo porcentaje de áreas restauradas en las cuencas abastecedoras identificadas, dando como resultado un porcentaje de **0.01%**, lo cual denota un bajo proceso de reforestación o restauración en estas áreas estratégicas, que genera un mayor riesgo en la degradación de estas zonas. Por lo anterior, es importante plantear medidas de prevención y mitigación por medio de proyectos de reforestación.

4.12 Caracterización de vegetación y flora y caracterización fauna

4.12.1 Flora

La Metodología general usada estuvo determinada por lo desarrollado por *The Nature Conservancy* en su publicación “Evaluación Ecológica Rápida” en el año 2000, el cual integra múltiples niveles de información, desde imágenes de satélite, sobrevuelos, así como evaluaciones y verificaciones de campo para producir mapas temáticos e informes sobre componentes físicos y biológicos que permiten la toma de decisiones y plantear recomendaciones sobre el uso y conservación de los recursos naturales en el área objeto de estudio, teniendo como objetivo principal validar información de estudios previamente realizados, aglutinar, completar y sistematizar la información biofísica existente, dentro del marco de formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas POMCAS. Se realizaron 27 parcelas de 20m x 20m donde se tuvo en cuenta: estructura vertical, estructura horizontal e índices de diversidad entre otros. Se registraron 491 individuos distribuidos en 63 familias, 139 géneros, 254 especies con DAP = 5cm. (árboles y arbustos).

Tabla 133. Información taxonómica de las parcelas para muestreos de vegetación.

NOMBRE	MUNICIPIO	# DE FAMILIAS	# DE GÉNEROS	# DE ESPECIES	# DE INDIVIDUOS
Agualinda 1	Apía	13	15	18	76
Agualinda 2	Apía	17	24	26	80
Alto del Rey 1	Pereira	3	3	3	60
Alto del Rey 2	Pereira	8	8	18	82
Aroyohondo 1	Riosucio	13	14	15	33
Aroyohondo 2	Riosucio	19	25	25	74
Bocatoma Río Totuí	Santuario	10	14	14	42
DMI Arrayanal	Mistrato	15	18	19	44
Entrada Balboa	Balboa	11	14	14	39

Finca Comodín	Viterbo	8	12	12	40
Finca la Suiza 1	Viterbo	10	13	14	37
Finca la Suiza 2	Viterbo	12	15	16	54
Juan Pérez	Anserma	24	31	32	74
Km 1 vía a Viterbo	Viterbo	8	15	16	61
Km 3 vía Virginia-Viterbo	Viterbo	8	11	11	49
Monte de los Zamora	San José	16	19	19	47
Ocharma	Guática	22	22	24	56
Paredes 2	Santuario	19	22	25	81
Paredes 3	Santuario	23	29	35	80
Paredes 4	Santuario	18	27	29	83
Planes de San Rafael Bosque Mixto A	Santuario	9	14	15	44
Planes de San Rafael Bosque Mixto B	Santuario	11	13	15	29
Planes de San Rafael Bosque Secundario A	Santuario	25	30	32	73
Planes de San Rafael Bosque Secundario B	Santuario	7	9	10	30
Santa Emilia 1	Belén de Umbría	8	8	9	94
Santa Emilia 2	Belén de Umbría	9	10	11	46
Santa Emilia 3	Belén de Umbría	16	18	20	89
TOTAL		63	139	254	1597

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

Se encontraron zonas de vida como: bosques andinos altoandinos y páramos, asociados a coberturas tales como Mosaico de pastos y cultivos, Bosque denso, Cultivos permanentes arbustivos, Bosque fragmentado, Bosque de galería y/o ripario, Arbustal, Cultivos agroforestales. (Ver Tabla 134). El índice de diversidad de Margalef (relaciona el número de especies de acuerdo con número total de individuos) mostró que los valores más elevados fueron encontrados en DMI Arrayanal con 4,75 y Agualinda 1 con 4,15 ambos cualificados como medios; de otro lado los más bajos fueron en Alto del Rey 1 con 0,48 y Alto del Rey 2 con 2,19 cualificados como bajos. **El índice de valor de importancia (IVI)** (compara especies arbóreas provenientes de localidades separadas y compara submuestras de una misma unidad paisajística) arrojó los resultado más elevados en *Luehea seemannii* con 7,62 y *Turpinia occidentalis* con 6,96; los resultado más bajos de este índice fueron los de *Huertea glandulosa* y *Vochysia duquei*, ambos con 0,2. En cuanto a las especies focales, se identificaron 12 por parte del Consorcio (Ver Tabla 135), 122 por la Resolución 177 de 1977 de la CARDER y 25 por Plan General de Ordenación Forestal de Departamento de Risaralda.

Tabla 134. Sitios de muestreo y coberturas presentes.

NOMBRE	MUNICIPIO	COBERTURA ASOCIADA (Corine Land Cover Nivel 3)
Agualinda 1	Apía	Mosaico de pastos y cultivos
Agualinda 2	Apía	Mosaico de pastos y cultivos
Alto del Rey 1	Pereira	Mosaico de pastos y cultivos
Alto del Rey 2	Pereira	Mosaico de pastos y cultivos
Aroyohondo 1	Riosucio	Bosque denso
Aroyohondo 2	Riosucio	Bosque denso
Bocatoma Río Totuí	Santuario	Cultivos permanentes arbustivos
DMI Arrayanal	Mistrató	Bosque denso
Entrada Balboa	Balboa	Bosque fragmentado
Finca Comodín	Viterbo	Bosque de galería y/o ripario
Finca la Suiza 1	Viterbo	Bosque fragmentado
Finca la Suiza 2	Viterbo	Arbustal
Juan Pérez	Anserma	Arbustal
Km 1 vía a Viterbo	Viterbo	Bosque fragmentado
Km 3 vía Virginia-Viterbo	Viterbo	Bosque de galería y/o ripario
Monte de los Zamora	San José	Mosaico de pastos y cultivos
Ocharma	Guática	Bosque de galería y/o ripario
Paredes 2	Santuario	Cultivos agroforestales
Paredes 3	Santuario	Cultivos agroforestales
Paredes 4	Santuario	Pastos limpios
Planes de San Rafael Bosque Mixto A	Santuario	Bosque denso
Planes de San Rafael Bosque Mixto B	Santuario	Bosque denso
Planes de San Rafael Bosque Secundario A	Santuario	Bosque denso
Planes de San Rafael Bosque Secundario B	Santuario	Bosque denso
Santa Emilia 1	Belén de Umbría	Mosaico de pastos y cultivos
Santa Emilia 2	Belén de Umbría	Mosaico de pastos y cultivos
Santa Emilia 3	Belén de Umbría	Mosaico de pastos y cultivos

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

Tabla 135. Listado de especies amenazadas de flora dentro de la cuenca basados en información primaria.

FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE	CATEGORÍA DE AMENAZA UICN
Ulmaceae	<i>Ampelocera longissima</i>	Casi Amenazada (Near Threatened) (NT)
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Preocupación menor (Least concern) (LC)
Arecaceae	<i>Chamaedorea linearis</i>	Casi Amenazada (Near Threatened) (NT)
Arecaceae	<i>Geonoma interrupta</i>	Preocupación menor (Least concern) (LC)
Arecaceae	<i>Geonoma undata</i>	Casi Amenazada (Near Threatened) (NT)
Moraceae	<i>Helicostylis tomentosa</i>	Preocupación menor (Least concern) (LC)
Fabaceae	<i>Inga marginata</i>	Preocupación menor (Least concern) (LC)
Magnoliaceae	<i>Magnolia hernandezii</i>	Peligro de Extinción (Endangered)(EN)
Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i>	Preocupación menor (Least concern) (LC)
Arecaceae	<i>Prestoea acuminata</i>	Preocupación menor (Least concern) (LC)
Fagaceae	<i>Quercus humboldtii</i>	Vulnerable (Vulnerable) (VU)
Arecaceae	<i>Syagrus sancona</i>	Vulnerable (Vulnerable) (VU)

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

4.12.2 Fauna

Para todos los grupos taxonómicos estudiados en cada una de las áreas, se registraron las siguientes mediciones: lugar de captura, tipo de captura, nombre común, altura sobre el nivel del mar, temperatura, humedad relativa, tipo de bosque, estrato de captura. Las anteriores mediciones o registros permitirán determinar, con la ayuda de los sistemas de información geográfica, un acercamiento a los nichos fundamentales y reales de las especies que se registren dentro de alguna categoría de amenaza; lo anterior con el fin de aumentar los principios biológicos en la toma de decisiones en la zonificación y posterior postulación de proyectos para el plan de manejo de las zonas objeto de estudio. La información de la localización de los lugares de muestreo de fauna puede ser vista en Tabla 136. Además se consultó la información secundaria disponible que reposa en las Corporaciones Autónomas Regionales del área de influencia, las Universidades, y se revisaron las bases de datos de publicaciones a nivel nacional tales como *Scopus* y *Science Direct*.

Tabla 136. Sitios de muestreo para el componente de fauna en la cuenca del río Risaralda.

NOMBRE	MUNICIPIO	COBERTURA ASOCIADA	ASN M	COORDENADAS	
				X	Y
Entrada Balboa	Balboa	Bosque fragmentado	940	796395,774	1036861,38
Finca la Suiza 2	Viterbo	Arbustal	965	801223,963	1039653,37
Finca la Suiza 1	Viterbo	Bosque fragmentado	970	804479,621	1053701,5

Km 3 vía virginia-viterbo	Viterbo	Bosque de galería y/o ripario	1006	803319,905	1039660,03
Km 1 vía a Viterbo	Viterbo	Bosque fragmentado	1008	814272,07	1071019,93
Bocatom a Río Totuí	Santuario	Cultivos permanentes arbustivos	1011	794305,112	1041833,15
Finca Comodín	Viterbo	Bosque de galería y/o ripario	1047	797392,809	1076512,99
Alto del Rey 2	Pereira	Mosaico de pastos y cultivos	1580	793815,163	1038541,26
Monte de los Zamora	San José	Mosaico de pastos y cultivos	1702	809409,675	1054683,93
Santa Emilia 2	Belén de Umbría	Mosaico de pastos y cultivos	1796	798240,736	1067213,69
Santa Emilia 1	Belén de Umbría	Mosaico de pastos y cultivos	1800	798176,032	1067213,88
Alto del Rey 1	Pereira	Mosaico de pastos y cultivos	1895	833850,383	1015013,72
Paredes 2	Santuario	Cultivos agroforestales	1962	787497,313	1056180,91
Juan Pérez	Anserma	Arbustal	1996	801326,05	1039791,39
Agualinda 2	Apía	Mosaico de pastos y cultivos	2095	794597,408	1058131,46
Planes de San Rafael Bosque Mixto B	Santuario	Bosque denso	2105	786000,257	1059109,59
Agualinda 1	Apía	Mosaico de pastos y cultivos	2116	794741,392	1058045,18
DMI Arrayanal	Mistrato	Bosque denso	2148	811662,191	1101875,11
Planes de San Rafael Bosque Mixto A	Santuario	Bosque denso	2151	786048,229	1059064,48
Santa Emilia 3	Belén de Umbría	Mosaico de pastos y cultivos	2172	799239,009	1067210,83
Paredes 4	Santuario	Pastos limpios	2220	787806,182	1054335,9
Ocharma	Guática	Bosque de galería y/o ripario	2283	806791,592	1084054,39

Paredes 3	Santuario	Cultivos agroforestales	2284	787954,1 1	1054335, 47
Planes de San Rafael Bosque Secundario A	Santuario	Bosque denso	2315	784478,0 11	1059063, 74
Planes de San Rafael Bosque Secundario B	Santuario	Bosque denso	2364	784329,8 86	1059056, 95
Aroyo hondo 2	Rio Sucio	Bosque denso	2651	812657,5 44	1102130, 43
Aroyo hondo 1	Rio Sucio	Bosque denso	2703	811662,9 27	1102133, 26

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

En **peces**, según el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico, 2010 en su estudio titulado Valoración Ecológica, Socioeconómica y Ambiental De Ecosistemas Acuáticos en el Municipio De Mistrató, Risaralda, se registraron para la cuenca del río Risaralda 82 individuos agrupados en dos órdenes, tres familias, tres géneros y tres especies. El orden con mayor representación específica fue Siluriformes con dos especies (66.7%). Las familias reportadas en esta cuenca, no presentaron datos significativos en cuanto a riqueza, ya que para cada familia se registró una especie. Se reportan especies nativas como “Nicuro” (*Pimelodus clarias*), “Pataló” (*Ichthyoelephas longirostris*), “Mojarra negra” (*Petenia umbrifera*), “Sabaleta” (*Brycon henni*), “Dorada, meluda o sardinata” (*Brycon moorei*). En cuanto a especies exóticas se reportan: Tilapia (*niolitica*, *roja* y *mossambica*), Carpa (*Cyprinus carpio*), Goldfish (*Carassius auratus*), Guppy (*Poecilia reticulata*) sinónimo: *Lebistes reticulatus*, Platys (*Xiphophorus maculatus*) y espadas (*X. helleri*).

La **herpetofauna** según el muestreo realizado por el Consorcio Risaralda en el año 2016, mediante la metodología de encuentro casual; encontró un total de 19 especies de herpetofauna, 12 especies de anuros, 5 de lagartos y 4 especies de serpientes. Contribuyendo de esta forma a sustentar la información secundaria que se reportan para la cuenca del río Risaralda, encontrando especies de interés como *Colostethus fraterdanieli*, *Anolis ventrimaculatus* y *Hyloscirtus larinopygion* las cuales se encuentran en categoría de casi amenazada, según la UICN. La información secundaria reporta para la cuenca del río Risaralda un total de 56 especies para la diversidad de herpetofaunística, con reportes de distribución en los municipios aledaños a la cuenca del río Risaralda de 8 familias de anuros: Bufonidae, Centrolenidae, Craugastoridae, Dendrobatidae,

Hemiphractidae, Hylidae, Leptodactylidae, y Ranidae; comprendido en 35 géneros.

En **Aves** según el “Diagnóstico de las Condiciones Bióticas del Parque Nacional Natural Tatamá citado por PGOF (2011) se han registrado 51 familias, 270 géneros, 419 especies. Las familias con mayor representatividad son: Tyrannidae 30 Géneros y 47 especies; Thraupidae 19 Géneros y 43 especies; Trochilidae 28 Géneros y 36 especies. (PGOF, 2011). Se puede observar al Loro Orejiamarillo (*Ognorhynchus icterotis*), especie considerada en Peligro Crítico, Así mismo, en la zona se pueden encontrar especímenes del Cacique Candela (*Hypopyrrhus pyrohypogaster*), especie igualmente catalogada como en peligro crítico hallándose varios grupos en la zona de amortiguación del PNN Tatamá en los municipios de La Celia, Santuario y Apía. (PGOF, 2011). Dentro de los grupos ecológicos más destacados en términos de diversidad funcional podemos considerar al grupo de los Frugívoros-insectívoros arbóreos (Thraupidae) y el grupo de los Omnívoros (más abundante en este muestreo que incluyen a las familias Cracidae, Trogonidae, Ramphastidae y Momotidae.

El Inventario de Aves PNN Tatamá, recopila la información existente de inventarios de aves entre los años 1.995 y 2.004, con los siguientes resultados: 48 Familias, 197 Géneros y 287 especies. El análisis de la información confirma la presencia de 18 de las 163 especies que presentan algún grado de vulnerabilidad a nivel Local y Global; *Oroaetus isidori*, *Cephalopterus penduliger*, *Bangsia melanochlamys*, *Bangsia aureocincta*, *Chlorocrisa nitidissima*, *Oreothraupis arremonops*, *Hypopyrrhus pyrohypogaster*, *Aburria aburri*, *Semnornis ramphastinus*, *Andigena nigrirostris*, *Grallaria cucullata*, *Cacicus uropygialis*, *Iridosornis porphyrocephala*, *Scytalopus panamensis*, *Cyanolica pulcra*, *Diglossa glorisissima*, *Penélope perspicaz*, *Cacicus uropygialis*, (Libro Rojo de las Aves de Colombia). Durante los muestreos del Consorcio y gracias al método de puntos de conteo y al método complementario de las redes de niebla se identificaron un total de 112 especies agrupadas dentro de 41 familias, las familias más representativas en cuanto al número de especies fueron Thraupidae, Trochilidae, Emberizidae y Tyrannidae entre otras.

En lo que corresponde a **mamíferos**, en el área de influencia de la PCH Morro Azul, más específicamente en el municipio de Belén de Umbría, se reportan 56 individuos pertenecientes a nueve especies, tres familias y dos órdenes (Didelphimorphia y Chiroptera). Adicionalmente se registraron cuatro especies mediante observaciones directas y cuatro especies más a partir de encuestas, cuya presencia en la zona debe ser confirmada (*Bradypus variegatus*, *Cerdocyon thous*, *Lontra longicaudis* y *Dasyprocta punctata*), para un total de 13 especies. Por su parte, el Plan General de Ordenación Forestal (2011), expresa que la región “posee una amplia biodiversidad, desde pequeños murciélagos y roedores cricétidos, hasta carnívoros de gran tamaño” incluida también la presencia de la marimonda chocona (*Ateles geoffroyi*). Según el Plan Básico De Manejo Parque Nacional Natural Tatamá se encuentra una amplia

biodiversidad, desde pequeños murciélagos y roedores cricétidos, hasta carnívoros de gran tamaño; muchos de éstos son de especial atractivo y vistosidad tales como el Tigre Mariposa o Jaguar (*Panthera onca*), León de Montaña o Puma (*Puma concolor*) y el Tigrillo (*Leopardus pardalis*); Hay representantes de la fauna endémica de los Andes, entre las cuales se tienen: *Oryzomys minutus*, *Echinoprocta rufescens*, algunas en peligro de extinción: *Tremarctus ornatus*, *Panthera onca*, *Puma concolor*, *Lutra longicaudis*, *Mazama americana*; y *Mustela felipei*,

4.13 Identificación de áreas y ecosistemas estratégicos

Dentro de la cuenca del río Risaralda se encuentran áreas protegidas tales como: Parque Nacional Natural Tatamá, Parque Regional Natural Verdum, Parque Regional Natural Santa Emilia, Distrito de Manejo Integrado Cuchilla del San Juan, Distrito de Manejo Integrado Cristalina-La Mesa, Distrito de Manejo Integrado Aguilinda, Distrito de Manejo Integrado Planes de San Rafael, Distrito de Manejo Integrado Arrayanal, Área de Recreación Alto del Rey, las cuales suman 17.835,91ha que equivalen al 14,20% del área total de la cuenca. Ver Tabla 137. En cuanto a áreas de importancia para la conservación de las aves –AICAS se reporta al Parque Nacional Natural Tatamá (500ha - 0,39% del territorio de la cuenca).

Tabla 137. Extensión de las áreas protegidas en la cuenca del río Risaralda.

ÁREA PROTEGIDA	ÁREA	
	ha	%
Agua Linda	326,96	0,26
Alto del Rey	55,56	0,04
Arrayanal	1257,09	1,00
Cristalina-La Mesa	2252,90	1,79
Cuchilla San Juan	8704,90	6,93
Planes de San Rafael	510,84	0,41
Santa Emilia	529,04	0,42
Tatamá	3932,96	3,13
Verdum	265,68	0,21
Total general	17835,91	14,20%

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

En relación a “Otros Ecosistemas Estratégicos” se encuentran las zonas de páramos y bosques altoandinos, de las cuales sólo una porción no se encuentra traslapada con figuras de conservación reconocidas bajo alguna categoría de manejo, esta zona se encuentra ubicada en el municipio de Mistrató y la CARDER se encuentra adelantando el proceso para reglamentar los usos en el área.

La Figura 89, muestra las áreas protegidas, ecosistemas estratégicos y suelos de protección ubicados en jurisdicción de la cuenca del río Risaralda.

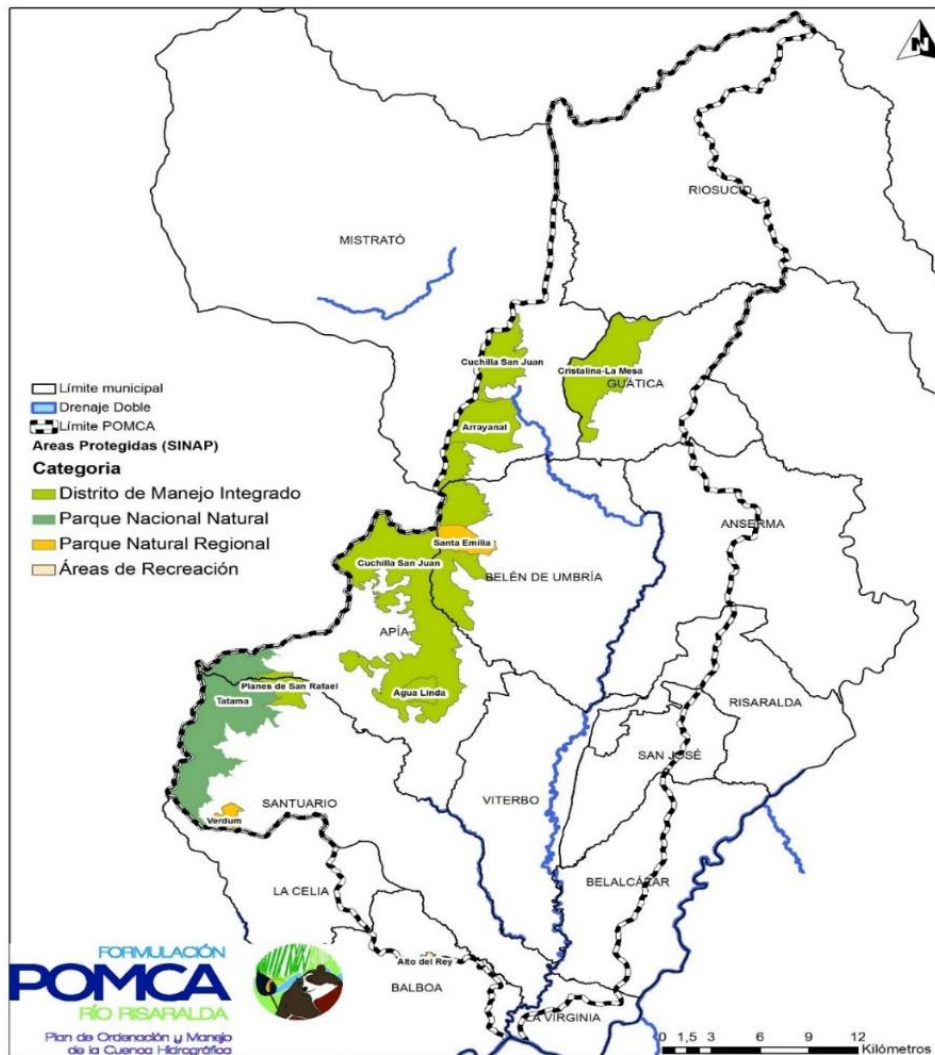


Figura 89. Áreas protegidas, ecosistemas estratégicos y suelos de protección ubicados en jurisdicción de la cuenca del río Risaralda.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

En cuanto a los suelos de protección del ordenamiento territorial municipal, la CARDER expidió un documento denominado “Determinante Ambientales”, según resolución No. 1796 de 2009 el cual es un insumo para los municipios identificar y clasificar los suelos de protección. De igual manera CORPOCALDAS incorporó el tema de suelos de protección a través de una determinante denominada Estructura Ecológica Departamental, incorporada y publicada en la Gaceta Oficial No.021 de abril de 2010; además de lo anterior, dentro de la cuenca se pueden mencionar los siguientes suelos de protección: Humedales identificados, caracterizados e incluidos en los EOT’s de los

municipios de La Celia, Guática, Santuario, Apía, Belén de Umbría, Balboa y La Virginia. Predios adquiridos por los municipios de La Celia, Guática, Santuario, Apía, Belén de Umbría, Balboa, La Virginia, Anserma, San José, Viterbo, y Belalcázar; para conservación del recurso hídrico. Zonas forestales protectoras de corrientes hídricas urbanas y rurales. Áreas de interés cultural y ecológico. Ecosistemas de interés ambiental para los municipios: Áreas para la conservación de la biodiversidad –relictos de bosque-.

5. CARACTERIZACIÓN SOCIAL, CULTURAL, ECONÓMICA Y POLÍTICO ADMINISTRATIVO

5.1 Sistema social

Pretende el conocimiento sobre la pluralidad de actores que interactúan en y sobre la cuenca del río Risaralda, a través del estudio y análisis de las siguientes variables:

5.1.1 Dinámica poblacional

Los municipios que conforman la cuenca de río Risaralda son: Apía, Balboa, Belén de Umbría, Guática, La Celia, La Virginia, Mistrató y Santuario, del departamento de Risaralda; y Anserma, Belalcázar, Riosucio, Risaralda, San José y Viterbo, del departamento de Caldas.

La cuenca Risaralda tiene un área de 125.600 ha, y su territorio es compartido por los departamentos de Caldas y Risaralda, con 6 y 8 municipios respectivamente cada jurisdicción. Está conformada por 340 veredas, 120 de Caldas y 220 de Risaralda (Ver caracterización básica de la Cuenca).

Los municipios de Apía, Belén de Umbría, Santuario y Viterbo, tienen el 100% de su territorio inmerso en la Cuenca, tanto urbano como rural.

Por otro lado, los municipios de Anserma, Guática y Mistrató, tienen el 100% de su casco urbano en la Cuenca; sin embargo, sólo el 39.27%, el 82.2% y el 15.70% de su área rural, respectivamente, pertenecen a ella. Por tanto, la Cuenca tiene 7 cascos urbanos inmersos al 100%, los cuales son las cabeceras municipales de Anserma, Apía, Belén de Umbría, Guática, Mistrató, Santuario y Viterbo. Las cabeceras urbanas de los municipios de La Celia y de Riosucio, no hacen parte de la Cuenca.

5.1.2 Población actual de la Cuenca - Año 2015

Aplicando los porcentajes de participación por área, a la población urbana y rural de los municipios, respectivamente, se obtiene la población estimada para la Cuenca en 185.534 habitantes, de los cuales 101.869, el 54.91%, viven en el área urbana (cabeceras municipales), y 83.665, el 45.09% viven en el área rural.

Tabla 138. Población total Cuenca, por municipio y por área, año 2015

MUNICIPIO	POBLACIÓN MUNICIPIO 2015			PARTICIPACIÓN ÁREA URBANA CUENCA %	PARTICIPACIÓN ÁREA RURAL CUENCA %	POBLACIÓN CUENCA 2015			PORCENTAJE POBLACIÓN CUENCA %
	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN URBANA	POBLACIÓN RESTO			POBLACIÓN URBANA	POBLACIÓN RESTO	POBLACIÓN TOTAL	
	Hab.	Hab.	Hab.			Hab.	Hab.	Hab.	
ANSERMA	33792	21425	12367	100,00%	39,27%	21425	4857	26282	14,17%
APIÁ	18982	8241	10741	100,00%	100,00%	8241	10741	18982	10,23%
BALBOA	6336	1849	4487	59,87%	22,52%	1107	1011	2118	1,14%
BELALCÁZAR	10863	5046	5817	66,74%	49,66%	3368	2889	6256	3,37%
BELÉN DE UMBRÍA	27718	13125	14593	100,00%	100,00%	13125	14593	27718	14,94%
GUÁTICA	15310	3966	11344	100,00%	82,20%	3966	9325	13291	7,16%
LA CELIA	8591	3426	5165	0,00%	15,34%	0	792	792	0,43%
LA VIRGINIA	32037	31503	534	78,46%	28,09%	24717	150	24867	13,40%
MISTRATÓ	16185	4255	11930	100,00%	15,70%	4255	1873	6128	3,30%
RIOSUCIO	61535	18990	42545	0,00%	50,10%	0	21316	21316	11,49%
RISARALDA	9583	4587	4996	68,33%	25,53%	3134	1275	4410	2,38%
SAN JOSÉ	7588	1830	5758	53,17%	73,17%	973	4213	5186	2,80%
SANTUARIO	15721	7262	8459	100,00%	100,00%	7262	8459	15721	8,47%
VITERBO	12469	10296	2173	100,00%	100,00%	10296	2173	12469	6,72%
TOTALES	276.710	135.801	140.909			101.869	83.665	185.534	100,00%

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016, con base DANE - Proyecciones municipales por área, hasta junio 30 de 2020.

El municipio con mayor población en la Cuenca es Belén de Umbría, aportando 27.718 habitantes, el aporte del 100% de su población y territorio, representa el 14.94% del total de la población de la Cuenca, siendo el primero en la lista, seguido por Anserma, La Virginia y Riosucio.



Figura 90. Población cuenca río Risaralda, año 2015 – Gráfico de barras

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

Belén de Umbría, junto con Anserma, La Virginia y Riosucio, representan más del 50% de la población total de la Cuenca. Apía, Santuario y Guática, conforman un cuarto de la torta, y el último cuarto, está conformado por la población de Viterbo, Belalcázar, Mistrató, San José, Risaralda, Balboa y La Celia.

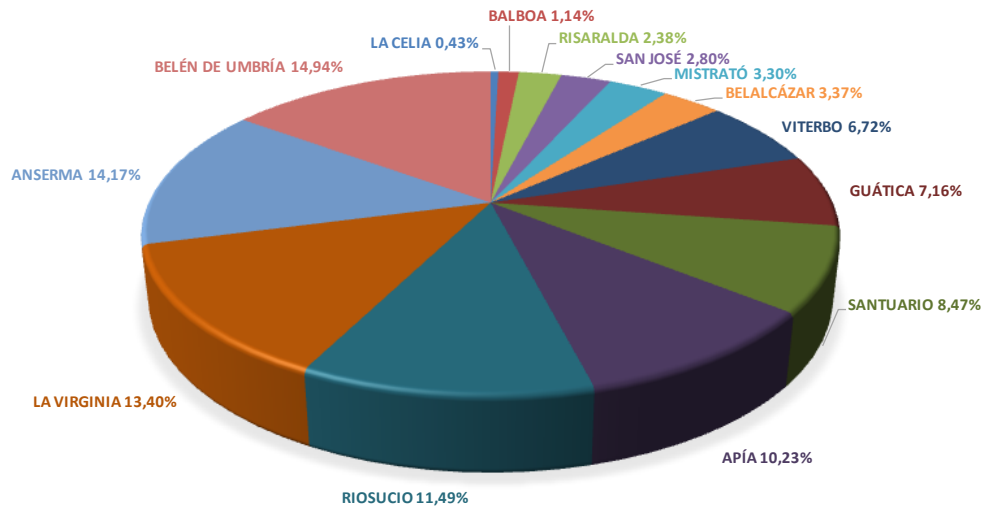


Figura 91. Población cuenca Risaralda 2015, participación porcentual por municipio
Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

5.1.2.1 Tasas de crecimiento poblacional

Aunque la tendencia tanto del crecimiento de población urbana, como del decrecimiento de la rural, es leve, las tasas de crecimiento a nivel municipal por área (urbana y rural), para el quinquenio 2015-2020, evidencian la pérdida de población rural, para la mayoría de los municipios; donde los municipios de Anserma, Belalcázar y Risaralda, son los que presentan mayor tasa decreciente. Los municipios de Mistrató, Riosucio y Apía, son los únicos que presentan tasas positivas para la zona rural.

Lo que significa un desplazamiento de población rural hacia zonas urbanas; generando en primera instancia, dos tipos de problemáticas, una referente a las densidades poblacionales urbanas, ligadas a la demanda de vivienda, de empleo y de servicios públicos, entre otras, en municipios que en su mayoría, no tienen suficientes zonas de expansión urbana; y por el otro lado, la migración de la población rural va dejando al campo sin quien lo trabaje y produzca. Y a su vez, en el desplazamiento de población urbana, especialmente de población joven hacia los municipios de Pereira y Manizales, en busca de mejores oportunidades de capacitación o trabajo.

Tabla 139. Tasa de crecimiento promedio anual Cuenca, por área - 2015-2020

MUNICIPIO	TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL QUINQUENIO 2015 - 2020	
	URBANA	RURAL
ANSERMA	0,7205%	-2,4259%
APÍA	1,1317%	0,4941%
BALBOA	0,2047%	-0,0983%
BELALCÁZAR	0,2916%	-2,1050%
BELÉN DE UMBRÍA	0,1671%	-0,1347%
GUÁTICA	0,0856%	-0,4196%
LA CELIA	0,1223%	-0,4217%
LA VIRGINIA	0,2451%	-0,7220%
MISTRATÓ	0,8866%	0,8731%
RIOSUCIO	2,1702%	0,7798%
RISARALDA	0,3937%	-2,6464%
SAN JOSÉ	0,9227%	-0,2619%
SANTUARIO	0,5314%	-0,0237%
VITERBO	0,0175%	-0,8710%

Fuente:Consortio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016,con base en DANE, proyecciones municipales por área hasta junio de 2020.

Tabla 140. Tasa porcentual de crecimiento Cuenca, por quinquenios, total y por área

AÑO	POBLACIÓN TOTAL CUENCA	TASA % de CRECIMIENTO POBLACIÓN TOTAL CUENCA	POBLACIÓN URBANA	TASA % de CRECIMIENTO POBLACIÓN URBANA CUENCA	POBLACIÓN RURAL	TASA % de CRECIMIENTO POBLACIÓN RURAL CUENCA
2005	182064		97827		84237	
2010	183752	0,184	99823	0,404	83930	-0,073
2015	185534	0,193	101869	0,406	83666	-0,063
2020	187496	0,21	104125	0,439	83372	-0,07

Fuente:Consortio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016,con base en DANE, proyecciones municipales por área hasta junio de 2020

Para la cuenca, la tasa de crecimiento promedio anual, se calculó entre el año 2015 y 2020, en 0,21%, con un crecimiento urbano del 0,44% y un decrecimiento de población rural del -0,07%. Comparado con las tasas promedio Colombia y departamentales, para el mismo período, se tiene para Colombia tasas de crecimiento positivas: para lo urbano del 1,27%, para lo rural del 0,55% y para el total del 1,10%. Para el departamento de Risaralda, la tasa urbana es del 0,72%, para el área rural es de decrecimiento -0,1%, para una tasa total del 0,54%. El departamento de Caldas, presenta una tasa de crecimiento urbana del 0,52%, una tasa de decrecimiento rural del -0,63%, para un crecimiento total del 0,2%, muy similar a la tasa de crecimiento total de la cuenca. El departamento de

Risaralda presenta una tasa de crecimiento poblacional superior a la que presenta el departamento de Caldas.

5.1.2.2 Densidad poblacional (dispersión y concentración)

La cuenca del río Risaralda, desde la mirada territorial, presenta una connotación de ruralidad, toda vez que el 99.21% de sus 125.600 hectáreas de extensión, equivalente a 124.614 ha, es un área rural, en la cual habita el 45.09% de su población. Las áreas urbanas de la Cuenca, representadas por siete cascos urbanos inmersos al 100% y cinco que lo hacen de forma parcial, se encuentran ocupando el 0.79% del territorio, donde confluye el 54.91% de su población. De donde se deducen altas densidades poblacionales urbanas, y medias o bajas densidades poblacionales rurales. Situación que genera alta demanda de servicios y presiones sobre áreas rurales en busca de la expansión territorial urbana.

Tabla 141. Densidad poblacional total Cuenca, por área: Urbana y rural, 2015

MUNICIPIO	DENSIDAD POBLACIONAL CUENCA		DENSIDAD POBLACIONAL URBANA CUENCA		DENSIDAD POBLACIONAL RURAL CUENCA	
	Hab. / Km ²	Hab. / ha	Hab/Km ²	Hab. / ha	Hab/Km ²	Hab. / ha
ANSERMA	315,18	3,15	11.345,70	113,46	59,59	0,60
APÍA	127,25	1,27	12.195,58	121,96	72,33	0,72
BALBOA	78,44	0,78	7.675,95	76,76	37,63	0,38
BELALCÁZAR	110,63	1,11	10.021,18	100,21	51,39	0,51
BELÉN DE UMBRÍA	153,48	1,53	9.807,93	98,08	81,41	0,81
GUÁTICA	159,49	1,59	8.075,60	80,76	112,56	1,13
LA CELIA	56,12	0,56	No Aplica		56,12	0,56
LA VIRGINIA	2.516,55	25,17	23.495,06	234,95	16,99	0,17
MISTRATÓ	68,88	0,69	14.507,27	145,07	21,12	0,21
RIOSUCIO	110,78	1,11	No Aplica		110,78	1,11
RISARALDA	190,76	1,91	15.965,89	159,66	55,65	0,56
SAN JOSÉ	116,64	1,17	4.925,88	49,26	95,18	0,95
SANTUARIO	82,69	0,83	22.038,59	220,39	44,57	0,45
VITERBO	110,45	1,10	3.523,55	35,24	19,76	0,20
TOTALES	147,72	1,48	10.326,89	103,27	67,14	0,67

Fuente:Consortio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016,con base en DANE e IGAC.

Para el 2015, la densidad poblacional total de la Cuenca es de 147.72 hab./Km²; no obstante, este valor se desvirtúa al ser un promedio entre valores tan extremos, entre lo urbano de 10.326,89 hab./Km², y lo rural de 67,14 hab./Km². Densidades, básicamente influenciadas, por cabeceras municipales con crecimiento poblacional y con reducida extensión territorial, ejemplo de ello, el municipio de La Virginia; y para lo rural, todo lo contrario, una cuenca bastante extensa con crecimiento poblacional negativo, excepto en los municipios de Mistrató, Apía y Riosucio.

En general, la Cuenca presenta una alta concentración urbana con tendencia al crecimiento poblacional, en especial en los municipios de La Virginia, Santuario, Mistrató, Risaralda, Anserma, Apía y Belalcázar, donde las densidades poblacionales urbanas superan los 10.000 habitantes/Km². Es por esto que, la Cuenca de connotación rural desde el punto de vista territorial, se va tornando urbana, desde el punto de vista poblacional.

5.1.2.3 Población en edad de trabajar (PET) y población económicamente activa (PEA)

Para conocer la participación de la población económicamente activa, se recurre a la tasa global de participación⁴ departamental, debido a que los datos de la PEA, no se encuentran actualizados a nivel municipal, sino a nivel departamental, de capitales departamentales o de áreas metropolitanas. Este indicador refleja la presión de la población sobre el mercado laboral, y se define bajo la siguiente fórmula:

$$\text{Tasa Global de Participación: TGP} = (\text{PEA} / \text{PET}) * 100$$

Despejando de la fórmula la PEA, se tiene que:

$$\text{PEA} = (\text{TGP} / 100) * \text{PET}$$

La tasa global de participación por departamento para el 2015, según el DANE⁵ es, para el departamento de Risaralda del 62.6%, y para el departamento de Caldas, del 56.7%; las cuales cobijan todos los municipios de cada departamento. Por tanto, las estimaciones de la PEA, para cada municipio y para la Cuenca, serían las que se muestran en la siguiente tabla.

⁴ TGP: Es la relación porcentual entre la población económicamente activa y la población en edad de trabajar.

⁵ Boletín técnico mercado laboral por departamentos. DANE, marzo de 2016

Tabla 142. Población económicamente activa - cuenca río Risaralda 2015 – PEA 2015

MUNICIPIO	TOTAL PET	POBLACIÓN	TOTAL PET	T.G.P. Depto.	PEA MCPIO.	PEA CUENCA
	MCPIO.2015	TOTAL CUENCA	CUENCA		hab	hab
	> 10 años	hab	> 10 años	%	hab	hab
ANSERMA	28.157	26.282	21.899	56,7%	15.965	12.417
APIÁ	15.343	18.982	15.343	62,6%	9.605	9.605
BALBOA	5.195	2.118	1.736	62,6%	3.252	1.087
BELALCÁZAR	8.892	6.256	5.121	56,7%	5.042	2.904
BELÉN DE UMBRÍA	22.591	27.718	22.591	62,6%	14.142	14.142
GUÁTICA	12.627	13.291	10.962	62,6%	7.905	6.862
LA CELIA	7.018	792	647	62,6%	4.393	405
LA VIRGINIA	26.505	24.867	20.573	62,6%	16.592	12.879
MISTRATÓ	11.969	6.128	4.532	62,6%	7.493	2.837
RIOSUCIO	51.217	21.316	17.742	56,7%	29.040	10.060
RISARALDA	7.759	4.410	3.570	56,7%	4.399	2.024
SAN JOSÉ	6.176	5.186	4.221	56,7%	3.502	2.393
SANTUARIO	12.852	15.721	12.852	62,6%	8.045	8.045
VITERBO	10.136	12.469	10.136	56,7%	5.747	5.747
TOTAL	226.437	185.535	151.827		135.122	91.406

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016; con base en DANE, proyecciones 2015 y Boletín técnico del mercado laboral por departamentos para el 2015, marzo 2016.

De acuerdo a la tasa global departamental estimada por el DANE, los municipios de Caldas tienen menor participación que los municipios de Risaralda, toda vez que, por cada 100 personas en edad de trabajar, se tienen 56.7 personas económicamente activas, en los municipios de Caldas; y en los de Risaralda, 62.6 personas económicamente activas, por cada 100 en edad de trabajar.

En promedio para la Cuenca, se estima una población económicamente activa PEA, que está trabajando (población ocupada) o buscando trabajo (población desocupada), de 91.406 personas, equivalentes al 60% de la población en edad de trabajar PET. La mayoría de los municipios tienen más del 80% de su población en edad de trabajar (mayor a 10 años), exceptuando el municipio de Mistrató, donde es del 74% aproximadamente; lo que se traduce en un estimado de 151.925 personas para la Cuenca.

A pesar de las cifras departamentales oficiales reportadas, la realidad territorial indica que personas menores de 10 años hacen parte del mercado laboral de la región, especialmente en las zonas rurales, donde la población infantil tiene una representación importante en el trabajo familiar no remunerado, enmarcado en su mayoría dentro de la economía informal de la región.

5.1.3 Dinámica de apropiación y ocupación del territorio

Los patrones históricos de la región del Eje Cafetero, corresponden a la interacción entre la ocupación indígena prehispánica y las ocupaciones posteriores de la conquista española y la colonia, entre los siglos XVI y XVIII.

Dichos patrones de ocupación se asocian a un sincretismo cultural y una ocupación del territorio asociado a la producción agrícola, agropecuaria y minera. Posteriormente con las ocupaciones de las colonizaciones antioqueña y caucana, en el siglo XIX, la apropiación del territorio se ve asociada a la densificación de la población de la Cuenca y a la consolidación de la mayoría de los centros poblados. En el siglo XX y XXI, la Cuenca se fortalece como una cuenca productora agrícola.

En la actualidad, la dinámica y apropiación del territorio es compleja porque obedece a una variedad de fenómenos ambientales y culturales. De acuerdo con la información recolectada en campo, en las entrevistas, en los talleres participativos y en las auditorías visibles, la comunidad coincide en las diferentes problemáticas sobre la Cuenca, las cuales inciden en la dinámica y la apropiación del territorio. La realidad sobre el territorio es una mezcla de conflictos ambientales relacionados con: Una fuerte o alta presión hacia el valle aluvial del río Risaralda, ocasionada por la ocupación de proyectos urbanísticos de conjuntos cerrados en condominios, por el proyecto Concesión Pacífico Tres, por la extracción de material de arrastre y por el monocultivo de la caña de azúcar. Hacia la Cuenca media y alta, un conflicto del uso del suelo entre ganadería, actividades agropecuarias, el cultivo del café, plantaciones forestales, monocultivos, como el aguacate Hass, minería legal e ilegal, y la presión hacia zonas de bosque primario; además de los conflictos sociales entre población indígena y campesina por la tenencia de la tierra. Adicionalmente, se presentan los proyectos de generación de energía, (PCH) pequeñas centrales hidroeléctricas.

Producto de las formas de adaptación y apropiación del territorio, se evidencian como las principales fortalezas de la Cuenca las áreas de interés ambiental como, los distritos de manejo integrado, el parque natural nacional Tatamá, las áreas regionales protegidas de Risaralda y las áreas de interés ambiental municipal de Caldas. Adicionalmente la declaratoria en 2010 por la UNESCO, del Paisaje Cultural Cafetero como Patrimonio de la Humanidad.

Se debe destacar que esta zona es la conexión con el departamento del Chocó, vía a Quibdó y caminos hacia el departamento de Antioquia; generando relaciones y apropiación del territorio con influencia de población afrodescendiente y población Embera Chamí.

En relación a la prestación de servicios, la población de la cuenca Risaralda se desplaza constantemente hacia la ciudad de Pereira, que se encuentra entre las cuencas Otún y La Vieja; así mismo, existe una demanda hacia la cuenca del río Risaralda de productos agrícolas. También hay un fuerte relacionamiento con la ciudad de Manizales, de carácter más institucional, por parte de los municipios de Caldas.

La dinámica y apropiación del territorio de la cuenca del río Risaralda, se encuentra asociada tanto a las dinámicas culturales y socioeconómicas internas entre municipios, cascos urbanos, centros poblados, corregimientos y veredas;

como a las dinámicas externas regionales. De allí que las implicaciones sobre la misma, deben asociarse a las diversas dinámicas que actualmente hacen presencia sobre el territorio, las cuales se convierten en desafíos para fortalecerla.

5.1.4 Servicios sociales básicos

5.1.4.1 Educación

Los Centros Regionales de Educación Superior – CERES, que actualmente están operando en los municipios de la cuenca del río Risaralda se encuentran en Mistrató, Santuario, Belén de Umbría, Anserma y Riosucio; a través de las ofertas académicas de la Universidad de Caldas y la Universidad Tecnológica, principalmente; aunque también hace presencia la Fundación Universitaria del Área Andina – FUA, y la Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal – UNISARC. Los programas ofertados son diferentes tecnologías y licenciaturas, entre ellas, la licenciatura en educación ambiental.

La oferta educativa a nivel universitario y de diplomados, se pretende aumentar para el 2017, a través del proyecto de regionalización del Clúster de Educación Superior Eje Cafetero, liderado por la Universidad de Caldas. El nodo educativo sería el municipio de Anserma, y posiblemente se amplíe con un punto nodal en el municipio de La Virginia.

Por su parte, el Servicio Nacional de Aprendizaje- SENA, hace presencia en la Cuenca a través de la formación presencial y virtual.

De la misma manera, los Proyectos Ambientales Escolares-PRAES, los Proyectos Ciudadanos de Educación Ambiental –PROCEDAS y el programa Ondas de Colciencias.

Respecto a la educación preescolar, básica primaria y secundaria, se tiene la siguiente cobertura bruta y neta en la cuenca Risaralda.

Tabla 143. Cobertura bruta y neta (%), según nivel educativo en la cuenca del río Risaralda

Municipios Cuenca	Tasa Cobertura Bruta (%)				Tasa Cobertura Neta (%)			
	Preescolar	Básica Primaria	Básica Secundaria	Media	Preescolar	Básica Primaria	Básica Secundaria	Media
Riosucio	65,7	86,1	97,8	77,9	50,4	71,2	71,8	38,6
Anserma	76,1	106,4	109,6	81,8	53,1	84,8	74,3	38,4
Guática	61,8	86,1	104,3	78,7	38,6	73,5	75,1	45,1
Belalcázar	78,2	114,9	97,1	61,4	62,1	88,9	62,1	29,6
San José	36,6	65	79	55,4	21,4	47,1	53,1	29,1
Risaralda	77,6	128,6	134,8	80,2	58,3	95,8	79,6	30,6

Viterbo	69,5	97,2	110,4	88,3	54,1	79,8	82,2	50,7
Apía	35,1	61,6	68,1	52,8	22,6	49,5	47,8	27,8
Santuario	65,7	94,9	88	47,2	41,3	71,6	60,9	26,5
Balboa	80,9	107,5	134,37	85,5	52,2	78	81,3	36,2
Belén de Umbría	69,3	93,6	99,5	78,6	42,9	74,6	65,9	34
La Celia	63,1	84,7	101,1	65	42	65,6	60,6	37,7
La Virginia	85,8	105,3	108,8	82,6	50,6	83,7	84,8	47,2
Mistrató	81,4	120,3	68	43,6	35,4	77,5	43,9	20,1
Depto. de Risaralda	82	107	104	86	52	84	78	41
Depto. de Caldas	71,3	94,4	99,5	83,4	54,1	76,5	70,6	43,7

El color gris representa los porcentajes máximos de cobertura bruta y neta.

El color amarillo representa los porcentajes mínimos de cobertura bruta y neta

Fuente: Departamento Nacional de Planeación. Fichas de caracterización territorial. 2014

5.1.4.2 Salud

En 2016, en la Cuenca se estiman 155.701 habitantes que pertenecen al POS, equivalente al 83.74% del total de la población; de los cuales 35.209 hab., el 18.94%, hacen parte del régimen contributivo, y 120.492 hab., el 64.81%, pertenecen al régimen subsidiado de salud; y quedando un 16.26%, equivalente a 30.228 personas, sin cobertura.

El municipio con mayor porcentaje de población afiliada al régimen contributivo es La Virginia, con el 57.08% de su población; lo que hace intuir que es el municipio con mayor vinculación laboral formal. Municipios como Mistrató, San José, Guática, La Celia y Apía, no llegan al 10% de su población en el régimen contributivo; y para el régimen subsidiado ocurre lo contrario, porcentajes que van desde el 46.8%, para Apía; hasta más del 88%, en Mistrató y Risaralda.

Así mismo para el Sisbén, se establece una cobertura para los municipios de la Cuenca, del 40.27%; encontrándose municipios como Balboa, La Celia, Belén de Umbría, La Virginia, Santuario y Guática, donde el porcentaje afiliado al Sisbén, es superior al 50% de la población. El municipio con mayor población afiliada al Sisbén es Balboa; y el de menor afiliación, es Riosucio; lo que puede deberse a que la población indígena no requiere tener este tipo de afiliación para obtener las prebendas del gobierno.

Tabla 144. Población afiliada al POS y SISBÉN - Cuenca 2016

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL CUENCA 2016	POBLACIÓN CUENCA AFILIADA A SALUD - POS-			TOTAL POBLACIÓN CUENCA AFILIADA	TOTAL POBLACIÓN CUENCA AFILIADA A SISBÉN
		Contributivo	Subsidiado			
Anserma	26.322	5.171	18.676	23.847	8.218	
Apía	19.129	1.758	8.963	10.721	9.560	
Balboa	2.117	283	1.577	1.860	1.769	
Belalcázar	6.207	823	4.418	5.241	2.063	
Belén de Umbría	27.724	3.835	19.482	23.317	19.129	
Guática	13.255	957	8.563	9.520	6.950	
La Celia	789	63	577	640	566	
La Virginia	24.928	14.229	13.261	27.490	17.071	
Mistrató	6.180	359	5.453	5.812	2.815	
Riosucio	21.508	2.847	13.331	16.178	905	
Risaralda	4.393	692	3.941	4.633	1.654	
San José	5.187	354	2.524	2.878	981	
Santuario	15.751	2.198	9.404	11.602	8.891	
Viterbo	12.438	4.545	7.261	11.806	3.558	
TOTAL	185.929	35.209	120.492	155.701	74.867	
% POBLACIÓN AFILIADA		18,94%	64,81%	83,74%	40,27%	

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016, con base Ministerio de Salud y Protección Social, 2016 y Dirección Territorial de Salud de Caldas, 2016, y Proyecciones de población DANE 2005 – 2020.

Según los datos obtenidos se identifica entonces, la considerable población que está en condiciones económicas precarias, debido a la cantidad de habitantes subsidiados, aproximadamente el 65%, y la poca población que tiene las facilidades económicas para pagar su seguridad social, aproximadamente el 19%; adicional a esto, la población que no tiene cobertura puede deberse a que es población migrante, que trabajan a destajo, jornaleros, recolectores de café, y diversas formas de subempleo.

5.1.4.3 Vivienda

Se asume como dato oficial el Censo DANE 2005 y su respectiva conciliación censal en el 2007.

Tabla 145. Población, hogares y viviendas Cuenca, conciliación 2005, total y por área

MUNICIPIOS	POBLACIÓN CONCILIADA CUENCA			HOGARES AJUSTADOS CUENCA			VIVIENDAS AJUSTADAS CUENCA		
	TOTAL	CABECERA	RESTO	TOTAL	CABECERA	RESTO	TOTAL	CABECERA	RESTO
ANSERMA	26131	20334	5797	7123	5736	1387	6976	5624	1352
APIÁ	17514	7156	10358	4614	2078	2536	4474	2053	2421
BALBOA	2106	1083	1023	558	302	256	544	295	249
BELALCÁZAR	6754	3355	3399	1835	941	894	1729	904	825
BELÉN DE UMBRÍA	27717	12824	14893	7135	3657	3478	6898	3529	3369
GUÁTICA	13619	3767	9852	3665	1131	2534	3645	1130	2515
LA CELIA	818	0	818	189	0	189	184	0	184
LA VIRGINIA	24238	24077	161	6598	6554	43	5843	5801	42
MISTRATÓ	5764	4013	1751	1618	1206	412	1571	1166	405
RIOSUCIO	19075	0	19075	4807	0	4807	4797	0	4797
RISARALDA	4503	2836	1667	1232	827	405	1213	819	395
SAN JOSÉ	5234	814	4420	1320	202	1118	1176	195	981
SANTUARIO	15420	6864	8556	4021	2018	2003	3948	1982	1966
VITERBO	13159	10689	2470	3328	2749	579	3269	2693	576
TOTAL	182052	97813	84239	48043	27401	20642	46267	26191	20076

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016, con base en población conciliada DANE, a mayo de 2007

De acuerdo a la tabla anterior, la Cuenca contaba para el año 2005, con una población total de 182.052 personas, que conformaban 48.043 hogares, los cuales habitaban 46.267 viviendas; donde el 56.6% de ellas se encontraban en el área urbana y el 43.4% restante, en el área rural. Estos porcentajes corresponden a un total de 26.191 viviendas en las áreas urbanas y 20.076 viviendas ubicadas en las áreas rurales de ésta.

De acuerdo a los usuarios registrados en el servicio público de energía para el 2016, se podría estimar el número de viviendas urbanas actuales para la cuenca en aproximadamente, 27.538 viviendas; 1347 viviendas más que las ajustadas DANE 2005. Para estimar el de las viviendas rurales, es necesario sumar las viviendas sin servicio de energía, las cuales según censo agropecuario para la cuenca son 454 y para CHEC, 104; se podría estar hablando de un aproximado entre 20.100 y 20.500 viviendas rurales en la cuenca, muy similar a las viviendas rurales dadas en el Censo 2005, las cuales se calcularon para la Cuenca en 20.076 viviendas.

La Cuenca presenta en todos los municipios un número de hogares superior al número de viviendas, evidenciando el déficit cuantitativo de éstas. Los hogares son conformados en promedio, por 3.56 personas en la zona urbana, y 4.08 personas para la zona rural. El número de personas por vivienda es en promedio de 3.73 para las zonas urbanas; y de 4.2 personas, para las zonas rurales de la cuenca.

5.1.4.4 Recreación

En la cuenca del río Risaralda el principal sitio de interés ecológico es el Parque Natural Nacional Tatamá, del cual hacen parte los municipios de Santuario y Apía. Seguido por los distritos de manejo integrado en los demás municipios de Risaralda y el parque regional natural Santa Emilia en Belén de Umbría. Las áreas protegidas corresponden a 17.819 hectáreas, que representan el 14.18%

de área total de la cuenca Risaralda, la cual tiene 125.600 hectáreas. Los sitios con énfasis por su importancia ecológica, se encuentran principalmente en el departamento de Risaralda, como sistema departamental de áreas protegidas SIDAP, las cuales están inscritas en el registro único nacional; según lo establecido en el decreto 2372 del 2010 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Tabla 146. Sitios de interés con importancia ecológica para el departamento de Risaralda

Área Protegida	Categoría	MUNICIPIO
Agua Linda	Distrito de Manejo Integrado	APÍA
Alto del Rey	Área de Recreación	BALBOA
Cristalina-La Mesa	Distrito de Manejo Integrado	GUÁTICA
Planes de San Rafael	Distrito de Manejo Integrado	SANTUARIO
Planes de San Rafael	Distrito de Manejo Integrado	APÍA
Santa Emilia	Parque Regional Natural	APÍA
Santa Emilia	Parque Regional Natural	BELÉN DE UMBRÍA
Arrayanal	Distrito de Manejo Integrado	MISTRATÓ
Verdum	Parque Regional Natural	SANTUARIO
Cuchilla San Juan	Distrito de Manejo Integrado	APÍA
Cuchilla San Juan	Distrito de Manejo Integrado	BELÉN DE UMBRÍA
Cuchilla San Juan	Distrito de Manejo Integrado	MISTRATÓ
Tatamá	Parque Nacional Natural	SANTUARIO
Tatamá	Parque Nacional Natural	APÍA

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

Para el departamento de Caldas se cuenta con áreas de interés ambiental municipal, en la resolución 471 de 2009, no se describen áreas, la accesibilidad es por vía carretable, las principales prácticas serían el senderismo y el avistamiento de aves.

Tabla 147. Áreas de interés ambiental municipal para Caldas

Municipio	Área de interés ambiental
Anserma	Bosque vereda Juan Pérez, Bosque Bella Vista, Bosque Las Casillas
San José	Bosque de los López
Riosucio	Zona forestal finca Municipal

Fuente: Estructura Ecológica principal del territorio de Jurisdicción de CORPOCALDAS. Áreas de interés ambiental Municipal. Conservación de la Biodiversidad Resolución 471 de 2009 CORPOCALDAS.

Si bien la presencia de estas áreas de la Cuenca es una fortaleza, como un bien natural de alto potencial turístico, además de estar enmarcadas en el Paisaje Cultural Cafetero, siguen siendo lugares poco visitados, en algunos casos por tener el antecedente del conflicto armado de las décadas de los 90's y comienzos

del 2000. En el marco de la prospectiva y zonificación se deben generar programas y propuestas que fortalezcan el tema del turismo sostenible.

5.1.4.5 Equipamientos Comunitarios

Los salones donde se reúne la comunidad de la Cuenca son alrededor de 391 salones comunales, con una cobertura promedio del 92%; en muchos de los casos las comunidades se reúnen en las escuelas y en las Iglesias de las veredas o corregimientos, y éstas son tenidas en cuenta como las sedes comunales.

Los hogares para la atención de la población adulta mayor en la Cuenca, se ubican únicamente en las cabeceras municipales, y su cobertura es baja, del 19.85% del total de la población adulta mayor, en los rangos de edad entre 55-80 y más.

La población de primera infancia corresponde a 16.956 menores de 0 a 4 años, equivalente al 9.1 % de total de la población de la cuenca. La cobertura en asistencia en hogares comunitarios o jardines infantiles, a esta población, es el 50.32% para la cuenca Risaralda; atendidos en 74 hogares infantiles (47 en las cabeceras y 27 en el resto).

5.1.4.6 Servicios Públicos

Actualmente en Colombia, la normatividad para la prestación de los servicios públicos domiciliarios basada en la Ley 142 de 1994, se ha ampliado a través de decretos y resoluciones, con la finalidad última, del aseguramiento de una óptima calidad en su prestación y, en la sostenibilidad tanto empresarial, como del medio ambiente. Es así como los municipios deben asegurar no sólo la prestación de los servicios públicos con calidad, sino cumplir con la elaboración y ejecución de Planes Maestros de Acueducto y Alcantarillado - PMAA, el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV (Resolución 2145/04) y el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS (Resolución 2981/13); apoyados a través del Programa Agua y Saneamiento para la Prosperidad – Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento PAP – PDA. En Caldas, el ente encargado del PDA, es la Secretaría de Vivienda, Agua Potable y Saneamiento del departamento; en Risaralda, es la Empresa Aguas y Aseo de Risaralda, adscrita a la Gobernación del departamento.

De acuerdo a la normatividad vigente (754 de 2014), sobre la adopción de la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los PGIRS; los municipios radicaron nuevos PGIRS en las corporaciones, a través del apoyo de los PDA, algunos de los cuales han sido recientemente adoptados, o están en proceso de adopción por los municipios, por tanto, no hay todavía un seguimiento al grado de cumplimiento de sus nuevos programas y metas propuestas. Igualmente, con los PSMV, con el fin de obtener documentos y presupuestos, ajustados a tiempos de ejecución alcanzable y

viable financieramente; éstos fueron recientemente aprobados, exceptuando el del municipio de Balboa, el cual está en revisión. El grado de cumplimiento es alto para el municipio de Mistrató y San José; para los demás municipios, el cumplimiento es parcial.

Tabla 148. Empresas prestadoras de los servicios públicos domiciliarios en la Cuenca

DEPTO.	MUNICIPIO	PAP - PDA CALDAS o RISARALDA	OPERADOR ASEO	OPERADOR ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	OPERADOR ENERGÍA
CALDAS	ANSERMA	VINCULADO	EMAS de OCCIDENTE S.A. E.S.P.	EMPOCALDAS S.A. E.S.P.	CHEC
	BELALCÁZAR	VINCULADO	EMAS de OCCIDENTE S.A. E.S.P.	EMPOCALDAS S.A. E.S.P.	
	RIOSUCIO	VINCULADO	NO APLICA		
	RISARALDA	VINCULADO	EMAS de OCCIDENTE S.A. E.S.P.	EMPOCALDAS S.A. E.S.P.	
	SAN JOSÉ	VINCULADO	EMAS de OCCIDENTE S.A. E.S.P.	EMPOCALDAS S.A. E.S.P.	
	VITERBO	VINCULADO	EMSERVI- S.A. E.S.P. (Subcontrato con ATESA)	EMPOCALDAS S.A. E.S.P.	
RISARALDA	APÍA	VINCULADO	ESPM de APÍA		
	BALBOA	VINCULADO	ESPM de BALBOA EMILIO GARTNER		
	BELÉN DE UMBRÍA	VINCULADO	ESPM de BELÉN DE UMBRÍA		
	GUÁTICA	VINCULADO	EMAS de OCCIDENTE S.A. E.S.P.	ESPM de GUÁTICA	
	LA CELIA	NO VINCULADO	NO APLICA		
	LA VIRGINIA	NO VINCULADO	ESPM de LA VIRGINIA		
	MISTRATÓ	VINCULADO	ESPM de MISTRATÓ		
	SANTUARIO	VINCULADO	ESPM de SANTUARIO		

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

La entidad prestadora del servicio de energía en el total del territorio de la Cuenca, es la Central Hidroeléctrica de Caldas, CHEC, hoy perteneciente al grupo EPM. La cobertura urbana es del 100% y la rural es del 99.7%, aproximadamente.

La cobertura urbana del servicio de aseo, de acuerdo a los prestadores municipales es del 100%, a excepción de Mistrató, que es del 98%, Apía y Santuario, con el 99%, y Balboa con el 70,45%. Para la zona rural, algunas de las empresas prestan servicios de recolección en algunos centros poblados nucleados, debido a que los desechos en la zona rural son enterrados, quemados o arrojados a cielo abierto o a las cañadas.

El servicio de acueducto y alcantarillado es prestado en las zonas urbanas por las empresas prestadoras anteriormente relacionadas; cabe anotar que ninguna cabecera municipal en la Cuenca, cuenta con PTAR. Para las zonas rurales, el servicio de acueducto se presta a través de acueductos rurales, generalmente administrados por las JAC. La mayoría de estos acueductos presentan IRCAS con alto porcentajes de riesgo para consumo humano.

Tabla 149. Cobertura promedio acueducto y alcantarillado, Cuenca 2015

MUNICIPIO	CUENCA COBERTURA URBANA ACUEDUCTO	CUENCA COBERTURA RURAL ABASTECIMIENTO DE AGUA POR ACUEDUCTO	CUENCA COBERTURA PROMEDIO ABASTECIMIEN TO DE AGUA POR ACUEDUCTO	CUENCA COBERTURA URBANA ALCANTARILLADO	CUENCA COBERTURA RURAL ALCANTARILLADO	CUENCA COBERTURA PROMEDIO DE ALCANTARILLADO POR MUNICIPIO
ANSERMA	99,98%	82,00%	90,99%	97,23%	43,96%	70,60%
APÍA	99,30%	63,53%	81,42%	95,61%	56,54%	76,08%
BALBOA	93,00%	74,00%	83,50%	90,33%	54,50%	72,42%
BELALCÁZAR	100,00%	61,47%	80,74%	93,06%	57,80%	75,43%
BELÉN DE UMBRÍA	100,0%	70,00%	85,00%	98,00%	63,16%	80,58%
GUÁTICA	98,40%	85,00%	91,70%	100,00%	63,06%	81,53%
LA CELIA	NO APLICA	57,50%	57,50%	NO APLICA	37,83%	37,83%
LA VIRGINIA	100,00%	60,00%	80,00%	98,00%	3,41%	50,71%
MISTRATÓ	93,00%	76,40%	84,70%	95,37%	41,63%	68,50%
RIOSUCIO	NO APLICA	82,49%	82,49%	NO APLICA	53,99%	53,99%
RISARALDA	100,00%	95,00%	97,50%	95,37%	73,62%	84,50%
SAN JOSÉ	100,00%	50,05%	75,03%	100,00%	41,85%	70,93%
SANTUARIO	100,0%	71,81%	85,91%	99%	85,26%	92,13%
VITERBO	95,94%	78,68%	87,31%	85,25%	56,88%	71,07%
PROMEDIOS CUENCA	98,30%	72,00%	85,25%	95,60%	52,39%	70,45%

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016, con base en empresas de servicios públicos, acueductos comunitarios, Secretarías departamentales de Salud, PDA departamentales, Corporaciones Autónomas Regionales y DANE 2005 y 2014.

De acuerdo a la tabla anterior, la Cuenca presenta para las zonas rurales, una cobertura promedio de abastecimiento de agua por acueducto del 72%; para el alcantarillado rural, del 52.15%; y para el saneamiento básico (Stard y pozos sépticos), del 39%; donde los municipios de La Virginia y Anserma, son los que tienen el mayor porcentaje de sus viviendas rurales con dichos sistemas. Los municipios con menor proporción de viviendas con sistemas sépticos, son Santuario, Mistrató y Viterbo.

Para los municipios de Mistrató y Balboa, que presentaron una cobertura de acueducto urbano, por parte de los prestadores de servicios públicos municipales del 82%, se incrementó la cobertura al 93% debido a los acueductos comunitarios que surten parte de la cabecera municipal. El municipio de La Virginia que presentó el 0% de cobertura de alcantarillado para el Censo 2005, porque tenía el 95,83% de sus viviendas rurales con pozo séptico, reportó para el censo agropecuario 2014, el 3.41% de sus viviendas rurales dispersas con alcantarillado.

Se tiene entonces un estimado de cobertura promedio para la Cuenca del 85,25% para acueducto, del 70,45% para alcantarillado y del 39% para saneamiento básico rural.

Si bien la Cuenca presenta una amplia oferta de fuentes para el servicio de acueducto, cuando se presenta el fenómeno del niño o la niña, los racionamientos en el servicio se incrementan, tanto por las empresas públicas municipales, como por los acueductos comunitarios en las zonas rurales; en el caso del fenómeno del niño es por desabastecimiento (reducción de caudales) y, en el del fenómeno de la niña, por deslizamientos en las bocatomas de los

acueductos. Situaciones con origen, en algunos casos, en la carencia de la zona forestal protectora, haciéndolos muy vulnerables al cambio climático.

5.1.4.7 Medios de comunicación comunitarios

Las emisoras y periódicos con énfasis en programas de educación ambiental, son: la emisora de la Universidad Tecnológica, con el programa Ambiente al Aire; la emisora de la Policía Nacional, con el programa de la Policía Ambiental y Ecológica; la Remigio Antonio Cañarte; las emisoras comunitarias y canales de televisión comunitarios municipales. Se debe destacar que a través de las actividades complementarias del POMCA, se ha participado en estos programas y se han transmitido, entrevistas y cuñas radiales.



Figura 92. Entrevista radial Consejo de Cuenca
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

5.1.5 Tamaño predial asociado a presión demográfica

La cuenca Risaralda posee alrededor de 20.052 predios distribuidos en los 14 municipios que hacen parte de la misma. Teniendo en cuenta la proporción de territorio de cada municipio en la Cuenca, se denota su mayor o menor participación predial; de esta manera, se tiene que predomina el minifundio y microfundio, con 39% y 35% respectivamente, mientras que la gran propiedad no llega al 1% de los predios totales; lo que evidencia una presión demográfica importante en las áreas adyacentes a los cascos urbanos de los municipios de la Cuenca especialmente en Guática, Belén de Umbría y Viterbo; también en el centro, y sobre la parte media, extremo oriental, en los municipios de Anserma, Belalcázar y San José.

Tabla 150. Predios por rango de tamaño, cuenca Risaralda,

TIPO DE PROPIEDAD	Rango predial	# Predios
Gran propiedad	> = 100 ha	134
De mediana a gran propiedad	50 < 100 ha	270

Mediana propiedad	20 < 50 ha	860
Pequeña propiedad	5 < 20 ha	4041
Minifundio	1 < 5 ha	7800
Microfundio	< 1 ha	6947
TOTAL PREDIOS		20052

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016, con base en IGAC.

De otro lado, se observa que la gran propiedad de la Cuenca, se encuentra concentrada en la parte occidental alta, asociada a A.P.; y en la parte baja, asociada a parcelaciones con fines de establecimiento de condominios, casas de recreo y centros recreacionales, donde la vocación agropecuaria del suelo y las coberturas productivas, han cedido paso a la vivienda campestre; lo que refleja un fenómeno de suburbanización en algunos sectores de la Cuenca. Entre los condominios existentes en la actualidad, los proyectados y/o en proceso de construcción como parcelaciones de vivienda campestre, así como de centros de recreo en la Cuenca, existen aproximadamente 1480 lotes, 538 cabañas y 942 lotes sin cabañas, esta situación particular para la Cuenca indica que el fenómeno de suburbanización tiende a consolidarse cada vez más, generando entre otras cosas mayor fragmentación de la propiedad, con las dinámicas que ello conlleva en términos de demanda de recursos, como suelos productivos y agua, principalmente, al igual que el impacto en la estructura económica de los municipios, asociada a las demandas de los residentes temporales en condominios y visitantes de sitios de recreación, que implican otro tipo de empleos y motivan otros tipos de economía para las familias residentes en los municipios con esta dinámica. También es preocupante la destinación de suelos, con vocación agrícola y pecuaria, para fines de parcelaciones de vivienda campestre, dado que este fenómeno tiende a comprometer la seguridad alimentaria de la región al reducir su disponibilidad para la producción.

Finalmente se puede concluir que, particularmente en la cuenca Risaralda la presión demográfica asociada al aumento de la población, no necesariamente es la que está influyendo en la fragmentación predial, este fenómeno está entonces abiertamente influenciado por dinámicas económicas y presiones externas a la Cuenca provenientes de los centros urbanos más cercanos a ella como Pereira y Manizales, donde es propio el aumento creciente de la suburbanización y que se extiende regionalmente a otros municipios con connotaciones más rurales pero que brindan ciertas facilidades de movilidad desde y hacia estos centros urbanos, como son por excelencia algunos de los municipios de la cuenca Risaralda, con las problemáticas propias ya mencionadas en párrafos anteriores y que deben ser tenidas muy en cuenta en la fase de prospectiva y de formulación del POMCA, con el objeto de prevenir mayores impactos y tratar de regular este fenómeno a través de la gestión de los entes territoriales y las autoridades ambientales, mediante la definición de densidades máximas más restrictivas para parcelaciones de vivienda en suelo rural y para densidades máximas de vivienda en suelo rural suburbano.

5.1.6 Pobreza y desigualdad

La línea de pobreza está asociada al tipo de ocupación de la población para obtener ingresos, la informalidad laboral, se encuentra entre las actividades más altas para la Cuenca. Aunque las comunidades cuenten con una actividad económicamente activa, (actividades agrícolas en su mayoría), los ingresos obtenidos por la población ocupada, más no empleada, les permitirá sobrevivir. Esto con respecto al minifundio y microfundio que es predominante en la Cuenca Risaralda. Si bien la actividad de recolección de la cosecha cafetera ha sido una de las actividades principales de la Cuenca, la población campesina no se quiere dedicar a este oficio, por tal motivo ha sido la población indígena (Embera Chami), la que ha realizado esta actividad en los últimos años. Y es precisamente, en los municipios donde habita esta población, donde se dan los mayores índices de NBI, en la Cuenca.

5.1.7 Seguridad alimentaria

En la cuenca Risaralda se encuentran diferentes productos para el abastecimiento de la población, sin embargo es sabido que mucha de su economía aún se sustenta en el café y que se han perdido algunos cultivos tradicionales por la incorporación de nuevas tendencias, muchas asociadas a programas y proyectos nacionales y regionales, que impulsan determinado tipo de cultivo y que no son sostenibles en el tiempo para los pequeños productores.

Es así como se han emprendido proyectos desde iniciativas gubernamentales regionales y nacionales, en algunos municipios de la Cuenca, tendientes a generar una mayor seguridad alimentaria a partir del desarrollo de cultivos por parte de las comunidades, en huertos comunitarios y familiares que permitan a la población acceder a una alimentación básica más asequible y saludable.

Se resalta la importancia de los municipios de La Virginia, Belén de Umbría y Anserma, como centros de abastecimiento y comercialización. Adicionalmente cuentan con algunas infraestructuras de apoyo funcional como comercio y entidades financieras, que atraen población de los municipios cercanos, la cual aprovecha para realizar la compra de productos alimenticios en estos mercados, mientras realizan otro tipo de diligencias.

De otro lado, para la parte alta de la cuenca Risaralda, la principal infraestructura de abastecimiento es la plaza de mercado de Riosucio, la cual no se encuentra precisamente al interior de la Cuenca, pero se considera como centro de abasto para la población de sus alrededores.

Es importante señalar que la infraestructura para el abastecimiento de alimentos en la Cuenca es básica y se reduce a las plazas de mercado de los pueblos o mercados campesinos, no se cuenta con centrales mayoristas ni grandes superficies comerciales y de mercado, como las existentes en los centros urbanos de orden funcional más complejo, razón por la cual los habitantes tienen

un acceso más limitado a otros productos que no se producen al interior de la Cuenca y que no se comercializan en los mercados campesinos o plazas municipales; teniendo que desplazarse a las plazas de mercado de Pereira (Mercasa y Central Minorista) y Manizales principalmente, para comercializar sus productos. Del mismo modo, los pobladores de la Cuenca, en algunas ocasiones deben desplazarse hacia estos centros urbanos para adquirir algunos productos de la canasta familiar que no se comercializan en ella.

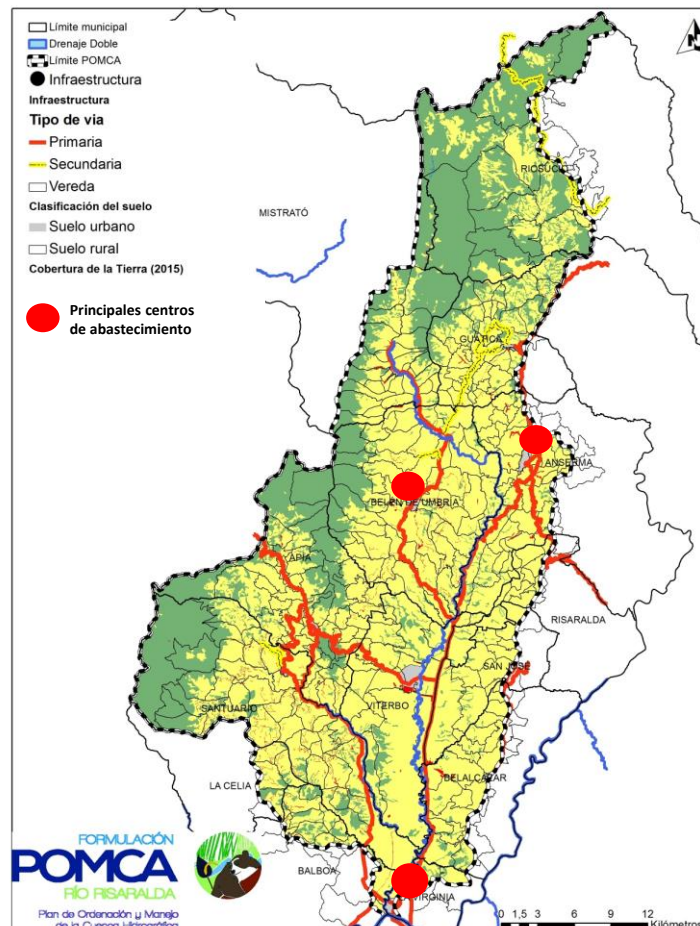


Figura 93. Ubicación de los principales mercados en la cuenca Risaralda
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

Bajo el panorama anterior, es necesario considerar que la Cuenca requiere del desarrollo de infraestructura, tanto para la comercialización como para el abastecimiento de alimentos, máxime cuando se prevé mayores dinámicas socioeconómicas con la puesta en operación de megaproyectos nacionales como la troncal Pacífico 3, que impondrá nuevos retos en términos de infraestructura complementaria a partir de las nuevas demandas asociadas.

5.1.7.1 Indicador de seguridad alimentaria

El indicador de seguridad alimentaria se estima teniendo en cuenta los productos definidos en la canasta básica alimentaria del país, la cual se encuentra dentro de los productos de la canasta básica familiar con la que se calcula el índice de Precios al Consumidor (IPC), que según el DANE, se compone de más de 176 productos entre alimentos frescos, procesados, otros bienes y servicios. Para efectos de establecer la canasta básica alimentaria, se trae al análisis los productos alimenticios que se encuentran en la canasta básica familiar, presentando en este caso, la selección de productos alimenticios tanto procesados como frescos que componen la canasta básica, con el objeto de evidenciar qué productos se abastecen desde la Cuenca y cuáles se traen desde otras regiones del país o del exterior.

Tabla 151. Productos alimenticios de la canasta básica en Colombia

NÚM	PRODUCTOS ALIMENTICIOS DE LA CANASTA FAMILIAR COLOMBIANA PROCESADOS Y FRESCOS
1	ARROZ
2	HARINA DE MAÍZ Y OTRAS HARINAS
3	PASTAS SECOS
4	CEREALES PREPARADOS
5	CEREALES PARA SOPA
6	PAN
7	OTROS PRODUCTOS DE PANADERÍA
8	PAPA
9	YUCA
10	OTROS TUBÉRCULOS
11	PLÁTANO
12	CEBOLLA
13	TOMATE
14	ZANAHORIA
15	OTRAS HORTALIZAS Y LEGUMBRES FRESCAS
16	FRIJOL
17	ARVEJA
18	OTRAS HORTALIZAS Y LEGUMBRES SECAS
19	OTRAS HORTALIZAS Y LEGUMBRES ENLATADAS
20	NARANJAS
21	BANANOS
22	TOMATE DE ÁRBOL
23	MORAS
24	OTRAS FRUTAS FRESCAS
25	FRUTAS EN CONSERVA
26	CARNE DE RES
27	CARNE DE CERDO
28	CARNE DE POLLO
29	CARNES FRÍAS Y EMBUTIDOS
30	PESCADO DE MAR, RÍO Y ENLATADO
31	OTRAS DE MAR
32	HUEVOS
33	LECHE
34	QUESO

NÚM	PRODUCTOS ALIMENTICIOS DE LA CANASTA FAMILIAR COLOMBIANA PROCESADOS Y FRESCOS
35	OTROS DERIVADOS LÁCTEOS
36	ACEITES
37	GRASAS
38	PANELA
39	AZÚCAR
40	CAFÉ
41	CHOCOLATE
42	SAL
43	OTROS CONDIMENTOS
44	SOPAS Y CREMAS
45	SALSA Y MAYONESA
46	OTROS ABARROTÉS
47	JUGOS
48	GASEOSAS Y MALTAS
49	OTRAS BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016. Con base en DANE, 2015

Como es de esperarse, la gran mayoría de alimentos procesados proceden de otras regiones del país e incluso de otros países. En este contexto, el arroz por ejemplo, como alimento básico de la canasta alimentaria de la población, proviene del centro del país, principalmente de los departamentos del Huila y Tolima, productores del grano, ya que en la Cuenca no se da este tipo de cultivo; de otro lado, el azúcar y la panela si tienen un mercado más próximo a la Cuenca a raíz de la agroindustria de la caña de azúcar presente en ella y en la región del Valle del Cauca, y la panela en algunos municipios que también se encuentran dentro de la Cuenca.

En general, de los 49 productos de la lista anterior, menos del 50% se producen en la Cuenca.

En la misma medida se encuentra la producción de alimentos frescos como hortalizas, frutas, entre otros, que son producidos en la Cuenca y que también son ofrecidos en las otras superficies comerciales, con una calidad y presentación muchas veces superior a los locales y en algunas ocasiones a precios más competitivos, que por un lado mejoran la oferta y el acceso de la población a estos y por el otro lado, amenazan la estabilidad de los pequeños productores de la Cuenca que tienen en la comercialización de estos productos, su fuente de ingresos. Específicamente para alimentos frescos, el DANE presenta una lista de los principales alimentos de la canasta familiar de los colombianos y este listado se tomará como base para establecer el indicador de seguridad alimentaria para la Cuenca.

Tabla 152. Principales alimentos frescos de la canasta familiar de Colombia

HORTALIZAS VERDURAS	Y	FRUTAS FRESCAS	TUBÉRCULOS PLÁTANO	Y
Ahuyama		Aguacate	Arracacha	
Arveja verde en vaina		Banano	Papa negra	
Cebolla cabeza blanca		Coco	Papa criolla	
Cebolla junca		Granadilla	Plátano guineo	

HORTALIZAS VERDURAS	Y	FRUTAS FRESCAS	TUBÉRCULOS PLÁTANO	Y
Chócolo mazorca		Guayaba	Plátano hartón verde	
Frijol verde		Limón común	Yuca	
Habichuela		Limón Tahití		
Lechuga Batavia		Lulo		
Pepino cohombro		Mandarina		
Pimentón		Mango tommy		
Remolacha		Manzana royal gala		
Tomate		Maracuyá		
Zanahoria		Mora de Castilla		
		Naranja		
		Papaya maradol		
		Piña		
		Tomate de árbol		

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016. Con base en DANE, 2015

En este contexto, de los 36 productos de la lista DANE, cerca de 30 productos se dan en la Cuenca en mayor o menor medida; claro está, sin realizar un análisis exhaustivo de la productividad generada por cultivo frente a la demanda de la población de la Cuenca, lo que permitiría en dado caso, determinar si es suficiente lo producido para satisfacer dicha demanda, o si por el contrario, es necesario complementar con productos de otras regiones; lo que en últimas brindaría indicios que pudieran definir una priorización de cultivos o encadenamientos, que debieran potenciarse para aumentar la seguridad alimentaria de la Cuenca, que según los cálculos de productos de la canasta alimentaria versus productos de la Cuenca, tendría un indicador de 0.83. Lo anterior considerando sólo los productos frescos pues si se tuviera en cuenta algunos procesados como la panela y el azúcar, que son producidas directamente en la Cuenca, el indicador podría ser mejor.

5.1.8 Seguridad y convivencia

La ubicación estratégica y vinculación con la producción de café y otras riquezas, hicieron de la Cuenca, un lugar apetecible de radicación para los diferentes grupos al margen de la ley; al permitir la comunicación del centro del país con el occidente, norte y sur; su cercanía con tres centros de desarrollo como Bogotá, Medellín, y Cali; representado un referente en la actividad comercial; y la posibilidad de formar con Chocó un corredor de salida al mar que permite el tráfico de armas y la movilidad de insumos para la producción de droga. En la actualidad, puede decirse que la Cuenca está libre de presencia guerrillera, quedando otros problemas consecuentes al conflicto armado, el narcotráfico, y en general, a toda la problemática político-social vivida a través de la historia.

Si bien las tasas de homicidios de los municipios de la Cuenca se han ido equiparando a la nacional y departamentales, para el 2014 se presentan tasas por encima de 50 homicidios por 100 mil habitantes, en municipios como La Virginia, Balboa y Risaralda. El municipio de Balboa, para el año 2007, alcanza

una tasa de 205 homicidios por cada 100.000 habitantes, 5.5 veces superior a la nacional, aunque para ese año, el número de casos reportados es inferior a los reportados por seis municipios de la Cuenca. El municipio de La Virginia aunque ya no pertenece al “top 10” (los 10 municipios más violentos del país), como sucedió en el año 1999, sigue teniendo altas tasas de homicidios, incluso hasta el año 2014.

5.2 Sistema cultural

5.2.1 Paisaje cultural cafetero

“Los paisajes culturales son aquellos sitios o lugares producto de la interacción del hombre con la naturaleza, ilustran la evolución social y los asentamientos humanos en el tiempo, la forma como las distintas generaciones han resuelto problemas físicos y la transformación del ambiente natural por las fuerzas sociales, económicas y culturales. El área determinada, que permitió soportar la candidatura para ser declarada ante la UNESCO como *Paisaje Cultural Cafetero*, constituye un ejemplo sobresaliente y representativo del territorio colombiano, que contiene la mayor concentración de valores culturales, que son el resultado de la actividad cafetera en su relación histórica con la naturaleza y el paisaje”. (SUEJE: 2010).

5.2.1.1 Patrimonio cultural en la cuenca del río Risaralda

Los municipios de la Cuenca que pertenecen al PCC, son: Riosucio, Anserma, Viterbo, Risaralda, San José y Belalcázar, del departamento de Caldas; y Guática, Belén de Umbría, Apía, Santuario, La Celia y Balboa, del departamento de Risaralda. Los atributos del PCC son las huellas que han dejado los pobladores en el paisaje de gran parte de los departamentos de Quindío, Risaralda, Caldas y norte del Valle del Cauca, y están representados en 15 atributos, que lo hicieron excepcional para convertirse en Patrimonio Mundial; los cuales son: Café de montaña, predominio de café, cultivo de ladera, edad de la caficultura, influencia de la modernización, institucionalidad cafetera y redes económicas afines, tradición histórica en la producción de café, estructura de pequeña propiedad cafetera, cultivos múltiples, tecnologías y formas de producción sostenibles en la cadena productiva del café, patrimonio arquitectónico, patrimonio urbanístico, patrimonio natural y disponibilidad hídrica. Los beneficios de la inscripción mundial del PCC en la lista de Patrimonio Mundial, se podrían reflejar en los 13 municipios de la Cuenca, a través de: Reconocimiento mundial del patrimonio cultural y natural de la región. Apropiación social del patrimonio cultural y natural. Beneficios ambientales, permitiendo revalorar un conjunto cultural, espacial y un estilo de vida, orientadas a estimular prácticas amigables con el medio ambiente, la gestión como mercados verdes, procesos educativos y reformas normativas. Bienestar económico y social, a partir de la puesta en valor y uso turístico. Asistencia internacional (cooperación técnica, asistencia de emergencias, formación,

promoción, programas educativos, entre otros). Por tanto, se deben generar estrategias para la gestión de proyectos, con énfasis en la conservación del patrimonio cultural, el fomento a la investigación en el patrimonio tangible e intangible, fomentar proyectos productivos, la conservación de la cultura cafetera, recuperación de saberes ancestrales, conservación del patrimonio arquitectónico y arqueológico. Este proceso debe ir articulado con los planes de desarrollo de los municipios, junto a los planes de desarrollo de los departamentos, y en este caso al Plan de ordenamiento de la cuenca del río Risaralda; así como con la estrategia de conservación y protección, creada a través de la ordenanza N° 3 del 19 de enero de 2010, en la que se reconoce el Plan de Gestión Ambiental Regional – PGAR 2008 - 2019, de Risaralda - Bosque modelo para el mundo, como la política ambiental del Departamento.

5.2.1.2 Mapa cultural

La localización de los sitios de interés cultural en la cuenca del río Risaralda, se hace a partir del trabajo de campo con los talleres participativos y, con el aporte del Laboratorio de Ecología Histórica de la facultad de Ciencias Ambientales, de la Universidad Tecnológica de Pereira, en la ubicación de los puntos georeferenciados de los sitios arqueológicos en ella. Además de ubicar también los sitios planteados por las comunidades, donde se han encontrado hallazgos arqueológicos y las evidencias en las casas de la cultura de los municipios de la Cuenca. La ubicación de los grupos étnicos, el Paisaje Cultural Cafetero, sitios de recreación y turismo, los distritos de manejo integrado. Además un mapa parlante como herramienta y material divulgativo de la Cuenca, en apoyo a las actividades complementarias.

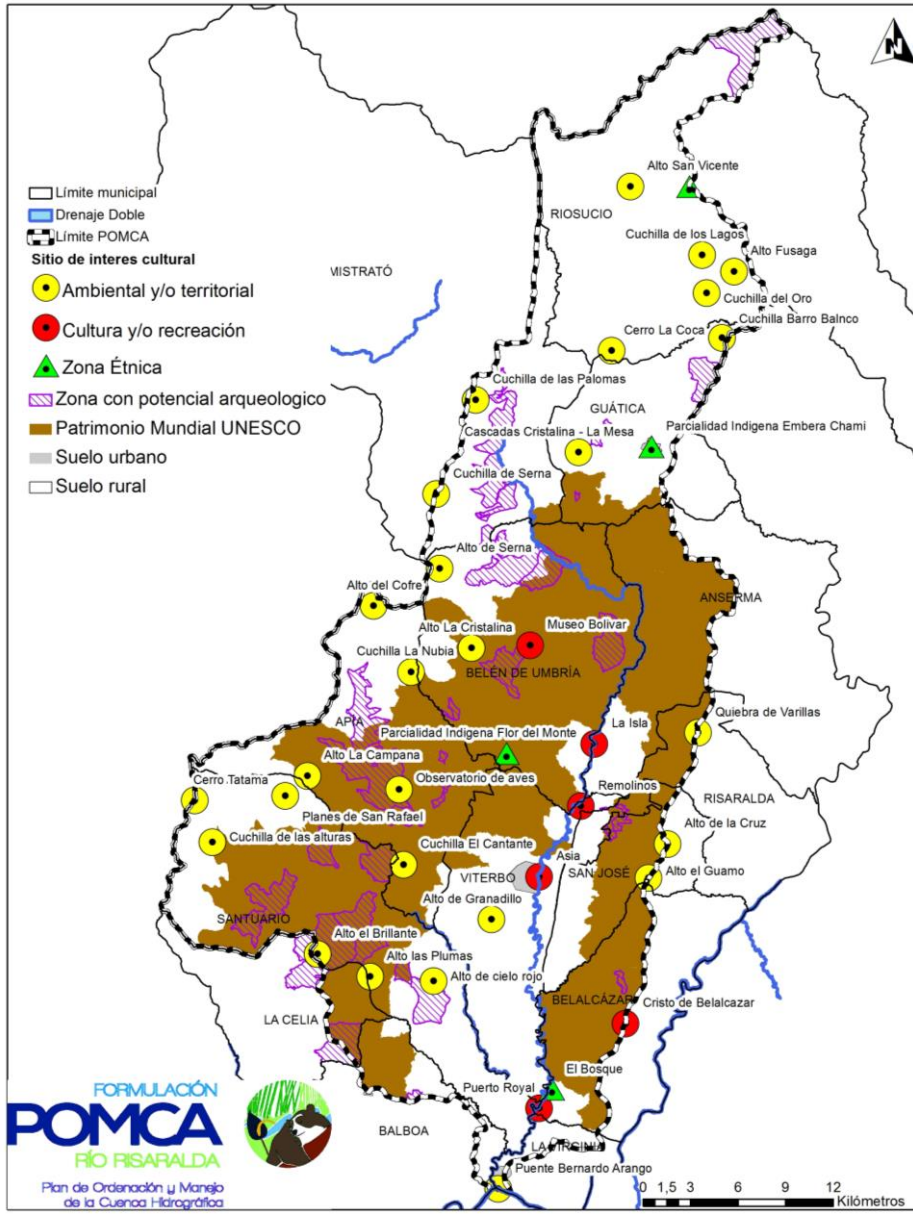


Figura 94. Mapa Cultural
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016



Figura 95. Mapa Parlante

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

5.2.2 Sistema cultural de las comunidades indígenas asentadas en la cuenca del río Risaralda

En la Cuenca, se encuentran seis comunidades organizadas: Resguardo indígena Nuestra Señora de la Montaña y resguardo indígena San Lorenzo, ubicados en el municipio de Riosucio; resguardo indígena Totumal, ubicado en la vereda El Águila del municipio de Belalcázar; resguardo indígena La Albania, ubicado entre los municipios de San José y Risaralda; parcialidad indígena Flor del Monte, ubicada en la vereda Bajo Guarne, del municipio de Belén de Umbría; y la parcialidad indígena Embera Chamí, ubicada en forma dispersa en el municipio de Guática, aproximadamente el 20% en el casco urbano y el 80%, en las veredas (zona rural).

5.2.2.1 Tradiciones, valores creencias, costumbres

Lengua Materna: La lengua materna no se ha perdido del todo porque los mayores aún lo hablan, pero se ve el riesgo, ya que el desplazamiento hace que se llegue al exterminio de la cultura y la cosmovisión indígena (CRIR: 2012).

Religiosidad. Los Embera en particular poseen una religión hibridizada en conjunto, pero propia en creencias; con rituales y formas que hacen parte de una religión, pero que ellos mismos no reconocen como tal.

Rituales. Se identifican específicamente cinco: el bautizo, la adultez, el matrimonio, el ritual funerario y el Jaibaná.

Reconocimiento de lo sacro. Incluye el respeto a su tierra, a sus muertos, a sus ceremonias, a los jaibanás y a los líderes de resguardos, a los que tratan con reverencia y nunca se contradice.

Organización. Ligada por un lado, a un orden netamente espiritual que lleva inevitablemente a una obediencia y creencia total en el Jaibaná; y por otro, a un sistema político apoyado en la tradición jerárquica y sagrada que significa la imagen ancestral.

La familia. La familia dentro de los resguardos Chamí tiene como función fundamental, la reproducción y la socialización de los hijos. Esta aseveración indica una relación directa entre las normas y reglamentación de la vida sexual, unida a la construcción de patrones de conducta, para que los hijos desarrollen un comportamiento para las diferentes facetas de la vida social.

Costumbres. Algunas de las costumbres cotidianas es el uso de la saliva como un arma poderosa. La saliva representa para los Chamí un valor trascendental, el “Be-que” como lo llaman, significa “aliño para la comida” y es utilizado por las mujeres indígenas para conquistar a los varones.

Los Jaibaná. Referente a los “aspectos cognitivos y existenciales de una comunidad; aspectos de los cuales nace la moral, los ritos y las formas de conducta y obediencia, que son reflejo de esa cosmovisión materializada.

Jaibaná – Chama. Representa “Un conjunto de prácticas fundamentalmente curativas, derivadas de la relación del jaibaná -chamán con lo sobrenatural, personificado éste en una multitud de espíritus de variada naturaleza.

La Lengua: La lengua Chamí la conservan dos pequeños grupos, el asentamiento de La Betulia, en el municipio de Belalcázar y, el asentamiento de La Tesalia, en el municipio de Risaralda.

5.2.2.2 Planes de vida y planes de salvaguarda

Son los instrumentos de planeación y ordenación del territorio de las comunidades indígenas, que se están ajustando permanentemente, para reconstruir la historia sobre la base de recoger la memoria de los antiguos y mayores, y así poder vivir plenamente el presente y proyectar sueños, reafirmando el futuro y la pervivencia del pueblo ancestral. Por tanto, describen el aspecto organizativo, económico, ambiental y sociocultural, relacionado a la educación, salud, el papel de la mujer, entre otros; vislumbrando algunos programas y proyectos con los que la población indígena busca mejorar su pervivencia en el territorio.

5.2.2.3 Organización política de los grupos étnicos

Parcialidad o comunidad indígena: Conjunto de familias de ascendencia indígena que comparten sentimientos de identificación con su pasado aborígen, manteniendo rasgos y valores propios de su cultura tradicional, así como formas de gobierno y control social interno, que los distinguen de otras comunidades rurales.

Resguardo indígena: Es una institución legal y sociopolítica de carácter especial, conformado por una comunidad o parcialidad indígena que, con un título de propiedad comunitaria, posee su territorio y se rige para el manejo de éste y de su vida interna, por una organización ajustada al fuero indígena o a sus pautas y tradiciones culturales.

Cabildos: Forma de gobierno reconocida por la ley 89 de 1890, elegidos para periodos de un año. Representa la máxima autoridad en la comunidad de la parcialidad; deciden sobre asuntos penales, civiles, laborales y de familia. La estructura orgánica del cabildo está conformada por el Gobernador, Suplente Gobernador, Secretario, Tesorero, Fiscal, Asesor, Jefe de Alguaciles y Alguaciles. Cada uno de ellos con funciones bien definidas.

Consejo regional indígena: Integrado por delegados de las parcialidades de cada departamento y el cual está facultado para conocer, estudiar y decidir los conflictos que las comunidades presenten a su consideración; también sirve como órgano coordinador de las tareas comunes de las comunidades y como ente unificador de las parcialidades, de las cuales lleva en algunos casos su representación.

<p>RESGUARDO INDÍGENA <i>TOTUMAL</i> de la ETNIA <i>EMBERA CHAMI</i>, con Resolución 65-25-11-96 del INCORA, localizado en el municipio de Belalcázar (Caldas).</p> <p>RESGUARDO INDÍGENA <i>SAN LORENZO</i> de la ETNIA <i>EMBERA KATIO</i> con Resolución 010 29-06-00 INCORA, localizado en el municipio de Riosucio (Caldas).</p> <p>RESGUARDO INDÍGENA <i>LA ALBANIA</i> de la ETNIA <i>EMBERA CHAMI</i> con Resolución 035-10-12-97 006 - 10-04-03 (AMP) del INCORA, localizado en el municipio de Risaralda y San José (Caldas).</p> <p>RESGUARDO INDÍGENA COLONIAL DE <i>NUESTRA SEÑORA DE LA MONTAÑA</i> de la ETNIA <i>EMBERA CHAMI</i>, registrado en la Dirección de Asuntos Indígenas, Minorías Étnicas y Rom del Ministerio del Interior, localizado en el municipio de Riosucio (Caldas).</p> <p>PARCIALIDAD INDÍGENA <i>FLOR DEL MONTE</i> de la ETNIA <i>EMBERA CHAMI</i>, reconocida por la Dirección de Etnias del Ministerio del Interior -hoy Dirección de Asuntos Indígenas, Minorías Étnicas y Rom del Ministerio del Interior- con oficio No. 8185/10-06-2003, localizada en el municipio de Belén de Umbria (Risaralda).</p> <p>PARCIALIDAD INDÍGENA <i>ANSEA</i> de la ETNIA <i>EMBERA CHAMÍ</i>, reconocida por la Dirección de Asuntos Indígenas, Minorías Étnicas y Rom del Ministerio del Interior con Resolución No. 0092 del 30 de julio de 2010, localizada en el municipio de Anserma (Caldas).</p> <p>PARCIALIDAD INDÍGENA <i>COMUNIDAD EMBERA CHAMI</i> de la ETNIA <i>EMBERA CHAMI</i>, registrada por la Dirección de Etnias del Ministerio del Interior -hoy Dirección de Asuntos Indígenas, Minorías Étnicas y Rom del Ministerio del Interior- con OFI05-15217/3-10-05, localizada en el municipio de Guática (Risaralda).</p>

Figura 96. Relación de comunidades indígenas presentes en la cuenca del río Risaralda.
Fuente: Certificación 1275 del Ministerio de Interior

La Parcialidad Indígena Ansea, de Anserma (Caldas), se retiró voluntariamente, del proceso del POMCA Risaralda.

5.3 Sistema económico

5.3.1 Caracterización y análisis de sectores económicos

5.3.1.1 Actividades Agropecuarias

5.3.1.2 Actividades Agrícolas

Según las coberturas de áreas agrícolas en la cuenca Risaralda, se tiene que predominan los cultivos permanentes (caña de azúcar, caña panelera, café y plátano, entre otros) y las áreas agrícolas heterogéneas (diversificación de cultivos, donde se ha reemplazado el cultivo del café principalmente, por otros mosaicos incluidos cultivos de hortalizas, pastos, plátano, frutales, entre otros), que en conjunto abarcan casi la mitad del total de áreas agrícolas. Los cultivos transitorios por otra parte son mínimos, estimándose una cobertura de ellos cercana a 55 ha, lo que no alcanza a sumar un 1% del total de las áreas agrícolas.

De otro lado, las coberturas asociadas a pastos, ya sean limpios, arbolados o enmalezados, ocupan un porcentaje importante de las áreas agrícolas, donde se

ha podido evidenciar, durante los últimos años, cómo esta cobertura ha reemplazado cultivos importantes para la Cuenca.

Tabla 153. Áreas agrícolas en la cuenca Risaralda

ÁREAS AGRÍCOLAS	REPRESENTACIÓN EN LA CUENCA		
	m2	ha	%
Cultivos permanentes	304351528,8	30435,2	24,6
Cultivos transitorios	549375,7	54,9	0,07
Áreas agrícolas heterogéneas	309271933,5	30927,2	24,6
Pastos	205852872,2	20585,3	16,4
TOTAL ÁREAS AGRÍCOLAS		82002,6	65,3

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

5.3.1.3 Actividades Pecuarias

La actividad pecuaria para la cuenca Risaralda está representada principalmente en la producción ganadera, porcina y avícola. En este sentido, para estimar la producción ganadera y porcina se toman los datos reportados por las EVAS 2012 por municipio. Para el caso particular del inventario bovino se realiza una aproximación a nivel de Cuenca, asociando la cobertura de pastos de la misma, a esta actividad. De esta manera tomando la proporción de la cobertura de pastos por municipio dentro de la Cuenca, se realiza el equivalente en porcentaje a la cobertura reportada por las EVAS y esta misma proporción se aplica al número de ejemplares bovinos reportados, obteniendo así una aproximación al inventario bovino para la cuenca Risaralda, de 20.985 ejemplares, sin discriminar si son para producción de leche, de carne o de doble propósito, ya que la información disponible no facilita realizar tal discriminación; donde Riosucio se presenta como el municipio con mayor número de bovinos, seguido por Apía, Belén de Umbría y Guática.

Para la producción porcícola, el municipio de La Virginia es el que presenta mayor predominio en la modalidad tradicional, representada en el superior número de granjas, no obstante la productividad es muy inferior a la de las granjas con modalidad tecnificada de producción.

Desde la productividad, el municipio de Risaralda se constituye en el mayor representante de la Cuenca en la actividad porcina, pues sólo este municipio aporta más del 95% de la productividad en ciclo completo, y cerca del 90% en sólo cría, todos estos en modalidad tecnificada.

Finalmente, con respecto a la actividad avícola, FENAVI a 2016, reporta en la Cuenca un encasamiento de aves al año de 1.220.800, lo que no es tan representativo dada el área de la Cuenca, e indica que la actividad avícola no es

una actividad económica muy fuerte comparada con la producción agrícola principalmente de café y caña de azúcar.

5.3.1.4 Actividades Agroindustriales

Para la actividad económica de la cuenca del río Risaralda reviste gran importancia la agroindustria de la caña de azúcar, principalmente por la dinámica que ha ejercido la ubicación del Ingenio Risaralda en el municipio de Balboa. Es el segundo cultivo en importancia en la Cuenca, se encuentra principalmente en la cuenca media baja y baja, en los municipios de Balboa, La Virginia, Santuario, Viterbo, San José, Anserma y Belalcázar. Según los datos disponibles hasta el 2012, el área sembrada en caña de azúcar ha aumentado en más de mil has desde el año 2007 y hasta el 2012, y según la información recolectada en los talleres, se pudo establecer que este comportamiento se mantiene hasta la época actual. Es importante resaltar que entre los diferentes cultivos, el de la caña de azúcar es el que más productividad y rendimiento en ton/ha, representa para la Cuenca, con cifras bastante superiores a los demás, incluso del café que lo supera en área sembrada y cosechada. Según el informe de sostenibilidad del Ingenio, para el 2015, se vincularon 211.23 has nuevas, teniendo así un total de 16.109,23 hectáreas netas a final del año.

El ingenio posee en la actualidad cuatro (4) unidades de negocio basadas principalmente en la producción de azúcar, alcohol, energía y compostaje. De la misma manera cuenta con 453 proveedores de caña, 231 unidades externas de apoyo, 720 proveedores de bienes y servicios y 60 clientes, generando así un total de 2791 empleos en la región, es decir en los 3 departamentos donde tiene influencia directa. Según el informe de sostenibilidad de 2015, el Ingenio reporta 1.533.402,73 toneladas de caña molida, 3.019.131 quintales de azúcar, 29.740.370 litros de alcohol carburante y 1.500 toneladas de compost generadas.

Entre los principales impactos ambientales del cultivo de la caña de azúcar se encuentran los efectos en el suelo, ríos y aguas subterráneas debido al uso de plaguicidas, la compactación del suelo debido al uso intensivo de maquinaria agrícola, la erosión del suelo y las emisiones contaminantes por la práctica de quema de caña de azúcar antes de la cosecha. También se tiene la disminución, y en algunos casos las pérdida de la diversidad biológica (vegetal y animal) debido a la eliminación y/o remplazo de esta y de otros cultivos, por la expansión de la frontera de la caña.

5.3.1.5 Actividades mineras, petroleras o extractivas

La actividad minera en la Cuenca, se concentra básicamente en la explotación de material de arrastre y algunas explotaciones mineras de canteras, donde se explotan materiales de construcción. No obstante lo anterior, en los municipios de la parte alta y medio alta, se registra explotaciones de metales preciosos como oro y sus concentrados, también explotación de minerales de platino y sus concentrados, minerales de zinc y sus concentrados y de minerales de

molibdeno y sus concentrados. También se tienen algunas explotaciones mineras de arcillas, arcilla ferruginosa y arcilla cerámica, algunas de éstas utilizadas en ladrilleras. Finalmente, se registra explotación de Manganeso, principalmente en el municipio de Viterbo Caldas.

Los impactos de la minería, especialmente la de tipo mecanizado, en la Cuenca son diversos, la explotación de material de arrastre de los ríos Risaralda y Cauca y sus tributarios, donde se presentan situaciones frecuentes de profundización, socavación de orillas y la modificación permanente del cauce, derivan a su vez consecuencias como aumento de condiciones de amenaza por inundación para las poblaciones aguas abajo, al disminuir los tiempos de concentración de las aguas que recorren la Cuenca.

5.3.1.5.1 Minería Ilegal

A lo anterior se suma el incremento de la minería ilegal⁶, que agudiza la problemática enunciada anteriormente, más aún cuando ésta se desarrolla de manera mecanizada por particulares, sin contar con una licencia ambiental que acredite y permita llevar un control sobre su actividad.

Cerca del 24% de la minería ilegal del departamento de Risaralda se presenta en los municipios de la Cuenca, siendo La Virginia y Mistrató, los municipios con mayor participación de esta actividad. Las actividades mineras que presentan mayores casos de ilegalidad están asociados a la explotación de oro aluvial y de material de arrastre en las corrientes hídricas, donde se observa que la primera representa el 18% de los casos, mientras que la segunda representa el 10%. Se han presentado situaciones de ilegalidad tales como la reincidencia de explotaciones de oro aluvial en Río Arriba (Mistrató), la quebrada La Papayuela en el Corregimiento de Taparcal (Belén de Umbría); mientras en el sector de la vereda El Silencio (Belén de Umbría) por extracción de oro de filón que han sido objetos de comisiones de seguimiento particulares.

De igual forma, el seguimiento a extracciones ilegales de material de arrastre, constituye uno de los retos en cuanto a seguimiento y control, con énfasis en los ríos Mapa y Risaralda, ante el escenario de creciente demanda de material y el decrecimiento de la carga de sedimento en gran parte de los drenajes, en relación con factores de índole climático.

5.3.1.6 Actividades Terciarias y de Servicios

El sector terciario, con objeto de este análisis, comprende el sector de comercio y servicios principalmente, los cuales se analizan teniendo en cuenta la información consolidada en las fichas municipales construidas por el DNP en 2015 y con otra información de apoyo suministrada por gobernaciones y municipios.

⁶ Considerada como la actividad minera que se desarrolla sin contar con título minero ni licencia ambiental

La cuenca Risaralda no es muy fuerte en cuanto al sector terciario se refiere, se tiene que menos del 7% del valor agregado en la misma, corresponde a este sector y se muestra con gran predominancia otros sectores que para la Cuenca, corresponde principalmente al agropecuario, dada la vocación de la misma.

En la Cuenca existen aproximadamente 3795 establecimientos de comercio, se destacan con una mayor participación del comercio, municipios como la Virginia y Anserma, lo que responde a sus condiciones actuales de centros atractores de población; y junto con Belén de Umbría, como los municipios más dinámicos en la Cuenca desde el sector de comercio y servicios. De otro lado también se destaca el valor agregado generado por las actividades inmobiliarias en los municipios de Belén de Umbría y Viterbo, muy probablemente asociado a las dinámicas de parcelaciones para vivienda campestre y proliferación de viviendas de recreo, justamente en estos municipios. De otro lado, los municipios con menor participación de establecimientos comerciales son San José, Belalcázar y Risaralda en Caldas y, Balboa, Guática y Mistrató en Risaralda, lo cual es consecuente también con la vocación de estos municipios y sus dinámicas económicas.

5.3.1.7 Actividades Industriales

Al igual que el sector terciario, la actividad industrial en la Cuenca es poco representativa, salvo la agroindustria de la caña de azúcar que se analizó en secciones anteriores en este documento. Según los datos de DNP, la industria manufacturera en la Cuenca tiene una participación muy similar al sector terciario, con una participación del 3.4% del total de valor agregado. Se identifican con un mayor aporte al valor agregado desde la industria manufacturera los municipios de Belén de Umbría, Mistrató y Anserma.

5.3.1.8 Sector de la Construcción

En la Cuenca, el sector de la construcción no es tan dinámico y representativo en la generación del valor agregado y en aporte a los PIB departamentales, en comparación con otras cuencas como la de Otún, no obstante, se puede decir que las actividades dinamizadoras del sector están asociadas a la construcción de vivienda de interés social VIS, con cerca de 900 intervenciones para los municipios del departamento de Caldas ubicados dentro de la Cuenca, correspondientes a proyectos nacionales como: Damnificados por ola invernal (Fondo de Adaptación), proyecto de 100 mil viviendas en las fases I y II, proyectos de vivienda nueva para familias desplazadas y proyectos de desarrollo rural (2009 – 2014). En el departamento de Risaralda por su parte, se ejecutan alrededor de 15 proyectos de VIS con aproximadamente 1.120 beneficiarios, de los cuales 10 proyectos, aproximadamente el 60%, se encuentran en los municipios de la cuenca Risaralda, contando con algo más de 740 viviendas nuevas en 6 de los municipios, y una inversión de \$45.000 millones, por lo cual se espera que estos proyectos influyan en el sector de la construcción en los próximos años específicamente para la Cuenca, además de la ocupación de la población en esta actividad.

Por parte de los constructores privados, se tiene la construcción de condominios y viviendas en parcelaciones, como las parcelaciones Villas de Acapulco y Cristo Rey, en Belalcázar; y los condominios Brisamar en San José y Cañaveral en Viterbo. Estos dos últimos condominios se encuentran en etapa de construcción y se espera que se construyan entre estos dos proyectos, alrededor de 500 viviendas campestres.

5.3.1.9 Mercado laboral

La población de la Cuenca se ocupa predominantemente en el sector agropecuario, seguido por el sector comercial y de servicios. También es necesario considerar que la agroindustria de la caña de azúcar es uno de los sectores que ocupa una buena parte de la población, según cifras del informe de gestión del Ingenio Risaralda para 2015; así como otros proyectos tales como Morro Azul, Pacífico 3, entre otros, los cuales pueden incidir en las dinámicas territoriales como dinamizadores económicos, atrayentes de población y con incidencias seguras en el mercado laboral.

Las estadísticas oficiales del mercado laboral están definidas en escalas y unidades de análisis que no permiten el establecimiento específico de indicadores de mercado laboral particulares a nivel de Cuenca, para efectos de este análisis se observan algunos indicadores contemplados en los Informes de Coyuntura Económica Regional ICER a 2015 para ambos departamentos.

Bajo este contexto y para el departamento de Caldas se tiene que la Tasa de Desempleo (TD) registrada durante 2015 fue de 8.4%, inferior en 0.4 puntos, con respecto a 2014, y en lo que refiere a la Tasa de Ocupación (TO), la demanda laboral en el departamento presentó incrementos, y se ubicó en 51.9%; lo que significó 2.4 puntos, frente al 2014. De otro lado, para el departamento de Risaralda en 2015, la Tasa de Ocupación tuvo una variación de 1.4 puntos frente a 2014, al ubicarse en 56.0%; entre tanto, la Tasa de Desempleo disminuyó 1.8 puntos respecto al año anterior, ubicándose en 10.5%, al pasar en 2014 de 59 mil a 51 mil personas desocupadas en 2015.

5.3.2 Infraestructura física asociada al desarrollo económico – accesibilidad en las subregiones - macroproyectos a futuro en la cuenca

La infraestructura vial, por la cual se movilizan tanto las mercancías como las personas que habitan un territorio, haciendo uso de los diferentes modos de transporte, crea la estructura del territorio y define los lugares a los cuales tendrá acceso la población. Así pues, las vías, el transporte y la movilidad, se constituyen en un sistema estructurante del ordenamiento de la Cuenca.

La Cuenca, por su ubicación estratégica, tiene acceso a gran parte de la infraestructura vial más importante del país, así como de algunos de los Macroproyectos más relevantes para el desarrollo económico, como el proyecto vial 4G Pacífico 3 y las PCH Morro Azul, Guática 1 y 2.

La Autopista para la Prosperidad – Concesión Pacífico Tres, abarca gran parte de la región Noroeste del país interconectando los principales centros de producción de Sur a Norte como el Valle del Cauca, el Eje Cafetero, Antioquia, la Ruta del Sol, la Transversal de las Américas, la Costa Atlántica y el Pacífico.

La Troncal de Occidente o ruta nacional 25, interconecta la Cuenca con territorios que van desde Venezuela y la Costa Atlántica (al norte) hasta Nariño y Ecuador (al sur), permite llegar a la conexión con la concesión Pereira – La Victoria, que se consolida como una de las vías más importantes, pues comunica la región con la vía al Puerto de Buenaventura, principal puerto para las exportaciones e importaciones de Risaralda y el Eje Cafetero. Los desarrollos de la infraestructura vial que comunican el corredor de occidente con el puerto de Buenaventura, se consolidan con altas especificaciones, generando opciones de desarrollo para la Cuenca en su conjunto, como la vía Media Canoa – Buenaventura (doble calzada Buenaventura – Buga).



Figura 97. Principales vías y Megaproyectos y su relación con los equipamientos de la Cuenca y el entorno

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

La construcción de un puerto multipropósito en Tribugá, en el departamento del Chocó, por su parte, se ha considerado en los planes de desarrollo portuarios del país durante las últimas décadas. Este puerto se concibe como una alternativa para la exportación de productos por el Océano Pacífico, especialmente de los productos de la zona cafetera, Antioquia y el centro del País. Debido a su ubicación en una zona de altísima biodiversidad, como es el Chocó biogeográfico, las características ambientales presentes generan condiciones especiales para el desarrollo, que evidencian impactos y generan

restricciones, tanto para la construcción del puerto, como de las vías que lo comunicarían con el interior del país: la vía carretable tramo Nuquí- Las Ánimas – Pereira, o la línea férrea articulada al ferrocarril de Occidente Zaragoza - El Tambito - Las Ánimas – Nuquí (propuesta, Gobernación de Risaralda y DNP, 2011).

Dentro de la cuenca Risaralda no se ubican aeropuertos, pero se encuentra en la zona de influencia de tres de los principales Aeropuertos del Eje Cafetero: Matecaña en Pereira, La Nubia en Manizales y Santa Ana en Cartago. Entre los Aeropuertos La Nubia y Matecaña se mueven anualmente alrededor de 1.500.000 pasajeros nacionales en promedio y cerca de 5 mil toneladas entre transporte de carga y correo.

El transporte de carga en la Cuenca se realiza principalmente en tracto-camiones y camiones que utilizan las autopistas nacionales desde - hacia el puerto de Buenaventura en la costa pacífica, los puertos en la Costa Atlántica y la Capital (Bogotá). El transporte de carga de la producción agropecuaria rural como café, plátanos, ganado, pollos, frutas y verduras, flores tropicales, entre otros productos, en camiones pequeños, camionetas, camperos, y en menor escala en chivas y buses interveredales que transitan las vial locales.

La zona Franca de Pereira recientemente emplazada, aunque no se ubica exactamente dentro de la cuenca Risaralda, se concibe como una estructura física de última tecnología, con miras a la consolidación de una plataforma integral de comercio exterior para la región, que permita la implementación de proyectos industriales a gran escala, el intercambio comercial con los más importantes mercados del mundo, el desarrollo logístico nacional e internacional, el movimiento de mercancías por vía terrestre, ferroviario, marítima, fluvial (a largo plazo) y la prestación de servicios en los diferentes sectores económicos. Según el plan de competitividad de Risaralda, se ha propuesto un sistema de transporte intermodal en Caimalito, en el límite con el municipio de La Virginia, parte baja de la cuenca del río Risaralda, el cual se prevé sea articulado con la Zona Franca Internacional y en este caso, representaría también una manera de interconectar con la cuenca Otún, y consolidarse una articulación económica y funcional de dos de las principales cuencas de la región. En este sitio en particular, se podrían eventualmente articular los modos de transporte por carretera, fluvial, el férreo, e incluso el de pasajeros, al estar el municipio de La Virginia interconectado al SITM, por medio del transporte masivo operado por MEGABÚS.

También se prevé que con la mayor cercanía de los centros urbanos, las zonas rurales de la periferia tendrán una oportunidad en el campo del turismo con la implementación del turismo de naturaleza y de estrategias basadas en el PCC. Lo anterior supone fortalecer la oferta local de bienes culturales y servicios ambientales de las comunidades rurales y la recuperación ambiental de las cuencas.

5.4 Caracterización político – administrativa

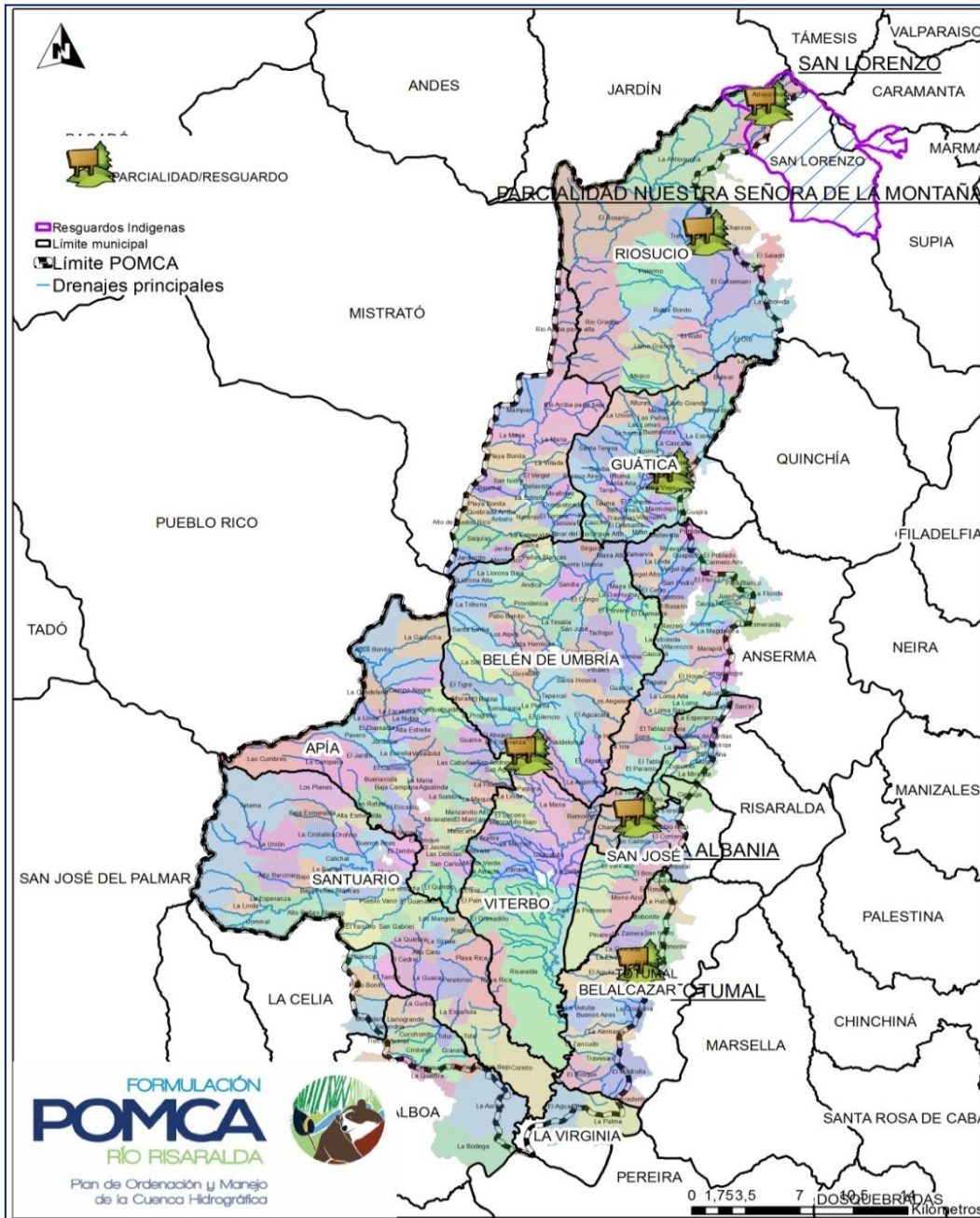


Figura 98. Contexto cuenca río Risaralda: Localización, municipios, veredas y parcialidades o resguardos, que la conforman
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

5.5 Oferta institucional

Las instituciones identificadas a nivel nacional con injerencia en la Cuenca son: Parques Naturales Nacionales, IDEAM, Instituto Alexander Von Humboldt, Servicio Geológico Colombiano, Instituto Colombiano Agropecuario, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, ANLA, DPS, La Policía Nacional (Ambiental y Ecológica), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. A nivel departamental de Caldas y Risaralda: instituciones CARDER, CORPOCALDAS, Gobernación de Risaralda y Caldas, Área Metropolitana Centro Occidente. A nivel municipal se identifican organizaciones para los catorce (14) municipios de la cuenca Risaralda, entre las cuales se encuentran las Administraciones Municipales.

La CARDER y CORPOCALDAS, realizan convenios interinstitucionales con la academia para procesos de formación, con énfasis en: Educación Ambiental, Gestión del Riesgo y Cambio Climático, e investigación o programas para la implementación de Corredores Ambientales y el programa Negocios Verdes, entre otros.

5.6 Organización ciudadana

Se identifican como parte de las organizaciones ciudadanas, las juntas de acción comunal - JAC, los acueductos comunitarios, las asociaciones de campesinos, las comunidades indígenas asentadas sobre la Cuenca y las organizaciones de la sociedad civil con énfasis en el tema ambiental; donde cada uno presenta diferentes proyectos ambientales para la cuenca Risaralda.

Tabla 154. Organizaciones ciudadanas identificadas en la Cuenca

Juntas de Acción Comunal	314
Acueductos Comunitarios	202
Organizaciones Ambientales	70
Grupos Indígenas	6
Asociaciones de Campesinos	73

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

Las organizaciones ciudadanas de la cuenca del río Risaralda, con énfasis ambiental, son las que evidencian capacidad de gestión y son apoyadas por las corporaciones autónomas, los entes territoriales y organizaciones de cooperación del orden nacional e internacional. Las organizaciones comunitarias o de base como las juntas de acción comunal, las juntas de los acueductos

comunitarias y asociaciones campesinas, siguen teniendo una baja capacidad instalada; si bien participan y gestionan, la brecha entre la iniciativa, la formulación de propuestas, y la gestión es débil, el asistencialismo es la manera más fácil de acceder a beneficios, acceden a dichos beneficios en especie, para mitigar situaciones en sus localidades.

5.7 Instrumentos de planificación y administración de recursos naturales

Tabla 155. Instrumentos de Planificación que regulan el uso y ocupación de las Áreas Protegidas en la Cuenca

Área protegida/suelo de protección	Instrumento que regula uso y ocupación	Acto administrativo	Cartografía asociada y aporte al proceso de ordenación de cuencas
Parque Nacional Natural Tatamá	Plan de Manejo	Resolución No.052 de 2007 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Zonificación escala 1:25.000 y regulación de usos para cada subzona
Parque Regional Natural Verdum	Plan de Manejo	Resolución No.020 de 2007 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Zonificación escala 1:25.000 y regulación de usos para cada subzona
Parque Regional Natural Santa Emilia	Plan de Manejo	Acuerdo No.019 de 2015 Consejo Directivo CARDER	Zonificación escala 1:25.000 regulación de usos y fichas normativas para cada subzona
Distrito de Manejo Integrado Cuchilla del San Juan	Plan de Manejo	Acuerdo No.014 de 2015 Consejo Directivo CARDER	Zonificación escala 1:25.000 regulación de usos y fichas normativas para cada subzona
Distrito de Manejo Integrado Cristalina-La Mesa	Plan de Manejo	Acuerdo No.013 de 2015 Consejo Directivo CARDER	Zonificación escala 1:25.000 regulación de usos y fichas normativas para cada subzona
Distrito de Manejo Integrado Aigualinda	Plan de Manejo	Acuerdo No.007 de 2015 Consejo Directivo CARDER	Zonificación escala 1:25.000 regulación de usos y fichas normativas para cada subzona
Distrito de Manejo Integrado Planes de San Rafael	Plan de Manejo	Acuerdo No.017 de 2015 Consejo Directivo CARDER	Zonificación escala 1:25.000 regulación de usos y fichas normativas para cada subzona
Area de Recreación Alto del Rey	Plan de Manejo	Acuerdo No.021 de 2015 Consejo Directivo CARDER	Zonificación escala 1:25.000 regulación de usos y fichas normativas para cada subzona
Humedales identificados, caracterizados e incluidos en los POT's de los municipios de La Celia, Guática, Apía, Santuario, Belén de Umbría y Balboa	Acuerdos de manejo	EOT	Zonificación escala 1:2000 y regulación de usos para cada subzona
Predios adquiridos por los municipios La Celia, Guática, Apía, Santuario, Belén de Umbría y Balboa para conservación del recurso hídrico	Acuerdos de manejo	A la fecha no se han formulado	Zonas de preservación que debe ser reconocidas dentro de la zonificación ambiental de la cuenca
Zonas forestales protectoras de corrientes hídricas urbanas y rurales	Resoluciones CARDER y CORPOCALDAS	Resoluciones CARDER y CORPOCALDAS	Zonificación escala 1:25.000

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016, con base en información de CARDER, 2016.

Los instrumentos asociados a planes y acuerdos de manejo de áreas protegidas como Parques Regionales Naturales, Distritos de Manejo Integrado y Áreas de Recreación, presentes en la cuenca Risaralda, se encuentran solamente en la jurisdicción de la CARDER, como autoridad ambiental competente, y que algunos son competencia de Parques Nacionales Naturales, como es el caso del Parque Nacional Natural Tatamá.

Es importante tener en cuenta el grado de impacto y de cumplimiento de los planteamientos de dichos instrumentos para el logro de los objetivos, principalmente aquellos asociados a la conservación de los recursos naturales que se pretenden gestionar a través de los mismos. El Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Tatamá, competencia de Parques Nacionales, está en actualización de dichos instrumentos y su ajuste a la nueva normatividad, razón por la cual no se han publicado aún los resultados de las evaluaciones realizadas. Los demás instrumentos considerados dentro del análisis, como áreas forestales protectoras de corrientes, humedales identificados en los POT y acuerdos de manejo para predios comprados por los municipios para la protección de recurso hídrico, al ser de aplicación local, en el marco de las competencias de los municipios desde el ordenamiento territorial, su nivel del cumplimiento se verificará en la medida que estos se implementan, razón por la cual no se cuenta a la fecha con información sobre la implementación de los mismos.

Tabla 156. Evaluación del grado de implementación de los instrumentos de planificación ambiental en la cuenca Risaralda

INSTRUMENTOS	GRADO DE CUMPLIMIENTO
Parque Nacional Natural Tatamá (PMA)	<p>El Plan de Manejo cumplió su vigencia en 2011 y actualmente se encuentra en proceso de actualización por parte de Parques Nacionales Naturales. Según información de la entidad, los objetivos de conservación establecidos, principalmente asociados a la conservación y manejo sostenible de la biodiversidad, se han cumplido en diferente medida a través de acciones asociadas a la educación ambiental, el control de visitantes, la investigación, entre otras que han permitido profundizar en el conocimiento de la biodiversidad y servicios ecosistémicos presentes en dicha área protegida. También se reportan avances en procesos de identificación y delimitación del área con función amortiguadora del Parque, atendiendo a lo dispuesto en el Decreto 2372 de 2010, compilado en el Decreto 1076 de 2015. De la misma manera, la entidad (PNN) ha puesto al servicio del ciudadano herramientas tecnológicas y de comunicaciones, que han permitido fomentar la apropiación y el conocimiento de las áreas protegidas nacionales, entre ellas el Parque Tatamá y su importancia para la calidad y la oferta de bienes y servicios ambientales y para el disfrute de la población.</p>
Parque Regional Natural Verдум (PMA)	<p>La evaluación del Plan de Manejo del entonces Parque Municipal Verдум reporta una inversión hasta el año 2009 de más de \$52 millones, donde la línea de ecoturismo ejecutó casi el 50% de estos recursos, seguida por la línea de educación ambiental, mientras que no se reportó inversión en la línea de sistemas productivos sostenibles.</p> <p>Se reporta en la evaluación un cumplimiento muy deficiente de los objetivos de conservación del parque con un indicador de 0.17; situación que lleva a inferir que a pesar de la inversión realizada, ésta no logró significativos aportes al cumplimiento de dichos objetivos, o se orientó equivocadamente.</p> <p>A pesar de lo anterior, el manejo de aguas residuales se evaluó como bueno (81%), con avances significativos respecto al año 2004 donde se encontraba en el 42% las viviendas que contaban con sistemas de</p>

INSTRUMENTOS	GRADO DE CUMPLIMIENTO
	<p>tratamiento de aguas residuales; un comportamiento bueno también se reportó en el manejo de residuos sólidos. De otro lado, el manejo de conflictos de uso de suelo también se calificó como bueno en el período de evaluación, y la calidad del agua y el índice de calidad se reportaron como, bueno y excelente, respectivamente.</p> <p>Los estudios realizados permitieron identificar diversidad de especies, especies con algún grado de amenaza, al igual que especies objeto de conservación y objeto de monitoreo y seguimiento.</p> <p>En cuanto a infraestructura, la señalización se evalúa como incompleta y no se cuenta con guías de interpretación.</p>
<p>Parque Regional Natural Santa Emilia (PMA)</p>	<p>En el marco de la evaluación (2007-2009) se identificó una inversión total para el parque de cerca de \$95 millones, entre los años 2004 y 2009, donde las líneas de educación y cultura ambiental y ecoturismo representaron cerca del 70% de esta inversión, vale la pena mencionar que la inversión en la línea de ordenamiento territorial fue nula en este período.</p> <p>Se reporta un cumplimiento muy deficiente de los objetivos de conservación del parque con un indicador de 0.17 contrastado con una inversión catalogada como excelente en la ejecución de recursos.</p> <p>El manejo de aguas residuales se evaluó como bueno con un 60% de viviendas que cuentan con sistemas de tratamiento, indicador que mostró un gran avance con respecto al periodo 2004-2006 donde se encontraba solo en el 25%, mientras que la calidad del agua se evaluó como buena, al igual que el manejo de residuos sólidos.</p> <p>Dentro de los conflictos de uso del suelo, si bien su manejo se reportó como excelente en el 2009 con un indicador de 0.85, se denota una baja de un punto en el indicador con respecto al periodo 2004-2006 donde se encontraba en 0.95, lo que presume un aumento de los conflictos de uso entre 2004 y 2009.</p> <p>Los estudios realizados en el parque permitieron identificar la diversidad de especies presente, las especies con algún grado de amenaza y aquellas con valor objeto de conservación, se reporta el desarrollo de procesos de monitoreo de algunas especies.</p> <p>En el tema de infraestructura se reporta la existencia de un centro de visitantes con capacidad para 16 personas y la existencia de señalización adecuada. Se carece de un estudio de capacidad de carga para el parque a la fecha de la evaluación (2009).</p>
<p>Distrito de Manejo Integrado Cuchilla del San Juan (PMA)</p>	<p>La evaluación realizada por la CARDER (2007-2009) reporta una inversión en el que fuera Parque Regional Natural de más de \$230 millones, principalmente en las líneas de ordenamiento territorial, con más del 60% de la inversión total, seguido por la línea de educación y cultura ambiental y sistemas productivos sostenibles.</p> <p>El cumplimiento de los objetivos de conservación se evaluó como regular con un indicador de 0.50 y una inversión calificada con excelente.</p> <p>El manejo de aguas residuales se evaluó como regular con el 32%, mientras que el manejo de residuos sólidos se calificó bueno. La calidad del agua se reportó como buena para el período evaluado.</p> <p>El manejo de los conflictos de uso del suelo en el área, fue evaluado como excelente con un indicador de 0.88. Esto puede significar que la inversión realizada en la línea de ordenamiento territorial y sistemas</p>

INSTRUMENTOS	GRADO DE CUMPLIMIENTO
	<p>productivos sostenibles, tuvo un buen grado de incidencia en la problemática de conflictos de uso.</p> <p>De otro lado, no se han identificado las especies con algún grado de amenaza, ni definido las especies valor objeto de conservación. Se tienen identificadas especies objeto de seguimiento y monitoreo.</p> <p>En cuanto a infraestructura se reporta que los senderos ecológicos no cuentan con señalización, ni se tienen guías de interpretación.</p>
<p>Distrito de Manejo Integrado La Cristalina – La Mesa (PMA)</p>	<p>La evaluación realizada por la Corporación en 2009 da cuenta de una inversión cercana a los \$36 millones en el plan de manejo del denominado Parque Natural Municipal La Cristalina - La Mesa, en el cual la línea asociada a ordenamiento territorial desarrolló la mayor parte de los recursos, seguida por la de sistemas productivos sostenibles.</p> <p>El cumplimiento de los objetivos de conservación fue evaluado como regular con el 0.38.</p> <p>El manejo de aguas residuales se califica como regular (44%) y no se contó con información del estado de los sistemas de tratamiento existentes en las viviendas para evaluar este indicador, lo anterior genera un llamado de atención para la evaluación actual del acuerdo de manejo, donde debe vigilarse este aspecto en pro del mantenimiento de la calidad de las aguas en el área del Distrito de Manejo. El manejo de residuos sólidos de calificó como bueno en la evaluación con el 0.58.</p> <p>De otro lado, los conflictos de uso del suelo mostraron una evaluación positiva con el 0.66, indicando que han disminuido, quizás con los proyectos realizados a través de la línea de sistemas productivos sostenibles.</p> <p>Los estudios realizados permitieron la identificación de la diversidad de especies. Sin embargo se afirma que no se han identificado las especies con algún grado de amenaza, ni las de valor objeto de conservación, y aún no se ha iniciado el proceso de monitoreo de la diversidad biológica.</p> <p>Finalmente se establece que falta señalización en senderos ecológicos, manuales de interpretación, implementación de programa de guías y no se cuenta aún con evaluación de la capacidad de carga del área.</p>
<p>Distrito de Manejo Integrado Agualinda (PMA)</p>	<p>La evaluación realizada en el periodo 2007 – 2009 al entonces Parque Natural Municipal Agualinda, evidencia una inversión superior a los \$67 millones con una destinación superior de recursos a la línea de educación y cultura ambiental, seguida por la línea de ecoturismo.</p> <p>Se evalúa como regular el cumplimiento de los objetivos de conservación con un indicador de 0.30 y una inversión excelente de los recursos, en esta medida se podría afirmar que los recursos se invirtieron de la mejor manera pero no fueron suficientes para el logro de los objetivos.</p> <p>De otro lado, el manejo de aguas residuales se reportó como regular con sólo el 35% de viviendas con sistemas de tratamiento, sin embargo, los indicadores de calidad del agua se reportaron como buenos y excelentes en algunos casos. El manejo de residuos sólidos también se evaluó como bueno.</p>

INSTRUMENTOS	GRADO DE CUMPLIMIENTO
	<p>De otro lado, el manejo de conflictos de uso del suelo se reporta como excelente con un indicador de 0.79; no obstante disminuyó con respecto al período 2004-2006 donde se registró en 0.87.</p> <p>Se han identificado especies con algún grado de amenaza, especies con valor objeto de conservación y objeto de monitoreo. No se tiene evaluación de la infraestructura.</p>
<p>Distrito de Manejo Integrado Planes de San Rafael (PMA)</p>	<p>La evaluación citada da cuenta de una inversión total para el área de más de \$83 millones entre el 2004 y el 2009, donde la línea de educación y cultura ambiental representó casi la mitad de recursos en total. Las demás líneas (ordenamiento territorial, sistemas productivos sostenibles y ecoturismo) obtuvieron inversiones similares en el período señalado.</p> <p>Se resalta como potencialidad del área, la participación de las Juntas de Acción Comunal y del Grupo de Interpretes Ambientales – GAIA, como promotores de las acciones del plan de manejo, principalmente las referidas a la educación y cultura ambiental.</p> <p>El cumplimiento de los objetivos de conservación fue evaluado como regular con un indicador de 0.26 y con un indicador de inversión calificado como excelente en la ejecución de recursos.</p> <p>El manejo de aguas residuales fue calificado como bueno al igual que los indicadores de calidad de agua. El manejo de residuos sólidos también fue evaluado como bueno.</p> <p>El manejo de conflictos de uso del suelo, aunque fue evaluado como excelente con un indicador de 0.72, evidenció una disminución con respecto a años anteriores donde se había ubicado en 1.0, denotando un surgimiento de conflictos de uso en el área.</p> <p>Se han identificado especies con algún grado de amenaza, especies con valor objeto de conservación y objeto de seguimiento y monitoreo para el cumplimiento de objetivos de conservación.</p> <p>Desde la infraestructura, se reporta la existencia de un centro de visitantes en buen estado y senderos ecológicos, la mayoría sin señalización, sólo dos senderos contaban al momento de la evaluación con guía de interpretación.</p>
<p>Área de Recreación Alto del Rey (PMA)</p>	<p>Según la evaluación realizada por CARDER en 2009, entre el año 2004 y 2009, el entonces denominado Parque Natural Municipal Alto del Rey, registró una inversión de más de \$43 millones en diferentes líneas de acción como educación y cultura, sistemas productivos sostenibles, ecoturismo y ordenamiento territorial, siendo las líneas de educación y ecoturismo, las que ejecutaron mayor presupuesto en ese período. Se resalta en la evaluación realizada, la participación de la Junta de Acción Comunal, de grupos ambientalistas y de la comunidad en general en el desarrollo de actividades de apropiación.</p> <p>El cumplimiento de los objetivos de manejo se describe como regular con un indicador de 0.26, sin embargo se califica como buena gestión de la inversión con el 86%.</p> <p>El manejo de aguas residuales se califica como regular con el 50% de viviendas que cuentan con sistemas de tratamiento, no obstante este indicador muestra avances con respecto al 2003 cuando el porcentaje era del 29%. El mantenimiento a los sistemas de tratamiento existentes se considera bueno, lo cual significa igualmente que la</p>

INSTRUMENTOS	GRADO DE CUMPLIMIENTO
	<p>calidad de las aguas en el área ha mejorado notablemente, indicador calificado con 0.81.</p> <p>Con respecto a conflictos de uso del suelo en el área, el indicador es calificado como bueno con el 0.58; no obstante, desde el año 2003 sólo ha mejorado en 0.3 puntos.</p> <p>A partir de las investigaciones realizadas se han podido identificar y caracterizar algunas especies, dentro de estas se han podido establecer algunas con valor objeto de conservación y monitoreo y no se han identificado especies con algún grado de amenaza. No se cuenta con estudios de capacidad de carga para el área.</p>
<p>Humedales identificados, caracterizados e incluidos dentro de los EOT</p>	<p>Se encuentra a la espera de la identificación de los humedales en el marco de la revisión de los EOT de los municipios de la Cuenca que poseen humedales en sus territorios, una vez identificados procederán a delimitación conjunta con la Corporación y se iniciará la formulación de los Acuerdos de Manejo respectivos; hasta tanto no se cuente con estos instrumentos, no podrá reportarse una evaluación de la eficacia e incidencia de los mismos.</p>
<p>Predios adquiridos por los municipios para conservación del recurso hídrico</p>	<p>Se cuenta con un inventario de los predios adquiridos por los municipios que hacen parte de la Cuenca, los cuales han venido siendo incluidos como suelos de protección por los entes territoriales, en sus procesos de ordenamiento territorial con norma urbanística de conservación ambiental.</p> <p>No obstante lo anterior, estos predios deben someterse a Acuerdos de Manejo que deben ser formulados en conjunto por los municipios y la CARDER, por lo cual la Corporación está en proceso de priorizar los predios para emprender la tarea de formular dichos instrumentos. En vista de lo anterior, aún no se puede dar un reporte del estado de ejecución de este instrumento.</p>
<p>Zonas forestales protectoras de corrientes hídricas urbanas y rurales</p>	<p>Dado que más que un instrumento, este tema obedece a una reglamentación de la Corporación para el tema de delimitación de áreas forestales protectoras de corrientes hídricas, la ejecución del mismo corresponde a las delimitaciones que progresivamente realizan los entes territoriales en sus procesos de ordenamiento territorial, siguiendo esta norma considerada como determinante ambiental en dichos procesos. No se cuenta con información específica de la eficacia de este tipo de instrumento.</p>

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, con base en información suministrada por CARDER 2016 y (CARDER 2011)

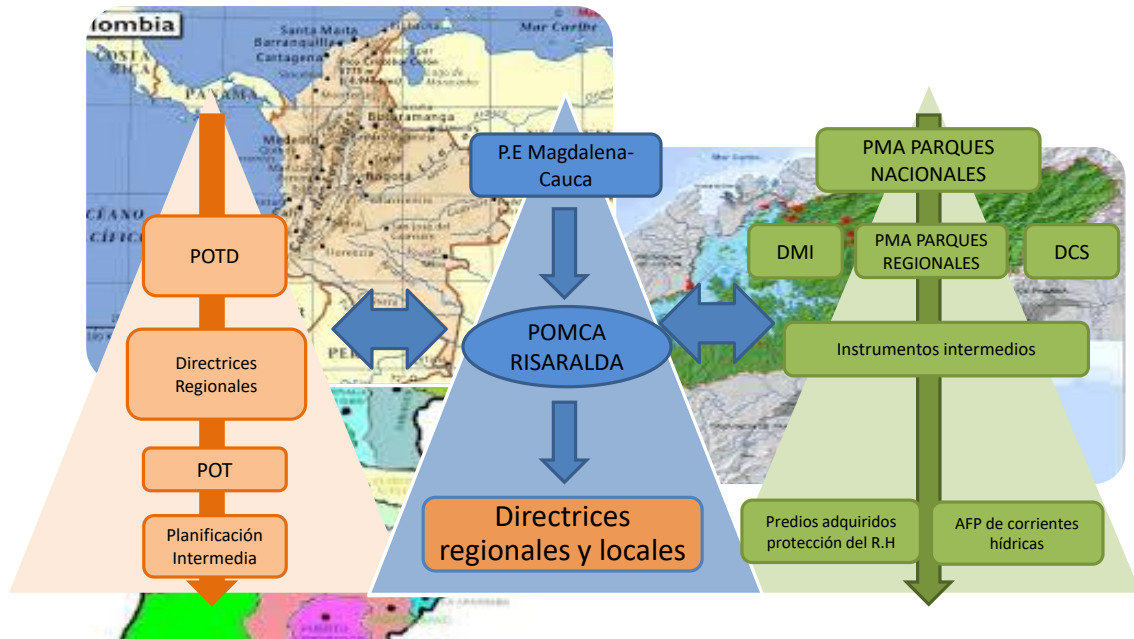


Figura 99. Jerarquía de instrumentos en la cuenca Risaralda

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

Dentro del POMCA Risaralda también deben considerarse otros instrumentos sectoriales, como los Planes de Ahorro y Uso eficiente del Agua de empresas prestadoras de servicio de acueducto, los Planes de Manejo Ambiental del sector minero y energético presente en la Cuenca, los Planes Maestros de Acueducto y Alcantarillado de los entes territoriales presentes en la Cuenca, así como con los respectivos Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV. La articulación con este tipo de instrumentos permitirían la toma de decisiones, de acuerdo con las necesidades futuras en cuanto a las proyecciones de expansión de los centros urbanos y las restricciones que también pudieran surgir para estas dinámicas, derivadas de los resultados que se obtengan a través del POMCA, en temas como objetivos de calidad de corrientes hídricas y su priorización, identificación de zonas donde se evidencie un probable agotamiento de recursos, entre otras, que impactan directamente el desarrollo de los entes territoriales.

Finalmente, es preciso resaltar que a pesar de contar con una robusta legislación ambiental y con los elementos para garantizar la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales, como base fundamental del ordenamiento del territorio nacional, regional y local, muchas de las directrices e instrumentos, no son totalmente claros para lograr su correcta y efectiva implementación. En consecuencia se hace necesario generar elementos que promuevan una armonización de estos elementos en el territorio.

Bajo este panorama, se puede evidenciar que la política ambiental, se encuentra transversalmente inmersa en la planificación territorial y socioeconómica, a través de los instrumentos de planificación y administración de los recursos naturales, como base fundamental para el desarrollo y no como una variable más del mismo.

De la misma manera, se evidencia la complejidad del ordenamiento territorial de los entes locales, donde finalmente confluyen todos los elementos definidos desde jerarquías superiores, direccionados en la mayoría de las ocasiones desde las determinantes para el ordenamiento territorial municipal; lo que evidencia, la necesidad de articulación entre estas directrices, instrumentos y por ende categorías de zonificación, de tal manera que su implementación en el territorio sea adecuada y efectiva para el logro de los objetivos que se persiguen con cada una de ellas.

6. CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL DE LA CUENCA

6.1 Identificación y clasificación del nivel jerárquico de los asentamientos urbanos

Elaborar el análisis funcional para la cuenca del río Risaralda, significó tomar como base algunos planteamientos teóricos utilizados para realizar este tipo de análisis y que corresponden específicamente al Método Aplicado de Análisis Regional, con su enfoque de Funciones Urbanas para el Desarrollo Rural (FUDR) y al análisis realizado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) en el marco del sistema de ciudades para Colombia. El primer enfoque atiende, entre otras cosas a índices ponderados de centralidad y analiza aspectos de localización de las cabeceras municipales, el tamaño poblacional y especialmente, la concentración y dispersión de funciones urbanas y los servicios centrales, diferenciando los asentamientos con base en los tipos, combinaciones y diversidad de las actividades económicas y sociales localizadas en ellos. A partir de estos conceptos y de este método el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), construyó el análisis de la estructura urbano – regional - nacional, donde se clasifican los asentamientos urbanos, en siete (7) subgrupos, así: Metrópoli Regional, Centro Subregional, Centros de relevo principal y secundario, centros locales principales y secundarios y centros urbanos básicos o primarios.

Para la categorización de los municipios de la Cuenca del río Risaralda, se evaluaron diversos criterios a través de la matriz de existencia (1) e inexistencia (0) en las cabeceras municipales, a saber: Educación, Salud, Servicios de Transporte, Servicios públicos y saneamiento básico, Servicios Comerciales, Servicios Notariales y de Justicia, Autoridad Policiva, Comunicaciones, Organizaciones Comunitarias.

En este sentido las Categorías Municipales deja a todos los municipios de la Cuenca en el mismo nivel; por tanto, de acuerdo a la existencia e inexistencia de las variables o criterios anteriormente mencionados, se ponderó la jerarquía, con un óptimo o puntaje máximo de 31 puntos:

Tabla 157 Jerarquización de los asentamientos urbanos en la cuenca

PUNTAJE	JERARQUÍA
27 - 31	Centro Subregional
22 - 26	Centro de relevo principal
18 - 21	Centro de relevo secundario
13 - 17	Centro local
8 - 12	Centro de apoyo sub local

4 - 7	Centro poblado secundario
0-3	Centro poblado aislado

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017

Derivado de lo anterior, se obtuvo como resultado que la mayor jerarquía en la cuenca clasificada como centro de relevo principal estuvo representada por los municipios de La Virginia y Anserma, con un puntaje de 23 y de 22 puntos respectivamente, mientras que el municipio de San José, presentó el menor puntaje, con 13 puntos, tal como se relaciona en la Tabla 158 y en la Figura 100.

Tabla 158: Jerarquización funcional de centros urbanos en la cuenca del río Risaralda

CABECERA MUNICIPAL	TOTAL	JERARQUÍA FUNCIONAL
La Virginia	23	Centro de relevo principal
Anserma	22	Centro de relevo principal
Belén de Umbría	20	Centro de relevo secundario
Apía	19	Centro de relevo secundario
Santuario	19	Centro de relevo secundario
Viterbo	17	Centro local
Balboa	16	Centro local
Guática	16	Centro local
Mistrató	16	Centro local
Risaralda	16	Centro local
Belalcázar	15	Centro local
San José	13	Centro local

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

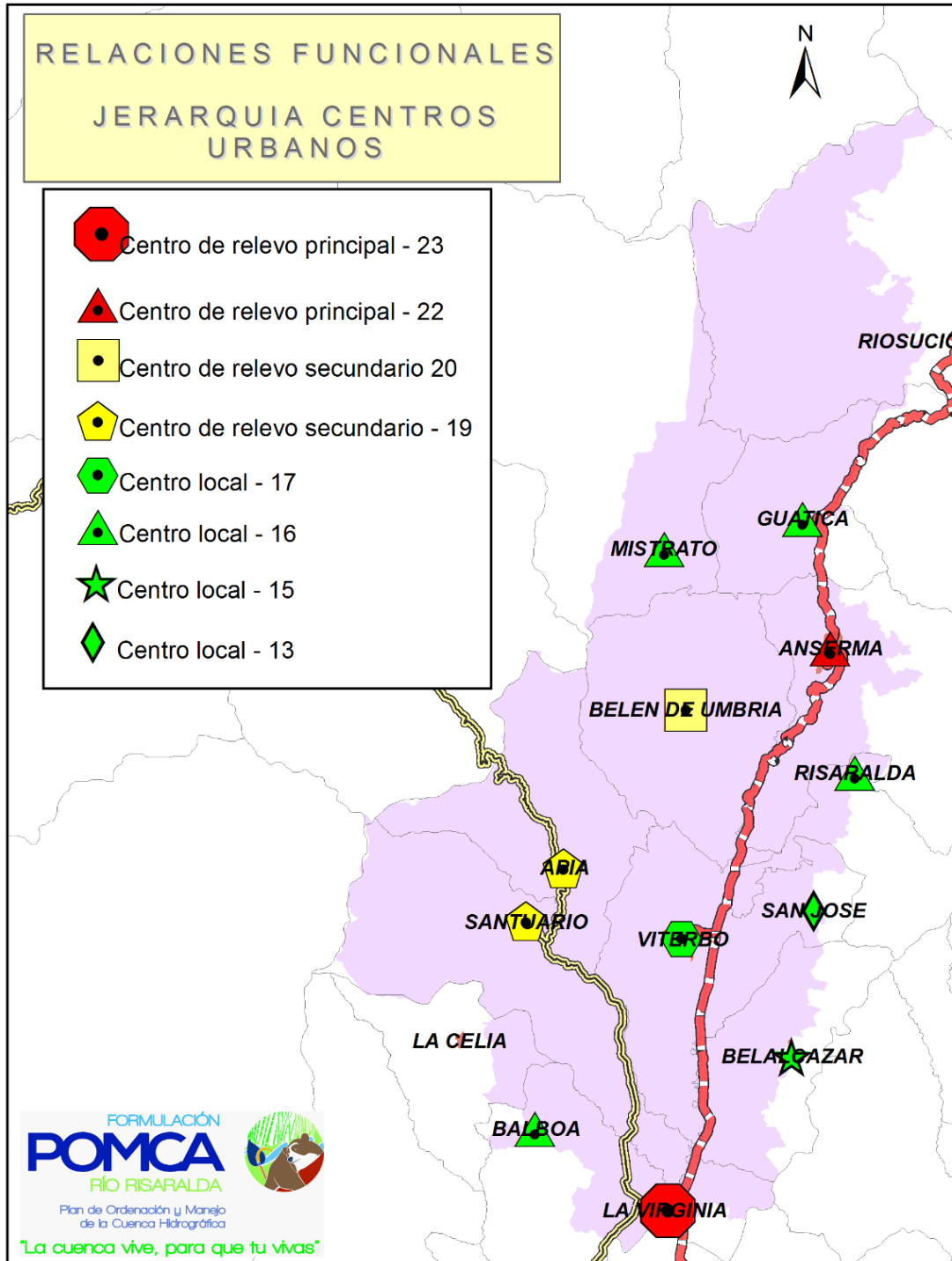


Figura 100. Jerarquía funcional de centros urbanos en la cuenca del río Risaralda
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

En coherencia con lo anterior se resalta lo siguiente en función de la clasificación de los asentamientos urbanos en la cuenca:

Metrópoli Regional: No se da esta categoría para ningún municipio de la Cuenca.

Centro Subregional: No se da esta categoría para ningún municipio de la Cuenca, se consideran en esta categoría las capitales departamentales: Pereira y Manizales.

Centros de Relevo Principal: El municipio de **La Virginia**, se consolida como centro de relevo principal por su ubicación, grado de urbanización, prestación de servicios de salud (hospital nivel II), comercio y servicios; además posiblemente sea un nodo para el Clúster Educativo Regional. Todos los municipios de la parte media – baja de la Cuenca, tienen dependencia de los servicios que presta. A su vez, el municipio tiene fuerte dependencia de Pereira. La Virginia tiene como Visión al 2032 ser un importante Centro Logístico y Turístico de importancia nacional e internacional, en virtud de su posición estratégica como punto de encuentro de los departamentos de Risaralda, Choco, Valle del Cauca y Antioquia⁷.

En orden descendente, pero en igual categoría, se ubica el casco urbano del municipio de **Anserma**, el cual es el más urbanizado del norte de la Cuenca; además se va a convertir en el nodo principal del Clúster Educativo del Occidente Próspero del departamento de Caldas, y nodo del Clúster Regional. Actualmente, es el municipio que presenta mayor oferta educativa en educación superior en la Cuenca, con diferentes tecnologías y licenciaturas, entre ellas, la licenciatura en educación ambiental. Su dependencia se da especialmente hacia el municipio de Manizales.

Centros de Relevo Secundario: El municipio de **Belén De Umbría** se destaca por ser autónomo, con economía agropecuaria, de servicios y turismo. La transformación que el municipio de Belén de Umbría ha venido adquiriendo, lo convierte en un centro de productividad, desarrollo y competitividad integral para el departamento de Risaralda. Dentro de las funciones más relevantes se encuentra la instalación de la banca privada, el uso de cajeros automáticos, la presencia del SENA y otros centros de formación técnica; así como una alta representatividad en asociaciones de productores de productos agrícolas alternativos al café (mora, lulo, plátano, aguacate, etc.) y de producción pecuaria; su dependencia es hacia Pereira. De él depende directamente el municipio de Mistrató, al ser paso obligado para el acceso en la vía desde Pereira.

Es de anotar que, la clasificación de los dos centros de relevo principal y el secundario, concuerdan con la población de sus cabeceras, así, el casco urbano de La Virginia es el más poblado dentro de la Cuenca, seguido del de Anserma y luego por la cabecera de Belén de Umbría.

En orden descendente, se encuentran las cabeceras urbanas de los municipios de **Apía y Santuario**, las cuales prestan servicios a la población urbana y rural, como a poblaciones vecinas. En ambos municipios tiene presencia el Parque Nacional Natural Tatamá y el Distrito de Manejo Integrado-DMI Planes de San

⁷ Plan de Desarrollo municipio de La Virginia 2016 – 2019, “Por La Virginia que todos queremos”.

Rafael; lo que fortalece ambientalmente los municipios, junto con otros DMI y Parques Regionales Naturales, presentes en cada uno.

El municipio de Apía, empieza a generar una nueva dinámica territorial, que permite ofrecerles a sus habitantes y visitantes, una amplia oferta de bienes y servicios.

Por su parte en el municipio de Santuario, la actividad cafetera es predominante, dándose en extensiones de tierra pequeñas tipo minifundios, lo cual permite que una cantidad importante de productores sean dueños de la tierra, es decir dándose una distribución de la tierra. Otros productos como el plátano y los frutales de tierra fría (mora, maracuyá, granadilla, etc.), se ven como cultivos promisorios en la actualidad y de permanencia hacia el futuro próximo.

Centros Locales: Centros Urbanos Básicos o Primarios: El municipio de **Viterbo** se identifica como aquel que presta servicios tanto a su población, como a la población flotante de fines de semana y época de vacaciones, específicamente a la gran cantidad de condominios y parcelaciones presentes en la zona.

Balboa, Guática, Risaralda, Mistrató, Belalcázar y San José, son los municipios que presentan servicios elementales para su población. Sus cabeceras municipales atienden las funciones de la población urbana y su alta población rural, con funciones de orden local. Estos municipios presentan una vocación agrícola, evidenciando una alta representatividad en sus economías. Estos municipios por su cercanía, tienen alta relación de dependencia con el municipio de La Virginia y con Pereira, incluso los municipios del departamento de Caldas, a los que su capital Manizales, les queda más distante, ejerciendo dependencia, básicamente a nivel administrativo.

6.2 Gestión ambiental urbana

Con respecto a los PSMV, según la CARDER, sólo los municipios de La Celia y Mistrató muestran niveles altos de ejecución de los mismos (72%); evidencian un cumplimiento parcial los municipios de Apía (16%), Belén de Umbría (31%). Los municipios de Guática, La Virginia y Santuario (8%) y únicamente el municipio de Balboa fue registrado como que “no cumple”.

Para los municipios del departamento de Caldas, se presenta un nivel alto de ejecución en el municipio de San José, en el cual se realizaron obras de interceptores y colectores. La prefactibilidad de las PTAR, según los diseños, se ubicarían en la Cuenca, ya que los colectores están encontrándose y dirigiéndose hacia ella para todos los municipios (exceptuando Riosucio) y mientras éstas no sean construidas para un verdadero saneamiento, la descarga de las aguas residuales que se repartía por gravedad, una parte hacia la cuenca del río Cauca y la otra hacia la del río Risaralda; con la instalación de los colectores e interceptores, se dirigirá hacia la cuenca del río Risaralda.

El hecho de que ningún casco urbano de los municipios pertenecientes a la cuenca cuente con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), genera aportes de carga contaminante a los cuerpos de agua receptores, generando afectación a la calidad del agua. Adicionalmente se genera afectación por cargas de sectores agrícolas, como el caso del cultivo de café.

De acuerdo a la normatividad vigente (754 de 2014), sobre la adopción de la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los PGIRS; los municipios radicaron nuevos PGIRS en las corporaciones, a través del apoyo de los PDA, algunos de los cuales han sido recientemente adoptados o están en proceso de adopción por los municipios, por tanto, no hay todavía un seguimiento al grado de cumplimiento de sus nuevos programas y metas propuestas.

En cuanto a cobertura vegetal, se ha perdido especialmente el bosque ripario, bosques fragmentados y aledaños a las riberas de los cauces hídricos, aunque también se ha experimentado pérdida en el porcentaje de área de bosques seminaturales en áreas protegidas, donde el área de recreación Alto del Rey en el municipio de Balboa, es el que más ha presentado pérdida de cobertura boscosa. Sólo el DMI Planes de San Rafael y el PNN Tatamá, han evidenciado aumento.

Los suelos de protección del recurso hídrico y las zonas aferentes de acueductos municipales también han presentado pérdida de cobertura boscosa, condición que se le ha atribuido a la ampliación de la frontera agrícola.

Por otro lado, un alto porcentaje del área de la cuenca representado en un 42% que equivale a 57.752 ha, presenta interés minero por concepto de títulos o solicitudes en la Cuenca Figura 101, además de la minería ilegal que se está presentando especialmente entre Riosucio y Mistrató. Las solicitudes de propuesta de contrato de concesión para el año 2017 respecto al 2014, presenta un incremento del 437.5%, ante la Agencia Nacional de Minería (ANM), correspondientes a diversos minerales predominando los materiales de construcción, oro, plata y demás minerales metálicos, sin embargo se resalta la importancia que tienen los materiales de construcción principalmente materiales de arrastre de los ríos Mapa y Risaralda y algunas fuentes de canteras de peña en la zona.

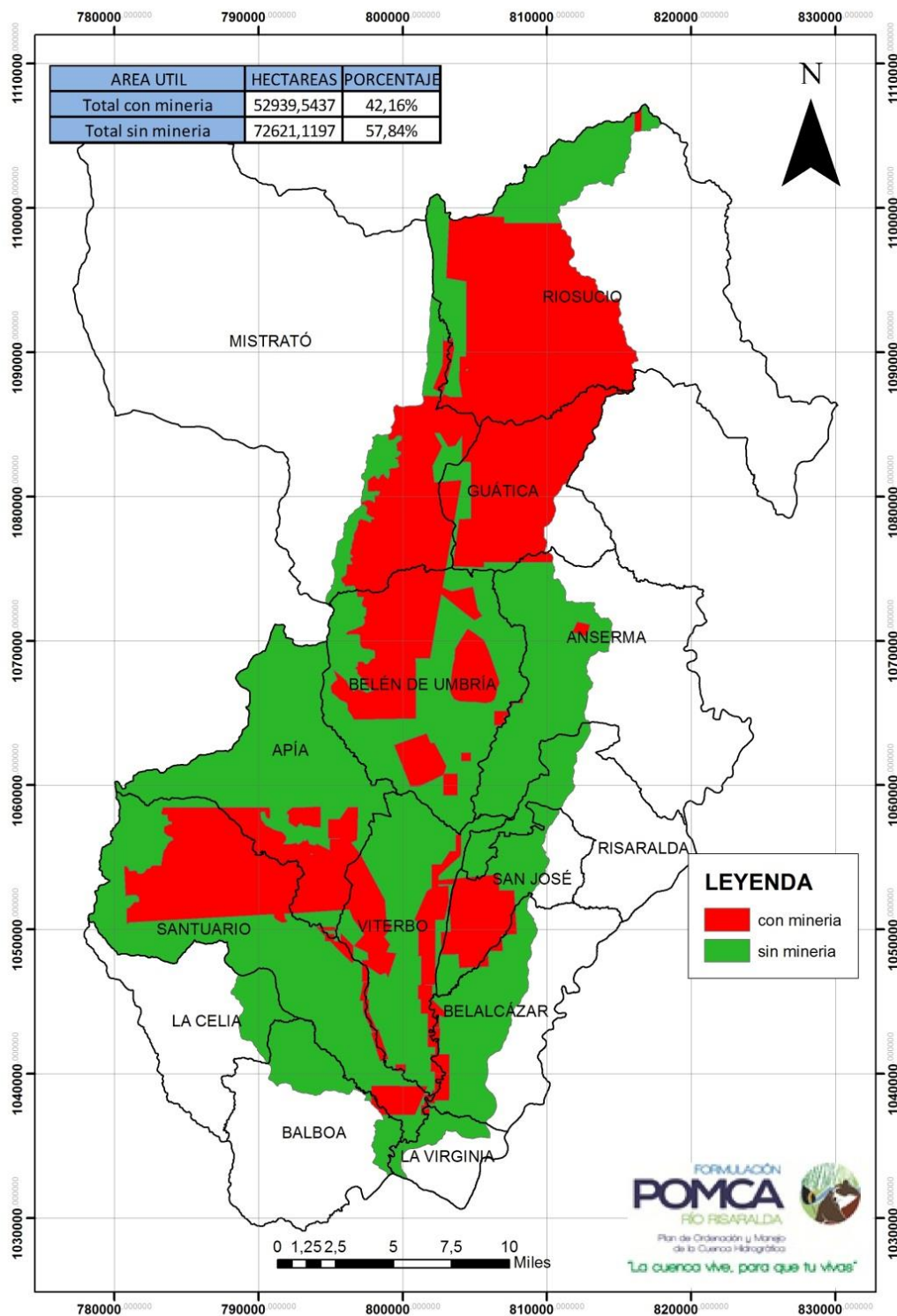


Figura 101. Áreas con títulos mineros y solicitudes en la cuenca para el año 2017
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

En este sentido, es imperativo reconocer, en el marco de la formulación del POMCA, la sensibilidad que puede presentar la Cuenca ante el incremento de la extracción minera, no sólo generando una gran degradación morfológica y del paisaje, sino determinando fuerte deterioro de las funciones ecosistémicas, en aspectos tales como la fragmentación de coberturas boscosas, la pérdida de conectividad biológica, involucrando peces, aves y mamíferos, así como alterando probablemente la calidad de fuentes hídricas y afectar acuíferos por pérdida de medios de recarga y transmisividad, de tal forma que la satisfacción de la demanda, puede sobrepasar la capacidad real de recuperación del ecosistema, tanto por la extracción de materiales de arrastre y el probable desarrollo de fosas sobre planicies aluviales para satisfacer la gran demanda de materiales para construcción y para el desarrollo vial de la región, como la referida a los demás minerales, como oro, plata y manganeso, entre otros. De la misma manera, las administraciones municipales podrían recurrir a consultas populares y reformas de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), para restringir la actividad minera que antes era solo facultad de los entes nacionales; de acuerdo a los precedentes de sentencias recientes de la Corte Constitucional, que fortalecen la autonomía local, tales como lo referido en la Sentencia 035 de 2015, Sentencia 123 del 2014 y la 273 de 2016, así como el fallo de Tutela T-445/16, que involucran en conjunto la promoción de la protección ambiental y al autonomía local. Es importante referir de igual manera el Decreto 1658 del 2013, resulta relevante en la reducción y eliminación del mercurio.

6.3 Relaciones urbano-rurales y urbano-regionales

El valle del río Risaralda se puede considerar como una extensión del valle del río Cauca. Comprende parte de los municipios de Belén de Umbría, Viterbo, Santuario y Balboa por la margen derecha del río Risaralda, y de los municipios de Risaralda, Belalcázar y la Virginia por la margen izquierda. En este valle se tiene un inventario de puntos de agua subterránea conformado por 57 aljibes y dos pozos, uno ubicado en la finca hotel El Paraíso con fin turístico para abastecimiento doméstico y el otro en la hacienda El Danubio, para uso pecuario (ganadería) y uso doméstico. Adicionalmente se identificaron 351 manantiales dentro de la base de datos de concesiones de agua y tres pozos profundos que hacen parte del inventario presentado por el Proyecto CARDER Canadá del año 1994.

Actualmente se cuenta con 353 concesiones de agua subterránea entre pozos y manantiales. El uso principal del agua subterránea concesionada en la cuenca del Río Risaralda es el doméstico y de consumo humano, cuyos usuarios principales son viviendas de fincas y algunos condominios ubicados en el valle del río Risaralda, los usos adicionales dados al agua son el agrícola, pecuario, y en menor medida la acuicultura y el uso industrial.

Respecto a la disposición final de residuos sólidos de las cabeceras municipales, se presentan dos relacionamientos, uno con la ciudad de Manizales, más exactamente con Neira, cuenca Tapías-Tareas y otro con la ciudad de Pereira, más exactamente con el corregimiento de Combia de la cuenca Otún. Los municipios de la margen derecha de la cuenca, como son Belalcázar, Risaralda, San José y Anserma, del departamento de Caldas y el municipio de Guática, del departamento de Risaralda, disponen en el relleno sanitario La Esmeralda y su proveedor de recolección, transporte y disposición es la Empresa Metropolitana de Aseo S.A. E.S.P. –EMAS.

Para las cabeceras de los municipios de La Virginia, Balboa, Santuario, Apía, Belén de Umbría y Mistrató, del departamento de Risaralda, y la cabecera del municipio de Viterbo, del municipio de Caldas, disponen en el relleno sanitario La Glorita, a través de sus empresas de servicios públicos o de subcontratos con Atesa de Occidente S.A. ESP.

Con respecto a los vertimientos, las cabeceras urbanas de los municipios de la Cuenca arrojan sus descargas en cuerpos de agua contiguos (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) que tributan al río Risaralda. Teniendo como referente los indicadores de calidad de agua calculados históricamente en la cuenca, que entre otros puntos, se realiza en seis (6) estaciones sobre la corriente del río Risaralda, se puede inferir que la calidad en términos generales es buena a pesar de los vertimientos que se reciben, esto entre otros aspectos, se debe a una buena capacidad de asimilación que es característico del río de montaña.

Condiciones un poco más desfavorables de calidad de agua se presentan después de la captación de la PCH Morro Azul, que toma el agua en la confluencia del río Guática en el río Risaralda y la retorna aproximadamente 5 Km aguas abajo, generando disminución de caudales, que puede alterar las condiciones de calidad del agua.

El tramo final del río Risaralda, previo a la desembocadura del río Cauca es el que presenta las condiciones más desfavorables de calidad de agua y que se puede deber entre otras razones, a que el río ya viene con todas las cargas contaminantes. En este último tramo recibe las descargas del Ingenio Risaralda que es la quinta industria con mayor aporte de carga contaminante del departamento, así como también por los vertimientos generados por la cabecera del municipio de La Virginia. El IDEAM tiene publicado los resultados del Índice de Calidad de Agua (ICA), para las principales corrientes de agua del país, dentro de ellas el río Risaralda (Tabla 180).

Tabla 159. Consolidado resultados ICA

Estación	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Desembocadura río Risaralda	Malo	Regular	Regular	Regular	Malo	Aceptable	Regular

Fuente, IDEAM

En síntesis, el metabolismo hídrico de la cuenca genera relaciones urbano-rurales, debido a que las fuentes de abastecimiento, por lo regular se localizan en áreas rurales y abastecen áreas urbanas, no obstante los vertimientos de los cascos urbanos se generan hacia zonas rurales, así como los vertimientos de otros sectores que se desarrollan en áreas rurales como piscícolas, porcícolas, centrales de sacrificio y el sector cafetero.

Según las coberturas de áreas agrícolas en la cuenca Risaralda, predominan los cultivos permanentes y las áreas agrícolas heterogéneas, que en conjunto abarcan casi la mitad del total de áreas agrícolas. La predominancia de cultivos permanentes en la cuenca está asociada principalmente al cultivo de la caña de azúcar, al cultivo del café y plátano, entre otros. Los cultivos transitorios por otra parte son mínimos, estimándose una cobertura de ellos cercana de 55 ha, lo que no alcanza a sumar un 1% del total de las áreas agrícolas; esto puede tener su origen en las características climatológicas y de suelos, entre otras, además de las prácticas tradicionales de cultivos asociadas comúnmente a la economía cafetera. Las áreas agrícolas heterogéneas como predominantes en la Cuenca, dan cuenta de la diversificación de cultivos en algunas partes de la misma, mosaicos que incluyen cultivos de hortalizas, pastos, plátano y frutales, entre otros.

6.4 Relaciones socioeconómicas y administrativas en la cuenca

La cuenca del río Risaralda se encuentra ubicada en la jurisdicción de los departamentos de Risaralda y Caldas, en la zona centro occidente del territorio colombiano; la situación geográfica de estos departamentos es privilegiada, teniendo en cuenta que convergen en el centro del área cafetera del país y en el triángulo conformado por Bogotá, Cali y Medellín; igualmente es la puerta de la región del pacífico colombiano. Los departamentos de Caldas y Risaralda se han destacado económicamente por una tendencia agrícola y han hecho que ocupen una excelente posición regional frente al estado y desarrollo de tres grandes polos de actividades: Industrial, Financiero y de Servicios.

En la cuenca del río Risaralda se encuentra total o parcialmente el territorio de 14 municipios, de los cuales Belén de Umbría, Apía, Santuario, Balboa y Viterbo, tienen el 100 % del territorio dentro de la Cuenca; mientras que Riosucio, Anserma, Guática, Mistrató, La Celia, Risaralda, Belalcázar, San José y La Virginia se encuentran parcialmente en ella; sin embargo todas las cabeceras

municipales se abastecen de las fuentes hídricas ubicadas dentro de la Cuenca a excepción de Riosucio y La Celia. Estas dos últimas cabeceras municipales no pertenecen a la cuenca del río Risaralda.

6.5 Enfoque Regional – Relaciones Urbano - Regional

Como referente de análisis para establecer relaciones de tipo urbano-regional, se hace relación al Modelo de Ocupación Territorial del Área Metropolitana Centro Occidente que se enmarca en el Comité de Integración Territorial que incluye los municipios de Pereira, Dosquebradas, La Virginia, Santa Rosa de Cabal, Marsella, Balboa, La Celia, Viterbo, Belén de Umbría, Cartago, Ulloa y Alcalá. Los determinantes y lineamientos para la elaboración de este modelo, están dados por tres factores básicos a saber: los ambientales, señalados en su mayoría mediante la legislación ambiental, los de planeación territorial, establecidos en la ley 388/97 y la apuesta de competitividad de la región plasmada en un acuerdo social como lo son las Agendas Regionales de Competitividad, agendas que a su vez recopilan los diferentes ejercicios de visión y prospectiva elaborados entre los diferentes niveles de gobierno y la sociedad civil y tercero por las directrices y lineamientos aprobados por el AMCO a través del Plan Integral de Desarrollo Metropolitano PIDM.

Se referencia la concreción de al menos dos vías nuevas complementarias a este eje vial: la doble calzada Cerritos - La Virginia, que unirá al departamento de Risaralda con Autopistas de la Prosperidad, en el puente sobre el río Cauca en el municipio de La Virginia y la doble calzada que de Cerritos conduzca al Aeropuerto de Santa Ana en Cartago. Igualmente se puede corroborar la tendencia de localización poblacional a lo largo de este eje vial, entre los cuales sobresale el poblamiento en el sector limítrofe del municipio de Pereira con Cartago, y el que se viene presentado en el sector de la Postrera en el municipio de Santa Rosa de Cabal. Es así como las tendencias de localización poblacional estarían señalando que el eje vial Pereira – Santa Rosa de Cabal no es el único que muestra desarrollos tendencias lineales, y que posiblemente a futuro el eje vial paralelo al río Risaralda podría convertirse, en mayor atractor de población y de actividad económicas.

A continuación se hace referencia a la manera como la población de la Cuenca Risaralda, se moviliza en función de satisfacer sus necesidades de servicios sociales básicos.

Tabla 160 Municipios de la Cuenca y su relación a Servicios Sociales básicos

Servicios Sociales Básicos	
Educación	Los municipios al interior de la Cuenca cuentan con buena cobertura, la población rural dispersa cuenta con escuelas en básica primaria en la gran mayoría de los municipios, la secundaria se encuentra cubierta en los centros poblados y cascos urbanos de los municipios de la Cuenca. El acceso a la Educación superior se da por tecnologías o licenciaturas a través del programa de CERES para la Cuenca por parte de la

	<p>Universidad de Caldas y la Universidad Tecnológica de Pereira, y en una menor proporción la población se desplaza hacia Pereira o Manizales para acceder a las Universidades de la región.</p>
Salud	<p>Cobertura en la población que necesita acceder al nivel III, se debe de desplazar a Pereira o Manizales, los municipios de la Cuenca cuentan con los niveles I en todos los municipios, y de nivel II únicamente en el municipio de La Virginia.</p> <p>Se observa que la cuenca es muy subsidiada, por el bajo porcentaje de población afiliada al régimen contributivo (cerca del 19%), frente a la población afiliada al régimen subsidiado (cerca del 65%).</p>
Vivienda	<p>Oferta de vivienda tipo VIS se encuentra para las en zona de expansión de los municipios de la Cuenca, se evidencia un crecimiento de los cascos urbanos municipales, además de la oferta de vivienda rural campestre en el valle de la Cuenca Risaralda.</p>
Recreación	<p>Oferta de servicios de recreación en la Cuenca, se encuentra relacionada con los DMI, las áreas protegidas en el departamento de Risaralda, además de los balnearios en relación a la Cuenca y subcuencas, este servicios es demandado por el municipio de Pereira.</p>
Servicios Públicos	<p>Los municipios de la Cuenca tiene relación con las capitales departamentales, para la disposición final de sus residuos sólidos, así: Relleno Sanitario La Esmeralda (Manizales): Anserma, Belalcázar, Guática, Risaralda y San José, donde las distancias oscilan entre 55 y 92km. Relleno Sanitario La Glorita (Pereira): Apía, Balboa, Belén de Umbría, La Virginia, Mistrató, Santuario y Viterbo; donde las distancias oscilan entre 36.26 y 96.2km. Energía: Todos los municipios dependen de la CHEC. Acueducto: Muchos de los acueductos urbanos en la Cuenca, tienen sus captaciones en otros municipios, haciéndolos dependientes. Las captaciones principales para los acueductos urbanos, son así: Anserma, Belalcázar, Risaralda, San José y Guática, tienen dependencia con el Acueducto Regional de Occidente (captación en Riosucio); aunque la dependencia puede ser relativa, al tener cada municipio sus fuentes alternas, para contingencias. Santuario tiene la bocatoma del acueducto urbano en territorio de jurisdicción de Apía; Balboa en Santuario; La Virginia entre Santuario y Balboa; y Viterbo en Apía. En la Cuenca existen dos acueductos regionales los cuales son el acueducto regional de Occidente y el acueducto del municipio de Balboa, el cual surte además del casco urbano y diversas veredas del municipio, la vereda de Peralonso en Santuario y la vereda de Patio Bonito en La Celia, con agua en bloque. Alcantarillado: Algunas viviendas rurales de La Celia y el casco urbano de Balboa, vierten a afluentes, o directamente al río Totuí, principal fuente de abastecimiento de La Virginia. En general, los municipios de la Cuenca, vierten a afluentes, o directamente, al Río Risaralda. Ninguna cabecera municipal de la Cuenca, cuenta con PTAR.</p>
Medios de Comunicación	<p>Servicios de radio, prensa y televisión, se encuentran con buena cobertura a nivel municipal, se accede al servicio de televisión en especial por las antenas satelitales de empresas privadas.</p>

<p>Empleo</p>	<p>A través de los talleres participativos, se logró establecer que la población de la Cuenca se ocupa predominantemente en el sector agropecuario, principalmente con el cultivo del café, seguido por el sector comercial y de servicios, lo cual concuerda con la participación de estos sectores económicos en la cuenca. También es necesario considerar que la agroindustria de la caña de azúcar es uno de los sectores que ocupa una buena parte de la población de la cuenca, según cifras del informe de gestión del Ingenio Risaralda para 2015, que reporta la generación de 2.791 empleos, de los cuales 488 son de la nómina propia de la empresa y 2.303 de las Unidades Externas de Apoyo.</p> <p>Dentro de las unidades externas de apoyo del Ingenio, que podrían también equipararse con empleos indirectos, las actividades que ocupan a la población tienen que ver principalmente con el corte de caña, la cosecha, trabajo de campo, trabajo en la fábrica y servicios generales. Dentro de estas, la que reporta mayor empleo a 2015 es la actividad de corte con cerca del 40% del total, seguida por campo con 20% y fábrica con aproximadamente el 18%. Lo que finalmente representan en su mayoría empleos con pocos requerimientos de calificación técnica y por ende con remuneraciones no muy altas, aunque el informe de sostenibilidad del ingenio reporte su salario mínimo superior en más de \$100.000 respecto del salario legal vigente para el país.</p> <p>Por otro lado, se encuentra la fuerza laboral del campo y procesos agroindustriales de las asociaciones campesinas y de productos agrícolas como café, caña panelera y otros alternativos al café; como por ejemplo, las apoyadas por la Agencia de Desarrollo Rural, en un caso específico, con una inversión de 900 millones para la oferta agrícola de Belén de Umbría⁸: Asociación de productores de Mora (Asmobel), para el fortalecimiento de la cadena productiva de mora mediante la implementación de buenas prácticas agrícolas y acondicionamiento de la planta de poscosecha. La inversión favorecerá a 82 familias, entre ellas 12 víctimas del conflicto. Asociación de productores de plátano (Asplabel); para la optimización del proceso de pelado de plátano mediante el diseño e instalación de una banda transportadora y la adecuación de la planta; la Asociación contará con la misma financiación que beneficiará a 118 familias rurales y 12 familias víctimas. Y la Asociación de productores piscícolas y afines de Risaralda (Asopir), la cual favorece a 68 familias campesinas, entre ellas 6 víctimas, se invertirán recursos en la construcción, adecuación y equipamiento de la estación piscícola.</p> <p>Asplabel genera hoy cerca de 90 empleos directos en Belén de Umbría, de ellos, 65 son para mujeres dedicadas a pelar y organizar el plátano para enviarlo a la industria Pepsico-Frito Lay; además de una línea de producto económica y propia aprovechando las segundas, pero con un diferencial adicional: la variedad de plátano comino. Otros 20 hombres están encargados de surtir el producto y seis personas manejan la parte administrativa y financiera.</p> <p>Otra relevancia a nivel de empleo en los municipios, es el empleo generado a través de la administración pública y sus dependencias. Sin embargo la remuneración de éstos, al igual que el gasto e inversiones</p>
---------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

⁸ Consultado en: <http://www.eldiario.com.co/seccion/RISARALDA/bel-n-de-umbr-a-ejemplo-de-asociatividad-en-el-pa-s1609.html> Publicado 29/09/2016

	públicas, están influenciadas por la categorización de los municipios, los cuales se encuentran para el 2017 en SEXTA CATEGORÍA.
Político Administrativo	Acceso a la institucionalidad a nivel nacional regional, Gobernación de Risaralda y Caldas, CARDER, CORPOCALDAS, AMCO, IGAC. Dicho acceso es a través de las organizaciones ciudadanas como: JAL, JAC, Acueductos comunitarios, ONG ambientales.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Risaralda, 2016

7. CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES DE RIESGO

La gestión del riesgo pretende la ordenación y manejo de la cuenca mediante una zonificación ambiental basado en estudios de susceptibilidad, amenaza y riesgo para diversos eventos amenazantes, buscando la protección y correcto aprovechamiento de los recursos naturales renovables, ocupación apropiada del territorio y prevenir nuevas condiciones de riesgo, mediante la definición de acciones y medidas que puedan ser incluidas y articuladas en los procesos de ordenación del territorio en las diversas áreas estudiadas.

Las actividades planteadas para el correcto desarrollo del presente capítulo están basadas en lo establecido en el “PROTOCOLO PARA LA INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LOS PLANES DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS (Min. Ambiente, Minhacienda, Fondo Adaptación 2014)”:

1. Análisis de susceptibilidad ante: movimientos en masa, inundaciones, avenidas torrenciales e incendios forestales.
2. Evaluación de la amenaza en las zonas críticas obtenidas a partir de los estudios de susceptibilidad como zonas de susceptibilidad media y alta.
3. Análisis de la vulnerabilidad de los elementos expuestos ante los diferentes eventos amenazantes.
4. Análisis del riesgo teniendo en cuenta la amenaza y vulnerabilidad analizadas anteriormente.

7.1 Análisis de la susceptibilidad

Los análisis de susceptibilidad permiten establecer áreas críticas o que presenten algún grado de susceptibilidad a la ocurrencia de un evento determinado. El análisis permite sectorizar áreas que posteriormente deben ser abordadas mediante estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, que permitirán

incorporar acciones para un correcto ordenamiento del territorio bajo las potenciales restricciones relacionadas con los riesgos evaluados. En el presente capítulo se remiten los análisis de susceptibilidad ante los diversos eventos evaluados (movimientos en masa, incendios forestales e inundaciones) según la metodología particular para cada evaluación.

7.1.1 Análisis de la susceptibilidad a movimientos en masa

Para susceptibilidad ante movimientos en masa el primer paso en este proceso es la determinación de variables, para esto de acuerdo al evento y a las características de las zonas de estudio, se estableció que las variables condicionantes son: Pendiente de ladera, Pendiente senoidal de la ladera, Rugosidad, Curvatura, Curvatura longitudinal, Curvatura Transversal, Orientación de la ladera, Insolación, Distancia a drenajes, Distancia a vías, Distancia a fallas y lineamientos, Distancia a canteras, Acumulación de cuenca, Longitud de cuenca acumulada, Pendiente media de cuenca vertiente, Geología, Geomorfología y Cobertura. Lo anterior debido a que las variables mencionadas favorecen la ocurrencia de procesos de movimientos en masa.

Posteriormente se lleva a cabo la categorización y calificación de cada una de las variables condicionantes de acuerdo con clasificaciones establecidas en metodologías oficiales.

Para el análisis de susceptibilidad a movimientos en masa se realizó una evaluación de factores de PROPENSIVIDAD dentro de un análisis multivalente para la asignación de coeficientes o pesos dentro de una función discriminante ajustada por una variable agrupación definida como sitios estables e inestables considerando la metodología planteada por Nuria (2001) y Cardona (2013).

A partir de lo anterior, sumado la obtención del mapa de susceptibilidad para estos procesos de remoción en masa en el área la cuenca hidrográfica del río Otún, se procedió a realizar el análisis de la zonificación de la susceptibilidad por movimientos en masa.

A partir de la ponderación, calificación y categorización de las variables anteriormente descritas y analizadas, se elabora el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa para la cuenca hidrográfica del río Risaralda donde se identifican los sectores con baja, media y alta susceptibilidad para este tipo de eventos. Los resultados indican diferentes categorías de susceptibilidad dispersas en toda la cuenca, por lo cual se opta por evaluar amenaza por movimientos en masa para toda la cuenca, no solo para zonas de susceptibilidad media y alta.

La susceptibilidad a movimientos en masa está condicionada principalmente por las variables que representan las características geométricas de la ladera, principalmente la pendiente media de la ladera y la curvatura del terreno con respecto al plano horizontal. Respecto a las variables de función de proximidad, la cercanía a vías, fallas y drenajes cuentan con una calificación equivalente y

adecuada aunque no muy relevante en función del peso ponderado para el modelo de susceptibilidad, por esto se tiene una zonificación alta en sectores de la parte alta de la cuenca hidrográfica principalmente en los municipios de Santuario, Apía y Belén de Umbría que coincide con la mayor concentración de eventos inestables en la cuenca (aproximadamente 11% de la Cuenca). Por otra parte sectores aledaños a los municipios de Belalcázar, Viterbo, San José y Riosucio alcanzan una susceptibilidad baja principalmente por las condiciones geométricas de la ladera y la cercanía al valle del río Risaralda (aproximadamente un 39% de la cuenca). Para el resto de la cuenca se estima una susceptibilidad media (aproximadamente el 50%). En la cuenca se observa una gran tendencia a susceptibilidad media, exceptuando en el límite oeste de la misma.

La actividad antrópica es una variable que en este caso imprime también propensividad a movimientos en masa (aunque en menor medida que las relacionadas con el relieve), ya que este factor propicia la desestabilización en zonas cercanas a vías y áreas de pastoreo. Así mismo, se evidencia que la cobertura vegetal en la cuenca afecta de forma evidente los valores de susceptibilidad, debido a la distribución relevante de la vegetación (pastos limpios, pastizales y vegetación con raíces pequeñas) que generalmente se relacionan con la disminución de la estabilidad del terreno.

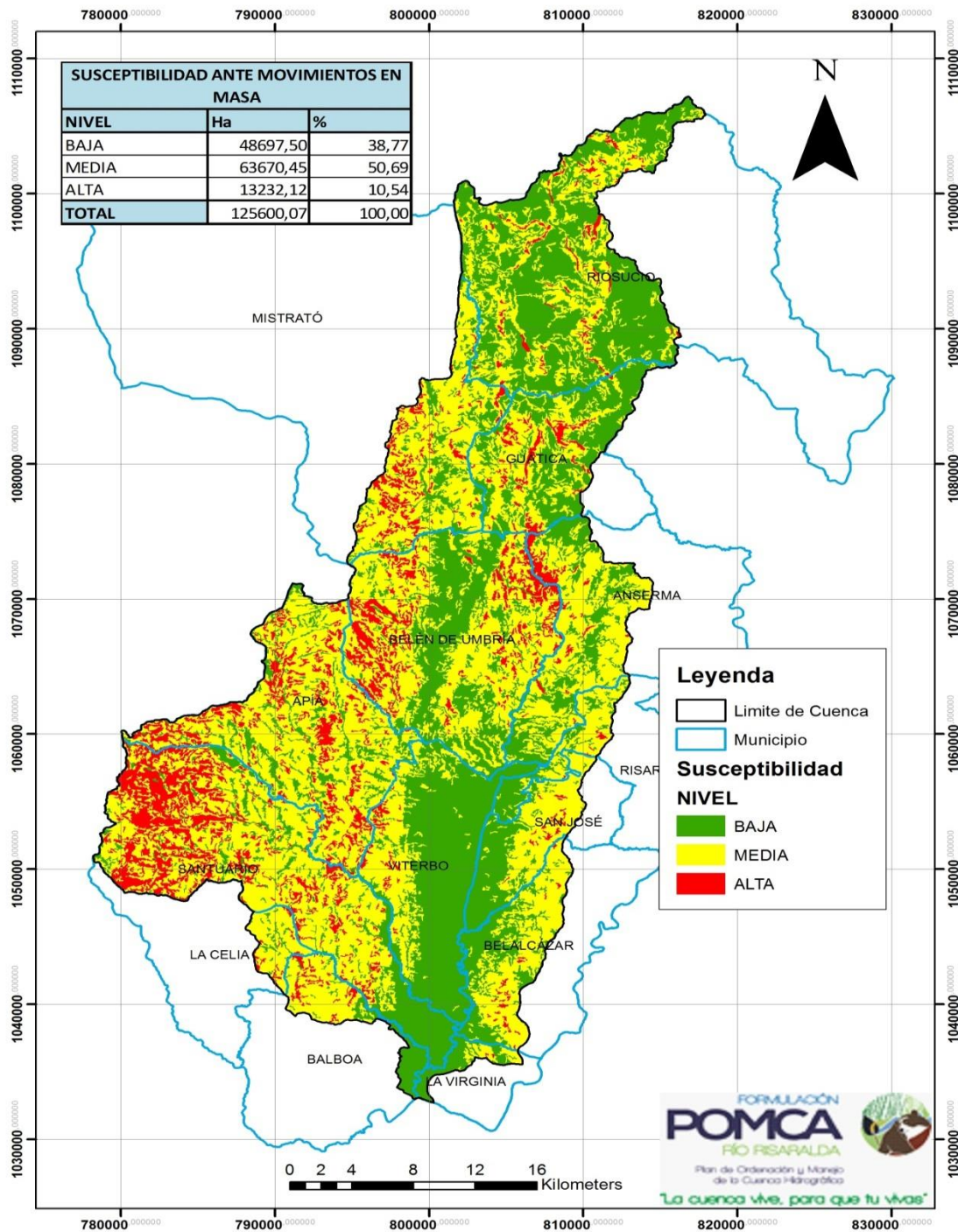


Figura 102 Mapa de Susceptibilidad por Movimientos en Masa cuenca hidrográfica del río Risaralda.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda

Tabla 161 áreas y porcentajes de susceptibilidad en la cuenca

SUSCEPTIBILIDAD ANTE MOVIMIENTOS EN MASA		
NIVEL	Ha	%
BAJA	48697,50	38,77
MEDIA	63670,45	50,69
ALTA	13232,12	10,54
TOTAL	125600,07	100,00

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda



Figura 103 grafica de susceptibilidad ante movimientos en masa.

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda

7.1.2 Análisis de la susceptibilidad a inundaciones

Con respecto a la susceptibilidad ante inundaciones la evaluación se efectuó mediante criterios geomorfológicos que permitieron identificar las áreas con geoformas susceptibles a inundaciones.

Para el análisis de la susceptibilidad ante avenidas torrenciales se realizó a partir de la identificación de microcuencas susceptibles a estos eventos a partir del cálculo del IVET.

El análisis de amenaza ante movimientos en masa, fue adelantado mediante la obtención del factor de seguridad mediante el uso de método de talud infinito, basado en las caracterizaciones geomecánicas de los materiales involucrados y para los diferentes escenarios planteados (seco, saturación, sismos y la

combinación de ellos). Con estos insumos se procedió a la valoración de la vulnerabilidad y riesgo de los elementos expuestos en cada zona.

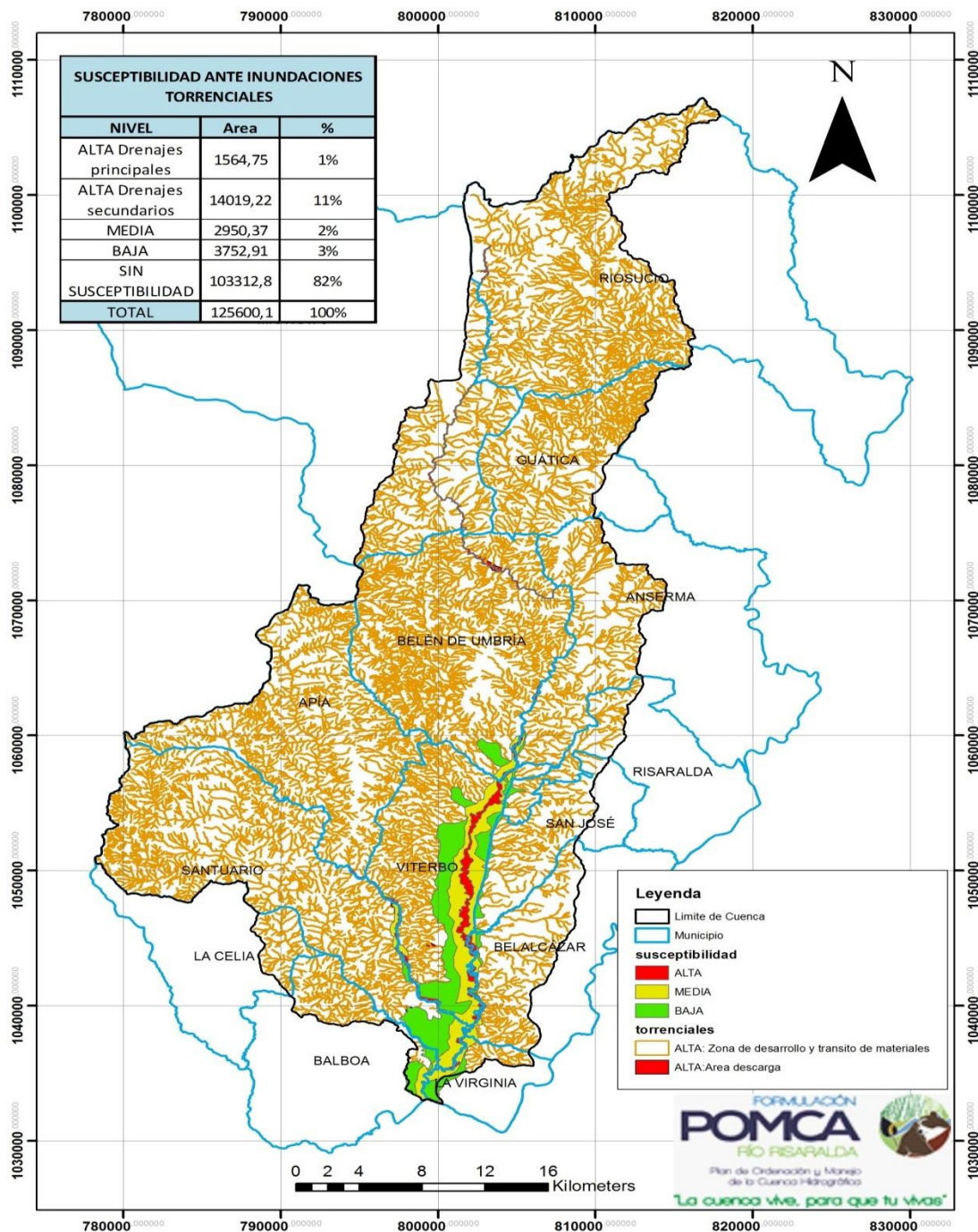


Figura 104 Mapa de Susceptibilidad por Inundaciones en la cuenca hidrográfica del río Risaralda.

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda

7.1.3 Susceptibilidad de la Vegetación Frente a los Incendios de la Cobertura Vegetal

Se define como Características intrínsecas de la vegetación y los ecosistemas (carga de combustibles, disposición y combustibilidad), que le brindan cierto grado de probabilidad de incendiarse, propagar y mantener el fuego. Hace parte de la amenaza.

Se encontró que el área que ocupa mayor proporción del territorio está cualificada como Media, la cual ocupa 22924,25ha y que representan el 40,33% del territorio de la cuenca. De otro lado, los valores más bajos están representados por las zonas cualificadas como Muy Baja, que ocupan 4115,39ha que representan el 7,24% del territorio. Es de anotar que luego de las ponderaciones, no se encuentran zonas cualificadas como Baja sobre el territorio de la cuenca.

Tabla 162. Susceptibilidad de la vegetación frente a los incendios de la cobertura vegetal.

SUSCEPTIBILIDAD	ÁREA	
	HA	%
Muy Baja	676,9	0,54
Baja	1979,2	1,58
Media	45479,1	36,21
Alta	28818,2	22,94
Muy Alta	48646,7	38,73

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

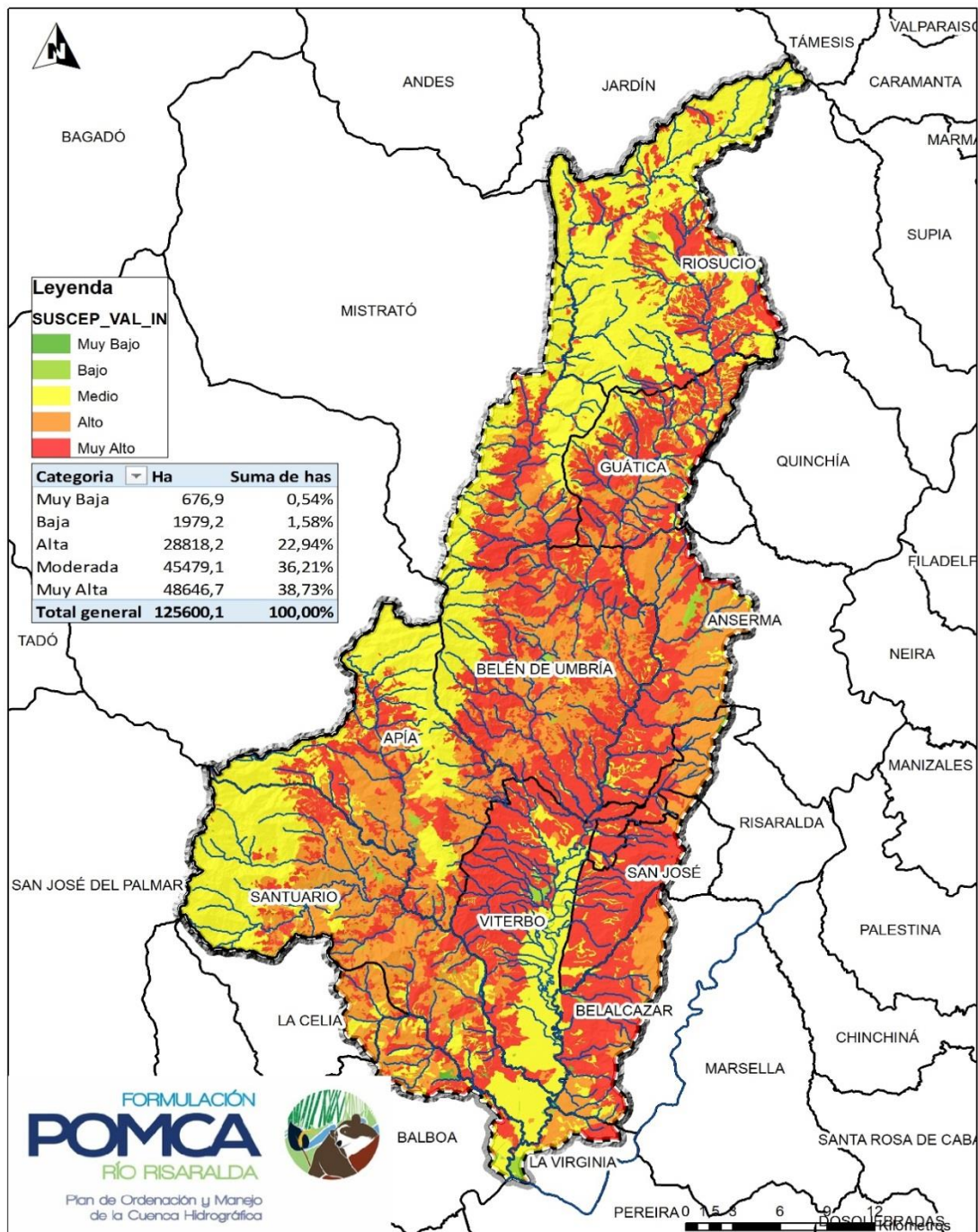


Figura 105 Susceptibilidad de la vegetación frente a los incendios de la cobertura vegetal.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

7.2 Análisis la amenaza

La amenaza entendida como la probabilidad de ocurrencia de un evento determinado, asociado a movimientos en masa, inundaciones o incendios forestales, tiene vital importancia en la determinación de qué tipo de procesos o eventos pueden presentarse en el territorio y que puedan afectar los bienes y elementos potencialmente expuestos.

Para el presente capítulo se realizó inicialmente el análisis para movimientos en masa teniendo como insumos principales los resultados geomecánicos de las caracterizaciones de las formaciones superficiales realizadas y posteriormente se efectuó el análisis de los factores de seguridad mediante el método de talud infinito, para luego obtener las probabilidades de falla que definieron el nivel de amenaza para cada sitio.

En una segunda instancia se evaluó la amenaza ante incendios forestales que involucro variables tales como: clima, pendiente, frecuencia de ocurrencia de eventos y accesibilidad a vías, para definir las zonas y niveles de amenaza.

Finalmente se efectuó la evaluación de la amenaza ante inundaciones basado en los análisis hidráulicos e hidrológicos realizados.

7.2.1 Movimientos en masa

Para la cuenca hidrográfica del río Risaralda se observa una zonificación de amenaza entre valores bajos con proporción alrededor del 51% (64.353 ha), medios cercanos al 26% (32.139 ha) y altos en el resto de la cuenca con un 23%(29.107 ha) como se observa en la Tabla 163. La parte norte y suroeste de la cuenca cuenta con pendientes relativamente mayores sumado a altos niveles de espesor de las láminas de agua para los diferentes tiempos de retorno y valores geomecánicos menores que dan mayor propensividad la inestabilidad de taludes de las unidades geológicas superficiales principalmente en los municipios de Santuario, Apía y Belén de Umbría. Por su parte, Los municipios de Riosucio, Guática y Anserma, así como el sector del piedemonte y valle del río Risaralda existe una variación relativamente baja de pendientes sumados a unidades litológicas recientes de origen fluvial con pendientes bajas que se reflejan en las condiciones de estabilidad correspondientes con amenaza baja por movimientos en masa.

AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO RISARALDA

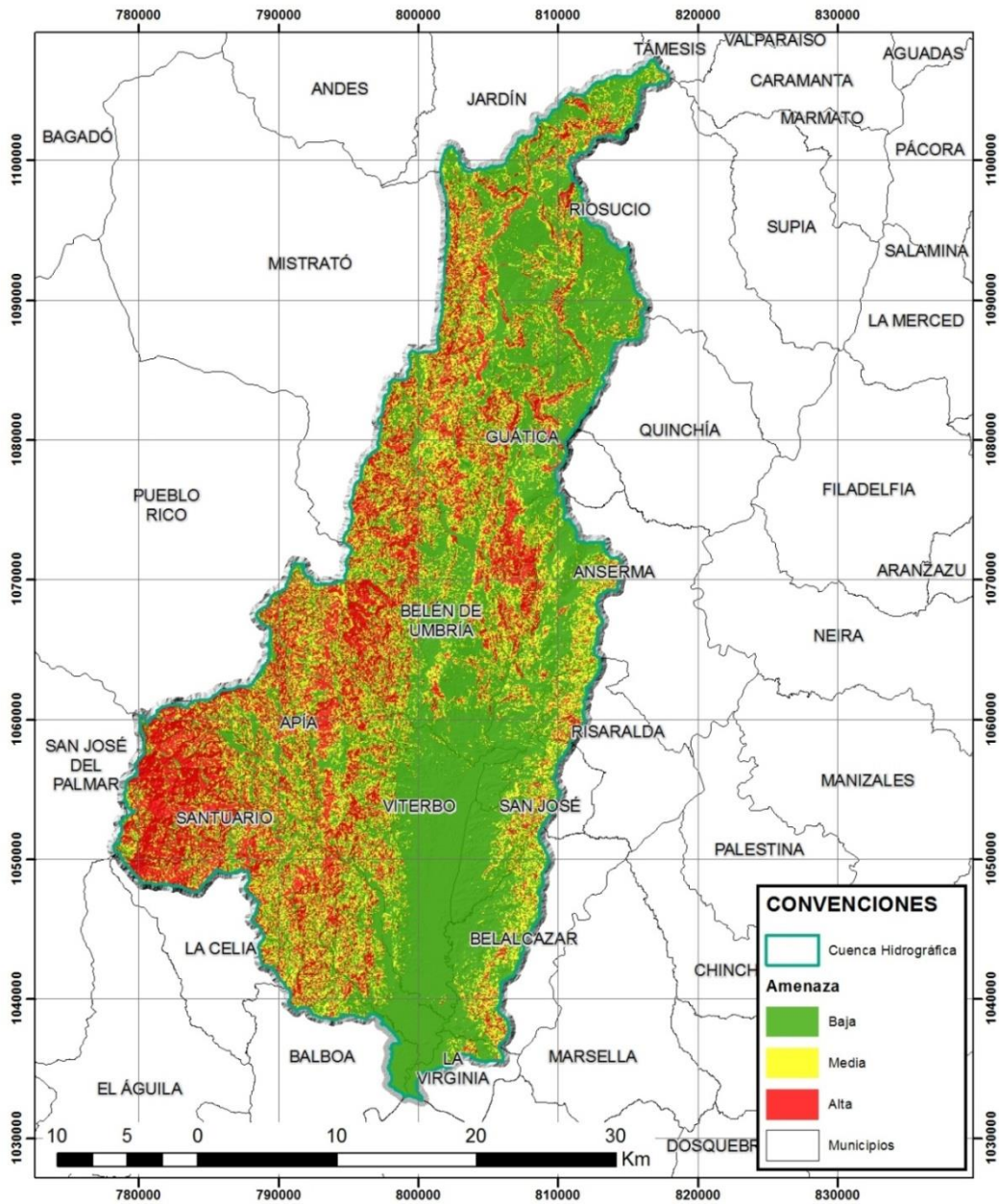


Figura 106 Amenaza por Movimientos en Masa
Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda

Tabla 163 tabla de amenaza en la cuenca

AMENAZA ANTE MOVIMIENTOS EN MASA		
AMENAZA	AREA (Ha)	PORCENTAJE
Baja	64353,70	51,24
Media	32139,31	25,59
Alta	29107,06	23,17
TOTAL	125600,07	100,00

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda

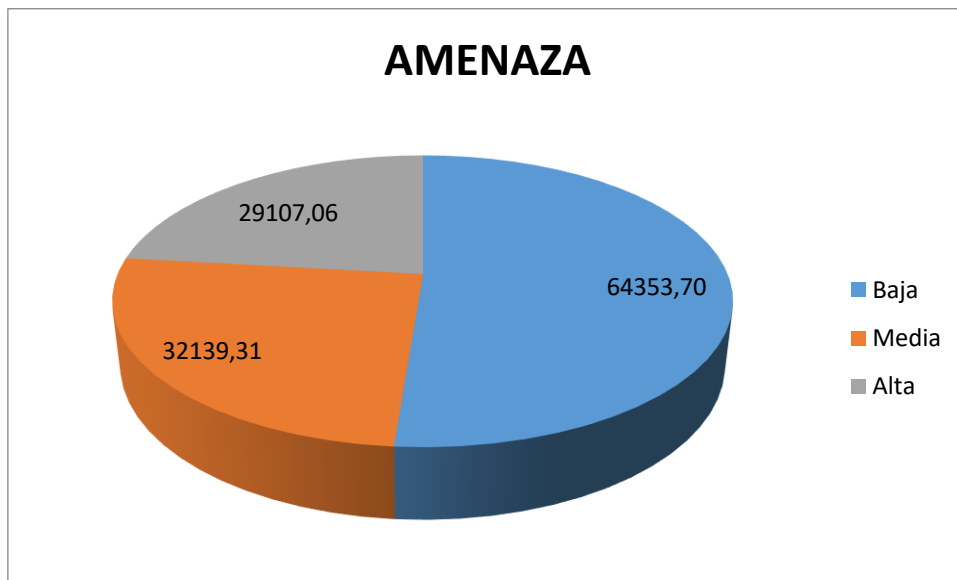


Figura 107 grafica de amenaza representada en la cuenca

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda

7.2.2 inundaciones

La evaluación de amenaza por inundaciones está mediada, tanto por la información disponible en las áreas críticas previamente identificadas, como por las propias características topográficas y de alteración antrópica de las mismas.

Con los cálculos desarrollados por el profesional experto en hidrología, se midieron punto a punto las máximas alturas para periodos de retorno de 10, 100 y 500 esta identificación de puntos se aplicó para los ríos Risaralda, Mapa, Totuí, Apía y Guática (este último después de verificados los puntos se estableció que este cálculo a escala 1:25.000 es técnicamente poco procedente, ya que el buffer

calculado por fuente hídrica según caudal en zona montañosa aplica de manera similar al cálculo punto a punto).

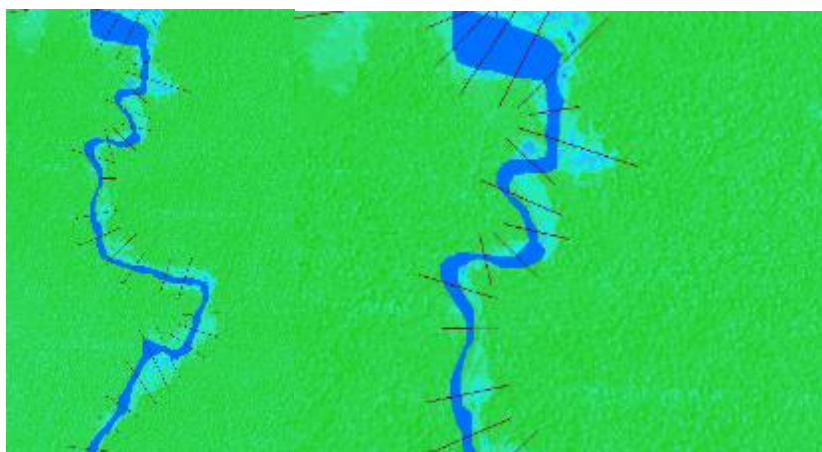
Tabla 164 alturas máximas para cada caudal

Orden	10			100			500			Fuente hídrica
	hvmax	Ymax	delta	hvmax	Ymax	delta	hvmax	Ymax	delta	
1	0,29	0,68	0,39	0,4	0,96	0,56	0,4	0,96	0,56	
2	0,52	1,24	0,72	0,75	1,77	1,02	0,88	2,09	1,21	
3	0,52	1,24	0,72	0,75	1,77	1,02	0,88	2,09	1,21	
4	0,65	1,55	0,90	0,92	2,18	1,26	0,92	2,18	1,26	
5	1,23	2,92	1,69	1,83	4,33	2,50	2,2	5,22	3,02	Río Mapa, Totui, Apía y Guática
6	1,68	3,99	2,31	2,48	5,89	3,41	2,8	6,64	3,84	Río Risaralda

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda

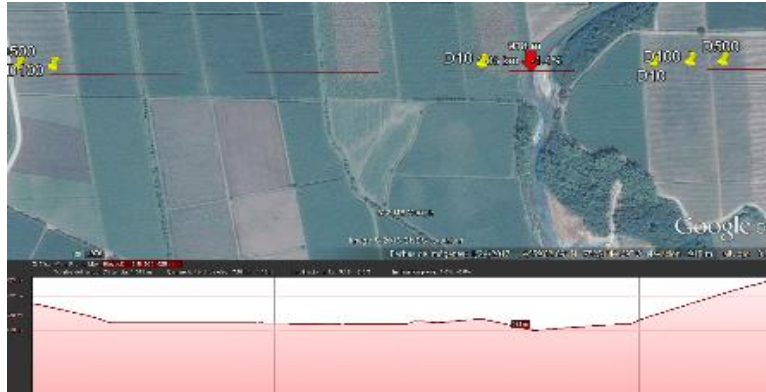
7.2.2.1 Definición de perfiles

Los perfiles se definieron por la imagen con INV, el DTM y la geomorfología, sumado a las zonas con susceptibilidad alta y media a inundaciones. Los perfiles tienen una distancia entre sí, que varía entre 1000 y 500 metros en la parte del valle aluvial, en la parte de pie de monte la distancia entre perfiles varía entre 250 a 500 metros. Se crearon algunos perfiles que indiquen las variaciones de alturas de lámina de inundación principalmente en las zonas urbanas de valle aluvial.



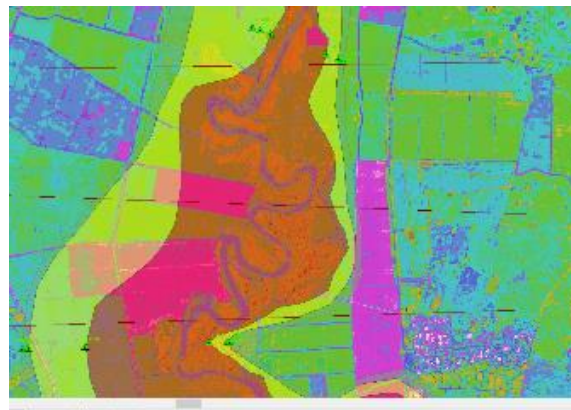
7.2.2.2 Cálculo de puntos de máxima inundación

Una vez definidos los perfiles se procedió a identificar los puntos paralelos de altura sobre el nivel del mar de inundación probable según cada periodo de retorno, proyectando el punto a partir del punto central del río hacia el punto con el nivel de altura correspondiente a la respectiva amenaza alta, media o baja. Para ello, se apoyó esta evaluación con la herramienta de Google Earth, utilizando los puntos que mostraran el menor error, en este caso el error máximo es de 12% bajo la escala 1:25.000. Algunos perfiles se replantearon para reducir el error.



7.2.2.3 Delimitación de zonas de amenaza por inundación

Finalmente se procedió a la delimitación de las polilíneas de amenaza alta, media y baja; uniendo los puntos antes calculados, orientando la interpolación de los mismos con la imagen de satélite preprocesada aplicando el índice diferenciado de vegetación (NVDI) para resaltar meandros y sectores con carga de agua.

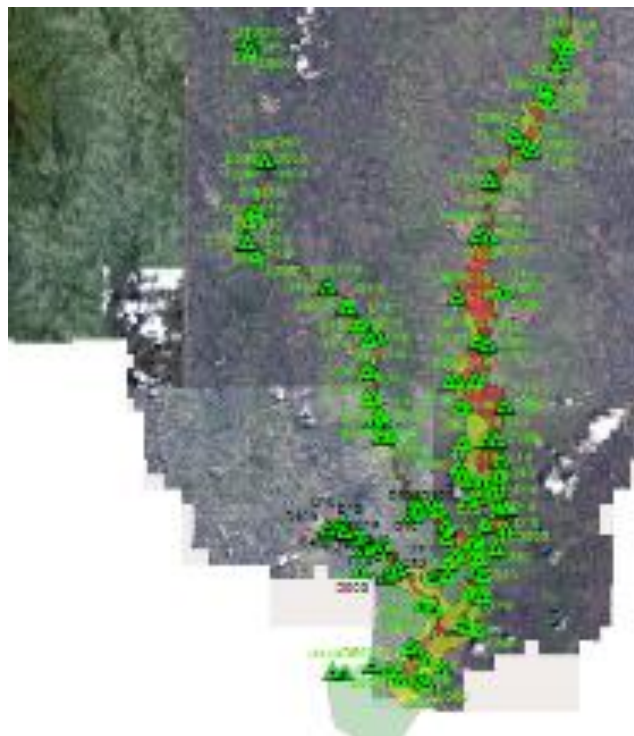


En los sectores de partes altas como Mistrató, se aplicaron tanto niveles máximos (Y Máximo) y el ancho mínimo recomendado como ancho de la mancha de inundación para una avenida (b), siendo estos dos valores coincidentes.



7.2.2.4 Mapa de amenazas por inundación

Finalmente se obtuvo el mapa de amenazas por inundaciones que resalta principalmente la parte baja de la cuenca del río Risaralda y puede visualizarse con mayor detalle en el pdf adjunto



Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

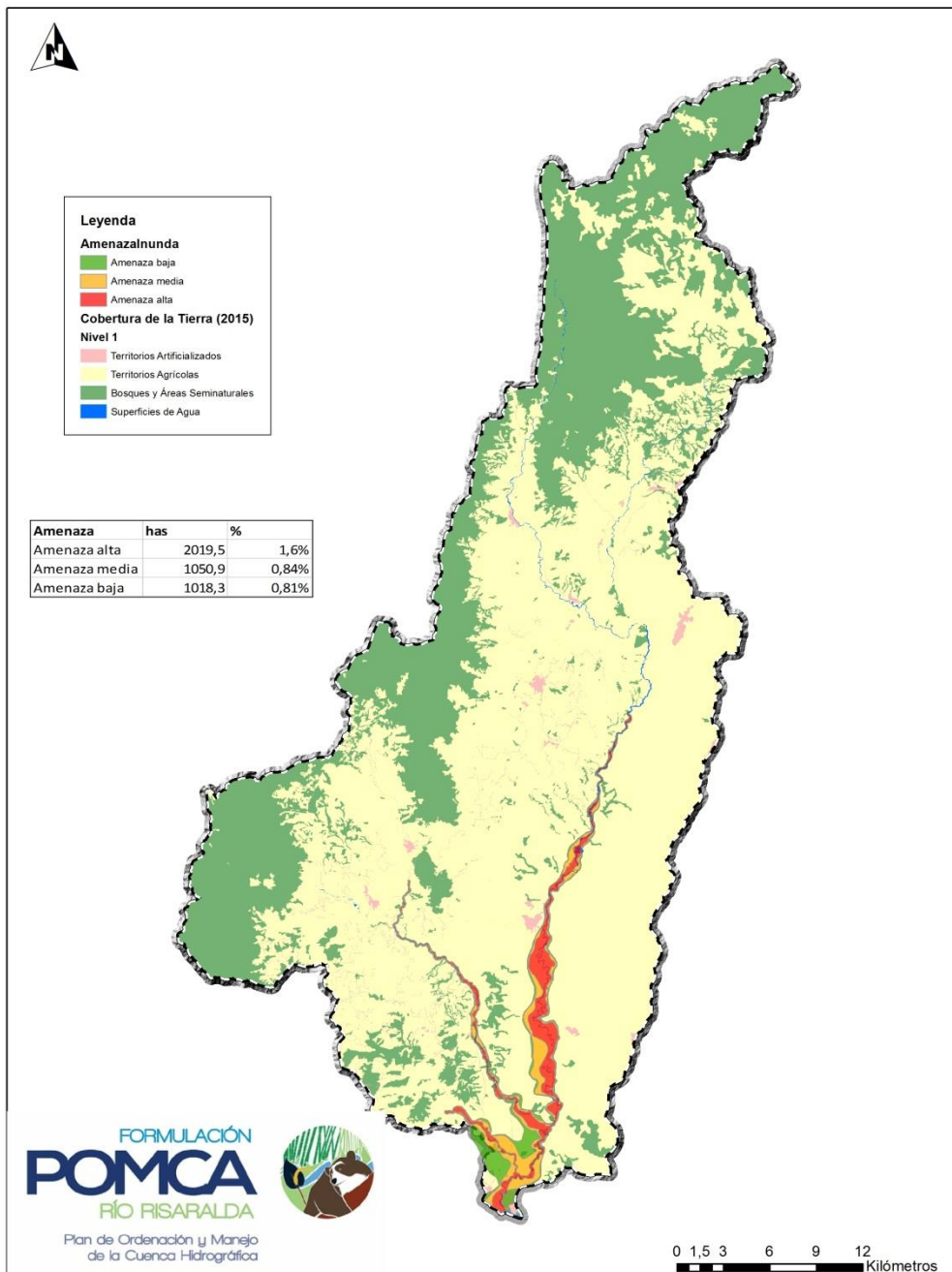


Figura 108 mapa definitivo de amenaza ante inundaciones.

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda

7.2.3 Incendios

La evaluación de la amenaza se realiza a partir de la zonificación y calificación de los siguientes factores propios del territorio, los cuales le confieren una mayor o menor probabilidad de ser afectados por incendios.

Tabla 165 Tabla de variables usadas y ponderación para la generación del mapa de Amenaza a incendios.

ITEM	VARIABLE	VALOR IMPORTANCIA PONDERACION	DE O
1	PENDIENTES	0,15	
2	SUSCEPTIBILIDAD DE LA VEGETACION	0,20	
3	TEMPERATURA	0,25	
4	PRECIPITACION	0,25	
5	FRECUENCIA OCURRENCIA INCENDIOS (años	0,10	
6	ACCESIBILIDAD DISTANCIA A VIA (GROSOS DEL BUFFER EN m)	0,05	
7	ASPECTOS ANTROPICOS	0,00	
	TOTAL	1,00	

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

Para definir la frecuencia se seleccionaron los eventos históricos de la Corporación, la base de datos de Desinventar y algunos incendios reportados por la NASA hasta 2015, excluyendo los incendios urbanos dado que la metodología está asociada sólo a cobertura vegetal.

De otro lado la metodología habla de la necesidad de generar un radio de acción (buffer) de 50 mts para la extensión esperada por incendios (Castillo Soto Miguel, 2010) de 9 – 10 has para los incendios de esta zona.

Tabla 166. Distancias definidas para el buffer y la distancia euclidiana en frecuencia de incendios

0-250
250-500
500-1000
1000-2000
Mayores de 5000

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

Como los valores para una hectárea están dados por el radio de acción, se tomó un buffer con distancia euclidiana, que garantizará el mínimo de distancia en 6,25 has que corresponde a 250 m y se unió a un factor promedio, para el caso de Otún la frecuencia dio dos incendio por año por lo que el valor mínimo donde se presentará un solo incendio fue dos y de acuerdo a la confluencia de los anillos por cercanía se asociaron al siguiente buffer y se multiplico por la cantidad de

eventos asociados a la distancia. Luego se ajustó con límite de la cuenca para los valores mínimos que en este caso era uno para los valores mínimos o sin amenaza.

Por último se realizó la suma ponderada y se generó el mapa para cada escenario.

Época Normal: Se encontró que el área que ocupa mayor proporción del territorio está cualificada como Baja, la cual ocupa 15621,73ha y que representan el 27,47% del territorio de la cuenca. De otro lado, los valores más bajos están representados por las zonas cualificadas como Muy Baja, la cual ocupa 5739,36ha y que representan el 10% del territorio.

Tabla 167. Amenaza de incendios forestales durante época Normal.

Grado de Amenaza		Área	
Cualificación	Calificación	ha	%
Baja	2 – 3,3	76171	60,65
Moderada	3,3 – 4,6	31316	24,9
Alta	3,6 – 4,5	18113	14,4

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

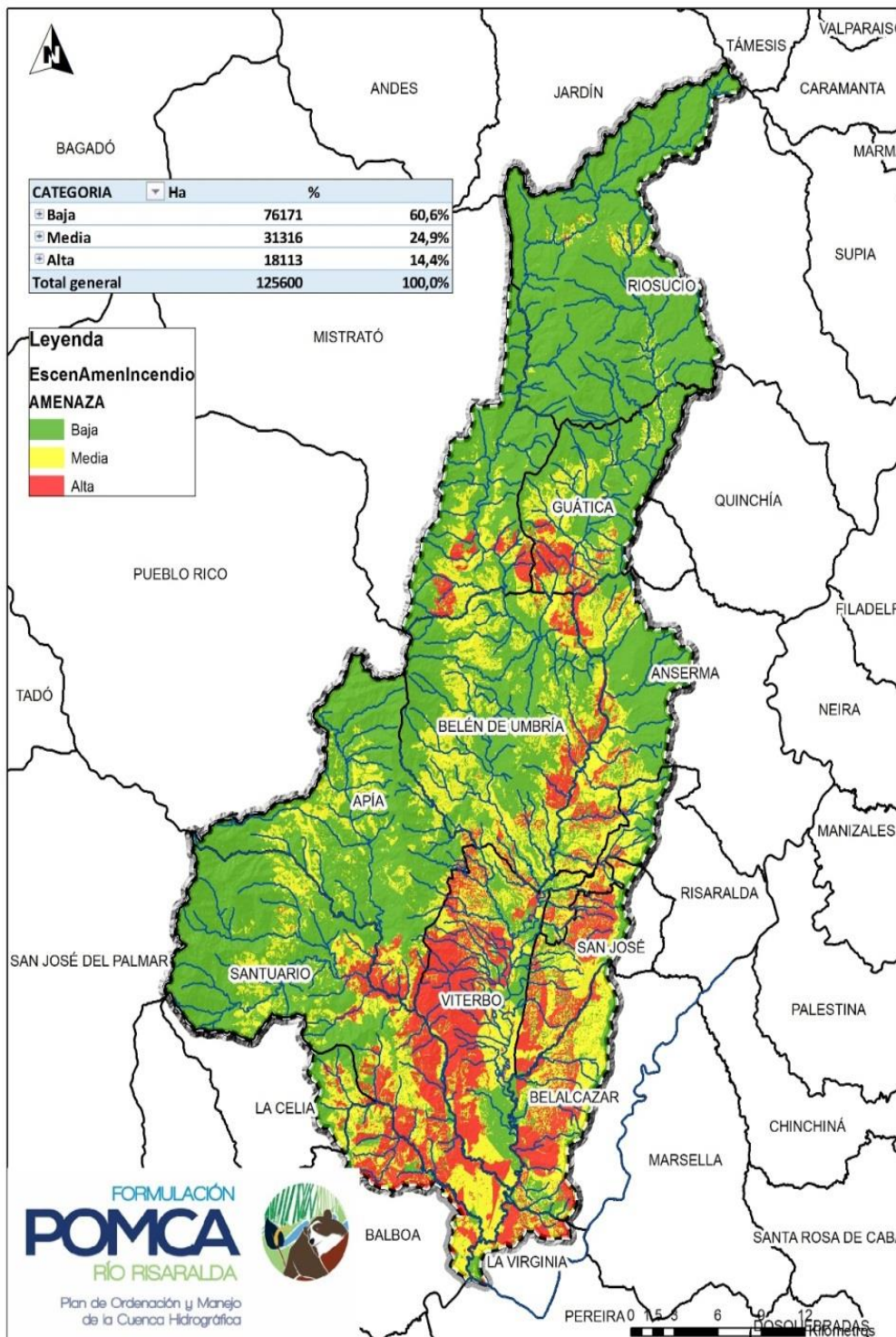


Figura 109 Amenaza de incendios forestales durante época Normal.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

7.3 vulnerabilidad

Esta fue analizada desde el punto de vista de las condiciones físicas de los elementos que se encuentran en la cuenca, tales como vías, puentes, bocatomas, gasoducto e infraestructura, y por consiguiente afectaciones sobre la población, que es la directamente afectada. Cabe aclarar que en los estudios ambientales, no solo se tiene en cuenta las condiciones físicas del territorio, sino también cuales son las principales afectaciones sobre el terreno, lo que conlleva a un análisis exhaustivo de las áreas de protección ambiental, como también verificar si los usos del suelo que se presentan actualmente, son favorables o desfavorables para el territorio.

Para el análisis anteriormente mencionado fue necesario hacer una etapa de campo, en donde, se hace necesario hacer un reconocimiento de cuáles son las condiciones estructurales de los elementos físicos, y si estos se encuentran en una zona susceptible a movimientos en masa.

La vulnerabilidad está definida como el nivel de exposición y predisposición de un elemento o conjunto de elementos a sufrir consecuencias negativas como resultado de la ocurrencia de un fenómeno natural o de origen antrópico no intencional de una magnitud dada (DPAE 2000).

El análisis de vulnerabilidad es el proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y predisposición de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica; y para el presente numeral se evaluar a la amenaza ante movimientos en masa MM.

De acuerdo a los elementos expuestos un evento determinado existen diversos tipos de vulnerabilidad según lo establecido en el PROTOCOLO PARA LA INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LOS PLANES DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS (Minambiente, Minahacienda, Fondo de adaptación 2014): :

- **Vulnerabilidad física:** Población, viviendas, líneas vitales, zonas ambientales o tecnológicas.
- **La vulnerabilidad social:** Involucra factores de educación, edades, percepción del riesgo, infraestructura de salud, seguridad, aspectos organizacionales, costumbres y creencia ideológica, entre otros.
- **La vulnerabilidad económica:** caracteriza a la población de acuerdo a los ingresos económicos, edad, género, entre otros.
- **La vulnerabilidad ambiental y/o ecosistémica:** se refiere a la extensión de la degradación de la naturaleza y sus recursos”.

Las variables utilizadas para el análisis de vulnerabilidad general fueron extraídas de las geodatabases básica y temática de la Cuenca del Río Risaralda, específicamente correspondientes a los features dataset transporte terrestre,

biótico, áreas de ecosistemas estratégicos, recurso hídrico superficial, de ella se recopilaban los elementos puntuales, lineales y areales correspondientes a tejido urbano continuo y discontinuo, áreas de protección ambiental, áreas de uso del suelo con fines agrícolas y elementos de infraestructura en general como vías, bocatomas, cabe expresar que algunas variables como líneas de acueducto, gasoducto y puentes fueron recopiladas por medio de entidades locales como Acuseo, Aguas y Aguas de Pereira y Ecopetrol.

7.3.1 movimientos en masa

Para el análisis de vulnerabilidad inicialmente surtieron las siguientes etapas como métodos de análisis para el presente capítulo:

- Determinación de los elementos expuestos presentes en las áreas de amenaza definidas previamente mediante trabajo de campo, fotointerpretación y por la cartografía base existente.
- Análisis de la exposición de dichos elementos en cada una de las zonas según el grado de amenaza presente.
- Evaluación de la fragilidad.
- Análisis de la resiliencia.

Evaluación de la Vulnerabilidad y definición del índice de vulnerabilidad final

Análisis comparativo de daños.

A continuación, se hará un análisis de cada uno de los elementos expuestos, identificando cuales son las principales.

Vías: presenta una afectación total en la cuenca de 3545514,26 m, estas vías nacionales están directamente relacionadas con áreas susceptible, lo que podría afectar directamente la movilidad vial de los municipios de Risaralda y Caldas, como también hacia el occidente Colombiano, tal es el caso, de la vía que conlleva hacia el departamento de Chocó.

Bocatomas y captaciones: presentan una densidad alta sobre la cuenca, representadas en 127 bocatomas y captaciones, siendo estas de diferente caudal y por consiguiente, de diferentes usos.

Infraestructura: para el análisis de esta, se hace un análisis detallado apoyado de sistemas de información geográficos y programas de geomática, a partir del cual se llega a una escala detallada, de cuantas son las viviendas o construcciones afectadas en estas zonas, es preciso destacar los cascos urbanos de los municipios de Santuario, Belén de Umbría, Mistrató, Guática, y Apía, que cubre el 100% del área susceptible.

Es preciso aclarar que a nivel de cuenca se ven afectados 12791 infraestructuras incluidas acá, viviendas, establecimientos educativos, hospitales, y por

consiguiente una población aproximada de 39147.6 personas con base en una densidad poblacional de 4 personas/vivienda.

Puentes: para el análisis de esta variable, se tiene en cuenta los cruces entre vías y drenajes secundarios y terciarios. Lo que por sus condiciones, de torrencialidad en algunos sectores, pueden llegar a ser agravantes en el territorio. Al igual que en infraestructura, se hizo un análisis detallado, en donde se evidenciaron 197 cruces entre ambas variables.

7.3.2 incendios

En el análisis de vulnerabilidad para incendios se siguió la misma metodología utilizada para Fenómenos de Remoción en masa, la cual tiene en cuenta las siguientes etapas como métodos de análisis para el presente capítulo:

- Determinación de los elementos expuestos presentes en las áreas de amenaza definidas previamente mediante trabajo de campo, fotointerpretación y por la cartografía base existente.
- Análisis de la exposición de dichos elementos en cada una de las zonas según el grado de amenaza presente.
- Evaluación de la fragilidad.
- Análisis de la resiliencia.
- Evaluación de la Vulnerabilidad y definición del índice de vulnerabilidad final.

Con base a la intersección de elementos expuestos tanto puntuales, lineales como polígonos en zonas de amenaza, se procedió a cuantificar en términos de área, longitud o unidad, los elementos expuestos, los resultados de este análisis se presentan en las siguientes tablas.

Análisis comparativo de daños.

A continuación se hará un análisis de cada uno de los elementos expuestos, identificando cuales son las principales.

Vías: presenta una afectación total en la cuenca de 1652577,17 m, estas vías nacionales están directamente relacionadas con áreas susceptibles, pero de igual modo, se encuentran en zonas topográficas bajas, principalmente hacia la parte de La Virginia y el municipio de Viterbo en la cuenca baja, lo que podría afectarla directamente, como es el caso de la vía pacífico 3 y la vía hacia el departamento del Quibdó,

Infraestructura: para el análisis de esta, se hace un análisis detallado apoyado de sistemas de información geográficos y programas de geomática, a partir del cual se llega a una escala detallada, de cuantas son las vivienda o construcciones afectadas en estas zonas, es preciso destacar el municipio de Santuario, donde se presenta la mayor recurrencia de este tipo de eventos, lo que puede involucrar una afectación total de 5614 incluidas acá, viviendas, establecimientos educativos, hospitales, y por consiguiente una población de

22456 personas con base en una densidad poblacional de 4 personas/vivienda y en datos de población obtenidos en el componente diagnóstico social., y en específico hacia el sector de cerritos.

Puentes: para el análisis de esta variable, se tiene en cuenta los cruces entre vías y drenajes secundarios y terciarios. Lo que por sus condiciones físicas ya que la mayoría de estos en algunos sectores son en madera, pueden llegar a ser agravantes en el territorio. Al igual que en infraestructura, se hizo un análisis detallado, en donde se evidenciaron 67 cruces entre ambas variables.

7.3.3 inundaciones

En el análisis de vulnerabilidad para Inundaciones se siguió la misma metodología utilizada para Fenómenos de Remoción en masa, la cual tiene en cuenta las siguientes etapas como métodos de análisis para el presente capítulo:

- Determinación de los elementos expuestos presentes en las áreas de amenaza definidas previamente mediante trabajo de campo, fotointerpretación y por la cartografía base existente.
- Análisis de la exposición de dichos elementos en cada una de las zonas según el grado de amenaza presente.
- Evaluación de la fragilidad.
- Análisis de la resiliencia.
- Evaluación de la Vulnerabilidad y definición del índice de vulnerabilidad final.

Análisis comparativo de daños.

Debido a las condiciones y zonas donde se han presentado estos eventos, y con base en el análisis de amenaza anteriormente realizado, estos ha afectado principalmente a vías de origen secundario y terciario, sin descartar una gran influencia de daño incipiente hacia el sector urbano de Mistrató, sobre los barrios afluentes, y tributarios que caen en el rio mapa, el total de vías incluidas principales, secundarias y terciarias cubre un total de 131923,16 m sobre la cuenca, principalmente hacia la parte baja.

Con base en los niveles del rio el sector de Mistrató sobre el nacimiento del rio mapa presentando inundaciones como también avenidas torrenciales, se presenta principalmente influencia sobre tejido urbano continuo y zonas de interés ambiental.

Para el análisis de áreas de protección ambiental. Estas no son de interés de análisis por parte del SINAP, son áreas de interés ambiental más regionales ubicadas sobre la cuenca baja en los municipios de Viterbo, La Virginia y el municipio de Santuario parte baja. Afectando en su totalidad 626.95 Ha. De áreas de interés ambiental.

7.4 análisis de riesgo

La evaluación del riesgo es el resultado de relacionar la amenaza y la vulnerabilidad para determinar las consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas a uno o varios eventos en las áreas ocupadas.

7.4.1 movimientos en masa

Para el análisis de escenarios de riesgo con base en el documento técnico, como también en la metodología empleada, inicialmente fueron evaluados los eventos históricos, y a partir de allí, tomando en el análisis de vulnerabilidad, se definieron algunas localidades específicas que pueden ser de interés prioritario y ambiental, para hacer una atención inmediata llegando a suceder un evento de remoción en masa.

Se puede concluir que los niveles de riesgo para la cuenca ante los fenómenos de remoción en masa, son en su totalidad niveles MEDIOS, esto debido a las altas pendientes que presenta la cuenca hacia los sectores occidentales y el norte de la misma. Adicionalmente de la cantidad de elementos expuestos en estas zonas.

En la siguiente tabla se muestra el análisis de RIESGO para movimientos en masa, Basados en el PROTOCOLO PARA LA INCORPORACION DE LA GESTION DEL RIESGO EN EL ORDENAMIENTO Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRAFICA (Noviembre, 2015).

Tabla 168 análisis de riesgo ante movimientos en masa

ELEMENTOS EXPUESTOS				VULNERABILIDAD		RIESGO				
SITIO	nivel de amenaza	elemento expuesto	movimientos en masa	IV : Índice de Vulnerabilidad	Vulnerabilidad Física	pf	IR	%IR	categoria	IRT
				IV = $IP*IF*IR/IPMAX$						
CUENCA RIO RISARALDA	Alto	construcciones	movimientos en masa	0,38	medio	0,7	0,26	26,3	Media	0,39
		vias	movimientos en masa	0,51	medio	0,7	0,35	35,4	Media	0,53
		bocatomas	movimientos en masa	0,14	bajo	0,7	0,10	9,5	Baja	0,14

medio	puentes	movimientos en masa	0,46	medio	0,7	0,32	32,5	Media	0,49
	sinap	movimientos en masa	0,31	medio	0,7	0,22	21,7	Baja	0,32
	otras areas	movimientos en masa	0,32	medio	0,7	0,22	22,1	Baja	0,33
	usos	movimientos en masa	0,39	medio	0,7	0,27	27,1	Media	0,41
	construcciones	movimientos en masa	0,65	medio	0,245	0,16	16,0	Baja	0,24
	vias	movimientos en masa	0,50	medio	0,245	0,12	12,1	Baja	0,18
	bocatomas	movimientos en masa	0,40	medio	0,245	0,10	9,8	Baja	0,15
	puentes	movimientos en masa	0,43	medio	0,245	0,11	10,6	Baja	0,16
	sinap	movimientos en masa	0,37	medio	0,245	0,09	9,0	Baja	0,13
	otras areas	movimientos en masa	0,32	medio	0,245	0,08	7,7	Baja	0,12
	usos	movimientos en masa	0,33	medio	0,245	0,08	8,2	Baja	0,12

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda

7.4.1.1 Escenarios de priorización de zonas.

Al final del proceso de evaluación es necesario presentar los resultados mediante un mapa de zonificación de riesgo y su priorización teniendo en cuenta el tipo de elementos expuesto y su nivel de riesgo, potenciales afectaciones, efectos entre otros.

En la siguiente tabla se remite la priorización de escenarios según cada zona de evaluación definiendo como priorización ALTA, MEDIA Y BAJA, que a su vez determinarían su inmediatez de aplicación a corto plazo (menor a 1 año,) mediano (entre 1- 2 años) y bajo (largo plazo mayor a 2 años)

Para la mapificación se determinaron las zonas homogéneas definidas para el nivel de amenaza y se determinaron los colores rojo, amarillo y verde para las zonas de riesgo alto, medio y bajo, en ese orden, incluyendo en cada área los elementos expuestos con su nivel de riesgo particular determinado

Sobre el flanco occidental y nor-occidental de la cuenta al igual que sobre los municipios del departamento de Caldas, flanco oriental de la cuenca, estas presentan una priorización alta con respecto a movimientos en masa, que deben ser finidos con base en la cantidad de elementos expuestos, al igual que la cantidad de eventos presentes en la respectiva zona.

Tabla 169 zonas de priorización para movimientos en masa

PRIORIZACIÓN	OBSERVACIONES	RIESGO_RA	RIESGO_VA	AREA_ha
Alto	población, drenajes, elementos afectados	Alto	0,7	19962,57
Medio	densidad eventos, población, drenajes,	Alto	0,75	9453,63
Medio	población, drenajes, ecosistemas, eventos, elemento expuestos	Medio	0,26	8652,77
Medio	ecosistemas priorizados, eventos,	Medio	0,42	12646,05
Medio	ecosistema priorizado, afectación, densidad evento	Medio	0,40	4080,18
Alto	recurrencia de eventos, densidad poblacional	Alto	0,62	7186,29
Bajo	ecosistemas priorizados, expansión	Medio	0,41	4638,80
Bajo	ecosistema priorizados,	Medio	0,43	8837,46
ÁREA TOTAL				75457,74

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda

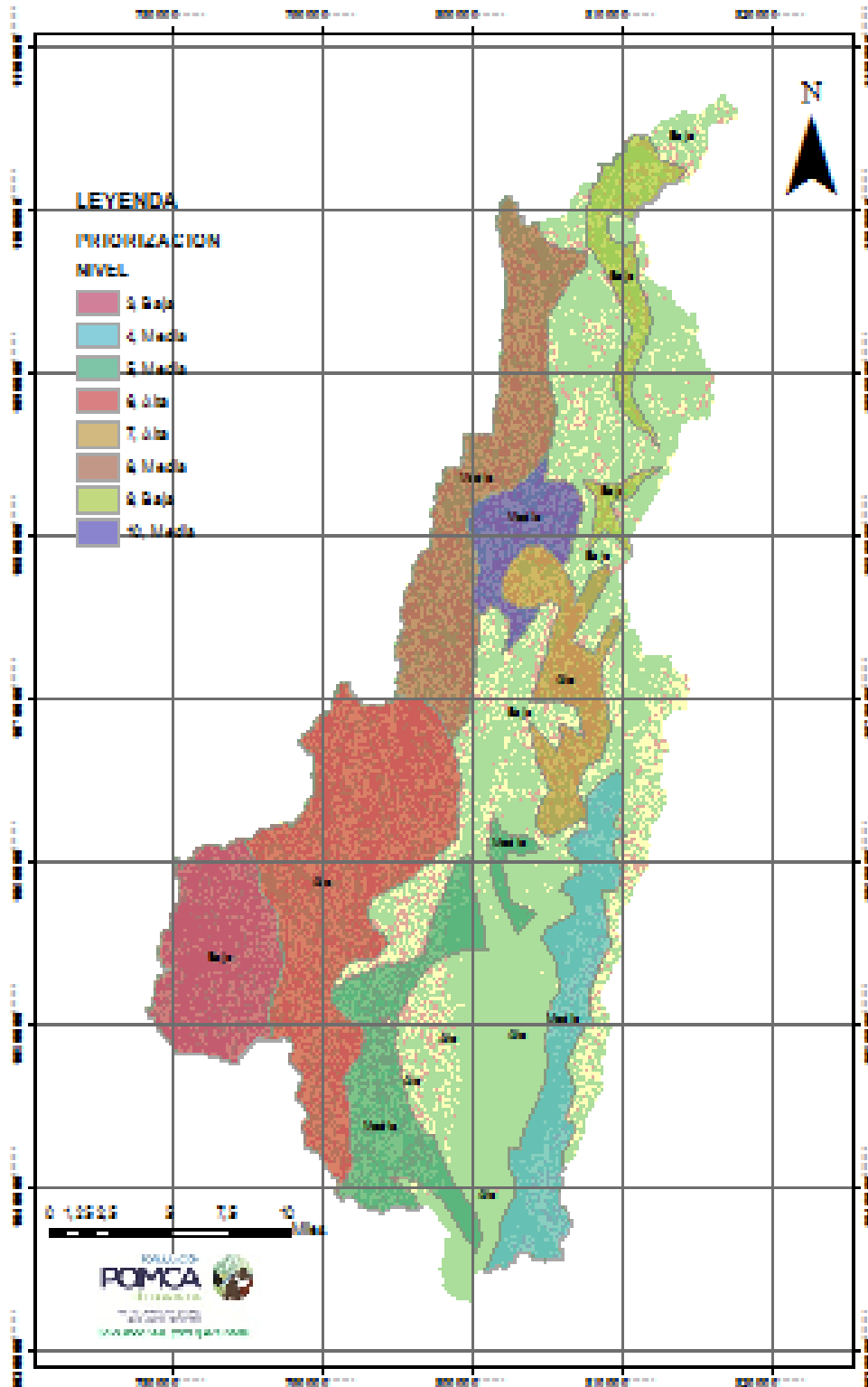


Figura 110 Mapa de zonas priorizadas ante movimientos en masa

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda

7.4.2 inundaciones

El método de análisis de riesgo depende del método de evaluación de amenaza aplicado, y para el caso del presente estudio se utilizó la amenaza determinística el cual con los datos presentados para los niveles de amenaza para el escenarios seleccionados y los niveles de vulnerabilidad calculados a partir de los índices propuestos, se calculan los niveles de riesgo con el uso del SIG por superposición de la capa de amenaza para el evento en evaluación y los niveles de vulnerabilidad dados por el índice de vulnerabilidad, para el escenario seleccionado como se relaciona a continuación (PROTOCOLO PARA LA INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LOS PLANES DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS Minambiente, Minahacienda, Fondo de Adaptación 2014).:

En general para el escenario de riesgo por inundaciones fluvio torrenciales presenta niveles BAJOS y MEDIOS, en su gran mayoría sobre drenajes de orden 4 y 5, afectando principalmente cultivos permanentes y sobre los núcleos poblados (tejido urbano continuo).

En la siguiente tabla se muestra el análisis RIESGO para inundaciones, Basados en el PROTOCOLO PARA LA INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN EL ORDENAMIENTO Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA (Noviembre, 2015).

Tabla 170 Análisis de riesgo ante inundaciones

ELEMENTO EXPUESTO				VULNERABILIDAD		RIESGO				
SITIO	nivel de amenaza	elemento expuesto	Tipo de evento	IV : Índice de Vulnerabilidad $IV = IP^* + IF^*IR/PMAX$	Vulnerabilidad Física	pf	IR	%IR	categoria	IRT
CUENCA DEL RIO RISARALDA	Alta	Bocatomas captaciones y	Inundaciones	0,62	medio	0,72	0,446	44,550	Media	0,757
		Puentes	Inundaciones	0,38	medio	1,69	0,634	63,375	Media	1,077
		Vías	Inundaciones	0,27	bajo	0,9	0,243	24,300	Baja	0,413
		otras áreas	Inundaciones	0,21	bajo	0,72	0,152	15,188	Baja	0,258
		Tejido Urbano	Inundaciones	0,39	medio	0,72	0,279	27,945	Media	0,475
		usos	Inundaciones	0,30	medio	0,39	0,115	11,517	Baja	0,196
	Media	Bocatomas captaciones y	Inundaciones	0,38	medio	2,31	0,866	86,625	Alta	1,473
		Puentes	Inundaciones	0,38	medio	1,69	0,634	63,375	Media	1,077
		Vías	Inundaciones	0,14	bajo	0,9	0,127	12,656	Baja	0,215
		otras áreas	Inundaciones	0,11	bajo	0,72	0,081	8,100	Baja	0,138
		Tejido Urbano	Inundaciones	0,21	bajo	0,72	0,153	15,300	Baja	0,260
		Usos	Inundaciones	0,33	medio	0,39	0,128	12,833	Baja	0,218

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda

7.4.2.1 Escenarios de priorización de zonas.

Con respecto al análisis de inundaciones sobre la cuenca, debido a las condiciones actuales, y al análisis evento históricos registrados en la cuenca, es de priorización rápida el sector de la Virginia (Risaralda), donde se encuentra la mayoría de estos eventos, debido a súbitas subidas del río Cauca y del río Risaralda, como también avenidas torrenciales frecuentes en las partes altas del río Cauca como también del río Totuí, y de gran importancia, con respecto al análisis de riesgo evaluado; como se ha podido denotar debido a la metodología empleada y al análisis de vulnerabilidad, las bocatomas y las zonas de protección ambiental como el tejido urbano continuo, están teniendo gran afectación con

respecto a estos eventos amenazantes, se puede denotar un leve incremento en el número de viviendas hacia zonas muy próximas al cauce principal, por tanto se recomiendan estudios más detallados de microzonificación ante estos eventos amenazantes.

Tabla 171 zonas de priorización para inundaciones

PRIORIZACION	OBSERVACIONES	RIESGO_RA	RIESGO_VA	AREA_ha
Alto	recurrencia de eventos, desarrollo urbanístico	Alto	0,53	5371,69
Alto	recurrencia de eventos, densidad poblacional	Alto	0,62	7186,29
Medio	densidad eventos, población, drenajes,	Alto	0,75	9453,63
ÁREA TOTAL				22011,61

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda.

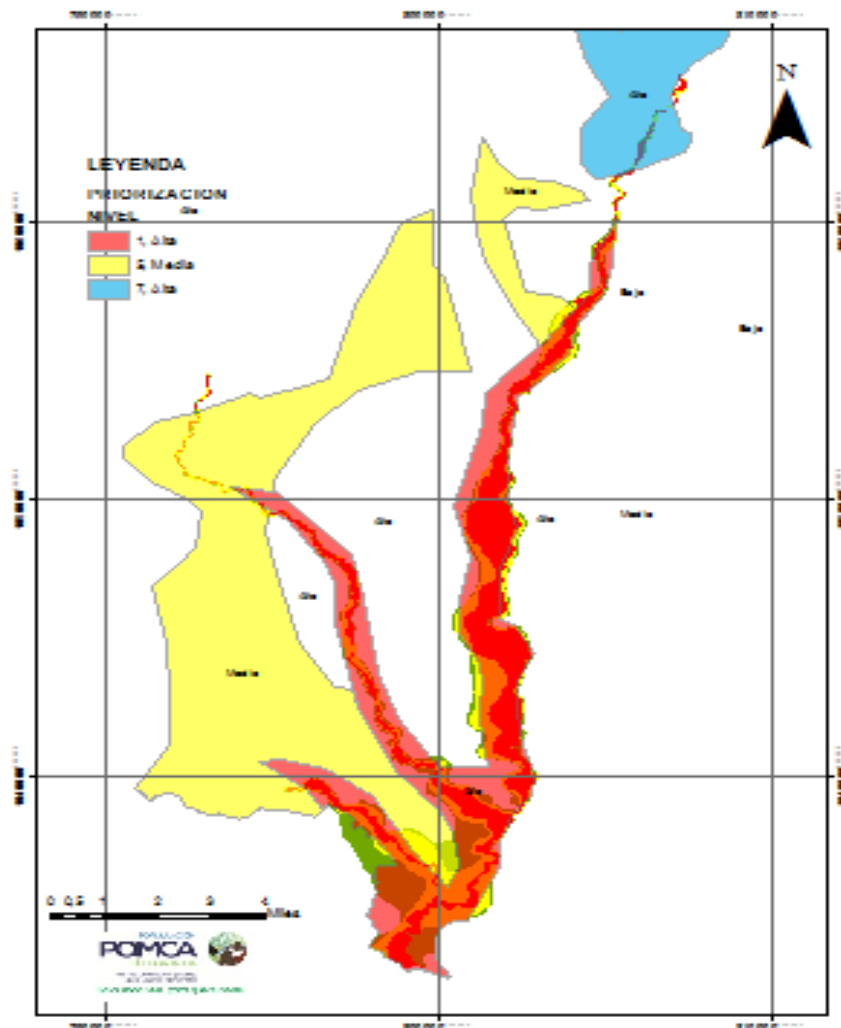


Figura 111 Mapa de zonas priorizadas ante inundaciones.

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda

7.4.3 Incendios

El método de análisis de riesgo depende del método de evaluación de amenaza aplicado, y para el caso del presente estudio se utilizó la amenaza determinística el cual con los datos presentados para los niveles de amenaza para el escenarios seleccionados (año normal) y los niveles de vulnerabilidad calculados a partir de los índices propuestos, se calculan los niveles de riesgo con el uso del SIG por superposición de la capa de amenaza para el evento en evaluación y los niveles de vulnerabilidad dados por el índice de vulnerabilidad, para el escenario seleccionado como se relaciona a continuación (PROTOCOLO PARA LA INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LOS PLANES DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS Minambiente, Minahacienda, Fondo de Adaptación 2014).

En general para el escenario del año normal, el análisis de riesgo fue analizado desde el punto de vista cuantitativo como fue realizado para otros eventos. Lo cual, se infiere que el riesgo ante este evento sobre la cuenca representa niveles de BAJOS, en su gran mayoría medios sobre la parte media baja de la cuenca. Afectando en su gran mayoría a los cultivos permanentes que se encuentran en este sector, y en su relación con el tipo de cobertura vegetal y sus condiciones físicas, ayudan a que sea aún más propenso a este tipo de eventos.

En la siguiente tabla se muestra el análisis RIESGO para incendios, Basados en el PROTOCOLO PARA LA INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN EL ORDENAMIENTO Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA (Noviembre, 2015).

Tabla 172 análisis de riesgo ante incendios

ELEMENTO EXPUESTO				VULNERABILIDAD		RIESGO				
SITIO	nivel de amenaza	elemento expuesto	Tipo de evento	IV : Índice de Vulnerabilidad $IV = IP*+IF*IR/IPMAX$	Vulnerabilidad Física	pf	IR	%IR	categoria	IRT
incendios	alto	construcciones	incendios	0,38	medio	0,15	0,056	5,625	Baja	0,073
		vías	incendios	0,51	medio	0,2	0,101	10,125	Baja	0,132
		puentes	incendios	0,46	medio	0,25	0,116	11,602	Baja	0,151
		SINAP	incendios	0,31	medio	0,25	0,077	7,734	Baja	0,101

	usos	incendios	0,39	medio	0,1	0,039	3,875	Baja	0,050
moderado	construcciones	incendios	0,65	medio	0,05	0,033	3,266	Baja	0,042
	vías	incendios	0,50	medio	0,15	0,074	7,425	Baja	0,097
	puentes	incendios	0,43	medio	0,2	0,087	8,663	Baja	0,113
	SINAP	incendios	0,37	medio	0,25	0,092	9,176	Baja	0,119
	usos	incendios	0,33	medio	0,25	0,083	8,344	Baja	0,108

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda

7.4.3.1 Escenarios de priorización de zonas.

Con base en las condiciones amenazantes y la cantidad de elementos vulnerables que se encuentran principalmente hacia la parte baja de la cuenca y en específico en los sectores de la Virginia, Viterbo, y Belén de Umbría, de igual modo, hacia la ladera de los municipios de departamento de Caldas, no por el cambio de uso del suelo, sino por el tipo de cobertura presente en la zona estas presentan una priorización alta frente a estos eventos., estas son zonas categorizadas como un nivel de riesgo significativo frente a eventos de incendios forestales, en adición, de análisis multitemporales detallados y de eventos históricos registrados, se puede concluir, que estas presentan o deben ser tratadas como zonas de interés priorizado.

Debido a los cambios de usos del suelo, como uno de los principales detonantes ante este tipo de eventos, se hace necesario la intervención y el uso adecuado del territorio, con verificación y control del mismo. Por consiguiente, se recomienda tomarla como una zona de interés ambiental que permita, hacer reglamentaciones sobre el territorio. Y en específico sobre la cuenca en estudio. Es de denotar que hacia la parte media alta de la cuenca estos presentan una priorización alta y media debido a la densidad poblacional que se encuentra en la zona.

Tabla 173 zonas de priorización para incendios forestales.

PRIORIZACIÓN	OBSERVACIONES	RIESGO_RA	RIESGO_VA	AREA_ha
Alto	recurrencia de eventos, densidad poblacional	Alto	0,62	7186,29
Alto	población, elementos expuestos, drenajes, gran imp	Alto	0,51	6055,64
Medio	densidad eventos, población, drenajes,	Alto	0,75	9453,63
Medio	ecosistema priorizado, afectación, densidad evento	Medio	0,40	4080,18
Bajo	ecosistemas priorizados, expansión	Medio	0,41	4638,80
AREA TOTAL				31414,54

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda.

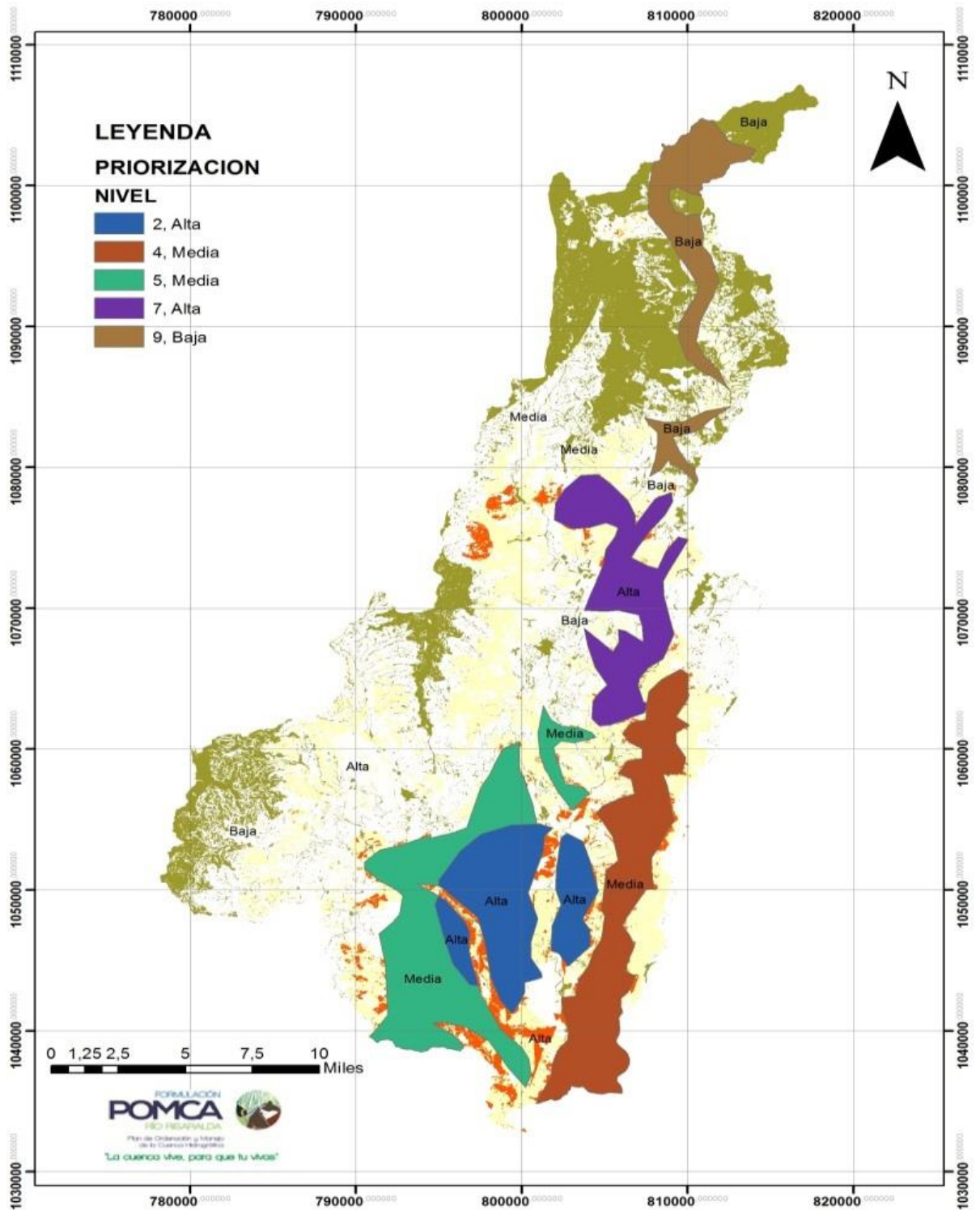


Figura 112 Mapa de zonas priorizadas ante incendios

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda.

7.4.4. Análisis y priorización general de riesgos para los eventos amenazantes evaluados.

Con el fin de establecer la evaluación de riesgo para los diferentes eventos amenazantes, se utilizaron los datos de incendios, movimientos en masa e inundaciones, y a partir de estos se hizo un análisis cualitativo como cuantitativo para definir unas zonas de priorización y por consiguiente que necesitan ser tratadas en primera instancia. En relación a los elementos expuestos (vulnerables). Estos análisis permiten establecer si de acuerdo a las condiciones actuales y posibles condiciones prospectivas y/o futuras, pueden ser tratadas en una primera acción (corto y mediano plazo) por los entes encargados, llegado el caso de que estos eventos puedan incurrir en daños directos o indirectos sobre material físico y perderse vidas humanas; a diferencia de otras zonas que por su escala y tamaño, pero no menos importantes, se pueden tratar en segunda instancia o a largo plazo.

- Áreas con mayor recurrencia de eventos.
- Áreas con eventos de gran impacto (por pérdidas de vidas, bienes, líneas e infraestructura, entre otros) en periodos cortos de tiempo.
- Áreas con mayor densidad de drenajes.
- Ecosistemas priorizados.
- Áreas con mayor densidad poblacional (polígonos de ciudades, cabeceras corregimientos, centros poblados y/o veredales, zonas suburbanas, zonas de vivienda campestre)
- Zonas que contengan la mayor densidad de áreas aferentes para el abastecimiento de acueductos y/o aferentes de acueductos que abastecen la mayor cantidad de población y/o acueductos veredales.
- Áreas propuestas para el desarrollo de macro proyectos que involucren el uso del recurso hídrico como embalses, hidroeléctricas, distritos de riego, entre otros.
- Áreas propuestas para futuros desarrollos urbanísticos de nivel municipal, por macro proyectos o por proyectos integrales de desarrollo urbanístico PIDU.

Con el fin de definir las priorización de escenarios de riesgo, se hace un análisis de los elementos vulnerables anteriormente mencionados con respecto al índice de riesgo (IR) para cada uno de los eventos amenazantes (fenómenos de remoción en masa, inundaciones e incendios), teniendo en cuenta, que ya se tiene un análisis preliminar por evento, ver anexo 5.

La combinación y análisis de zonas de amenazas, elementos vulnerables e índices de riesgo para cada elemento, permitió a la definición de la priorización de los escenarios de riesgo para la zona de estudio.

En la siguiente tabla se relaciona la identificación de cada una de las zonas definidas, su localización, criterios de selección (elementos vulnerables) y categoría de priorización.

Tabla 174 escenarios de priorización combinado

PRIORIZACIÓN	OBSERVACIONES	RIESGO_RA	RIESGO_VA	AREA_ha
Alto	recurrencia de eventos, desarrollo urbanístico	Alto	0,53	5371,69
Alto	recurrencia de eventos, densidad poblacional	Alto	0,62	7186,29
Alto	población, drenajes, elementos afectados	Alto	0,7	19962,57
Alto	población, elementos expuestos, drenajes, gran imp	Alto	0,51	6055,64
Medio	densidad eventos, población, drenajes,	Alto	0,75	9453,63
Medio	población, drenajes, ecosistemas, eventos, elemento	Medio	0,26	8652,77
Medio	ecosistema priorizado, afectación, densidad evento	Medio	0,40	4080,18
Medio	ecosistemas priorizados, eventos,	Medio	0,42	12646,05
Bajo	ecosistema priorizados,	Medio	0,43	8837,46
Bajo	ecosistemas priorizados, expansión	Medio	0,41	4638,80
AREA TOTAL				86885,07

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda

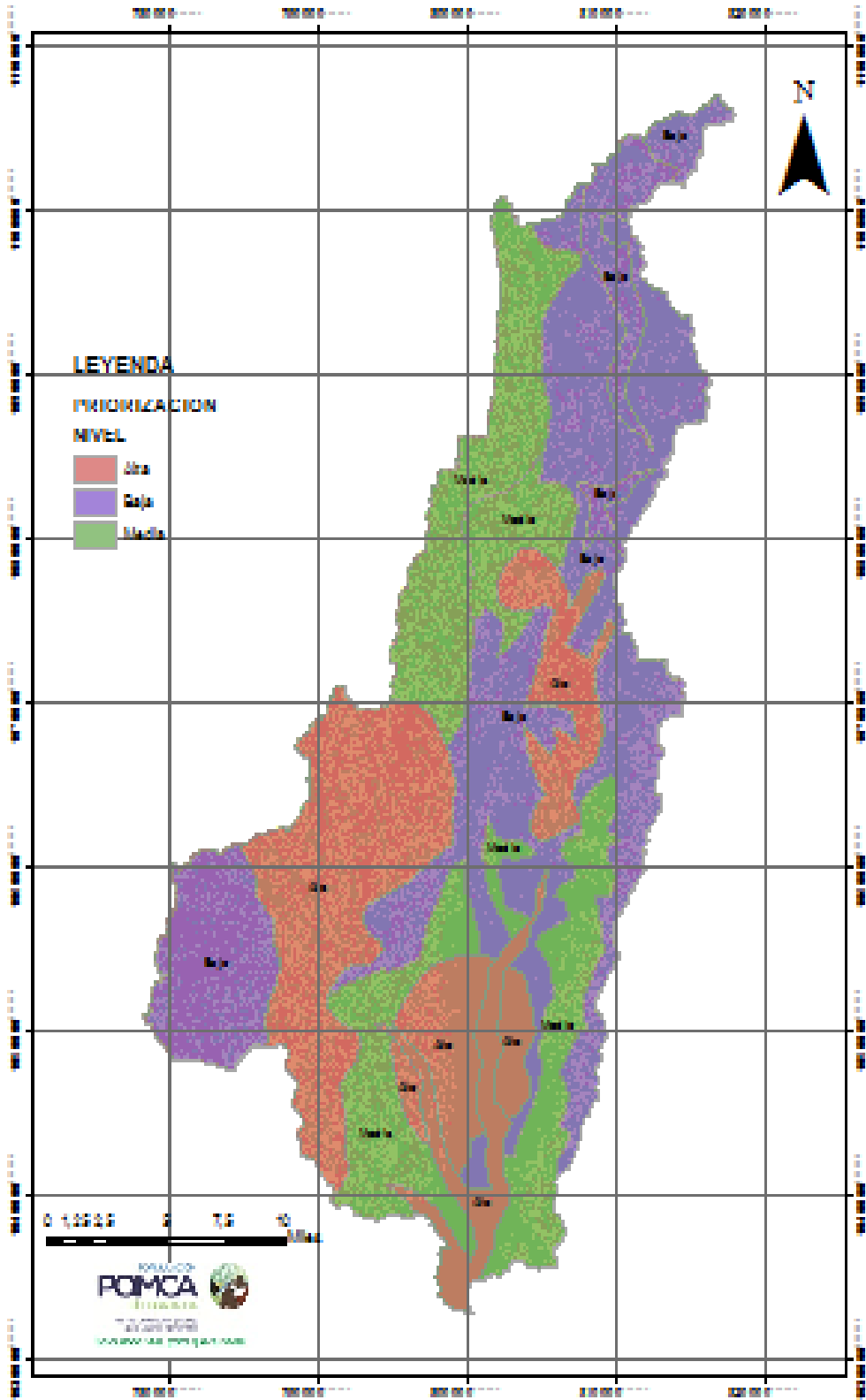


Figura 113 Mapa de escenarios de priorización combinado

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda

En conclusión, con respecto a las zonas de priorización, debido a que no se hizo una homogenización de estas zonas estas se han dividido en 10 zonas alrededor de la cuenca, mostrando, estas diferentes niveles de riesgo para cada una de las amenazas presentes en la cuenca como lo son movimientos en masa, inundaciones e incendios. Se puede observar que las principales zonas que deben de ser priorizadas en la cuenca son las que se presentan hacia la parte media y baja de la cuenca, y en específico hacia los tejidos urbanos continuos, es de aclarar que independientemente de que su priorización sea alta, su nivel de riesgo para cada zona puede variar un poco, y en general sobre toda la cuenca. A continuación se incluye una tabla resumen donde se muestran las 10 zonas con sus respectivos niveles de riesgo, adicionalmente un punto o sitio de referencia, sin que este sea el que se principal en la respectiva zona.

Tabla 175 resultados generales de la identificación, localización y priorización de los escenarios de riesgo en la cuenca y la metodología de análisis empleada para cada amenaza

IR_MM	IR_NC	IR_NU	IR_T	NIVEL DE RIESGO	PRIORIZACIÓN	LOCALIDAD	OBSERVACIÓN	ARE_A_Ha
0,76	0,56	0,27	0,53	Alto	Alto	Santuario, Apía	recurrencia de eventos, desarrollo urbanístico	5371,69
0,8	0,12	0,94	0,62	Alto	Alto	Guática	recurrencia de eventos, densidad poblacional	7186,29
0,65	0,67	0,78	0,77	Alto	Alto	La Virginia	población, drenajes, elementos afectados	19962,57
0,51	0,36	0,66	0,51	Alto	Alto	Balboa, La Celia	población, elementos expuestos, drenajes, gran imp	6055,64
0,7	0,8	0,75	0,75	Alto	Medio	Tatamá	densidad eventos, población, drenajes,	9453,63
0,35	0,25	0,18	0,26	Medio	Medio	Riosucio	población, drenajes, ecosistemas, eventos, elemen	8652,77
0,52	0,64	0,04	0,40	Medio	Medio	Belalcázar, San José, Risaralda	ecosistema priorizado, afectación, densidad evento	4080,18
0,35	0,7	0,21	0,42	Medio	Medio	Rio Arriba	ecosistemas priorizados, eventos,	12646,05
0,4	0,12	0,77	0,43	Medio	Bajo	Mistratò	ecosistema priorizados,	8837,46
0,26	0,23	0,74	0,41	Medio	Bajo	Parte baja de Santuario	ecosistemas priorizados, expansión	4638,80
TOTAL GENERAL								86885,07

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda

8. ANÁLISIS SITUACIONAL

8.1 Análisis de potencialidades, limitantes y condicionamientos

8.1.1 Potencialidades

La ubicación geográfica de la cuenca del río Risaralda hace que sea un territorio de enlace entre el centro y occidente del país y de igual manera, conecta al departamento del Valle del Cauca y Antioquia, y al resto del país con el Chocó. Esto le imprime una potencialidad hacia la generación de proyectos de infraestructura vial.

Teniendo en cuenta la declaratoria del Paisaje Cultural Cafetero por parte de la UNESCO, como Patrimonio de la Humanidad⁹, al cual pertenece el 45% del territorio en 13 de los 14 municipios de la Cuenca, se generan altas potencialidades para diferentes actividades y desarrollos sostenibles, como el reconocimiento mundial del patrimonio cultural y natural de la región; la apropiación social del patrimonio cultural y natural; beneficios ambientales, permitiendo revalorar un conjunto cultural, espacial y un estilo de vida, orientadas a estimular prácticas amigables con el medio ambiente; la gestión como mercados verdes, procesos educativos y reformas normativas; bienestar económico y social, a partir de la puesta en valor y uso turístico (urbano y rural); y por último, la asistencia internacional (cooperación técnica, asistencia de emergencias, formación, promoción, programas educativos, entre otros).

Por su parte, el valle aluvial del río Risaralda tiene un potencial turístico y para el desarrollo de viviendas campestres, teniendo en cuenta que las condiciones climáticas, geomorfológicas y de infraestructura vial, permiten el acceso desde las principales ciudades del país. Con las vías de cuarta generación, como Pacífico 3, se podrá acceder a la zona en menor tiempo y con mejores calidades viales.

Las prácticas culturales asociadas a la agroecología son fortalezas de la Cuenca, para la producción limpia desde el sector agropecuario; iniciativas comunitarias que pertenecen al programa de negocios verdes de CARDER, en los municipios de Belén de Umbría, Guática, Balboa, Mistrató, Apía y La Celia. Así como los proyectos de ecoturismo y ecoproductos industriales; además de los proyectos ambientales escolares - PRAES, que se encuentran en todos los municipios de la Cuenca por los núcleos educativos.

⁹ Los paisajes culturales son aquellos sitios o lugares producto de la interacción del hombre con la naturaleza, ilustran la evolución social y los asentamientos humanos en el tiempo, la forma como las distintas generaciones han resuelto problemas físicos y la transformación del ambiente natural por las fuerzas sociales, económicas y culturales. El área determinada, que permitió soportar la candidatura para ser declarada ante la UNESCO como *Paisaje Cultural Cafetero*, constituye un ejemplo sobresaliente y representativo del territorio colombiano, que contiene la mayor concentración de valores culturales, que son el resultado de la actividad cafetera en su relación histórica con la naturaleza y el paisaje (SUEJE: 2010).

Igualmente, se observan procesos impulsados por el Comité de Cafeteros, en Santuario y Apía, hacia la caficultura limpia y ambientalmente sostenible, que han logrado la producción de cafés de alta calidad, con puntajes en sus muestras, de más de 80 puntos sobre cien, calificándolos como cafés especiales. Dichas prácticas, generan potencialidades en la comercialización de la producción, con valores agregados de marcas propias y producción limpia.

El proyecto piloto de la microcuenca La Esmeralda, cuyo objetivo general es la construcción de un corredor para la conservación de la biodiversidad en la microcuenca, y los programas forestales (bosques protector-productor), como el implementado por banco alemán KFW en convenio con el Comité de Cafeteros, en todos los municipios que hacen parte de la cuenca del departamento de Risaralda, permiten generar corredores ecosistémicos, por medio de la siembra de árboles y vegetación natural, para favorecer el movimiento de las especies de fauna y flora propias de los bosques, aumentando la conectividad regional a través de diferentes herramientas de manejo del paisaje (HMP); lo que a su vez puede influir en la conservación del recurso hídrico; así como, la implementación de otras prácticas de sistemas de producción sostenible (café, apicultura, reciclaje, BancO2, entre otros).

La amplia receptividad y logros obtenidos con este proyecto piloto, hace que se presente un alto potencial para ser replicado en todos los municipios de la Cuenca. De hecho, el Comité piensa replicar el proceso en la microcuenca Cristales en Balboa y a futuro se planea tener una microcuenca por cada municipio (en Belén: Chatatá, Monos en la Celia, río Guática en Guática; río Apía en Apía); y con el PCC se tienen seleccionadas 3 microcuencas, en Pereira: Combia, en Marsella: la Nona y en Santa Rosa: La Estrella.

8.1.1.1 Potencialidades componente recurso hídrico

La precipitación en la parte alta de la cuenca presenta valores de alrededor de 3350 mm/año, lo que se puede traducir en favorecimiento del sostenimiento de caudales bases; hacia la parte media las precipitaciones oscilan alrededor de los 2500 mm/año y en la parte baja de la Cuenca las precipitaciones medianas están alrededor de 1800 mm/año.

La variedad altitudinal, se ve reflejada en diversidad de climas y potencial de biodiversidad ecosistemita.

El índice de aridez en la Cuenca, se ve representado en tres (3) de las siete (7) categorías del indicador; predominan altos excedentes de agua en la parte alta y todo el sector occidental, incluido la Cuchilla del San Juan. En la parte media de la Cuenca predomina altos excedentes de agua, hacia la parte media baja y hacia el Sureste se presentan excedentes de agua, en esta misma zona en áreas de jurisdicción de Viterbo Caldas y La Virginia Risaralda, se presentan moderados y excedentes de agua.

El balance hídrico climático no presenta déficit de agua, inclusive en la estación Virginia La Alerta que está por debajo de los 1000 msnm todos los meses presentan periodos húmedos, no se presentan déficit de agua, la ETP es igual a la ETR. Del total de agua que se precipita el 38 % se evapotranspira y el 62% son excesos.

La cuenca del río Risaralda se conforma por 14 municipios, de los cuales 12 abastecen sus cabeceras municipales de las fuentes hídricas que tributan sus aguas al río Risaralda, situación que se convierte en fortaleza, al no depender hídricamente de otras cuencas.

El río Risaralda es un cauce torrencial de montaña a lo largo de la parte alta de su recorrido, desde su nacimiento, hasta la unión de la quebrada Papayal; en su último trayecto, hasta su desembocadura en el río Cauca.

En términos de calidad de agua la pendiente del río Risaralda es una potencialidad, ya que esto favorece los procesos de reaireación que está influenciada por la turbulencia del agua. Esta potencialidad se puede ver reflejada en los indicadores de calidad de agua utilizados históricamente y el calculado en el desarrollo de este proyecto. El indicador histórico calculado por las diferentes instituciones que monitorean el recurso hídrico en la cuenca es el National Sanitation Foundation Index (INSF).

En el desarrollo del POMCA Risaralda y así como lo tiene establecido en el Estudio Nacional del Agua (ENA, 2010 y 2014), el Índice de Calidad de Agua (ICA), determina condiciones fisicoquímicas generales de la calidad de un cuerpo de agua y, en alguna medida, permite **reconocer problemas** de contaminación en un punto determinado, para un intervalo de tiempo específico, también permite representar el estado en general del agua y las **posibilidades o limitaciones** para determinados usos en función de variables seleccionadas, mediante ponderaciones y agregación de variables físicas, químicas y biológicas.

Los resultados del ICA para las dos campañas de monitoreo, indica que para las primeras estaciones en la parte alta de la cuenca El ICA es de buena calidad; para las dos estaciones siguientes la calidad es Aceptable; para la estación R. Risaralda Después Desembocadura Q. Cauyá el ICA es de Buena calidad para la primera campaña y disminuye a Regular calidad para la segunda campaña, es oportuno mencionar que la quebrada Cauyá es el principal cuerpo receptor de vertimientos del municipio de Anserma.

La estación Las Palmeras presenta un ICA aceptable para la primera campaña y Regular para la segunda campaña, al igual que el río Risaralda en la primera campaña presenta una calidad Regular.

8.1.1.2 Potencialidades desde el componente de Aguas Subterráneas

Existe un potencial para el aprovechamiento de aguas subterráneas en el valle geográfico del río Risaralda, donde el espesor promedio de los depósitos aluviales cuaternarios es de 60m de profundidad, sin embargo hacia el norte este espesor disminuye (Viterbo) y hacia el sur (La Virginia) aumenta considerablemente, mejorando las condiciones hidrogeológicas.

En ambos flancos del piedemonte de la llanura aluvial del Río Risaralda se tiene un cinturón de rocas Terciarias con un potencial hídrico subterráneo inexplorado y no cuantificado. Sobre estos depósitos se han realizado campañas geoelectricas pero no se ha perforado ningún pozo para el aprovechamiento de agua subterránea.

8.1.1.3 Potencialidades desde el Componente Fauna, Flora y Ecosistemas Estratégicos

En la cuenca del río Risaralda se detallan áreas en las que se concentran los esfuerzos de las áreas protegidas distribuidas alrededor del PNN Tatamá bajo la dirección de la UAESPNN. Es así como en estas áreas, se reportan especies de alto valor ecológico que no pueden ser visualizadas en áreas de las mismas características edafológicas teniendo en cuenta los altos grados de deforestación y expansión de la frontera agrícola y pecuaria.

Por tal razón, las áreas que actualmente tienen y mantienen éstos índices bajos de presencia de especies importantes son áreas que potencializan el deber ser de las áreas de protección y del desarrollo de programas de protección o proyectos de conservación multidimensionales que incorporan estrategias de uso del suelo y de protección combinadas al uso y servicios ambientales que ellos ofrecen a las comunidades.

La constante acción de las autoridades ambientales en la protección de rondas hídricas a través de bosques riparios en las microcuencas se convierten también en una estrategia encaminada a incorporar valores ecológicos a las áreas y ecosistemas lóticos ya que podrían convertirse en ejes estratégicos de corredores biológicos que aumentan la conectividad y flujo genético en la cuenca del río Risaralda devolviendo así gran parte de la esencia en términos bióticos y ecológicos de cada una de las zonas de vida presentes.

8.1.2 Limitantes y Condicionamientos

8.1.2.1 Limitantes asociados a los usos del suelo

Se evidencia que en los suelos de la Cuenca se está dando una gran pérdida de la capa orgánica y del manto de cenizas volcánicas a causa de la producción agropecuaria por movimiento permanente del suelo para el establecimiento de cultivos y de pasto para la ganadería.

En los sistemas agroindustriales de la Cuenca el uso de maquinaria agrícola especialmente en las pendientes menos inclinadas (sector de la caña de azúcar), ha hecho que los suelos se mezclen y que se requiera de una alta dosis de fertilización para sostener los cultivos. Además, el uso de maquinaria ha ocasionado una transformación de la estabilidad estructural de los suelos.

La actividad ganadera sigue siendo el sistema productivo de mayor impacto para los suelos de ladera, ocasionando procesos erosivos (terracetas, deslizamientos y erosión rotacional) ocasionando zonas muy inestables principalmente en los sectores de Viterbo, Anserma, Guática, Belén de Umbría, Mistrató, Balboa y Santuario.

La dinámica de la cultura cafetera tecnificada, café a libre exposición, ha sometido los suelos a una exposición directa de fenómenos naturales que disminuyen su fertilidad por pérdida de la microfauna del suelo que es la que permite los procesos de transformación y acumulación de la materia orgánica.

El uso indiscriminado de productos de síntesis química, en especial de los herbicidas, causa alteración en las condiciones físicas y químicas de los suelos llevándolos a procesos de desgaste y desertificación.

Otro aspecto a tener en cuenta en la dinámica de desgaste de los suelos y la pérdida de su capa orgánica y del manto de cenizas volcánicas, es la transformación de la cobertura vegetal natural por procesos de deforestación, la cual expone el suelo a los efectos erosivos naturales y a los procesos erosivos ocasionados por intervenciones antrópicas productivas. Así mismo, el incremento de cultivos de frutales en monocultivo genera una gran pérdida de suelos por las labores agrícolas de suelo limpio.

8.1.2.2 Limitantes y condicionamientos componente Fauna, Flora y Ecosistemas Estratégicos

En la cuenca del río Risaralda, desde el punto de vista biótico, se pueden reconocer diferentes limitantes relacionadas con la distribución de las coberturas naturales protectoras de microcuencas (bosques de protección o riparios) y la marcada ausencia de suelos de protección y la acelerada presión de la frontera agrícola sobre la franja oriental de la cuenca. Es así como la información

secundaria y primaria de flora consultada y realizada, respectivamente, permitió identificar según la clasificación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza UICN un total de cinco (5) especies en estado Casi Amenazada (NT) entre las que se destaca el cedro negro *Juglans neotropica*, siete (7) especies en estado Vulnerable (VU) tales como el medio comino y anturio negro (*Aniba coto* y *Anthurium cabrense*, respectivamente), diez (10) especies en estado En Peligro (EN) entre las cuales se destacan *Magnolia hernandesi* (molinillo) y *Ceroxylon quinduense* (Palma de cera del Quindío) y un total de tres (3) especies en estado En Peligro crítico (CR) entre los que se destaca el Caobo (*Swietenia macrophylla*). Es importante también adicionar que la mayoría de las especies descritas anteriormente se caracterizan por su uso frecuente como madera o fu, así mismo son especies que se caracterizan por distribuirse en áreas geográficas o zonas de vida que para la cuenca son altamente vulnerables por las presiones de la frontera agrícola y pecuaria.

La fauna asociada a las coberturas naturales registrada por los muestreos en campo por el Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda en el año 2016 deja ver la importancia de mantener las coberturas de bosque a lo largo de las zonas de vida dentro del área estudiada de la cuenca pues es particular observar que el encuentro visual de especies de herpetos en su mayoría, estuvo representada en las coberturas naturales tales como Bosque de galería, Bosque fragmentado y Bosque denso. Por otro lado, si bien es cierto se registraron especies que habitan coberturas de áreas abiertas y mosaicos de pastos y cultivos, éstas especies son características de éstas áreas o son especies de importante cuidado en la vigilancia de sus poblaciones por su capacidad depredadora y de competencia por el recurso natural, tal es el caso de *Lithobates catesbaianus* o Rana Toro, la cual es introducida y generalista. Dentro de los herpetos se registran también especies de alto valor ecológico pertenecientes a las familias bufonidae y centrolenidae indicadoras de altos grados de conservación, pero también altamente amenazadas (*Atelopus lynchi* y *Nymphargus ruizi*).

Las aves son un grupo importante en la determinación del valor ecológico de las áreas de la cuenca del río Risaralda, sin embargo, también son un grupo que por su ecología puede verse altamente perjudicado en sus poblaciones de las especies considerando en algunos grupos o familias el alto grado de coevolución y sus interacciones tróficas de alta dependencia o de condiciones altamente conservadas para su reproducción. La vertiente occidental de la cuenca del río Risaralda se caracteriza por tener bastantes áreas o suelos dedicados a la conservación en alguna figura de protección del orden regional o nacional lo cual la hace menos susceptible a presiones de tipo antrópico o naturales; la oriental se caracteriza por su matriz fragmentada de pastos y cultivos dedicada a la ganadería extensiva y a la labor agrícola. Es así como se reportan especies tales como *Anthocephala floriceps*, *Bolborhynchus ferrugineifrons* y *Leptosittaca branickii* en estado Vulnerable (VU), *Leptotila conoveri*, *Penelope perspicax* y *Ognorhynchus icterotis* en estado En Peligro (EN) y *Hapalopsittaca fuertesi* en estado En Peligro Crítico. Éstas especies son reconocidas en la cuenca por su

presencia en bosques altoandinos y andinos y por su particular comportamiento de desplazamiento en grupos o poblaciones numerosas.

La misma ausencia de coberturas naturales representativas y de porte medio y alto en la gran parte del área de la cuenca y en las diferentes zonas de vida, hace que la fragmentación de las áreas naturales sea media y alta para la cuenca, es así como también se reconocen especies de mamíferos que habitan en éstos bosques y que se caracterizan por tener altas presiones por ser fuente de alimento a poblaciones indígenas de la zona tales como Tayasu pecari (marrano de monte) y Dasypus novemcinctus (armadillo). También se registran especies que necesitan corredores de bosque altamente conservados y ampliamente distribuidos tales como Leopardus tigrinus y Tremarctos ornatus (en estado Vulnerable VU, según la UICN) y especies estrictamente de bosque denso y de matriz relictual muy conservada tales como Aotus lemurinus (VU Vulnerable), Alouatta seniculus (Preocupación menor LC) y Ateles geoffroyi (En Peligro).

8.1.2.3 Limitantes recurso hídrico

El IRH en el 59% de las subcuencas estudiadas en la cuenca del Risaralda es bajo, limitante en cuanto a las respuesta de cantidad de agua en periodos de estiaje.

Las subcuencas de los río Guática, Guarne, Peñas Blancas, Mapa, Totuí, las quebradas Sandia, Samaria y la franja hidrográfica de Riosucio – Mistrató, son las fuentes que abastecen las cabeceras municipales de los centros urbanos de la Cuenca, estas unidades hídricas presentan un IRH bajo, razón por la cual la respuesta hídrica del río Totuí (abastece La Virginia), las quebradas Samaria (abastece parte de Viterbo) y Sandia (abastece parte de Belén de Umbría), en las temporadas de estiaje, es baja, esta situación aunada a la demanda que se ejerce sobre estas cuencas, arrojan un IVH alto, escenario que se está evidenciando en la actualidad, con las posibles amenazas de desabastecimiento.

En la cuenca del río Risaralda se identificó un universo de 254 acueductos de los cuales 120 cuentan con concesiones de aguas superficiales otorgados por las Corporaciones Autónomas Regionales, mostrando que casi el 50%, se encuentra en la ilegalidad, según la información recopilada en los talleres de diagnóstico, esta situación obedece a la dificultad que presenta el trámite, para la comunidad responsable de estas organizaciones.

Aunque las fuentes hídricas de donde se abastecen 12 de los municipios de la Cuenca pertenecen al territorio POMCA, los municipios de La Virginia, Santuario, Balboa, Guática, Anserma, Belalcázar, Risaralda, San José y Viterbo, no tienen sus captaciones dentro del perímetros municipal, ocasionando dificultad a los municipios en cuanto a la gobernabilidad, y el traslape de funciones entre municipios y Corporaciones Autónomas Regionales.

8.1.2.4 Limitantes y restricciones relacionadas con aguas subterráneas

A pesar del alto potencial de aprovechamiento del agua subterránea, actualmente dichos acuíferos están subutilizados, casi que se restringe su uso a unos pocos condominios campestres y un par de fincas.

La utilización prolongada y frecuente de agroquímicos por efectos de las actividades agrícolas específicamente caña de azúcar podría generar una potencial contaminación del agua subterránea por efecto de Compuestos Orgánicos Persistentes (COPs) como pesticidas organoclorados, dioxinas o furanos. La misma actividad de abono de suelos a partir de la aplicación de “vinazas” podría generar suelos con exceso de potasio.

Igualmente la falta de sistemas adecuados de saneamiento de aguas servidas generaría un problema de contaminación bacteriana, especialmente sobre los acuíferos libres en el valle geográfico del Río Risaralda.

Finalmente en la cuenca del Río Risaralda se presentan tres grados de vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos, desde baja hasta alta, donde alrededor del 60% de la zona evaluada presenta un índice de vulnerabilidad media mientras que la vulnerabilidad alta se encuentra como pequeños sectores a lo largo de toda la cuenca y la vulnerabilidad baja se observa como dos pequeños sectores en la cuenca baja.

8.1.3 Análisis y evaluación de conflictos por uso y manejo de los recursos naturales

8.1.3.1 Conflictos por uso del recurso Hídrico

Los conflictos por el uso del recurso hídrico están enmarcados por la disponibilidad y calidad del recurso. La determinación de los conflictos se realiza cruzando los mapas de Índice de Uso del Agua (IUA) y el Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL), asignándole mayor peso al IUA para la determinación de las áreas en conflicto. Dado que el Índice de Uso del Agua (IUA) se calcula con valores reales y el IACAL contempla en su mayoría información presuntiva, se le asigna mayor peso al IUA para la determinación de las áreas en conflicto.

De acuerdo a los lineamientos de la *GUÍA TÉCNICA PARA LA FORMULACIÓN DE LOS PLANES DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS*, los conflictos del recurso hídrico se tipifican en función de la disponibilidad y calidad del agua. Para la determinación de estos conflictos, se realiza un cruce de los resultados del Índice de Uso del Agua (IUA) con el Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL). Dado que el IUA se calcula con valores reales y el IACAL contempla en su mayoría con información presuntiva, se le asigna mayor peso al IUA para la determinación de las áreas en conflicto (MADS, 2013).

Los conflictos altos se consideran cuando existe una fuerte presión sobre el recurso hídrico, asociado a una mayor demanda que supera la oferta hídrica de la cuenca, así como también, la alta contaminación del recurso hídrico que conllevan a cambios en el uso determinado, lo que finalmente se traduce en una limitación del desarrollo económico y social en la Cuenca. A su vez se constituyen como prioridades para la definición de estrategias de intervención en la ordenación y control prioritario.

En la Tabla 176 se presentan las categorías de conflicto de recurso hídrico derivado de los cruces de IUA e IACAL.

Tabla 176 Calificación de conflictos del recurso hídrico

IUA	IACAL	Categoría de conflicto
Muy Alto	Muy Alta	CONFLICTO ALTO
Muy Alto	Alta	CONFLICTO ALTO
Muy Alto	Media Alta	CONFLICTO ALTO
Muy Alto	Moderada	CONFLICTO ALTO
Alto	Muy Alta	CONFLICTO ALTO
Alto	Alta	CONFLICTO ALTO
Alto	Media Alta	CONFLICTO ALTO
Alto	Moderada	CONFLICTO ALTO
Moderado	Muy Alta	CONFLICTO ALTO
Moderado	Alta	CONFLICTO ALTO
Moderado	Media Alta	CONFLICTO ALTO
Bajo	Muy Alta	CONFLICTO ALTO
Muy Alto	Bajo	CONFLICTO MEDIO
Alto	Bajo	CONFLICTO MEDIO
Moderado	Moderada	CONFLICTO MEDIO
Moderado	Bajo	CONFLICTO MEDIO
Bajo	Alta	CONFLICTO MEDIO
Bajo	Media Alta	CONFLICTO MEDIO
Muy Bajo	Muy Alta	CONFLICTO MEDIO
Muy Bajo	Alta	CONFLICTO MEDIO
Bajo	Moderada	CONFLICTO BAJO
Bajo	Bajo	CONFLICTO BAJO
Muy Bajo	Media Alta	CONFLICTO BAJO
Muy Bajo	Moderada	CONFLICTO BAJO
Muy Bajo	Bajo	SIN CONFLICTO

Fuente: MADS, 2013

Los conflictos altos, se consideran cuando existe una fuerte presión sobre el recurso hídrico, asociado a una mayor demanda que supera la oferta hídrica de cuenca, así como también, la contaminación del recurso hídrico que conllevan a cambios en el uso determinado, lo que finalmente se traduce en una limitación del desarrollo económico y social en la Cuenca (MADS, 2013).

Cuando se determina un Conflicto Medio, se refiere a situaciones en donde la oferta hídrica, se encuentra al límite para poder atender las demandas del recurso y las condiciones de calidad limitan ciertos usos del agua definidos para los diferentes tramos de la cuenca, (MADS, 2013).

A su vez, se cataloga como conflictos Bajos en donde la oferta hídrica es superior a la demanda y además las condiciones de calidad no limitan los usos definidos para los diferentes tramos de cuenca, (MADS, 2013).

8.1.3.2 Análisis de estimación de conflictos de recurso hídrico

Previo a presentar el análisis de conflictos por recurso hídrico es necesario retomar algunos aspectos del componente de hidrología, en donde se describe la metodología para la sectorización hidrográfica (cuenca, subcuenca, microcuenca), las cuencas abastecedoras de centros poblados y se incluyen las denominadas Unidades de Gestión Hídrica o niveles subsiguientes.

En la sectorización hidrográfica en la categoría de microcuencas se definieron grupos de unidades hidrográficas con drenajes de diferente orden, denominados como **franjas hidrográficas**. Una franja hidrográfica puede ser la margen derecha o izquierda de un cuerpo de agua principal de alguna de las categorías anteriores. Para efectos prácticos, las franjas hidrográficas fueron consideradas al mismo nivel de microcuencas.

Para los efectos de los cálculos de los indicadores de recurso hídrico, entre ellos el IACAL y el IUA, se decidió tener niveles subsiguientes, con el fin de tener un análisis más preciso y tomar decisiones sectorizadas en el territorio. Dentro de las razones principales por la cual se analizarán estas unidades y no las subcuencas o microcuencas abastecedoras de centros poblados y centros urbanos, es porque muestran homogeneidad en sus condiciones de dinámica poblacional y actividades socioeconómicas, adicionalmente esta forma de agrupar el territorio incluye áreas que morfológicamente no hacen parte de la unidad cuenca hidrográfica, permitiendo así vincular las áreas correspondientes a las intercuencas.

En vista de que tanto el IUA como el IACAL se calculan para caudales de año seco y caudales de año medio, así mismo se calculan los conflictos para recurso hídrico. La categoría Alta se presenta en 43 de los 68 niveles hidrológicos subsiguientes, equivalente al 63.2% del total de unidades. Dentro de las unidades con conflicto alto se resaltan las siguientes que presentan IUA Muy Alto e IACAL Muy Alto:

El río Mapa, en este caso el conflicto se configura por la alta demanda de agua para uso industrial del Ingenio de Risaralda para la producción de azúcar, sin embargo el vertimiento de esta industria se realiza al río Cauca, cabe la pena resaltar que el Ingenio de Risaralda se encuentra dentro de las cinco (5) industrias que mayor aportan carga contaminante. El río Mapa también abastece de agua para uso del consumo humano y doméstico a los municipios de Santuario, Apía y Balboa.

El río Totuí es otras de las unidades que configura Conflicto Alto, este río abastece al municipio de La Virginia y también se desarrollan actividades piscícolas; como vertimientos se reciben los provenientes del municipio de Balboa y se estimó una alta carga contaminante proveniente del sector cafetero. La quebrada el Águila El Guamo configura conflicto Alto, debido a una alta demanda acuícola e IACAL derivado de aportes de vertimientos de un sector del municipio de Belalcázar Caldas y varios condominios asentados en este unidad, adicionalmente recibe carga contaminante proveniente del sector cafetero.

De la quebrada Chapata, se demanda agua para consumo agrícola, principalmente cultivos de Café y a su vez es el cuerpo receptor de los vertimientos del municipio de Belén de Umbría y de las actividades agrícolas. Las quebradas Quebrada Sandía y río Guarne abastecen el casco urbano de Belén de Umbría y a su vez desarrollan actividad agrícola, dentro de ella el café.

Otras de las unidades con conflicto Alto, es la quebrada Lázaro, debido principalmente a la demanda y a la carga contaminante proveniente del municipio de Risaralda y actividad cafetera. Finalmente, la quebrada Cauyá configura un conflicto Alto, que es debido a un IACAL Muy Alto, principalmente por el aporte de carga contaminante del municipio de Anserma, así como por desarrollo de actividades cafeteras.

Por su parte el conflicto medio para año seco se configura en 21 de las 68 unidades o niveles hidrológicos analizados, correspondiente al 30.8%. Se nota que en esta categoría predominan los IUA Moderados, mientras que el IACAL predominante es baja, es decir el conflicto se está configurando principalmente por la demanda de agua, básicamente asociada a actividad agrícolas y pecuarias.

Conflicto bajo, únicamente se configura en 4 niveles subsiguientes, equivalentes al 5.88% del total de unidades analizadas, las unidades son F.H Viterbo 1 a F.H Viterbo 4, son unidades de áreas pequeñas en donde actualmente no existe demanda, ni se desarrollan actividad que aporten carga contaminante. Finalmente la categoría “Sin Conflicto”, no se presenta en la cuenca del río Risaralda para año hidrológico seco.

En la Figura 114 se presentan los conflictos para año hidrológico seco.

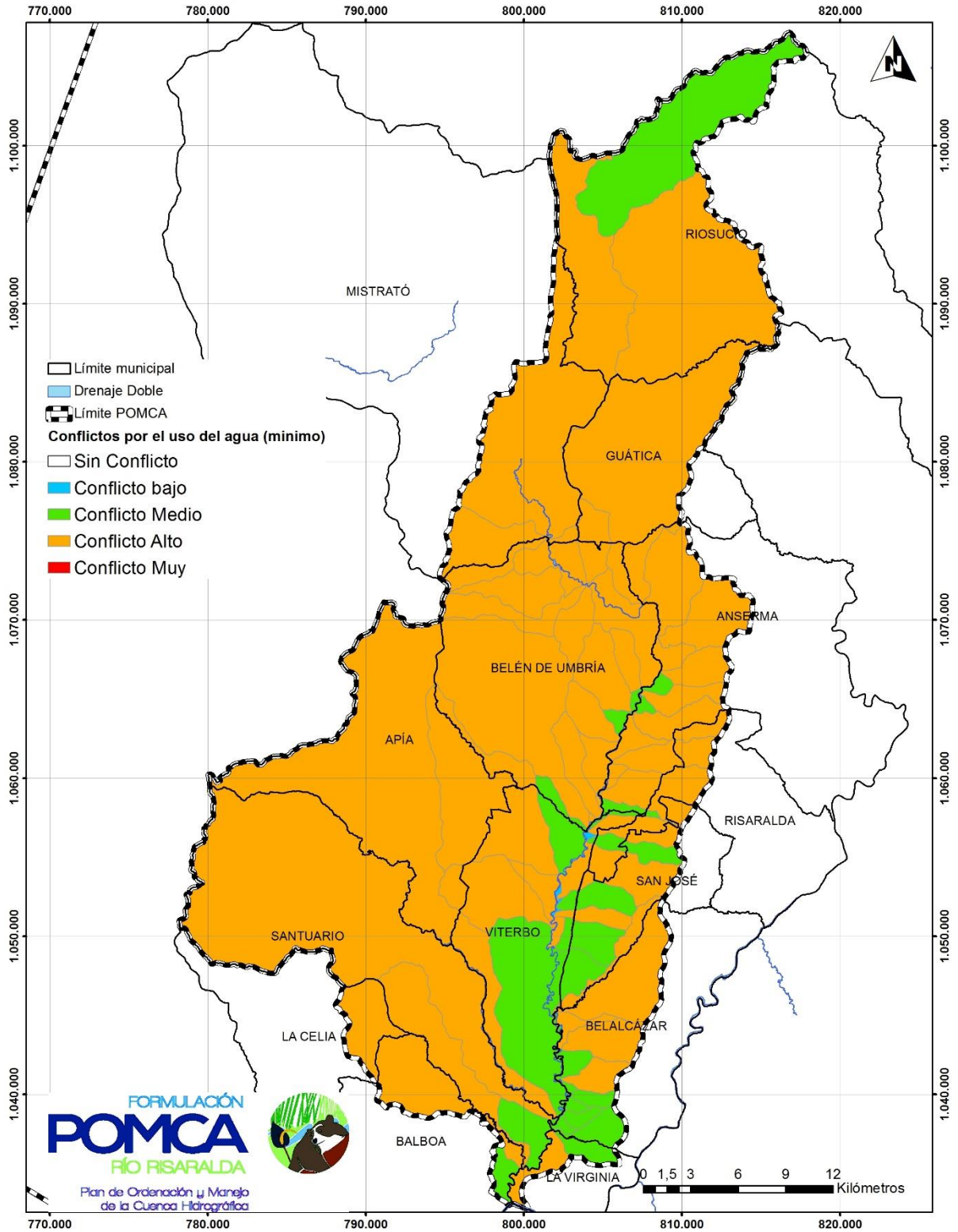


Figura 114. Conflictos recurso hídrico año seco
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017

En contraste para año hidrológico húmedo, sólo en una (1) unidad se configura conflicto Alto en la unidad FH. Q. El Boquerón, y principalmente es por el IACAL debido al desarrollo de actividad agrícolas como el cultivo de café.

Conflicto Medio se configura en 11 niveles subsiguientes, correspondiente al 16.1 % del total de unidades hidrológicas analizadas. Para las unidades configuradas en esta categoría se observa que es principalmente por el IACAL, situación que permanece para año hidrológico seco o medio, es decir casos como Q. Sandía, río Totuí, FH La Virginia, Q. Lázaro, Q. Cauyá, presentan IACAL alto y muy alto tanto para año seco, como año medio.

Dentro de la categoría de conflicto Bajo, se encuentran 29 niveles subsiguientes, equivalente al 42.64% del total de niveles subsiguientes, de ese total de unidades, el IUA oscila entre bajo y muy bajo, mientras que el IACAL oscila entre categoría baja a alta.

En comparación con el año hidrológico seco, para año hidrológico medio, se presenta 27 niveles subsiguientes sin conflicto, equivalente al 39.7% del total de unidades hidrológicas analizadas, en este caso el IUA es de categoría Muy Baja y el IACAL bajo.

En la Figura 115 se presentan los conflictos para año hidrológico seco.

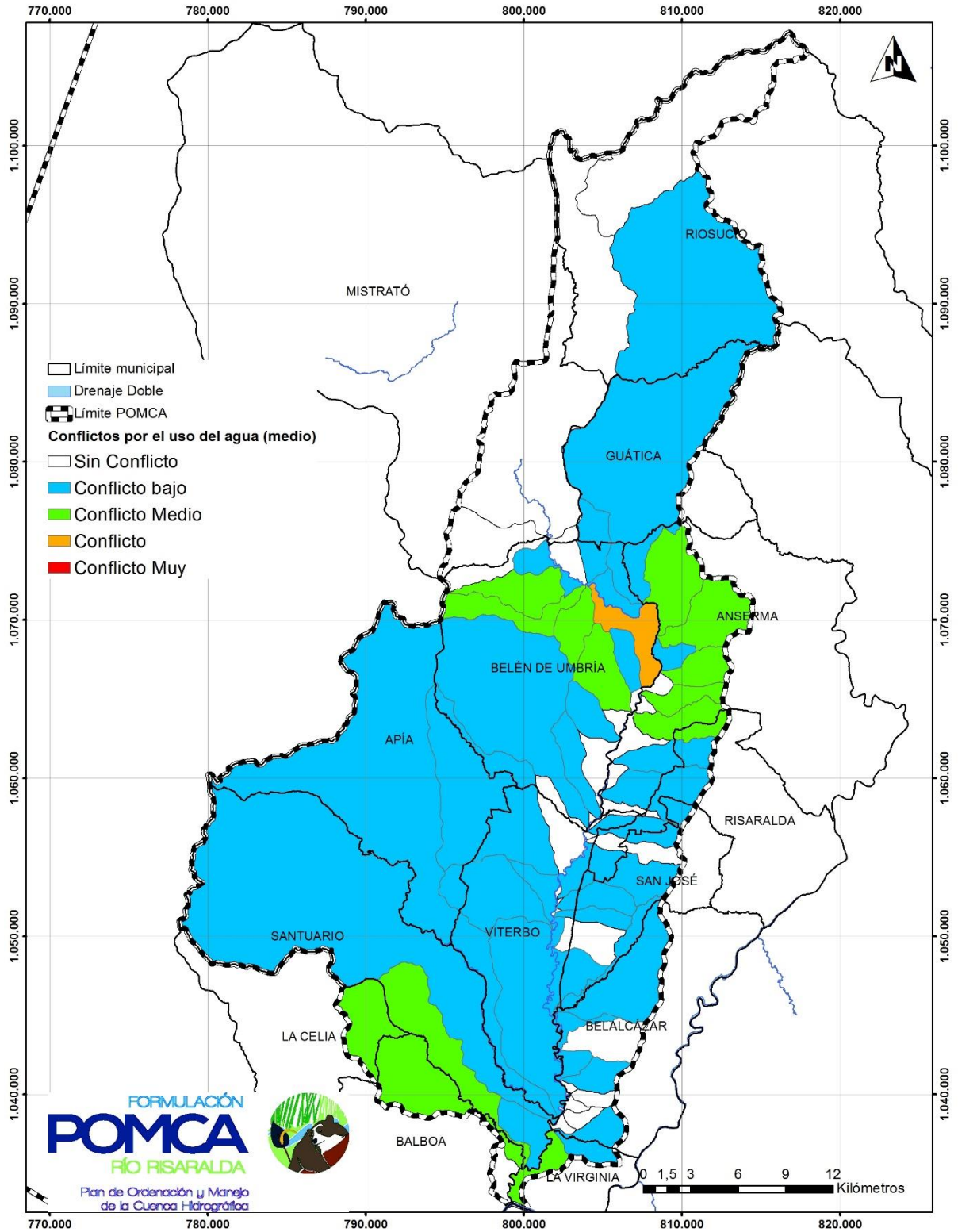


Figura 115. Conflictos recurso hídrico año medio
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017.

8.1.3.3 Conflicto por pérdida de cobertura en ecosistemas estratégicos

Los conflictos por pérdida de coberturas naturales en ecosistemas estratégicos, se determinaron, relacionando los resultados de los índices de coberturas naturales como el Indicador de Tasa de Cambio, Indicador de Vegetación Remanente, Índice de Ambiente Crítico y el Índice de Fragmentación, con las áreas de ecosistemas estratégicos.

Una vez generada esta relación se identificó los conflictos que presentan las coberturas en estos ecosistemas, los conflictos identificados se clasificaron en las categorías que se relacionan en la siguiente tabla.

Tabla 177. Relación de los indicadores e índices de coberturas naturales para identificar el tipo de conflictos por pérdida de cobertura naturales en ecosistemas estratégicos.

Indicador de Tasa de Cambio de Coberturas Naturales - TCCN	Indicador de Vegetación Remanente -IVR	Índice de Fragmentación - IF	Índice de Ambiente Crítico - IAC	Conflictos por pérdida de coberturas naturales en ecosistemas estratégicos
Categoría	Categoría	Categoría	Categoría	Categoría
Baja	NT: No transformado o escasamente transformado. Sostenibilidad alta	Mínima	I. Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes.	Sin Conflicto
Media	PT: Parcialmente transformado Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar. Sostenibilidad media	Media	II. Vulnerable, conservación aceptable y/o amenazas moderadas. Sostenible en el mediano plazo, en especial con medidas de protección.	Conflicto Bajo
Medianamente alta	MDT: Medianamente transformado. Sostenibilidad media baja	Moderada	III. En peligro, baja conservación y/o presiones fuertes. Sostenibilidad con probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años.	Conflicto Medio
Alta	MT: Muy transformado. Sostenibilidad baja	Fuerte	IV. Crítico, conservación baja y presiones fuertes. Pocas probabilidades en los próximos 10 años.	Conflicto Alto
Muy alta	CT: Completamente transformado.	Extrema	V. Muy crítico (extinto) sostenibilidad improbable; transformación radical y presiones muy elevadas.	Conflicto Muy Alto

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017

De acuerdo la información de las áreas de ecosistemas estratégicos identificados en el área del POMCA del río Risaralda, se destaca, 9 áreas adscritas al Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP y áreas de importancia ambiental relacionadas suelos de protección de riesgos, suelos de protección de biodiversidad, áreas forestales protectoras de corrientes hídricas, suelos de protección del paisaje y cultura y áreas forestales protectoras no asociadas a corrientes hídricas. El área total de estos ecosistemas estratégicos es de 17656,61 ha, que corresponde a **14.05%** del área del POMCA (Ver Figura 116).

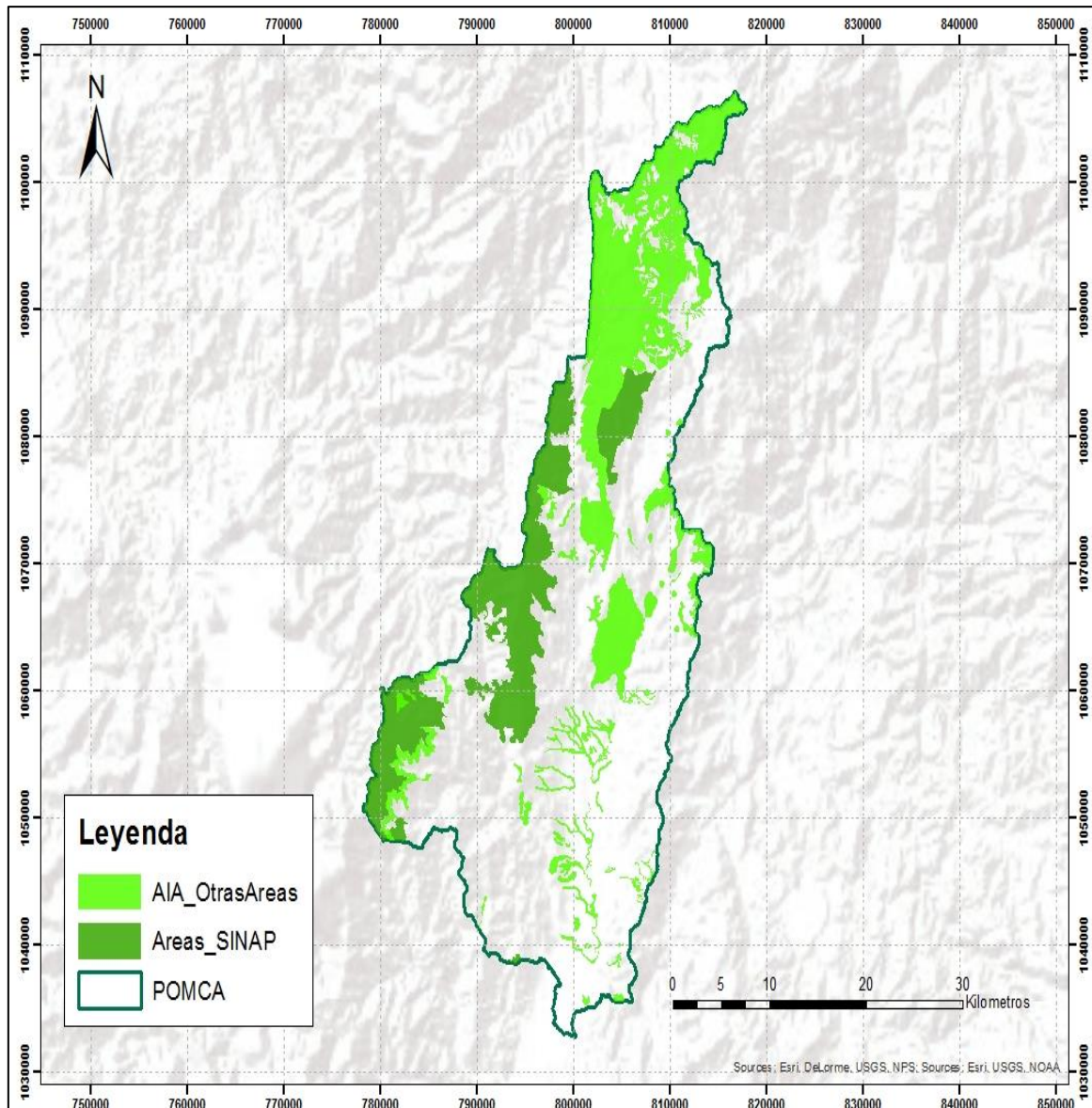


Figura 116. Ecosistemas estratégicos identificados en el área del POMCA del río Risaralda

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017

Según los resultados de los indicadores e índices de coberturas naturales en las áreas de ecosistemas estratégicos, se evidencia que la cuenca no presenta

conflicto Muy Alto por pérdida de coberturas, lo que garantiza una sostenibilidad a mediano plazo en estas áreas, se identifica un conflicto alto en un 0.02% del área de ecosistemas estratégicos (3.2 ha), conflicto medio de 4.07% (718.57 ha), conflicto bajo en un 6.82% (1204.29 ha), y sin conflictos de 79.27% (13996.60 ha), lo que indica que las figuras de protección establecidas para proteger estos ecosistemas han tenido un efecto positivo en la conservación de estas áreas. Cabe mencionar que el 9.82% se clasificó como Sin Datos-SD debido a que los resultados de los indicadores e índices de coberturas presentan esta categoría debido a vacíos de información que no permitieron el cálculo de alguno de estos índices.

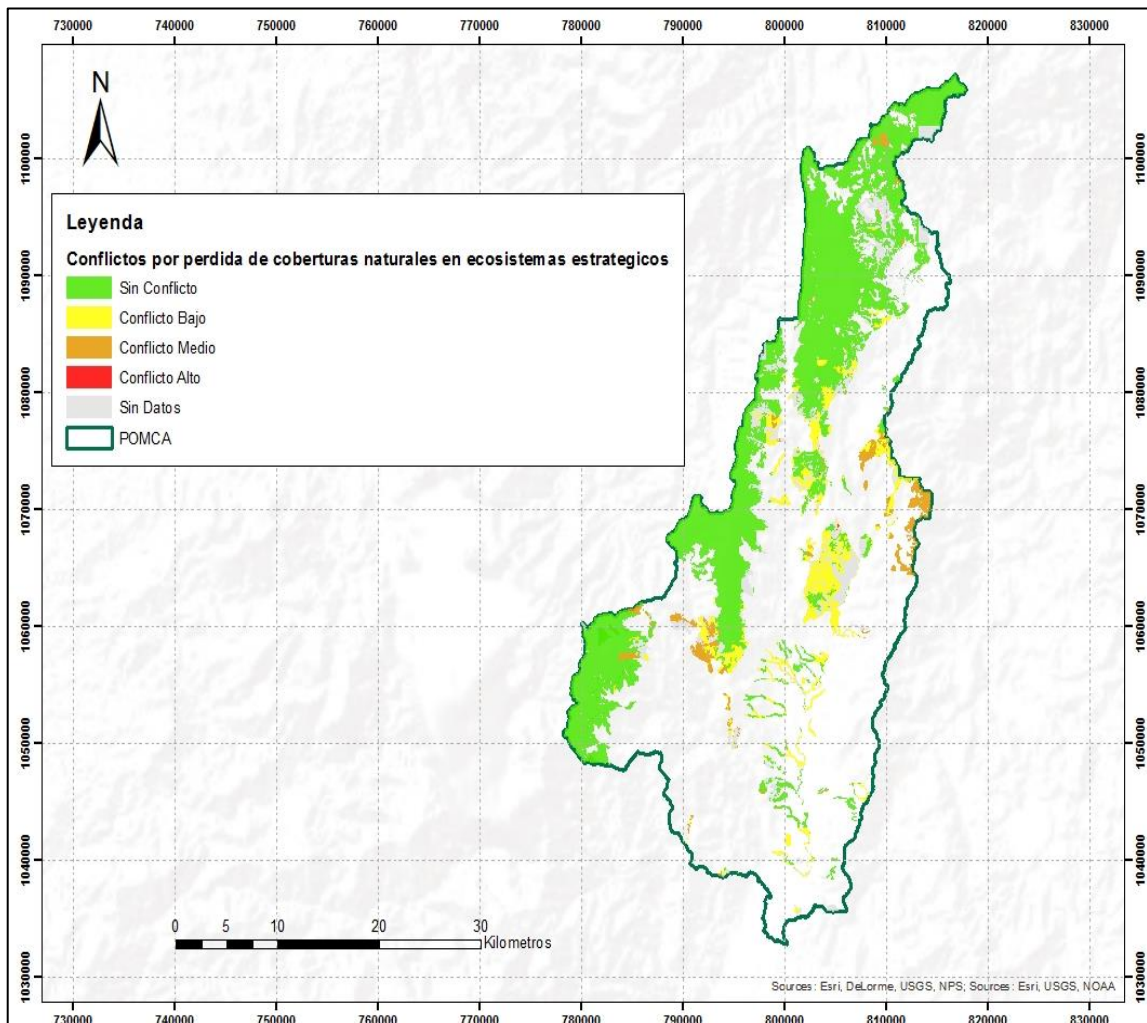


Figura 117. Conflictos por pérdida de coberturas naturales en ecosistemas estratégicos en el área del POMCA del río Risaralda

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2017

8.1.3.4 Conflicto por el Uso del Suelo

Los resultados obtenidos muestran que según la capacidad de las tierras y el uso actual sobre la cuenca, se presenta un equilibrio entre el uso potencial y el uso actual en un **27,10%**, mientras que los conflictos por la sobreutilización en donde el uso actual sobrepasa la capacidad de las tierras lo cual conlleva a procesos importantes de degradación, en la cuenca se tienen aproximadamente el **43,19%** de los cuales el **27,38%** se encuentran en un grado ligero, **11,186%** en un grado moderado y en un grado severo el **1,87%**. Mientras que, en conflictos por subutilización se evidencia el **29,71%**, distribuidos en conflicto de uso por subutilización ligera con un **18,81%**, subutilización moderada **9,03%** y subutilización severa con un **1,87%**.

Tabla 178 Conflictos de Uso del Suelo

Tipos de Conflictos	ha	%
Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado	34042	27,10%
Sobreutilización	43,19%	54247,5431
Por sobreutilización ligera	34385	27,38%
Por sobreutilización moderada	14898	11,86%
Por sobreutilización severa	4965	3,95%
Subutilización	37311	29,71%
Por subutilización ligera	23627	18,81%
Por subutilización moderada	11341	9,03%
Por subutilización severa	2343	1,87%

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

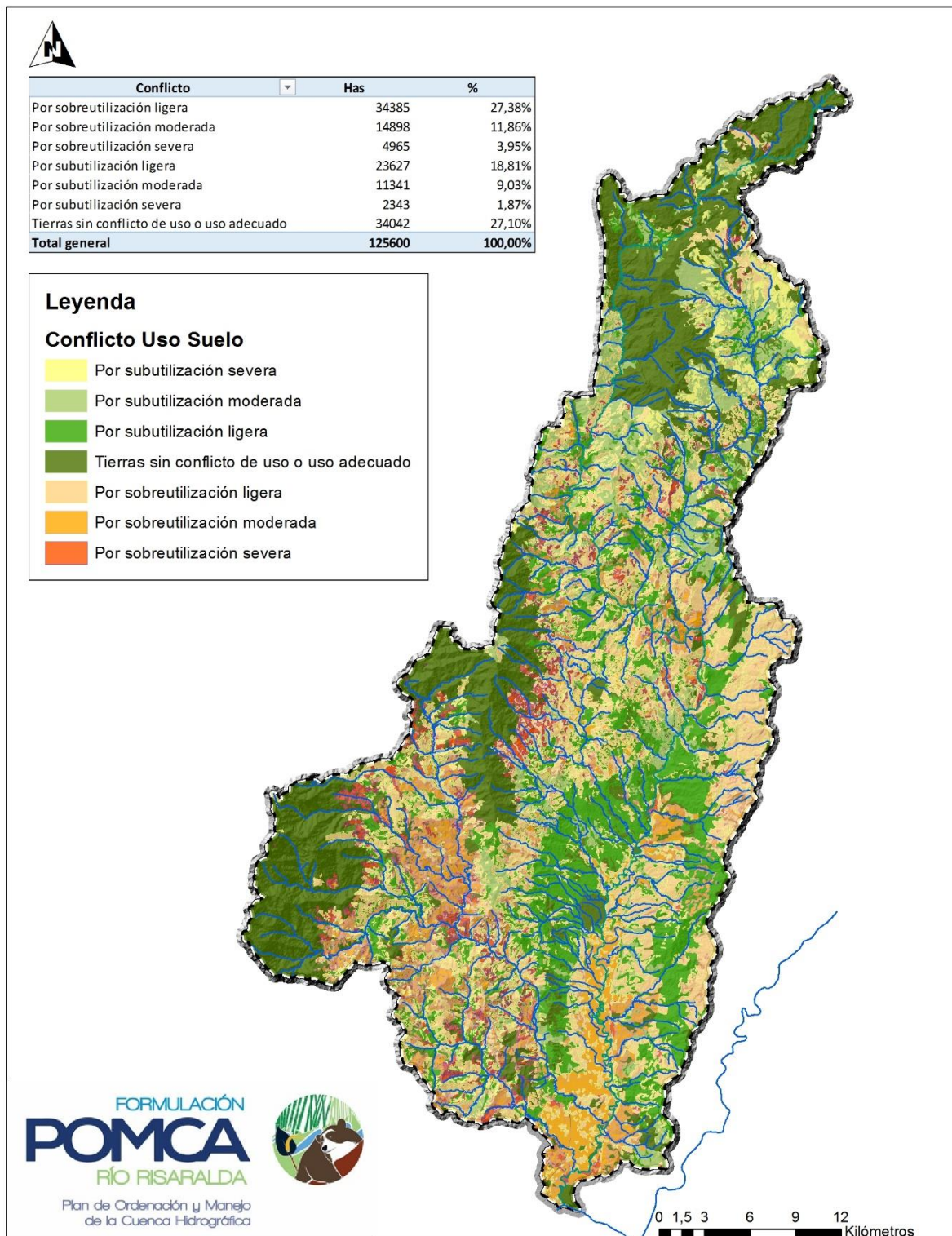


Figura 118. Conflictos de uso del suelo
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

8.2 Análisis de territorios funcionales

8.2.1 Relaciones Urbano - Rurales y Urbano – Regionales

La cuenca del río Risaralda se encuentra ubicada en la jurisdicción de los departamentos de Risaralda y Caldas, en la zona centro occidente del territorio colombiano; con una ubicación geográfica privilegiada, teniendo en cuenta que converge en el centro del área cafetera del país y en el triángulo conformado por Bogotá, Cali y Medellín; igualmente es la puerta de la región del pacífico colombiano. Los municipios que hacen parte de la Cuenca, se han destacado económicamente por tener su economía basada en un mercado predominantemente agropecuario y sus departamentos, Caldas y Risaralda, ocupan una excelente posición regional frente al desarrollo de los tres grandes sectores: Primario, actividades agropecuarias, extractivas y forestales; Secundario, actividades industriales y otras; Terciario: actividades financieras y de Servicios (comercio, turismo, transporte, educativo, comunicación, etc.); y han comenzado a incursionar en el recientemente llamado Sector Cuaternario, actividades de investigación, desarrollo, innovación e información.

En la actualidad y producto de las formas de adaptación y apropiación del territorio se evidencian las tendencias actuales del uso del suelo y los modelos de ocupación de la siguiente manera: Una fuerte o alta presión hacia el valle aluvial del Río Risaralda de ocupación de proyectos urbanístico de conjuntos cerrados de condominios, el proyecto Concesión Pacífico Tres, la extracción de material de arrastre y el monocultivo de la caña de azúcar. Hacia la Cuenca alta un conflicto del uso del suelo entre ganadería, las plantaciones forestales, aguacate hass, y zonas de bosque primario. Además de los conflictos sociales entre población indígena y campesina por la tenencia de la tierra.

La margen derecha del río Risaralda, hacia la cordillera occidental en el departamento de Risaralda se encuentra la fortaleza de los distritos de manejo integrado, el parque natural nacional Tatamá, áreas regionales protegidas. Se debe destacar que esta zona es la conexión con el departamento del Choco, vía a Quibdó y caminos hacia el departamento de Antioquía. Generando relaciones y apropiación del territorio con influencia de población afrodescendiente y población Embera Chami.

En relación a la prestación de servicios, la población de la Cuenca Risaralda se desplaza constantemente hacia la ciudad de Pereira que se encuentra entre las Cuencas Otún y La Vieja, existe una demanda de la Cuenca del Río Risaralda de productos agrícolas. También hay un fuerte relacionamiento con la ciudad de Manizales de carácter más institucional por parte de los municipios de Caldas.

La dinámica y apropiación del territorio de la Cuenca del Río Risaralda se encuentra asociada tanto a las dinámicas culturales y socioeconómicas internas entre municipios, cascos urbanos, centros poblados, corregimientos y veredas,

como las dinámicas externas regionales. De allí que las implicaciones sobre la Cuenca Risaralda, deben asociarse a las diversas dinámicas que actualmente hacen presencia sobre el territorio. Las cuales se convierten en desafíos para ir en pro del fortalecimiento de la misma.

En la cuenca del río Risaralda se encuentra total o parcialmente el territorio de 14 municipios, de los cuales Belén de Umbría, Apía, Santuario, Balboa, Viterbo, tienen el 100 % del territorio dentro de la Cuenca, mientras que Riosucio, Anserma, Guática, Mistrató, La Celia, Risaralda, Belalcázar, San José y La Virginia se encuentran parcialmente en ella, sin embargo todas las cabeceras municipales se abastecen de las fuentes hídricas ubicadas dentro de la Cuenca a excepción de Riosucio y La Celia.

La labor de abastecimiento de agua potable para los centros poblados municipales lo lleva a cargo las siguientes empresas prestadoras de servicios públicos:

Tabla 179. Empresas Prestadoras de Servicios Públicos que abastecen los municipios de la Cuenca

Empresas prestadoras de servicios publico	Microcuencas abastecedoras de cabeceras urbanas	Fuente nivel subsiguiente	Municipio	Departamento
Empresa de Obras Sanitarias de Caldas EMPOCALDAS S.A E.S.P	Río del Oro, tributario río Guática	RÍO GUÁTICA	ANSERMA	Caldas
			BELALCÁZAR	Caldas
			RISARALDA	Caldas
			SAN JOSÉ	Caldas
	80% de Quebradas La Julia y La Máquina, tributarias de río Guarne y 20% de la quebrada Canaán tributaria de la quebrada Samaría.	RÍO GUARNE Y QUEBRADA LA SAMARÍA	VITERBO	Caldas
Empresas públicas municipales de Guática E.S.P, compra agua en bloque a EMPOCALDAS	Río del Oro, tributario río Guática	RÍO GUÁTICA	GUÁTICA	Risaralda
Empresas públicas municipales de Apía E.S.P	Río Apía, tributario del río Mapa	RÍO MAPA	APÍA	Risaralda
Empresa de servicios públicos del municipio de Balboa Emilio Gartner Gómez S.A E.S.P	Río Peñas Blancas, tributario del río Mapa	RÍO MAPA	BALBOA	Risaralda
Empresas públicas del municipio de Belén de Umbría E.S.P	66% Quebrada Sandia, tributaria directa río Risaralda y 44% río Guarne.	QUEBRADA SANDIA Y RÍO GUARNE	BELÉN DE UMBRÍA	Risaralda

Empresas prestadoras de servicios publico	Microcuencas abastecedoras de cabeceras urbanas	Fuente nivel subsiguiente	Municipio	Departamento
El casco urbano no se abastece de las fuentes hídricas de la cuenca del río Risaralda	No se abastece de la Cuenca		LA CELIA	
Empresa de servicios públicos de La Virginia E.S.P	Río Totuí	RÍO TOTUÍ	LA VIRGINIA	Risaralda
Empresa públicas municipales de Mistrató E.S.P	Quebrada Arrayanal, tributaria directa del río Risaralda	F.H RIOSUCIO-MISTRATÓ	MISTRATÓ	Risaralda
El casco urbano no se abastece de las fuentes hídricas de la cuenca del río Risaralda	No se abastece de la Cuenca		RIOSUCIO	
Empresa de servicios públicos Santuario Risaralda E.S.P	Río San Rafael, tributarios del río Apía, que posteriormente tributa la río Mapa	RÍO MAPA	SANTUARIO	Risaralda

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

En la Tabla 179, se muestra como de la Cuenca se abastecen los municipios de los departamentos de Caldas y Risaralda, convirtiéndose en una relación urbano regional.

Posteriormente la parte alta de las fuentes que abastecen las cabeceras urbanas de los municipios antes mencionados, se encuentran fuera de la jurisdicción municipal, situación que genera unas relaciones intermunicipales, entre las zonas urbanas y rurales, de los diferentes municipios.

Con respecto a los vertimientos, las cabeceras urbanas de los municipios de la Cuenca tienen sus descargas en cuerpos de agua contiguos (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) que tributan al río Risaralda. Teniendo como referente los indicadores de calidad de agua calculados históricamente en la cuenca, que entre otros puntos, se realiza en seis (6) estaciones sobre la corriente del río Risaralda, se puede inferir que la calidad en términos generales es buena a pesar de los vertimientos que se reciben y esto entre otros aspectos, se puede deber a una buena capacidad de asimilación que es característico del río de montaña.

Condiciones un poco más desfavorables de calidad de agua se presentan después de la captación de la PCH Morro Azul, que toma el agua en la confluencia del río Guática en el río Risaralda y la retorna aproximadamente 5 Km aguas abajo, generando disminución de caudales, que puede alterar las condiciones de calidad de agua.

El tramo final del río Risaralda, previo a la desembocadura al río Cauca es el presente las condiciones más desfavorables de calidad de agua y que se puede deber entre otras razones, a que el río ya viene con todas las cargas contaminantes y en este último tramo recibe las descargas del Ingenio de Risaralda que es la quinta industria con mayor aporte de carga contaminante del departamento y por los vertimiento de parte de la cabecera de La Virginia. El IDEAM tiene publicado resultados del Índice de Calidad de Aguas (ICA), para las principales corrientes de agua del país, dentro de ellas el río Risaralda y los resultados se muestran a continuación:

Tabla 180. Consolidado resultados ICA

Estación	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Desembocadura río Risaralda	Malo	Regular	Regular	Regular	Malo	Aceptable	Regular

Fuente, IDEAM

En síntesis, el metabolismo hídrico de la cuenca genera relaciones urbano rurales, debido a que las fuentes de abastecimiento, por lo regular se localizan en áreas rurales y abastecen áreas urbanas, pero los vertimientos de los cascos urbanos se generan hacia zonas rurales, así como los vertimientos de otros sectores que se desarrollan en áreas rurales como piscícolas, porcícolas, centrales de sacrificio, sector cafetero, etc.



9. SÍNTESIS AMBIENTAL

9.1 Consolidación de línea base de indicadores

COMPONENTE FÍSICO - BIÓTICO	
TEMÁTICA: HIDROLOGÍA	
Elemento	DESCRIPCIÓN
Nombre y sigla	Índice de Aridez (IA)
Objetivo	Estimar la suficiencia o insuficiencia de precipitación para sostenimiento de ecosistemas
Definición	Es una característica cualitativa del clima, que permite medir el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región. Identifica áreas deficitarias o de excedentes de agua, calculadas a partir del balance hídrico superficial. Integra el conjunto de indicadores definidos en el Estudio Nacional del Agua - ENA 2010 (IDEAM).
Fórmula	$Ia = \frac{ETP - ETR}{ETP}$
VARIABLES Y UNIDADES	Donde: Ia: índice de aridez (adimensional) ETP: evapotranspiración potencial (mm) ETR: evapotranspiración Real (mm)
Insumos	Se requiere información de las variables: precipitación, temperatura y caudal. Adicionalmente las variables requeridas para el cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP). La principal fuente de datos es el IDEAM con las series históricas de las redes de monitoreo hidrometeorológicas, adicionalmente para la cuenca se cuenta con información de estaciones de la Federación Nacional de Cafeteros, La Central Hidroeléctrica de Caldas y la Red Hidrometeorológica del departamento de Risaralda.
Resultados y análisis	De las siete (7) categorías mostradas del índice, en la cuenca del río Risaralda se presentan tres (3) categorías. Toda la parte alta de la cuenca y la parte media y baja hacia el sector Noroeste y Suroeste hacia la cuchilla del San Juan presenta altos excedentes de agua, esto en jurisdicción del municipio de Riosucio Caldas, Belén de Umbría, Apía y Santuario Risaralda, este mismo indicador se presenta en una pequeña franja de la vertiente Este en la parte alta de municipios de Anserma, San José, Risaralda y Belalcázar en Caldas.

	<p>Ya hacia la parte media y media baja de la cuenca y hacia el Sureste se presentan excedentes de agua, en esta misma zona en áreas de jurisdicción de Viterbo Caldas y La Virginia Risaralda, se presentan moderados y excedentes de agua. La cuenca del río Risaralda no muestra condiciones deficitarias de agua de acuerdo al análisis de las condiciones medias climáticas.</p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

COMPONENTE FÍSICO - BIÓTICO
TEMÁTICA: HIDROLOGÍA

Elemento	DESCRIPCIÓN
Nombre y sigla	Índice de Regulación y Retención Hídrica (IRH)
Objetivo	Estimar la capacidad que tiene una cuenca para retener o regular el flujo de humedad
Definición	El índice de regulación y retención hídrica fue definido en el estudio nacional del agua 2010 (IDEAM), como la capacidad que tiene una cuenca o subcuenca de retener o regular el flujo de humedad a través de esta.
Fórmula	$IRH = VP / Vt$
Variables y Unidades	<p>Dónde:</p> <p>IRH: Índice de retención y regulación hídrica</p> <p>VP: Volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea del caudal medio</p> <p>Vt: Volumen total representado por el área bajo la curva de duración de caudales diarios</p>
Insumos	El principal insumo para el cálculo de este índice se basa en la curva de duración de caudales construida a partir de caudales medios diarios, realizando la relación entre el volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea del caudal medio y el correspondiente al área total bajo la curva de duración de caudales diario.

Resultados y análisis

IRH calculado para oferta hídrica de caudales diarios históricos para unidad hidrológica del nivel subsiguiente.

NIVEL SUBSIGUIENTE	CODIGO	CLASIFICACIÓN
R. Arroyo hondo	261401	Bajo
FH. Riosucio-Mistrató	261402	Bajo
Q. Serna	261403	Bajo
Q. Peñas Blancas	261404	Bajo
Q. La llorona	261405	Bajo
FH. Belén de Umbría 1	261406	Bajo
Q. Sandía	261407	Bajo
Q. Congo	261408	Bajo
FH. Q. El Boquerón	261409	Bajo
Q. del Olvido o Tinajitas	261410	Bajo
FH. Belén de Umbría 2	261411	Bajo
Q. Tachigui	261412	Moderado
FH. Belén de Umbría 3	261413	Bajo
Q. Los Ángeles	261414	Bajo
FH. Q. Pumía - Q. Tetuán	261415	Moderado
Q. Papayal	261416	Bajo
FH. Belén de Umbría 4	261417	Bajo
Q. Chapatá 1	261418	Bajo
FH. Q. Puracé - Q. El Dinde	261419	Bajo
R. Guarne	261420	Bajo
FH. Q. Guamo Viejo	261421	Bajo
Q. Samaria	261422	Bajo
FH. Q. La Cecilia - Q. Guamito	261423	Bajo

	R.Mapa	261424	Bajo
	FH. Santuario	261425	Moderado
	R. Totuí	261426	Bajo
	FH. Balboa	261427	Alta
	FH La Virginia	261428	Alta
	Q. El Cairo	261429	Moderado
	FH. Belalcázar 5	261430	Moderado
	Q. Génova	261431	Moderado
	FH. Belalcázar 4	261432	Moderado
	Q. Calamar	261433	Moderado
	FH. Belalcázar 3	261434	Moderado
	Q. Los Micos	261435	Moderado
	FH. Belalcázar 2	261436	Moderado
	Q. La Betulia	261437	Moderado
	FH. Belalcázar 1	261438	Moderado
	Q. El Águila (Q. El Guamo)	261439	Moderado
	FH. Q. La Equis	261440	Moderado
	Q. La Hermosa	261441	Moderado
	FH. Viterbo 5	261442	Moderado
	Q. Candilejas	261443	Moderado
	FH. Viterbo 4	261444	Moderado
	Q. La Primavera	261445	Moderado
	FH. Viterbo 3	261446	Moderado
	Q. Changüi	261447	Moderado
	FH. Viterbo 2	261448	Moderado
	Q. La Honda	261449	Moderado
	FH. Viterbo 1	261450	Moderado

Q. La Tesalia	261451	Moderado
Q. Palo Gordo	261452	Bajo
Q. Tamaspia	261453	Bajo
FH. Anserma 3	261454	Bajo
Q. El Oro	261455	Bajo
FH. Q. Valdivia	261456	Bajo
Q. Lázaro	261457	Bajo
FH. Anserma 2	261458	Bajo
Q. Chapatá 2	261459	Bajo
FH. Anserma 1	261460	Bajo
Q. Tusas	261461	Bajo
FH. Q. Villa Orozco	261462	Bajo
Q. Cauyá	261463	Bajo
Q. Guapacha - San Pedro	261464	Bajo
R. Guática	261465	Bajo
FH. Q. Maira Bajo	261466	Bajo
Q. Sirguia	261467	Bajo
FH. Caño La Calera	261468	Bajo

Se evidencia que el Índice de retención hídrica permanece BAJO en 40 unidades hidrológicas del nivel subsiguiente, situación que se puede justificar por las altas pendientes identificadas en la parte alta y media de la Cuenca y a la alta intensidad de las lluvias en la zona de estudio, lo que hace que escorrentía directa se active casi de manera instantánea, haciendo que se presentes caudales picos con magnitudes altas y con bastante recurrencia, de esta manera si se evalúa el caudal medio en uno de los puntos de la red de monitoreo frente a la curva de duración de caudales este permanecería o sería superado más del cincuenta por ciento del tiempo, sin embargo esto también hace que el caudal ambiental este muy cerca del caudal promedio, lo cual para efectos de oferta hídrica superficial disponible hace que esta sea muy baja. También se identifican IRH MODERADO en 26 unidades ubicadas en la zona de valle y piedemonte de la zona baja de la cuenca del río Risaralda y ALTA en 2 pequeñas unidades hidrológicas en la zona baja hacia la Virginia situación que está ligada a las pendientes moderadas y suaves que se identifican en la zona, más un promedio de precipitaciones alto.

--	--

Elemento	DESCRIPCIÓN					
Nombre y sigla	Índice de Uso del Agua (IUA)					
Objetivo	Estimar la presión en cuanto a cantidad de agua, que ejercen los diferentes usos del recurso hídrico.					
Definición	Este índice identifica la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores y/o usuarios en un período determinado (<i>anual, mensual</i>). La unidad espacial de análisis es de subcuencas, microcuencas y niveles subsiguientes (Total 68 unidades evaluadas), en relación con la oferta hídrica superficial disponible para las mismas unidades de tiempo y espaciales (ENA, 2010).					
Fórmula	$UA = \frac{Oh}{Dh} * 100\%$					
VARIABLES Y UNIDADES	Dónde: Dh: Demanda hídrica. Oh: Oferta hídrica superficial disponible.					
Insumos	Para la determinación del IUA se requiere del cálculo de la demanda hídrica sectorial y la oferta hídrica disponible de cada una de las unidades hidrográficas de análisis.					
Resultados y análisis	Resultados de IUA para caudales mínimos					
	NIVEL SUBSIGUIENTE	CODIGO	ÁREA (Ha)	DEMANDA HÍDRICO (l/s)	OFERTA HÍDRICA DISPONIBLE MÍNIMO (l/s)	CLASIFICACIÓN
	R. Arroyo hondo	261401	5897,82	18,328	805,47	BAJO
	FH. Riosucio-Mistrató	261402	11540,47	51,458	1595,33	BAJO
	Q. Serna	261403	2010,82	2,187	280,09	MUY BAJO
	Q. Peñas Blancas	261404	388,00	0,977	54,49	BAJO
	Q. La llorona	261405	1152,79	5,265	161,27	BAJO
	FH. Belén de Umbría 1	261406	122,30	0,310	17,20	BAJO
	Q. Sandía	261407	1083,26	40,164	151,59	ALTO
	Q. Congo	261408	755,79	2,034	105,94	BAJO
	FH. Q. El Boquerón	261409	1049,37	4,078	146,88	BAJO
	Q. del Olvido o Tinajitas	261410	473,59	1,511	66,48	BAJO
	FH. Belén de Umbría 2	261411	65,82	0,142	9,26	BAJO

Q. Tachigui	261412	1190,23	3,032	166,47	BAJO
FH. Belén de Umbría 3	261413	151,98	0,329	21,37	BAJO
Q. Los Ángeles	261414	713,48	1,820	100,03	BAJO
FH. Q. Pumía - Q. Tetuán	261415	560,54	1,263	78,65	BAJO
Q. Papayal	261416	770,59	1,908	108,01	BAJO
FH. Belén de Umbría 4	261417	22,40	0,045	3,15	BAJO
Q. Chapatá 1	261418	6568,41	65,176	893,97	BAJO
FH. Q. Puracé - Q. El Dinde	261419	986,61	1,251	138,14	MUY BAJO
R. Guarne	261420	5371,73	69,313	735,60	BAJO
FH. Q. Guamo Viejo	261421	478,64	2,354	67,18	BAJO
Q. Samaria	261422	2069,41	57,753	288,17	ALTO
FH. Q. La Cecilia - Q. Guamito	261423	3838,69	84,592	529,79	MODERADO
R. Mapa	261424	28886,27	732,903	3167,42	ALTO
FH. Santuario	261425	803,18	28,566	112,56	ALTO
R. Totuí	261426	6083,78	142,327	830,08	MODERADO
FH. Balboa	261427	398,13	0,480	55,91	MUY BAJO
FH La Virginia	261428	562,14	0,433	78,87	MUY BAJO
Q. El Cairo	261429	984,92	15,032	137,90	MODERADO
FH. Belalcázar 5	261430	93,59	0,195	13,16	BAJO
Q. Génova	261431	198,37	0,380	27,88	BAJO
FH. Belalcázar 4	261432	105,11	0,217	14,78	BAJO
Q. Calamar	261433	238,49	0,369	33,52	BAJO
FH. Belalcázar 3	261434	45,01	0,058	6,33	MUY BAJO
Q. Los Micos	261435	566,06	0,826	79,42	BAJO
FH. Belalcázar 2	261436	294,41	6,851	41,36	MODERADO
Q. La Betulia	261437	1009,35	3,154	141,30	BAJO

FH. Belalcázar 1	261438	282,13	2,527	39,64	BAJO
Q. El Águila (Q. El Guamo)	261439	2762,22	95,310	383,30	ALTO
FH. Q. La Equis	261440	809,56	12,678	113,45	MODERADO
Q. La Hermosa	261441	770,40	1,674	107,98	BAJO
FH. Viterbo 5	261442	114,71	3,735	16,13	ALTO
Q. Candilejas	261443	403,93	3,452	56,72	BAJO
FH. Viterbo 4	261444	11,91	0,006	1,68	MUY BAJO
Q. La Primavera	261445	654,46	6,067	91,78	BAJO
FH. Viterbo 3	261446	8,25	0,004	1,16	MUY BAJO
Q. Changüi	261447	1637,26	20,418	228,49	BAJO
FH. Viterbo 2	261448	18,09	0,009	2,55	MUY BAJO
Q. La Honda	261449	564,95	1,234	79,26	BAJO
FH. Viterbo 1	261450	26,64	0,015	3,75	MUY BAJO
Q. La Tesalia	261451	781,70	9,172	109,56	BAJO
Q. Palo Gordo	261452	264,48	0,437	37,16	BAJO
Q. Tamaspia	261453	1593,88	3,420	222,48	BAJO
FH. Anserma 3	261454	133,91	0,286	18,83	BAJO
Q. El Oro	261455	962,71	1,986	134,81	BAJO
FH. Q. Valdivia	261456	367,76	0,849	51,65	BAJO
Q. Lázaro	261457	1098,48	2,345	153,71	BAJO
FH. Anserma 2	261458	95,03	0,166	13,36	BAJO
Q. Chatatá 2	261459	586,49	1,129	82,28	BAJO
FH. Anserma 1	261460	151,14	0,306	21,25	BAJO
Q. Tusas	261461	732,56	1,795	102,70	BAJO
FH. Q. Villa Orozco	261462	319,17	2,257	44,84	BAJO
Q. Cauyá	261463	1606,82	3,340	224,27	BAJO
Q. Guapacha - San Pedro	261464	1692,55	3,988	236,14	BAJO

R. Guática	261465	17939,85	228,310	2218,55	MODERADO
FH. Q. Maira Bajo	261466	373,25	2,123	52,42	BAJO
Q. Sirguia	261467	802,48	2,331	112,46	BAJO
FH. Caño La Calera	261468	501,69	1,268	70,41	BAJO

El cálculo de IUA para periodos de caudales medios no está mostrando presión sobre el recurso hídrico en las unidades hidrográficas analizadas, sin desconocer que en varias de estas unidades se ejerce la demanda para consumo humano y doméstico (subcuentas en letras de color rojo), que abastecen la población urbana de 12 de cabeceras municipales y que además en la cuenca del nivel subsiguiente del río Mapa se ejerce una demanda de 510 l/s para labores industriales de transformación de caña de azúcar.

Para los IUA calculados en periodos de caudales mínimos 56 de 68 unidades hidrológicas del nivel subsiguiente, equivalentes al 81%, presentan un IUA en la categoría de MUY BAJA y BAJA, el 11,7% se encuentra en categoría MODERADA y el 7,3% en categoría de ALTA.

En la categoría de IUA MODERADO se destacan las unidades hidrológicas del río Totuí que es de donde se abastece el municipio de La Virginia, la de él río Guática, que abastece la demanda para consumo humano y doméstico de los municipios de La Virginia, Guática, Anserma, Risaralda, Belálcazar y San José y la de la quebrada Samaría que surte de agua a Viterbo.

En las unidades hidrológicas de la F.H La Cecilia – Guamito y la quebrada La Equis, la demanda que genera un IUA MODERADO son las prácticas agrícolas del cultivo de caña, mientras en la quebrada El Cairo esta categoría del índice obedece a la demanda minera del procesamiento de materiales de río.

Los IUA que se clasificaron en la categoría de ALTO, son los de la quebrada Sandía que es de donde se abastece parte del casco urbano del municipio de Belén de Umbría, la quebrada Samaría que abastece parte del casco urbano de parte de Viterbo, el río Mapa en el cual se ejerce una fuerte demanda industrial por parte del Ingenio Risaralda para la producción de azúcar y el abastecimiento que hace para el uso del consumo humano y doméstico de los municipios de Santuario, Apía y Balboa. De igual forma la quebrada El Águila (El Guamo), presenta un índice ALTO por la demanda acuícola.

COMPONENTE FÍSICO - BIÓTICO					
TEMÁTICA: HIDROLOGÍA					
Elemento	DESCRIPCIÓN				
Nombre y sigla	Índice de Vulnerabilidad Hídrica (IVH)				
Objetivo	Estimar la fragilidad del sistema para mantener una oferta adecuada para el abastecimiento de agua.				
Definición	El Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento (IVH) mide la fragilidad del sistema para mantener una oferta adecuada para el abastecimiento de agua, que ante amenazas como períodos largos de estiaje o eventos climáticos extremos, pueden generar riesgos de desabastecimiento.				
Fórmula	N-A				
Variables y Unidades	El IVH determina para cada unidad hidrográfica una categoría establecida mediante la interacción del IRH y el IUA por medio de una matriz de decisión. El IVH toma en cuenta de manera explícita la relación existente entre el volumen de agua requerido para los diferentes usos, así como las características físicas de las cuencas de interés que se reflejan en la capacidad de la misma para mantener un adecuado abastecimiento de agua.				
Insumos	Se requiere como insumo el Índice de Regulación Hídrica y el Índice de Uso del Agua (IUA)				
Resultados y análisis	IVH para caudales mínimos				
	ZONAHIDRO	CODIGO	IUA	IRH	IVH
	R. Arroyo hondo	261401	BAJO	Baja	Medio
	FH. Riosucio-Mistrató	261402	BAJO	Baja	Medio
	Q. Serna	261403	MUY BAJO	Baja	Medio
	Q. Peñas Blancas	261404	BAJO	Baja	Medio
	Q. La Ilorona	261405	BAJO	Baja	Medio
	FH. Belén de Umbría 1	261406	BAJO	Baja	Medio
	Q. Sandía	261407	ALTO	Baja	Alto
	Q. Congo	261408	BAJO	Baja	Medio
	FH. Q. El Boquerón	261409	BAJO	Baja	Medio
	Q. del Olvido o Tinajitas	261410	BAJO	Baja	Medio
	FH. Belén de Umbría 2	261411	BAJO	Baja	Medio

Q. Tachigui	261412	BAJO	Moderada	Bajo
FH. Belén de Umbría 3	261413	BAJO	Baja	Medio
Q. Los Ángeles	261414	BAJO	Baja	Medio
FH. Q. Pumía - Q. Tetuán	261415	BAJO	Moderada	Bajo
Q. Papayal	261416	BAJO	Bajo	Medio
FH. Belén de Umbría 4	261417	BAJO	Bajo	Medio
Q. Chatatá 1	261418	BAJO	Bajo	Medio
FH. Q. Puracé - Q. El Dinde	261419	MUY BAJO	Baja	Medio
R. Guarne	261420	BAJO	Baja	Medio
FH. Q. Guamo Viejo	261421	BAJO	Baja	Medio
Q. Samaria	261422	ALTO	Baja	Alto
FH. Q. La Cecilia - Q. Guamito	261423	MODERADO	Baja	Alto
R. Mapa	261424	ALTO	Baja	Alto
FH. Santuario	261425	ALTO	Moderada	Alto
R. Totuí	261426	MODERADO	Baja	Alto
FH. Balboa	261427	MUY BAJO	Alta	Muy bajo
FH La Virginia	261428	MUY BAJO	Alta	Muy bajo
Q. El Cairo	261429	MODERADO	Moderada	Medio
FH. Belalcázar 5	261430	BAJO	Moderada	Bajo
Q. Génova	261431	BAJO	Moderada	Bajo
FH. Belalcázar 4	261432	BAJO	Moderada	Bajo
Q. Calamar	261433	BAJO	Moderada	Bajo
FH. Belalcázar 3	261434	MUY BAJO	Moderada	Bajo
Q. Los Micos	261435	BAJO	Moderada	Bajo
FH. Belalcázar 2	261436	MODERADO	Moderada	Medio
Q. La Betulia	261437	BAJO	Moderada	Bajo
FH. Belalcázar 1	261438	BAJO	Moderada	Bajo

Q. El Águila (Q. El Guamo)	261439	ALTO	Moderada	Alto
FH. Q. La Equis	261440	MODERADO	Moderada	Medio
Q. La Hermosa	261441	BAJO	Moderada	Bajo
FH. Viterbo 5	261442	ALTO	Moderada	Alto
Q. Candilejas	261443	BAJO	Moderada	Bajo
FH. Viterbo 4	261444	MUY BAJO	Moderada	Bajo
Q. La Primavera	261445	BAJO	Moderada	Bajo
FH. Viterbo 3	261446	MUY BAJO	Moderada	Bajo
Q. Changüi	261447	BAJO	Moderada	Bajo
FH. Viterbo 2	261448	MUY BAJO	Moderada	Bajo
Q. La Honda	261449	BAJO	Baja	Medio
FH. Viterbo 1	261450	MUY BAJO	Baja	Medio
Q. La Tesalia	261451	BAJO	Baja	Medio
Q. Palo Gordo	261452	BAJO	Baja	Medio
Q. Tamaspia	261453	BAJO	Baja	Medio
FH. Anserma 3	261454	BAJO	Baja	Medio
Q. El Oro	261455	BAJO	Baja	Medio
FH. Q. Valdivia	261456	BAJO	Baja	Medio
Q. Lázaro	261457	BAJO	Baja	Medio
FH. Anserma 2	261458	BAJO	Baja	Medio
Q. Chapatá 2	261459	BAJO	Baja	Medio
FH. Anserma 1	261460	BAJO	Baja	Medio
Q. Tusas	261461	BAJO	Baja	Medio
FH. Q. Villa Orozco	261462	BAJO	Baja	Medio
Q. Cauyá	261463	BAJO	Baja	Medio
Q. Guapacha - San Pedro	261464	BAJO	Baja	Medio
R. Guática	261465	MODERADO	Baja	Alto

FH. Q. Maira Bajo	261466	BAJO	Baja	Medio
Q. Sirguia	261467	BAJO	Baja	Medio
FH. Caño La Calera	261468	BAJO	Baja	Medio

De las 68 unidades hidrológicas del nivel subsiguiente 27 presentan un IVH con categoría BAJA y 2 con Muy Baja, para caudales medios, mientras para caudales mínimos pasan a ser 22 zonas en las cuales no se configuran problemas por vulnerabilidad por desabastecimiento, ya que aunque predominan las condiciones de baja retención hídrica, la oferta hídrica disponible es suficiente para satisfacer las necesidades de las actividades socioeconómicas establecidas en estas áreas.

37 unidades del nivel subsiguiente presentan un IVH MEDIO, para períodos de caudales mínimos, mostrando que estas zonas presentan moderada vulnerabilidad por desabastecimiento, situación que obedece principalmente a la Baja y Moderada retención y regulación hídrica.

Para 9 unidades hidrológicas se está presentando un IVH Alto, de las cuales 5 conformadas por las quebradas Sandía, Samaría, los ríos Mapa, Totuí y Guática, son abastecedoras de los acueductos de cascos urbanos de los municipios de Belén de Umbría, Viterbo, Apía, Balboa, Santuario, Guática, Anserma, Risaralda, Belalcázar y San José, respectivamente, este indicador se configura Alto, ya que aunado a una alta demanda por el consumos humano y doméstico, estas fuente presentan un bajo índice de retención y regulación hídrica.

Otro aspecto a analizar en las unidades hidrográficas de la zona de estudio, es que no presentan un buen indicador de IRH, ya que por las condiciones de topografía, humedad del suelo, entre otras, permiten que la precipitación se convierta en escorrentía directa, disminuyendo la capacidad de la cuenca de retener y regular el agua que recibe.

COMPONENTE FÍSICO - BIÓTICO
TEMÁTICA: CALIDAD DE AGUA

Elemento	DESCRIPCIÓN																								
Nombre y sigla	Índice de Calidad del Agua (ICA)																								
Objetivo	Determinar el estado de la Calidad de Agua en la cuenca																								
Definición	Determina condiciones fisicoquímicas generales de la calidad de un cuerpo de agua y, en alguna medida, permite reconocer problemas de contaminación en un punto determinado, para un intervalo de tiempo específico. Permite además representar el estado en general del agua y las posibilidades o limitaciones para determinados usos en función de variables seleccionadas, mediante ponderaciones y agregación de variables físicas, químicas y biológicas																								
Fórmula	<p>El índice de calidad del agua es una expresión agregada y simplificada, sumatoria aritmética equiponderada de varias variables. Para el nivel regional se propone calcular el ICA con siete variables, es decir, con inclusión de un parámetro microbiológico:</p> $ICA = \sum_{i=1}^n (w_i \cdot l_i)$ <p>Dónde: l_i: valor calculado de la variable i (obtenido de aplicar la curva funcional o ecuación correspondiente) w_i: ponderación</p>																								
Variables y Unidades	<p>Ponderación para siete variables</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Unidad de medida</th> <th>Ponderación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Oxígeno disuelto</td> <td>% Saturación</td> <td>0.16</td> </tr> <tr> <td>Sólidos Suspendidos Totales</td> <td>mg/L</td> <td>0.14</td> </tr> <tr> <td>Demanda Química de Oxígeno</td> <td>mg/L</td> <td>0.14</td> </tr> <tr> <td>Conductividad eléctrica</td> <td>µs/cm</td> <td>0.14</td> </tr> <tr> <td>Potencial de hidrogeno</td> <td>Unidades de pH</td> <td>0.14</td> </tr> <tr> <td>Nitrogeno total/Fosforo Total</td> <td>mg/L/ mg/L</td> <td>0.14</td> </tr> <tr> <td>Coliformes Fecales</td> <td>UFC/100 ml</td> <td>0.14</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: ERA</p> <p>Nota: Las variables y pesos de importancia podrán ser modificados según lineamientos conceptuales y metodológicos para las Evaluaciones Regionales del Agua ERAS a ser publicados por el IDEAM</p>	Variable	Unidad de medida	Ponderación	Oxígeno disuelto	% Saturación	0.16	Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	0.14	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	0.14	Conductividad eléctrica	µs/cm	0.14	Potencial de hidrogeno	Unidades de pH	0.14	Nitrogeno total/Fosforo Total	mg/L/ mg/L	0.14	Coliformes Fecales	UFC/100 ml	0.14
Variable	Unidad de medida	Ponderación																							
Oxígeno disuelto	% Saturación	0.16																							
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	0.14																							
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	0.14																							
Conductividad eléctrica	µs/cm	0.14																							
Potencial de hidrogeno	Unidades de pH	0.14																							
Nitrogeno total/Fosforo Total	mg/L/ mg/L	0.14																							
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	0.14																							
Insumos	Información primaria y secundaria sobre monitoreos del recurso hídrico de calidad y cantidad en el tramo a evaluar																								

Interpretación de la calificación	Descriptores	Calificación	Color		
	Muy malo	0 -0.25	Rojo		
	Malo	0.26 – 0.50	Naranja		
	Regular	0.51 – 0.70	Amarillo		
	Aceptable	0.71 -0.90	Verde		
	Bueno	0.91 -1.00	Azul		
Resultados y análisis	Resultados del ICA				
		Primera Campaña		Segunda Campaña	
	NOMBRE DE ESTACIÓN	VAL_ICA	NOMENCLAT	VAL_ICA	NOMENCLAT
	R. Risaralda - Arroyo Hondo	0.95	Bueno	0.97	Bueno
	R. Risaralda Antes de Mistrató	0.94	Bueno	0.97	Bueno
	R. Risaralda Después de Mistrató	0.85	Aceptable	0.84	Aceptable
	R. Risaralda Puente Umbría	0.79	Aceptable	0.77	Aceptable
	R. Risaralda Después Desembocadura Q. Cauyá	0.91	Bueno	0.71	Aceptable
	R. Risaralda Las Palmeras	0.85	Aceptable	0.69	Regular
	R. Risaralda Puente Negro	0.89	Aceptable	0.85	Aceptable
	R. Risaralda Antes de la Virginia	0.80	Aceptable	0.96	Bueno
	R. Risaralda Desembocadura	0.66	Regular	0.75	Aceptable
	Desembocadura R. Guática	0.94	Bueno	0.91	Bueno
	Desembocadura R. Mapa	0.93	Bueno	0.90	Bueno
Desembocadura R Totuí	0.93	Bueno	0.90	Aceptable	
Desembocadura Q. Chapata	0.96	Bueno	0.87	Aceptable	
<p>Los resultados del ICA fueron coincidentes para las dos campañas de monitoreo, en donde se aprecia que para las primeras estaciones en la parte alta de la cuenca el ICA es de buena calidad; para las dos estaciones siguientes la calidad es Aceptable; para la estación R. Risaralda Después Desembocadura Q. Cauyá el ICA es de Buena calidad para la primera campaña y disminuye a Regular calidad para la segunda campaña, es oportuno mencionar que la quebrada Cauyá es el principal cuerpo receptor de vertimientos del municipio de Anserma.</p>					

	<p>La estación Las Palmeras presenta un ICA aceptable para la primera campaña y Regular para la segunda campaña, al igual que el río Risaralda en la primera campaña presenta una calidad Regular.</p> <p>Por su parte los tributarios monitoreados, los cuales son desembocadura río Totuí, desembocadura río Mapa, desembocadura río Mapa y desembocadura quebrada Chapata presentan calidad Buena para la primera campaña que se mantiene para río Guática y río Mapa, pero para río Totuí y quebrada Chapata disminuye a Aceptable.</p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

COMPONENTE FÍSICO - BIÓTICO
TEMÁTICA: CALIDAD DE AGUA

Elemento	DESCRIPCIÓN
Nombre y sigla	Índice de Alteración Potencial a la Calidad del Agua (IACAL)
Objetivo	Estimar la afectación al cuerpo de agua por las presiones de actividades socioeconómicas.
Definición	Refleja la contribución/alteración potencial de la calidad del agua por presión de la actividad socioeconómica, a escala de subzonas hidrográficas y subcuencas, pues se calcula en función de la Presión Ambiental, entendida como la contribución potencial de cada agente social o actividad humana (población, industria, agricultura, minería) a las alteraciones del medio ambiente por consumo de recursos naturales, generación de residuos (emisión o vertimiento) y transformación del medio físico.
Variables y Unidades	<p>P: población municipal (número de personas)</p> <p>XPS: fracción de la población conectada al alcantarillado</p> <p>PS: población conectada al alcantarillado (número de personas)</p> <p>PPs: población conectada a pozo séptico (número de personas)</p> <p>FiP: factor de emisión de DBO5 por persona, según si está conectada al alcantarillado o a pozo séptico</p> <p>XRT: fracción de remoción de materia orgánica, sólidos y nutrientes dependiendo del tipo de tratamiento de agua residual doméstica</p> <p>PC: producción municipal de café como número de sacos de 60 kg de café pergamino seco</p> <p>XBE: fracción de beneficio ecológico nacional de café</p> <p>XBNE: fracción de beneficio no ecológico nacional de café</p> <p>PI: producción industrial (cantidad) para las actividades económicas de interés de la unidad de análisis. CMP: consumo de materias primas para una industria determinada</p> <p>XRT: fracción de remoción de vertimientos según tecnología prototipo de cada subsector Fi: factor de emisión para una unidad productiva específica en kg DBO5, DQO, SST, NT y PT/ton producto final o materia prima consumida</p> <p>WGVP: tonelada de animal (vacuno) en pie</p> <p>WGPP: tonelada de animal (porcino) en pie</p>

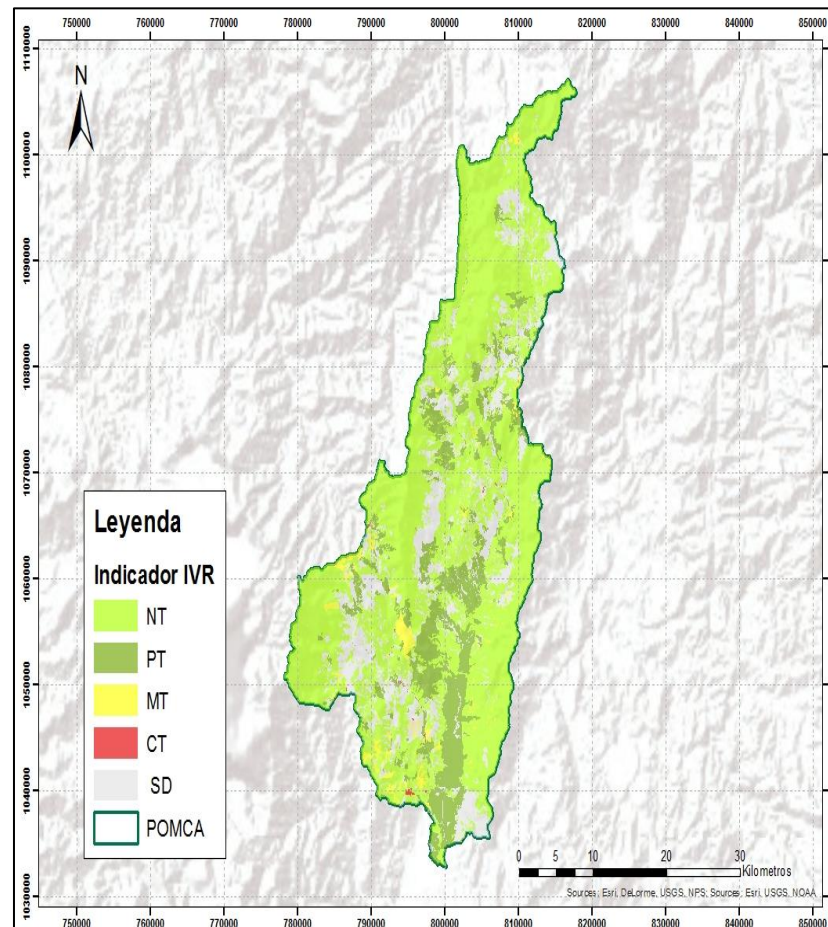
	<p>KP: carga de DBO5 proveniente de la población en ton/año</p> <p>KC: carga de DBO5 proveniente del beneficio del café en ton/año</p> <p>KIND: carga de DBO5 proveniente de la industria (actividades de interés) en ton/año</p> <p>KsG: carga de DBO5 proveniente del sacrificio de ganado en ton/año</p> <p>K: carga municipal de DBO5 en ton/año</p> <p>KZ: carga de otra variable de interés de otras actividades económicas específicas de la unidad de análisis, en ton /año. p. ej., minería, etc.</p>
<p>Resultados y análisis</p>	<p>Se aclara que si bien el indicador en la hoja metodológica publicada por el IDEAM y utilizada en el ENA 2010 y 2014, establece la estimación de cargas para cinco variables fisicoquímicas, las cuales son: DBO, DQO-DBO, SST, NT y PT; para la cuenca del río Risaralda, se contaba con trazabilidad de información para los parámetros DBO y SST, con los cuales se cobra la tasa retributiva. Así las cosas el IACAL para año seco y medio se calculó únicamente para los parámetros mencionados.</p> <p>En vista de que la ficha metodológica del IDEAM para el cálculo del indicador presenta una categorización nacional, y con el fin de tener unos resultados más ajustados a las condiciones de la cuenca del río Risaralda, se decidió realizar una recategorización mediante el uso de percentiles. Una vez obtenidas las cargas por sectores, se obtiene el valor para la sumatoria de las cargas por nivel subsiguiente estimadas en toneladas/año y se calcula para cada variable la distribución de frecuencias a nivel de la cuenca, correspondientes a los percentiles 65, 75, 85 y 95 respectivamente, y a cada rango se le asigna una categoría de presión de uno (1) a cinco (5) para obtener una escala cualitativa de presión: baja (1), moderada (2), media (3), alta (4) y muy alta (5) correspondiente a la clasificación de presión.</p> <p>Las unidades con categoría Muy Alta son en jurisdicción de los municipios de Belén de Umbría, Apía, Santuario, La Virginia, La Celia y Balboa, y que corresponden a la quebrada Chapatá, el río Mapa, el río Totuí y F.H La Virginia, que son cuerpos de agua receptores de vertimientos de los cascos urbanos municipios mencionados anteriormente y de las zonas rurales, adicionalmente se desarrollan actividades agropecuarias, tales como por ejemplo cultivos de café.</p> <p>Posteriormente se aprecia unas categorías Altas para los niveles subsiguientes Río Guarne, Quebrada El Águila, quebrada Tamaspia, quebrada Lázaro, quebrada Cauyá, quebrada Guapacha y río Guática, asociado a los municipios de Riosucio, Guática, Anserma, Risaralda, San José y Belalcázar, de igual manera es coherente con las descargas de aguas residuales de los cascos urbanos mencionados y el desarrollo de actividades agropecuarias.</p> <p>Posteriormente se realiza el cálculo del IACAL relacionando carga con oferta hídrica superficial para año seco y para año medio, para lo cual se divide las cargas contaminantes entre la oferta de agua total para año medio y año seco en Hectómetro cúbicos (Hm3). Con el fin de estimar el IACAL con una escala local se calculan los respectivos percentiles para esta relación de contaminantes por la oferta hídrica por cada contaminante.</p>

	<p>Realizando una comparación de la estimación del IACAL con cargas agregados en comparación con carga/oferta, se observa que los niveles subsiguientes que presentaron categoría Muy Alta, pasaron a categoría Media Alta para año seco y año medio, es decir se podría inferir que la dilución y asimilación que realizan las corrientes hídricas a los contaminantes se ve reflejado en mejor calidad de agua, el único nivel que permanece en igual categoría es F.H La Virginia.</p> <p>Para los niveles subsiguientes que presentaron categoría Alta con cargas agregadas, como el caso de la quebrada Guarne que para el IACAL en carga/oferta pasa a categoría Moderada, la quebrada El Águila pasa a categoría Media Alta, la quebrada Tamaspia permanece en igual categoría al igual que la quebrada Guapacha y por su parte el río Guática, pasa de categoría Alta a Baja. Únicamente subieron de categoría, es decir pasaron de Alta a muy Alta la quebrada Lázaro y la quebrada Cauyá, todo lo anterior para año seco y año medio.</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN			
Nombre y Sigla	Indicador Vegetación Remanente (IVR)			
Objetivo	Cuantificar el porcentaje de vegetación remanente por tipo de cobertura vegetal a través del análisis multitemporal, con énfasis en las coberturas naturales.			
Definición	El Indicador de Vegetación Remanente expresa la cobertura de vegetación natural de un área como porcentaje total de la misma; dicho indicador se estima para cada uno de las coberturas de la zona en estudio. (Márquez, 2002, con modificación).			
Fórmula	$IVR = (AVR / At) * 100$			
Variables y Unidades	AVR: es el área de vegetación remanente. At: es el área total de la unidad, en kilómetros cuadrados o hectáreas.			
Insumos	Mapa de cobertura actual de la tierra y de una época anterior, lo más antigua posible			
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%;">Descriptor</td> <td style="width: 33%;">Rango</td> <td style="width: 33%;">Calificación</td> </tr> </table>	Descriptor	Rango	Calificación
Descriptor	Rango	Calificación		

Interpretación de la calificación	NT: No transformado o escasamente transformado. Sostenibilidad alta	IVR \geq 70%	20
	PT: Parcialmente transformado Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar. Sostenibilidad media	IVR \geq igual al 50% y < del 69%	15
	MDT: Medianamente transformado. Sostenibilidad media baja	IVR \geq a 30% y < del 49%	10
	MT: Muy transformado. Sostenibilidad baja	IVR \geq a 10% y < 30%	5
	CT: Completamente transformado.	IVR < 10%	0
Observaciones	Categorías con condiciones de Muy transformado y Completamente Transformado se consideran áreas críticas a ser consideradas en el análisis de conflictos por pérdida de la biodiversidad.		

<p>Resultados análisis</p>	<p>y De acuerdo a los resultados del cálculo del Indicador de Vegetación Remanente (IVR), el 19.44% (7 coberturas) se encuentran en la categoría NT: No transformado o escasamente transformado, 8.33% (3 coberturas) en la categoría PT: Parcialmente transformado y 5.56% en la categoría MT: Muy transformado y categoría CT: Completamente transformado.</p> <p>En relación a las áreas dentro de la cuenca, se evidencia que el 65.12% se encuentran en la categoría NT: No transformado o escasamente transformado, 14.40% en la categoría PT: Parcialmente transformado, 2.4% en la categoría MT: Muy transformado y 0.12% en la categoría CT: Completamente transformado.</p> <p>Teniendo en cuenta las coberturas naturales que obtuvieron el menor valor del indicador de vegetación remanente, es decir, que se encuentran totalmente transformados durante el periodo analizado, se destaca las coberturas como Bosque abierto (0.1 IVR) y Tierras desnudas y degradadas (1.6 IVR). Así mismo, coberturas como Lagunas, lagos y ciénagas naturales (17.4 IVR) y Bosque fragmentado (26.7 IVR) se encuentran en la categoría de Muy Transformados, es decir, tienen una baja sostenibilidad. Las coberturas que se encuentran parcialmente transformados y al menos el 70% de su cobertura original se encuentra conservada corresponden a Cultivos permanentes herbáceos (52.4 IVR), Ríos (50 m) (53.5 IVR) y Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (59.2 IVR).</p> <p>Para las áreas definidas como bosques y áreas seminaturales se destaca los resultados de la cobertura de Bosque denso (93.0 IVR) y Herbazal (91.1 IVR) que a pesar se encuentran en la categoría de No Transformado, estas coberturas presentaron mayor pérdida de áreas, 1175.6 ha y 994.0 ha respectivamente, sin embargo, todavía cuentan con áreas que garantizan su sostenibilidad.</p>
-----------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Indicador IVR

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Indicador Presión Demográfica – IPD
Objetivo	Medir la presión de la población sobre los diferentes tipos de coberturas naturales de la tierra.
Definición	Mide la tasa de densidad de la población por unidad de análisis, el cual indica la presión sobre la oferta ambiental en la medida en que, a mayor densidad mayor demanda ambiental, mayor presión, mayor amenaza a la sostenibilidad (Márquez, 2000). El tamaño de la población denota la intensidad del consumo y el volumen de las demandas que se hacen sobre los recursos naturales.
Fórmula	$IPD = d * r$
Variables y Unidades	d = densidad poblacional, r = tasa de crecimiento (intercensal)
Insumos	Mapa de cobertura de la tierra (de los cuales se extraen las coberturas naturales) y dato de densidad por municipio.
Observaciones	Para la aplicación del indicador el autor calculó la tasa de crecimiento a partir de la siguiente expresión del crecimiento poblacional: $N2 = N1 \cdot e^{rt}$ Dónde : N1 = Población censo inicial N2 = Población censo final t = Tiempo transcurrido entre los censos e = Base de los logaritmos naturales(2.71829) r = Tasa de crecimiento
	IPD > 100 Crecimiento excesivo, grave amenaza a la sostenibilidad.

Resultados y análisis

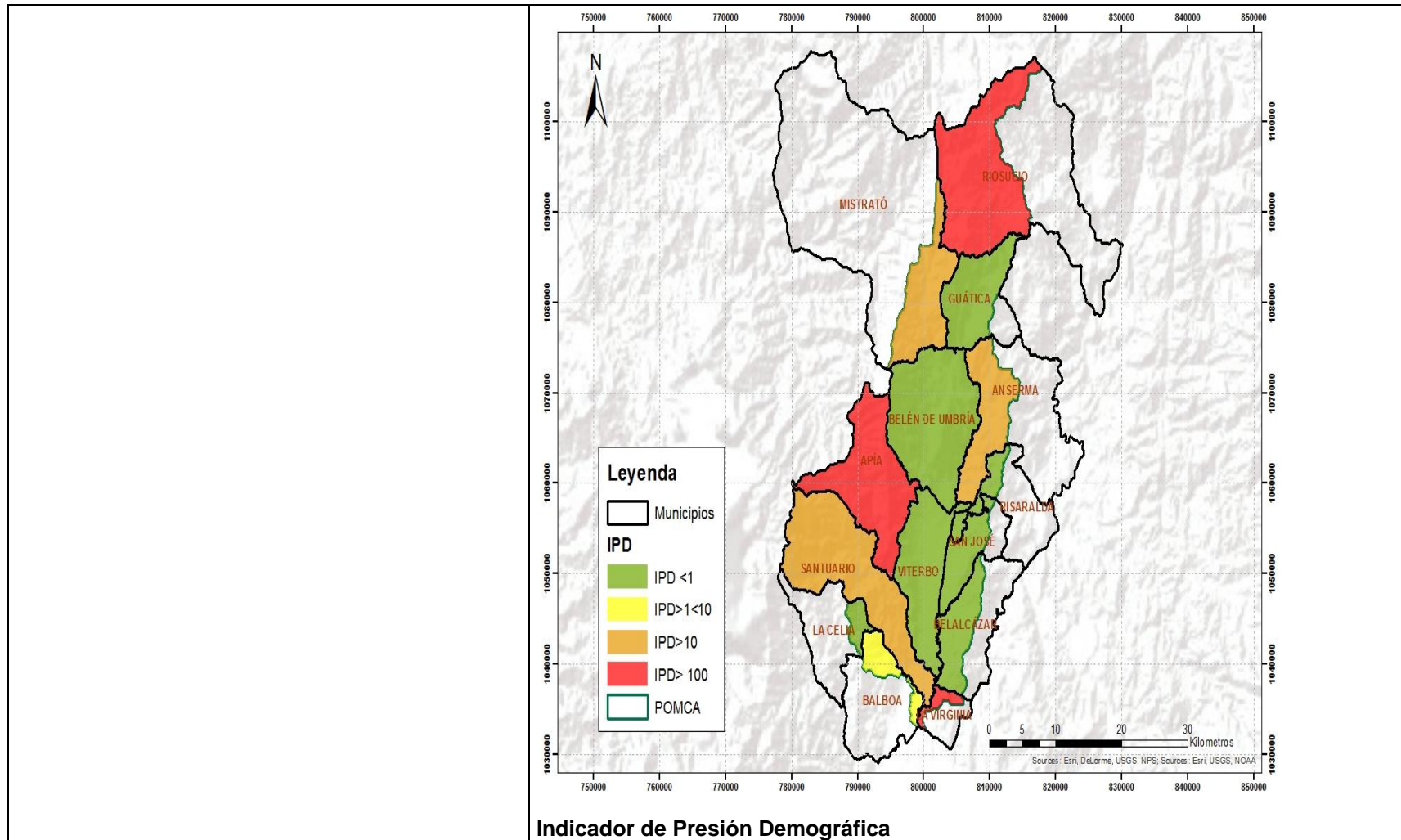
Teniendo en cuenta que la unidad seleccionada para el análisis del indicador de presión demográfica fueron los municipios presentes en el área del POMCA del Río Risaralda, se evidencia que los resultados indican que el 41.01% del área de la cuenca se encuentra en la categoría $IPD < 1$, es decir, la presión de la población es baja y se presenta una sostenibilidad alta, estos resultados se deben principalmente a la baja tasa de crecimiento de la población durante el periodo estudiado censo 2005 y año 2015, seguido del 28.86% del área de la cuenca que se encuentra en la categoría de $IPD > 10$, relacionada a un crecimiento acelerado de la población; presión de la población alta, el 27.98% en la categoría $IPD > 100$ relacionada a un crecimiento excesivo y grave amenaza de sostenibilidad de los recursos naturales y un 2.15% en la categoría $IPD > 1 < 10$ correspondiente a población y amenazas crecientes pero normales, presión de la población y sostenibilidad media.

Se destaca que los municipios que presentan un indicador de presión demográfica Mayor a 100 es decir un crecimiento excesivo son Riosucio, Apía y Virginia, destacando este último municipio con un valor de 640.95, esto se debe principalmente a su alta densidad poblacional, los municipios que presentaron un valor entre 10 a 100 correspondieron a Anserma, Mistrató y Santuario, que indica un crecimiento acelerado de la población, especialmente con el municipio de Mistrató, el municipio de Balboa presento un valor en la categoría entre 1 a 10, lo que significa una presión y sostenibilidad media y los municipios que se encuentran con valores menores a 1 correspondieron a Belén de Umbría, San José, La Celia, Guática, Risaralda, Viterbo y Belalcázar, lo que significa que son áreas que expulsa la población y la presión de la población es baja, lo que garantiza una sostenibilidad en los recursos naturales.

Se realizó el cruce de información poblacional entre los resultados por municipio y las coberturas naturales identificadas para el año 2015, por lo tanto, en vista que una cobertura presentó varios resultados del indicador de presión demográfica dependiendo de su localización en cada municipio, se procedió a promediar estos valores, para obtener un solo dato para cada cobertura natural identificada.

Se destaca que el análisis del IPD por coberturas naturales indica que el 79.34% del área del POMCA, se encuentra en la categoría $IPD > 10 < 100$, es decir con una presión alta de la población, 20.48% en la categoría $IPD > 1 < 10$, con una presión y sostenibilidad media, 0.15% en la categoría $IPD > 100$, con un crecimiento excesivo de la población y 0.03% en la categoría $IPD < 1$, se destaca que esta última categoría tiene un área mínima, debido a que estos resultados son el promedio por cada Cobertura Natural identificada, por lo que los resultados tienden a dar valor mayores a 10.

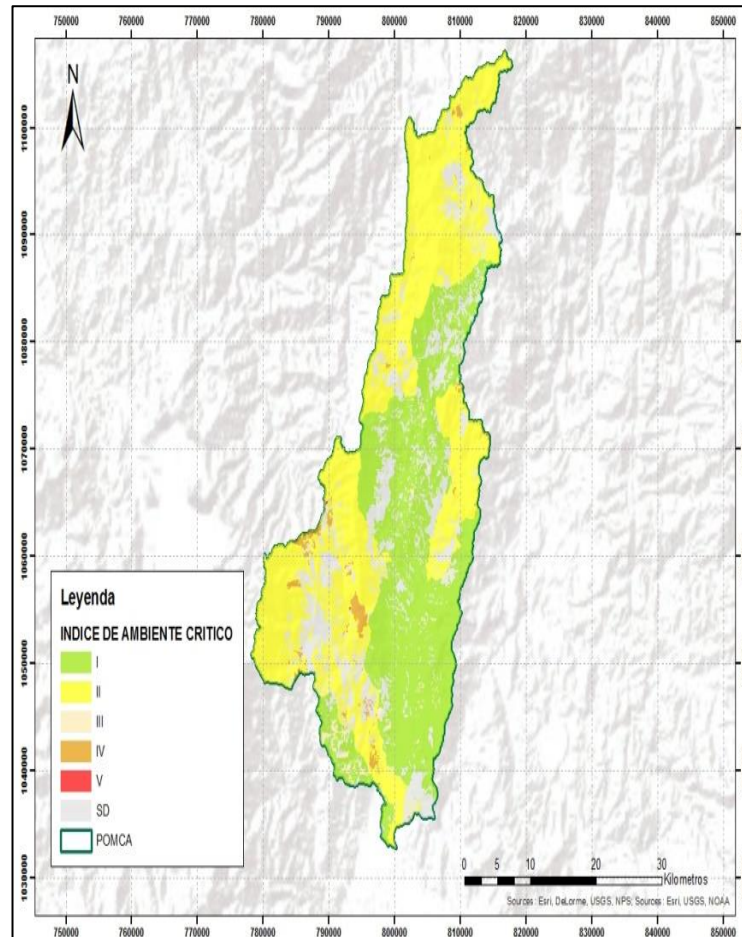
Se destaca que los valores que presentaron mayor valor en las coberturas de bosques y seminaturales fue la cobertura de Vegetación secundaria o en transición (**106.42**), es decir en la categoría de IPD mayor a 100 con un Crecimiento excesivo de la población y grave amenaza a la sostenibilidad, el Bosque Denso (**89.55**), Arbustal (**75.53**), Plantación Forestal (**62.85**), Bosque fragmentado (**49.71**) y Bosque de galería y ripario (**49.71**) presentaron valores del IPD entre 10 a 100, es decir con un crecimiento acelerado de la población y una presión de la población alta, por lo tanto, se considera que estas coberturas son las más afectadas por las actividades humanas.



ELEMENTO	DESCRIPCIÓN				
Nombre y Sigla	Índice de ambiente crítico – IAC				
Objetivo	Identificar los tipos de cobertura natural con alta presión demográfica				
Definición	Combina los indicadores de vegetación remanente (IVR) y grado de ocupación poblacional del territorio (D), (este último, descrito en el componente socio-económico), de donde resulta un índice de estado-presión que señala a la vez grado de transformación y presión poblacional. Para calificar las áreas se adopta la matriz utilizada por Márquez (2000) con modificación				
Fórmula	Se califica a través de una matriz construida con el IVR y el IPD				
Variables y Unidades	IVR e IPD				
Insumos	Mapa actual de cobertura de la tierra (de donde se extraen las coberturas naturales) y mapa de presión demográfica por municipio.				
Interpretación de la calificación	Matriz de calificación del índice de ambiente crítico				
	Indicador de Vegetación Remanente	Rango de densidad de población			
	Categorías	<	>1<10	>10<100	>100
	NT	I	I	II	II
	PT	I	I	II	II
	MDT	I	II	III	III
	MT	I	III	IV	IV
	CT	I	III	IV	V

	<p>NT: escasamente transformado, PT: parcialmente transformado, MDT: medianamente transformado, MT: muy transformado, CT: completamente transformado</p> <p>I. Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes.(calificación 20)</p> <p>II. Vulnerable, conservación aceptable y/o amenazas moderadas-. Sostenible en el mediano plazo, en especial con medidas de protección. (calificación 15)</p> <p>III. En peligro, baja conservación y/o presiones fuertes. Sostenibilidad con probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años. (calificación 10)</p> <p>IV. Crítico, conservación baja y presiones fuertes. Pocas probabilidades en los próximos 10 años.(calificación 5)</p> <p>V. Muy crítico (extinto) sostenibilidad improbable; transformación radical y presiones muy elevadas. (calificación 0).</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

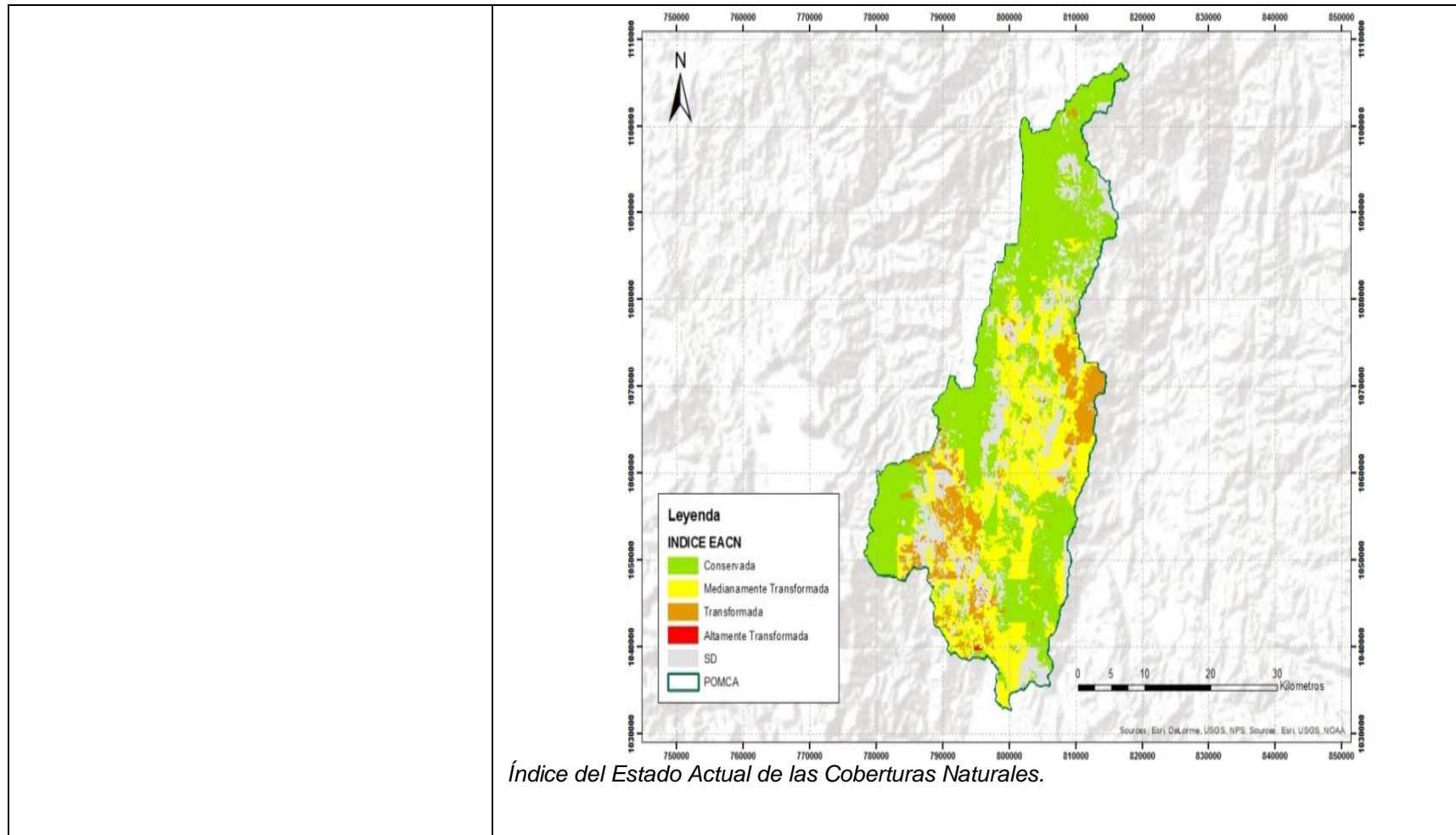
<p>Resultados análisis</p>	<p>y Se realizó el cruce de los resultados de los indicadores de vegetación remanente (IVR) y de presión demográfica, cabe mencionar que para efectos de obtener los resultados del índice de ambiente crítico (IAC) por coberturas naturales, se tuvo en cuenta el resultado del indicador de presión demográfica (IPD) obtenido por cada cobertura natural.</p> <p>Se destaca que el 45.3% del área se clasifica en la categoría II, es decir, son áreas vulnerables, con amenazas moderadas y sostenible a mediano plazo, 34.23% se clasifica en la categoría I, es decir áreas relativamente conservadas y estables, 1.56% se clasifica en la categoría IV, como áreas críticas, conservación baja y presiones fuertes, pocas probabilidades de persistencia en los próximos 10 años, 0.94% en la categoría III, como áreas en peligro, baja conservación, sostenibilidad media a baja de persistencia en los próximos 15 años y el 17.96% del área se clasifico sin datos, teniendo en cuenta que estas áreas no se lograron calcular el indicador de vegetación remanente por la ausencia de información de coberturas naturales anteriores.</p> <p>Se identifica que el 79.52% del área de estudio se encuentra clasificada en las categorías I y II es decir, son áreas relativamente estables, conservadas y sin amenazas inminentes, sin embargo, una zona se encuentra vulnerable y con amenazas moderadas especialmente en los municipios de Riosucio, Mistrató, Apía, Santuario y Anserma.</p> <p>El área que presenta un peligro crítico y alto riesgo de sostenibilidad corresponde a 2.52% clasificada en las categorías III, IV y V, se destaca la alta fragilidad de la cobertura de bosque fragmentado, que en los próximos años podría desaparecer por la alta presión por los procesos de deforestación por la ampliación de áreas de territorios agrícolas.</p> <p>Se destaca que el 18% se clasificó como sin Datos, ya que no fue posible el cálculo del índice de vegetación remanente – IVR, porque algunas coberturas no se identificaron en el mapa de coberturas del año 2000-2004 por la baja resolución de la imágenes utilizadas.</p> <p>Según las unidades de gestión (microcuencas), se presentan varias microcuencas con un estado vulnerable y amenazas moderadas como el caso de las microcuencas R. Mapa, R. Arroyo Hondo, Q. Cauyá, Q. Lazaró, R. Guática, R. Totui, Zona Alta Oriental, Zona Alta Occidental y R. Guarne y un poco más conservadas y estables las microcuencas Q. Chapatá, Q. el Aguila, (Q. El Guamo), Q. Samaria, Q. La Betulia, Zona Baja (Viterbo), Q. Changüi, Q. Tamaspia y Q. Tachigui.</p>
-----------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Índice de ambiente crítico

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	
Nombre y Sigla	Índice del estado actual de las coberturas naturales	
Objetivo	Mostrar de manera consolidada los resultados de las calificaciones relacionados con el estado actual por tipo de cobertura natural a través de los indicadores vegetación remanente, tasa de cambio de la cobertura, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico	
Definición	Cuantifica el estado actual por tipo de coberturas naturales de la tierra	
Fórmula	Se integra la calificación de dos indicadores y dos índices, cada uno de estos tiene un peso de 25%, valor máximo de la suma de indicadores =80	
Variables y Unidades	Las variables están dadas por cada uno de los indicadores, unidad en valor absolute	
Insumos	Calificación del indicador vegetación remanente, tasa de cambio de las coberturas naturales, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico	
Interpretación de la calificación	Rango	Categoría
	Mayor de 60	Conservada
	Entre 41 y 59	Medianamente transformada
	Entre 21 y 40	Transformada
	Entre 1 y 20	Altamente transformada
	0	Completamente transformada
	De acuerdo a los resultados del índice del estado actual de coberturas naturales, se destaca que el 45.78% del área se encuentra en la categoría de conservada, 25.81% en la categoría de medianamente transformada, 9.04% en la categoría de Transformada, 0.12% Altamente Transformada y 19.25% se definió como Sin Datos, debido a que los resultados de algunos índices o indicadores presentaron este valor, por lo tanto, no se logró aplicar la sumatoria de las calificaciones en estos casos.	

Resultados y análisis	<p>El resultado de este índice permite evidenciar que en general el estado de conservación de las coberturas naturales es relativamente aceptable (45.78% del área en la categoría conservada), principalmente en los municipios como Riosucio, Mistrató, San José, Parte Alta de Apía y parte Alta de Santuario.</p>
	<p>En relación a las subcuencas se identifica que en la categoría de Conservada se encuentran principalmente las microcuencas R. Arroyo Hondo, La parte Alta del R. Mapa y La Parte Alta del R. Guática.</p>
	<p>Se identifica que el 34.85%, se encuentra en las categorías de medianamente transformada, transformada y altamente transformada, estas áreas se ubican principalmente en los municipios de Anserma, Belén de Umbría, Parte Media y Baja de Santuario, Risaralda, La Celia, Balboa y Parte Baja de Apía.</p>
	<p>Las subcuencas que se encuentran con alto grado de transformación principalmente son las microcuencas de R. Cauyá, Q. Lázaro, parte media y baja del R. Mapa, R. Totuí, Q. El Oro, parte media y baja Q. Chapatá y Q. Tachigui.</p>
	<p>Se destaca que la cuenca presenta algún grado de transformación, principalmente en la parte media y baja de la cuenca, donde se encuentran los principales asentamientos y áreas de cultivos, se identifica la pérdida a gran escala de coberturas de bosques y áreas seminaturales, quedando pequeños parches de estas coberturas que afectan la movilización de especies de fauna silvestre y poblaciones de flora principalmente.</p>
	<p>El análisis de los resultados del Índice Del Estado Actual De Coberturas - IEACN, indica que unas áreas se encuentran bajo la categoría de Sin Datos, esto se debe a los resultados de los indicadores de tasa de cambio, vegetación remanente y los índices de fragmentación y ambiente crítico, que por falta de información o la no aplicación de la fórmula (caso del índice de fragmentación) se procedió a dejar estas zonas con esta categoría, por lo anterior, al calcular el Índice De Estado Actual De Coberturas Naturales - IEACN, donde el resultado de cualquiera de estos indicadores fuera Sin Datos, se estableció dejar con esta categoría dicho índice.</p>



COMPONENTE FÍSICO BIÓTICO	
TEMÁTICA: ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS	

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Porcentaje y área (Ha) de áreas protegidas del SINAP
Objetivo	Definir la participación en porcentaje de las áreas protegidas del SINAP dentro de la extensión total de la cuenca de interés
Definición	Representa la participación en porcentaje de las áreas protegidas i dentro de un área de interés h.
Fórmula	$PAPih = [ATEih]/Ah \times 100 \quad (h = 1, 2 \dots r)$
Variables y Unidades	<p>PAPih = porcentaje de áreas protegidas i en un área de interés h</p> <p>ATEi h = superficie total de las áreas protegidas i (ha) en un área de interés h</p> <p>Ah = superficie total del área de interés h (ha)</p> <p>r = número de áreas de interés</p>
Insumos	Mapa de áreas protegidas del SINAP
Interpretación de la calificación	Es un valor indicativo que no puede estar homologado a rangos entre 1 y 100%
Observaciones	<p>Rango : $0 < PAPih < 100$</p> <p>Se acerca a 0 cuando el ecosistema correspondiente i casi no existe en el área de interés h, y aumenta a medida que se incrementa su presencia en la totalidad de la extensión del área de interés</p>

Resultado	Tabla 181. Porcentaje de Ecosistemas Estratégicos.		
	ÁREA PROTEGIDA	ÁREA	
		ha	%
	Agua Linda	326,96	0,26
	Alto del Rey	55,56	0,04
	Arrayanal	1257,09	1,00
	Cristalina-La Mesa	2252,90	1,79
	Cuchilla San Juan	8704,90	6,93
	Planes de San Rafael	510,84	0,41
	Santa Emilia	529,04	0,42
	Tatamá	3932,96	3,13
	Verdum	265,68	0,21
Total general	17835,91	14,20%	

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Porcentaje de áreas con otra estrategia de conservación del nivel internacional, nacional, regional y local
Objetivo	Definir la participación en porcentaje de áreas con estrategias de conservación del nivel internacional, nacional, regional y local dentro de la extensión total de la cuenca de interés
Definición	PAEC ih representa la participación en porcentaje de las áreas protegidas del nivel regional y local i dentro de un área de interés h.

Fórmula	$PAEC_{ih} = [ATE_{ih}] / A_h \times 100$ (h = 1, 2 r)
Variables y Unidades	ATE _{i h} = superficie total de las áreas protegidas i (ha) en un área de interés h A _h = superficie total del área de interés h (ha) r = número de áreas de interés
Insumos	Mapa de áreas protegidas del nivel internacional, nacional, regional y local.
Interpretación de la calificación	Es un valor indicativo que no puede estar homologado a rangos entre 1 y 100%
Observaciones	Rango : $0 < PAEC_{ih} < 100$ Se acerca a 0 cuando el ecosistema correspondiente i casi no existe en el área de interés h, y aumenta a medida que se incrementa su presencia en la totalidad de la extensión del área de interés
Resultado	Para este índice se aclara que el área presentada es una estimación, dado que el polígono de algunos de estos sitios no se encuentra delimitado con claridad.

Porcentaje de áreas con otra estrategia de conservación del nivel internacional, nacional, regional y local

Estrategia de conservación	Nombre	Área	
		ha	%
AICA	Tatamá	500	0,39
ÁREA DE INTERÉS AMBIENTAL	Área de interés ambiental	1139,78	0,91
	Área de recuperación de suelos y biodiversidad	78,91	0,06
	Áreas aferentes	255,34	0,20
	Áreas de conservación y protección	44,74	0,04
	Áreas de interés ambiental	228,24	0,18

	Áreas de recuperación de biodiversidad	4404,07	3,51
	Áreas recuperación de suelos de biodiversidad	60,33	0,05
	Bosque protector productor	39,01	0,03
	Bosques y áreas seminaturales	11299,10	9,00
	Microcuenca	0,61	0,00
	Microcuencas	3885,22	3,09
	Nacimiento rondas y fajas protectoras	2131,12	1,70
	Relictos de bosque	1110,86	0,88
	Riesgo por deslizamiento	182,37	0,15
	Suelo de protección	122,37	0,10
	Suelos protección del recurso hídrico	393,67	0,31
	Zona de protección hidrológica	485,71	0,39
	Zona de protección RRNN	3203,53	2,55
	Zona de regeneración y mejoramiento	532,06	0,42
	Zona protección RRNN	73,98	0,06
	Zonas aferentes de acueductos municipales	166,34	0,13
	Zonas de protección hidrológica	221,92	0,18
	Zonas rehabilitación ecológica	166,71	0,13

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Porcentaje de área de ecosistemas estratégicos presentes
Objetivo	Definir la participación en porcentaje de los ecosistemas estratégicos y otras áreas de importancia ambiental del nivel regional y local dentro de la extensión total de la cuenca de interés.
Definición	Cuantifica la proporción de la abundancia de cada ecosistema en un área de interés. Es una medida de la composición del paisaje y permite comparar diferencias en tamaño entre los ecosistemas.

Fórmula	$PEih = [ATEih]/Ah \times 100$ (h = 1, 2 r)
Variables y Unidades	ATEi h = superficie total del ecosistema i (ha) en un área de interés h Ah = superficie total del área de interés h (ha) r = número de áreas de interés
Insumos	Mapa de ecosistemas estratégicos y otras áreas de importancia del nivel regional y local
Interpretación de la calificación	Es un valor indicativo que no puede estar homologado a rangos entre 1 y 100%
Observaciones	Rango : $0 < PEih < 100$ Se acerca a 0 cuando el ecosistema correspondiente i casi no existe en el área de interés h, y aumenta a medida que se incrementa su presencia en la totalidad de la extensión del área de interés

COMPONENTE SOCIO-ECONÓMICO						
TEMÁTICA SISTEMA SOCIAL						
TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL						
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	RESULTADO				
Nombre y Sigla	Tasa de crecimiento - r	TASA DE CRECIMIENTO CUENCA PROMEDIO ANUAL 2015 - 2020				Tasa de Crecimiento Anual Cuenca 2015 - 2020
		MUNICIPIO	URBANO	RURAL	TOTAL	
Definición	Es la tasa que indica el crecimiento o decrecimiento de la población	ANSERMA	0,0072	-0,0243	0,0017	0,21%
		APIÁ	0,0113	0,0049	0,0077	
		BALBOA	0,0020	-0,0010	0,0006	
		BELALCÁZAR	0,0029	-0,0210	-0,0079	

	BELÉN DE UMBRÍA	0,0017	-0,0013	0,0001	
	GUÁTICA	0,0009	-0,0042	-0,0027	
	LA CELIA	No Aplica	-0,0042	-0,0042	
	LA VIRGINIA	0,0025	-0,0072	0,0024	
	MISTRATÓ	0,0089	0,0087	0,0088	
	RIOSUCIO	No Aplica	0,0078	0,0078	
	RISARALDA	0,0039	-0,0265	-0,0045	
	SAN JOSÉ	0,0092	-0,0026	-0,0004	
	SANTUARIO	0,0053	-0,0002	0,0023	
	VITERBO	0,0002	-0,0087	-0,0014	
	TOTALES CUENCA	0,0044	-0,0007	0,0021	0,21%
	DEPTO. DE CALDAS	0,0052	-0,0063	0,0020	0,20%
	DEPTO. DE RISARALDA	0,0072	-0,0010	0,0054	0,54%
	COLOMBIA	0,0127	0,0055	0,0110	1,10%

Fórmula	$r = ((\text{Nacimientos} - \text{Defunciones} + \text{Migr. Neta}) / \text{Población Total}) \times 100$	La tasa de crecimiento anual, tanto de los municipios, como para la cuenca, se obtuvo en base a las proyecciones poblacionales DANE.
Variables y Unidades	N= Nacimientos en un periodo determinado D= Defunciones en un momento determinado Migr. Neta: Migración neta Población Total	A pesar de haber demostrado ampliamente la migración existente en la cuenca, no se tiene un dato exacto de migración neta, por esta razón, se calculó la tasa de crecimiento poblacional, mediante la fórmula:
Insumos	censo DANE 2005	$r = ((\text{raiz enésima de } (P_f / P_o)) - 1) \times 100$ Donde r: Tasa de crecimiento promedio anual. Pf: Población Final. Po: Población Inicial. n=número de años entre Pf y Po.
Observaciones	Las limitantes de este indicador, es que no permite observar de manera diferenciada entre población femenina y masculina. Para observar más en detalle el indicador revisar la cartilla de conceptos básicos e indicadores demográficos del DANE.	Las tasas de crecimiento por área (urbana y rural), son las mismas, tanto para los municipios como para la Cuenca, excepto para las cabeceras municipales de Riosucio y La Celia, que para la cuenca no aplican al no pertenecer a ella. En la Cuenca, los municipios con mayor crecimiento poblacional son Mistrató y Apía; los cuales presentan tasas de crecimiento positivo tanto para sus zonas urbanas como rurales. Aunque la tendencia tanto del crecimiento de población urbana, como del decrecimiento de la rural, es leve, las tasas de crecimiento a nivel municipal por área (urbana y rural), para el quinquenio 2015-2020, evidencian la pérdida de población rural, para la mayoría de los municipios; donde los municipios de Anserma, Belalcázar y Risaralda, son los que presentan mayor tasa decreciente. Los municipios de Mistrató, Riosucio y Apía, son los únicos que presentan tasas positivas para la zona rural. Lo que significa un desplazamiento de población rural hacia zonas urbanas; generando en primera instancia, dos tipos de problemáticas, una referente a las densidades poblacionales urbanas, ligadas a la demanda de vivienda, de empleo y de servicios públicos, entre otras, en municipios que en su mayoría, no tienen suficientes zonas de expansión urbana; y por el otro lado, la migración de la población rural va dejando al campo sin quien lo trabaje y produzca. Y a su vez, en el desplazamiento de población urbana, especialmente de población joven hacia los municipios de Pereira y Manizales, en busca de mejores oportunidades de capacitación o trabajo. EL Municipio de Belén de Umbría: A pesar de ser uno de los municipios más promisorios del departamento de Risaralda, su tasa de crecimiento tiende a cero para el 2020, y su población rural a decrecer. Para la cuenca, la tasa decrecimiento se calculó entre el año 2015 y 2020, en 0,21%, con un crecimiento urbano del 0,44% y un decrecimiento de población rural del -0,07%.
Interpretación de la calificación	<p>Está basado en un modelo aritmético, el supuesto básico consiste en que la población crece en un mismo monto (cantidad) cada unidad de tiempo.</p> <p>El tamaño de la población puede mantenerse constante, crecer o disminuir, lo que se determina a través de los procesos de entrada, es decir la inclusión de nuevos individuos a la población (nacimientos y migraciones) y por los procesos de salida, es decir la exclusión de individuos (defunciones e inmigraciones).</p>	

COMPONENTE SOCIO-ECONÓMICO						
TEMÁTICA SISTEMA SOCIAL						
DENSIDAD POBLACIONAL						
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	RESULTADO				DENSIDAD POBLACIONAL CUENCA
Nombre y Sigla	Densidad Poblacional – Dp	DENSIDAD POBLACIONAL CUENCA	URBANA	RURAL	TOTAL	1,48
		Municipio	Hab. / ha.	Hab. / ha.	Hab. / ha.	
		ANSERMA	113,46	0,60	3,15	
		APÍA	121,96	0,72	1,27	
		BALBOA	76,76	0,38	0,78	
		BELALCÁZAR	100,21	0,51	1,11	
		BELÉN DE UMBRÍA	98,08	0,81	1,53	
		GUÁTICA	80,76	1,13	1,59	
		LA CELIA	No Aplica	0,56	0,56	
		LA VIRGINIA	234,95	0,17	25,17	
		MISTRATÓ	145,07	0,21	0,69	
		RIOSUCIO	No Aplica	1,11	1,11	
		RISARALDA	159,66	0,56	1,91	
		SAN JOSÉ	49,26	0,95	1,17	
		SANTUARIO	220,39	0,45	0,83	
VITERBO	35,24	0,20	1,10			

Fórmula	$r = ((\text{Nacimientos} - \text{Defunciones} + \text{Migr. Neta}) / \text{Población Total}) \times 100$	La tasa de crecimiento anual, tanto de los municipios, como para la cuenca, se obtuvo en base a las proyecciones poblacionales DANE.
Variables y Unidades	N= Nacimientos en un periodo determinado D= Defunciones en un momento determinado Migr. Neta: Migración neta Población Total	A pesar de haber demostrado ampliamente la migración existente en la cuenca, no se tiene un dato exacto de migración neta, por esta razón, se calculó la tasa de crecimiento poblacional, mediante la fórmula:
Insumos	censo DANE 2005	$r = ((\text{raiz enésima de } (P_f / P_o)) - 1) * 100$ Donde r: Tasa de crecimiento promedio anual. P _f : Población Final. P _o : Población Inicial. n=número de años entre P _f y P _o .
Observaciones	Las limitantes de este indicador, es que no permite observar de manera diferenciada entre población femenina y masculina. Para observar más en detalle el indicador revisar la cartilla de conceptos básicos e indicadores demográficos del DANE.	Las tasas de crecimiento por área (urbana y rural), son las mismas, tanto para los municipios como para la Cuenca, excepto para las cabeceras municipales de Riosucio y La Celia, que para la cuenca no aplican al no pertenecer a ella. En la Cuenca, los municipios con mayor crecimiento poblacional son Mistrató y Apía; los cuales presentan tasas de crecimiento positivo tanto para sus zonas urbanas como rurales. Aunque la tendencia tanto del crecimiento de población urbana, como del decrecimiento de la rural, es leve, las tasas de crecimiento a nivel municipal por área (urbana y rural), para el quinquenio 2015-2020, evidencian la pérdida de población rural, para la mayoría de los municipios; donde los municipios de Anserma, Belalcázar y Risaralda, son los que presentan mayor tasa decreciente. Los municipios de Mistrató, Riosucio y Apía, son los únicos que presentan tasas positivas para la zona rural. Lo que significa un desplazamiento de población rural hacia zonas urbanas; generando en primera instancia, dos tipos de problemáticas, una referente a las densidades poblacionales urbanas, ligadas a la demanda de vivienda, de empleo y de servicios públicos, entre otras, en municipios que en su mayoría, no tienen suficientes zonas de expansión urbana; y por el otro lado, la migración de la población rural va dejando al campo sin quien lo trabaje y produzca. Y a su vez, en el desplazamiento de población urbana, especialmente de población joven hacia los municipios de Pereira y Manizales, en busca de mejores oportunidades de capacitación o trabajo. EL Municipio de Belén de Umbría: A pesar de ser uno de los municipios más promisorios del departamento de Risaralda, su tasa de crecimiento tiende a cero para el 2020, y su población rural a decrecer. Para la cuenca, la tasa decrecimiento se calculó entre el año 2015 y 2020, en 0,21%, con un crecimiento urbano del 0,44% y un decrecimiento de población rural del -0,07%.
Interpretación de la calificación	Está basado en un modelo aritmético, el supuesto básico consiste en que la población crece en un mismo monto (cantidad) cada unidad de tiempo. El tamaño de la población puede mantenerse constante, crecer o disminuir, lo que se determina a través de los procesos de entrada, es decir la inclusión de nuevos individuos a la población (nacimientos y migraciones) y por los procesos de salida, es decir la exclusión de individuos (defunciones e inmigraciones).	

INDICADOR DE SEGURIDAD ALIMENTARIA

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	RESULTADO	OBSERVACIONES RESULTADO
Nombre y Sigla	Seguridad Alimentaria - SA	83%	El indicador se obtuvo teniendo en Cuenca el listado de los productos de la canasta básica alimentaria de Colombia que se maneja desde el DANE para la producción de las estadísticas oficiales del país.
Objetivo	Determina el nivel de seguridad alimentaria de la cuenca		<p>Es necesario tener en cuenta además que esta canasta contempla productos procesados (49 productos) y productos frescos (36 productos), a partir de lo cual se puede establecer dos tipos de información referente a la seguridad alimentaria. Dentro de los productos procesados se tiene que menos del 50% se obtienen dentro de la cuenca, no obstante, en términos de seguridad alimentaria, se tomó para el desarrollo de la fórmula el listado de productos frescos de la canasta básica, obteniendo así que 30 de los 36 productos se producen en la cuenca. En este sentido, el resultado de hacer la operación simple definida por la fórmula es de 83%, sin embargo, las limitaciones de reducir un indicador de esta envergadura a una simple operación porcentual en términos de número de productos, no necesariamente da cuenta del estado real de la seguridad alimentaria en el territorio. Bajo este contexto, y siendo la cuenca un territorio con vocación agropecuaria predominante, lo que le significaría ciertas ventajas desde el punto de vista de producción de alimentos y por ende en términos de seguridad alimentaria, lo cual se puede establecer como una oportunidad, todavía falta sortear situaciones como el crecimiento de la frontera de la agroindustria y el cambio de usos del suelo por fenómenos de "urbanización" en algunos sectores, que ha desplazado los cultivos agrícolas por otro tipo de usos no consecuentes con garantizar la seguridad alimentaria de la población y por otro lado la distribución de la propiedad y el poco apoyo a la producción rural y en general al</p>
Definición	Entendida como la participación de la producción interna, medida en número de productos de la canasta básica alimentaria, respecto al número total de productos de CBA.		
Forma de medición	$\frac{SA}{CBA} = PCBA * 100$		
Unidades	PCBA: productos de la canasta básica alimentaria CBA: Canasta básica alimentaria		
Insumos	Diagnósticos departamentales o municipales, DANE, Listado de productos de la canasta básica		

Observaciones	Solo permite observar la seguridad alimentaria en términos de los productos que se producen en la región, sin tener en cuenta la calidad, inocuidad, accesibilidad, entre otros aspectos. Sin embargo se presenta como una aproximación para determinar la disponibilidad de alimentos que tiene la región.	sector primario de la economía, hacen que la seguridad alimentaria deba fortalecerse en la cuenca aprovechando las oportunidades existentes para la producción de alimentos.
Interpretación de la calificación	Muy alta: Más del 60% de los productos se producen en la región.	
	Alta: Entre el 40 y 60% de los productos se producen en la región.	
	Media: Entre el 30 y 40% de los productos se producen en la región.	
	Moderada: Entre el 25 y el 30% de los productos se producen en la región.	
	Baja: Menos del 25% de los productos se producen en la región.	

PORCENTAJE DE ÁREA DE SECTORES ECONÓMICOS

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	RESULTADO		OBSERVACIONES RESULTADO
Nombre y Sigla	Porcentaje de Área de Sectores Económicos			El Indicador se construyó a partir del análisis de coberturas de la tierra realizado por el equipo del Consorcio Ordenación POMCA Risaralda, 2016.
	Cultivos permanentes	24,2	%	A partir de estas coberturas se estableció el porcentaje de cada una de ellas sobre el total del área de la cuenca.
	Cultivos transitorios	0	%	El indicador muestra que más de la mitad del área de la

	Áreas agrícolas heterogéneas	24,6	%	<p>cuenca es ocupada por el sector agrícola, con un 65,3% del área total, encontrando así un porcentaje significativo de áreas con cultivos permanentes y de áreas agrícolas heterogéneas, los cuales suman cerca del 50% del área de la cuenca, justificando así la vocación de la misma hacia este sector y su marcada ruralidad.</p>
	Pastos	16,4	%	
	Total sector agrícola	65,3	%	
	Agroindustria de la caña	13	%	<p>Las áreas en pastos por su parte, que representan alrededor del 16% del área total de la cuenca, se discriminan para tener un indicio de cuánta área se estaría destinando a la ganadería, asociado esta cobertura en particular con esta actividad.</p> <p>De otro lado, se resalta que dentro de las áreas agrícolas, la caña de azúcar, reviste gran importancia dada la implantación del Ingenio Risaralda como principal agroindustria de la cuenca, en este sentido, según información reportada por el mismo Ingenio dentro de su informe de gestión a corte 2015, esta agroindustria representa cerca del 13% del área total de la cuenca Risaralda.</p> <p>Es importante señalar que el sector industria y demás sectores considerados por el DANE no son muy representativos en la cuenca en términos de área y que desde el análisis de coberturas no se puede establecer exactamente qué porcentaje de las áreas artificializadas corresponden a uno u otro sector, no obstante su participación en la cuenca se analiza desde otros indicadores económicos dentro del documento.</p>





10. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

10.1 Espacio de participación

La estrategia de participación en la fase de diagnóstico se llevó a cabo de acuerdo con lo planteado en la fase de aprestamiento, aplicando la línea estratégica de: difusión, inclusión y representatividad, a través de talleres participativos, que apoyaron la construcción del diagnóstico de la cuenca en todos los componentes (gestión de riesgo, recurso hídrico, socioeconómico y cultural, usos de la tierra y ecosistemas estratégicos).

Otro de los espacios de participación fueron los recorridos de campo, que permiten contrastar la realidad, entrar en diálogo con los actores y documentar a partir de la observación participante las condiciones y calidad de vida de los habitantes del territorio, los discursos, percepciones y saberes, el sentido de pertenencia con el territorio. Además de estos espacios, se generaron encuentros a partir de las visitas a los actores claves que permitían recolectar información relevante, para la construcción del diagnóstico y la inclusión para la convocatoria a la conformación del Consejo de Cuenca.

10.1.1 Resultados del proceso de los espacios de participación en la Cuenca Risaralda

La participación de actores en la fase de diagnóstico del POMCA del río Risaralda fue numerosa, contó con un total de 1880 participantes pertenecientes a 12 tipos o clasificación de actores.

La participación se realizó a través de 21 espacios de talleres de diagnóstico con la población del territorio y talleres de impacto con comunidades étnicas con un cubrimiento en los 14 municipios de la cuenca, 72 espacios de recolección de información, 7 salidas al campo del equipo técnico, 45 espacios de convocatoria al Consejo de Cuenca donde se recolectó información y 23 espacios generados con comunidades étnicas, para un total de 168 espacios de recolección de información primaria y secundaria, de nivel local y regional como insumo del análisis diagnóstico de la Cuenca del río Risaralda.

Tabla 182 Espacios de participación en la Cuenca del río Risaralda

Cantidad de Espacios de participación Cuenca del río Risaralda	Cantidad de espacios
Taller Diagnóstico y de impactos	21
Recolección de la información	72
Convocatoria Consejo de Cuenca y recolección de información	45
Salidas a campo técnicos	7
Comunidades Étnicas	23
Total	168

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

En los espacios de participación la representatividad de los actores fue liderada por los grupos étnicos, las juntas de acción comunal y los entes territoriales como se muestra en la Figura 119.



Figura 119 Representatividad de los actores en los espacios de participación.

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016

A partir de la estrategia de participación llevada a cabo en la fase de diagnóstico, se obtiene como resultado la inclusión y representatividad de los actores identificados, caracterizados y priorizados de la cuenca, en la Formulación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Risaralda.

10.2 Herramientas y material divulgativo

El diseño de las herramientas y el material divulgativo están dirigidos a informar e invitar **de manera general** a todos los actores a participar y aportar conocimiento e información en la construcción del diagnóstico, y **de manera específica** a los actores claves e interesados en conformar el Consejo de Cuenca.

De manera específica se diseñaron los siguientes productos y actividades como estrategias de **“Difusión, Inclusión y Representatividad”**.

10.2.1 Flyer de invitación

Con el fin de posicionar una imagen y recordación se diseñó un flyer de invitación haciendo la convocatoria a los diferentes espacios conservando el mismo esquema y siendo el factor diferenciador los datos propios del evento.



Figura 120 Diseño de Flyer para Consejo de Cuenca
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016



TEMA: Taller de Diagnóstico para la construcción del Plan de Ordenación y manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Risaralda de acuerdo a los Lineamientos del decreto 1076 del 2015.
FECHA: 12 de MARZO Sábado del 2016
HORA: 2:00Pm a 6:00pm
LUGAR: PARCIALIDAD FLOR DEL MONTE BELEN DE UMBRIA, CONSULTA PREVIA.
Contacto: Cra 18 E No. 42B – 352, Villas del Jardín III, Local 5, Pereira - Risaralda
pomcasrisaralda@gmail.com, Tel: 3141728



Figura 121. Diseño de Flyer para Taller de Diagnóstico
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

10.2.2 Comunicados en prensa en diarios y pagina web

La Corporación y el consorcio generaron comunicados de prensa con el propósito de convocar e invitar al mayor número de actores a que se integren al proceso del POMCA y hagan parte del consejo de cuenca.




Figura 122. Publicación Comunicado de prensa en la página de la CARDER
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

Adicionalmente, la Corporación Autónoma Regional de Risaralda, apoyando siempre las actividades correspondientes al Plan de medios del proyecto, realiza continuamente publicaciones en su página web, como se evidencia a continuación

http://www.carder.gov.co/app/webroot/index.php/intradocuments/webExplorer/convocatoria_consejo_cuencas_2104



Convocatoria Documento	Consejo	Cuencas	Fecha de Publicación	de	Creado Por
 Convocatoria Hidrográfica Río Risaralda	Consejo	Cuenca	2016-05-24 04:05:33-05		Ana María Pineda

10.2.3 Cuñas radiales

El consorcio y la comisión conjunta diseñan, estructuraron y elaboraron **cuñas radiales** con el propósito de motivar e invitar a formar parte del **Consejo de Cuenca** al mayor número de actores y llegar por todos los medios posibles de difusión a cada municipio con el fin de que la población participe en el proceso y sean representantes y líderes en el Consejo de Cuenca.

Audio POMCA Risaralda 1:

La cuenca vive para que tú vivas la CARDER y CORPOCALDAS invitan a que hagas parte del proceso del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Risaralda el POMCA te pone en sintonía con el Planeta.

Audio POMCA Risaralda 2:

La Elaboración del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Risaralda se encuentra en fase su fase de Diagnóstico vincúlase ayudando a reconocer su situación actual desde los componentes social, ambiental y cultural. Invitan CARDER y CORPOCALDAS.

Audio POMCA Risaralda 3:

Participa activamente en la elaboración del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Risaralda tú conoces tu cuenca CARDER y CORPOCALDAS invitan a que hagas parte de la fase de Diagnóstico del Proyecto.

Audio POMCA Risaralda 4:

Desde Riosucio Caldas hasta la Virginia Risaralda, desde el Cristo de Belalcázar hasta el Tatamá la cuenca del río Risaralda nos da vida agua, comida y disfrute. Participa en su planificación vincúlase al POMCA del río Risaralda.

Audio POMCA Risaralda 5:

Indígenas, campesinos, industrias, turistas y habitantes urbanos y rurales habitan y comparten en la cuenca del Río Risaralda reconozcámonos en un territorio común que requiere tu apoyo para su planificación, vincúlase al POMCA del río Risaralda

10.2.4 Entrevistas radiales y de televisión

Dando cumplimiento al Plan de Medios propuesto en el documento de estrategia de participación y sus estrategias de difusión, Inclusión y representatividad; también se atendieron entrevistas en emisoras radiales y canales de televisión por parte del equipo del consorcio en diferentes municipios con el objetivo de motivar a participar a la comunidad a que participe en el Consejo de Cuenca.

10.2.5 Difusión en redes sociales

El fortalecimiento creación y administración de las redes sociales han permitido abrir un canal de comunicación directo con todos los actores y seguidores permitiéndoles tener un conocimiento continuo del avance y actividades día a día del proyecto, posicionando el POMCA con una imagen positiva y transparente la cual genera confianza frente al proceso y permite una retroalimentación continua.



Figura 123. Twitter POMCAS RISARALDA
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

10.2.6 Paquetes de material divulgativo e impreso

De manera complementaria a lo anterior, se diseñaron y entregaron paquetes especiales de material divulgativo e impreso partiendo de una clasificación objetiva de actores que permite realizar una distribución de una manera masiva, distribución a actores participativos y actores específicos integrantes del Consejo de Cuenca.



Figura 124. Paquetes divulgativos

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

11. CONSULTA PREVIA

La Consulta previa es el derecho fundamental que tienen los pueblos indígenas y los demás grupos étnicos cuando se toman medidas (legislativas y administrativas) o cuando se vayan a realizar proyectos, obras o actividades dentro de sus territorios, busca de esta manera proteger su integridad cultural, social y económica y garantizar el derecho a la participación.

En el marco de la formulación del POMCA del río Risaralda se inició la Consulta Previa desde la fase de Aprestamiento, en la cual, luego de reconocer las comunidades indígenas asentadas en el territorio, se avanzó en la primera

actividad: La Pre-consulta. En el Diagnóstico se continua la actividad para llegar a desarrollar talleres Diagnósticos y Talleres de Impactos, los cuales deben ser avalados por el Ministerio del Interior.

11.1. Fase de desarrollo de la consulta previa en la fase de diagnóstico

Con el propósito de dar continuidad a los diferentes procedimientos consultivos según la Directiva Presidencial 10 de 2013, se continua con la etapa de Consulta Previa y la elaboración del Diagnóstico, en el marco de la cual el Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda procede a llevar a cabo los talleres de recolección de información con las comunidades con el fin de documentar el diagnóstico general de la cuenca y poder obtener de primera mano de las comunidades indígenas y el conocimiento del territorio. Para tal fin se llevó a cabo el siguiente proceso:

11.1.1. Contacto interinstitucional y con las comunidades participantes

Según el requerimiento de la guía técnica, uno de los espacios más representativo se constituye en los talleres de diagnóstico participativo con los actores presentes en la cuenca con el propósito de generar un escenario de participación para la construcción del diagnóstico del POMCA Risaralda, además para la intervención en el territorio se ha propuesto una metodología sobre la cual se soportan los diferentes espacios participativos y se constituyen las líneas transversales a saber: (i) Comunicación y sensibilización, (ii) Difusión, inclusión y representatividad de la participación, (iii) Conocimiento y educación, (iv) Gestión del conocimiento y (v) Implementación del conocimiento. Así mismo se diseña una estrategia metodológica para el desarrollo de los talleres diagnósticos, con la elaboración conjunta de mapas de diagnóstico social o mapas parlantes y la reconstrucción de la historia a través de la estrategia de línea de tiempo, estas permitieron la inclusión de diferentes actores sociales y grupos etarios, logrando interactuar alrededor de la dinámica del territorio y entregando elementos valiosos en cuanto a potencialidades o debilidades de la Cuenca para este caso con las comunidades étnicas.

Los escenarios para la construcción de la fase diagnóstico en las comunidades indígenas fueron de manera participativa con el propósito de vincular a los participantes con el desarrollo de las actividades desde el mismo momento de la convocatoria y logística del taller hasta su ejecución. Se realizan tres talleres con las comunidades indígenas, en el municipio de Guática, en el municipio de Belén de Umbría y en el municipio de Riosucio, de la Cuenca del Río Risaralda, con el propósito de generar la construcción del diagnóstico del POMCA Risaralda.

Otro de los espacios participativos se constituye en los recorridos de campo, que permiten contrastar la realidad, entrar en dialogo con los actores y documentar a partir de la observación participante las condiciones y calidad de vida de los habitantes del territorio, los discursos, las percepciones los saberes, y el sentido de pertenencia con el contexto.

Así mismo se construyó un documento con la información sobre servicios sociales básicos de las comunidades indígenas el cual reúne los mismos aspectos del diagnóstico contemplados en la guía, entre ellos la dinámica poblacional y ocupación del territorio, los servicios sociales como educación, salud, vivienda, recreación, servicios comunitarios, medios de comunicación existentes, pobreza y desigualdad, seguridad y convivencia, cultura y organización.



Figura 125 Talleres de Diagnóstico en Belén de Umbría y Guática.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

11.1.2. Taller de impactos

11.1.2.1 Reuniones de Apertura y Taller de Impactos con comunidades Indígenas del Departamento de Risaralda.

En continuidad con las acciones programadas se procede a desarrollar los talleres de Impacto con las comunidades Indígenas de Belén de Umbría y de Guática, realizados en acompañamiento del Ministerio del Interior y demás entes veedores, a las cuales se les realizó su debido proceso de convocatoria a través de los oficios (OFI16-000017727-DCP2500 y OFI16-000017729-DCP2500) emitidos por dicho Ministerio, dos reuniones así:

Para la realización de los talleres de Impacto, se sigue el mismo protocolo definido por el Ministerio; luego de determinar las fechas se realiza la respectiva invitación a entes veedores como: Alcaldías Municipales, Personería, Defensoría del Pueblo Regional, Defensoría nacional, Gobernador del Departamento de Risaralda, Procuraduría General de la Nación y Regional, las dos corporaciones Autónomas y las comunidades indígenas con su organización en pleno; dando cumplimiento a este aspecto se planea y organiza la logística del evento en conjunto con los delegados indígenas brindando todo el apoyo necesario para su desarrollo.



Figura 126 Desarrollo de los talleres de Impacto en Belén de Umbría y Guática Risaralda.
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

Para esta fase se diseñó un material divulgativo que consiste en un folleto que incluye información relevante sobre: Qué es el POMCA, sus fases, Qué es el Consejo de Cuenca, quienes lo conforman y aspectos relacionados con la Consulta Previa, los actores participantes y el mapa de la cuenca, dicho folleto fue diseñado con la participación y propuesta del grupo indígena incorporándole imágenes y frases propias de su cultura y representatividad. Los 500 ejemplares de este material fueron entregados en los talleres de Impacto y en reuniones con las comunidades.

Lado A



Lado B



Figura 127 Material Divulgativo para Comunidades Indígenas. Folleto Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

11.1.2.2 Recorridos en campo para la identificación de situaciones problema como uno de los resultados de talleres de impacto en el departamento de Risaralda

Para complementar las acciones desarrolladas como producto de los talleres de impacto, se plantean dos recorridos en los territorios indígenas, en los cuales se identificarán las problemáticas expresadas por la comunidad, entre ellos está el recorrido a la Bocatoma del corregimiento de San Clemente en el municipio de Guática, dicho recorrido se realiza en compañía de la gerente de la empresa de aguas del municipio, el fontanero y el representante de la Alcaldía, un integrante de la comunidad, otro de la parcialidad indígena y profesionales del consorcio Risaralda, durante el recorrido también se pudo apreciar el trabajo comunitario realizado en compañía de la CARDER para reforestar y proteger dichas zonas a través de cercos, los cuales en algunos tramos ameritan un mantenimiento.



Figura 128 Recorrido Bocatoma San Clemente Guática.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

También se realizó un recorrido por los predios de la parcialidad Flor del Monte perteneciente al municipio Belén de Umbría, en donde se presenta una versión por parte de los habitantes sobre varias fuentes de contaminación tanto de sus aguas como de sus terrenos, dicha información fue recibida en el taller de Impactos realizado con la CARDER, CORPOCALDAS y el Ministerio del Interior, razón por la cual se planeó el recorrido de reconocimiento a la problemática en acompañamiento del gobernador de la parcialidad, tres líderes de la comunidad, y el consorcio ordenación Cuenca río Risaralda.

Se visitan tres puntos o focos de contaminación; el primero corresponde a un tramo de manguera que lleva las aguas de un beneficiadero de café y desembocan en una fuente de agua de la comunidad, el segundo un tramo de manguera que lleva las aguas de los baños de las viviendas ubicadas en la parte alta de la parcialidad y desemboca en un lote de cultivo y finalmente un tramo de manguera que conlleva aguas residuales de porcícolas de propiedad viviendas ubicadas en la parte alta de la vereda.



Figura 129 Recorrido predios de la parcialidad Indígena Flor del Monte- Belén de Umbría

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

11.1.2.3 Participación de la comunidad Indígena en el Consejo de Cuenca.

En cumplimiento con lo establecido en el Decreto 1076 de 2015 y la Resolución 509 del 2013 que determina los lineamientos para la conformación del Consejo de Cuenca y su participación en las fases del Plan de Ordenación de la Cuenca y que indica que estará integrado por Comunidades Indígenas tradicionalmente asentadas en la cuenca entre otros actores, se expresa que el proceso llevado a cabo con las comunidades fue el siguiente:

Las dos comunidades de Risaralda se reunieron en asambleas internas e independientes para determinar quién los representaría ante el Consejo de Cuenca, de dicha elección surge un representante por el departamento de Risaralda, y dos por el Departamento de Caldas, los cuales acudieron a la convocatoria realizada por las Corporaciones Autónomas en el mes de Junio.

Para el día 15 de Junio de 2016 se realiza la reunión en CARDER, con las comunidades indígenas en donde se define quienes harán parte del Consejo tanto de Caldas como de Risaralda, de lo cual queda soporte en acta respectiva.



Figura 130 Imágenes de reunión de elección de representantes Indígenas al Consejo de Cuenca

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

11.1.2.4 Talleres de impactos con comunidades Indígenas del Departamento de Caldas.

Según lo programado en la ruta metodológica se realizarían los talleres de impactos para las comunidades indígenas de Caldas para los días 3,4,5 y 6 de Octubre del presente año, pero debido a requerimientos internos de las comunidades, el CRIDEC, solicita el aplazamiento de dichas actividades ante el Ministerio de Interior, quien aprueba el proceso y emite los respectivos oficios de cancelación, los cuales se remiten por parte de CARDER y el consorcio a las respectivas entidades que han acompañado el proceso. Oficios, OFI16-000036247-DCP2500, OFI16-000036258-DCP-2500 y OFI16-000036263-DCP-2500.



Figura 131. Solicitud de aplazamiento por parte del CRIDEC

Fuente: CRIDEC 2016

Según lo programado se realiza la respectiva cancelación a las entidades y posteriormente una nueva convocatoria para el mes de noviembre.

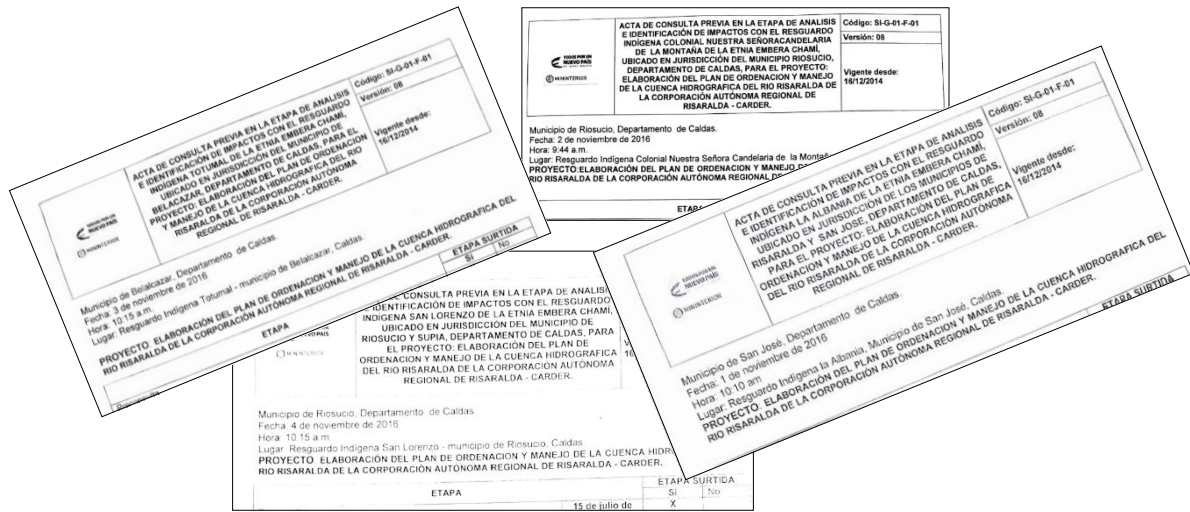


Figura 132 Convocatorias para los talleres de Impactos en las comunidades de Caldas.
Fuente: Ministerio de Interior 2016

Se realizan los talleres durante la primera semana de noviembre así.

Tabla 183 Relación de Talleres de Impactos en Caldas.

Evento	Municipio	fecha
Análisis e identificación de impactos	Resguardo La Albania- San José	01/11/2016
Análisis e identificación de impactos	Resguardo Nuestra Señora Candelaria de la Montaña- Riosucio	02/11/2016
Análisis e identificación de impactos	Resguardo Totumal- Belalcazar.	03/11/2016
Análisis e identificación de impactos	Resguardo San Lorenzo	04/11/2016

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

En términos generales en cada uno de los talleres se realizó la presentación del alcance de los taller de impacto en POMCAS, considerando que es un espacio participativo en el cual se presenta la información consolidada y suministrada por la comunidad y de fuentes secundarias en el cual se muestra de manera clara el resultado de la síntesis ambiental del diagnóstico, teniendo en cuenta las características culturales de las comunidades étnicas, los principales problemas, conflictos y potencialidades que se identificaron en la cuenca a partir de la caracterización de los componentes biofísico, socioeconómico, administrativo y

de gestión del riesgo; así como la priorización de los mismos. (Alcances Técnicos para la Consulta previa, Fondo Adaptación 2015).

Los temas de peso durante los talleres fueron la Dinámica poblacional Comunidades Indígenas de la Cuenca del Río Risaralda, Dinámica y apropiación del territorio y Servicios Sociales Básicos entre ellos el agua, el servicio de alcantarillado, la energía, la recolección de basuras.

Aspectos sobre Educación, Índice de Calidad del Agua (ICA), Índice de Alteración Potencial a la Calidad del Agua (IACAL), Índice de Densidad Poblacional, Indicador de Tasa de Crecimiento, Porcentaje de población con acceso al Agua por Acueducto, Porcentaje de Área de Sectores Económicos, Indicador de Seguridad Alimentaria, Porcentaje y área (ha) de áreas protegidas del SINAP (Sistema Nacional de Áreas Protegidas). Todos estos aspectos se reúnen en un documento aparte sobre talleres de impacto y medidas de manejo.

Así mismo se desarrolla la Matriz de impactos que reúne las principales situaciones problema en las comunidades, describiendo los diferentes componentes como: Servicios Sociales, Socio-económico, Recurso Hídrico, uso de suelos, biodiversidad, y gestión del riesgo, estos aspectos organizados según la problemática, los conflictos y las potencialidades.



Figura 133 Registro fotográfico de la realización de talleres de impactos en los resguardos Indígenas de La Albania, Totumal, La Montaña y San Lorenzo.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

Durante el desarrollo de cada uno de los talleres fue entregado como material de apoyo y divulgación, un afiche que contiene las fases del POMA, paralelo a las fes del proceso de consulta previa, incluye además la distribución del sistema nacional de áreas protegidas, y algunos sitios de interés cultural repostado por las mismas comunidades.

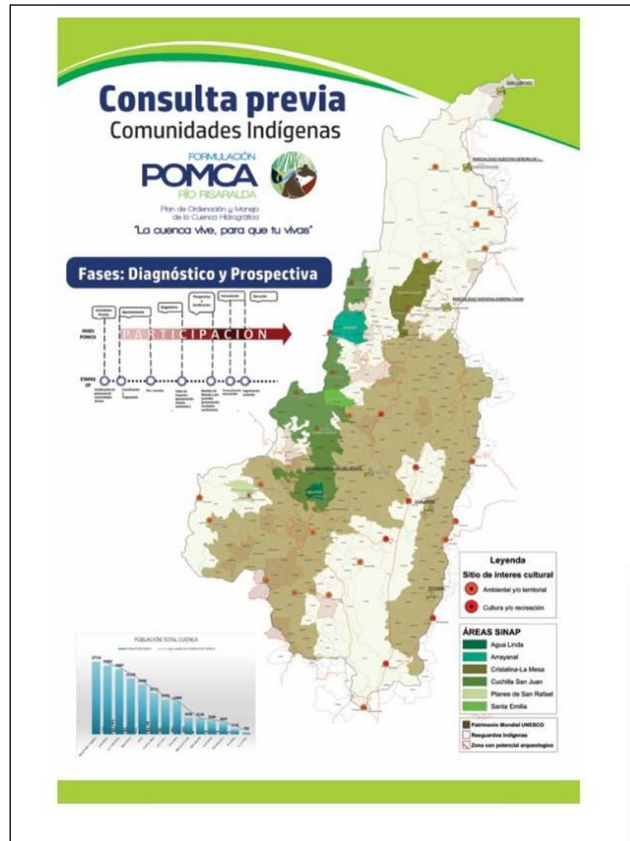


Figura 134 Afiche material didáctico.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

Conclusiones Preliminares del Proceso de Consulta Previa.

El proceso de Consulta Previa para los Planes de Ordenación y Manejo de Cuenca Hidrográficas, ha sido un proceso nuevo, desde el decreto 1640 del 2012, sustituido por actual 1076 del 2015, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. En el cual se ha venido construyendo la metodología de intervención en el paso a paso. Si bien existe una guía para Consulta Previa del Fondo de Adaptación, las comunidades y los territorios son diferentes y no se puede aplicar el mismo modelo teniendo en cuenta cambios y modificaciones y el manejo cultural e idiosincrático.

La vinculación de las comunidades indígenas de la Cuenca del Río Risaralda, se ha llevado a cabo teniendo en cuenta la estrategia de participación propuesta desde la fase de aprestamiento del POMCA, lo cual garantiza que el proceso ha

sido participativo incluyente y enfocado a la responsabilidad que tienen las comunidades con el cuidado y protección de la Cuenca.

A partir de la identificación de los problemas y la priorización de los mismos en la fase de diagnóstico, se pretende desde la fase de prospectiva del POMCA, la cual corresponde a los Acuerdos y Medidas de manejo en la guía de Consulta Previa, llevar a cabo propuestas, que puedan mitigar algunas de las problemáticas identificadas en los talleres de impacto.

De manera particular, en cada comunidad de la cuenca y de manera general, se muestra los principales problemas, conflictos y potencialidades asociados al área de influencia directa del territorio étnico y cómo estos se ven plasmados dentro de la cuenca. Elaborando un nuevo documento que reúne un análisis de la problemática, y el marco conceptual relacionado con todos los componentes del POMCA que hará parte de la fase de prospectiva.

En términos de la participación de las comunidades indígenas, se continua con el proceso de apoyo logístico por parte del Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, en el desarrollo de los talleres con la parcialidad indígena Embera Chami de Guática y Flor del Monte de Belén de Umbría, en Risaralda y con las Comunidades de Caldas, San Lorenzo, Nuestra Señora Candelaria de la Montaña, Albania y Totumal. En la Coordinación entre las Instituciones y Comunidades, y el equipo técnico del POMCA, para la construcción del POMCA Risaralda, además del apoyo en convocatoria y en coordinación desde la estrategia de participación.

Se destaca la participación activa de las comunidades indígenas de la Cuenca en el Consejo de Cuenca, en el cual tienen asiento tres representantes, se pretende mantener activa la información, comunicación y participación de los grupos étnicos, en relación con los demás actores de la Cuenca, generando un proceso de inclusión y representatividad, además de la visión de Cuenca y la construcción colectiva del proceso.