GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA

2013

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL ACTUALIZADO

CONEXIÓN VIAL ABURRÁ - ORIENTE

CONCESIÓN TUNEL ABURRÁ-ORIENTE S.A.

CAPÍTULO 3 – CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL

COMPONENTE BIOTICO Y SOCIOECONÓMICO

GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA

CONCESIÓN TUNEL ABURRÁ-ORIENTE S.A.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL ACTUALIZADO

CONSULTORES PARTICIPANTES:

INTEGRAL INGENIEROS CONSULTORES

CONSORCIO SIGA PLYMA COLOMBO - CHILENO

GEODATA

INTEINSA INGENIERÍA INTELIGENTE

GICA S.A.S. GESTIÓN EN INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

L&D PROFESIONALES ASOCIADOS

FABIÁN HOYOS PATIÑO

ACCIÓN FLORA

GSA S.A.S. GESTIÓN Y SERVICIOS AMBIENTALES S.A.S.

plyma PLANES Y MANEJOS AMBIENTALES

CVG Servicios Ambientales

RAFAEL HERRERA FARFÁN
CONSULTOR AMBIENTAL

TABLA DE CONTENIDO

3 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 3.1-18

3.1 Áreas de influencia 3.1-18
3.2 Medio abiótico 3.2-18
3.3 Medio biótico 3.3-18
3.3.1 Ecosistemas terrestres 3.3-18
3.3.1.1 Caracterización y mapificación de los ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto 3.3-18
3.3.1.2 Área de Influencia Indirecta 3.3-20
3.3.1.3 Área de Influencia directa local 3.3-22
3.3.1.4 Área de Influencia directa puntual 3.3-23
3.3.1.5 Flora 3.3-25
3.3.1.6 Fauna 3.3-107
3.3.2 Conectividad Ecológica 3.3-154
3.3.2.1 Estructura espacial del paisaje 3.3-155
3.3.2.2 Resultados 3.3-157
3.3.2.3 Corredores ecológicos 3.3-164
3.3.3 Ecosistemas acuáticos 3.3-172
3.3.3.1 Asociación de los macroinvertebrados acuáticos en el Área de Influencia directa puntual y local 3.3-172
3.3.3.2 Asociación del zooplancton en el Área de Influencia 3.3-222
3.3.3.3 Asociación del Potamoplancton (Fitoplancton de Ríos) en el Área de Influencia Directa 3.3-237
3.3.3.4 Potamoplanton en el área de influencia directa local del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente 3.244
3.3.3.5 Asociación del Ficoperifiton en el Área de Influencia 3.263
3.3.3.6 Fauna Íctica 3.291
3.4 Medio socioeconómico 3.4-304
3.4.1 Sistema socioeconómico y cultural 3.4-306
3.4.1.1 Dinámica poblacional y socioeconómica 3.4-306
3.4.1.2 Fuentes de empleo e ingresos de la población 3.4-315
3.4.1.3 Nivel de escolaridad 3.4-318
3.4.1.4 Salud 3.4-319
3.4.2 Perfil habitacional 3.4-320
3.4.2.1 Estratificación de las viviendas 3.4-321
3.4.2.2 Tenencia de la vivienda y tiempo de permanencia 3.4-322
3.4.2.3 Características de las viviendas 3.4-324
3.4.2.4 Característica de la vivienda en el AID Local 3.4-324
3.4.2.5 Servicios públicos domiciliarios en el AID 3.4-325
3.4.3 Infraestructura física y vial del AID 3.4-330
3.4.3.1 Características de la Infraestructura vial 3.4-330
3.4.4 Actividades productivas 3.4-331
3.4.4.1 Descripción general de las actividades productivas del AID 3.4-332
3.4.4.2 Actividad Agropecuaria en el AID de la Cuenca Santa Elena 3.4-335
3.4.4.3 Actividad agropecuaria en el AID de la Cuenca de Yarumal 3.4-353
3.4.4.4 Actividad Agropecuaria en el AID de la Cuenca La Cascada 3.4-360
3.4.4.5 Relación de la producción de flores y la actividad silletera en el AID 3.4-362
3.4.4.6 Demanda actual y proyección del recurso hídrico para las actividades productivas en el AID . 3.4-367
3.4.5 Tendencias de Desarrollo Económico del AID 3.4-375
3.4.5.1 Proyectos en el corto y mediano plazo en el AID Local 3.4-379
3.4.5.2 Proyectos en el corto y mediano plazo en el AID Puntual 3.4-382
3.4.6 Dimensión Cultural 3.4-383
3.4.6.1 Manifestación cultural silletera en el AID local: Economía, Cultura y Territorio 3.4-383

3.4.6.2 Características de la manifestación silletera en la actualidad 3.4-383
3.4.6.3 El cultivo de flores como patrimonio de la cultura local. 3.4-385
3.4.6.4 Dinámicas de asociación en la comunidad silletera 3.4-389
3.4.6.5 Eventos y festividades relacionadas con la manifestación cultural silletera 3.4-394
3.4.6.6 Nueva Ruralidad y desafíos de la comunidad silletera 3.4-399
3.4.6.7 Patrimonio Cultural Inmueble Arquitectónico, Urbanístico y Arqueológico ubicado en el Área de Influencia Directa Local. 3.4-408
3.4.7 Patrimonio arqueológico 3.4-418
3.4.7.1 Alcance 3.4-419
3.4.7.2 Metodología 3.4-419
3.4.7.3 Trabajo de campo 3.4-419
3.4.7.4 Conclusiones 3.4-420
3.4.8 Dimensión Político–Organizativa en el AID 3.4-423
3.4.8.1 Relación de las autoridades municipales y líderes comunitarios. 3.4-429
3.4.8.2 Medios de comunicación locales 3.4-429
3.4.9 Caracterización Socioeconómica del Área de Influencia Indirecta 3.4-430
3.4.9.1 Área de Influencia Indirecta Local 3.4-430
3.4.9.2 Área de Influencia Indirecta Puntual 3.4-448
3.5 Zonificación Ambiental 3.5-454
3.5.1 Establecimiento de criterios 3.5-455
3.5.2 Resultados 3.5-457
3.5.2.1 Zonificación ambiental- Componente Físico 3.5-457
3.5.2.2 Zonificación ambiental componente físico final. 3.5-464
3.5.2.3 Zonificación ambiental- Componente Biótico 3.5-465
3.5.2.4 Zonificación ambiental componente biótico final 3.5-474
3.5.2.5 Zonificación ambiental- Componente Socioeconómico 3.5-476
3.5.2.6 Zonificación ambiental- Componente Socioeconómico final 3.5-494
3.5.2.7 Zonificación ambiental (general) 3.5-495
3.5.3 Áreas según la jerarquía de la zonificación ambiental 3.5-496
3.5.3.1 Áreas de especial significado ambiental 3.5-496
3.5.3.2 Áreas de importancia social 3.5-497
3.5.3.3 Áreas de producción económica 3.5-497
3.5.3.4 Áreas Recuperación ambiental 3.5-497
3.5.3.5 Áreas de riesgo y amenazas 3.5-497

LISTADO DE TABLAS

Tabla 3-1 - Denominación de la precipitación anual 3.3-18
Tabla 3-2 - Denominación termal. 3.3-18
Tabla 3-3 - Agrupación de las coberturas terrestres 3.3-19
Tabla 3-4 - Vegetación vía a cielo abierto por km 3.3-28
Tabla 3-5 - Riqueza y diversidad de epífitas vasculares de acuerdo al tipo de cobertura vegetal 3.3-29
Tabla 3-6 - Riqueza y diversidad de briófitos epífitos de acuerdo al tipo de cobertura vegetal 3.3-29
Tabla 3-7 - Riqueza y diversidad de briófitos terrestres de acuerdo con el tipo de cobertura vegetal 3.3-30
Tabla 3-8 - Porcentaje de coberturas en el área de influencia directa puntual 3.3-31
Tabla 3-9 - Número de árboles hospederos muestreados, especies e individuos de epífitas vasculares por sitio de muestreo 3.3-33
Tabla 3-10 - Número cuadrantes muestreados en 5 árboles por sitio, especies e individuos de briófitos epífitos 3.3-36
Tabla 3-11 - Número cuadrantes muestreados en 5 árboles por sitio, especies e individuos de briófitos epífitos 3.3-38
Tabla 3-12 - Ubicación de individuos vedados 3.3-41
Tabla 3-13 - Volúmenes de madera a remover por cobertura y especie dominante 3.3-42
Tabla 3-14 - Volumen de madera total a remover por cobertura Portal Oriental 3.3-42
Tabla 3-15 - Volúmenes de madera a remover en el portal norte 3.3-43
Tabla 3-16 - Volúmenes de madera en el portal sur 3.3-43
Tabla 3-17 - Volumen de madera encontrado en 20 parcelas circulares de 100m2 ..... 3.3-44
Tabla 3-18 - Zonas de vida en área de influencia directa local con área de ocupación 3.3-44
Tabla 3-19 - Porcentaje de coberturas en el área de influencia directa local 3.3-45
Tabla 3-20 - Ubicación de Parcelas de caracterización. 3.3-45
Tabla 3-21 - Resultados de la caracterización por categoría 3.3-46
Tabla 3-22 - Riqueza de especies y familias de algunos boques premontanos y montanos de Colombia partir de muestreos de 0.1 Ha 3.3-49
Tabla 3-23 - Índice de Margalef para cuatro coberturas 3.3-50
Tabla 3-24 - Índice de Simpson para cuatro coberturas 3.3-50
Tabla 3-25 - Índice de Berger-Parker para cuatro coberturas 3.3-50
Tabla 3-26 - Índice de Shannon para cuatro coberturas 3.3-51
Tabla 3-27 - Índice de Brillouin para cuatro coberturas 3.3-51
Tabla 3-28 - Volumen de madera promedio por hectárea y Cobertura 3.3-61
Tabla 3-29 - Cuantificación de la Biomasa por coberturas 3.3-62
Tabla 3-30 - Ubicación parcela de estudio 3.3-63
Tabla 3-31 - Índices de diversidad, túnel seminario 3.3-64
Tabla 3-32 - Localización Parcelas 3.3-66
Tabla 3-33 - Registro de Familia y especies de Epífitas y Hemiepífitas 3.3-67
Tabla 3-34 - Resultados índices 3.3-68
Tabla 3-35 - Ubicación de las parcelas de estudio 3.3-70
Tabla 3-36 - Número de individuos de las diez especies más comunes registradas en la Reserva Nare. .. 3.3-71
Tabla 3-37 - Índices de riqueza, dominancia y equidad 3.3-72
Tabla 3-38 - Localización Parcela de muestreo. 3.3-75
Tabla 3-39 - Registro de Familia y especies de epífitas. 3.3-76
Tabla 3-40 - Resultados de los índices. 3.3-76
Tabla 3-41 - Ubicación de las parcelas de estudio. 3.3-79
Tabla 3-42 - Índices de diversidad quebrada la Yarumal. 3.3-80
Tabla 3-43 - Número de individuos por hábito de crecimiento. 3.3-88
Tabla 3-44 - Individuos de Hieronyma antioquensis en parcelas de caracterización. 3.3-90
Tabla 3-45 - Individuos de la familia Cyatheaceae identificados en parcelas. 3.3-92

Tabla 3-46 - Leyenda de las coberturas vegetales en el área de influencia indirecta. 3.3-93
Tabla 3-47 - Porcentaje de coberturas en el área de influencia indirecta. 3.3-105
Tabla 3-48 - Sitios muestreados del Área de Influencia Directa puntual y local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-109
Tabla 3-49 Distribución y composición de anfibios en el área de influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-111
Tabla 3-50 - Distribución y composición de anfibios en el área de influencia directa local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-112
Tabla 3-51 - Indicadores ecológicos 3.3-116
Tabla 3-52 - Especies registradas en alguna categoría de amenaza. 3.3-118
Tabla 3-53 - Especies de anfibios en el área de influencia indirecta puntual y local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-119
Tabla 3-54 - Composición y distribución de reptiles en el área de influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente 3.3-120
Tabla 3-55 - Composición y distribución de reptiles en el área de influencia directa local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-122
Tabla 3-56 - Diversidad α de reptiles para cada uno de los sectores estudiados en el área de influencia directa local y puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-126
Tabla 3-57 - Especies de reptiles en el área de influencia indirecta del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente 3.3-128
Tabla 3-58 - Indicadores ecológicos de aves en el área de influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente 3.3-135
Tabla 3-59 - Indicadores ecológicos de aves en el área de influencia directa local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-139
Tabla 3-60 - Especies de aves amenazadas en el área de influencia directa (local y puntual) 3.3-142
Tabla 3-61 - Especies de aves amenazadas reportadas en la información secundaria. 3.3-143
Tabla 3-62 - Indicadores ecológicos de mamíferos en el área de influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-147
Tabla 3-63 - Especies de mamíferos en el área de influencia indirecta del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-153
Tabla 3-64 - Métrica para los fragmentos de bosque natural 3.3-157
Tabla 3-65 - Especies de flora reportadas en los fragmentos considerados nodos en el paisaje 3.3-163
Tabla 3-66 - Valoración de resistencia para los diferentes tipos de cobertura terrestre 3.3-166
Tabla 3-67 - Índice de PC para los fragmentos de bosque en los dos escenarios evaluados 3.3-167
Tabla 3-68 - Macroinvertebrados acuáticos del área de Influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente (Cuenca Yerbabuena). 3.3-172
Tabla 3-69 - Macroinvertebrados acuáticos del área de Influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente (Vía Cielo Abierto occidental) 3.3-173
Tabla 3-70 - Macroinvertebrados acuáticos del área de Influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente (Cuenca Santa Elena). 3.3-174
Tabla 3-71 - Macroinvertebrados acuáticos del área de Influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente (Cuenca Rionegro) 3.3-175
Tabla 3-72 - Índices ecológicos del ensamble de macroinvertebrados en el área de influencia directa local del proyecto conexión vial Aburrá-Oriente (cuenca Yerbabuena). 3.3-178
Tabla 3-73 - Índices ecológicos del ensamble de macroinvertebrados en el área de influencia directa local del proyecto conexión vial Aburrá-Oriente (sector vía a cielo abierto occidental). 3.3-178
Tabla 3-74 - Valores de los índices ecológicos del ensamble de macroinvertebrados encontrados en las estaciones de muestreo de la cuenca Santa Elena Portal Occidental en la zona de influencia drecta puntual del proyecto Conexión Vial Aburra Oriente. 3.3-179

Tabla 3-75 - Valores de los índices ecológicos del ensamble de macroinvertebrados encontrados en las estaciones de muestreo de la cuenca Rionegro en la zona de influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburra Oriente. 3.3-179
Tabla 3-76 - Matriz de similaridad de Bray-Curtis para los macroinvertebrados entre las estaciones de muestreo ubicadas en Cielo Abierto en la zona de influencia directa puntual del proyecto conexión vial Túnel Aburrá-Oriente..... 3.3-180
Tabla 3-77 - Valores obtenidos para el BMWP/Col1 en las estaciones de muestreo del Área de Influencia Directa Puntual del proyecto Conexión Vial Aburra-Oriente..... 3.3-183
Tabla 3-78 - Macroinvertebrados acuáticos del área directa local del proyecto conexión vial túnel Aburrá-Oriente (Cuenca Santa Elena). 3.3-187
Tabla 3-79 - Macroinvertebrados acuáticos del área directa local del proyecto conexión vial túnel Aburrá-Oriente (Cuenca Santa Elena San Pedro y San Ignacio). 3.3-191
Tabla 3-80 - Macroinvertebrados acuáticos del área directa local del proyecto conexión vial túnel Aburrá-Oriente (Cuenca La Cascada). 3.3-192
Tabla 3-81 - Macroinvertebrados acuáticos del área de influencia directa local del proyecto conexión vial túnel Aburrá-Oriente (Cuenca Rionegro)..... 3.3-195
Tabla 3-82 - Valores de los índices ecológicos de macroinvertebrados del área de influencia directa local del proyecto conexión vial túnel de Aburrá-Oriente (cuenca Santa Elena)..... 3.3-202
Tabla 3-83 - Valores de la diversidad alfa de macroinvertebrados encontrados en las estaciones de muestreo del área directa local del proyecto coexión vial túnel Aburrá-Oriente (Cuenca Rionegro) 3.3-203
Tabla 3-84 - Valores de la diversidad alfa de macroinvertebrados encontrados en las estaciones de muestreo del área directa local del proyecto coexión vial túnel Aburrá-Oriente (Cuenca La Cascada) 3.204
Tabla 3-85 - Matriz de similaridad del análisis de Bray-Curtis para los macroinvertebrados entre las estaciones de muestreo ubicadas en el área de influencia directa local den proyecto conexión vial túnel Aburrá-Oriente (Cuenca Santa Elena 3.206
Tabla 3-86 - Matriz de similaridad del análisis de Bray-Curtis para los macroinvertebrados entre las estaciones de muestreo del área de influencia directa local del proyecto conexión vial túnel Aburrá-Oriente (Cuenca La Cascada). 3.3-208
Tabla 3-87 - Matriz de similaridad del análisis de Bray-Curtis para los macroinvertebrados entre las estaciones de muestreo del área de inlfuencia directa local del proyecto conexión vial túnel de Aburrá-Oriente (Cuenca Rionegro). 3.3-210
Tabla 3-88 - Valores obtenidos para el BMWP/Col1 en las estaciones de muestreo de la cuenca Santa Elena en la zona de influencia del proyecto Conexión Vial Aburra Oriente en enero y febrero de 2013 . 3.3-212
Tabla 3-89 - Valores de BMWP/Col1 en las estaciones de muestreo ubicadas en el área de influencia directa local del proyecto conexión vial túnel Aburra-oriente (cuenca La Cascada). 3.213
Tabla 3-90 - - Valores de BMWP/Col1 en las estaciones de muestreo ubicadas en el área de influencia directa local del proyecto conexión vial túnel Aburra-oriente (cuenca Rionegro). 3.216
Tabla 3-91 - Zooplancton registrado en las 84 muestras colectadas en el área de influencia del Proyecto Túnel de Oriente. 3.3-223
Tabla 3-92 - Distribución taxonómica del potamoplancton (fitoplancton de río) en las estaciones de muestreo de las cuencas en el área de influencia puntual del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente (cuenca La Yerbabuena, Santa Elena y Rionegro). 3.3-238
Tabla 3-93 - Densidad de la comunidad del potamoplacton correspondientes a cada una de las divisiones algales presentes en las estaciones de muestreo de las cuencas en el área de influencia puntual del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente (cuenca La Yerbabuena, Santa Elena y Ríonegro). 3.3-241
Tabla 3-94 - Índices ecológicos del potamoplancton (fitoplancton de río) registrado en las estaciones de muestreo de las cuencas bajo en el área de influencia puntual del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente (cuenca La Yerbabuena, Santa Elena y Rionegro). 3.243
Tabla 3-95 - Distribución taxonómica del potamoplancton (fitoplancton de río) en las estaciones de muestreo de las cuencas en el área de influencia local del Proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente en la cuenca Santa Elena, subcuenca quebrada La Cascada y cuenca del Rio Rionegro. 3.246

Tabla 3-96 - Índices ecológicos del potamoplancton (fitoplancton de río) registrado en las estaciones de muestreo en el área de influencia local del Proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente en la cuenca Santa Elena, subcuenca quebrada La Cascada y cuenca del Río Rion 3.250
Tabla 3-97 - Análisis de Bray-Curtis para el potamoplancton (fitoplancton de río) registrado en el área de influencia local del Proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente en la cuenca Santa Elena, subcuenca quebrada La Cascada y cuenca del Río Rionegro. 3.255
Tabla 3-98 - Análisis de Bray-Curtis para el potamoplancton (fitoplancton de río) registrado en el área de influencia local del Proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente en la cuenca Santa Elena, subcuenca quebrada La Cascada y cuenca del Río Rionegro. 3.257
Tabla 3-99 - Análisis de Bray-Curtis para el potamoplancton (fitoplancton de río) registrado en el área de influencia local del Proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente en la cuenca Santa Elena, subcuenca quebrada La Cascada y cuenca del Río Rionegro. 3.258
Tabla 3-100 - Distribución taxonómica del ficoperifíton en las estaciones de muestreo de las cuencas bajo el área de influencia puntual del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente (cuenca La Yerbabuena, Santa Elena y Rionegro). 3.263
Tabla 3-101 - Densidad de individuos correspondientes a cada una de las divisiones algales presentes en las estaciones de muestreo de las cuencas bajo el área de influencia puntual del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente (cuenca La Yerbabuena, Santa Elena y Rionegro. 3.267
Tabla 3-102 - Densidad de individuos correspondientes a cada una de las divisiones algales presentes en las estaciones de muestreo de las cuencas bajo el área de influencia puntual del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente (cuenca La Yerbabuena, Santa Elena y Rionegro. 3.268
Tabla 3-103 - Densidad de individuos correspondientes a cada una de las divisiones algales presentes en las estaciones de muestreo de las cuencas bajo el área de influencia puntual del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente (cuenca La Yerbabuena, Santa Elena y Rione 3.270
Tabla 3-104 - Índices ecológicos del ficoperifiton registrado en las estaciones de muestreo de las cuencas bajo el área de influencia puntual del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente (cuenca La Yerbabuena, Santa Elena y Rionegro). 3.272
Tabla 3-105 - Distribución taxonómica del ficoperifíton en las estaciones de muestreo de las cuencas en el área de influencia local del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente de la cuenca de la quebrada Santa Elena, río Rionegro, Subcuenca La Cascada. 3.275
Tabla 3-106 - Índices ecológicos del ficoperifiton registrado en las estaciones de muestreo en el área de influencia local del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente de la cuenca de la quebrada Santa Elena, río Rionegro, Subcuenca La Cascada. 3.280
Tabla 3-107 - Análisis de Bray-Curtis para el ficoperifiton en los registrado en las estaciones de muestreo en las cuencas del Río Rionegro, quebrada La Cascada, quebrada Santa Elena 3.284
Tabla 3-108 - Análisis de Bray-Curtis para el ficoperifiton en los registrado en las estaciones de muestreo en las cuencas del Río Rionegro, quebrada La Cascada, quebrada Santa Elena. 3.285
Tabla 3-109 - Análisis de Bray-Curtis para el ficoperifiton en los registrado en las estaciones de muestreo en las cuencas del Río Rionegro, quebrada La Cascada, quebrada Santa Elena 3.286
Tabla 3-110 - -Análisis de Bray-Curtis para el ficoperifiton en los registrado en las estaciones de muestreo en las cuencas del Río Rionegro, quebrada La Cascada, quebrada Santa Elena 3.286
Tabla 3-111 - Número de individuos biomasa y familias de los órdenes capturados en el área de influencia directa puntual en Enero de 2013 ..... 3.291
Tabla 3-112 - Número de individuos biomasa y familias de los órdenes capturados en el área de influencia directa local en Enero de 2013 ..... 3.292
Tabla 3-113 - Especies encontradas en el área de estudio en Enero de 2013 ..... 3.294
Tabla 3-114 - Número de individuos y aporte de biomasa y número de especies por sitio de muestreo. . 3.297
Tabla 3-115 - Variación espacial del número de individuos por especie. 3.298
Tabla 3-116 - Variación espacial de la biomasa por especies de peces en los sitios de muestreo 3.299
Tabla 3-117 - Estimadores de diversidad para los sitios de muestreo. 3.300

Tabla 3-118 - Similaridad teniendo en cuenta las especies y su abundancia en las cuencas dentro del área de estudio. 3.301
Tabla 3-119 - Veredas del Área de Influencia Directa Puntual 3.4-305
Tabla 3-120 - Veredas ubicadas en el Área de Influencia Directa Local Componente Socioeconómico 3.4-305
Tabla 3-121 - Población por género en el AID Local 3.4-307
Tabla 3-122 - Población por género en el AID Puntual 3.4-309
Tabla 3-123 - Crecimiento de la población del AID entre el 2004 y el 2013 ..... 3.4-310
Tabla 3-124 - Proyección de la población del AID al año 2033 con el método exponencial por veredas 3.4-311
Tabla 3-125 - Densidad poblacional en las veredas del AID Local 3.4-312
Tabla 3-126 - Establecimientos comerciales en encuestados en las veredas El Llano, El Placer, Media Luna y El Cerro 3.4-315
Tabla 3-127 - Establecimientos comerciales encuestados en la vereda Santa Elena Sector Central 3.4-316
Tabla 3-128 - Establecimientos comerciales encuestados en la vereda San Ignacio 3.4-317
Tabla 3-129 - Establecimientos comerciales encuestados en las veredas La Quiebra y Yarumal (sector Sajonia) 3.4-317
Tabla 3-130 - Nivel de escolaridad en el AID Puntual 3.4-319
Tabla 3-131 - Estrato predominante en las veredas del AID Local 3.4-321
Tabla 3-132 - Tiempo de residencia de la población encuestada 3.4-323
Tabla 3-133 - Material de viviendas o establecimientos encuestados 3.4-324
Tabla 3-134 - Características de construcción viviendas localizadas en el AID Puntual 3.4-325
Tabla 3-135 - Acueductos que abastecen las veredas del AID Local 3.4-326
Tabla 3-136 - Captaciones para acueductos en el AID Local 3.4-327
Tabla 3-137 - Captaciones localizadas en el AID Puntual 3.4-329
Tabla 3-138 - Delimitación del AID del proyecto Conexión vial Aburrá-Oriente 3.4-333
Tabla 3-139 - Producción de especies menores en el AID de la vereda Las Palmas 3.4-338
Tabla 3-140 - Producción marginal de cultivos en el AID de la vereda Las Palmas 3.4-339
Tabla 3-141 - Producción marginal pecuaria, avícola y especies menores en el AID de la vereda Media Luna 3.4-340
Tabla 3-142 - Cultivos transitorios en la vereda El Placer 3.4-342
Tabla 3-143 - Predio dedicado a la producción de leche en la vereda El Placer 3.4-343
Tabla 3-144 - Cultivos confinados en la vereda El Placer 3.4-343
Tabla 3-145 - Producción de leche en AID de la vereda El Placer 3.4-344
Tabla 3-146 - Producción de hortalizas y verduras en el AID de la vereda Santa Elena 3.4-345
Tabla 3-147 - Cultivos en confinamiento en la vereda Santa Elena Central. 3.4-345
Tabla 3-148 - Producción de frutas en la vereda Santa Elena 3.4-346
Tabla 3-149 - Producción de leche en el AID de la vereda Santa Elena 3.4-347
Tabla 3-150 - Producción de verduras y hortalizas en el AID de la vereda El Cerro 3.4-348
Tabla 3-151 - Producción de flores en la vereda El Cerro 3.4-349
Tabla 3-152 - Cultivos permanentes en la vereda El Cerro 3.4-349
Tabla 3-153 - Producción pecuaria en la vereda El Cerro 3.4-350
Tabla 3-154 - Cultivos transitorios en la vereda El Plan 3.4-351
Tabla 3-155 - Producción pecuaria en la vereda El Plan 3.4-351
Tabla 3-156 - Cultivos transitorios en la vereda El Llano 3.4-352
Tabla 3-157 - Cultivos permanentes en la vereda El Llano 3.4-353
Tabla 3-158 - Producción pecuaria en la vereda El Llano 3.4-353
Tabla 3-159 - Cultivos permanentes en la vereda La Quiebra 3.4-355
Tabla 3-160 - Cultivos transitorios en la vereda La Quiebra 3.4-356
Tabla 3-161 - Cultivos confinados en la vereda La Quiebra 3.4-357
Tabla 3-162 - Producción pecuaria en la vereda La Quiebra 3.4-358
Tabla 3-163 - Cultivos transitorios en la vereda Yarumal 3.4-358
Tabla 3-164 - Cultivos permanentes en la vereda Yarumal. 3.4-359

Tabla 3-165 - Producción pecuaria en la vereda Yarumal 3.4-360
Tabla 3-166 - Cultivos transitorios en la vereda San Ignacio 3.4-362
Tabla 3-167 - Producción pecuaria en la vereda San Ignacio 3.4-362
Tabla 3-168 - Distribución de los cultivos de flores por vereda en el corregimiento de Santa Elena 3.4-363
Tabla 3-169 - Distribución de cultivos de flores y silleteros por vereda en el AID 3.4-364
Tabla 3-170 - Demanda de flores durante el desfile de silleteros 3.4-366
Tabla 3-171 - Dotación para los diferentes usos del agua por cuenca según Resolución 112 de CORNARÉ, 2012. ..... 3.4-368
Tabla 3-172 - Demanda de agua para la actividad pecuaria en el AID de la Cuenca de Santa Elena 3.4-369
Tabla 3-173 - Demanda de agua para la actividad agrícola en el AID de la Cuenca de Santa Elena 3.4-369
Tabla 3-174 - Demanda de agua para la actividad pecuaria en el AID de la Cuenca La Yarumal 3.4-370
Tabla 3-175 - Demanda de agua para la actividad agrícola en el AID de la Cuenca La Yarumal 3.4-370
Tabla 3-176 - Demanda de agua para la actividad pecuaria en el AID de la Cuenca La Cascada 3.4-370
Tabla 3-177 - Demanda de agua para la actividad agrícola en el AID de la Cuenca La Cascada 3.4-371
Tabla 3-178 - Concesiones de agua vs. Demanda de agua 3.4-371
Tabla 3-179 - Cambio en las coberturas vegetales en el corregimiento de Santa Elena para 1998 y 2004. .. 3.4-372
Tabla 3-180 - Cambio en las coberturas en el corregimiento de Santa Elena para 2004 y 2008 ..... 3.4-373
Tabla 3-181 - Proyección de la demanda de agua para la actividad agrícola en el AID por cuenca al 2033 .. 3.4-374
Tabla 3-182 - Proyección de la demanda de agua al 2033 para la actividad pecuaria en el AID..... 3.4-374
Tabla 3-183 - Distribución de silleteros por veredas 3.4-384
Tabla 3-184 - Corporaciones de silleteros en el corregimiento de Santa Elena 3.4-389
Tabla 3-185 - Fincas Silleteras COSSE 3.4-391
Tabla 3-186 - Planeación del desarrollo y cultura silletera..... 3.4-404
Tabla 3-187 - Tabla bienes inmuebles de interés cultural y de valor patrimonial ubicados en el AID local... 3.4-411
Tabla 3-188 - Tipos de Intervención según nivel de conservación 3.4-411
Tabla 3-189 - Nivel y tipo de intervención permitida en edificaciones de valor patrimonial del AID Local. .. 3.4-412
Tabla 3-190 - Tipo de intervenciones permitidas en Sector de Valor Patrimonial del AID 3.4-412
Tabla 3-191 - Intervenciones permitidas en los Espacios Públicos de Valor Patrimonial del AID Local. .. 3.4-413
Tabla 3-192 - Organizaciones localizadas en el AID Local..... 3.4-423
Tabla 3-193 - Organizaciones existentes en la vereda La Convención 3.4-429
Tabla 3-194 - Población urbana y rural en los municipios del AII Local 3.4-431
Tabla 3-195 - Cobertura de servicios públicos en los municipios del Valle de San Nicolás 3.4-434
Tabla 3-196 - Cobertura de servicios públicos en los municipios del Valle de Aburrá 3.4-434
Tabla 3-197 Secuencias culturales en el Valle de Aburrá y regiones circunvecinas. 3.4-443
Tabla 3-198 - Organizaciones subregión del Altiplano del Oriente Antioqueño 3.4-446
Tabla 3-199 - Población del AII Puntual..... 3.4-448
Tabla 3-200 - Cobertura de servicios públicos en el AII Puntual 3.4-450
Tabla 3-201 - Viviendas sin acueducto en los barrios Bomboná No. 2, Barrios de Jesús, Juan Pablo II y Ocho de Marzo. 3.4-451
Tabla 3-202- Calificación de la amenaza para la zonificación física 3.5-458
Tabla 3-203 - Puntajes para la zonificación usando ICAfa 3.5-459
Tabla 3-204 - Zonificación ambiental Disponibilidad del Recurso Hídrico 3.5-461
Tabla 3-205 - Calificación de zonificación de la sensibilidad basado en conflicto de usos del suelo. 3.5-463
Tabla 3-206 - Variables e importancia empleadas en la zonificación ambiental física 3.5-464
Tabla 3-207 - Categorías de zonificación para las áreas protegidas..... 3.5-465
Tabla 3-208 - Categorías de zonificación basada en especies amenazadas, endémicas o vedadas de fauna y flora..... 3.5-468

Tabla 3-209 - Clasificación de la sensibilidad ambiental para las coberturas vegetales 3.5-469
Tabla 3-210 - Categorías de zonificación basada en conectividad ecológica 3.5-471
Tabla 3-211 - Categorías para la zonificación según el índice de calidad hidrobiológica BMWP 3.5-472
Tabla 3-212 - Atributos e importancia empleados en la zonificación ambiental biótica 3.5-474
Tabla 3-213 - Criterios para zonificar infraestructura vial 3.5-476
Tabla 3-214 - Densidad vial para el área de influencia directa (área de influencia directa (local y puntual)) 3.5-477
Tabla 3-215 - Categorías de zonificación de equipamientos sociales 3.5-478
Tabla 3-216 - Criterios de zonificación para la densidad poblacional. 3.5-480
Tabla 3-217 - Calificación final de la zonificación de la densidad poblacional 3.5-481
Tabla 3-218 - Criterios para la zonificación de los sitios de importancia cultural y arqueológica 3.5-482
Tabla 3-219 - Parámetros para calificar la sensibilidad ambiental de la diversidad de cultivos 3.5-484
Tabla 3-220 - Parámetros para calificar la sensibilidad ambiental de la producción agropecuaria en el área de influencia directa (local y puntual) 3.5-485
Tabla 3-221 - Parámetros para calificar la sensibilidad ambiental del destino de la producción agropecuaria 3.5-486
Tabla 3-222 - Parámetros para calificar la sensibilidad ambiental de la generación de empleo en el área de influencia directa (local y puntual) 3.5-486
Tabla 3-223 - Escala de valores de la sensibilidad ambiental para las actividades productivas 3.5-487
Tabla 3-224 - Sensibilidad ambiental para la diversificación de cultivos por veredas del área de influencia directa (local y puntual) 3.5-487
Tabla 3-225 - Sensibilidad ambiental para la producción agropecuaria por veredas del área de influencia directa (local y puntual) 3.5-488
Tabla 3-226 - Sensibilidad ambiental para la generación de excedentes por veredas del área de influencia directa (local y puntual) 3.5-489
Tabla 3-227 - Sensibilidad de las actividades productivas del área de influencia directa (local y puntual) ... 3.5-489
Tabla 3-228 - Criterios para la zonificación de las organizaciones sociales 3.5-490
Tabla 3-229 - Calificación final de la zonificación ambiental de la demanda del recurso hídrico. 3.5-493
Tabla 3-230 -Atributos e importancia empleados en la zonificación ambiental socioeconómica 3.5-494

LISTADO DE FIGURAS

Figura 3-1- Mapa de ecosistemas terrestres identificados en el área de influencia del proyecto Conexión Vial Aburrá–Oriente 3.3-20
Figura 3-2 - Plantaciones Eucalipto Portales Norte y Sur 3.3-26
Figura 3-3 - Plantación Forestal. Altura Seminario redentoris Matter 3.3-27
Figura 3-4 - Bosque Natural Fragmentado sobre la cuenca de la Espadera 3.3-27
Figura 3-5 - Vegetación secundaria. Vía a cielo abierto. 3.3-28
Figura 3-6 - Plantación Forestal Eucalyptus globulus Zona de depósito. 3.3-30
Figura 3-7 - Vegetación secundaria. Portal Occidental. 3.3-31
Figura 3-8 - Vegetación secundaria. Portal Oriental 3.3-31
Figura 3-9 - Número de especies o individuos de epifitas por familia. 3.3-32
Figura 3-10 - Riqueza y abundancia de epifitas de acuerdo con la familia botánica. 3.3-33
Figura 3-11 - Diagrama de ordenación DCA de los datos florísticos de 10 de los 13 sitios muestreados (se excluyeron sitios sin especies o con un solo individuo). 3.3-34
Figura 3-12 - Número de especies epifitas en relación al tamaño del árbol en cada uno de los sitios estudiados. 3.3-35
Figura 3-13 - Derecha: Número de especies en las diez familias más diversas de briófitos colectados. Izquierda: Número de registros para las diez especies de briófitos más comunes. 3.3-36
Figura 3-14 - Curvas de acumulación de especies para cuatro diferentes tipos de cobertura vegetal con briófitos epífitos. Sombras alrededor de las líneas representan intervalos del 95% de confianza. .. 3.3-37
Figura 3-15 - Diagrama de ordenación MDS de los datos florísticos de briófitos epífitos en 60 árboles... 3.3-38
Figura 3-16 - Derecha: Número de especies en las diez familias más diversas de briófitos colectados. Izquierda: Número de registros para las diez especies de briófitos más comunes. 3.3-38
Figura 3-17 - Curvas de acumulación de especies para cuatro diferentes tipos de cobertura vegetal con briófitos terrestres. Sombras alrededor de las líneas representan intervalos del 95% de confianza. .. 3.3-39
Figura 3-18 - Diagrama de ordenación MDS de los datos florísticos de briófitos terrestres en 17 parcelas. 3.3-40
Figura 3-19 - Individuo de Cyathea caracasana en Portal Oriental. 3.3-41
Figura 3-20 - Individuo de Cyathea sp en Portal Occidental. 3.3-41
Figura 3-21 - Composición florística, número de familias Bosque Natural Fragmentado 3.3-47
Figura 3-22 - Composición florística, número de familias Pastos Arbolados 3.3-48
Figura 3-23 - Composición florística, número de familias Plantaciones forestales 3.3-48
Figura 3-24 - Composición florística, número de familias, Vegetación secundaria 3.3-49
Figura 3-25 - Estructura horizontal de los individuos en la cobertura de Bosque natural fragmentado. .. 3.3-52
Figura 3-26 - Estructura horizontal de los individuos en la cobertura de Pastos arbolados. 3.3-52
Figura 3-27 - Estructura horizontal de los individuos en la cobertura de Plantaciones Forestales. 3.3-53
Figura 3-28 - Estructura horizontal de los individuos en la cobertura de vegetación Secundaria. 3.3-53
Figura 3-29 - Distribución de clases en altura para Bosque Natural Fragmentado. 3.3-54
Figura 3-30 - Distribución de clases en altura para pastos arbolados. 3.3-55
Figura 3-31 - Estructura vertical de los individuos en la cobertura de Plantación Forestal. 3.3-55
Figura 3-32 - Estructura vertical de los individuos en la cobertura de Plantación Forestal. 3.3-56
Figura 3-33 - Área basal en la cobertura Bosque Natural Fragmentado. 3.3-57
Figura 3-34 - Área basal en la cobertura Pastos Arbolados. 3.3-57
Figura 3-35 - Área basal en la cobertura Plantación Forestal. 3.3-58
Figura 3-36 - Área basal en la cobertura Vegetación Secundaria. 3.3-58
Figura 3-37 - Índice de valor de importancia (IVI) para Fustales. 3.3-59
Figura 3-38 - Indice de valor de importancia (IVI) para Latizales 3.3-60
Figura 3-39 - Indice de valor de importancia (IVI) para Brinzales 3.3-61
Figura 3-40 - Número de individuos de las diez familias más comunes registradas en túnel seminario ... 3.3-63

Figura 3-41 - Individuos de las especies más comunes en los portales del túnel seminario 3.3-64
Figura 3-42 - Estructura horizontal de los individuos en túnel seminario. 3.3-65
Figura 3-43 - Distribución de clases en altura en túnel seminario. 3.3-65
Figura 3-44 - Distribución de áreas basales en túnel seminario 3.3-66
Figura 3-45 - Índice de valor de importancia portales túnel seminario 3.3-66
Figura 3-46 - Las 10 Familias con mayor número de individuos 3.3-67
Figura 3-47 - Las 10 especies con mayor número de individuos 3.3-67
Figura 3-48 - Número de individuos por Clase diamétrica 3.3-69
Figura 3-49 - Número de individuos por clase altimétrica 3.3-69
Figura 3-50 - Número de individuos por área basal. 3.3-70
Figura 3-51 - Especies con mayor IVI. 3.3-70
Figura 3-52 - Número de individuos de las diez familias más comunes registradas para la Reserva Nare 3.3-71
Figura 3-53 - Número de individuos de las diez especies más comunes registradas en la Reserva Nare. . 3.3-71
Figura 3-54 - Distribución de clases diamétricas en la Reserva Nare 3.3-73
Figura 3-55 - Distribución de clases en altura en la Reserva Nare. 3.3-74
Figura 3-56 - Distribución del área basal en la Rerserva Nare 3.3-74
Figura 3-57 - Índice de Valor de Importancia para la Reserva Nare. 3.3-75
Figura 3-58 - Las 10 Familias con mayor número de individuos. 3.3-76
Figura 3-59 - Las 10 especies con mayor número de individuos. 3.3-76
Figura 3-60 - Número de individuos por clase diamétrica 3.3-77
Figura 3-61 - Número de individuos por clase altimétrica. 3.3-78
Figura 3-62 - Número de individuos por área basal. 3.3-78
Figura 3-63 - Especies con mayores IVI. 3.3-79
Figura 3-64 - Número de individuos de las diez familias más comunes registradas para la cuenca alta de la Quebrada Yarumal. 3.3-79
Figura 3-65 - Número de individuos de las diez especies más comunes registradas para la cuenca alta de la Quebrada Yarumal 3.3-80
Figura 3-66 - Distribución de clases diamétricas en la cuenca alta de la Quebrada Yarumal. 3.3-81
Figura 3-67 - Distribución de alturas en la cuenca alta de la Quebrada Yarumal. 3.3-82
Figura 3-68 - Distribución del área basal en la cuenca alta de la Quebrada Yarumal. 3.3-82
Figura 3-69 - Índice de Valor de Importancia para las especies de la cuenca alta de la Quebrada Yarumal . 3.3-83
Figura 3-70 - Número de familias y especies inventariadas. 3.3-83
Figura 3-71 - Número de individuos en las diez familias más comunes registradas para el estadío Brinzales. 3.3-84
Figura 3-72 - Número individuos en las diez especies más comunes para el estadío Brinzales. 3.3-84
Figura 3-73 - Número de familias y especies inventariadas.. ..... 3.3-86
Figura 3-74 - Número de individuos en las 10 familias más comunes registradas para el estadío latizales .. 3.3-86
Figura 3-75 - Número de individuos en las 10 especies más comunes registradas para el estadío latizales. 3.3-86
Figura 3-76 - Clases diamétricas para los individuos censados. 3.3-89
Figura 3-77 - Clases altimétricas para los individuos censados. 3.3-89
Figura 3-78 - Tejido urbano continúo. 3.3-95
Figura 3-79 - Tejido Urbano discontinuo. 3.3-95
Figura 3-80 - Cultivos transitorios. 3.3-96
Figura 3-81 - Cultivos permanentes. 3.3-97
Figura 3-82 - Cultivos confinados. 3.3-97
Figura 3-83 - Pastos limpios. 3.3-98
Figura 3-84 - Pastos arbolados 3.3-98
Figura 3-85 - Pastos enmalezados. 3.3-99

Figura 3-86 - Mosaico de cultivos. 3.3-99
Figura 3-87 - Mosaico de Pastos y cultivos. 3.3-100
Figura 3-88 - Bosque fragmentado. 3.3-102
Figura 3-89 - Plantación Forestal. 3.3-102
Figura 3-90 - Vegetación secundaria baja. 3.3-103
Figura 3-91 - Tierras desnudas o degradadas (esta foto solo es ilustrativa para la cobertura, aunque pertenece al AID). 3.3-104
Figura 3-92 - Cuerpo de agua. 3.3-104
Figura 3-93 - Pristimantis paisa 3.3-111
Figura 3-94 - Rhinella marina. Sapo común. 3.3-111
Figura 3-95 - Algunas especies de ranas de la familia Craugastoridae y Centrolenidae. 3.3-112
Figura 3-96 - Especies de anfibios encontradas en la zona de estudio. 3.3-114
Figura 3-97 - Abundancia de las especies de anfibios en cada uno de los sectores muestreados en el área del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.. 3.3-114
Figura 3-98 - Curva de acumulación de especies de anfibios en el área directa puntual y local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-115
Figura 3-99 - Dendrograma de similitud de Jaccard para los anfibios del área de influencia directa puntual y local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-117
Figura 3-100 - Especies de ranas amenazadas presentes en el área de influencia puntual y local. 3.3-118
Figura 3-101 - Reptiles observados en el área de influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-120
Figura 3-102 - Abundancia de reptiles en los sectores del área de influencia directa puntual proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-122
Figura 3-103 - Lagartija abundante en el área del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. Anolis mariarum. 3.3-123
Figura 3-104 - Abundancia de reptiles en los sectores del área de influencia directa puntual y local proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-123
Figura 3-105 - Curva de acumulación de especies de reptiles en el área de influencia directa del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-124
Figura 3-106 - Estructura trófica de la comunidad de reptiles hallada en la zona de estudio. 3.3-125
Figura 3-107 - Dendrograma de similaridad de la comunidad de reptiles del área de influencia directa puntual y local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-127
Figura 3-108 - Composición taxonómica de las aves del área de influencia directa puntual del proyecto Conexión vial Aburrá-Oriente 3.3-129
Figura 3-109 - Curva de acumulación de especies de aves por sitio muestreado en el área de influencia directa puntual. Eje X= Días, Eje Y= Riqueza de especies. 3.3-130
Figura 3-110 - Especies de aves más abundantes en los portales de los túneles seminario y Santa Elena del proyecto Conexión vial Aburrá-Oriente. 3.3-131
Figura 3-111 - Especies de aves abundantes en la zona del Portal Norte del túnel seminario y depósito Seminario. 3.3-132
Figura 3-112 - Especies de aves más abundantes en la vía a cielo abierto occidental de las obras de la Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-133
Figura 3-113 - Especies de aves abundantes en el sector de la vía a cielo abierto occidental. 3.3-133
Figura 3-114 - Estructura trófica de las comunidades de aves en el área de influencia directa puntual del proyecto Conexión vial Aburrá-Oriente. 3.3-134
Figura 3-115 - Ejemplos de 4 gremios tróficos en la comunidad de aves del área directa puntal del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-134
Figura 3-116 - Composición taxonómica de las aves del área de influencia directa local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-136
Figura 3-117 - Especies de aves más abundantes en el área de influencia directa local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-137

Figura 3-118 - Especies de aves abundantes encontradas en el área de influencia directa local. 3.3-138
Figura 3-119 - Gremios tróficos de las aves presentes en el área de influencia directa local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-138
Figura 3-120 - Dendrograma de Jaccard para representar la diversidad beta de las comunidades de aves en el área de influencia directa (local y puntual). 3.3-140
Figura 3-121 - Especies de aves amenazadas en la zona de estudio. 3.3-141
Figura 3-122 - Abundancia de especies por familias de aves reportadas en el área de influencia indirecta del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-143
Figura 3-123 - Composición taxonómica de los mamíferos del área de influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-144
Figura 3-124 - Abundancia de especies de mamíferos en el área directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-145
Figura 3-125 - Especies de murciélagos más abundantes en los sitios muestreados en el área directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-146
Figura 3-126 - Ratón arrocero (Melanomys caliginosus) especie abundante en el Portal Occidental del túnel de Santa Elena. 3.3-146
Figura 3-127 - Estructura trófica de la comunidad de mamíferos en el área de influencia directa puntual del proyecto Conexión vial Aburrá-Oriente. 3.3-147
Figura 3-128 - Composición taxonómica de la comunidad de mamíferos presentes en el área de influencia directa local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-148
Figura 3-129 - Abundancia de especies de mamíferos en el área de influencia directa local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-149
Figura 3-130 - Murciélago migratorio Lasiurus blossevillii. 3.3-149
Figura 3-131 - Especies de pequeños mamíferos no voladores más abundantes en el área directa local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-150
Figura 3-132 - Mamíferos medianos y grandes encontrados en el área directa local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-150
Figura 3-133 - Estructura trófica de la comunidad de mamíferos en el área de influencia directa local del proyecto Conexión vial Aburrá-Oriente. 3.3-151
Figura 3-134 - Curva de acumulación de especies de mamíferos por sitio muestreado en el área directa puntual y local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-152
Figura 3-135 - Dendrograma de Jaccard para representar la diversidad beta de la mastofauna en el área de influencia directa local y puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 3.3-152
Figura 3-136 - Fragmentos de Bosque natural y área de interior para el escenario sin proyecto 3.3-159
Figura 3-137 - Fragmentos de Bosque natural y área de interior para el escenario con proyecto 3.3-160
Figura 3-138 - Configuración de los elementos del paisaje para el escenario sin proyecto 3.3-161
Figura 3-139 - Configuración de los elementos del paisaje para el escenario con proyecto 3.3-162
Figura 3-140 - Rutas de menor costo de viaje para el escenario con proyecto 3.3-170
Figura 3-141 - Áreas de mayor y menor funcionalidad ecológica 3.3-171
Figura 3-142 . Abundancia y riqueza según el método de colecta para las cuatro cuencas muestreadas. ... 3.3-177
Figura 3-143 - Algunos macroinvertebrados abundantes en las estaciones de muestreo en la zona de influencia directa puntual del proyecto conexión vial Aburrá-Oriente. 3.3-177
Figura 3-144 - Índices de diversidad, equidad, dominancia y riqueza para los macroinvertebrados del área de influencia directa local del protecto conexión vial Aburrá-Oriente (cuenca Yerbabuena) 3.3-178
Figura 3-145 - Índices de diversidad, equidad, dominancia y riqueza para los macroinvertebrados del área de influencia directa local del proyecto conexión vial Aburrá-Oriente (vía cielo abierto occidental).. 3.3-178
Figura 3-146- Descriptores de diversidad alfa de macroinvertebrados del área de influencia directa puntual (Cuenca Santa Elena Portal occidental). 3.3-179
Figura 3-147 - Descriptores de diversidad alfa de macroinvertebrados del área de influencia directa puntual (Cuenca Rionegro Portal oriental) 3.3-180

Figura 3-148 - Análisis de Bray-Curtis para los macroinvertebrados presentes entre las estaciones de muestreo ubicadas en la vía Cielo Abierto occidental del proyecto conexión vial túnel Aburrá-Oriente. 3.3-181
Figura 3-149 - Índice BMWP/Col1 para las estaciones de muestreo en el Área de Influencia Directa Puntual en enero y febrero de 2013 ..... 3.3-182
Figura 3-150 - Abundancia y riqueza según el método de colecta para las cuatro cuencas muestreadas. ... 3.3-199
Figura 3-151 - Algunos de los macroinvertebrados más abundantes en las estaciones de muestreo en la zona de influencia directa loca del proyecto conexión vial Túnel Aburrá-Oriente 3.3-201
Figura 3-152 - Valores de la diversidad alfa para los macroinvertebrados encontrados en las estaciones de muestreo del área de influencia directa local del proyecto conexión vial túnel de Aburrá-Oriente (Cuenca Santa Elena) 3.3-203
Figura 3-153 - Valores de diversidad alfa para los macroinvertebrados encontrados en las estaciones de muestreo del área de influencia directa local del proyecto conexión del túnel Aburrá-Oriente (cuenca Rionegro) 3.3-203
Figura 3-154 - Valores de diversidad alfa para los macroinvertebrados encontrados en las estaciones de muestreo del área de influencia directa local del proyecto conexión del túnel Aburrá-Oriente (cuenca La Cascada). 3.205
Figura 3-155 - Análisis de Bray-Curtis para los macroinvertebrados presentes entre las estaciones de muestreo ubicadas en el área de influencia directa local del proyecto conexión vial túnel Aburrá-Oriente (Cuenca Santa Elena). 3.205
Figura 3-156- Análisis de Bray-Curtis para los macroinvertebrados presentes entre las estaciones de muestreo del área de influencia directa local del proyecto conexión vial túnel Aburrá-Oriente (Cuenca La Cascada). 3.3-208
Figura 3-157 - Dendrograma de Bray-Curtis para los macroinvertebrados presentes entre las estaciones de muestreo del área de influencia direct local del proyecto conexión vial túnel Aburrá-oriente (Cuenca Rionegro) 3.3-209
Figura 3-158 - Índice BMWP/Col1 para las estaciones de muestreo del área de influencia directa local del proyecto conexión vial túnel de Aburrá-Oriente (cuenca Santa Elena)..... 3.213
Figura 3-159 - Índice BMWP/Col1 para las estaciones de muestreo del área de inlfuencia directa local del proyecto conexión vial túnel Aburrá-Oriente (Cuenca La Cascada). 3.214
Figura 3-160 - Índice BMWP/Col1 para las estaciones de muestreo del área de influencia directa local del proyecto conexión vial túnel Aburrá-Oriente (cuenca Rionegro)..... 3.3-217
Figura 3-161 - Algunos de los macroinvertebrados encontrados en las estaciones de muestreo. 3.3-221
Figura 3-162 - Densidad total (ind/l) de zooplancton por estación y subcuenca en la cuenca Yerbabuena y valores de los descriptores ecológicos (Diversidad de Shannon y Wiener, Equidad de Pielou y Dominancia de Simpson). 3.3-224
Figura 3-163 - Densidad promedio (ind/l) por morfoespecie en la cuenca de la Quebrada Yerbabuena. 3.3-225
Figura 3-164 - Densidad total (ind/l) de zooplancton por estación y subcuenca en la cuenca Santa Elena-Cielo abierto y valores de los descriptores ecológicos (Diversidad de Shannon y Wiener, Equidad de Pielou y Dominancia de Simpson). 3.3-225
Figura 3-165 - Densidad promedio (ind/l) por morfoespecie en la cuenca de la Quebrada Santa Elena 3.3-226
Figura 3-166 - Densidad total (ind/l) de zooplancton por estación y subcuenca en la cuenca Rionegro Portal Oriental y valores de los descriptores ecológicos (Diversidad de Shannon y Wiener, Equidad de Pielou y Dominancia de Simpson). 3.3-226
Figura 3-167 - Densidad promedio (ind/l) por morfoespecie en la cuenca de la Quebrada Santa Elena Portal Occidental 3.3-227
Figura 3-168 Similaridad en las cuencas de Area de influencia directa Puntual 3.3-227
Figura 3-169 - Densidad total (ind/l) de zooplancton por estación y subcuenca en la cuenca Santa Elena y valores de los descriptores ecológicos (Diversidad de Shannon y Wiener, Equidad de Pielou y Dominancia de Simpson). 3.3-228

Figura 3-170 - Densidad promedio (ind/l) por morfoespecie en la cuenca de la Quebrada Santa Elena-Túnel. 3.3-229
Figura 3-171 - Densidad promedio (ind/l) por morfoespecie en la cuenca de la Quebrada La Cascada. 3.3-229
Figura 3-172 - Densidad total (ind/l) de zooplancton por estación y subcuenca en la cuenca La Cascada y valores de los descriptores ecológicos (Diversidad de Shannon y Wiener, Equidad de Pielou y Dominancia de Simpson). 3.3-230
Figura 3-173 - Densidad de morfoespecies. 3.3-230
Figura 3-174 - Densidad total (ind/l) de zooplancton por estación y subcuenca en la cuenca del Rio Negro y valores de los descriptores ecológicos (Diversidad de Shannon y Wiener, Equidad de Pielou y Dominancia de Simpson). 3.3-231
Figura 3-175 - Densidad promedio (ind/l) por morfoespecie en la cuenca del Rio Negro. 3.3-232
Figura 3-176 - Distribución de la densidad total de zooplancton, entre las subcuencas Santa Elena (1); San Ignacio (2), San Pedro (3), La Cascada (4), La Honda (5), La Hondina (6),La Floresta (7), Yarumal (8), Salazar (9) 3.3-233
Figura 3-177 - Cajas esquemáticas, mostrando la distribución de la densidad total de zooplancton en las cuencas Rio Negro (1); La Cascada (2), Santa Elena Parte alta (3) y Santa Elena cielo abierto (4) y análisis de Similaridad. 3.3-233
Figura 3-178 - Registro fotográfico de algunos de las morfoespecies que se han encontrado en el proyecto Túnel de oriente. 3.3-236
Figura 3-179 - Número de taxa correspondientes a cada una de las divisiones algales presentes en las estaciones de muestreo de las cuencas en el área de influencia puntual del Proyecto Conexión Vial Aburrá Oriente y sus vias complementarias (cuenca La Yerbabuena, Santa Elena y Ríonegro)..... 3.3-239
Figura 3-180 - Variación espacial de los valores de densidad, diversidad, equidad y dominancia del potamoplancton (fitoplancton de río) registrado en el área de influencia puntual del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente (cuenca La Yerbabuena, Santa Elena y Rionegr 3.243
Figura 3-181 - Representatividad taxonómica de las diferentes divisiones de algas registradas en el potamoplancton (fitoplancton de río) en el área de influencia local del Proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente en la cuenca Santa Elena, subcuenca quebrada La Cascada 3.245
Figura 3-182 - Número de individuos correspondientes a cada una de las divisiones algales presentes en las estaciones de muestreo en el área de influencia local del Proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente en la cuenca Santa Elena, subcuenca quebrada La Cascada y cuenca del Río Rionegro. 3.248
Figura 3-183 - Variación espacial de los valores de densidad, diversidad, equidad y dominancia del potamoplancton (fitoplancton de río) registrado en el área de influencia local del Proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente en la cuenca Santa Elena, subcuenca quebrada La Cascada y cuenca del Rio Rionegro. 3.253
Figura 3-184 - Análisis similaridad para el potamoplancton registrado en las estaciones de muestreo en el área de influencia local del Proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente en la cuenca Santa Elena, subcuenca quebrada La Cascada y cuenca del Río Rionegro 3.260
Figura 3-185 - Chrysophyta (diatomeas) 3.262
Figura 3-186 - Número de taxa correspondientes a cada una de las divisiones algales presentes en las estaciones de muestreo de las cuencas en el área de influencia puntual del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente (cuenca La Yerbabuena, Santa Elena y Rionegro). 3.265
Figura 3-187 - Representatividad taxonómica de las diferentes divisiones de algas registradas en el ficoperifiton en el área de influencia local de la cuenca de la quebrada Santa Elena, río Rionegro, Subcuenca La Cascada. 3.274
Figura 3-188 - Número de individuos correspondientes a cada una de las divisiones algales presentes en las estaciones de muestreo en el área de influencia local del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente de la cuenca de la quebrada Santa Elena, río Rionegro, Subcuenca La Cascada. 3.278
Figura 3-189 - Variación espacial de los valores de densidad, diversidad, equidad y dominancia del ficoperifiton registrado en las estaciones de muestreo del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente de la cuenca de la quebrada Santa Elena, río Rionegro, Subcuenca La Cascada. 3.283

Figura 3-190 - Análisis similaridad para el ficoperifiton registrado en las estaciones de muestreo en las cuencas del Río Santa Elena La Cascada y Rionegro 3.288
Figura 3-191 - Chrysophyta (Diatomeas) 3.290
Figura 3-192 - Número de especies capturadas en las estaciones del área de influencia directa puntual. 3.292
Figura 3-193 - Número de individuos biomasa, familias y especies de los órdenes capturados en el área de estudio en Enero de 2013. ..... 3.293
Figura 3-194 - Número de individuos y biomasa para las familias de peces capturadas, en el área de estudio en Enero de 2013 ..... 3.293
Figura 3-195 - Especies más abundantes en el área de estudio en Enero de 2013. ..... 3.295
Figura 3-196 - Distribución de abundancias y biomasa de las especies colectadas en el area de estudio. 3.296
Figura 3-197 - Distribución del número de individuos y la biomasa de los peces capturados en cada una de las cuencas dentro del área de estudio en enero de 2013 ..... 3.297
Figura 3-198 - Número de individuos y aporte de biomasa y número de especies por sitio de muestreo. 3.298
Figura 3-199 - Similaridad teniendo en cuenta las especies y su abundancia en las cuencas dentro del área de estudio 3.302
Figura 3-200 - Especies halladas en la zona de estudio 3.303
Figura 3-201 -Participación porcentual de las veredas en la población del AID Local. 3.4-308
Figura 3-202 - Pirámide poblacional del AID Local por sexo y edad 3.4-308
Figura 3-203 - Porcentaje poblacional por veredas en el AID Puntual 3.4-309
Figura 3-204 - Población del AID Puntual por sexo 3.4-309
Figura 3-205 - Ocupación de la población del AID 3.4-318
Figura 3-206 - Ingresos de la población encuestada 3.4-318
Figura 3-207 - 3 Niveles de escolaridad de la población del AID Local 3.4-319
Figura 3-208 - 3 Población con estudios superiores en las veredas del AID Local 3.4-319
Figura 3-209 - Régimen de salud de la población del AID Local 3.4-320
Figura 3-210 - Régimen de salud de la población del AID Puntual 3.4-320
Figura 3-211 - Estratos socioeconómicos de las viviendas o establecimientos encuestados 3.4-321
Figura 3-212 -Tenencia de la vivienda en el AID Local 3.4-323
Figura 3-213- Prestación de servicios de energía, telefonía, internet y recolección de basuras en las viviendas o establecimientos encuestados 3.4-330
Figura 3-214 - Porcentaje de mosaico de cultivos y pastos por vereda en el AID 3.4-334
Figura 3-215 - Distribución porcentual de la cobertura vegetal Cultivos Transitorios por vereda en el AID . 3.4-334
Figura 3-216 - Distribución porcentual de la cobertura vegetal Cultivos Confinados por vereda en el AID .. 3.4-334
Figura 3-217 - Distribución porcentual de la cobertura vegetal Cultivos Permanentes Arbóreos por vereda en el AID 3.4-334
Figura 3-218 - Coberturas vegetales del AID del proyecto 3.4-335
Figura 3-219 - Tipo de coberturas vegetales en la vereda Las Palmas 3.4-338
Figura 3-220 - Tipo de coberturas vegetales en el AID de la vereda Media Luna 3.4-340
Figura 3-221 - Tipo de coberturas vegetales en el AID de la vereda El Placer 3.4-342
Figura 3-222 - Tipos de coberturas vegetales en el AID de la vereda Santa Elena 3.4-344
Figura 3-223- Tipos de cobertura vegetal en el AID de la vereda El Cerro 3.4-348
Figura 3-224 - Tipos de cobertura vegetal en el AID de la vereda El Plan 3.4-351
Figura 3-225 - Tipos de coberturas en el AID de la vereda El Llano 3.4-352
Figura 3-226 - Unidades censales con actividad agrícola y pecuaria 3.4-354
Figura 3-227 - Tipos de cobertura vegetal en el AID de la vereda La Quiebra 3.4-355
Figura 3-228 - Tipos de cobertura vegetal en el AID de la vereda Yarumal 3.4-358
Figura 3-229 - Tipos de cobertura en el AID de la vereda San Ignacio 3.4-360
Figura 3-230 - Unidades censales con actividad agrícola y pecuaria 3.4-361
Figura 3-231 - Producción de flores en las veredas del AID. 3.4-365

Figura 3-232 - Obtención de las flores para las silletas 3.4-365
Figura 3-233 - Unidades censales con cultivos de flores 3.4-366
Figura 3-234 - Tendencia de crecimiento de cultivos 3.4-374
Figura 3-235 - Distribución del Distrito Agrario de Medellín 3.4-380
Figura 3-236 - 3 Población con NBI en el AII Puntual 3.4-449
Figura 3-237 - Esquema de evaluación y ponderación de las diferentes zonificaciones para la obtención de la zonificación ambiental general 3.5-457
Figura 3-238 - Mapa de sensibilidad de las amenazas 3.5-459
Figura 3-239- Mapa de zonificación de la sensibilidad de los cuerpos de agua de acuerdo utilizando variables fisicoquímicas ICAfa 3.5-460
Figura 3-240 - Mapa de zonificación de la sensibilidad basada en disponibilidad del recurso hídrico 3.5-461
Figura 3-241- Mapa de zonificación de la sensibilidad basado en el conflicto de usos del suelo 3.5-463
Figura 3-242 - Mapa de zonificación ambiental física 3.5-465
Figura 3-243 - Mapa de zonificación de la sensibilidad basada en áreas protegidas 3.5-466
Figura 3-244 - Mapa de zonificación de la sensibilidad basado en especies amenazadas, endémicas o vedadas de fauna y flora. 3.5-469
Figura 3-245 - Mapa de zonificación de la sensibilidad basada en coberturas vegetales 3.5-470
Figura 3-246 - Zonificación de la sensibilidad basada en el atributo de conectividad ecológica 3.5-471
Figura 3-247- Zonificación de los cuerpos de agua de acuerdo con el índice BMWP 3.5-473
Figura 3-248 - Mapa de zonificación ambiental biótica 3.5-475
Figura 3-249 - Zonificación de la sensibilidad de acuerdo con la densidad vial 3.5-477
Figura 3-250 - Zonificación de la sensibilidad de acuerdo con los equipamientos sociales 3.5-479
Figura 3-251 - Mapa de zonificación de la sensibilidad debido a la densidad poblacional 3.5-481
Figura 3-252 - Mapa de zonificación de sensibilidad asociada a los sitios de importancia cultural y arqueológica. 3.5-483
Figura 3-253 - Mapa de zonificación de sensibilidad de las actividades productivas 3.5-485
Figura 3-254 - Mapa de zonificación de la sensibilidad basado en organizaciones sociales 3.5-491
Figura 3-255 - Mapa de zonificación de la sensibilidad asociada a la demanda del recurso hídrico 3.5-492
Figura 3-256 - Mapa de zonificación ambiental socio económica 3.5-494
Figura 3-257 - Mapa de zonificación ambiental 3.5-496
Figura 3-258 - Áreas con la jerarquía de la zonificación ambiental 3.5-498

3 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

3.1 Áreas de influencia

3.2 Medio abiótico

3.3 Medio biótico

3.3.1 Ecosistemas terrestres

3.3.1.1 Caracterización y mapificación de los ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto

3.3.1.1.1 Método

Con el fin de caracterizar los ecosistemas terrestres presentes en el área de influencia del proyecto se consideró la metodología reportada por IDEAM *et al*. (2007). Se analizaron los ecosistemas presentes en el área de influencia directa local y puntual y el área de influencia indirecta del componente físico-biótico.

Para su elaboración, se utilizó la información espacial de la precipitación y temperatura, la altura sobre el nivel del mar (curvas de nivel) y coberturas terrestres, de acuerdo con las clasificaciones que se muestran a continuación y que son utilizadas por IDEAM *et al*. (2007).

Precipitación: a partir del mapa de precipitación, se clasificó en rangos como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3-1 - Denominación de la precipitación anual

Denominación precipitación	Rango precipitación anual (mm)
Árido	0 – 500
Muy seco	501 – 1.000
Seco	1.001 – 2.000
Húmedo	2.001 – 3.000
Muy húmedo	3.001 – 7.000
Pluvial	>7.000

Fuente: Ideam *et al*. (2007).

Piso térmico: definido a partir del rango altitudinal y de temperatura como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3-2 - Denominación termal.

Piso térmico	Rango altitudinal (msnm)	Rango de temperatura (ºC)
Cálido	0 – 800	>24
Templado	801 – 1.800	18 – 24
Frío	1.801 – 2.800	12 – 18
Muy frío	2.801 – 3.700	6 – 12
Extremadamente frío y/o nival	3.701 a 4.500 y de 4.500 en adelante para nival	1,5 y 6º C, y <1,5 para nival

Fuente: Ideam *et al*. (2007).

Bioma: Para Colombia se han identificado tres grandes biomas: zonobioma, orobioma o pedobioma. Para la zona de estudio, se definirán los biomas a partir del rango altitudinal y la temperatura.

Coberturas terrestres: las coberturas identificadas en la zona de estudio se agruparon teniendo en cuenta la siguiente clasificación.

Tabla 3-3 - Agrupación de las coberturas terrestres

Tipo de cobertura terrestre según CLC	Cobertura para la leyenda del mapa de ecosistemas
Bosque natural fragmentado	Bosques naturales
Vegetación secundaria baja	Vegetación secundaria
Plantación forestal	Bosques plantados
Pastos limpios	Pastos
Pastos enmalezados	
Pastos arbolados	
Mosaico de pastos y cultivos	Áreas agrícolas heterogéneas
Mosaico de pastos con espacios naturales	
Mosaico de cultivos	
Cultivos transitorios	Cultivos anuales o transitorios
Cultivos permanentes arbóreos	Cultivos semipermanentes y permanentes
Cultivos confinados	
Cuerpo de agua	Aguas continentales naturales
Tierras desnudas o degradadas	Zonas desnudas
Tejido urbano discontinuo	Áreas mayormente alteradas
Tejido urbano continuo	
Instalaciones recreativas	

Fuente: Consorcio SIGA - PLYMA

Toda esta información se integró mediante la herramienta ArcGis, permitiendo obtener un mapa con las categorías de ecosistemas definidas por Ideam *et al*. (2007).

3.3.1.1.2 Resultados

El área de influencia del proyecto hace parte del Gran Bioma Bosque húmedo tropical.

Se identificaron dos biomas pertenecientes al orobioma de los Andes:

- **Orobioma bajo de los Andes:** se identificó para el área correspondiente al municipio de Medellín, donde se presenta una temperatura entre 18 – 19ºC y una altitud menor a 1.800 msnm, haciendo parte del piso térmico templado y una denominación de precipitación húmeda. Ocupa un área total de 668,3 ha, de las cuales 195,83 ha son del área de influencia directa y el restante del área de influencia indirecta.
- **Orobioma medio de los Andes:** a este bioma pertenece la mayor parte del área de influencia (5.358,7 ha), la cual se caracteriza por presentar una temperatura entre 12 – 18ºC y una altitud entre 1.800 – 2.790 msnm y hace parte del piso térmico frío. Para el área de influencia directa del proyecto, este bioma ocupa 2491,09 ha.

A partir de las coberturas terrestres identificadas para el área de influencia se describen a continuación los ecosistemas identificados para el área de influencia indirecta e indirecta del proyecto Conexión vial Aburrá – Oriente, como se muestra en la siguiente figura:

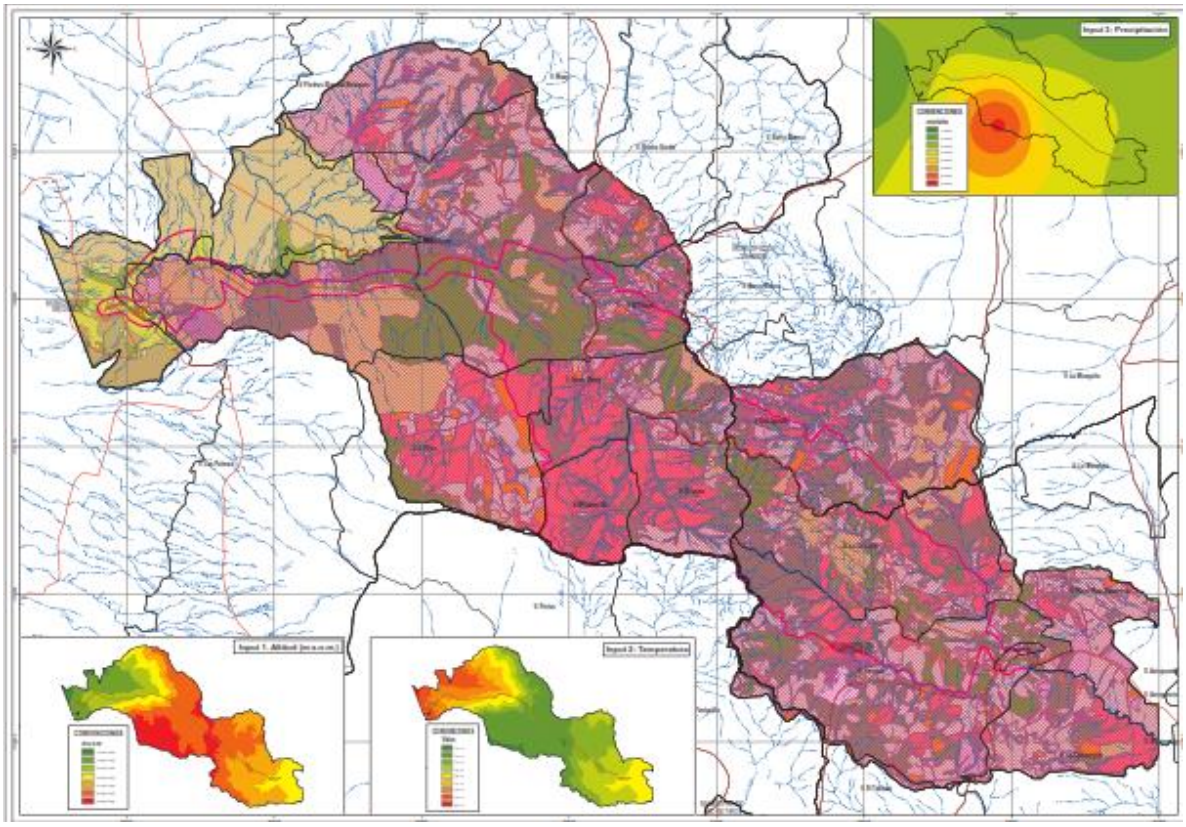


Figura 3-1- Mapa de ecosistemas terrestres identificados en el área de influencia del proyecto Conexión Vial Aburrá–Oriente

CONVENCIONES TEMÁTICAS

EcosistemaTerrestre

- Bosques naturales del Orobioma Medio de los Andes
- Bosques plantados del Orobioma Medio de los Andes
- Vegetación secundaria del Orobioma Medio de los Andes
- Cultivos anuales y transitorios del Orobioma Medio de los Andes
- Cultivos semipermanentes y permanentes del Orobioma Medio de los Andes
- Áreas agrícolas heterogéneas del Orobioma Medio de los Andes
- Pastos del Orobioma Medio de los Andes
- Áreas mayormente alteradas del Orobioma Medio de los Andes
- Centro Poblado del Orobioma Medio de los Andes
- Centro Poblado del Orobioma Bajo de los Andes

3.3.1.2 Área de Influencia Indirecta

Dentro del área de influencia indirecta se identificaron los siguientes ecosistemas:

- **Aguas continentales del orobioma bajo de los Andes**: hace parte del área ocupada por el cauce principal de la quebrada Santa Elena, en el área que hace parte del municipio de Medellín, sobre el costado norte del área de influencia. En el AII se encontraron 3,4 ha.
- **Aguas continentales del orobioma medio de los Andes:** hace parte del área ocupada por el cauce principal de la quebrada Santa Elena (vereda Media Luna del municipio de Medellín) y La Yarumal (entre las veredas Playa Rica – Ranchería y La Convención del municipio de Rionegro), ocupando 8,63 ha.
- **Áreas agrícolas heterogéneas del orobioma bajo de los Andes:** incluye las áreas ocupadas por mosaico de pastos y cultivos, que suman sólo 2,69 ha. Presentan un clima templado húmedo y se localizan en la vereda Media Luna del municipio de Medellín.
- **Áreas agrícolas heterogéneas del orobioma medio de los Andes:** incluye las coberturas de mosaico de pastos y cultivos, mosaico de pastos con espacios naturales y mosaico de cultivos; siendo uno de los ecosistemas más representativo del área de influencia indirecta, especialmente en las veredas El Llano y El Cerro del municipio de Medellín, ocupando 771,91 ha.
- **Áreas mayormente alteradas del orobioma bajo de los Andes:** hace parte de las áreas identificadas como de tejido urbano continuo, con un clima templado y húmedo, y que se localizan en el municipio de Medellín, ocupando 502,33 ha.
- **Áreas mayormente alteradas del orobioma medio de los Andes:** incluye tejido urbano continuo del municipio de Medellín, tejido urbano discontinuo, en el área rural de los municipios de Medellín y Rionegro, ocupando en total 310,19 ha.
- **Bosques naturales del orobioma bajo de los Andes:** corresponde a pequeños fragmentos de bosque natural fragmentado que en suman en total 6,2 ha. Se localizan principalmente en el municipio de Medellín.
- **Bosques naturales del orobioma medio de los Andes:** para el área de influencia indirecta, se localiza principalmente en las veredas Media Luna, El Plan (municipio de Medellín) y Yarumal, Playa Rica – Ranchería y La Convención (municipio de Rionegro), como parches de bosque natural fragmentado con áreas entre 0,1 m^2-61,8 ha, para un total de 788,7 ha.
- **Bosques plantados del orobioma bajo de los Andes:** hace parte de las plantaciones forestales que se encuentran cerca del municipio de Medellín sobre su costado occidental. Ocupa 76 ha y se constituyen principalmente de especies introducidas de pino pátula (*Pinus patula*), ciprés (*Cupressus lusitanica*) y eucalipto (*Eucalyptus sp*), en algunos casos con especies del bosque nativo inmersas en algunos sitios y en otros son plantaciones monoespecíficas con fines netamente productivos.
- **Bosques plantados del orobioma medio de los Andes:** hace parte de rodales establecidos por la acción del hombre y se encuentran ubicados en grandes parches en la zona central de la vereda La Quiebra del municipio de Guarne, y en zonas del predio propiedad de CORANTIOQUIA ubicado en la vereda Media Luna del municipio de Medellín, además de predios del seminario Mayor y Seminario Redentoris Mater. Este ecosistema comprende 626,97 ha y corresponde a 10,40% del área de influencia indirecta.
- **Cultivos anuales o transitorios del orobioma medio de los Andes:** corresponden a los terrenos dedicados principalmente a la producción de cultivos de mora, fresa y tomate de árbol principalmente; los cuales pueden ser comercializados o cultivados para consumo interno. En el área de influencia indirecta del proyecto, este territorio corresponde al 2,36% y comprende 142,16 ha.

- **Cultivos semipermanentes y permanentes del orobioma medio de los Andes:** se incluyen en esta categoría los cultivos de aromáticas y los cultivos permanentes de hábitos arbóreos en la zona son predominantemente de aguacate. También se incluyen los cultivos confinados que también son de carácter permanente. Para el área de influencia ocupan sólo 55,23 ha y se encuentran dispersos en la zona rural de los municipios de Guarne y Rionegro.
- **Pastos del orobioma bajo de los Andes:** se localizan en pequeños terrenos cubiertos con pastos limpios, arbolados o enmalezados en el municipio de Medellín, sumando en total 39,5 ha.
- **Pastos del orobioma medio de los Andes:** es el ecosistema más representativo al ocupar 1537 ha del área de influencia indirecta. Se encuentra haciendo parte del área rural de los municipios de Guarne y Rionegro, incluyendo pastos limpios, arbóreos y enmalezados. Los pastos limpios se encuentran en porciones pequeñas de los predios, tienen pequeñas huertas o jardines caseros, que son sólo ornamentales y recreativos, por lo cual sufren intervenciones constantes para su mantenimiento. Los pastos arbolados presentan especies como araucaria, ciprés, eucalipto (*Eucalyptus grandis, Eucalyptus globulus*) y pino (*Pinus patula*). Se encuentran en zonas usadas para la recreación dentro de viviendas campestres o fincas. Los pastos enmalezados presentan pastos y especies arbustivas de bajo porte que han logrado establecerse por la falta de prácticas de manejo.
- **Vegetación secundaria del orobioma bajo de los Andes:** áreas cubiertas con vegetación secundaria baja sobre un clima templado y húmedo. Se localizan hacia el costado occidental del área de influencia indirecta, en el municipio de Medellín, ocupando 36,76 ha.
  Vegetación secundaria del orobioma medio de los Andes: hace parte de las áreas cubiertas con vegetación secundaria baja en clima frío húmedo o muy húmedo. Se encuentra disperso en el municipio de Medellín, Guarne y Rionegro, donde la vegetación es de tipo arbustivo herbáceo de ciclo corto, dominado por especies como uvito de monte (*Cavendishia pubescens*), chiriguaco (*Clethra fagifolia*), silvosilvo (*Hedyosmum bonplandianum*) y espadero (*Myrsine coriacea*). En el AII comprende 1103,5 ha.
- **Zonas desnudas del orobioma bajo de los Andes:** hace parte de dos lotes ocupados por tierras desnudas o degradadas en clima templado húmedo en el municipio de Medellín. Son poco representativos, ya que sólo ocupa 1,35 ha del área de influencia indirecta.
- **Zonas desnudas del orobioma medio de los Andes:** Se encuentran dispersos en el área rural de los municipios de Medellín, Guarne y Rionegro, representado por 75,14 ha que se encuentran ocupadas por tierras desnudas o degradadas.

3.3.1.3 Área de Influencia directa local

En el área de influencia directa local del proyecto se identificaron 14 ecosistemas de los anteriormente descritos para el área de influencia indirecta:

- **Áreas mayormente alteradas del orobioma bajo de los Andes:** Estas comprenden un área de 146,43 ha y se encuentran ubicadas en el municipio de Medellín. Este corresponde al 5,45% del total del área.
- **Áreas mayormente alteradas del orobioma medio de los Andes:** En el área de influencia directa local este ecosistema comprende 134,35 ha y representa el 5% del total del área. La mayoría de los fragmentos se encuentran ubicados en la Vereda El Plan.

- **Bosques plantados del orobioma bajo de los Andes:** Hay 38,06 ha de este ecosistema que representan 1,42% del total del área de influencia directa. Las plantaciones son de pino pátula y ciprés y están ubicadas en la margen occidental del proyecto.
- **Bosques plantados del orobioma medio de los Andes:** Existen 563,29 ha. Las cuales representan 20,96% del total del área. La mayoría de estos cultivos en la zona son de Pino ciprés (*Cupressus lusitánica*) y pino pátula (*Pinus patula*). Es el ecosistema más predominante en el área de influencia directa local.
- **Bosques naturales del orobiomamedio de los Andes:** Son 3,74 ha que representan 0,14% del total del área. Estos bosques son fragmentados y son relictos de bosques nativos donde predominan las siguientes especies: Siete cueros (*Tibouchina lepidota*), Drago (*Croton magdalenensis*), Algodón (*Alchornea grandulosa*) y demás individuos de las familias Melastomataceae, Araceae, Clusiaceae, Myrsinaceae y Rubiacae. Los fragmentos más grandes de bosque esta área se encuentran en la Reserva de la Sociedad Civil Montevivo, en el sector de la Espadera y en el sector de La Aguada.
- **Pastos del orobioma bajo de los Andes:** Son 7,61 ha que representan el 0,28% del total del área. Estos se encuentran ubicados en el sector de la vereda Las Palmas del municipio de Medellín.
- **Pastos del orobioma medio de los Andes:** Son 446,57 Ha que pertenecen a este ecosistema. Esto es el 16,62% del total del área. La mayoría de estos se encuentran en la vereda La Quiebra del municipio de Rionegro.
- **Vegetación secundaria del orobioma medio de los Andes:** Son 558,48 ha. Es el segundo ecosistema más predominante en el área de influencia directa local, pues representa el 20,78% del área total. Los parches más grandes se encuentran ubicados en la vereda Media Luna (municipio de Medellín) y al interior de la Reserva Forestal del Río Nare.
- **Áreas agrícolas heterogéneas del orobioma medio de los Andes:** Son 470,15 ha que corresponden a 17,50% del total del área. Estas se encuentran principalmente en las veredas Santa Elena (Municipio de Medellín), El Cerro y el Llano del municipio de Rionegro.
- **Cultivos semipermanentes y permanentes del orobioma medio de los Andes:** En el área de influencia directa local hay 42,84 ha que corresponden al 1,59% del área total. Estas están principalmente en las veredas Santa Elena (Municipio de Medellín), El Cerro y El Llano del municipio de Rionegro.
- **Cultivos anuales o transitorios del orobioma medio de los Andes:** corresponden a los terrenos dedicados principalmente a la producción de cultivos de mora, fresa y tomate de árbol principalmente; los cuales pueden ser comercializados o cultivados para consumo interno. En el AID local son 10,34 ha y representan 0,39% del área total.
- **Aguas continentales del orobioma medio de los Andes:** Estas son las quebradas pertenecientes a las cuencas de: Santa Elena, Yarumal, La Cascada y Yerbabuena. Comprenden 3,79 ha que representan 0,14% del área total.
- **Zonas desnudas del orobioma medio de los Andes:** Son 13,16 ha que representan el 0,49% del total del área y la mayoría se localizan en el techo del túnel Santa Elena hacia el sector de Sajonia.

3.3.1.4 Área de Influencia directa puntual

En el área de influencia directa puntual se pudieron identificar 12 ecosistemas pertenecientes a los dos orobiomas anteriormente mencionados. Es decir, orobioma bajo de los Andes y orobioma medio de los Andes. Los ecosistemas más representativos del área de influencia directa puntual

son Bosques naturales del orobioma medio de los Andes (20,60%) y Bosques plantados del orobioma medio de los Andes (26,64%).

- **Áreas mayormente alteradas del orobioma bajo de los Andes**: Son 39,55 ha y representan el 8,9% del total del área de influencia directa puntual. Estas están ubicadas en los portales de los túneles y en el comienzo de la obra hacia el sector de la ciudad de Medellín.
- **Bosques plantados del orobioma bajo de los Andes:** 32,19 ha y representan el 7,24% del total del área. El pequeño fragmento de plantaciones que se encuentra en el área de influencia directa puntual está ubicado en el portal norte del túnel Seminario.
- **Pastos del orobioma bajo de los Andes:** El fragmento de pastos del orobioma bajo de los Andes comprende 1,38 ha, lo cual es el 0,31% del total. Estos están ubicados por el Seminario Conciliar de Medellín.
- **Aguas continentales del orobioma medio de los Andes:** comprende 1,46 ha y es el 0,33% del total del área. Las quebradas de este ecosistema se encuentran ubicadas en el sector del portal occidental del túnel Santa Elena, en la vía a cielo abierto occidental y en el portal oriental del túnel Santa Elena.
- **Áreas mayormente alteradas del orobioma medio de los Andes:** Son 19,92 ha y corresponden al 4,48% del total del área de influencia directa puntual. Están ubicadas en el sector de Sajonia principalmente.
- **Bosques naturales del orobioma medio de los Andes:** 100,46 Ha, representando el 22,60% del total. Este bosque corresponde al fragmento que será intervenido con la construcción de la vía a cielo abierto occidental. Este se encuentra ubicado en el sector de la Espadera y en la finca la Aguada. Es el segundo ecosistema más representativo del AID puntual.
- **Bosques plantados del orobioma medio de los Andes:** Es el ecosistema predominante en el área de influencia directa puntual, son 118,42 ha y representan el 26,64% del total, estas plantaciones son de Eucalipto (*Eucalyptus sp*.), Pino pátula (*Pinus patula*) y ciprés (*Cupressus lusitánica*).
- **Cultivos anuales o transitorios del orobioma medio de los Andes:** Sólo representan 0,01% del área total y son 0,047 ha. No es significativa la presencia de este ecosistema en el AID puntual. Sin embargo, la parte afectada será un cultivo encontrado en la vereda Media Luna del municipio de Medellín.
- **Cultivos semipermanentes y permanentes del orobioma medio de los Andes:** corresponden a 0,34 ha y representan 0,08% del total del AID puntual.
- **Pastos del orobioma medio de los Andes:**Están ubicados en el tramo que será intervenido en la vía a cielo abierto y en los portales de los túneles Seminario y Santa Elena. Son 46,32 ha que representan10,42% del total del área.
- **Vegetación secundaria del orobioma medio de los Andes:** Se encuentran en el principio de la vía a cielo abierto occidental (es decir de Medellín hacia Media Luna). Son 84,1 ha y representan el 18,92% del total del área.
- **Zonas desnudas del orobioma medio de los Andes:** Es un pequeño fragmento de 0,32 ha que corresponde al 0,07% del total del AID puntual.

Así LAS cosas, en la zona de estudio, las coberturas más representativas son vegetación secundaria, bosque natural fragmentado y pastos arbolados, sin embargo, en los sitios donde se desarrollarán las obras del proyecto, la cobertura más abundante corresponde a bosque plantado con un 50%, las demás coberturas se encuentran en porcentajes inferiores.

De acuerdo con el mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia[1], el proyecto se encuentra en el Orobioma Medio de los Andes y los ecosistemas predominantes son: Pastos, Bosque Plantados y Vegetación Secundaria.

3.3.1.5 Flora

En el área de influencia directa se identificaron y caracterizaron las coberturas vegetales existentes en el proyecto (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). En los sitios de obra se censaron al 100% los árboles requeridos para el aprovechamiento forestal y en las demás zonas de afectación local, se caracterizaron las áreas mediante el establecimiento de parcelas considerando las epifitas vasculares y no vasculares.

3.3.1.5.1 Área de influencia directa

3.3.1.5.1.1 Área de influencia directa Puntual

El área de influencia directa puntual comprende los sitios donde se realizarán las obras de construcción como portales de los túneles Seminario y Santa Elena, plazoletas, vía a cielo abierto (occidental y oriental) y depósito Seminario.

3.3.1.5.1.1.1 Zonas de vida

Las zonas de vida existentes en el área de influencia directa puntual se clasifican según Holdridge: en Bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB), bosque húmedo montano bajo (bh-MB); bosque húmedo premontano (bh- PM) y bosque muy húmedo premontano (bmh- PM), estas zonas de vida, por sus características ambientales, generan condiciones para que se desarrollen comunidades de flora propias de cada una de ellas principalmente en los hábitats menos perturbados.

- Bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB): En el proyecto, esta zona de vida comprende un área de 4.4 hectáreas. Se identifica en la parte alta del portal occidental del túnel de Santa Elena en inmediaciones de la quebrada la Aguadita. Altitudinalmente se encuentra entre 2000 y 2700 msnm, con una precipitación de 2000 a 4000 mm anuales y una temperatura ambiente que oscila entre 12°C y 18°C.
- Bosque húmedo Montano Bajo (bh- MB): Se identifica en el Portal Oriental del túnel de Santa Elena, en la vía de acceso a la Glorieta de Sajonia y en la parte alta de la quebrada La Espadera en la vía a cielo abierto occidental. En total comprende un área de 12,9 hectáreas abarcando parte de las veredas Yarumal y La quiebra del Municipio de Rionegro y Media Luna del municipio de Medellín. Esta zona de vida, se encuentra entre 2200 y 2350 msnm, con una temperatura promedio de 12°C a 18°C y una precipitación que varía entre los 1000 y 2000 mm anuales.
- Bosque húmedo premontano (bh- PM): Abarca el occidente del proyecto desde el túnel del seminario y la parte baja de la vía a cielo abierto hasta la plazoleta del portal occidental del túnel de Santa Elena, para un área total de 54 hectáreas. Altitudinalmente se encuentra entre 1000 y 1800 msnm, con una precipitación de 1000 – 2000 mm/año.
- Bosque muy húmedo premontano (bmh- PM), Esta zona abarca la menor área del área de Influencia Directa Puntual, estimada en 4,6 hectáreas. Se encuentra entre las quebradas La

[1] IDEAM *et al* 2007

Bocaná y La Aguadita, entre los pisos altitudinales 1000 -2000 msnm; una temperatura promedio de 17°C a 24 °C y una precipitación de 2000 a 4000 mm/año.

3.3.1.5.1.1.2 Coberturas vegetales Zona de influencia directa Puntual

Con la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra y la metodología del Corine Land Cover de 2010 adaptada para Colombia, se determinaron las coberturas vegetales para el área de influencia directa puntual.

Portales Norte y Sur túnel Seminario

Plantación Forestal: Se evidencia en ambos portales con la especie *Eucalyptus globulus.* En ciertos sitios en donde se ha dejado avanzar la regeneración, es posible encontrar en dimensión de brinzal o latizal, las especies *Miconia caudata* y *Cecropia sp.* La presencia de epífitas y briófitos es nula.

Figura 3-2 - Plantaciones Eucalipto Portales Norte y Sur

Vía a cielo abierto occidental

Plantaciones Forestales: se presenta principalmente a la altura del Seminario Redentoris Matter plantaciones con la especies *Cupressus lusitánica, Eucalyptus sp* y *Pinus patula*; aprovechadas comercialmente por la familia Uribe Giraldo. Esta plantación cuenta con vías industriales para la extracción de la madera.

Figura 3-3 - Plantación Forestal. Altura Seminario redentoris Matter

Bosque Natural fragmentado: Con predominancia en la cuenca de la quebrada la Espadera. La familia dominante son las Lauraceae con la especie *Nectandra sp*, además se encuentran poblaciones de *hieronyma antioquensis* (Candelos). Esta cobertura se encuentra en un rango de medio a alto de intervención. La dominancia del yarumo, *Cecropia sp*, requiere altos regímenes de luz, lo que puede indicar un alto grado de intervención y un estado sucesional medio.

Figura 3-4 - Bosque Natural Fragmentado sobre la cuenca de la Espadera

Vegetación Secundaria: Se encuentra en un punto intermedio o en sitios de transición con respecto a las otras coberturas. En este tipo de vegetación, predominan las especies plantadas de *Pinus patula* y especies nativas de rápido crecimiento o pioneras como *Cecropia sp, Trema micrantha, Vismia sp*.

Figura 3-5 - Vegetación secundaria. Vía a cielo abierto.

En la siguiente tabla, se presenta una descripción de la vegetación encontrada a lo largo de la vía a cielo abierto.

Tabla 3-4 - Vegetación vía a cielo abierto por km

Desde el Km	hasta el Km	Descripción
6+010	6+210	Plantación forestal (juveniles Eucalyptus sp) y pasto
6+210	6+640	Plantación forestal (Eucalyptus sp) con vegetación secundaria en transición (Miconia caudata)
6+640	6+690	Plantación forestal (C. lusitanica)
6+690	6+910	Plantación forestal (Eucalyptus sp) con vegetación secundaria en transición (Miconia caudata)
6+910	7+290	Vegetación secundaria (Cecropia sp, Miconia caudata, Croton magdalenensis)
7+290	7+460	Vegetación secundaria que está siendo talado (Miconia caudata, Inga sp, Croton magdalenensis, Persea caerulea, Cecropia sp.)
7+460	7+550	Herbazal abierto donde predomina zarza (Mimosa sp) y vegetación secundaria (Miconia caudata, Croton magdalenensis)
7+550	7+660	Vegetación secundaria con predominio de Árboloco (Montanoa quadrangularis)
7+660	7+750	Plantación forestal (Eucalyptus sp) con vegetación secundaria en transición (Miconia caudata)
7+750	8+210	Plantación Forestal de Ciprés (C. lusitanica)
8+210	8+420	Vegetación Secundaria (Asteraceae, Cecropia sp, Trema micrantha).
8+420	8+630	Plantación Forestal de Ciprés (C. lusitanica) con aprovechamiento permanente
8+630	8+810	Vegetación secundaria (Rhus striata, Trema micrantha, Cecropia sp, Guettarda sp, Vismia sp, Miconia caudata)
8+810	9+010	Plantación (C. lusitanica)
9+010	9+349	Bosque natural fragmentado (Lauraceae)
9+349	9+510	Bosque natural fragmentado (Hieronyma antioquensis, Nectandra sp)
9+510	9+540	Vegetación Secundaria (Vismia sp, Rhus striata, Guettarda sp.)
9+540	9+600	Vegetación Secundaria (Rhus striata, Cecropia sp, Guettarda sp, Vismia sp, Miconia caudata)
9+600	9+700	Plantación forestal con vegetación secundaria en transición (Pinus patula. Eucalyptus sp con Cecropia sp)
9+700	9+740	Plantación Forestal de Ciprés (C. lusitanica)

Desde el Km	hasta el Km	Descripción
9+740	9+840	Herbazal (Asteraceae, Cecropia sp, trema Micrantha). Presencia de desechos del aprovechamiento forestal de Ciprés (C. lusitanica)
9+840	9+980	Plantación Forestal de Ciprés (C. lusitanica) y vegetación secundaria (Miconia caudata, Cecropia sp., Trema micrantha)
9+980	10+140	Individuos juveniles de Eucalipto y pasto
10+140	10+300	Plantación forestal de Ciprés (C. lusitanica) con vegetación secundaria en transición (Rhus striata, Trema micrantha, Cecropia sp, Guettarda sp, Vismia Sp, Inga sp, Miconia caudata)

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Epifitas vasculares: De acuerdo con los tipos de cobertura vegetal, el bosque natural fragmentado presenta la riqueza y abundancia más alta de epifitas vasculares, seguido de los bosques con vegetación secundaria. Las plantaciones forestales presentan muy pocas epífitas y en los pastos arbolados no se reportan individuos equivalentes a plantas vasculares. Los bosques con especies de árboles nativos (Bosque natural fragmentado y vegetación secundaria) son significativamente diferentes en cuanto a riqueza y abundancia de especies al compararlos con las plantaciones forestales y los pastos arbolados.

Tabla 3-5 - Riqueza y diversidad de epífitas vasculares de acuerdo al tipo de cobertura vegetal

Tipo de cobertura	Abundancia + desviación estándar	Riqueza + desviación estándar
Bosque Natural Fragmentado	514 + 107.55	16 + 2.64
Pastos Arbolados	0 + 0	0 + 0
Plantación Forestal	3.75 + 4.5	0.5 + 0.57
Vegetación secundaria	54.2 + 45.215	4.4 + 3.43
F p< 0.000	75.81 ***	31.38 ***

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Composición florística de briófitos epífitos en las coberturas vegetales

El número total de especies briófitos epífitos en el bosque natural fue similar al número observado en la vegetación secundaria, con valores mucho más alto que lo identificado en la plantación de ciprés o en la forestal. El número promedio de especies de briófitosepífitos por árbol fue similar entre todos los tipos de cobertura con aproximadamente 10 especies por árbol ($F_{3,46}=1.75, p=0.16$).

Tabla 3-6 - Riqueza y diversidad de briófitos epífitos de acuerdo al tipo de cobertura vegetal

Cobertura	Especies	Chao	Especies x árbol	No.registros
Bosque Natural Fragmentado	45	65.05±11.54	10.67±1.29	160
Plantacióncipré́s	14	24.67±10.27	10±1.87	50
PlantaciónForestal	16	28.5±10.68	9.2±0.84	46
Vegetaciónsecundaria	49	67.38±10.53	9.48±2	237

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Riqueza de especies de briófitos terrestres y el tipo de cobertura vegetal

El número total de especies de briófitos terrestres observados en el bosque natural fue más elevado a lo identificado en la vegetación secundaria o en la plantación forestal. El número promedio de especies de briófitos epífitos por cuadrante fue más alto en el bosque natural que en el bosque secundario o en la plantación forestal ($F_{2,48}=8.5, p<0.001$).

Tabla 3-7 - Riqueza y diversidad de briófitos terrestres de acuerdo con el tipo de cobertura vegetal

Cobertura	Especies	Chao	spec.cuad	No. registros
Bosque Natural Fragmentado	23	33.12±9.02	1.31±0.48	125
Plantación Forestal	10	10±0	1.26±0.49	57
Vegetación secundaria	14	26.25±13.15	1.10±0.31	63

Fuente: Elaboración propia Consorcio Siga-Plyma

Depósito Seminario

Esta área se encuentra en los predios del seminario Mayor de Medellín en un área de 16 hectáreas de plantación forestal de *Eucalyptus globulus*

Figura 3-6 - Plantación Forestal Eucalyptus globulus Zona de depósito.

Portal Occidental túnel Santa Elena

Vegetación secundaria: En el portal Occidental del túnel de Santa Elena, se presenta una cobertura en sucesión natural, dadas las condiciones actuales de suelo desnudo o desprotegido donde se evidencian tocones o rastos como consecuencia de un aprovechamiento anterior.

Bosque Natural Fragmentado: Esta cobertura se presenta en la parte alta del portal del túnel, en la cuenca la quebrada la aguadita, zona que no será afectada por el proyecto, en esta zona predomina *Ficus cuatrecasana, Trema micrantha* y *Croton magdalenensis* como sus mayores exponentes, Es además un sitio con una presencia importante de la familia Bromeliaceae y Polypodiaceae en cuanto a epífitas se refiere.

Figura 3-7 - Vegetación secundaria. Portal Occidental.

Portal Oriental túnel Santa Elena y vía de acceso a la glorieta Sajonia

Vegetación Secundaria: En esta cobertura se reconoce la mezcla de especies nativas pioneras, brinzales de las especies *Cavendishia pubescens* y *Rubus floribundus*, como sus mayores exponentes, junto con especies exóticas que representan las mayores dimensiones como *Cupressus lusitánica* y *Acacia melanoxylon*. Se resalta la presencia de orquídeas terrestres de las especies *Elleanthus aurantiacus* y *Epidendrum elongatum*.

Figura 3-8 - Vegetación secundaria. Portal Oriental

.

En la siguiente tabla, se presenta el consolidado de las coberturas identificadas en el área de influencia directa puntual y arrojadas de Sistema de información geográfica por medio del Corte del área de influencia Puntual, las coberturas en menor porcentaje, solo cortan el área de influencia puntual en pequeñas esquinas y pequeñas proporciones de área.

Tabla 3-8 - Porcentaje de coberturas en el área de influencia directa puntual

Cobertura	Área (Ha)	Porcentaje
3.1.5 Plantación Forestal	36,77	50%
3.2.3 Vegetación secundaria baja	16,52	23%
3.1.3 Bosque natural fragmentado	10,13	14%
2.3.2 Pastos arbolados	2,40	3%
2.3.1 Pastos limpios	2,36	3%
1.1.2 Tejido urbano discontinuo	1,98	3%
2.3.3 Pastos enmalezados	1,81	2%
3.3.3 Tierras desnudas o degradadas	0,32	0%
5.1.2 Cuerpo de agua	0,25	0%
1.1.1 Tejido Urbano Continuo	0,16	0%

Cobertura	Área (Ha)	Porcentaje
2.2.5 Cultivos confinados	0,09	0%
2.1.1 Cultivos transitorios	0,05	0%
TOTAL	72,84	100%

Fuente: Elaboración propia Consorcio Siga-Plyma

Caracterización de epífitas

Se muestrearon 245 árboles de los cuales el 40% (100 árboles) no presentaron epífitas vasculares. En los 145 árboles hospederos se registraron 1928 individuos epífitos que pertenecen a 36 especies. Los árboles hospederos reportaron entre 1 y 11 especies epífitas y entre 1 y 53 individuos epifitos. (Véase Anexo 3-7).

Composición florística de epífitas vasculares

Las familias con el mayor número de especies en el área de estudio fueron Orchidaceae (8 especies), Bromeliaceae (6 especies), Piperaceae (4 especies) y Araceae (3 especies). Los Pteridophytos agrupados en un grupo presentaron el mayor número de especies e individuos, 13 especies (37% del total de especies) y 894 individuos (46% de los individuos epífitos registrados). Se registra una especie parasita de la familia de las Loranthaceae (*Dendrophthora oblicua*).

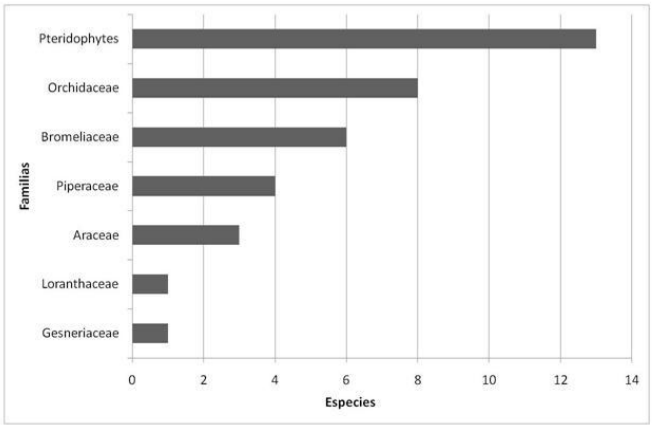


Figura 3-9 - Número de especies o individuos de epifitas por familia.

El grupo de pteridofitos o helechos fue el grupo de más amplia distribución en el área de estudio, al encontrarse en los tres tipos de coberturas vegetales, mientras que con muy pocas excepciones, las especies de las familias epífitas se encontraron en los bosques de especies nativas (Véase Anexo 3-7). La especie más frecuente (presente en 9 de 13 sitios) y a su vez la más abundante (520 individuos) fue *Pleopeltis macrocarpa*. Las especies que siguieron en frecuencia fueron *Elaphoglosum muscosum* (*Pteridophytos*) y *Tillandsia complanata* (Bromeliaceae), las cuales se encontraron en 5 y 4 de los sitios de muestreo. Así mismo, las especies que siguieron en abundancia fueron *Peperomia sp* 4 (260 individuos, presente en dos sitios), *Oncidium abortivum* (160 individuos, presente en tres sitios) y *Philodendron danielli* (117 individuos, presente en dos sitios). Se destaca que el 52% de la abundancia corresponda a sólo dos especies y que las 10 especies más abundantes abarquen el 90% de la abundancia total. 23 especies (65%) presentaron menos de 10 individuos (Véase Anexo 3-7).

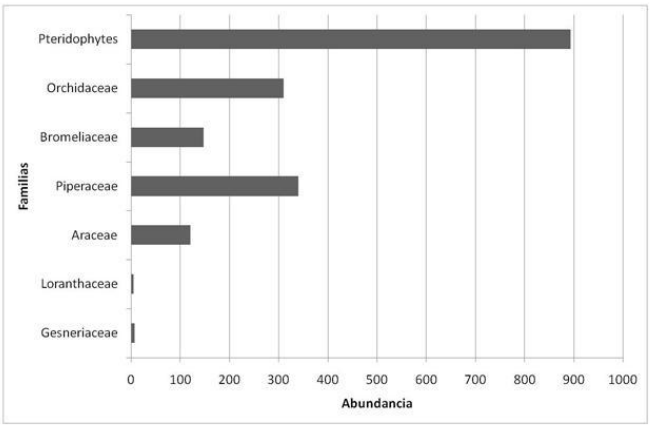


Figura 3-10 - Riqueza y abundancia de epifitas de acuerdo con la familia botánica.

Tabla 3-9 - Número de árboles hospederos muestreados, especies e individuos de epífitas vasculares por sitio de muestreo

Nro	sitio	Tipo de bosque	Coordenadas X	Coordenadas Y	árboles muestreados (sin epifitas)	Especies epífitas (individuos)
1	La Espadera (Vereda Media Luna)	Bosque Natural Fragmentado	839951	1180229	35 (2)	17 (570)
2	Portal Occidental (Vereda Media Luna)	Bosque Natural Fragmentado	840993	1180222	35 (4)	13 (390)
3	Cerro del Chivo (Vereda Media Luna)	Bosque Natural Fragmentado	840173	1180314	35 (3)	18 (582)
4	Bocaná (Vereda Media Luna)	Vegetación secundaria	840712	1180380	18 (7)	9 (96)
5	La Pastora (Los Caunces)	Vegetación secundaria	837763	1180067	32 (18)	7 (107)
6	Ocho de Marzo (Media Luna)	Vegetación secundaria	839688	1180296	13 (4)	3 (30)
7	El Vergel (Cataluña)	Vegetación secundaria	837539	1180172	22 (14)	1 (36)
8	Caunces de Oriente	Plantación Forestal	837447	1180238	1 (1)	0 (0)
9	Quebrada Media Agua	Plantación Forestal	839017	1180116	3 (0)	1 (9)
10	Seminario Redentoris Mater	Plantación Forestal	838619	1180110	5 (2)	1 (6)
12	Zona de depósito (Seminario mayor)	Pastos Arbolados	837330	1180263	1 (1)	0 (0)
11	Seminario Mayor	Plantación Forestal	836702	1180377	26 (26)	0 (0)
13	Portal Oriental (Sajonia)	Vegetación secundaria	847739	1175264	19 (18)	2 (2)
		Total			245 (100)	1828

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Composición de epífitas vasculares y análisis de correspondencia linealizado

De acuerdo con el análisis de correspondencia linealizado (DCA en inglés) basado en la matriz de composición de especies, en los sitios de muestreo presentan diferencias florísticas entre sí. El eje 1 del DCA separó los sitios de acuerdo con la diversidad florística (relación de especies/abundancia), la cual disminuye de izquierda a derecha. En la interpretación se evidencian los bosques secundarios (izquierda, Figura 3.223) como importantes sitios de diversidad, los cuales albergan gran cantidad de especies en relación a la abundancia total. La composición de epifitas vasculares encontrada entre los sitios estudiados, está fuertemente condicionada por la distancia entre ellos. Es decir, los sitios más cercanos entre sí comparten más especies. Así lo muestra el análisis de Mantel (Mantel r=0.4804, p=0.018, matriz A composición de especies, matriz B: distancia entre los sitios).

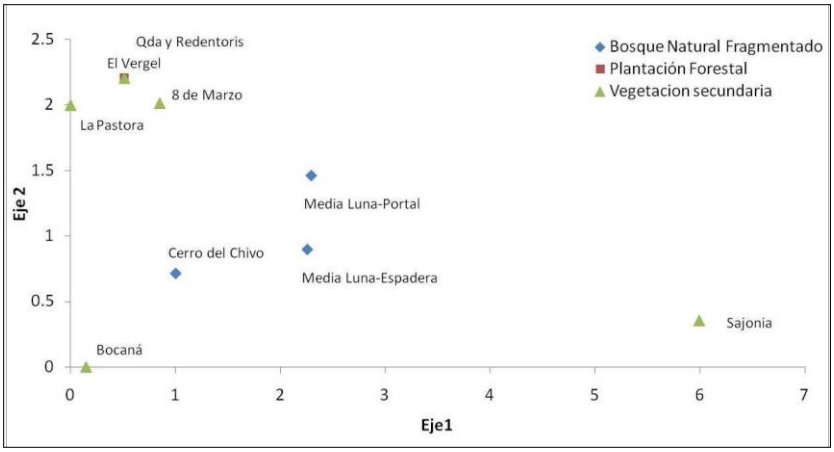


Figura 3-11 - Diagrama de ordenación DCA de los datos florísticos de 10 de los 13 sitios muestreados (se excluyeron sitios sin especies o con un solo individuo).

Riqueza de especies epífitas en relación a los arboles hospederos

En general, árboles más grandes tienden a tener más epifitas y más especies. Esta tendencia es clara en la abundancia de epífitas en bosques secundarios y bosque natural fragmentado. Sin embargo, hay sitios donde la tendencia no incrementó con el tamaño del árbol e incluso tiende a disminuir (Portal occidental, cerro El Chivo), sobre todo en sitios con plantaciones y árboles no nativos que por lo general, no permiten el establecimiento de epífitas. Contrario a la tendencia en bosques con árboles nativos, el número de especies epífitas se mantiene similar en árboles de diferentes tamaños.

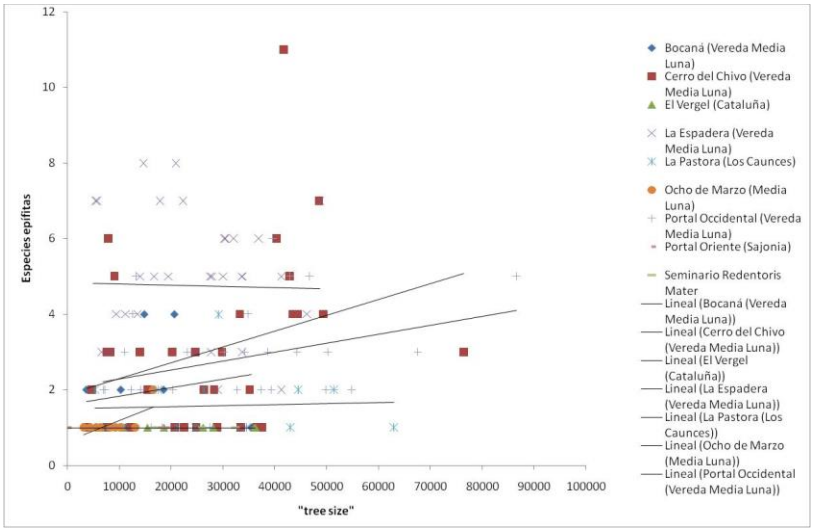


Figura 3-12 - Número de especies epifitas en relación al tamaño del árbol en cada uno de los sitios estudiados.

Es claro por los resultados que en los bosques no fragmentados y de vegetación secundaria, árboles más grandes presentaron más individuos y especies. En bosques natural fragmentado tres individuos pertenecientes a *Hieronyma antioquensis* y *Myrcia sp*. presentaron más de 50 individuos epifitos (Véase Anexo 3-7). En bosque con vegetación secundaria tres árboles de Arrayan (*Myrcia sp.*) reportaron entre 25 y 30 individuos epifitos.

Para la cobertura de pastos arbolados, en los que predomina la especie de *Eucalyptus sp*, no se reportaron epífitas en los árboles ni en suelo. En la cobertura de plantaciones forestales, en los que predomina la especies de pinos *Cupressus lusitanica*, la abundancia máxima de epifitas por árbol hospedero fue de tres epífitas. Debido a la escasez de epífitas en estos sitios, se realizaron parcelas terrestres para determinar las epifitas que en este tipo de bosque se han adaptado a vivir en el suelo que es rico en sustratos de briofitos. Sin embargo, tanto en fustes como en suelo, sólo fue posible identificar la orquídea, *Epidendrum elongatum*, con un individuo en una parcela terrestre en plantación de Ciprés. En el sitio de muestreo 13 (bosque de vegetación secundaria) se realizó una parcela terrestre porque se observó una abundancia importante de las orquídeas *Epidendrum elongatum* y *Elleanthus aurantiacus* con 23 y 19 individuos, respectivamente.

Para los briófitos terrestres se muestrearon 202 cuadrantes en los cuales se encontraron briófitos en 197 de ellos. El número de especies de briófitos terrestres encontrados fue de 33 en 20 familias. La familia con el mayor número de especies fue Lejeuneaceae con 7, seguida por Hypnaceae (Musgo) con 3, y Marchantiaceae (Hepática), Metzgeriaceae (Hepática), Neckeraceae (Musgo) Sematophyllaceae (Musgo) y Plagiochilaceae (Hepática) con dos especies cada una.

Composición florística de briófitos epífitos

Las familias con el mayor número de especies de briófitos epífitos fueron Lejeuneaceae (Hepática) con 26 especies, Plagiochilaceae (Hepática) con 7 y Frullaniaceae (Hepática) 6. La familia de hepáticas Lejeuneaceae fue la familia de briófitos más abundante con 269 (44%) seguida por la familia de hepáticas Plagiochilaceae con 58 registros (9%). Las especies más frecuentes fueron Lejeunea flava (Hepática: Lejeuneaceae) con 59 (9%) registros y Mittenothamnium reptans (Musgo: Hypnaceae) con 48 (7%) registros. Ambas especies fueron también las más frecuentes ocurriendo en 8 de los 13 sitios de muestreo.

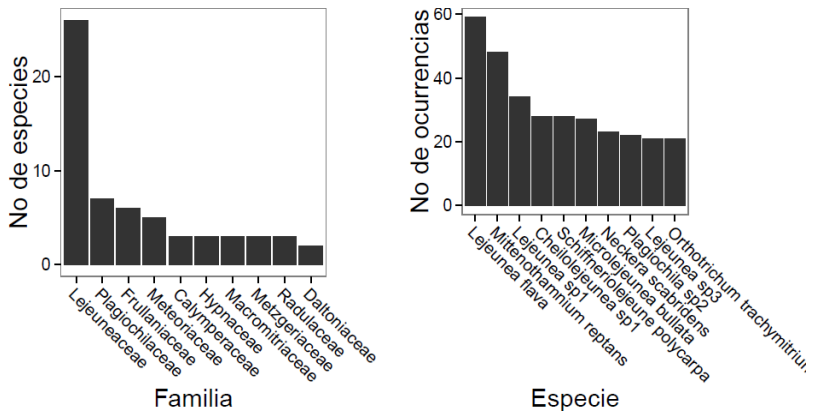


Figura 3-13 - Derecha: Número de especies en las diez familias más diversas de briófitos colectados. Izquierda: Número de registros para las diez especies de briófitos más comunes.

Tabla 3-10 - Número cuadrantes muestreados en 5 árboles por sitio, especies e individuos de briófitos epífitos

Sitio	*Registros*	*Especies*	*Porcentaje de Cuadrantes Ocupados*
Bocaná (Vereda Media Luna)	*60*	*18*	*100%*
Caunces de Oriente	*1*	*0*	*0%*
Cerro del Chivo (Vereda Media Luna)	*60*	*19*	*100%*
El Vergel (Cataluña)	*60*	*15*	*97%*
La Espadera (Vereda Media Luna)	*60*	*25*	*100%*
La Pastora (Los Caunces)	*60*	*19*	*98%*
Ocho de Marzo (Media Luna)	*60*	*20*	*85%*
Portal Occidental (Vereda Media Luna)	*60*	*21*	*97%*
Portal Oriente (Sajonia)	*60*	*13*	*85%*
Quebrada Media Agua	*60*	*14*	*90%*
Seminario Mayor	*1*	*0*	*0%*
Seminario Redentoris Mater	*60*	*16*	*100%*
Zona de depósito (Seminario mayor)	*1*	*0*	*0%*

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Comparaciones de riqueza

Se realizaron comparaciones de riqueza de especies esperadas en caso de tener un muestreo del 100%. Esto se hizo con el estimador Chao 1. Los valores de riqueza total estimada indican resultados similares a lo observado en las curvas de acumulación de especies, en la cual, el número de especies de briófitos epífitos en bosque natural y vegetación secundaria es significativamente ($p<0.01$) más alta que la riqueza de especies esperada en las plantaciones.

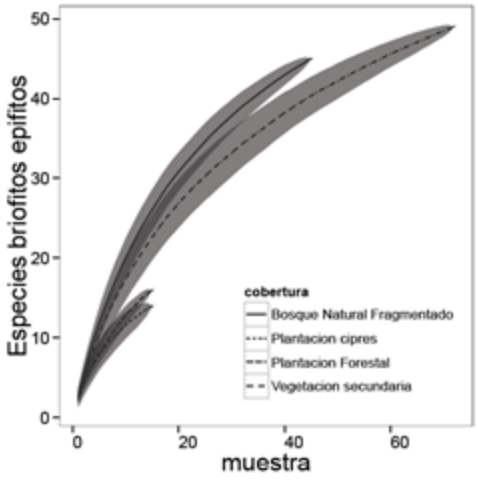


Figura 3-14 - Curvas de acumulación de especies para cuatro diferentes tipos de cobertura vegetal con briófitos epífitos. Sombras alrededor de las líneas representan intervalos del 95% de confianza.

Las diferencias en composición de especies de briófitos epífitos entre las diferentes coberturas, se realizó mediante un análisis de escalamiento multidimensional no métrico basado en el índice de similitud de Bray Curtis en la composición de briófitos epífitos en cada árbol. Estas diferencias fueron exploradas utilizando un análisis de varianza usando matrices de similitud para explorar si la composición de briófitos en tres coberturas es estadísticamente diferente. La ordenación de NMDS separó la composición de briófitos epífitos hallados en bosque natural de los hallados en bosque secundario. La composición de briófitos epífitos de ciprés y de plantación forestal tenía una posición intermedia entre las comunidades de bosque natural y bosque secundario. Las diferencias en la composición florística entre bosque natural y bosque secundaria fueron amplias ($pseudoF_{3,46}=3.04$, $p<0.001$).

La variación espacial de la composición de briófitos epífitos fue analizada usando un análisis de correlación de mantel en el cual se explora la asociación entre las distancias florísticas y las distancias espaciales. La composición de briófitos epífitos entre los sitios estudiados está relacionada con la distancia entre ellos. Es decir, los sitios más cercanos entre sí comparten más especies, sin embargo, el valor de la asociación no es tan fuerte como el esperado y puede ser dado a la distancia (ca 10km) entre los dos grupos principales de sitios de muestreo (Mantel $r=0.18$, $p<0.001$, matriz A composición de especies, matriz B: distancia entre los sitios).

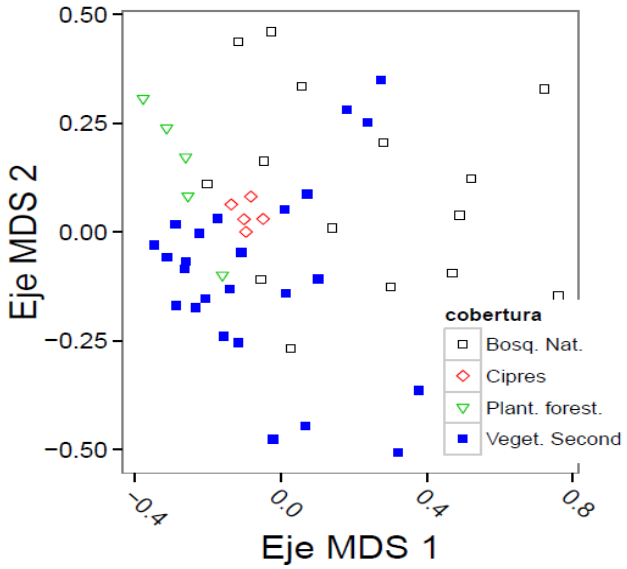


Figura 3-15 - Diagrama de ordenación MDS de los datos florísticos de briófitos epífitos en 60 árboles.

Composición florística de briófitos epífitos

Las familias con el mayor número de especies de briófitos terrestres fueron Lejeuneaceae (Hepática) con 7 especies, Hypnaceae (Musgo) con tres, seguida por Marchantiaceae, Metzgeriaceae y Nekceraceae con dos especies cada una. La familia de musgos Hypopterigiaceae fue la familia de briófitos más frecuente con 43 registros (20%) seguida por la familia de musgos Thuidiaceae e Hypnaceae ambas con 29 registros (14%). Las especies más frecuentes fueron *Hypopterygium tamarisicnum* con 43 registros (20%), seguida por los musgos *Thuidium peruvianum* y *Mittenothamnium reptans*.

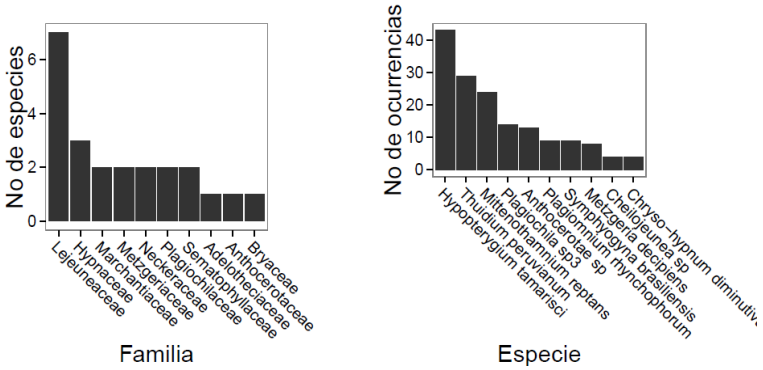


Figura 3-16 - Derecha: Número de especies en las diez familias más diversas de briófitos colectados. Izquierda: Número de registros para las diez especies de briófitos más comunes.

Tabla 3-11 - Número cuadrantes muestreados en 5 árboles por sitio, especies e individuos de briófitos epífitos

Sitio	Registros	Especies	Porcentaje de Cuadrantes Ocupados
Bocaná (Vereda Media Luna)	16	7	94%

Sitio	Registros	Especies	Porcentaje de Cuadrantes Ocupados
Caunces de Oriente	10	6	80%
Cerro del Chivo (Vereda Media Luna)	20	5	100%
El Vergel (Cataluña)	14	4	100%
La Espadera (Vereda Media Luna)	22	10	100%
La Pastora (Los Caunces)	10	2	100%
Ocho de Marzo (Media Luna)	18	6	100%
Portal Occidental (Vereda Media Luna)	53	16	100%
Portal Oriente (Sajonia)	1		0%
Quebrada Media Agua	17	4	100%
Seminario Mayor	1		0%
Seminario Redentoris Mater	20	4	100%
Zona de depósito (Seminario mayor)	1		0%

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Composición florística de briófitos terrestres

Comparaciones de la riqueza de especies esperada si se tuviera un muestro del 100% fueron realizadas usando el estimador de riqueza Chao1. Los valores de riqueza total estimada indican resultados similares a lo observado en las curvas de acumulación de especies en la cual el número de especies de briófitos terrestres en bosque natural es significativamente ($p<0.01$) más alta que la riqueza de especies esperada en las plantaciones y vegetación secundaria.

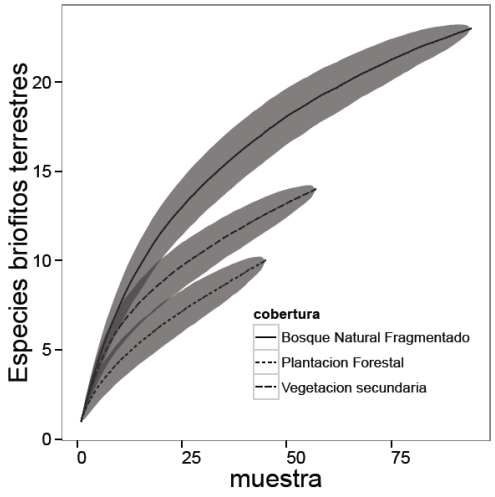


Figura 3-17 - Curvas de acumulación de especies para cuatro diferentes tipos de cobertura vegetal con briófitos terrestres. Sombras alrededor de las líneas representan intervalos del 95% de confianza.

Las diferencias en composición de especies de briófitos terrestres entre las diferentes coberturas se estudiaron mediante un análisis de escalamiento multidimensional no métrico basado en el índice de similitud de Bray Curtis en la composición de briófitos terrestres en cada cuadrante. Estas diferencias fueron exploradas utilizando un análisis de varianza usando matrices de similitud para explorar si la composición de briófitos en tres coberturas es estadísticamente diferente. La ordenación de NMDS separó la composición de briófitos terrestres hallados en bosque natural de los hallados en bosque secundario y en la plantación forestal. Las diferencias en la composición florística de briófitos terrestres entre las tres diferentes coberturas fue estadísticamente

significativa (pseudoF2,17=7.36, p<0.001). Los briófitos terrestres de la plantación forestal fueron bastante homogéneos con una alta similitud entre los diferentes cuadrantes.

La variación espacial de la composición de briófitos epífitos fue analizada usando un análisis de correlación de mantel en el cual se explora la asociación entre las distancias florísticas y las distancias espaciales. La composición de briófitos epífitos entre los sitios estudiados en general no estuvo relacionada con la distancia (Mantel r=0.09, p=0.217, matriz A composición de especies, matriz B: distancia entre los sitios). Análisis independientes por tipo de cobertura mostraron que la composición estuvo relacionada con la distancia solo para briófitos terrestres que crecen bajo cultivos forestales (Mantel r=0.42, p=0.035).

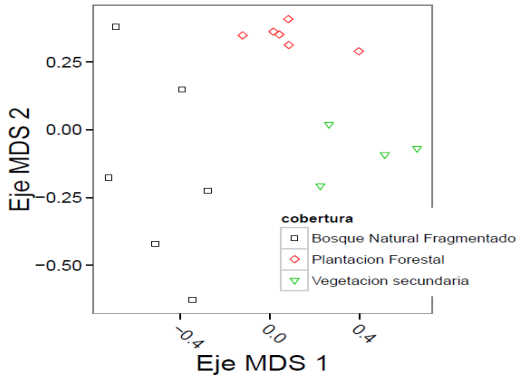


Figura 3-18 - Diagrama de ordenación MDS de los datos florísticos de briófitos terrestres en 17 parcelas.

En general la diversidad de briófitos epífitos y terrestres encontradas fue baja con solo 89 especies en total. La mayoría de las especies encontradas son especies generalistas y altamente competitivas y solo un pequeño porcentaje corresponde a especies indicadores de bosques andinos bien conservados. La especie de hepática Frullania areacae es un registro interesante, ya que es una especie típicamente de dosel en bosques bien conservados y fue frecuente en los sitios de bosque natural incluidos en este estudio.

Especies amenazadas y/o endémicas en las áreas a intervenir

A continuación se presentan las especies amenazadas o vedadas por resoluciones regionales o nacionales.

Hieronyma antioquensis

La especie Hieronyma antioquensis presenta una categoría de amenaza EN (en peligro) según el acuerdo 207 de 22 de septiembre de 2008 de la Corporación Autónoma Regional del río Nare CORNARE, sin embargo, no se encuentra en veda según el acuerdo 262 de 2011. Cabe señalar, que esta especie se encuentra en jurisdicción de la Corporación Autónoma regional del Centro de Antioquia CORANTIOQUIA, la cual mediante resolución 10194 del 10 abril de 2008, descarta esta especie de encontrarse vedada. En el Anexo 3-8 se presenta el listado de los individuos de esta especie encontrada en la franja de vía a cielo abierto en la cobertura de bosque natural fragmentado y que requieren ser intervenidos por el proyecto.

Hirtella enneandra

La especie Hirtella enneandra de la familia Chrysobalanaceae se encuentra en Peligro Crítico (CR) según la resolución 383 de 2010 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial. En la

franja de la cobertura de bosque natural fragmentado se encontraron 46 individuos de esta especie con un volumen total de 8,76m3, los cuales requieren ser aprovechados por el proyecto. En el anexo 3-8 se presenta el listado de los individuos de esta especie reportados en el área de influencia del proyecto.

Cyathea sp, Cyathea tryonorum, Alsophila cf erinacea

En el portal occidental del Túnel Santa Elena se identificó un individuo de la especie Cyathea sp, en categoría de veda según la Resolución 0801 de 1977 del INDERENA. Este individuo se encuentra en las coordenadas X: 841027, Y: 1180288 y tiene un volumen total de 0.007m3. Por tanto requiere incluirse en la solicitud de levantamiento de veda nacional ante la dirección de Bosques, biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

En el portal oriental del Túnel Santa Elena se encontraron dos individuos de las especies Cyathea tryonorum, y un individuo de la especie *Alsophila cf erinacea*, los cuales se encuentran vedados por la resolución 0801 de 1977 del INDERENA. En la siguiente tabla, se relacionan los individuos en condición de veda.

Tabla 3-12 - Ubicación de individuos vedados

Ubicación	coord X	Coord Y	Nombre comun	Nombre científico	Diametro	Altura	Volumen
CA 22	847511	1175415	Sarro	Cyathea tryonorum	14,32	4,5	0,0036
CA 22	847510	1175415	Sarro	Cyathea tryonorum	17,19	4,0	0,0036
CA 22	847515	1175402	Sarro	Alsophila cf erinacea	14,01	3,0	0,0036

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Figura 3-19 - Individuo de Cyathea caracasana en Portal Oriental.

Figura 3-20 - Individuo de Cyathea sp en Portal Occidental.

Volumen de madera a remover

Del inventario forestal realizado al 100% en los sitios donde se proyectan las obras, se deriva el cálculo del volumen total a remover. Este literal se detalla en el capítulo 4 denominado: Demanda, Uso y Aprovechamiento de Recursos Naturales.

Vía a cielo abierto

El inventario de esta área corresponde a los lotes CA14, CA15, CA16. CA17, CA18 y CA19, este último lote es el más representativo por encontrarse dentro de cobertura de vegetación secundaria baja y bosque fragmentado. La base de datos se presenta en el Anexo 3-9.

En esta vía, las coberturas que requieren aprovechamiento forestal, son: plantación forestal, vegetación secundaria y bosque natural fragmentado. Las plantaciones forestales corresponden a las especies *Cupressus lusitanica, Eucalyptus sp y Pinus patula*. El bosque natural fragmentado se encuentra en un grado de medio a alto de intervención. La dominancia del yarumo, Cecropia sp, requiere altos regímenes de luz, lo que puede indicar un alto grado de intervención y un estado sucesional medio.

Con base en el número de árboles, se identificaron otras especies importantes en la cobertura de bosque natural fragmentado como el candelo (*Hieronyma antioquensis*), el manzanillo (*Rhus striata*), el surrumbo (*Trema micrantha*) y el drago (*Croton sp*).

Esta vía requiere la remoción de 320 individuos de *Hieronyma antioquensis*, los cuales suman 52.83m^3 del total del volumen a remover para un porcentaje de 2.63% del aprovechamiento total. En el Anexo 3-8 se relacionan los individuos a remover.

En esta misma línea, será necesaria la remoción de 46 individuos de *Hirtella enneandra,* los cuales suman 8,76m^3 del total del volumen a remover para un porcentaje de 0.43% del aprovechamiento total. En el Anexo 3-8 se presentan los individuos a remover.

Tabla 3-13 - Volúmenes de madera a remover por cobertura y especie dominante

Cobertura	Especie predominante	No. Árboles	Volumen de madera a remover (m3)
Plantación forestal	Cupressus lusitanica	6371	1217,56
Plantación forestal	Pinus patula	32	18,80
Plantación forestal	Eucalyptus sp.	2900	1227,59
Bosque natural fragmentado y vegetación secundaria	Especies Nativas	4277	375,96
Total madera a remover		13580	2839,84

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Portal Oriental túnel de Santa Elena y Vía de acceso a la glorieta Sajonia

La cobertura vegetal identificada en el portal oriental del túnel de Santa Elena, corresponde en gran medida, a la vegetación secundaria baja, producto de la sucesión natural de una plantación forestal de Ciprés abandonada. Ésta resulta ser la especie dominante, con un número de individuos de 196 de 438 que fueron inventariados en el lugar. En la siguiente tabla, se presenta el número de individuos totales a aprovechar en el portal oriental y la vía a cielo abierto. (Veáse Anexo 3-11).

Tabla 3-14 - Volumen de madera total a remover por cobertura Portal Oriental

Cobertura	Especie predominante	No. Árboles	Volumen de madera a remover (m3)
Plantación forestal	Cupressus lusitanica	196	46,00
Plantación forestal	Pinus patula	21	3,12
Plantación forestal	Eucalyptus sp.	27	14,34
Bosque natural fragmentado y pastos enmalezados	Especies Nativas	194	27,64

Total madera a remover		438	91,10

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Portal Occidental túnel de Santa Elena

El portal occidental comprende parte del lote CA 19 y los lotes CA 20 y CA 21, cuya cobertura más representativa es vegetación secundaria y pastos enmalezados. En esta área no se encontraron individuos para el aprovechamiento forestal debido a una intervención anterior al presente estudio.

Portal norte túnel de Seminario

El lote inventariado en esta zona corresponde al lote denominado CA 11. En este portal se encuentra una de Eucalipto, así como una sucesión natural de especies nativas, donde la segunda especie más representativa después del Eucalipto, es el Yarumo, indicador de un estado temprano de la sucesión. En la siguiente tabla se muestra el total de individuos a remover 306 y el volumen 70,18 m3. En este Portal no se encontraron especies amenazadas ni vedadas. (Veáse Anexo 3-12).

Tabla 3-15 - Volúmenes de madera a remover en el portal norte

Cobertura	Especie predominante	No. Árboles	Volumen de madera a remover (m^3)
Plantación forestal	*Cupressus lusitanica*	16	9,18
Plantación forestal	*Eucalyptus sp.*	116	45,19
Vegetación secundaria baja	*Cecropia sp*	103	10,00
Bosque natural fragmentado y vegetación secundaria	Especies Nativas	71	5,80
Total madera a remover		306	70,18

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Portal Sur túnel del Seminario

Este portal está ubicado en el lote denominado CA12, cuya cobertura vegetal corresponde a Plantación Forestal de Eucalipto, con algunas especies nativas pioneras como el yarumo. En la siguiente tabla se presenta el número total de individuos a aprovechar. En este Portal no se encontraron especies amenazadas ni vedadas. (Véase Anexo 3-13).

Tabla 3-16 - Volúmenes de madera en el portal sur

Cobertura	Especie predominante	No. Árboles	Volumen de madera a remover (m^3)
Plantación forestal	*Cupressus lusitanica*	2	1,29
Plantación forestal	*Eucalyptus sp.*	815	161,05
Vegetación secundaria baja	*Cecropia sp.*	25	3,40
Bosque natural fragmentado y vegetación secundaria	Especies Nativas	26	1,51
Total madera a remover		868	357,33

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Inventario forestal depósito seminario

En la zona del depósito Seminario, se encuentra una plantación de Eucalipto (*Eucalyptus sp.*). Por tratarse de una plantación forestal, el volumen de madera se estimó mediante el montaje de 20 parcelas circulares de 100 m^2, lo que equivale a un volumen promedio de madera de 143.25 m^3/ha. El área total del seminario es de 16 hectáreas, por lo que se estima un volumen total de

madera a aprovechar de 8085,7 m^3. En la siguiente tabla, se presenta el volumen encontrado por parcela, así como el volumen promedio con su respectiva varianza y desviación estándar. (Véase Anexo 3-14).

Tabla 3-17 - Volumen de madera encontrado en 20 parcelas circulares de 100m2

Parcela	Volumen	Vol (m^3/Ha)	(Vol-Vp)^2	N. indiv	N. indivi/Ha
P2	7,33	733,35	51982,461	19	1900
P3	3,65	365,47	133566	10	1000
P4	6,32	632,31	399821,07	14	1400
P5	10,55	1055,20	1113452,8	25	2500
P6	3,26	325,90	106210,47	9	900
P8	1,45	145,34	21122,395	3	300
P9	2,09	209,50	43890,04	6	600
P11	3,13	313,39	98213,293	8	800
P12	5,79	579,47	335782,42	15	1500
P13	4,67	466,81	217912,74	12	1200
P14	4,15	414,85	172102,9	9	900
P15	6,28	628,22	394666,08	15	1500
P16	5,52	551,74	304415,1	15	1500
P17	8,79	879,47	773467	22	2200
P18	4,43	442,82	196085,42	13	1300
P19	4,53	452,87	205086,84	11	1100
P20	1,75	175,30	30730,56	6	600
P21	7,45	745,26	555408,61	19	1900
P22	5,51	551,29	303921,27	15	1500
P23	4,39	438,57	192347,18	13	1300
Total general	101,07	10107,13		259	25900
Vol Promedio (m3/Ha)		505,36			
Varianza			5650184,7		
Desviación			2377,0117		
Total individuos/Ha					1295
Total volumen a remover (m3)					8085,7032
Total individuos a remover					20720

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

3.3.1.5.1.2 Área de influencia directa local

El área de influencia directa local comprende los techos de los túneles Seminario y Santa Elena.

Como en estas zonas no se hará remoción de cobertura vegetal, se realizaron parcelas de caracterización que incluyeron además del censo de Fustales, latizales y brinzales, el registro de epífitas vasculares.

3.3.1.5.1.2.1 Zonas de vida

Las zonas de vida existentes en esta área de influencia corresponden a las descritas en el área de influencia directa puntual, por tanto se presentan con el área de ocupación.

Tabla 3-18 - Zonas de vida en área de influencia directa local con área de ocupación

Nombre	Precipitación anual	ETP Media	Biotemperatura	SECTOR	Área (Ha)	Porcentaje
Bosque Humedo	1000-2000	707-943	12-18	Techo túnel Santa	95,39	5,0%

Nombre	Precipitación anual	ETP Media	Biotemperatura	SECTOR	Área (Ha)	Porcentaje
Montano Bajo				Elena cerca al portal oriental		
Bosque Humedo Premontano	1000-2000	943-1296	18-24	Techo túnel seminario	75,10	3,9%
Bosque Muy Humedo Montano Bajo	2000-4000	707-943	12-18	Techo túnel Santa Elena	1731,81	91,0%
Bosque Muy Humedo Premontano	2000-4000	943-1296	18-24	Techo túnel Santa Elena cerca al portal occidental	0,00	0,0%
TOTAL					1902,30	100%

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

3.3.1.5.1.2.2 Coberturas vegetales zona de influencia directa local

Las categorías encontradas para el área de influencia directa local, se presentan en la tabla que se muestra a continuación (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales).

Tabla 3-19 - Porcentaje de coberturas en el área de influencia directa local

Cobertura	Área (Ha)	Porcentaje
3.1.3 Bosque natural fragmentado	417,08	21,9%
3.2.3 Vegetación secundaria baja	369,87	19,4%
2.4.1 Mosaico de cultivos	234,87	12,3%
2.3.1 Pastos limpios	196,19	10,3%
2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos	176,72	9,3%
3.1.5 Plantación Forestal	145,84	7,7%
2.3.2 Pastos arbolados	143,60	7,5%
1.1.2 Tejido urbano discontinuo	62,86	3,3%
2.4.4 Mosaico de pastos con espacios naturales	37,52	2,0%
2.3.3 Pastos enmalezados	33,94	1,8%
2.2.2 Cultivos permanentes arbóreos	32,87	1,7%
1.1.1 Tejido Urbano Continuo	19,52	1,0%
3.3.3 Tierras desnudas o degradadas	10,62	0,6%
2.1.1 Cultivos transitorios	10,17	0,5%
2.2.5 Cultivos confinados	9,53	0,5%
5.1.2 Cuerpo de agua	2,94	0,2%
1.4.2 Instalaciones recreativas	1,86	0,1%
TOTAL	1906,01	100,0%

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

3.3.1.5.1.2.3 Caracterización y composición florística

Para la caracterización florística, se realizaron 12 parcelas con un área de 1000 m^2 (50 m x 20 m), localizadas en diferentes coberturas como se indica a continuación (Véase Anexo 3-16. Mapas temáticos. Parcelas de caracterización). Estas parcelas están localizadas así:

Tabla 3-20 - Ubicación de Parcelas de caracterización.

Parcelas	Vereda/sector	Sitio Interés u obra del proyecto
1	La Quiebra/ Antena TIGO	Techo túnel Santa Elena

Parcelas	Vereda/sector	Sitio Interés u obra del proyecto
2	El Cerro/ El Mirador	Reserva Forestal del Nare, Techo del túnel de Santa Elena
3	Santa Elena / MONTEVIVO	Reserva de la Sociedad Civil Montevivo, Techo del túnel de Santa Elena
4	San Ignacio/ El Cartucho	Techo Túnel de Santa Elena
5	Yarumal/ Finca Sarmarcanda	Reserva Forestal del Nare, Techo del túnel de Santa Elena
6	La Quiebra / El Progreso	Reserva Forestal del Nare, Techo del túnel de Santa Elena
7	Media Luna/Finca La Aguada	Techo túnel Santa Elena
8	Media Luna / La Espadera	Vía a cielo abierto occidental
9	Media Luna / Bocaná	Vía a cielo abierto occidental
10	Media Luna / Bocaná	Vía a cielo abierto occidental
11	Las Palmas/Seminario Mayor Conciliar de Medellín	Techo del Túnel del Seminario
12	Yarumal/ Quebrada la Salazar	Vía acceso a glorieta Sajonia

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

En total se encontraron 791 individuos de fustales, 412 individuos de latizales y 1597 individuos de brinzales censados en su totalidad. (Véase Anexo 3-5). Los individuos encontrados para las categorías de fustales, latizales y brinzales por parcela, se presentan en la tabla relacionada a continuación.

Tabla 3-21 - Resultados de la caracterización por categoría

No.	Coord. X	Coord. Y	Cobertura	Vereda/Sector	No. Fustales	No. Latizales	No. Brinzales
1	846744	1175516	Vegetación Secundaria	La Quiebra/Antenas TIGO	34	11	6
2	844303	1177171	Bosque Natural Fragmentado	El Cerro/ El Mirador	86	60	263
3	843769	1178813	Vegetación Secundaria	Santa Elena/MONTEVIVO	131	77	224
4	843938	1178607	Pastos Arbolados	Santa Elena/ Quebrada San Ignacio	33	21	57
5	845118	1176098	Plantación Forestal	Yarumal/Reserva Forestal del Río Nare (Sarmarcanda)	42	0	64
6	844608	1176974	Bosque Natural Fragmentado	La Quiebra/ Reserva Forestal del Río Nare (El Progreso)	97	48	50
7	841771	1179401	Bosque Natural Fragmentado	Media Luna/Finca La Aguada	64	33	271
8	839957	1180256	Bosque Natural Fragmentado	Media Luna / La Espadera	103	26	188
9	840725	1180381	Vegetación Secundaria	Media Luna / La Bocaná	28	40	211
10	840639	1180386	Plantación Forestal	Media Luna / La Bocaná	28	19	93
11	836702	1180376	Plantación Forestal	Las Palmas/Seminario Mayor Conciliar de Medellín	113	65	96
12	847739	1175264	Vegetación	Yarumal/ quebrada la Salazar	32	12	73

No.	Coord. X	Coord. Y	Cobertura	Vereda/Sector	No. Fustales	No. Latizales	No. Brinzales
			Secundaria				

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Para la caracterización se colectaron 593 muestras que corresponden a 322 especies y 81 familias de plantas. En el Anexo 3-6 se presenta el listado de determinaciones botánicas del herbario JAUM.

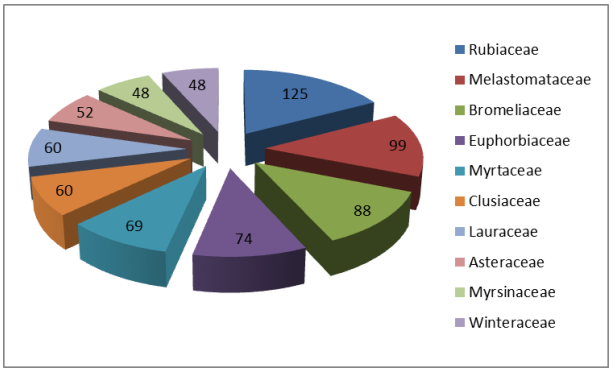


Figura 3-21 - Composición florística, número de familias Bosque Natural Fragmentado

3.3.1.5.1.2.4 Análisis por coberturas vegetales

En la cobertura de Bosque Natural Fragmentado, para la categoría de fustales, se encontraron 63 especies pertenecientes a 37 familias de plantas; las familias Euphorbiaceae (49), Melastomataceae (44) y Myrtaceae (31), fueron las más abundantes, mientras que las especies más abundantes fueron *Hieronyma antioquensis* (31), *Drymis cf. granadensis* (30) y *Axinaea macrophylla* (19).

Para los Latizales se encontraron también 50 especies distribuidas en 37 familias; las familias más abundantes fueron Myrtaceae (15), Melastomataeae (14) y Clusiaceae (11). Las especies más abundantes fueron *Calyptranthes sp1* (11), *Cyathea caracasana* (10) y *Drymis granadensis* (10)

En Brinzales se identificaron 51 familias, de las cuales las más abundantes fueron Rubiaceae (107), Bromeliaceae (88) y Asteraceae (49). Se encontraron 143 especies, de las cuales las más representativas fueron *Palicourea acetosoides* (79), *Racinaea cf. tetrantha* (55) y *Myrsine coriacea* (32).

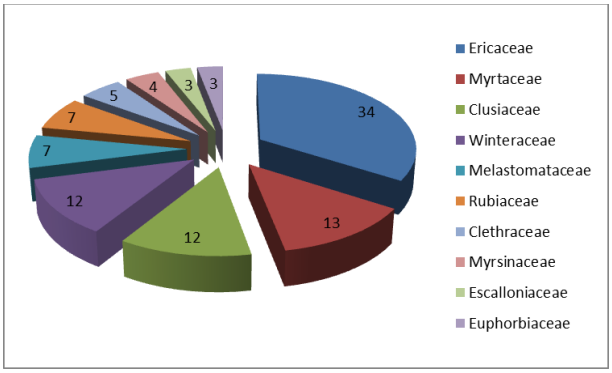


Figura 3-22 - Composición florística, número de familias Pastos Arbolados

En la cobertura de Pastos Arbolados, para la categoría de fustales, se encontraron 12 especies pertenecientes a 9 familias. Las familias más abundantes fueron Myrtaceae (9), Clusiaceae (6) y Rubiaceae (6) y las especies más representativas *Myrcia cf. splendens* (7), *Drymis cf. granadensis* (6) y *Palicourea cf. garciae* (6).

Para Latizales se encontraron 10 especies correspondientes a 10 familias. Se destacaron Clusiaceae (5), Clethraceae (3) y Ericaceae (3) a nivel de familia y *Vismia guianensis* (5), *Befaria aestuans* (3) y *Clethra fagifolia* (3) a nivel de especies.

Para los Brinzales se encontraron 16 especies de 14 familias. Ericaceae (30), Melastomataceae (4) y Winteraceae (4) fueron las familias más abundantes. Las especies más representativas fueron *Cavendishia pubescens* (26) *Befaria aestuans* (4) y *Drymis cf. granadensis* (4).

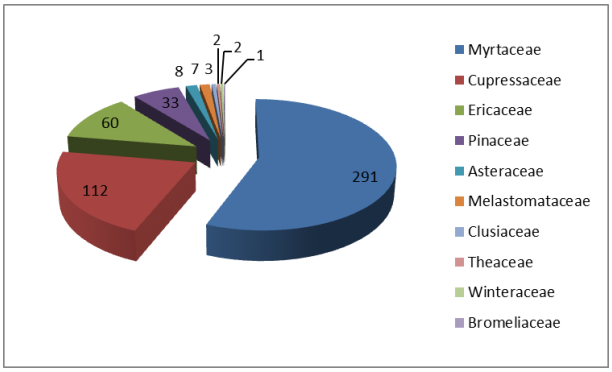


Figura 3-23 - Composición florística, número de familias Plantaciones forestales

En la cobertura Plantaciones Forestales, en fustales, se identificaron 3 familias, Myrtaceae (113), Cupressaceae (37) y Pinaceae (33). Las especies en total fueron 3 *Eucalyptus globulus* (113), *Cupressus lusitanica* (37) y *Pinus patula* (33).

Para los Latizales en las plantaciones forestales se registraron 3 familias, Myrtaceae (69), Cupresasaceae (11) y Ericaceae (4). Se registraron 3 especies, de las cuales las más representativas fueron *Eucalyptus globulus* (65), *Cupressus lusitanica* (11) y *Calyptranthes sp1* (4).

Para los Brinzales se registaron 20 especies pertenecientes a 10 familias, de las cuales las más representativas fueron Myrtaceae (109), Cupressaceae (64) y Ericaceae (56). Las especies más abundanes fueron *Eucalyptus globulus* (96), *Cupressus lusitanica* (64) y *Cavendishia pubescens* (41).

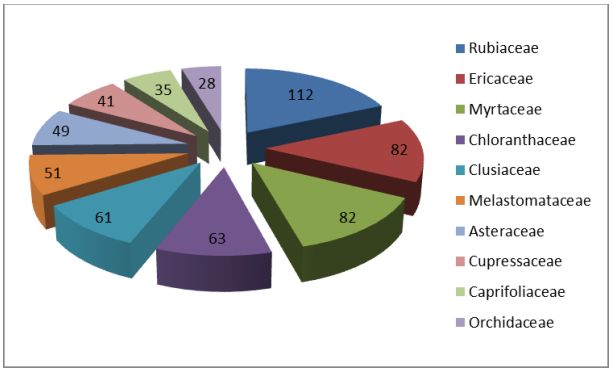


Figura 3-24 - Composición florística, número de familias, Vegetación secundaria

En la cobertura Vegetación Secundaria se identificaron para la categoría de fustales, 29 especies de 19 familias de plantas, de las cuales las familias más representativas fueron Myrtaceae (36), Cupressaceae (29) y Clusiaceae (28). Las especies más típicas fueron *Myrcia cf. popayanensis* (31), *Cupressus lusitanica* (29) y *Vismia guianensis* (19).

Para los Latizales se encontraron 33 especies correspondientes a 20 familias de las cuales las más representativas fueron Myrtaceae (21), Chloranthaceae (17) y Clusiaceae (15). Las especies más abundantes fueron *Hedyosmum goudotianum* (17), *Calyptranthes sp1.* (11) y *Viburnum undulatum* (11).

Para los Brinzales se registraron 77 especies de 35 familias, de las cuales las más abundantes fueron Rubiaceae (103), Ericaceae (73) y Asteraceae (45), mientras que las especies más representativas fueron *Cavendishia pubescens* (66), *Palicourea cf. garciae* (36) y *Hedyosmum goudotianum* (35).

Los resultados encontrados con esta caracterización, son similares a los encontrados en otros sitios con características similares. En la siguiente tabla se muestra la riqueza de algunos bosques premontanos del país a partir de parcelas de 0.1 hectáreas.

Tabla 3-22 - Riqueza de especies y familias de algunos boques premontanos y montanos de Colombia partir de muestreos de 0.1 Ha

Fuente	localidad	Altitud (msnm)	No. Especies	No. Familias
(Cantillo & Fajardo, 2004)	Reserva de Yotoco (Valle)	1200-1700	80	40
(Navarro, 2004)	Cubarral (Meta)	1900	92	55
(Ariza, Toro, & Lores, 2009)	Vereda Guayabito	1500-1800	150	72
(Bohorques, Sanin, & Silva)	Estructura y composición arbórea de un bosque alto--andino de la Cordillera Central Colombiana, San Félix--Caldas	3100	42	33
(Betancur & Cadena, 2003)	Estructura y composición florística de Cuatro bosques andinos del santuario de Flora y fauna Guanentá-alto río Fonce, Cordillera oriental colombiana	2150-4000	Sitio 1: 66 Sitio 2: 37 Sitio 3: 35	40 28 24

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

3.3.1.5.1.2.5 Caracterización de la diversidad de las coberturas

Para conocer la diversidad que caracteriza el área de estudio, se determinaron los índices de riqueza, dominancia y equidad, los cuales se presentan en la tabla que se muestra a continuación

Tabla 3-23 - Índice de Margalef para cuatro coberturas

Categoría/Cobertura	Bosque natural	Pastos arbolados	Plantación Forestal	Vegetación secundaria
Fustales	10,584	3,146	0,384	5,170
Latizales	9,574	2,9561	0,677	6,476
Brinzales	21,357	3,710	3,434	12,175

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Riqueza: De acuerdo con el índice de Margalef, la mayor riqueza de especies se registra en la categoría de brinzales del bosque natural fragmentado, seguida por la cobertura de vegetación secundaria, con valores respectivos de 21,357 y 12,175. Para este índice, mientras más alto es el valor, más diversa es la muestra analizada. Esto indica la presencia de especies en el estado sucesional, pues allí es donde hay un mayor enriquecimiento de especies en los ecosistemas. Lo contrario ocurre con los fustales de *Cupressus lusitanica, Eucalyptus globulus* y *Pinus patula* (especies dominantes en las coberturas de plantaciones), pues el predomino de una sola especie disminuye el índice a valores de 0,384 de riqueza.

Dominancia: En la siguiente tabla el índice de Simpson indica que el mayor valor se registra en la categoría de los latizales de plantación forestal, con un valor de 0,616, señalando que hay una alta dominancia en especies como *Eucalyptus globulus, Cupressus lusitanica y Calyptranthes sp1*, en comparación con una baja dominancia y alta diversidad para los brinzales en bosque natural fragmentado con un valor de 0,005, es decir, que en las 143 especies que componen esta cobertura hay mayor incertidumbre en escoger aleatoriamente un individuo de una especie en particular[2].

Tabla 3-24 - Índice de Simpson para cuatro coberturas

Categoria/Cobertura	Bosque natural	Pastos arbolados	Plantaciones	Vegetación secundaria
Fustales	0,036	0,106	0,452	0,067
Latizales	0,029	0,090	0,616	0,049
Brinzales	0,005	0,239	0,055	0,003

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Otro de los índices de dominancia que se determinó fue el de Berger-Parker, el cual muestra que la mayor abundancia en relación con la especie que posee mayores individuos, se registró para los latizales en Plantación Forestal con un valor de 0,774, sustentando los mismos resultados que se determinaron con el índice de Margalef, seguido de los fustales en Plantaciones con un valor de 0,617. Esto obedece a la homogeneidad de las especies seleccionadas para el establecimiento de dichas coberturas.

Tabla 3-25 - Índice de Berger-Parker para cuatro coberturas

Categoría/Cobertura	Bosque natural	Pastos arbolados	Plantaciones	Vegetación secundaria
Fustales	0,089	0,212	0,617	0,138
Latizales	0,066	0,238	0,774	0,121
Brinzales	0,102	0,456	0,379	0,128

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

[2] Gliessma, 2002

Equidad: Los valores del índice de equidad de Shannon como patrón de representatividad de las especies en la muestra, corroboran los resultados anteriores donde la mayor abundancia se determinó para los brinzales que se han establecido en los bosques naturales fragmentados y en la vegetación secundaria con valores de 4,205 y 3,619 respectivamente, en donde las condiciones preponderantes del medio como la disponibilidad de luz solar, humedad, precipitación y la disponibilidad de nutrientes, son condiciones necesarias para determinar que la diversidad y la distribución equitativa de las especies allí encontradas se puede considerar alta a diferencia de los valores más bajos en plantaciones forestales para latizales (0,755) y fustales (0,930), esto debido a que la equidad está representada por unas pocas especies.

Tabla 3-26 - Índice de Shannon para cuatro coberturas

Categoría/Cobertura	Bosque natural	Pastos arbolados	Plantaciones	Vegetación secundaria
Fustales	3,602	2,222	0,930	2,895
Latizales	3,593	2,1494	0,755	3,131
Brinzales	4,205	2,076	1,832	3,619

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

En la siguiente tabla se presentan los valores del índice de equidad de Brillouin, donde las especies mejor representadas hacen referencia a latizales de pastos arbolados con un valor de 0,706 seguido de los latizales de bosque natural con un valor de 0,702. Esto se debe a la abundancia en el número de individuos de esta categoría. Entre las especies más representativas se tienen *Vismia guianensis*, *Befaria aestuans* y *Clethra fagifolia* en pastos arbolados y *Cyathea caracasana*, *Drymis granadensis* y *Escallonia paniculata* en bosque natural fragmentado.

Tabla 3-27 - Índice de Brillouin para cuatro coberturas

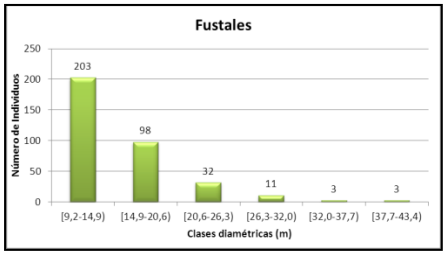
Categoria/Cobertura	Bosque natural	Pastos arbolados	Plantaciones	Vegetación secundaria
Fustales	0,615	0,636	0,178	0,535
Latizales	0,702	0,706	0,170	0,634
Brinzales	0,632	0,514	0,331	0,580

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

3.3.1.5.1.2.6 Análisis estructural

Distribución Diamétrica: En general, la distribución diamétrica tuvo una forma de J invertida. La forma de esta distribución constituye la mejor garantía para la existencia y supervivencia de la comunidad forestal, puesto que los individuos de mayores dimensiones eliminados ocasionalmente, son sustituidos por individuos de las categorías diamétricas inferiores mediante regeneración natural, y por tanto, la estabilidad demográfica del ecosistema se mantiene.

Para la cobertura de bosque natural fragmentado, la estructura horizontal indica que la mayor parte de los individuos se ubican en las clases diamétricas (9.2-14.9], (5.6-6.4], (0.9-1.7] para Fustales, Latizales y Brinzales respectivamente, como se muestra en la siguiente figura.



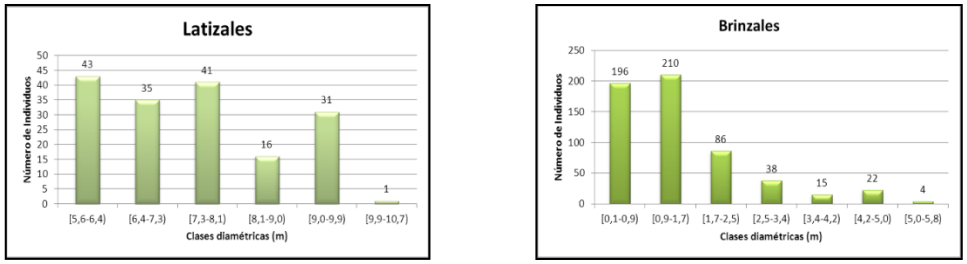


Figura 3-25 - Estructura horizontal de los individuos en la cobertura de Bosque natural fragmentado.

Para la cobertura de Pastos arbolados, la estructura horizontal indica que la mayor parte de los individuos se ubican en las clases diamétricas (9.8-13.8], (5.9-7.2], (0.2-1.5] para Fustales, Latizales y Brinzales respectivamente.

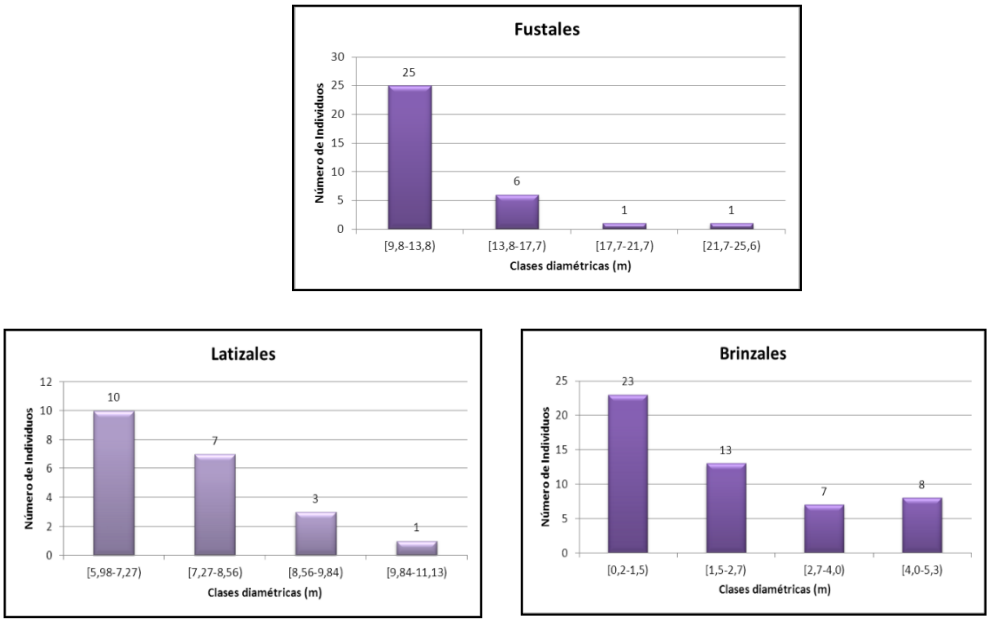
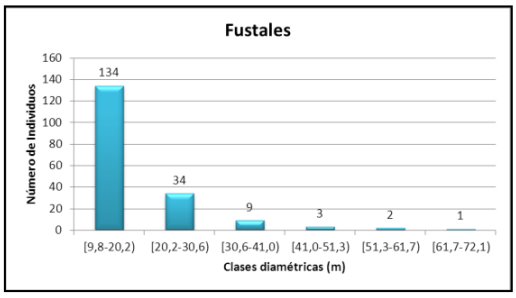


Figura 3-26 - Estructura horizontal de los individuos en la cobertura de Pastos arbolados.

Para la cobertura de Plantaciones forestales, la estructura horizontal indica que la mayor parte de los individuos se ubican en las clases diamétricas (9.8-20.2], (5.4-6.4], (0.1-1.1] para Fustales, Latizales y Brinzales respectivamente.



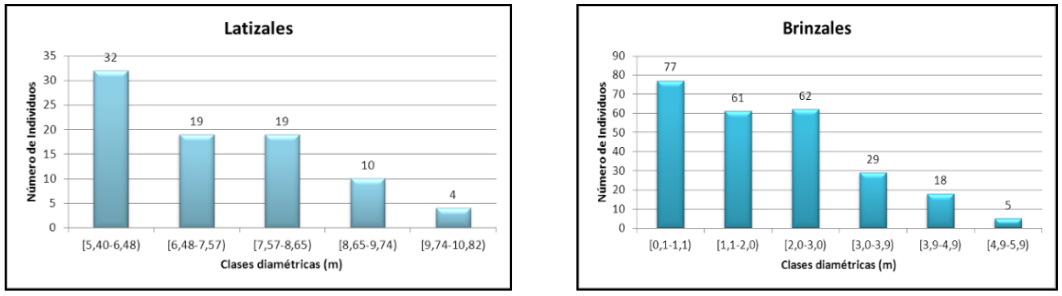


Figura 3-27 - Estructura horizontal de los individuos en la cobertura de Plantaciones Forestales.

Para la cobertura de Vegetación Secundaria, la estructura horizontal indica que la mayor parte de los individuos se ubican en las clases diamétricas (9.8-20.2], (5.5-6.6], (0.2-1.0] para Fustales, Latizales y Brinzales respectivamente.

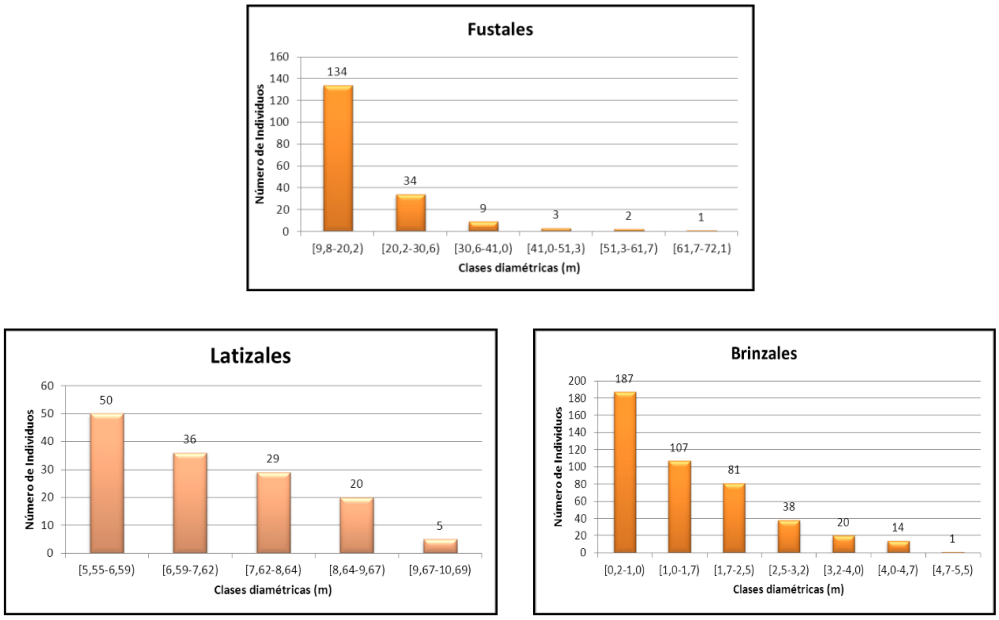


Figura 3-28 - Estructura horizontal de los individuos en la cobertura de vegetación Secundaria.

Distribución por clases de altura: En la cobertura de bosque natural fragmentado, la estructura vertical indica que la mayor parte de los individuos se ubican en las clases de altura (9.1-11.5], (5.8-7.8], (1.3-2.7] para Fustales, Latizales y Brinzales respectivamente.

Para los fustales, las especies que reportaron mayores alturas fueron *Meriania nobilis* (16m) y *Axinaea macrophylla* (15m) de la familia Melastomataceae. Para los Latizales las especies que reportaron mayores alturas fueron *Inga cf. villosisima* (8m) y *Calyptranthes sp1* (6m) De las familias Fabaceae y Myrtaceae respectivamente. Para el sotobosque la especie que reportó mayor altura fue *Verbesina helianthoides* (10m), seguida de *Palicourea cogolloi* (8m) pertenecientes a la familia Asteraceae y Rubiaceae respectivamente.

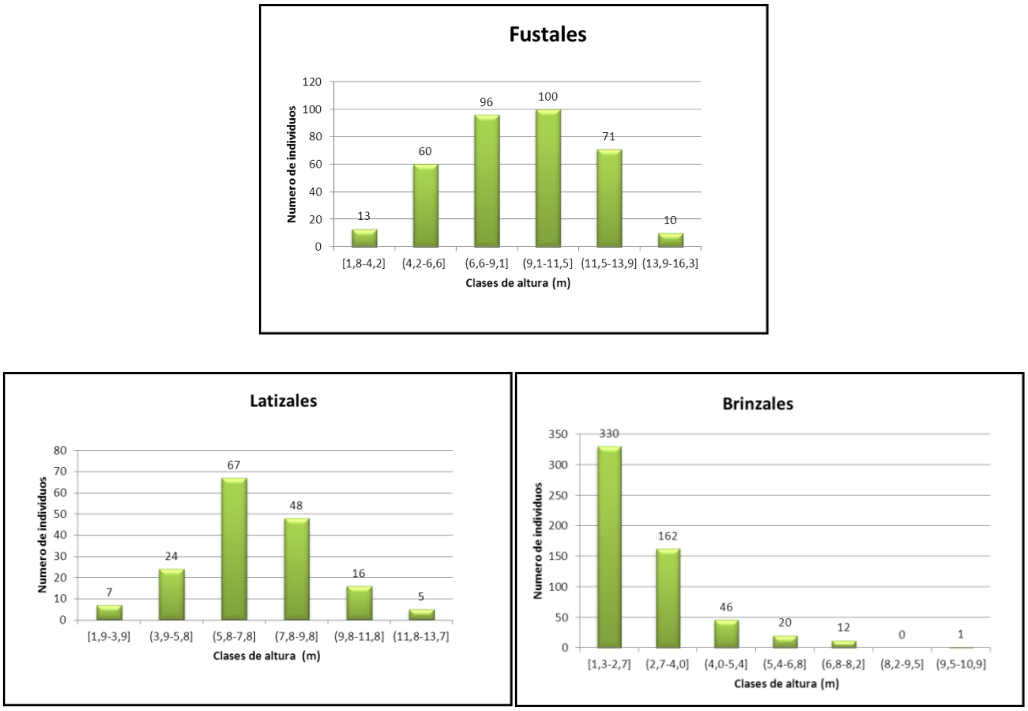


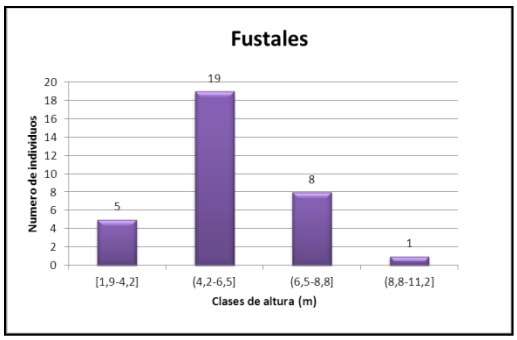
Figura 3-29 - Distribución de clases en altura para Bosque Natural Fragmentado.

Para la cobertura de Pastos Arbolados, la estructura vertical indica que la mayor parte de los individuos se ubican en las clases de altura (4.2-6.5], (3.6-5.3], (1.3-2.7] para Fustales, Latizales y Brinzales respectivamente.

En la categoría de Fustales las especies que reportaron mayores alturas fueron *Myrcia cf. splendens* (10m) y *Clusia ducuoides* (8m) pertenecientes a las familias Myrtaceae y Clusiaceae respectivamente.

Para los Latizales las especies que reportaron mayores alturas fueron *Myrsine coriacea* (7m) y *Viburnum undulatum* (7m) pertenecientes a las familias Myrsinaceae y Caprifoliaceae respectivamente.

Finalmente, para la categoría de Brinzales, las especies que reportaron mayores alturas fueron *Drymis granadensis* (7m) y *Befaria aestuans* (5m) pertenecientes a las familias Winteraceae y Ericaceae respectivamente.



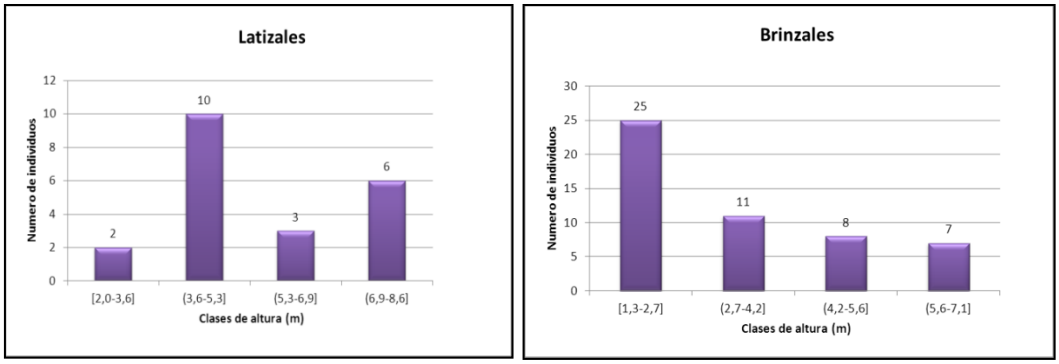
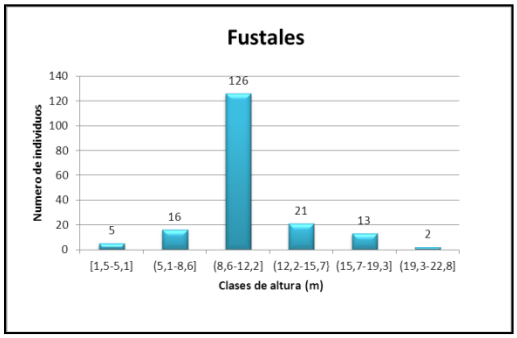


Figura 3-30 - Distribución de clases en altura para pastos arbolados.

Para la cobertura de Plantación Forestal, la estructura vertical indica que la mayor parte de los individuos se ubican en las clases de altura (8.6-12.2], (9.8-12.0], (1.3-2.9] para Fustales, Latizales y Brinzales respectivamente.

La especie *Pinus patula* (20 m), reportó las mayores alturas en fustales, mientras que para latizales y brinzales fue la especie *Eucalyptus globulus* con 13 m y 10 m respectivamente.



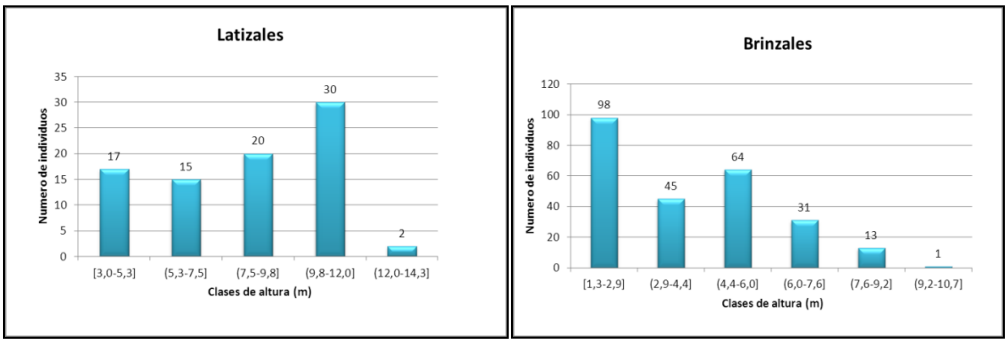


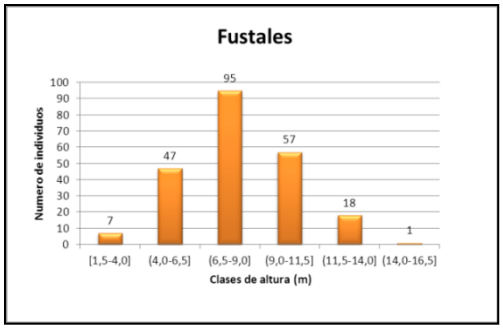
Figura 3-31 - Estructura vertical de los individuos en la cobertura de Plantación Forestal.

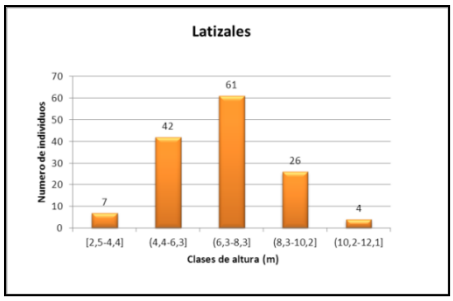
Para la cobertura de Vegetación Secundaria, la estructura vertical indica que la mayor parte de los individuos se ubican en las clases de altura (6.5-9.0], (6.3-8.3], (2.4-3.5] para Fustales, Latizales y Brinzales respectivamente.

Las especies que reportaron mayores alturas en Fustales fueron *Persea chrysophylla* (10 m) y *Myrcia cf. popayanensis* (10 m) de las familias Lauraceae y Myrtaceae respectivamente.

Para los Latizales las especies que reportaron las mayores alturas fueron *Alchornea verticillata* (12 m) y *Weinmania pubescens* (12 m) de las familias Euphorbiaceae y Cunoniaceae respectivamente.

Finalmente para los Brinzales, las especies que reportaron las mayores alturas fueron *Viburnum undulatum* (8) y *Cupressus lusitanica* (8) de las familias Caprifoliaceae y Cupresaceae respectivamente.





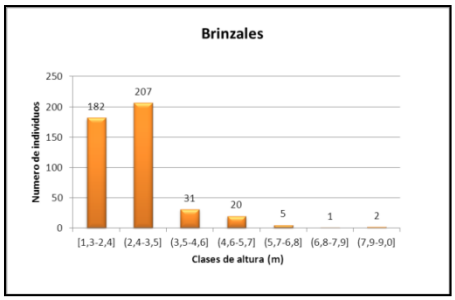


Figura 3-32 - Estructura vertical de los individuos en la cobertura de Plantación Forestal.

La estructura vertical en general que presentan fustales y la mayoría de los latizales, en forma de campana o unimodales, son típicas de rodales que no han alcanzado su máximo desarrollo. En estos sitios predomina como fenómeno demográfico la mortalidad al tiempo que los árboles aumentan de tamaño, por tanto, el reclutamiento de nuevos individuos es limitado. Estas características moldean la forma unimodal de la estructura vertical.

Los latizales en algunas circunstancias conformaron una estructura vertical muy uniforme, la cual posiblemente ha inhibido la regeneración del sotobosque.

Por su parte, los Brinzales presentaron forma de J invertida en casi todas las coberturas, típica de la regeneración.

Distribución de Área Basal: En general para toda la distribución se obtuvo la misma tendencia en "J" invertida. Esta tendencia es propia de bosques disetáneos e intervenidos en estado sucesional temprano. Significa que en las diferentes coberturas hay una reserva de árboles pequeños de las primeras clases de área basal suficientemente abundantes para asegurar el equilibrio del bosque. En las siguientes figuras se muestra esta tendencia. Esta J invertida también puede significar, valores bajos de fertilidad en el suelo. Donde a menor tamaño, las raíces pueden mantenerse y sobrevivir, mientras para los individuos con áreas basales mayores es más difícil mantenerse bajo estas condiciones de baja fertilidad. Lo anterior se nota especialmente en las J invertidas donde los valores decrecen abruptamente como es el caso de los fustales y Brinzales.

Para el caso de los Fustales y Brinzales la mayoría de los individuos se ubicaron en las primeras marcas de áreas basales y para las demás fue muy bajo. Mientras que los latizales tuvieron una distribución que, aunque presenta disminución, esta es más proporcionada.

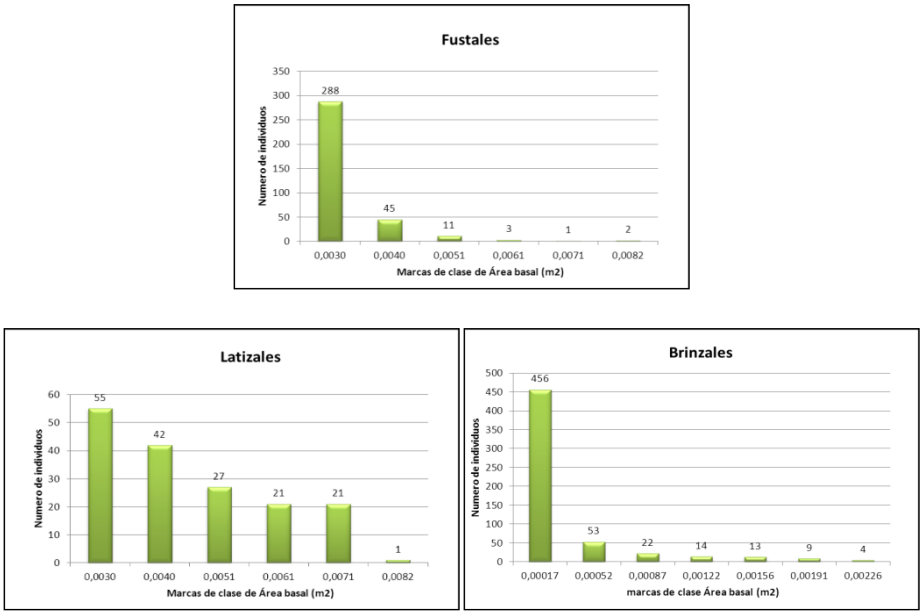


Figura 3-33 - Área basal en la cobertura Bosque Natural Fragmentado.

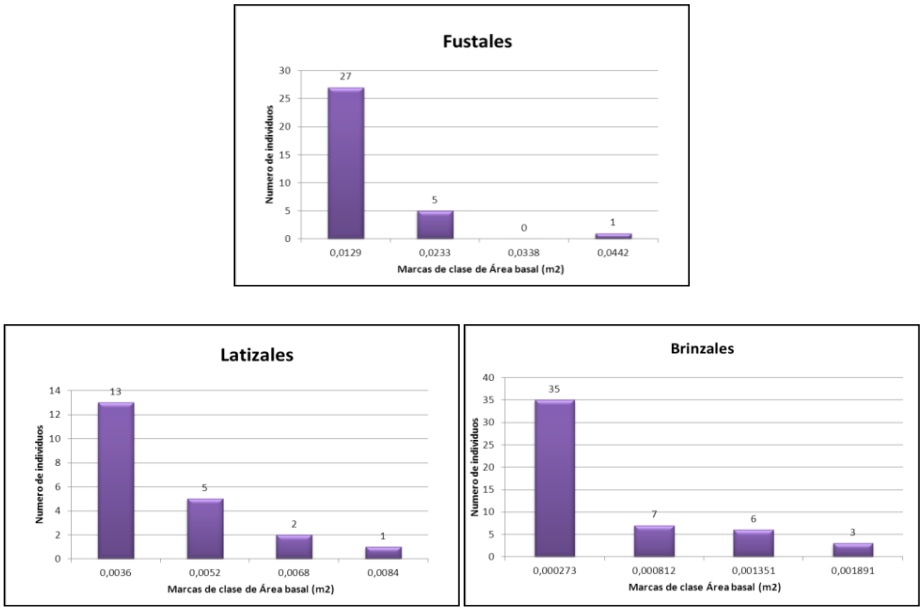


Figura 3-34 - Área basal en la cobertura Pastos Arbolados.

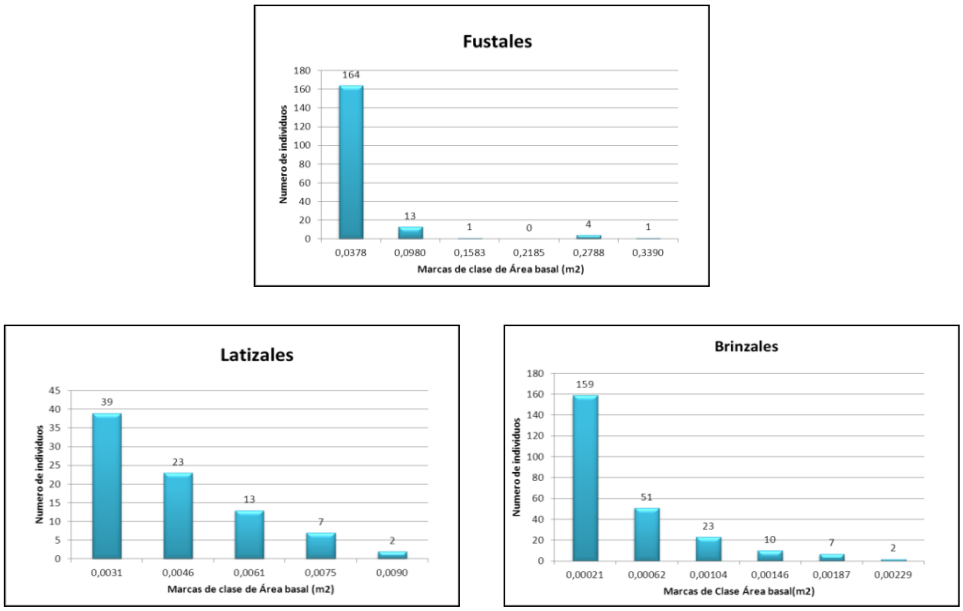


Figura 3-35 - Área basal en la cobertura Plantación Forestal.

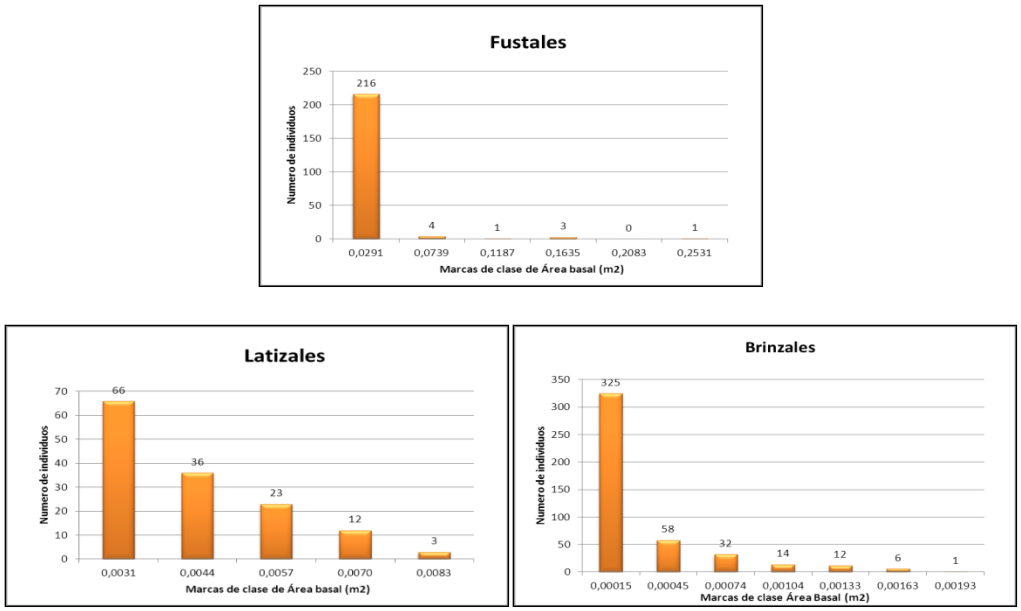


Figura 3-36 - Área basal en la cobertura Vegetación Secundaria.

3.3.1.5.1.2.7 Índice de Valor de Importancia

Fustales: De acuerdo con el Índice de Valor de Importancia, las especies con mayor peso ecológico en el muestreo realizado para Fustales en Bosque Natural Fragmentado fueron *Hieronyma antioquensis* con 27,58 seguido de *Drymis cf. granadensis* con 17,57 y *Axinaea macrophylla* con

11,6. Las especies de menor importancia ecológica fueron *Aniba muca* y *Viburnum undulatum* con un valor de 1,53 para ambas.

En Pastos Arbolados se tiene que las especies con mayor IVI son *Myrcia cf. splendens* con 58,81 seguido de *Drymis cf. granadensis* con 49,60 y *Palicourea cf. garciae* con 42,92. La especies de menor importancia ecológica que se registraron fuerón *Axinaea macrophylla* y *Cyathea caracasana* con un valor de 13,21.

En Plantaciones Forestales las especies *Eucalyptus globulus* y *Cupressus lusitanica* presentaron el valor más alto de 122,04 y 110,07 consecutivamente, a diferencia de la especie de Pinus patula con un IVI de 67,89 valor más bajo registrado. En Vegetación Secundaria las especies con mayor importancia que definen la composición florística de esta cobertura son, *Cupressus lusitanica* con 41,25 Myrcia cf. popayanensis 29,84 seguido de *Vismia guianensis* con 22,36 a diferencia de las especies con menor peso ecológico: *Clusia ducuoides* y Croton magdalenensis con valores de 3,41 y 3,39 de IVI.

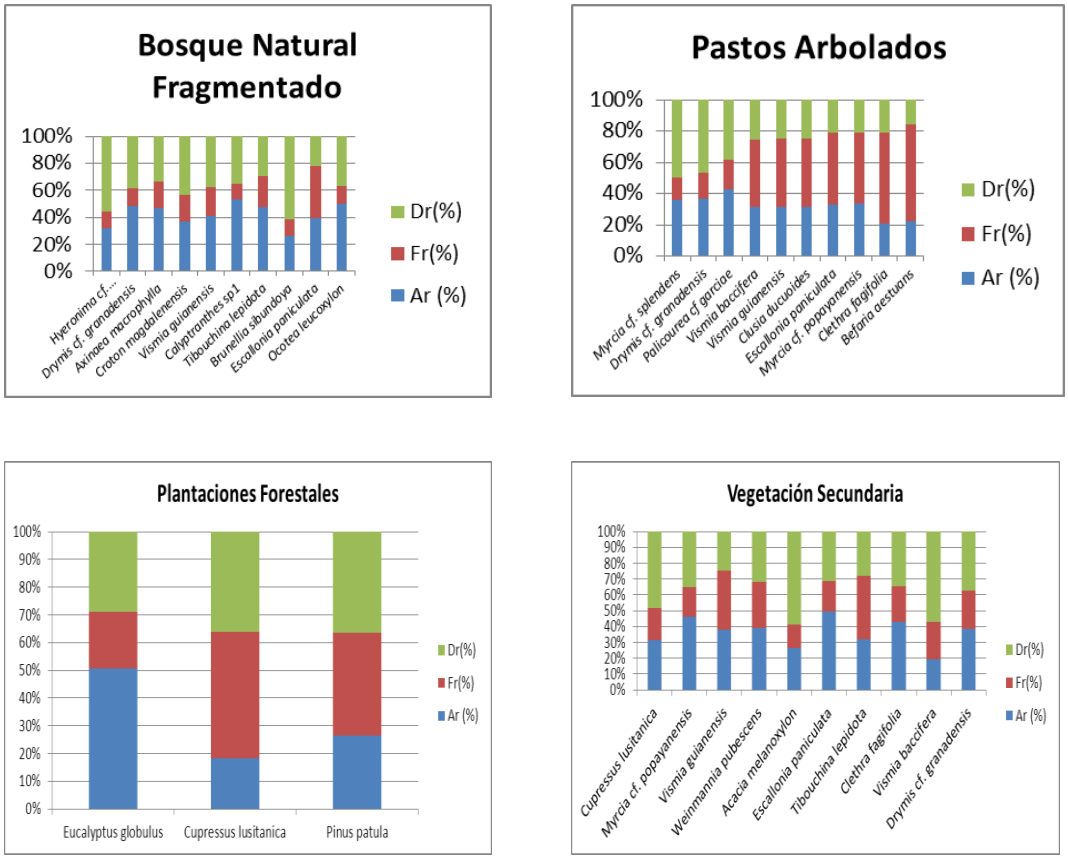


Figura 3-37 - Índice de valor de importancia (IVI) para Fustales.

Latizales: Las especies con mayor IVI para la categoría de Latizales en Bosque Natural Fragmentado fueron *Cyathea caracasana* con 16,13, seguido de *Drymis cf. granadensis* con 16,10 y luego *Escallonia paniculata* con 15,20.

En Pastos Arbolados se tiene que las especies con mayor IVI son *Vismia guianensis*, con 57,02, *Befaria aestuans* con 40,77 y *Clethra fagifolia* con 39,96. En esta misma cobertura *Escallonia*

paniculata y *Viburnum undulatum* registraron los valores de menor importancia ecológica, 18,86 y 18,64 respectivamente.

En Plantaciones Forestales las especies con mayor importancia que definen la composición florística de esta cobertura son *Eucalyptus globulus* con 179,57 y *Cupressus lusitanica* con 51,07 seguido de *Cavendishia pubescens* con 35,50 y *Calyptranthes sp1* con 33,86, las dos especies con menor peso ecológico.

En Vegetación Secundaria las especies con mayor índice de importancia son *Hedyosmum goudotianum* con 25,53 seguido de *Myrcia cf. popayanensis* con 19,52 y *Calyptranthes sp1* con 19,48. Especies como *Panopsis cf. yolombo* y *Clusia multiflora* registraron los valores con menor peso ecológico en este índice, con valores de 3,85 y 3,81 respectivamente.

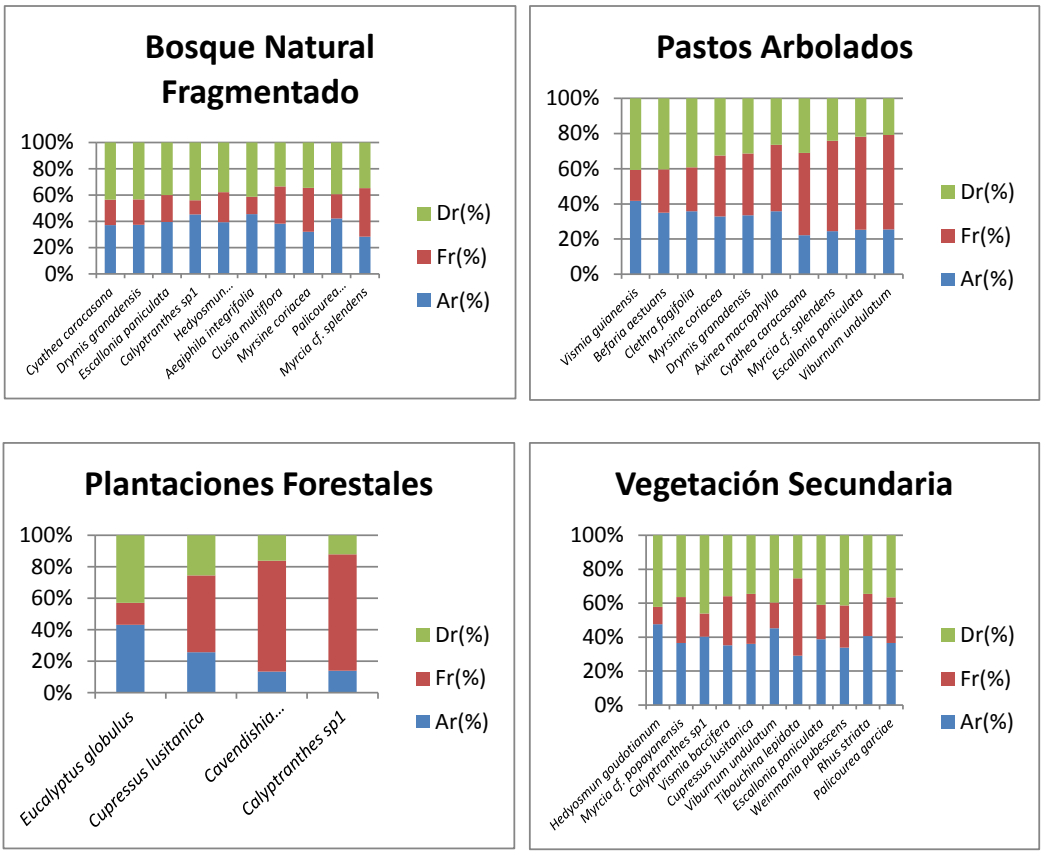


Figura 3-38 - Indice de valor de importancia (IVI) para Latizales

Brinzales: Las especies con mayor IVI para Brinzales en Bosque Natural Fragmentado fueron *Palicourea acetosoides* 16,75 *Myrsine coriacea* 10,84 y *Racinaea cf. tetrantha* con 8,84 de IVI, a diferencia de *Tillandsia biflora* y *Tillandsia cf. delicatula*, especies de orquídeas con 0,70 para ambas.

En Pastos Arbolados se tiene que las especies con mayor IVI son Cavendishia pubescens, con 94,1 *Drymis cf. granadensis* con 27,0 y *Tibouchina lepidota* con 20,6 para tal cobertura, mientras que las especies *Clethra fagifolia* y *Racinaea cf. tetrantha* con 8,1 y 8,0 de IVI, fueron las menos importantes para esta cobertura.

En Plantaciones Forestales las especies *Eucalyptus globulus* con 109,02, *Cupressus lusitanica* con 50,85 y *Cavendishia pubescens* con 30,26 representan a las especies con mayor peso ecológico en esta cobertura, a diferencia de los valores de IVI de 4,95 y 4,94 respectivamente para *Weinmannia pubescens* y *Racinaea cf. tetrantha*.

En la cobertura de Vegetación Secundaria las especies con mayor índice de importancia son *Cavendishia pubescens*, con 35,45 seguido de *Hedyosmum goudotianum* con 21,83y *Palicourea cf. angustifolia* con 14,89 y las especies con menor peso ecológico que representan esta cobertura hacen referencia a *Stelis sp2* y *Tillandsia biflora* con un valor de 1,31 de IVI para ambas.

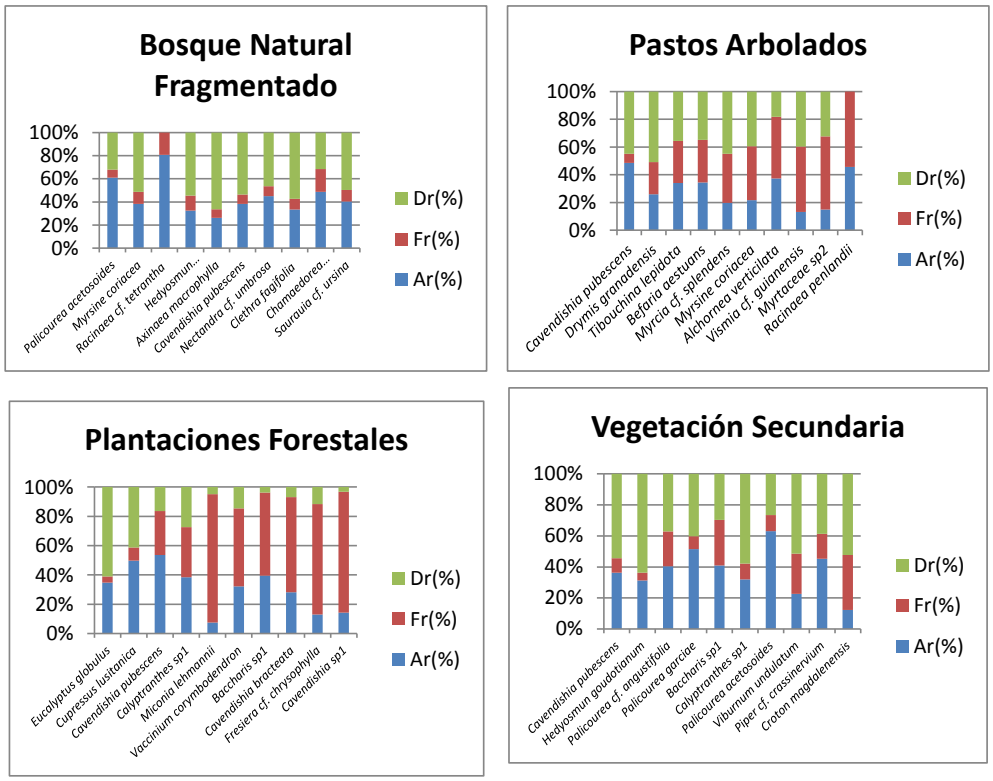


Figura 3-39 - Indice de valor de importancia (IVI) para Brinzales

3.3.1.5.1.2.8 Estimación del volumen

Parcelas de caracterización: Con base en los volúmenes calculados por parcela, se estimó el volumen promedio por hectárea en cada una de las coberturas. Los resultados se presentan en la siguiente figura. Como era de esperarse, la plantación forestal es la que presenta mayores valores de volumen, seguido de bosque natural fragmentado y vegetación secundaria.

Tabla 3-28 - Volumen de madera promedio por hectárea y Cobertura

Cobertura	Parcela	Vol (m3/Ha)	(v-vp)^2	Varianza	Desviación	Vol (m3/Ha)
Bosque Natural fragmentado	2,00	61,51	23,35			
	6,00	60,45	34,74			
	7,00	54,58	138,40			
	8,00	88,83	505,81			
	4	265,36	702,30	174,58	13,21	66,34
Pastos Arbolados	4,00	12,71	0,00			

Cobertura	Parcela	Vol (m3/Ha)	(v-vp)^2	Varianza	Desviación	Vol (m3/Ha)
	1,00	12,71	0,00	0,00	0,00	12,71
Plantación Forestal	5,00	219,81	5913,88			
	10,00	54,35	58739,25			
	11,00	615,97	101929,22			
	3	890,13	166582,34	55526,45	235,64	296,71
Vegetación Secundaria	1,00	37,62	57,83			
	3,00	83,24	1444,47			
	9,00	26,26	359,91			
	12,00	33,80	130,65			
	4	180,92	1992,86	497,21	22,30	45,23

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

3.3.1.5.1.2.9 Cuantificación de la biomasa

En la estimación de biomasa aérea, el mayor aporte se hizo por parte de la cobertura de Plantación Forestal (136 t/ha), en la cual las especies como *Cupressus lusitanica* con 0,11t/ha, *Eucalyptus globulus* con 0,27 t/ha y *Pinus patula* con 0,03 t/ha tuvieron el mayor aporte, lo anterior se sustenta por el suficiente número de individuos incluidos en el muestreo con altos parámetros de altura y DAP, plantaciones coetáneas que cumplen en el sitio con buenos requerimientos edáficos en la absorción de nutrientes, y lumínicos para la de la fijación de CO_2 por medio de la ocupación del dosel que permiten el óptimo desarrollo de las mismas, seguido de la cobertura de Bosque Natural Fragmentado (107 t/ha) en la cual especies como *Hieronyma antioquensis*, con 48 individuos y con una biomasa de 6,7 t/ha, *Brunellia sibundoya* con 2,8 t/ha seguido de *Drymis granadensis* con 2,5 t/ha contribuyen significativamente en el incremento de la biomasa, en la cual la poca intervención antrópica, la humedad, el reciclaje de nutrientes, el continuó aporte de materia orgánica que caracterizan la zona objeto de estudio, favorecen el óptimo desarrollo de las especies citadas.

En la cobertura Vegetación Secundaria el aporte de biomasa fue de 65 t/ha, donde las especies con mayor contribución fueron *Cupressus lusitanica* con 5,49 t/ha, *Acacia melanoxylon* con 3,20t/ha y *Myrcia cf. popayanensis* con 2,35 t/ha.

En Pastos Arbolados se registró el menor aporte de la biomasa aérea con 26 t/ha, las especies en su orden de importancia en producción de biomasa vegetal para esta cobertura fueron: *Myrcia cf. splendens* con 0,71 t/ha, *Drymis granadensis* con 0,52 t/ha seguido de *Palicourea cf garciae* con 0,35 t/ha, especies que se caracterizan por ser muy abundantes en la zona.

La siguiente tabla presenta los totales de Biomasa por Ha para cada una de las coberturas vegetales.

Tabla 3-29 - Cuantificación de la Biomasa por coberturas

Cobertura	Biomasa (Kg/ha)	Biomasa (t/ha)
Bosque Natural Fragmentado	106944,30	107
Pastos Arbolados	26244,74	26
Plantación Forestal	135726,15	136
Vegetación Secundaria	65089,75	65

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

3.3.1.5.1.2.10 Sitios de especial interés: Análisis por sitios: túneles, Reserva Forestal Nare, Montevivo, Mano de oso y Cuenca alta de la quebrada La Yarumal

Caracterización túnel seminario

La caracterización en el túnel seminario, se llevó a cabo en los portales norte y sur con un inventario realizado al 100%. La densidad arbórea promedio en los dos portales es de 587 individuos, registrándose un promedio de 5870 individuos por hectárea.

Sobre el techo del túnel, la cobertura de importancia fue plantación forestal de *Eucalyptus globulus*, en la cual se estableció solo un sitio de muestreo (parcela No. 11), esto debido a la homogeneidad que se presenta en las plantaciones forestales. Esta parcela tiene un área de 1000 m^2 (50 m x 20 m).

Tabla 3-30 - Ubicación parcela de estudio

No.	Sitio	Cobertura	Coord. X	Coord. Y
11	La Espadera (Vereda Media Luna)	Plantación Forestal	839951	1180216

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Composición florística

En los portales se registraron 1174 individuos de los cuales 995 constituyen plantaciones forestales de *Cupressus lusitanica* y *Eucalyptus globulus* y 225 hacen parte de la vegetación natural que caracteriza la zona, valor con el que se realizó la caracterización para el túnel, los cuales pertenecen a 21 especies y 15 familias de plantas.

Sobre el techo del túnel se censaron en total 274 individuos con diámetros promedio de 9,1 cm y alturas promedio 8.9 m. Esta parcela se tuvo en cuenta para la caracterización y composición florística de la zona de estudio en general siguientes figuras se presentan las diez familias y especies más comunes encontradas en el inventario.

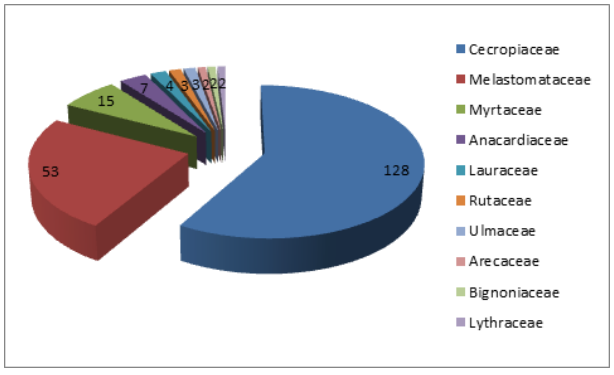


Figura 3-40 - Número de individuos de las diez familias más comunes registradas en túnel seminario

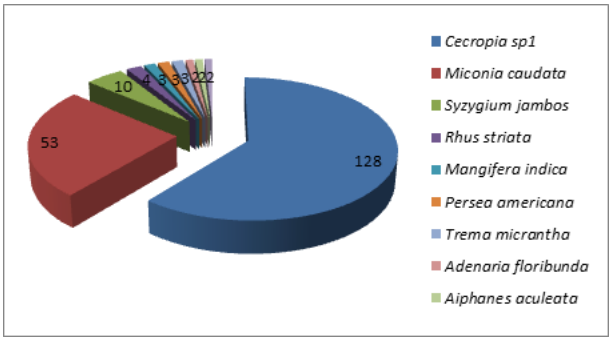


Figura 3-41 - Individuos de las especies más comunes en los portales del túnel seminario

De acuerdo con las especies encontradas, se deduce que se trata de una zona de medio a alto grado de intervención, donde se encuentran especies exóticas como los pomos (*Syzygium jambos*) y los mangos (*Mangifera indica*). Así mismo, especies como los yarumos (*Cecropia sp*) y los surrumbos (*Trema micrantha*), indican que se trata de un bosque en estado sucesional medio.

Caracterización de la diversidad

En los cálculos realizados para conocer la diversidad que caracteriza el área de estudio, se determinaron los índices de riqueza, dominancia y equidad, según autores Simpson, Sahnnon, Margalef, Brillouin y Berger Parker. En la siguiente tabla se presentan los valores de los índices considerados. A pesar del estado sucesional medio encontrado en este sito, presenta alta diversidad, de acuerdo con los valores de los índices encontrados. Sin embargo, debe tenerse en cuenta la presencia de especies cultivadas.

Tabla 3-31 - Índices de diversidad, túnel seminario

Indices de diversidad	Valor
Simpson (λ)	0.380
Sahnnon (H´)	1.507
Margalef (Dmg)	3.693
Equidad (E)	0.278
Berger parker	0.569

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Análisis estructural

Para los individuos que fueron censados como parte de la vegetación natural que crece en medio de las plantaciones forestales, establecidas en los portales norte y sur, la estructura horizontal indica una distribución de campana invertida en el cual la regeneración que se caracteriza por el desarrollo de otras especies de diferentes tamaños y edades entremezcladas en un mismo sitio, para este caso manifiesta una disminución en la capacidad de los individuos para establecer nuevas poblaciones, esto se debe a que la plantación prima por tener un número mayoritario de árboles, los cuales presentan un crecimiento promedio y árboles con crecimiento menor y mayor que el promedio, inhibiendo el desarrollo de especies secundarias, las cuales son colonizadoras en pequeña escala para este tipo de coberturas, razón por la cual muy pocos individuos se encuentran en el primer rango dimétrico [1,2-9,0) a diferencia del aumento significativo del número de individuos que se agrupan en el rango [9,0-16,7) con 133 individuos.

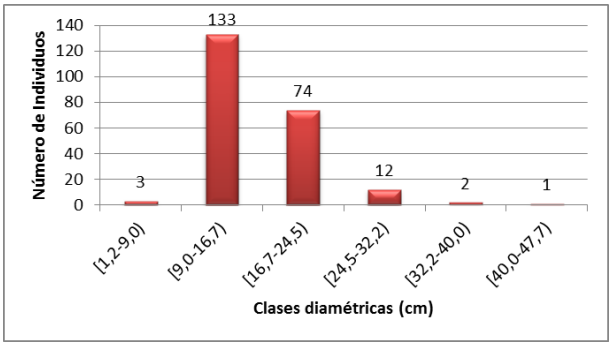


Figura 3-42 - Estructura horizontal de los individuos en túnel seminario.

La distribución de altura que caracteriza la vegetación natural presenta una distribución en forma de campana donde en cuyo centro se agrupa el mayor número de individuos (76) para los rangos de altura entre [8,0-11,0) y [11,0-13,9), las especies censadas con mayores alturas registradas son *Cecropia sp1* (18m), *Persea americana* (16m), *Miconia caudata* (16m) y *Spathodea campanulata* (15,6m).

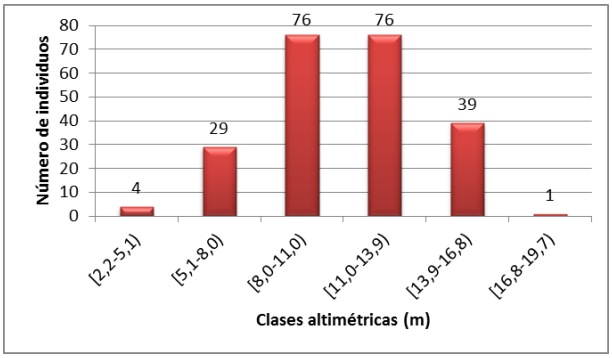


Figura 3-43 - Distribución de clases en altura en túnel seminario.

Las especies analizadas en la cobertura de plantación forestal, presentan una distribución basimétrica en jota invertida a lo largo de los rangos establecidos, en el primer intervalo se agrupan 166 individuos, generando un mayor dominancia por área en especies como *Spathodea campanulata, Cecropia sp1, Persea americana, Miconia caudata y Myrcia sp.*, con un área de 0,147, 0,093, 0,064, 0,062 y 0,060 m^2 respectivamente. Estos resultados se presentan en la siguiente figura.

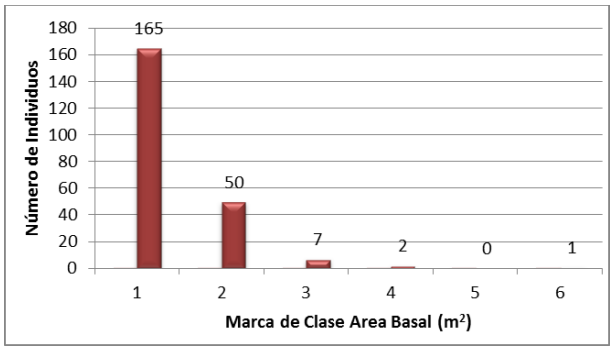


Figura 3-44 - Distribución de áreas basales en túnel seminario

Índice de Valor de Importancia

El índice de valor de importancia, por su parte, muestra que la importancia de las tres primeras especies, está dada principalmente por la abundancia, más que por la dominancia, lo que significa que, aunque pueden encontrarse árboles grandes, el índice de importancia fue obtenido gracias al alto número de individuos. Para las demás especies, su importancia fue determinada por la frecuencia. En este grupo se encuentran especies como el mango, el aguacate y el corozo, que muy probablemente no crecieron allí naturalmente.

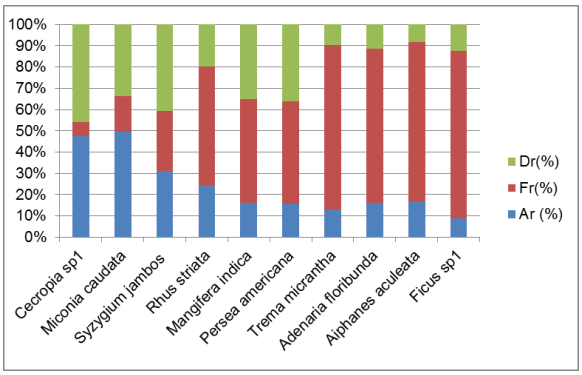


Figura 3-45 - Índice de valor de importancia portales túnel seminario

Caracterización del techo del túnel de Santa Elena

Para la caracterización florística del techo del túnel de Santa Elena, se tuvieron en cuenta tres, parcelas, cada una con un área de 1000 m^2 (50 m x 20 m), localizadas en las coberturas de vegetación secundaria, pastos arbolados y bosque natural fragmentado. (Véase Anexo 3-16. Mapas temáticos. Parcelas de caracterización). En estas parcelas se censaron en total 530 individuos entre fustales, latizales y brinzales, incluidas epífitas para las tres parcelas. La siguiente tabla presenta los sitios donde se localizaron dichas parcelas.

Tabla 3-32 - Localización Parcelas

No de Parcela	Sitio	Cobertura	Coordenada X	Coordenada Y
1	Antena Tigo (Vereda la Quiebra)	Vegetación Secundaria	846744	1175516
4	El cartucho (Vereda San Ignacio)	Pastos Arbolados	843938	1178607
7	La Aguada (Vereda Media Luna)	Bosque Natural Fragmentado	841771	1179401

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Composición florística

La composición florística corresponde a los resultados de la parcela con relación al número de Familias y especies. Dentro de esta unidad de muestreo se censó un total de 530 individuos agrupados en 46 familias y 98 especies.

Las familias Rubiaceae (91), Asteraceae (42), Myrtaceae (42) y Ericaceae (34), fueron las más abundantes, mientras que las especies más abundantes fueron *Palicourea acetosoides* (75), *Myrcia cf. popayanensis* (31) y *Cavendishia pubescens* (26).

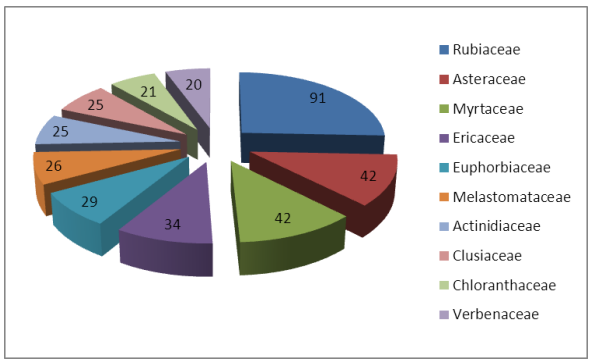


Figura 3-46 - Las 10 Familias con mayor número de individuos

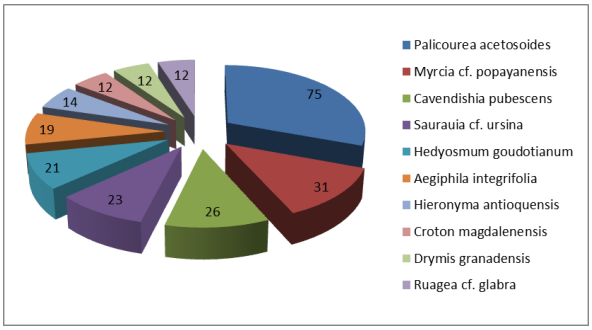


Figura 3-47 - Las 10 especies con mayor número de individuos

Dentro del muestreo se censaron un total de 16 individuos entre epífitas y hemiepífitas, representadas en 11 especies y 8 familias. Estas epífitas se encuentran vedadas para todo el territorio nacional.

Tabla 3-33 - Registro de Familia y especies de Epífitas y Hemiepífitas

Familia/Especie	Número de individuos
Alstroemeriaceae	2
Bomarea sp	2
Araceae	2
Philodendron danielii	2
Bromeliaceae	4
Racinaea cf. tetrantha	1
Racinaea penlandii	3
Cucurbitaceae	1
Melothria sp1	1
Gentianaceae	1

Familia/Especie	Número de individuos
Lehmanniella splendens	1
Menispermaceae	1
Odontocarya sp1	1
Orchidaceae	2
Cyrtochilum meirax	2
Polypodiaceae	3
Pleopeltis macrocarpa	1
Serpocaulon fraxinifolium	1
Serpocaulon levigatum	1
Total general	16

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Caracterización de la diversidad

Para conocer la diversidad que caracteriza el techo del túnel de Santa Elena, se determinaron los índices de riqueza, dominancia y equidad. En la siguiente tabla se presentan los resultados.

Tabla 3-34 - Resultados índices

Índice	Valor
Margalef	15,46
E. Brillouin	0,622
Berger Parker	0,142
Simpsom	0,04
Shannon	3,90

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

El índice de riqueza según Margalef tiene un alto valor con respecto a los demás sitios censados, pues los valores de este índice en el estudio realizado Margalef fluctuaron entre 9.5 y 21.3. Este alto valor corresponde a la cobertura de Bosque natural Fragmentado.

El índice de Simpson presenta un valor que puede ubicarse en las categorías medias, ya que en la caracterización de coberturas, los valores medios estuvieron entre 0.003 y 0.067, correspondientes a la cobertura de vegetación secundaria.

La especies que presentaron mayor índice de Simpson, fueron *Palicourea acetosoides* (0.02), *Myrcia cf. popayanensis* (0.003) y Cavendishia pubescens (0.002), las cuales representan el grupo de especies dominantes del sitio.

Otro de los índices de dominancia que se determinó fue el de Berger-Parker, el cual también presenta un valor mediano, esta vez correspondiente a la dominancia que se obtuvo para cobertura de Pastos Arbolados.

Análisis estructural

En general, las distribuciones tuvieron una forma de J invertida, lo que significa que los individuos de mayores dimensiones eliminados ocasionalmente, son sustituidos por individuos de las categorías diamétricas inferiores mediante regeneración natural, y por tanto, la estabilidad demográfica del ecosistema se mantiene. Esta forma es característica de las masas naturales irregulares y disetáneas donde las especies presentan un predominio de las plantas jóvenes de menor diámetro, en relación a una menor cantidad de individuos de diámetros mayores.

Distribución Diamétrica

La estructura horizontal indica que la mayor parte de los individuos se ubican en la Marca de Clase diamétrica 4.7cm.

Las especies que reportaron mayores diámetros fueron *Cupressus lusitánica* (56,34cm), *Brunellia sibundoya* (42,65cm) y *Vismia baccifera* (38.83cm).

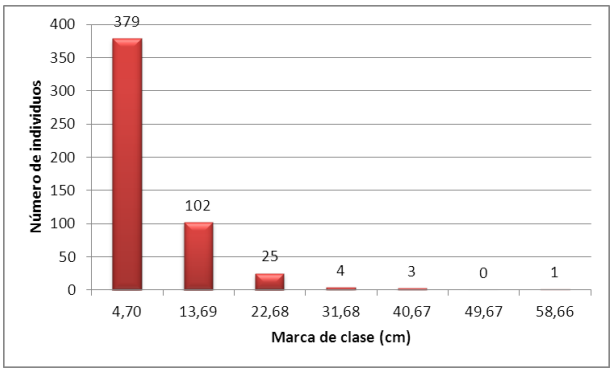


Figura 3-48 - Número de individuos por Clase diamétrica

Distribución por clases de altura

La estructura vertical indica que la mayor parte de los individuos se ubican en la marca de clase de altura de 2.48 m

Las especies que reportaron mayores alturas fueron *Meriania nobilis* (16m), *Ruagea cf. glabra* (15m) y *Brunellia sibundoya* (15m).

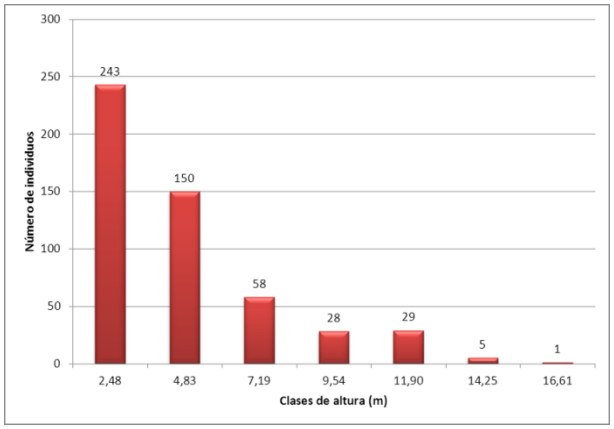


Figura 3-49 - Número de individuos por clase altimétrica

Distribución de Área Basal

La estructura horizontal de área Basal indica que la mayor parte de los individuos se ubican en la marca de clase 0.02m^2. Las especies que reportaron mayores áreas basales fueron, *Cupressus lusitanica* (0.2m^2), *Brunelliasi bundoya* (0.14m2) y *Vismia baccifera* (0.14m^2)

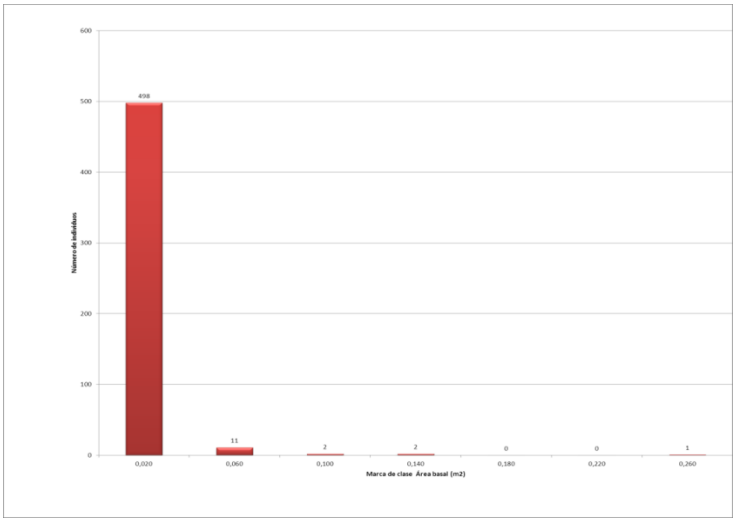


Figura 3-50 - Número de individuos por área basal.

Índice de Valor de Importancia

De acuerdo con el Índice de Valor de Importancia, las especies con mayor peso ecológico en el muestreo realizado en el techo del túnel de Santa Elena son: *Palicourea acetosoides, Myrcia cf. popayanensis* y *Cavendishia pubescens.*

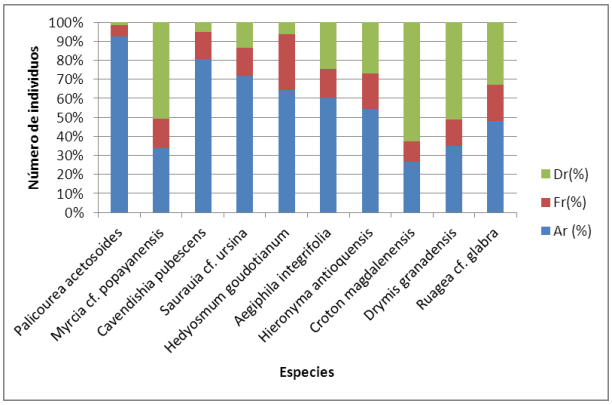


Figura 3-51 - Especies con mayor IVI.

Reserva Forestal del Río Nare

Para la caracterización florística de la reserva, se realizaron 3 parcelas con un área cada una de 1000 m^2 (50 m x 20 m), localizadas en dos coberturas. La densidad arbórea promedio en las tres coberturas es de 237, registrándose un promedio de 2367 individuos por hectárea. En la siguiente tabla se presenta la información de dichas parcelas. Dentro del área de Influencia Directa Local del proyecto esta Reserva ocupa 300 hectáreas para un porcentaje de 15.02%.

Tabla 3-35 - Ubicación de las parcelas de estudio

No.	Sitio	Cobertura	Coord. X	Coord. Y
1	Acueducto Atehortúa (Vereda La Quiebra)	Bosque Natural Fragmentado	844608	1176974
2	El Mirador (Vereda el Cerro)	Bosque Natural Fragmentado	844303	1177171
3	Finca Sanmarcanda (Vereda El Progreso)	Plantación Forestal	845118	1176098

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Composición florística

Teniendo en cuenta las tres unidades de muestreo (fustales latizales y brinzales), se realizó el censo en las dos coberturas de interés. Los individuos están agrupados en 38 familias y 86 especies.

El análisis de composición florística se realizó con base en las coberturas vegetales identificadas en el área de influencia, las familias con mayor número de individuos, hacen referencia a las Ericaceae y Melastomataceae con poca diferencia en los individuos censados, seguido de Bromeliaceae, Clusiaceae y Winteraceae, a su vez se encontraron pocos representantes de las Familias Clethraceae y Escalloniaceae. Las especies más representativas hacen referencia a Cavendishia pubescens con 57 individuos, *Drymis granadensis* con 49 individuos y Racinaea cf. tetrantha con 45 individuos.

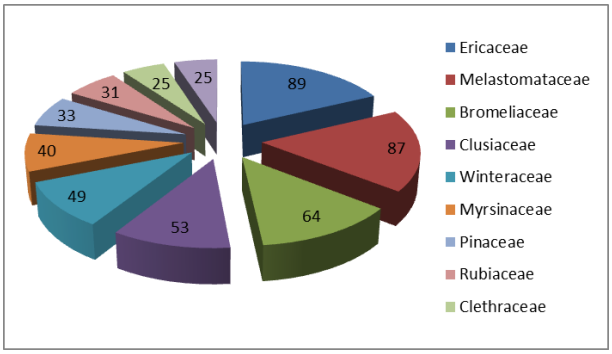


Figura 3-52 - Número de individuos de las diez familias más comunes registradas para la Reserva Nare

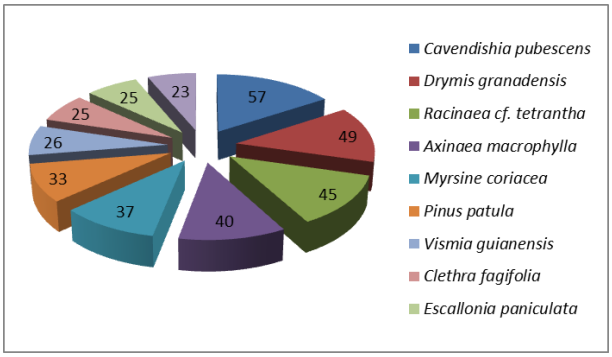


Figura 3-53 - Número de individuos de las diez especies más comunes registradas en la Reserva Nare.

En el censo realizado en esta área, se registraron 98 epifitas que pertenecen a 22 especies y 9 familias. Éstas se encuentran vedadas para todo el territorio Nacional.

Tabla 3-36 - Número de individuos de las diez especies más comunes registradas en la Reserva Nare.

Familia	No. De Individuos
Araceae	1
Anthurium cf. cabrerense	1
Aspleniaceae	1
Asplenium cf. alatum	1
Bromeliaceae	64

Familia	No. De Individuos
Racinaea cf. tetrantha	45
Racinaeamichelii	1
Racinaeapenlandii	18
Clusiaceae	1
Clusia cf. ellipticifolia	1
Dioscoreaceae	1
cf. Dioscoreasp	1
Orchidaceae	14
Cyrtochilum cf. costatum	2
Epidendrum envigadoense	4
Orchidaceae sp2	1
Orchidaceae sp3	1
Orchidaceae sp4	5
Orquidiaceae sp1	1
Piperaceae	1
Peperomia sp3	1
Polypodiaceae	13
Elaphoglossum cf muscosum	1
Melpomene pilosissima	1
Pleopeltisma crocarpa	2
Pleopeltis remota	3
Serpocaulon fraxinifolium	3
Serpocaulon levigatum	1
Serpocaulon semipinnatifidum	2
Rubiaceae	2
Palicourea perquadrangular	2
Total general	98

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Caracterización de la diversidad

En los cálculos realizados para conocer la diversidad que caracteriza el área de estudio, se determinaron los índices de riqueza, dominancia y equidad, según autores como Simpson, Sahnnon, Margalef, Brillouin yBerger Parker. En la siguiente tabla.

Tabla 3-37 - Índices de riqueza, dominancia y equidad

Índice	Valor
Simpson (λ)	0,034
Sahnnon (H´)	3,74
Margalef (Dmg)	12,947
Brillouin	0,57
Berger parker	0,08

Fuente: Elaboración propia Consorcio Siga-Plyma

El índice de riqueza de Margalef fue de 12,947, cuyo valor es alto para ambas coberturas en la cual priman las dos parcelas establecidas en Bosque Natural Fragmentado; la abundancia de especies como *Cavendishia pubescens, Drymis granadensis, Racinaea cf. Tetrantha, Axinaea macrophylla, Myrsine coriacea, Pinus patula, Vismia guianensis, Clethra fagifolia, Escallonia paniculata y Myrcia cf. splendens* predicen alta diversidad en la composición de estos bosques, indicando un estado sucesional avanzado que se conjuga con la misma dinámica que caracteriza este tipo de cobertura.

El índice de Simpson presentó un valor de 0,034, en comparación con el análisis que se realizó para cada una de las coberturas. Este valor se encuentra dentro del rango que se estableció para Bosque Natural Fragmentado (0,029 para latizales y 0,036 para Fustales) y Plantaciones Forestales (0,452 en Fustales), resultados que indican que existe una dominancia en especies como *Cavendishia pubescens, Drymis granadensis* y *Racinaea cf. tetrantha* en Bosque Natural y *Pinus patula* en comparación con *Cupressus lusitánica* en plantaciones forestales, de las 86 especies encontradas.

Otro de los índices de dominancia que se determinó fue el de Berger-Parker, al analizar la siguiente tabla se registró un valor de 0,080, indicando que existe una baja dominancia de las especies con mayor número de individuos en proporción a las demás.

El índice de equidad de Shannon, registró un valor de 3,740, valor que coincide con los resultados que se determinaron por cobertura para Bosque Natural Fragmentado. El Indice de Brillouin arrojó un valor de 0,570, donde las especies mejor representadas dentro de los sitios de muestreo hacen referencia a *Cavendishia pubescens, Drymis granadensis, Racinaea cf. tetrantha, Axinaea macrophylla y Myrsine coriacea* con 57, 49, 45, 40 y 37 individuos respectivamente.

Análisis estructural

Distribución Diamétrica

Para el análisis de la estructura horizontal, en la siguiente figura se observa que para los individuos que fueron censados, se presenta una distribución de jota invertida característica de la dinámica de los bosques secundarios en los procesos de sucesión, en donde se agrupan la mayor parte de los individuos en las primeras clases diamétricas. Esta distribución de los diámetros permite inferir que existe una reserva de individuos jóvenes de familias como rubiáceas, melastomatáceas y piperáceas presentes en la muestra que en un futuro podrán reemplazar a los árboles de mayor tamaño que vayan desapareciendo.

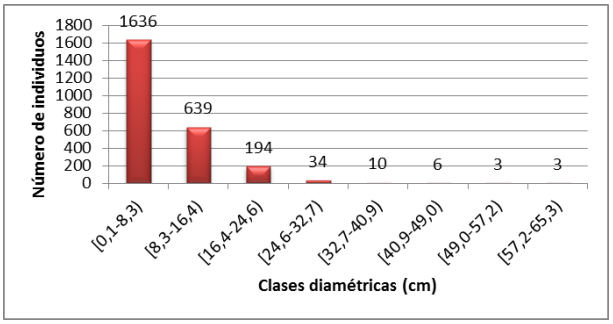


Figura 3-54 - Distribución de clases diamétricas en la Reserva Nare

Distribución por clases de altura

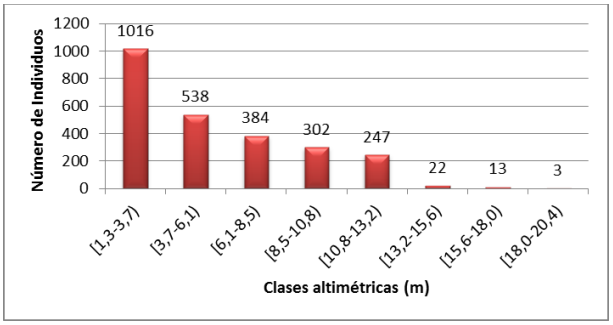


Figura 3-55 - Distribución de clases en altura en la Reserva Nare.

En la figura anterior se presenta una distribución de jota invertida en el análisis de la estructura vertical de los individuos establecidos en este tipo de coberturas; las especies en la categorías de brinzales y latizales características de bosques naturales fragmentados son especies heliófitas y a medida que avanza el proceso de sucesión generan condiciones favorables de sombrío para el establecimiento de otras. En la cobertura de plantación forestal las mayores alturas se registraron para especies como *Pinus patula* con 20 m, *Cupressus lusitanica* con 17 m y *Eucalyptus globulus* con 12,5 m de altura.

Distribución Área Basal

La distribución bisimétrica para los individuos censados agrupa en la primera marca de clase con 2451 individuos y con una disminución marcada y gradual en los patrones de densidad de las siguientes marcas, esto indica que la mayor densidad por unidad de área, la ocupan todos aquellos individuos que se registraron en esta marca de clase.

Las mayores áreas basales en todo el muestreo, se registraron para *Cupressus lusitanica*, *Acacia melanoxylon, Pinus patula* y *Brunellia sibundoya* con valores de 0,249, 0,179, 0,148, y 0,143 m^2 respectivamente.

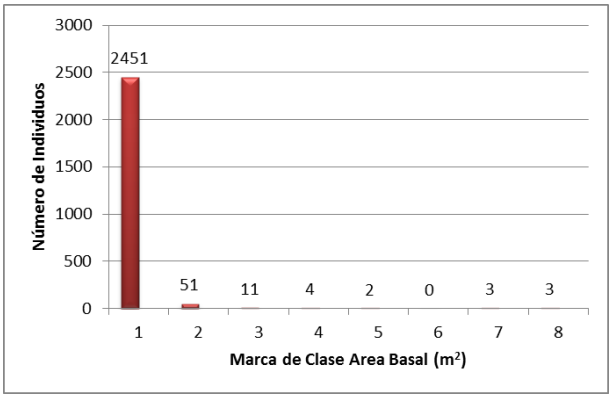


Figura 3-56 - Distribución del área basal en la Rerserva Nare

Índice de Valor de Importancia

El índice de valor de importancia, por su parte, muestra una mayor proporción en la abundancia de especies como *Cavendishia pubescens, Drymis granadensis y Myrsine coriacea* a favor del número de individuos censados, mayor densidad de la masa arbórea en la plantación de *Pinus patula*. Para las demás especies su importancia se explica por la frecuencia que predominó en las coberturas de bosque natural fragmentado y plantación forestal; entre ellas se tiene *Racinaea cf.*

tetrantha, Axinaea macrophylla, Vismia guianensis, Clethra fagifolia, Escallonia paniculata y Myrcia cf. splendens.

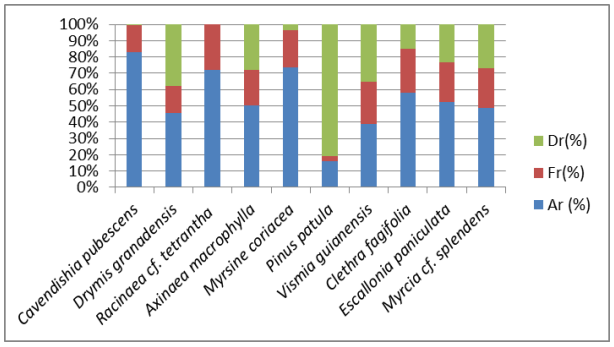


Figura 3-57 - Índice de Valor de Importancia para la Reserva Nare.

Reserva de la Sociedad Civil Montevivo

Para la caracterización florística, se realizó una parcela con un área de 1000 m^2 (50 m x 20 m), localizada en la cobertura de Bosque Natural Fragmentado (ver mapa de parcelas de caracterización). En total se encontraron 430 individuos entre fustales, latizales y brinzales, incluidas epífitas. Dentro del área de Influencia Directa Local del proyecto esta Reserva ocupa 40 hectáreas para un porcentaje de 2%.

La siguiente tabla presenta las coordenadas de ubicación de la parcela.

Tabla 3-38 - Localización Parcela de muestreo.

No de Parcela	Sitio	Cobertura	Coordenada X	Coordenada en Y
3	Montevivo (Vereda Santa Elena)	Bosque natural Fragmentado	843769	1178813

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Composición florística

La composición florística corresponde a los resultados de la parcela con relación al número de Familias y especies. Dentro de esta unidad de muestreo se censó un total de 430 individuos agrupados en 27 familias representadas en 48 especies. La densidad arbórea promedio en la cobertura es de 4300 árboles por hectárea.

Las familias Rubiaceae (69), Chlorantaceae (63), Melastomataceae (32) y Caprifoliaceae (32), fueron las más abundantes, mientras que las especies más abundantes fueron *Hedyosmun goudotianum* (60), *Palicourea garciae* (41) y *Viburnum undulatum* (31).

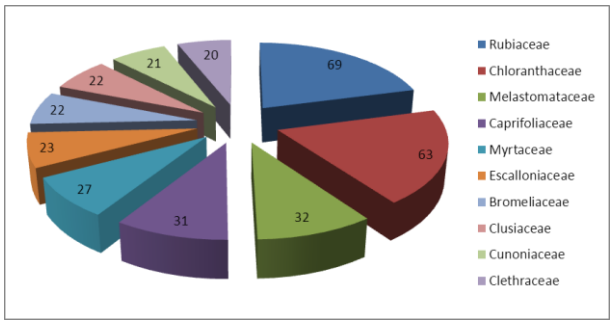


Figura 3-58 - Las 10 Familias con mayor número de individuos.

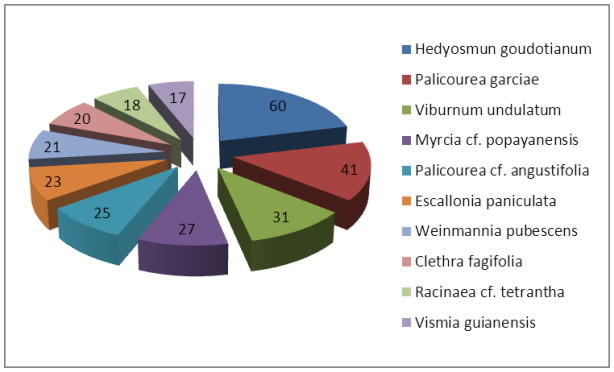


Figura 3-59 - Las 10 especies con mayor número de individuos.

Dentro del muestreo se censaron un total de 47 epífitas representadas en 7 especies y 4 familias. Estas epífitas se encuentran vedadas para todo el territorio nacional.

Tabla 3-39 - Registro de Familia y especies de epífitas.

Familia/Especie	Número de individuos
Araceae	2
Philodendron danielii	2
Bromeliaceae	22
Racinaea cf. tetrantha	18
Racinaea penlandii	4
Orchidaceae	14
Cyrtochilum sp1	13
Stelis sp2	1
Polypodiaceae	9
Pleopeltis remota	1
Serpocaulon semipinnatifidum	8
Total general	47

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Caracterización de la diversidad

Para conocer la diversidad que caracteriza la reserva Montevivo, se determinaron los índices de riqueza, dominancia y equidad. En la siguiente tabla, se presentan los resultados de los índices.

Tabla 3-40 - Resultados de los índices.

Índice	Valor
Margalef	7,75

Índice	Valor
E. Brillouin	0,527
Berger Parker	0,14
Simpsom	0,06
Shannon	3,20

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Se observa que el índice de riqueza según Margalef tiene un valor mediano. Se dice mediano, ya que en toda el área de estudio los valores medianos de Margalef estuvieron entre 5.1 y 12.2. Este índice se ubica dentro del rango normal de riqueza que le corresponde a la cobertura vegetación secundaria más que a la del Bosque Natural Fragmentado.

El índice de Simpson presenta un valor que puede ubicarse en las categorías medias, ya que en la caracterización de coberturas, los valores medios estuvieron entre 0.003 y 0.067, correspondientes a la vegetación secundaria.

Las especies que presentaron mayor índice de Simpsom, fueron *Hedyosmun goudotianum* (0.019), *Weinmannia pubescens* (0.002) y *Myrcia cf. Popayanensis* (0.004), las cuales representan el grupo de especies dominantes del sitio.

Otro de los índices de dominancia que se determinó fue el de Berger-Parker, el cual también es un valor mediano, correspondiente a la vegetación secundaria. Consecuente con el índice de Simpson.

Análisis estructural

En general, las distribuciones tuvieron una forma de J invertida, lo que significa que los individuos de mayores dimensiones eliminados ocasionalmente, son sustituidos por individuos de las categorías diamétricas inferiores mediante regeneración natural, y por tanto, la estabilidad demográfica del ecosistema se mantiene.

Distribución Diamétrica

La estructura horizontal indica que la mayor parte de los individuos se ubican en la clase diamétrica (0.2-5.0].

Las especies que reportaron mayores diámetros fueron *Drymis granadensis* (28.65cm), *Weinmannia pubescens* (21.65cm) y *Tibouchina lepidota* (21.01cm)

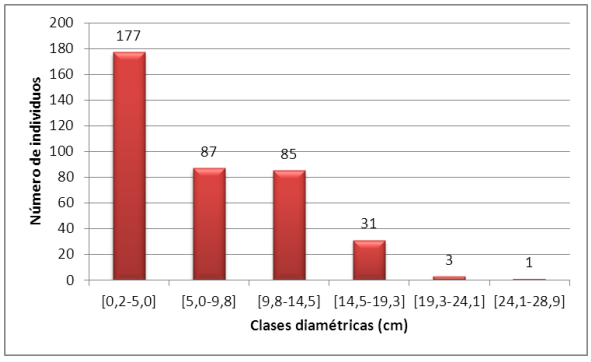


Figura 3-60 - Número de individuos por clase diamétrica

Distribución por clases de altura

La estructura vertical indica que la mayor parte de los individuos se ubican en la clase altimétrica (1.3-3.6].

Las especies que reportaron mayores alturas fueron *Escallonia paniculata* (15 m), *Axinaea macrophylla* (14 m) *y Drymis granadensis* (12 m).

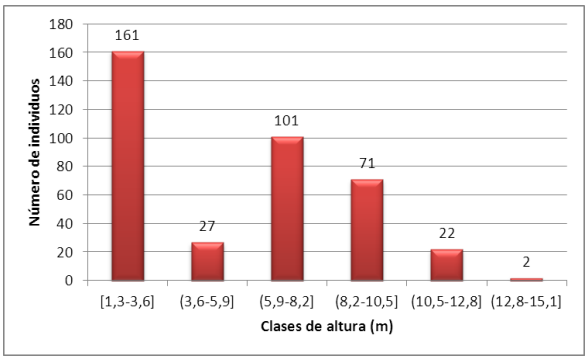


Figura 3-61 - Número de individuos por clase altimétrica.

Distribución de Área Basal

La estructura horizontal de área Basal indica que la mayor parte de los individuos se ubican en la marca de Clase 0.01. Las especies que reportaron mayores áreas basales fueron *Drymis granadensis* (0.06m^2), *Weinmannia pubescens* (0.04m^2) y *Tibouchina lepidota* (0.03m^2).

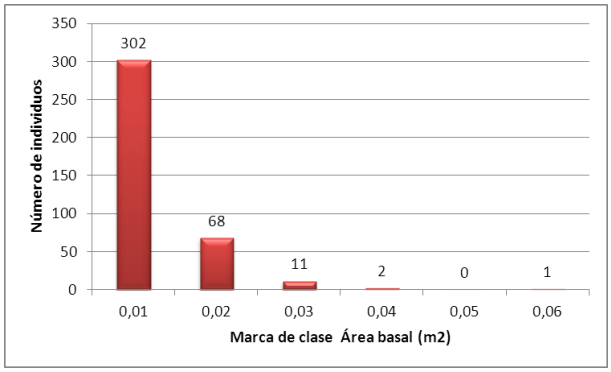


Figura 3-62 - Número de individuos por área basal.

Índice de Valor de Importancia

De acuerdo con el Índice de Valor de Importancia, las especies con mayor peso ecológico en el muestreo realizado en la reserva Montevivo son: *Hedyosmun goudotianum* (24.1), *Weinmannia pubescens*(19.6) y *Myrcia cf. Popayanensis* (18.7).

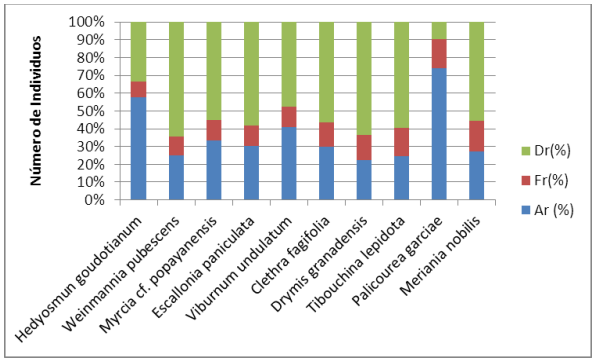


Figura 3-63 - Especies con mayores IVI.

Cuenca alta Quebrada La Yarumal

Para la caracterización florística de la reserva, se realizaron 2 parcelas con un área cada una de 1000 m^2 (50 m x 20 m), localizadas en la cobertura de bosque natural fragmentado. La densidad arbórea promedio en las 2 coberturas es 302 individuos, registrándose un promedio de 3020 individuos por hectárea. En la siguiente tabla se presenta la información de dichas parcelas.

Tabla 3-41 - Ubicación de las parcelas de estudio.

No.	Sitio	Cobertura	Coord. X	Coord. Y
1	Acueducto Atehortúa (Vereda La Quiebra)	Bosque Natural Fragmentado	844608	1176974
2	El Mirador (Vereda el Cerro)	Bosque Natural Fragmentado	844303	1177171

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Composición florística

Teniendo en cuenta las tres unidades de muestreo (fustales latizales y brinzales), se realizó el censo en las dos coberturas de interés, según los resultados los individuos están agrupados en 81 especies en 37 familias.

El análisis de composición florística se realizó con base en las coberturas vegetales identificadas en el área de influencia, las familias con mayor número de individuos, hacen referencia a Melastomataceae con 81 individuos, Bromeliaceae con 63 individuos, Clusiaceae con 50 individuos, Winteraceae con 47 individuos y Myrsinaceae con 40 individuos a su vez se encontraron pocos representantes de las Familias Rhamnaceae, Rosaceae y Theaceae.

Las especies más representativas hacen referencia a *Drymis granadensis, Racinaea cf. tetrantha y Axinaea macrophylla* con 47, 44, y 39 individuos respectivamente.

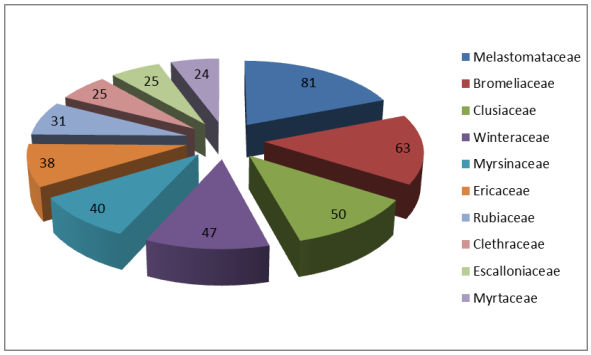


Figura 3-64 - Número de individuos de las diez familias más comunes registradas para la cuenca alta de la Quebrada

Yarumal.

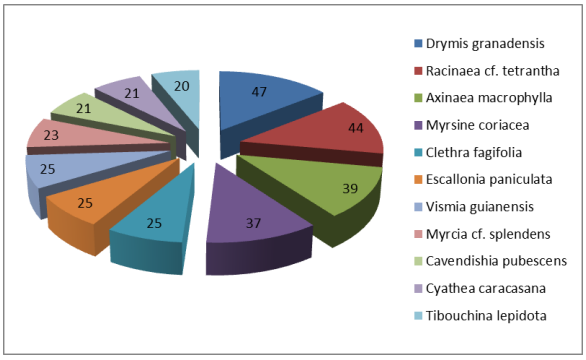


Figura 3-65 - Número de individuos de las diez especies más comunes registradas para la cuenca alta de la Quebrada Yarumal

En el censo realizado en la zona de estudio se registraron 97 epifitas representadas en 22 especies y 9 familias. Estas se encuentran vedadas para todo el territorio Nacional.

Caracterización de la diversidad

En los cálculos realizados para conocer la diversidad que caracteriza el área de estudio, se determinaron los índices de riqueza, dominancia y equidad, según autores como Simpson, Sahnnon, Margalef, Brillouin y Berger Parker. En la siguiente tabla se presentan los resultados.

Tabla 3-42 - Índices de diversidad quebrada la Yarumal.

Índice	Valor
Simpson (λ)	0.000
Sahnnon (H´)	0.000
Margalef (Dmg)	12.493
Brillouin	0.580
Berger parker	0.078

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Según cálculos realizados, el índice de riqueza según Margalef fue de 12,493. Este valor predice la alta diversidad en la composición de estos bosques, especies como *Drymis granadensis*, *Racinaea cf. tetrantha*, *Axinaea macrophylla*, *Myrsine coriácea*, y *Clethra fagifolia* contribuyen en la cuantificación de la misma riqueza que caracteriza las parcelas levantadas sobre bosque natural fragmentado.

El índice de Simpson obtuvo un valor de 0,034, en comparación con el análisis que se realizó para cada una de las coberturas, este valor se encuentra dentro del rango que se estableció para Bosque Natural Fragmentado (0,029 para latizales y 0,036 para Fustales), resultados que indican que existe una alta dominancia en especies como *Drymis granadensis*, *Racinaea cf. tetrantha*, *Axinaea macrophylla*, *Myrsine coriacea* y *Clethra fagifolia* en comparación con *Serpocaulon levigatum*, *Siparuna gesneroides* y *Vaccinium corymbodendron*, especies que presentan pocos representantes en dicha cobertura.

Otro de los índices de dominancia que se determinó fue el de Berger-Parker, y al analizar se registró un valor de 0,078, indicando que existe poca dominancia de las especies con mayor número de individuos en proporción a las demás, ya que estas presentan pocos individuos, se citan especies como *Racinaea michelii*, *Rhamnus cf. Goudotiana* y *Schefflera trianae* además de

Serpocaulon levigatum, Siparuna gesneroides y *Vaccinium corymbodendron*, mencionada en el índices de Simpson.

El índice de equidad de Shannon presentó un valor de 3,714, resultado que muestra similitud con los resultados que se determinaron por cobertura para Bosque Natural Fragmentado. El Índice de Brillouin arrojó un valor de 0,580, donde las especies mejor representadas dentro de los sitios de muestreo hacen referencia a *Drymis granadensis Racinaea cf. tetrantha Axinaea macrophylla* y *Myrsine coriácea* con 47, 44, 39 y 37 individuos respectivamente.

Análisis estructural

Distribución Diamétrica

Para la cobertura de bosque natural fragmentado, la estructura horizontal indica que la mayor parte de los individuos se ubican en las primeras clases diamétricas, a lo largo dela gráfica se muestra una distribución de jota invertida, donde el mayor número de individuos se agrupa en el rango de menores diámetros, manifestando la reserva de individuos jóvenes que en un futuro remplazaran a otros.

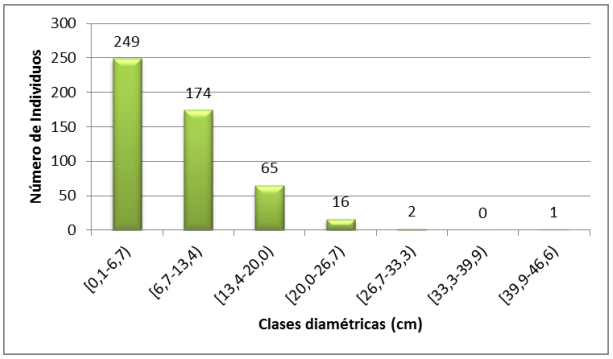


Figura 3-66 - Distribución de clases diamétricas en la cuenca alta de la Quebrada Yarumal.

Distribución por clases de altura

La estructura vertical que se observa en la figura que se muestra a continuación, indica que la mayor parte de los individuos se ubican en las clases de altura [1,3-3,5) y entre [5,7-7,9), las especies con mayores alturas dentro de la muestra se registraron para *Axinaea macrophylla, Clethra fagifolia, Hieronyma antioquensis y Zanthoxylum cf. Melanostictum* y *Myrsine coriacea* con alturas de 15 m para cada una.

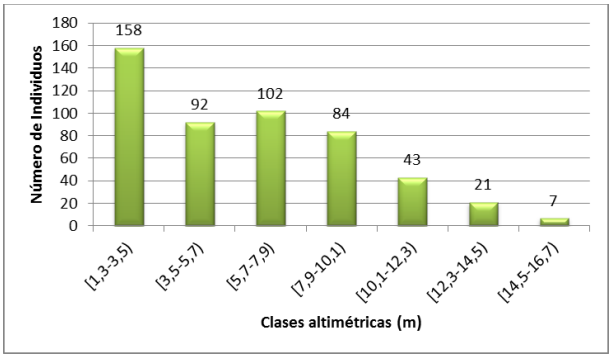


Figura 3-67 - Distribución de alturas en la cuenca alta de la Quebrada Yarumal.

Distribución Área Basal

La distribución bisimétrica para los individuos censados agrupa en la primera marca de clase con 464 individuos y con una disminución marcada y gradual en los patrones de densidad a de las siguientes marcas, esto indica que la mayor densidad por unidad de área la ocupan todos aquellos individuos que se registraron en esta primera marca de clase. Las mayores áreas basales en las dos parcelas objeto de estudio, se registraron para *Cupressus lusitánica, Croton magdalenensis, Zanthoxylum cf. Melanostictum, Geissanthus occidentalis* con áreas basales de 0,13, 0,08, 0,07 y 0,05 m^2 respectivamente.

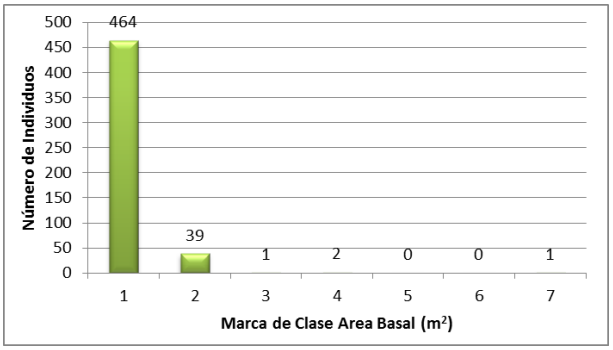


Figura 3-68 - Distribución del área basal en la cuenca alta de la Quebrada Yarumal.

Índice de Valor de Importancia

Según los resultados, el índice de valor de importancia muestra una mayor proporción en la abundancia de especies como *Racinaea cf. Tetrantha, Cavendishia pubescens y Miyrsine coriacea*, todas ellas en sus diferentes categorías (fustales, latizales y brinzales), a su vez la frecuencia y la densidad son proporcionales en todas las especies, esto sustenta su importancia en la dinámica de los bosques naturales fragmentados.

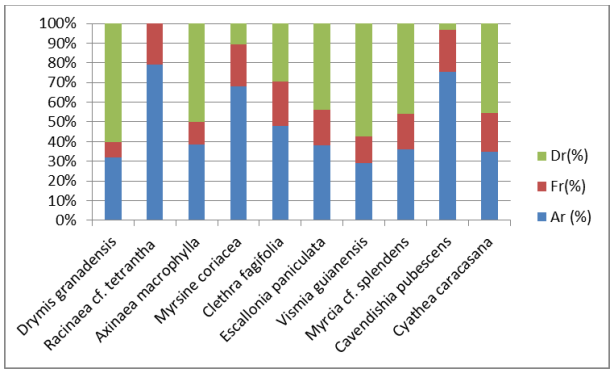


Figura 3-69 - Índice de Valor de Importancia para las especies de la cuenca alta de la Quebrada Yarumal

Caracterización de la regeneración natural

Para el estudio de los estadíos de Brinzales y latizales (regeneración natural) se procedió al establecimiento de parcelas temporales que fueron ubicadas en las diferentes coberturas del área del proyecto. En total se establecieron 12 parcelas. Las 12 parcelas empleadas para el censo de los Brinzales fueron de forma cuadrada, cada una con 5 subparcelas de 25 m^2 (5 x 5). Las parcelas donde se censaron los latizales, fueron de forma cuadrada, cada una con 5 subparcelas con un área de 100 m^2 (10 x 10). Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó un total de 60 subparcelas de latizales y 60 parcelas de brinzales.

Brinzales

Composición florística

Dentro de las 60 unidades de muestreo se censaron en total 1596 individuos que hacen parte de la categoría de brinzales, agrupados en 56 familias representadas en 181 individuos. La densidad arbórea promedio en todas las coberturas es alta, registrándose un promedio de 1330 individuos por hectárea para brinzales.

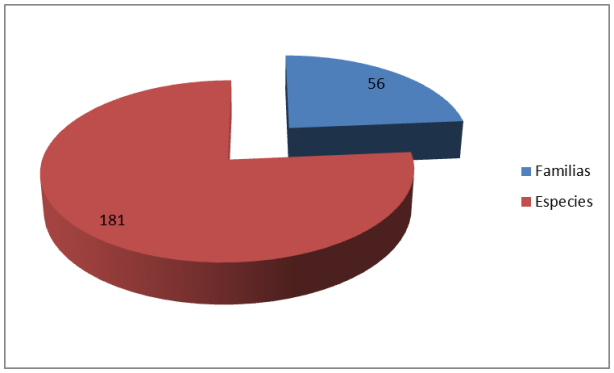


Figura 3-70 - Número de familias y especies inventariadas.

Las familias más representativas para el estadío brinzales en los bosques materia de estudio, es decir, las que reportaron el mayor número de individuos hacen referencia a Rubiaceae (13,2% del total de los individuos), Ericaceae (12,0%), Myrtaceae (10,1%), Bromeliaceae (7,1%) y Asteraceae (6,4%), En la figura que se muestra a continuación se observa esta distribución.

La abundancia de las especies que integran estas familias radica en su alto potencial para colonizar y establecer amplias poblaciones en ambientes boscosos, aprovechando la disponibilidad de

nutrientes, espacio, luz, humedad y demás requerimientos para el completo desarrollo de las mismas.

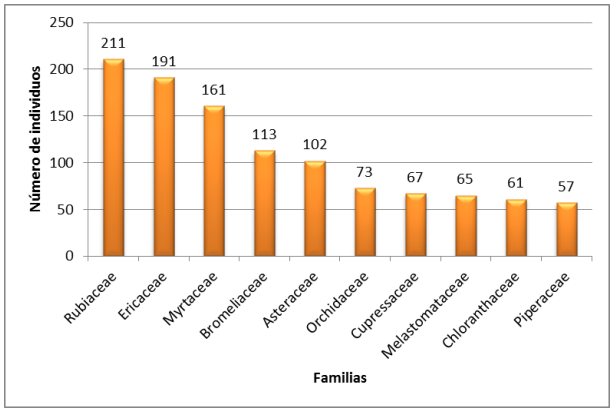


Figura 3-71 - Número de individuos en las diez familias más comunes registradas para el estadío Brinzales.

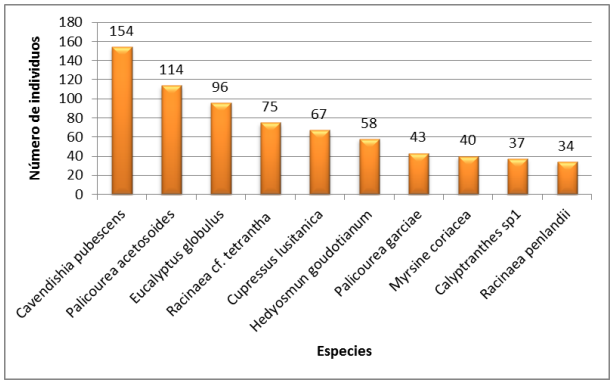


Figura 3-72 - Número individuos en las diez especies más comunes para el estadío Brinzales.

En las figuras anteriores, se presentan las familias y especies más representativas para todos los individuos en el muestreo realizado.

A continuación se presentan las especies y familias más significativas que fueron censadas en el estadío Brinzales en cada una de las coberturas vegetales en las que se realizó el levantamiento de las parcelas de caracterización.

En la cobertura de bosque natural fragmentado, unidad cuya estructura es heterogenea, la familia más representativa en los procesos de regeneración natural son Rubiaceae con el 13,9%, seguido de Bromeliaceae con el 11,4% Asteraceae con el 6,3% Orchidaceae y Melastomataceae con el 11,1%. A su vez las especies más abundantes *Palicourea acetosoides* (79 individuos), *Racinaea cf. tetrantha* (55 individuos) y *Myrsine coriácea* (32 individuos). La densidad promedio de individuos de brinzales en esta cobertura es de 1930 individuos por hectárea, densidad alta debido a las condiciones propias de luminosidad que promueve la facilidad en la propagación y crecimiento de las plántulas que hacen parte de la dinámica del banco de semillas de las especies pioneras que pueden permanecer latentes en el suelo.

Las familias más comunes en la cobertura de Pastos Arbolados son Ericaceae con 52,6% Melastomataceae y Winteraceae con un 7,0% cada una y Euphorbiaceae con abundancia de 5,3% dentro del censo. Entre las especies más abundantes que se obtuvo registro, se encontró

Cavendishia pubescens con 26 individuos, *Befaria aestuans*, *Drymis granadensis* y *Tibouchina lepidota* cada una con 4 individuos representando un 7% dentro del censo total para cada una de estas tres especies; se registró además la densidad promedio de individuos, la cual fue de 570 individuos por hectárea.

Para la cobertura de Plantaciones Forestales, áreas reforestadas con familias como Myrtaceae con un 43,1% Cupressaceae con 25,3% y Ericaceae con 22,1% manifiestan los porcentajes más altos de abundancia en la caracterización que se realizó en la zona de estudio, de la mano con la abundancia en especies como *Eucalyptus globulus* y *Cupressus lusitánica* por los muestreos realizados directamente en plantaciones monoespecíficas. La densidad promedio de individuos que se determinó fue de 843 individuos por hectárea para esta cobertura forestal.

En los censos realizados en la cobertura de vegetación secundaria, las familias más representativas fueron Rubiaceae con una alta diversidad de especies (20,0%), Ericaceae (14,2%) Asteraceae (8,6%) y Chloranthaceae (7,4%) seguido de varias especies pioneras con altos registros de abundancia como *Cavendishia pubescens* con 66 individuos, *Palicourea garciae* con 36 individuos, *Hedyosmun goudotianum* y *Palicourea acetosoides* con 35 individuos de cada una, presentes en el censo. Estas especies secundarias se caracterizan por ser heliófitas o demandantes de luz, las cuales presentan tasas de crecimiento rápidas, y una vez que se establecen, sus copas facilitan el establecimiento de otras especies conocidas como esciófitas o las tolerantes a la sombra. (Yepes & Villa, 2010).

En esta cobertura puede observarse que las especies tienen estados de sucesión más avanzados además la densidad promedio de individuos de brinzales en esta cobertura es en promedio de 1285 individuos por hectárea, siendo alta debido a las condiciones similares presentadas en la cobertura de bosque natural fragmentado.

Latizales

Composición florística

Dentro de las parcelas de caracterización se censaron en total 412 individuos que pertenecen al estadío Latizales, agrupados en 66 especies, y 39 familias botánicas. La densidad arbórea promedio en todas las coberturas es relativamente baja, registrándose un promedio de 343 individuos por hectárea para latizales.

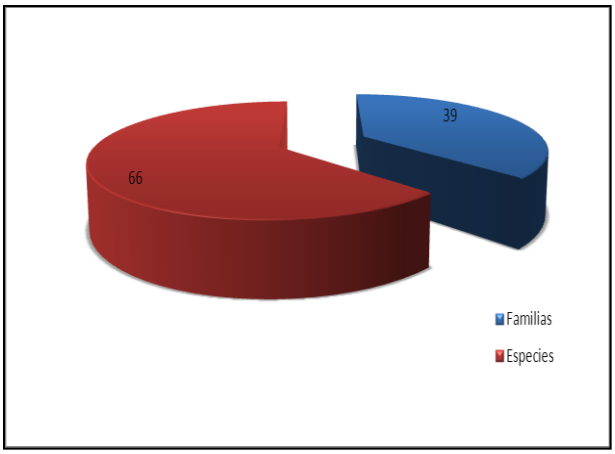


Figura 3-73 - Número de familias y especies inventariadas..

Las familias más abundantes para el estadío en las coberturas muestreadas, fueron Myrtaceae con el 25.7% del total de los individuos, Clusiaceae (7,52%), Melastomataceae (7,3%), Chlorantaceae (6,3%), y Cupressaceae (5,1%). Estas familias comprenden especies de alto valor económico, ambiental y social.

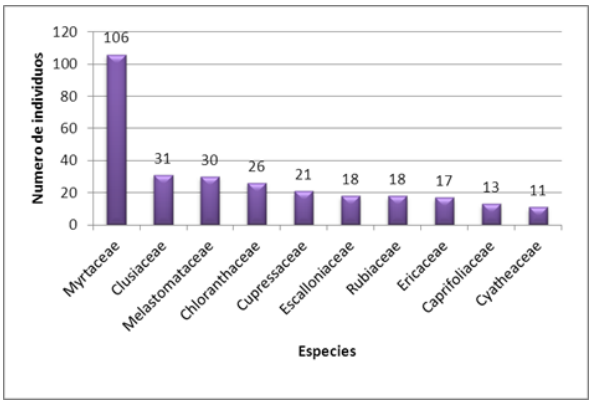


Figura 3-74 - Número de individuos en las 10 familias más comunes registradas para el estadío latizales

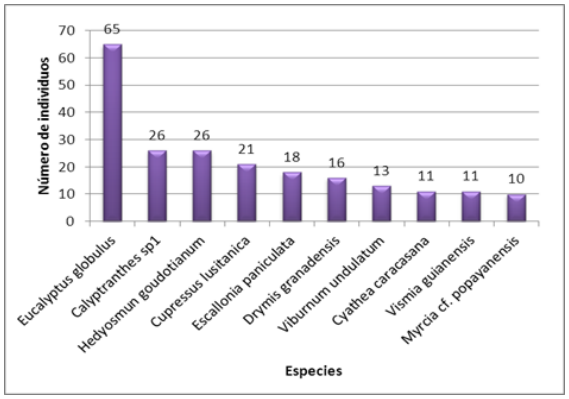


Figura 3-75 - Número de individuos en las 10 especies más comunes registradas para el estadío latizales.

En la figura anterior se presentan las especies más comunes para todos los individuos censados en latizales.

A continuación se presentan las especies y familias más representativas que fueron censadas en el estadío latizales para cada una de las coberturas vegetales inventariadas.

En los bosques naturales fragmentados se presentó mayor abundancia de las familias Myrtaceae y Melastomataceae, cada una con el 8.9% y 8.4% de los individuos respectivamente. Las especies con mayor cantidad de individuos son *Calyptranthes sp1*(6.6%), *Cyathea caracasana* (6%), *Drymis granadensis*. La densidad promedio de individuos de latizales en esta cobertura es de 418 individuos por hectárea.

Las familias más comunes para la cobertura de pastos arbolados son Clusiaceae con el 23.8% del total de individuos censados para esta cobertura y Clethraceae con el 14.9%. Las especies *Vismia*

guianensis y *Befaria aestuans* son las más representativas. La densidad promedio de los individuos fue de 210 individuos por hectárea.

En esta cobertura, para latizales se registraron solo 3 familias, que en orden de abundancia en la cobertura son: Myrtaceae con el 82% de los individuos totales, Cupressaceae, con el 13% y Ericaceae con el 5%. Las especies más representativas fueron Eucalyptus globulus con el 77.3% y Cupressus lusitanica con el 13.1%. La densidad promedio es de 420 individuos por hectárea.

Las familias Myrtaceae, Chlorantaceae y Clusiaceae son las familias más representativas de la cobertura para los latizales con el 15%, 12% y 11% respectivamente. Las especies más abundantes fueron en su orden *Hedyosmun goudotianum*, *Calyptranthes sp1* y *Viburnum undulatum*. La densidad promedia de individuos en esta cobertura es de 350 individuos por hectárea.

En general las parcelas de brinzales y latizales estuvieron compuestas por especies propias del bosque altoandino. (Alvear, *et al*., 2010), Concluyen en su estudio de un bosque andino que las familias más representativas para ese sitio fueron, Melastomataceae y Asteraceae. Para (Castellanos & Bonilla, 2011) las familias que presentaron el mayor número de géneros y especies en el estudio de un bosque altoandino fueron Asteraceae, Poaceae, Melastomataceae, Ericaceae y Rosaceae.

Según (Cantillo, *et al*., 2009) los géneros *Myrsine, Miconia, Hedyosmum* y *Weinmannia*, con una presencia importante en las parcelas se consideran como géneros apropiados para los bosques andinos cuando se quieren iniciar protocolos silviculturales de reproducción, adaptación y establecimiento. Estos se caracterizan por atributos vitales, que resultan en una alta capacidad de colonización y competencia con las especies que dominan los paisajes transformados, características deseables en etapas iniciales de una estrategia de restauración (Oosterhoorn & Kapelle, 2000).

Las especies que son dispersadas por diversos medios abióticos (*Drymis granadensis*, los géneros *Verbesina y Escallonia*), las especies con ramificación basal dispersadas por viento (géneros *Miconia, Myrsine y Myrcianthes*) son importantes en las primeras etapas de colonización. Estas especies poseen frutos pequeños dehiscentes (cápsulas) o indehiscentes (aquenio, esquizocarpos) que pueden ser dispersadas en época seca por el viento y en época de lluvias por el agua. Las semillas anemócoras se ven favorecidas en etapas iniciales de la regeneración de bosques altoandino como resultado de los flujos de aire en áreas abiertas (Díaz, 2004).

Luego, las especies asociadas al viento pierden importancia, se presentan otras especies dispersadas por otros medios y aparecen las especies dispersadas por zoocoria (géneros *Weinmannia, Clusia y Palicourea*), claves en el establecimiento de especies de bosque secundario. Con estas especies se da con un incremento de la cobertura arbustiva, que aumenta la visita de aves, principales dispersores de semillas en estos bosques, y que a medida que avanza el proceso de regeneración incrementa la importancia de las especies zoocoras en la vegetación en pie, como se ha observado en otros bosques altoandinos (Cantillo, *et al*., 2008).

Finalmente, con el aumento de la cobertura por brinzales se enriquece con especies trepadoras como el género *Munnozia*, presente en el muestreo, aunque no abundante. Estas trepadoras incrementan la complejidad estructural de la vegetación (Jaimes & Rivera, 1991) y las palmas.

Estructura

Formas de crecimiento

Dentro del área total inventariada se observaron varios tipos biológicos de plantas: Arboles (A), Arbustos (T), Palmas (P), Epifitas (E) y Hemiepífitas (HE) de los cuales 5 fueron registrados para los estadíos de brinzales y 2 para latizales. La siguiente tabla presenta la manera como se distribuyeron estos tipos biológicos por estadío.

Tabla 3-43 - Número de individuos por hábito de crecimiento.

Hábito de Crecimiento	No de Especies	Individuos Latizales	No de Especies	Individuos Brinzales
A	65	411	112	1180
E			39	242
HE			12	42
P			1	24
T	1	1	17	108
TOTAL	66	412	181	1596

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

De acuerdo con esto se tiene que el tipo biológico Árbol es el más abundante seguido por Epífitas, Arbustos, Hemiepífitas y Palmas.

Distribución diamétrica

Las distribuciones diamétricas de los latizales y brinzales en las coberturas de Bosque Natural fragmentado, Patos arbolados, Plantación Forestal y Bosque Natural Fragmentado, muestran una relación inversa entre la magnitud del diámetro y el número de individuos, representando una distribución en J invertida sesgada a la izquierda, en este tipo de distribución algunas clases diamétricas se encuentran sub-representadas, es decir, con pocos individuos, mientras que otras clases, por el contrario, se pueden ver sobre-representadas o con muchos individuos. Este tipo de distribución diamétrica es característica de comunidades en estados iniciales de sucesión o fases tempranas de desarrollo, donde se observa dominancia de especies de corta vida, alto número de individuos y de porte pequeño. Éstas son reconocidas como especies pioneras, las cuales mejoran las condiciones micro-climáticas y edáficas para el establecimiento de otras especies más longevas.

De igual manera los individuos jóvenes que crecen en el sotobosque presentan un cambio gradual en la disminución de los mismos a medida que aumenta el diámetro, lo que permite reflejar el equilibrio y la dinámica del bosque; en la figuran que se muestra a continuación se puede ver que en los sitios de muestreo se manifestó un aumento proporcional en el diámetro de las especies que se encuentran en los intervalos de [5,75-716) y [7,16-8,57) en donde Familias como las Myrtaceas representada por especies como *Eucalyptus globulus*, *Calyptranthes sp1* y *Cupressus lusitánica* y *Hedyosmun goudotianum* de la familia de las Chloranthaceaes, representan una abundancia significativa los incrementos de los diámetros, es decir, que son especies que hacen parte de la sucesión natural y permiten la estabilidad o equilibrio del bosque (homeóstasis) y su perpetuidad en el tiempo.

Este gran número de individuos pequeños pertenecientes al estado de brinzales y regeneración natural permitirán que cierta cantidad de ellos puedan alcanzar su madurez y superar aquellos factores como la mortalidad, las intervenciones antrópicas y la dinámica de claros que diezman las poblaciones y modifican su crecimiento demográfico.

Esta distribución diamétrica fue muy completa, ya que el esfuerzo de muestreo fue muy detallado, permitiendo que se incluyeran latizales haciendo referencia a árboles, arbustos, helechos arbóreos y/o palmas que presentaron un Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) entre 5 y 9,99 cm como de otras formas de crecimiento por ejemplo brinzales individuos, ya fueran árboles, arbustos, helechos arbóreos y/o palmas que presentaron un Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) menor a 5 cm y contarán con una altura mayor a 1,30 m.

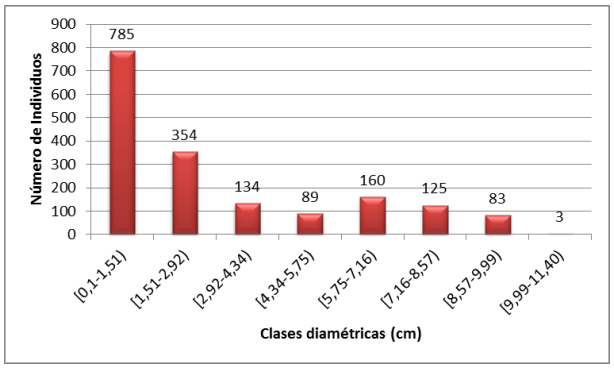


Figura 3-76 - Clases diamétricas para los individuos censados.

Distribución de altura

Los individuos censados en toda el área de estudio comprenden alturas desde 1,3 hasta los 13,0 m presentando una relación inversamente proporcional sobre todos los individuos censados como se muestra en la siguiente figura, ya que el mayor número de individuos se agrupa en el rango de menores alturas (1,3-2,87) es decir, aquellas especies secundarias que son pioneras a la hora de colonizar nuevos habitas y que se encuentran distribuidas en todo el sotobosque, caracterizando las diferentes coberturas donde se realizaron los muestreos.

Evidentemente esta distribución altimétrica es coherente con los resultados analizados en la distribución diamétrica, ya que la altura es una variable dependiente del diámetro.

En los resultados se encontró que gran número de los individuos que pertenecen a la dinámica del sotobosque hacen parte de varias familias como Myrtaceae, Rubiaceae, Ericaceae. Bromeliaceae, Asteraceae, Melastomataceae, Cupressaceae, Chloranthaceae, las cuales corresponden a arbustos, helechos arbóreos, árboles en estado juvenil, hemiepifitas y epifitas en su mayoría.

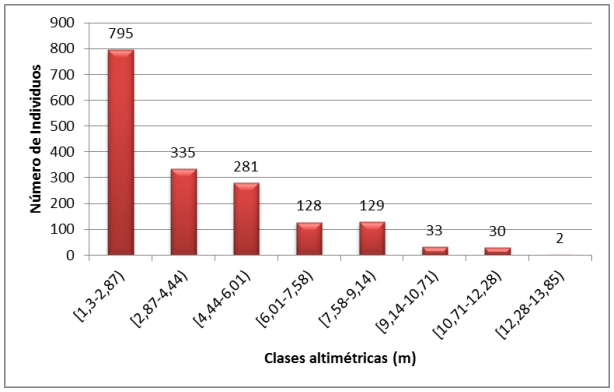


Figura 3-77 - Clases altimétricas para los individuos censados.

Reserva Mano de oso

La Reserva de la Sociedad Civil Mano de Oso fue declarada Reserva según la resolución 0321 del 4 de junio de 2013 por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Parques Nacionales Naturales de Colombia. Esta reserva está ubicada en el municipio de Rionegro, sector vía Santa Elena (Alto Las Brisas), vereda La Quiebra, se encuentra traslapada con la Reserva Forestal Protectora Río Nare, en las coordenadas geográficas X: 06°11'20.0" Y: 75°28'44.2" en la cota 2.501 m.s.n.m., con un área de 1.0509 hectárea., actualmente es la única cobertura que se presenta en estado de conservación y restauración pasiva del área de influencia de la microcuenca La Parra y Yarumal, ubicadas al interior del área de influencia de la Reserva Forestal Protectora Río Nare (RFPRN), áreas donde predominan las plantaciones comerciales con coníferas, monocultivos, pastoreo, con fragmentos de bosque natural estratégicos para este ecosistema de Bosque de andino.

La reserva de la sociedad civil Mano de Oso, hace parte del Anillo de Conservación o Cinturón verde, que rodea al área metropolitana del Valle de aburra, los cuales están conformadas por la RFP- Rio Nare al oriente, El DMI-divisoria de aguas Rio Cauca, al Oeste, El alto San Miguel al Sur, en proceso de declaratoria, Las reservas de Quita sol y Piamonte al Norte y El cerro el volador y Nutibara en la parte Meridional, todas estas áreas consideradas estratégicas para la garantizar la conservación de la Diversidad Biológica, la oferta de Bienes y servicios ecosistémicos del AMVA del Área metropolitana valle de Aburra.

La Reserva de la Sociedad Civil Mano de Osos hace parte del área de influencia directa local, definida como aquella zona donde pueden o no presentarse impactos u afectaciones por el proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. Hace parte de esta área el techo del túnel de Santa Elena donde está ubicada la Reserva Forestal Protectora Río Nare, que de su área total estimada en 2.224.28 hectáreas sólo 300 hectáreas hacen parte del área de influencia directa local del proyecto y de estas 300 hectáreas tan solo 1.0509 ha corresponde a la nueva Reserva de la Sociedad Civil Mano de Osos.

Toda la información de caracterización ambiental realizada sobre la Reserva de la Sociedad Civil Mano de Oso se puede detallar en el Anexo 3.35 – Caracterización Reserva Mano de Oso.

Especies amenazadas y/o endémicas en las parcelas de caracterización.

Las especies citadas a continuación fueron encontradas en las parcelas de caracterización y no requieren ser removidas por el proyecto en ninguna de las obras de infraestructura, ya que se encuentran en el área de influencia directa local perteneciente a los techos de los túneles de Santa Elena y Seminario.

Hieronyma antioquiensis

En los muestreos realizados, se encontró la especie *Hieronyma antioquiensis*, que presenta la categoría de amenaza EN (En peligro) y por lo tanto, merece especial atención. En las parcelas de caracterización se encontraron 47 individuos de esta especie, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 3-44 - Individuos de Hieronyma antioquensis en parcelas de caracterización.

Número	Cobertura	No. Parcela	Vereda / Sector	N. científico
1	Bosque Natural Fragmentado	6	La Quiebra/ Reserva Forestal del Río	*Hieronyma antioquensis*

Número	Cobertura	No. Parcela	Vereda / Sector	N. científico
			Nare (El Progreso)	
2	Bosque Natural Fragmentado	6	La Quiebra/ Reserva Forestal del Río Nare (El Progreso)	*Hieronyma antioquensis*
3	Bosque Natural Fragmentado	6	La Quiebra/ Reserva Forestal del Río Nare (El Progreso)	*Hieronyma antioquensis*
4	Bosque Natural Fragmentado	7	Media Luna/Finca La Aguada	*Hieronyma antioquensis*
5	Bosque Natural Fragmentado	7	Media Luna/Finca La Aguada	*Hieronyma antioquensis*
6	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
7	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
8	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
9	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
10	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
11	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
12	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
13	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
14	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
15	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
16	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
17	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
18	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
19	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
20	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
21	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
22	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
23	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
24	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
25	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
26	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
27	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
28	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
29	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
30	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
31	Bosque Natural Fragmentado	8	Media Luna / La Espadera	*Hieronyma antioquensis*
32	Vegetación Secundaria	3	Santa Elena/MONTEVIVO	*Hieronyma antioquensis*
33	Bosque Natural Fragmentado	6	La Quiebra/ Reserva Forestal del Río Nare (El Progreso)	*Hieronyma antioquensis*
34	Bosque Natural Fragmentado	6	La Quiebra/ Reserva Forestal del Río Nare (El Progreso)	*Hieronyma antioquensis*
35	Bosque Natural Fragmentado	6	La Quiebra/ Reserva Forestal del Río	*Hieronyma antioquensis*

Número	Cobertura	No. Parcela	Vereda / Sector	N. científico
			Nare (El Progreso)	
36	Bosque Natural Fragmentado	6	La Quiebra/ Reserva Forestal del Río Nare (El Progreso)	*Hieronyma antioquensis*
37	Bosque Natural Fragmentado	7	Media Luna/Finca La Aguada	*Hieronyma antioquensis*
38	Bosque Natural Fragmentado	7	Media Luna/Finca La Aguada	*Hieronyma antioquensis*
39	Bosque Natural Fragmentado	7	Media Luna/Finca La Aguada	*Hieronyma antioquensis*
40	Bosque Natural Fragmentado	7	Media Luna/Finca La Aguada	*Hieronyma antioquensis*
41	Bosque Natural Fragmentado	7	Media Luna/Finca La Aguada	*Hieronyma antioquensis*
42	Bosque Natural Fragmentado	7	Media Luna/Finca La Aguada	*Hieronyma antioquensis*
43	Bosque Natural Fragmentado	7	Media Luna/Finca La Aguada	*Hieronyma antioquensis*
44	Bosque Natural Fragmentado	7	Media Luna/Finca La Aguada	*Hieronyma antioquensis*
45	Bosque Natural Fragmentado	7	Media Luna/Finca La Aguada	*Hieronyma antioquensis*
46	Bosque Natural Fragmentado	7	Media Luna/Finca La Aguada	*Hieronyma antioquensis*
47	Bosque Natural Fragmentado	7	Media Luna/Finca La Aguada	*Hieronyma antioquensis*

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Hirtella enneandra

Una especie muy escasa en el país, inicialmente conocida solo en el departamento del Valle del Cauca, *Hirtella enneandra* de la familia Chrysobalanaceae, fue encontrada en el área de estudio. Esta especie se encuentra amenazada en la categoría de estado crítico (CR), de acuerdo con el libro rojo de especies amenazadas en Colombia, impulsado por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y según la resolución 0383 de 2010 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial. En este estudio se encontraron 10 individuos en la parcela 8 ubicada en el sector de La Espadera, en bosque natural fragmentado.

Cyathea caracasana

Se destaca además la especie *Cyathea caracasana* de la familia Cyatheaceae, conocido como helecho arbóreo, la cual se encuentra vedada de manera permanente en todo el territorio nacional en términos de aprovechamiento, comercialización y movilización, mediante la resolución 0801 de 1977 (INDERENA).

Tabla 3-45 - Individuos de la familia Cyatheaceae identificados en parcelas.

Número	Cobertura	No. Parcela	Vereda / Sector	N. científico
1	Bosque Natural Fragmentado	2	El Cerro/ El Mirador	*Cyathea caracasana*
2	Bosque Natural Fragmentado	2	El Cerro/ El Mirador	*Cyathea caracasana*
3	Bosque Natural Fragmentado	2	El Cerro/ El Mirador	*Cyathea caracasana*
4	Bosque Natural Fragmentado	2	El Cerro/ El Mirador	*Cyathea caracasana*
5	Bosque Natural Fragmentado	2	El Cerro/ El Mirador	*Cyathea caracasana*
6	Vegetación Secundaria	3	Santa Elena/MONTEVIVO	*Cyathea caracasana*
7	Pastos arbolados	4	Santa Elena/ Quebrada San Ignacio	*Cyathea caracasana*

Número	Cobertura	No. Parcela	Vereda / Sector	N. científico
8	Bosque Natural Fragmentado	6	La Quiebra/ Reserva Forestal del Río Nare (El Progreso)	*Cyathea caracasana*
9	Bosque Natural Fragmentado	6	La Quiebra/ Reserva Forestal del Río Nare (El Progreso)	*Cyathea caracasana*
10	Bosque Natural Fragmentado	6	La Quiebra/ Reserva Forestal del Río Nare (El Progreso)	*Cyathea caracasana*
11	Bosque Natural Fragmentado	6	La Quiebra/ Reserva Forestal del Río Nare (El Progreso)	*Cyathea caracasana*
12	Bosque Natural Fragmentado	6	La Quiebra/ Reserva Forestal del Río Nare (El Progreso)	*Cyathea caracasana*
13	Bosque Natural Fragmentado	6	La Quiebra/ Reserva Forestal del Río Nare (El Progreso)	*Cyathea caracasana*
14	Bosque Natural Fragmentado	6	La Quiebra/ Reserva Forestal del Río Nare (El Progreso)	*Cyathea tryonorum*

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Dentro del muestreo de los Brinzales se muestrearon también las epífitas las cuales se encuentran vedadas para todo el territorio nacional. Encontrándose 56 especies y 19 familias.

3.3.1.5.2 Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta del componente flora comprende las cuencas de la quebrada La Yerbabuena y Santa Elena en el municipio de Medellín, La Yarumal municipio de Rionegro y La Cascada del municipio de Guarne, las zonas de vida y Zonas de áreas protegidas que se encuentran dentro de ésta.

3.3.1.5.2.1 Zonas de vida

Las zonas de vida para el total del área de influencia indirecta fueron descritas y pertenecen a las que se encontraron en el área de influencia directa puntual y directa local

3.3.1.5.2.2 Coberturas Vegetales

Las coberturas vegetales dentro del área de influencia indirecta del proyecto se delimitaron con base en la interpretación de imágenes satelitales en el programa Arcgis 10.

A continuación se describirán las coberturas de acuerdo con la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra y la metodología del Corine Land Cover adaptada para Colombia del 2010 y con la numeración que corresponde, cada una de las coberturas presentes en el proyecto.

Tabla 3-46 - Leyenda de las coberturas vegetales en el área de influencia indirecta.

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
1. Territorios Artificializados	1.1 Zonas urbanizadas	1.1.1 Tejido Urbano Continuo
		1.1.2 Tejido urbanos discontinuo
	1.4 Zonas Verdes Artificializadas, no agrícolas.	1.4.2 Instalaciones recreativas
2. Territorios Agrícolas	2.1 Cultivos transitorios	2.1.1 Otros cultivos transitorios
	2.2 Cultivos Permanentes	2.2.2 Cultivos permanentes arbóreos

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
		2.2.5 Cultivos confinados
	2.3 Pastos	2.3.1 Pastos limpios
		2.3.2 Pastos arbolados
		2.3.3 Pastos enmalezados
	2.4 Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.1 Mosaico de cultivos
		2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos
		2.4.4 Mosaico de pastos con espacios naturales
3. Bosques y Áreas Seminaturales	3.1 Bosques	3.1.3 Bosque fragmentado
		3.1.5 Plantación Forestal
	3.2 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.3 Vegetación secundaria baja
	3.3 Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
5. Superficies de agua	5.1 Aguas continentales	Cuerpo de agua

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Se describirán cada una de las coberturas con la numeración y nomenclatura de la leyenda original Corine Land Cover, 2010 la cual no representa un orden de numeración secuencial dentro del documento.

1 Territorios Artificializados. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Comprende las áreas de las ciudades y las poblaciones y, aquellas áreas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas mediante un proceso gradual de urbanización o de cambio del uso del suelo hacia fines comerciales, industriales, de servicios y recreativos. A continuación se listan las coberturas correspondientes a esta unidad. (IDEAM, 2010)

1.1 Zonas urbanizadas. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Las zonas urbanizadas incluyen los territorios cubiertos por infraestructura urbana y todos aquellos espacios verdes y redes de comunicación asociados con ellas, que configuran un tejido urbano. (IDEAM, 2010). Dentro del área de influencia en la zona central del corregimiento de Santa Elena y la vereda El Plan del municipio de Medellín se evidencia un alto grado de cambio de uso del suelo hacia áreas urbanizadas.

1.1.1 Tejido Urbano Continúo. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más de 80% de la superficie del terreno. (IDEAM, 2010).

La vegetación y el suelo desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano. Esta área se encuentra en los Barrios 8 de Marzo, Juan pablos Segundo, La Asomadera 3, en donde se incluyen áreas urbanas, pertenecientes al centro de la ciudad de Medellín y que cubren el 9,26% del AII, es decir 558,26 ha. Esta zona corresponde principalmente a zonas de urbanizaciones ubicadas el Sector de Buenos Aires y El poblado en los límites con el Corregimiento de Santa Elena.

Figura 3-78 - Tejido urbano continúo.

1.1.2 Tejido Urbano Discontinuo. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Son espacios conformados por edificaciones y zonas verdes. Las edificaciones, vías e infraestructura construida cubren la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área está cubierta por vegetación. Esta unidad puede presentar dificultad para su delimitación cuando otras coberturas de tipo natural y seminatural se mezclan con áreas clasificadas como zonas urbanas[3].

Para este estudio fue creada esta categoría, y corresponde a aquellas zonas en las que se encuentra dominante un área de infraestructura. Esta cobertura puede tener uso de vivienda, tiendas, locales comerciales, vías principales, destinados a actividades económicas de pequeña escala para la sobrevivencia de núcleos familiares y que presta servicios básicos a la población local. La cobertura vegetal es mínima, no cartografiable o nula y no pudo ser incluida dentro la zona de tejido urbano discontinuo. Esta cobertura cubre 243,73 ha, del total del AII abarcando 4,04% de esta misma.

Figura 3-79 - Tejido Urbano discontinuo.

1.4 Zonas Verdes Artificializadas, no agrícolas. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Comprende las zonas verdes localizadas en las áreas urbanas, sobre las cuales se desarrollan actividades comerciales, recreacionales, de conservación y amortiguación, donde los diferentes usos del suelo no requieren de infraestructura construida apreciable. En general, estas zonas verdes son áreas resultantes de procesos de planificación urbana o áreas que por los procesos de urbanización quedaron embebidas en el perímetro de la ciudad.

1.4.2 Instalaciones recreativas. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Son los terrenos dedicados a las actividades de camping, deporte, parques de atracción, golf, hipódromos y otras

[3] IDEAM, 2010

actividades de recreación y esparcimiento, incluyendo los parques habilitados para esparcimiento, no incluidos dentro del tejido urbano. Esta cobertura cubre 1,90 ha ubicadas en el Túnel de Santa Elena, en su totalidad en el Municipio de Medellín, y corresponde principalmente al parque principal del corregimiento de Santa Elena y unas pequeñas áreas usadas para la recreación y el esparcimiento.

2. Territorios Agrícolas. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Son los terrenos dedicados principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho. Comprende las áreas dedicadas a cultivos permanentes, transitorios, áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas, en las cuales también se pueden dar usos pecuarios además de los agrícolas. (IDEAM, 2010).

2.1 Cultivos Transitorios. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Comprende las áreas ocupadas con cultivos cuyo ciclo vegetativo es menor a un año, llegando incluso a ser de sólo unos pocos meses, como por ejemplo los cereales (maíz,), los tubérculos (papa y yuca), la mayor parte de las hortalizas y algunas especies de flores a cielo abierto. Tienen como característica fundamental, que después de la cosecha es necesario volver a sembrar o plantar para seguir produciendo. (IDEAM, 2010).

2.1.1 Otros Cultivos Transitorios. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Se fusionaron todos aquellos terrenos dedicados principalmente a la producción de cultivos de mora, fresa, tomate de árbol, principalmente, los cuales pueden ser comercializados o cultivados para consumo interno. Comprende las áreas dedicadas a cultivos transitorios, áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas en las cuales también se pueden dar usos pecuarios además de los agrícolas. Corresponde a 142,15 ha del AII del proyecto, para un porcentaje 2.36% del total del área.

Figura 3-80 - Cultivos transitorios.

2.2 Cultivos Permanentes. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Comprende los territorios dedicados a cultivos cuyo ciclo vegetativo es mayor a un año, produciendo varias cosechas sin necesidad de volverse a plantar; se incluyen en esta categoría los cultivos de herbáceas como caña de azúcar, caña panelera, plátano y banano; los cultivos arbustivos como café y cacao; y los cultivos arbóreos como palma Africana, Aguacate y árboles frutales. (IDEAM, 2010).

2.2.2 Cultivos permanentes arbóreos. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Cobertura principalmente ocupada por cultivos de hábito arbóreo, diferentes de plantaciones forestales maderables o de recuperación, como cítricos, palma, mango, Aguacate. (IDEAM, 2010). En el AII, cubre una área de 38,63 ha, para un porcentaje total de 0,64% en el área de influencia.

Figura 3-81 - Cultivos permanentes.

2.2.5 Cultivos confinados. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Comprenden las tierras ocupadas por cultivos bajo infraestructuras de invernaderos, principalmente dedicadas al cultivo de flores, frutales y hortalizas. Incluye toda aquella estructura cerrada cubierta por materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener unas condiciones artificiales de microclima, y con ello cultivar plantas en condiciones óptimas. (IDEAM, 2010). Esta cobertura cubre una área de 16,59 ha para un porcentaje de 0.28% del total del AII. Estos cultivos se especializan especialmente en la producción de champiñones, *Ruscus aculeatus*, margaritas, hortensias, orquídeas.

Figura 3-82 - Cultivos confinados.

2.3 Pastos. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por la familia Poaceae, dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años. Una característica de esta cobertura es que en un alto porcentaje de su presencia se debe a la acción antrópica, referida especialmente a su plantación, con la introducción de especies no nativas principalmente, y en el manejo posterior que se le hace. (IDEAM, 2010). Se consideraron las siguientes unidades de pastos en el área de estudio:

2.3.1 Pastos limpios. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas (IDEAM, 2010). Se encuentran en

pequeños parches a lo largo de toda el área de estudio, cubriendo el 10.97% del área de estudio, en general se pueden encontrar con árboles aislados, que no cubrían más del 30% del área del predio, con pequeñas huertas o jardines caseros, que no tienen fines económicos, solo ornamentales y recreativos, por lo cual mantienen constantemente intervenciones para su mantenimiento. Esta área cubre un total de 661,76 ha dentro del área de Influencia Indirecta.

Figura 3-83 - Pastos limpios.

2.3.2 Pastos arbolados. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Cobertura que incluye las tierras cubiertas con pastos, en las cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles de altura superior a cinco metros, distribuidos en forma dispersa. La cobertura de árboles debe ser mayor a 30% y menor a 50% del área total de la unidad de pastos. (IDEAM, 2010). Esta cobertura cubre dentro del área de influencia indirecta el 11.53 % para un área de 695,38 hectárea. Estos pastos arbolados, presentan individuos como Araucarias*, Cupressus lusitánica*, *Eucaliptus grandis, Eucaliptus globulus, Pinus patula.* Se encuentran en zonas usadas para la recreación dentro de viviendas campestres o fincas.

Figura 3-84 - Pastos arbolados

2.3.3 Pastos enmalezados. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono. En general, la altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5.[4]. En el área de influencia esta cobertura se encuentra dominada por individuos de *Tibouchina Lepidota* llamado siete cueros y cubre un área del 3.67% con un área de 221,16 ha dentro del área de influencia indirecta del proyecto.

[4] IDEAM, 2010

Figura 3-85 - Pastos enmalezados.

2.4 Áreas Agrícolas Heterogéneas. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Son unidades que reúnen dos o más clases de coberturas agrícolas y naturales, dispuestas en un patrón intrincado de mosaicos geométricos que hace difícil su separación en coberturas individuales; los arreglos geométricos están relacionados con el tamaño reducido de los predios, las condiciones locales de los suelos, las prácticas de manejo utilizadas y las formas locales de tenencia de la tierra. (IDEAM, 2010). Se identificaron las siguientes unidades, dentro del área de estudio:

2.4.1 Mosaico de Cultivos. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Incluye las tierras ocupadas con cultivos anuales, transitorios o permanentes, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual. (IDEAM, 2010).

Este mosaico se encuentra principalmente con individuos de tomate de árbol, maíz, fríjol, arracacha, zanahoria, remolacha y cubre un área de 392,95 ha para un porcentaje de 6.52% del área de influencia indirecta.

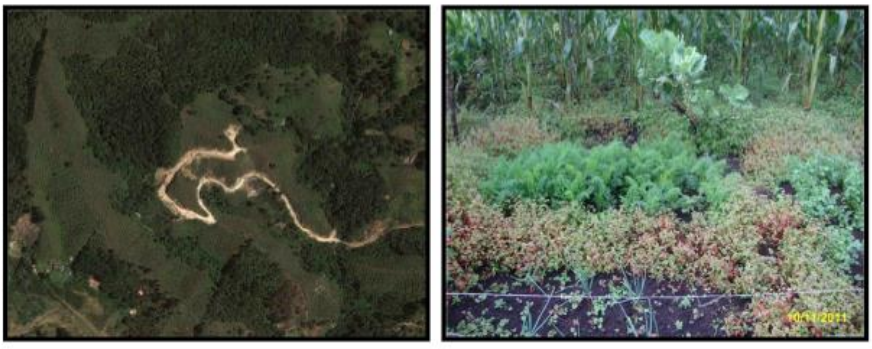


Figura 3-86 - Mosaico de cultivos.

2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Comprende las tierras ocupadas por pastos y cultivos, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual. En general se presentan pastos con cultivos de frutas, hortalizas, plantas aromáticas. Cubre 298,68 ha, es decir el 4.95 % del área de estudio.

Figura 3-87 - Mosaico de Pastos y cultivos.

2.4.4 Mosaico de pastos con espacios naturales. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las zonas de pastos y de espacios naturales no puede ser representado individualmente y las parcelas de pastos presentan un área menor a 25 hectáreas. Las coberturas de pastos representan entre 30% y 70% de la superficie total del mosaico. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o ripario, bosque plantado con bosque natural inmerso en la matriz y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural. (IDEAM, 2010). En el AII del proyecto, esta cobertura cubre 84,25 ha (1.4 %).

3 Bosques y Áreas Seminaturales. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales que son el resultado de procesos climáticos; también por aquellos territorios constituidos por suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenosos, resultantes de la ocurrencia de procesos naturales o inducidos de degradación. Para la leyenda de coberturas de la tierra de Colombia, en esta categoría se incluyen otras coberturas que son el resultado de un fuerte manejo antrópico, como son las plantaciones forestales y la vegetación secundario en transición[5].

Comprende las áreas naturales o seminaturales, constituidas principalmente por elementos arbóreos de especies nativas o exóticas. Los árboles son plantas leñosas perennes con un solo tronco principal, que tiene una copa más o menos definida. Esta cobertura comprende los bosques naturales y las plantaciones. Para la leyenda de coberturas de la tierra de Colombia, en esta categoría se incluyen otras formas biológicas naturales, tales como la palma y la guadua.

Para efectos de clasificación de unidades de esta leyenda, los bosques son determinados por la presencia de árboles que deben alcanzar una altura del dosel superior a los cinco metros. Para su diferenciación los bosques fueron clasificados de acuerdo con tres criterios fisonómicos estructurales fácilmente observables en imágenes de sensores remotos como son la densidad y la altura y un elemento interpretable del terreno que se puede inferir del sensor como es la condición de drenaje.

3.1 Bosques. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Comprende las áreas naturales o seminaturales, constituidas principalmente por elementos arbóreos de especies nativas o exóticas.

[5] IDEAM, 2010

Los árboles son plantas leñosas perennes con un solo tronco principal, que tiene una copa más o menos definida. Esta cobertura comprende los bosques naturales y las plantaciones. Para la leyenda de coberturas de la tierra de Colombia, en esta categoría se incluyen otras formas biológicas naturales, tales como la palma y la guadua. (IDEAM, 2010).

Para efectos de clasificación de unidades de esta leyenda, los bosques son determinados por la presencia de árboles que deben alcanzar una altura del dosel superior a los cinco metros. Para su diferenciación los bosques fueron clasificados de acuerdo con tres criterios fisonómicos estructurales fácilmente observables en imágenes de sensores remotos como son la densidad y la altura y un elemento interpretable del terreno que se puede inferir del sensor como es la condición de drenaje[6].

3.1.3 Bosques Fragmentado. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales densos o abiertos cuya continuidad horizontal está afectada por la inclusión de otros tipos de coberturas como pasto, cultivos o vegetación en transición, las cuales deben representar entre 5% y30% del área total de la unidad de bosque natural. La distancia entre fragmentos de intervención no debe ser mayor a 250 metros (IDEAM, 2010).

El bosque natural en general se puede encontrar en conjunto con bosques plantados que hace muchos años fueron abandonados y que pasaron a ser parte del paisaje de la zona, dando paso a la regeneración natural del bosque nativo, llevando a un mosaico de especies nativas como: *Tibouchina lepidota, Croton magdalenensis, Alchornea grandulosa,*y demás individuos de las familias Melastomataceae, Araceae, Clusiaceae, Myrsinaceae, Rubiaceae y especies plantadas como *Pinus patula* y *Cupressus lusitanica* principalmente, que forman grandes matrices de bosque que han sido explotados históricamente pero buscando siempre mantener la población, la diversidad y la estructura del bosque. Esta zona cubre tres grandes zonas, que incluyen los predios propiedad de la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA), la Reserva Natural de la sociedad civil Montevivo y parte Central del Municipio de Santa Elena respectivamente y varios predios ubicados en la Zona Occidental de la Vereda La quiebra del Municipio de Rionegro, además de algunas zonas de retiros de quebradas o drenajes, que forman un área importante con dicha cobertura, algunos de los cuales se encuentran inmersos en la Reserva Forestal Protectora del rio Nare.

Cubre un área de 802,23 ha, esta cobertura es la segunda con mayor porción dentro del área de influencia indirecta y en total abarca el 13.30% de esta.

[6] IDEAM, 2010

Figura 3-88 - Bosque fragmentado.

3.1.5 Plantación Forestal. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera (plantaciones comerciales) o de bienes y servicios ambientales (plantaciones protectoras).

El bosque plantado se encuentra dominado por individuos de *Pinus patula*, *Cupressus lusitanica* y *Eucalipto*, con especies del bosque nativo inmersas en algunos sitios y en otros son plantaciones monoespecíficas con fines netamente productivos (IDEAM, 2010).

El bosque plantado se encuentra ubicado en grandes parches en la zona central de la vereda La quiebra del Municipio de Guarne, y en zonas del predio propiedad de CORANTIOQUIA ubicado en la vereda Media Luna del Municipio de Santa Elena, además de predios del seminario Mayor y Seminario Redentoris Matter. En el AII cubre una área de 626,97 ha, es decir el 10,4%.

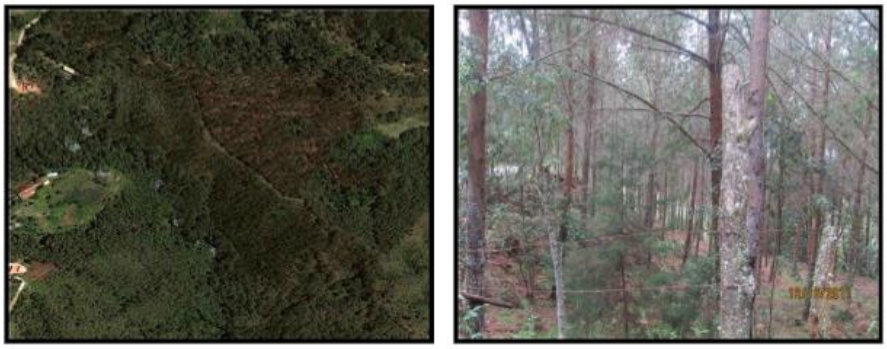


Figura 3-89 - Plantación Forestal.

3.2 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo natural y producto de la sucesión natural, cuyo hábito de crecimiento es arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales, con poca o ninguna intervención antrópica.

Para la leyenda de CORINE Land Cover adaptada para Colombia, en esta clase se incluyen otros tipos de cobertura tales como las áreas cubiertas por vegetación principalmente arbustiva con dosel irregular y presencia de arbustos, palmas, enredaderas y vegetación de bajo porte[7].

[7] IDEAM, 2010

3.2.3 Vegetación Secundaria baja. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Son aquellas áreas cubiertas por vegetación principalmente arbustiva y herbácea con dosel irregular y presencia ocasional de árboles y enredaderas, que corresponde a los estadios iniciales de la sucesión vegetal después de presentarse un proceso de deforestación de los bosques o forestación de los pastizales. Se desarrolla posterior a la intervención original y, generalmente, están conformadas por comunidades de arbustos y herbáceas formadas por muchas especies.

La vegetación secundaria comúnmente corresponde a una vegetación de tipo arbustivo herbáceo de ciclo corto, con alturas que no superan los cinco metros y de cobertura densa. Por lo general corresponde con una fase de colonización de inductores preclimáticos, donde especies de una fase más avanzada se establecen y comienzan a emerger.

Esta cobertura abarca el 18.91% con un área de 1140,29 ha en el área de influencia indirecta, corresponde a los áreas abandonadas que ya poseen un grado de sucesión natural.

Figura 3-90 - Vegetación secundaria baja.

3.3 Áreas abiertas, sin o con poca vegetación. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Comprende aquellos territorios en los cuales la cobertura vegetal no existe o es escasa, compuesta principalmente por suelos desnudos y quemados, así como por coberturas arenosas y afloramientos rocosos, algunos de los cuales pueden estar cubiertos por hielo y nieve. (IDEAM, 2010).

3.3.3 Tierras desnudas y degradadas. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Esta cobertura corresponde a las superficies de terreno desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, debido a la ocurrencia de procesos tanto naturales como antrópicos de erosión y degradación extrema y/o condiciones climáticas extremas.

Se incluyen las áreas donde se presentan intensos procesos de erosión que pueden llegar hasta la formación de cárcavas, áreas de depósitos de materiales, canteras o áreas en donde se están llevando a cabo procesos de deforestación o limpieza de coberturas para construcciones futuras de viviendas, que pueden ser claramente diferenciables a la escala de trabajo.

Cubre una área total de 76,49 ha para un porcentaje muy inferior con respecto a las demás coberturas de 1.27%, en el AII, de las cuales la mayor parte de ellas se encuentran en el municipio de Rionegro pertenecientes a canteras.

Figura 3-91 - Tierras desnudas o degradadas (esta foto solo es ilustrativa para la cobertura, aunque pertenece al AID).

5 Superficies de Agua. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Son los cuerpos y cauces de aguas permanentes, intermitentes y estacionales, localizados en el interior del continente. (IDEAM, 2010).

5.1 Aguas continentales. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Son cuerpos de aguas permanentes, intermitentes y estacionales que comprenden lagos, lagunas, ciénagas, depósitos y estanques naturales o artificiales de agua dulce (no salina), embalses y cuerpos de agua en movimiento, como los ríos y canales. (IDEAM, 2010).

5.1.2 Cuerpo de Agua. (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales). Superficies o depósitos de agua naturales de carácter abierto o cerrado, dulce o salobre, que pueden estar conectadas o no con un río o con el mar.

En la zona andina hay cuerpos de agua (lagos y lagunas) situados en alta montaña que constituyen las áreas de nacimiento de ríos. (IDEAM, 2010).

En el área de influencia del proyecto se esta cobertura corresponde a la quebrada Santa Elena y la quebrada Yarumal en los lugares que abarca un área significativa, es decir un ancho de 10 -15 metros, para un total en el área de Influencia Indirecta de 12.05ha, y un porcentaje mínimo de 0.20% del total de las coberturas.

Figura 3-92 - Cuerpo de agua.
Fuente: Gobernación de Antioquia

A continuación se resume en la siguiente tabla las coberturas vegetales del Área de Influencia indirecta, las hectáreas y el porcentaje que ocupan dentro de esta (Ver Anexo 3-16 Coberturas_Vegetales).

Tabla 3-47 - Porcentaje de coberturas en el área de influencia indirecta.

Cobertura	Hectáreas	Porcentaje
Vegetación secundaria baja	1140,2982	18,91%
Bosque natural fragmentado	802,2386	13,30%
Pastos arbolados	695,3857	11,53%
Pastos limpios	661,7612	10,97%
Plantación Forestal	626,9738	10,40%
Tejido Urbano Continuo	558,2680	9,26%
Mosaico de cultivos	392,9530	6,52%
Mosaico de pastos y cultivos	298,6824	4,95%
Tejido urbano discontinuo	243,7307	4,04%
Pastos enmalezados	221,1651	3,67%
Cultivos transitorios	142,1587	2,36%
Mosaico de pastos con espacios naturales	84,2517	1,40%
Tierras desnudas o degradadas	76,4903	1,27%
Cultivos permanentes arbóreos	38,6366	0,64%
Nube	17,1577	0,28%
Cultivos confinados	16,5975	0,28%
Cuerpo de agua	12,0577	0,20%
Instalaciones recreativas	1,9069	0,03%
Total	6030,7137	100,00%

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Especies amenazadas y endémicas

El cabuyo, *Eschweilera antioquensis* es una especie muy escasa, se le observa en interior de bosque o aislado en potreros hasta los 2400m, en algunas regiones le llaman Olla de mono a las especies de este y otros géneros de la familia. Está categorizado como preocupación menor (LC).

Magnolia espinalii, conocido como hojarasco, se encuentra en peligro crítico. Es un árbol de dosel, de bosque subandino húmedo, crece en bosques relictuales primarios y secundarios en laderas con fuertes pendientes. Se considera en peligro crítico, debido a que se conocen menos de 50 individuos maduros. López 2005. Además se estima una reducción en su tamaño poblacional superior al 5 %, debida principalmente a la degradación de los hábitats donde se localizan las poblaciones de los valles de aburrá y de San Nicolás. Dicha degradación de los habitas ha obedecido históricamente al establecimiento de plantaciones forestales comerciales coníferas, la apertura de tierra para la agricultura y pastoreo, procesos urbanísticos y la construcción de vías de alto tránsito.

Panopsis yolombo (Posada) Killip., conocido como yolombo, es un árbol cuya madera es empleada para obtención de leña y carbón, también en estacones y cercas. Esta especie se encuentra distribuida en bosques relictuales de la Selva Andina de las cordilleras Occidental y Central. Se encuentra principalmente en Bosque muy Húmedo Montano Bajo (bmh-MB) y Bosque pluvial Premontano (bp-PM).No ha sido catalogada como una especie amenazada. Sin embargo, al menos a nivel local, esta especie de lento crecimiento sí está desapareciendo, víctima de la deforestación y de la tala de los árboles para aprovechar su madera.

Áreas Protegidas, ecosistemas estratégicos

Según el Sistema de Áreas protegidas de Antioquia (SIDAP), en el área del proyecto se encuentran, la Reserva Forestal del Río Nare y la Reserva Natural de la Sociedad Civil. Se aclara que el Parque

Arví no pertenece a un sistema de área Protegida. Se describe cada una de ellas a continuación, además de los ecosistemas estratégicos declarados según el POT del municipio de Medellín, Rionegro y Guarne.

Reservas Nacionales:

Reserva Forestal Protectora Nacional del río Nare. Se encuentra localizada en los municipios de Guarne y Medellín, en jurisdicción de las Corporaciones autónomas CORNARE y CORANTIOQUIA, con una extensión de 8.829 hectáreas. Hace parte del distrito "Bosques subandinos Quindío–Antioquia Central" de la Provincia Biogeográfica Morandini.

Se declara bajo la categoría de manejo de Reserva Forestal Protectora Nacional RFPN por medio del Acuerdo del INDERENA N° 031 de 1970, aprobado por Resolución Ejecutiva No. 024 de 1971 del Ministerio de Agricultura, y redelimitada por la Resolución 1510 del 05 de agosto de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Unidades de zonificación del Área de Reserva Forestal Protectora, según el decreto 2372 de 2010. Para la jurisdicción de CORNARE incluye las zonas de aptitud forestal del Acuerdo 016 de 98.

Zonas de Preservación. Corresponde a esta, las zonas de Protección definidas en el Acuerdo 016 de CORNARE, que hace referencia a bosques naturales en diferentes grados de intervención, bosques secundarios en sucesión tardía, bosques plantados y pendientes mayores de 75%. En la jurisdicción de CORANTIOQUIA, las Zonas de Preservación son las definidas en el Estudio que analiza las nuevas realidades del territorio con miras a identificar una figura Jurídica que sustente el territorio Arví, elaborado en el año 2009, que corresponden a bosque natural secundario de especies mixtas, bosque natural secundario de robledal mixto y bosque Plantado alrededor de la Represa de Piedras Blancas.

Zonas de Restauración. En jurisdicción de CORNARE, corresponde a las zonas que aun habiendo sido declaradas como zonas de protección están con coberturas diferentes a bosque y en el área de CORANTIOQUIA, las definidas en el estudio de las nuevas realidades territoriales en Arví, 2009. Las cuales se relacionan en el territorio con la siguiente toponimia son: El Chiquero, la Laguna de Guarne, rastrojos altos y bajos, retiros quebradas principales Santa Bárbara y Santa Elena parte alta. A esta categoría también corresponden los bosques plantados ubicados en el área de Guarne.

Zona de usos sostenible. Incluye los espacios para adelantar actividades productivas y extractivas compatibles con el objetivo de conservación de la Zona Forestal protectora.

Reserva Natural de la Sociedad Civil. Montevivo. Declarada como tal por la Resolución 0181 de 28 de junio de 2005, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Localizada en el corregimiento de Santa Elena en el kilómetro 16 de la vía Medellín – Santa Elena- Rionegro, con un área de 47 hectáreas en jurisdicción del municipio de Medellín.

Municipio de Medellín

Parque Regional Eco turístico ARVÍ. Fue fundado en 1987 por el acuedo 54 del Concejo de Medellín, de acuerdo al decreto 1220 de 2005 el Parque ecoturístico Parque Arví no requirió licencia ambiental, sin embargo al encontrarse al interior de una reserva forestal, el parque Arví realiza un a sustracción de Reserva Forestal declarada mediante la resolución 1859 de 2009. Necesaria para las obras intervención ubicadas dentro de la misma reserva[8]. Este parque se

[8] http://www.parquearvi.org/es-CO/faq/answer/9

encuentra dentro del área de influencia indirecta del proyecto y no será intervenido por ninguna obra de infraestructura.

Suelo de Protección Rural. Ecosistema estratégico Asociado a Acueductos Veredales: Cuenca de la quebrada San Pedro en Santa Elena[9].

Zona de Alto riego No recuperable. K 10+700 en la vía Santa Elena[10].

Suelo Forestal Protector. Vereda El Plan Santa Elena[11].

Municipio de Rionegro

Zona de Protección Plan Alto Santa Elena Sur, Parte Alta del río Negro. Ubicado en la parte alta de las veredas La Quiebra, Yarumal, El Tablazo y Tablacito; cuanta con una extensión total de 714,06 Ha[12].

Zona de Conservación para el Establecimiento forestal de Bosque Protector – Productor. Se establece como ecosistema estratégico las zonas de conservación para el establecimiento forestal de bosque protector- productor de acuerdo a las características y propiedades del suelo y su ubicación en el municipio, los suelos comprendidos entre la cota 2200 y 2400 m.s.n.m.[13]. En el proyecto estas áreas se encuentran en las veredas Yarumal, la Convención y la Quiebra del municipio del mismo municipio.

Áreas de influencia de las bocatomas de los acueductos. Se declara como ecosistema estratégico las áreas de influencia de nacimientos de fuentes hídricas que abastecen acueductos, dado que requieren de un manejo especial debido a que son fundamentales para la recarga y regulación del recurso hídrico de cada uno de los acueductos del municipio de tal manera que se garantice la calidad y cantidad del recurso captado. (Acuerdo 056 de 2011. POT del Municipio de Rionegro). Dentro del proyecto Conexión Aburrá Oriente y del área de influencia de este mismo se encuentra la bocatoma de los acueductos Aguas del Mirador, Acueducto Rural Sajonia alto Vallejo “ARSA”, CONHYDRA (acueducto del Aeropuerto), Cooperativa Yarumal de Aguas “YARUMAGUAS”.

Municipio de Guarne

La cuenca de la quebrada La Honda de acuerdo al Artículo 61 del PBOT del municipio de Guarne se encuentra dentro de las áreas de “competitividad ambiental”, además según este mismo se identificarán y delimitarán estas áreas como suelos de protección[14].

Zonas de desarrollo Agroforestal – Regulación hídrica Zrh. Estas áreas tienen como finalidad la protección del recurso hídrico. Dentro del área de influencia Directa del proyecto esta se encuentra en la vereda San Ignacio. (Acuerdo 061 de 2000. PBOT Guarne).

3.3.1.6 Fauna

El impacto de las actividades humanas sobre los sistemas ecológicos queda bien ejemplificado por los cambios en los usos del suelo derivados de las obras de infraestructura, trasvases, túneles,

[9] POT, Municipio de Medellín
[10] POT, Municipio de Medellín
[11] POT Municipio de Medellín
[12] Acuerdo 056 de 2011. POT del Municipio de Rionegro
[13] Acuerdo 056 de 2011. POT del Municipio de Rionegro
[14] Acuerdo 061 de 2000. PBOT Guarne

entre otros; cuyas consecuencias representan un efecto a la conservación de la biodiversidad[15], reduciendo los tamaños poblacionales de algunas especies en los hábitats afectados[16].

Ante esta situación, la medida de la biodiversidad cumple una función primordial en la evaluación del impacto de las actividades humanas sobre los sistemas ecológicos, y varias especies se han utilizado como un "barómetro" del estado general de los ecosistemas[17]. Teóricamente, la forma más directa e intuitiva de medir la biodiversidad es la riqueza[18]: el número de especies que habitan en una comunidad local, temporal y espacialmente homogénea. Pero, su medida exacta y precisa es difícil[19], pues el número de especies observadas en una comunidad aumenta con el esfuerzo de muestreo invertido en la misma. Por ello, la riqueza se debe determinar a partir de inventarios y su importancia radica en que aunque este sea un estudio básico que permite conocer la situación actual de las especies de fauna silvestre; a partir del mismo se proponen planes de manejo que promuevan la supervivencia de las especies. Todo esto con el fin de mantener un equilibrio ecológico entre los recursos naturales.

Además, la fauna vertebrada silvestre, contribuye directa o indirectamente al buen funcionamiento de los ecosistemas, permitiéndoles no solo brindar numerosos servicios ecosistémicos a la humanidad, sino también manteniendo la integridad y funcionalidad del ecosistema[20]. Debido a sus características biológicas y ecológicas los anfibios, reptiles, aves y mamíferos desempeñan un papel clave en el flujo de energía y el ciclo de nutrientes tanto en ambientes acuáticos como terrestres[21]. Al ser herbívoros y/o carnívoros, estos organismos pueden regular la dinámica de los ecosistemas acuáticos, porque reducen los índices de eutrofización natural o el incremento de algunas poblaciones de insectos en los ecosistemas terrestres, de los cuales algunos son portadores de enfermedades para los humanos y otros afectan una gran diversidad de cultivos de importancia económica[22]. Así mismo, son potenciales dispersores de semillas y polinizadores de algunas especies de plantas[23]. Procesos de gran importancia para el funcionamiento de los ecosistemas[24].

Con base a lo anterior, La concesión Túnel Aburrá-Oriente está interesada en identificar y evaluar la estructura y composición de los diferentes grupos faunísticos, así como identificar especies de fauna vertebrada terrestre endémicas y en alguna categoría de amenaza en el área de influencia directa local y puntual del proyecto conexión vial Aburrá-Oriente.

3.3.1.6.1 Ubicación de los sitios de muestreo

La ubicación de los sitios de muestreo se realizó con base en los Términos de Referencia para la construcción de túneles y sus vías de acceso y teniendo en cuenta la resolución 0456 de la ANLA del 12 de junio de 2012. De otro lado, las coberturas vegetales que se seleccionaron fueron por el tamaño del fragmento boscoso, la existencia de cuerpos de agua, matriz dominante del entorno, accesibilidad, presencia de hojarasca, predominancia de la cobertura vegetal en el sitio (Bosque

[15] McKinney, 2002
[16] Marzluff, *et al*., 2001; Chace & Walsh, 2006
[17] Leitner & Turner, 2001
[18] Sarkar, 2002; Magurran, 2004
[19] Magurran, 2004
[20] Costanza & Daly, 1992; Collins & Crump, 2009
[21] Wells 2007
[22] Attademo, *et al*., 2007; Conelly, *et al*., 2011; Ranvestal, *et al*., 2004
[23] Jerozolimski, *et al*., 2009; Da Silva and Britto-Pereira, 2006 y Sazima *et al*., 2005
[24] Gómez-Baggethun & de Groot, 2007

secundario, plantaciones, pastos, cultivos), evaluando si ésta hacía parte del área de influencia del proyecto, entre otros.

Con base en lo anterior, se seleccionó un (1) punto en la Reserva de la Sociedad Civil Montevivo, tres (3) en el techo del túnel Santa Elena: uno (1) en la finca la Aguadita: predio de la propiedad de CORANTIOQUIA, otro cerca al acueducto de la vereda San Ignacio y un tercer punto en las antenas de TIGO. De igual manera, en la reserva del río Nare se ubicó uno (1) en un bosque cerca del sector las torres y dos (2) en la finca Samarcanda, que incluye la parte alta de la quebrada Yarumal. También, se consideraron aquellas áreas donde se realizará remoción de la cobertura vegetal y se ubicó un punto de trabajo en la vía occidental y oriental, los portales norte y oriental del túnel de Santa Elena y el depósito.

Por último, el sector portal sur y norte del túnel seminario y el techo del túnel seminario no se incluyeron porque la empresa INTEGRAL realizó un muestreo en esta área. Los sitios que se indican en la siguiente tabla corresponden a los lugares donde se colectó la información primaria para la actualización y complementación del componente biótico. Es decir, en todos estos puntos se instalaron trampas de captura, se grabaron cantos, se avistaron los diferentes animales, etc. Para el área circundante a esta zona se revisaron fuentes secundarias con el fin de investigar las especies que potencialmente allí se encuentran y que pueden ser o no encontradas durante la colecta de datos de información primaria.

Tabla 3-48 - Sitios muestreados del Área de Influencia Directa puntual y local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

Sector	Nombre del sitio	Coordenada N	Coordenada W	Altura (msnm)	Zona de Vida	Cobertura vegetal
Portal Oriental del túnel Santa Elena y via oriental	Portal Oriental del túnel Santa Elena y via oriental	847560	1175390	2225	bmh-MB	Vegetación secundaria baja
Portal Occidental del túnel de Santa Elena	Portal Occidental del túnel de Santa Elena	841279	1180048	2225	bmh-MB	Bosque natural fragmentado
Portal Norte del túnel seminario y depósito Seminario	Portal Norte del túnel seminario	836808	1180350	1888	bm-PM	Plantación forestal
	Depósito Seminario	837041	1180261	1853	bm-PM	Plantación forestal
Vía a cielo abierto (occidental)	Vía a cielo abierto (occidental)	839682	1180294	1986	bmh-MB	Bosque natural fragmentado
Techo del túnel Santa Elena	Antenas tigo	846748	1175546	2443	bmh-MB	Pastos arbolados
	Hacienda La Aguada	841660	1179704	2453	bmh-MB	Bosque natural fragmentado
	Acueducto San Ignacio	843981	1178590	2610	bmh-MB	Pastos arbolados
Reserva de la Sociedad Civil Montevivo	Reserva de la Sociedad Civil Montevivo	843753	1178838	2610	bmh-MB	Bosque natural fragmentado
Reserva del Nare y Qda. Yarumal	Finca la Samarcanda	845734	1176850	2446	bmh-MB	Bosque natural fragmentado/ Plantación forestal
	Mirador Cerro Verde	844309	1177173	2708	bmh-MB	Bosque natural fragmentado
	Acueducto los Atehortúa	844616	1177014	2565	bmh-MB	Bosque natural

Sector	Nombre del sitio	Coordenada N	Coordenada W	Altura (msnm)	Zona de Vida	Cobertura vegetal
						fragmentado

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

3.3.1.6.2 Anfibios

3.3.1.6.2.1 Área de influencia directa puntual

Composición taxonómica

En el área de influencia directa puntual del proyecto conexión vial del Aburrá-Oriente se hallaron 45 individuos, agrupados en dos especies, dos géneros y dos familias. La baja riqueza de anfibios (2) en el área de estudio se debe porque el bosque ha sido intervenido encontrándose en el paisaje una dominancia de pastos, rastrojos bajos y altos, y plantaciones forestales, estos cambios en la estructura del bosque producen efectos directos e indirectos sobre las comunidades locales de anfibios por la pérdida directa de hábitats, cambios microclimáticos, reducción de microhábitats disponibles y pérdida de nichos tróficos[25], disminuyéndose la riqueza de anfibios y solo permanecen aquellas que son resistentes a estas nuevas condiciones.

Durante la jornada de campo se hallaron 44 individuos de la rana (*Pristimantis paisa*), su amplia distribución en la zona directa puntual y el alto número de individuos, se debe a que estos ecosistemas brindan microhábitats aptos para los ciclos reproductivos y de vida de este organismo; el cual presenta un modo reproductivo de desarrollo directo que se favorece en este tipo de hábitats, además, este género posee un alto número de ejemplares a altitudes superiores a 1800 m[26].

P. paisa pertenece a la familia Strabomantidae los cuales se caracterizan por presentar una reproducción terrestre que los independiza de cuerpos de agua y los liga al hábitat boscoso como rastrojo alto y bajo, bosque natural secundario[27]. Este modo reproductivo le confiere ventajas para explotar nuevos ambientes. Pero así mismo, puede exponer los huevos a la deshidratación, dependiendo de la ubicación de las posturas en el bosque[28].

Esta especie habita en el interior o márgenes de los bosques secundarios de zonas húmedas y está asociada a quebradas y riachuelos cubiertos por vegetación arbustiva. Esta especie con su alta capacidad de explorar y tolerar un mayor número de hábitats se cataloga como especie generalista en el uso de recursos[29].

El sapo (*Rhinella marina*) registró solo un individuo, sin embargo es probable que esta especie sea más abundante en la zona, pues presenta una serie de adaptaciones tanto fisiológicas como reproductivas (piel engrosada, alto número de huevos comparados con otras especies) que le permiten utilizar cualquier tipo de hábitat terrestre, así como depositar los huevos en cualquier tipo de cuerpo de agua (Acosta-Galvis 2000).

[25] Grant *et al*., 1994
[26] Lynch & Rueda-Almonacid 1997
[27] Kattan & Álvarez-López 1996
[28] Duellman 1992
[29] Zorro-Cerón 2007

Figura 3-93 - Pristimantis paisa

Figura 3-94 - Rhinella marina. Sapo común.

La nomenclatura taxonómica presentada está actualizada con base en los trabajos de Faivovich, *et al*. (2005), Guayasamín, *et al*. (2009) y Frost, *et al*. (2013).

Tabla 3-49 Distribución y composición de anfibios en el área de influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente..

Familia	Especie	Nombre común	Portal norte túnel seminario	Portal Oriental túnel Santa Elena y vía oriental	Portal occidental del túnel Santa Elena	Vía a cielo abierto (occidental)	Total
Bufonidae	*Rhinella marina*	Sapo	0	1	0	0	1
Craugastoridae	*Pristimantis paisa*	Rana	19	2	9	14	44
Total			19	3	9	14	45

Fuente: Elaboración propia Consorcio Siga-Plyma

3.3.1.6.2.2 Área de influencia directa local

Composición taxonómica

Durante los muestreos de campo se registraron 136 individuos de anuros, pertenecientes a 4 especies, 3 géneros y 3 familias, en general, se halló una baja riqueza de especies en el área (5) y esto puede deberse a las perturbaciones de origen antrópico de las coberturas vegetales de la zona, las cuales generan cambios en la riqueza, composición y abundancia de las especies de anuros(Cáceres-Andrade & Urbina-Cardona, 2009).Debido que existe un alto número de especies que responden de forma temprana a las perturbaciones y pueden desaparecer de ciertos sitios, de hecho, los anuros, dentro de los vertebrados son los bioindicadores que responden primero a los cambios en el ambiente (Gadea 2010).

En los sectores muestreados se encontraron pocas especies de anfibios. La Reserva de la Sociedad Civil Montevivo fue el sitio donde se detectaron la mayor cantidad de especies (3), seguido por la reserva Nare y quebrada Yarumal (2) y en el techo del túnel Santa Elena solo se reportó una especie (1). Los anfibios presentan una piel desnuda, condición que los hace vulnerables a cualquier disturbio del hábitat que modifique las variables que influyen en la regulación de la temperatura (humedad, radiación solar, intensidad eólica, etc.). En consecuencia es probable que la perturbación que actualmente se presenta en el área de estudio haya afectado la estructura de las poblaciones de anfibios, haciendo que hoy en día las zonas tengan poca diversidad de este grupo[30].

[30] Saunders, *et al*. 1991

La nomenclatura taxonómica presentada está actualizada con base en los trabajos de Faivovich, *et al*. (2005), Guayasamín, *et al*. (2009) y Frost, *et al*. (2013).

Tabla 3-50 - Distribución y composición de anfibios en el área de influencia directa local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

Familia	Especie	Nombre común	Sitio			
			Montevivo	Reserva Nare y Qda Yarumal	Techo del túnel Santa Elena	Total
Centrolenidae	*Centrolene savagei*	Rana de cristal	2	0	0	2
Dendrobatidae	*Colostethus fraterdanieli*	Rana bala	0	8	0	8
Craugastoridae	*Pristimantis dorsopictus*	Rana	2	0	0	2
	Pristimantis paisa	Rana	21	58	45	138
Total			25	66	45	136

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

En el área de estudio se registraron dos ranas de la familia Craugastoridae. Estos anuros se caracterizan por no depender de cuerpos de agua para reproducirse, debido a que paren crías vivas. Sin embargo, dependen de las zonas boscosas en diferentes estadios sucesionales (rastrojo y bosque secundario) porque depositan sus huevos sobre la hojarasca y por tanto requieren de ambientes con humedad elevada (Cáceres-Andrade & Urbina-Cardona, 2009).

Además, se halló una especie perteneciente a la familia Centrolenidae, ranas que viven asociadas a los bosques con diferente grado de intervención y rastrojos cerca a los cuerpos de agua en los estratos medio y alto. Estas ranas se encuentran sobre las hojas de heliconias, arbustos y aráceas. Durante el período de lluvias ovopositan sobre estas hojas y una vez eclosionados los huevos, los renacuajos caen al agua para completar su desarrollo (Cannatella, *et al*., 2001).

***Pristimantis dorsopictus.* Rana. (Craugastoridae)**

***Centrolene savagei.* Rana de cristal. (Centrolenidae)**

Figura 3-95 - Algunas especies de ranas de la familia Craugastoridae y Centrolenidae.

.

Abundancia de anfibios en el área de influencia directa local

Entre los factores más importantes para determinar la variación de la riqueza y abundancia de anfibios está la heterogeneidad de los bosques y las condiciones climáticas[31]. Los anfibios de zonas bajas tienen un rango más pequeño de tolerancia a la temperatura que las especies de zonas altas. Esto se debe a que en tierras bajas no hay grandes variaciones de temperaturas ambientales y por esta razón han perdido el potencial genético para tolerar los cambios[32].

En la siguiente figura se observa que prácticamente en todo el rango de variación del hábitat (borde, interior, zonas abiertas, fuentes de agua, vegetación secundaria) la especie Pristimantis paisa es la dominante. Esto explica los fenómenos que han ocurrido, pues, posterior a una perturbación del hábitat, algunas especies son altamente afectadas mientras otras se ven favorecidas y logran ser muy abundantes. Posteriormente, las especies favorecidas desplazan especies que no fueron afectadas pero tampoco favorecidas[33], por esta razón en algunas áreas se encuentran especies muy abundantes pero baja riqueza.

Otra especie abundante fue *Colostethus fraterdanieli* con ocho individuos. Aunque solo fue registrada en la cuenca alta de la quebrada Yarumal y la Reserva del Nare, durante los recorridos en la zona se pudo establecer que esta especie tiene una amplia distribución en el sector central de Santa Elena donde sus cantos se escuchan continuamente durante el día en los cuerpos de agua.

[31] Köhler, 2000
[32] Christian, *et al*., 1988
[33] Gadea 2010

Pristimantis paisa. **Rana de lluvia.**

Colostethus fraterdanieli. **Rana.**

Figura 3-96 - Especies de anfibios encontradas en la zona de estudio.

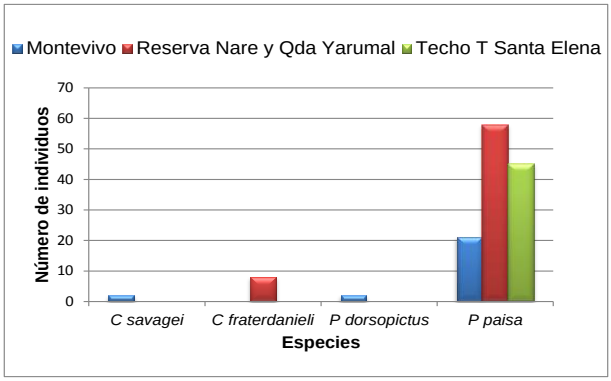


Figura 3-97 - Abundancia de las especies de anfibios en cada uno de los sectores muestreados en el área del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente..

Es importante mencionar, la presencia de *Centrolene savagei* y *Pristimantis dorsopictus* observadas en el sector de Montevivo e incluidas en los listados de la IUCN, (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), como vulnerable y en peligro respectivamente. Sus abundancias fueron bajas (uno y dos individuos respectivamente), pero esto puede explicarse por sus hábitos arborícolas, pues permanecen en bromelias la mayor parte del tiempo y solo descienden a los estratos bajos de bosque durante la época reproductiva. Aunque en algunas ocasiones *P.dorsopictus* suele observarse también en la vegetación baja de áreas abiertas.

3.3.1.6.2.3 Área de influencia directa puntual y local

Curva de acumulación de especies

En la siguiente figura se observa que las líneas tienen una leve tendencia asintótica aunque no se estabiliza en ningún caso. Esta forma indica que aún faltan especies por registrar. Teniendo en cuenta los resultados de los estimadores de riqueza ICE y Chao 2 (los cuales estiman el número de especies que deberían encontrarse), la representatividad del muestreo osciló entre el 40% y 50%. Es decir, se reportaron aproximadamente el 50% de las especies que se encuentran en la zona. Por otra parte, a medida que se incrementaron los días de muestreo, las especies únicas mostraron un leve incremento, lo cual comprueba que faltaron algunas especies por registrar. Por otro lado, los estimadores Chao1 y ACE los cuales se basan en la abundancia de los individuos, arrojaron un valor de representatividad del 80%. El alto número de Pristimantis paisa, el cual fue de 138, valor que sobreestimó los respectivos estimadores. Aunque los indicadores muestren que se encontraron el 50% de las especies que se podrían encontrar allí, es necesario resaltar que estos valores son más que representativos para hacer un muestreo de una comunidad. Los estimadores

sirven para medir la diversidad teórica, en una comunidad local, temporal y espacialmente homogénea. Sin embargo, como en la naturaleza estas condiciones no se cumplen, el 50% de un valor indica que el muestreo es suficientemente representativo[34].

Cabe mencionar que en un inventario casi nunca se encuentran todas las especies presentes en las áreas de estudio. Debido a la fisiología y los hábitos de los anuros los cuales dependen del efecto de la estacionalidad ambiental, por tanto durante temperaturas muy bajas o altas hay una baja presencia. Además, algunas especies muestran hábitos fosoriales (permanecen enterrados en el suelo) como las caecilias y solo pueden ser visibles en ciertos momentos cuando salen a la superficie[35], disminuyéndose la probabilidad de ser detectados.

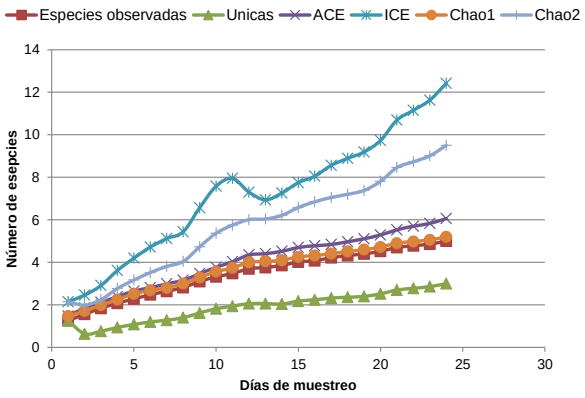


Figura 3-98 - Curva de acumulación de especies de anfibios en el área directa puntual y local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

Estructura trófica de la comunidad de anfibios

Los anuros adultos en su mayoría son carnívoros, se alimentan principalmente de invertebrados como insectos, coleópteros, y otros. Cada familia ha desarrollado diferentes tipos de estrategias para satisfacer sus necesidades energéticas. Los miembros de la familia Bufonidae consumen el mayor número de presas por individuo y presas más grandes que los Centrolénidos, pero un poco más pequeñas que los Strabomantidae[36].

En el área de estudio existe un alto porcentaje de especies insectívoras generalistas y no se registraron ranas con dietas especializadas, con excepción de Rhinella marina, la cual es omnívora. Por lo tanto, la presencia de hojarasca es un factor influyente para la disponibilidad de presas de estos organismos, pues allí se puede encontrar una alta variedad de artrópodos e insectos en altas abundancias[37]. De este modo, resulta importante proteger las coberturas de bosque en diferentes estados sucesionales presentes en el área de estudio, con el fin de conservar la diversidad de presas disponibles para este grupo de vertebrados.

En general, el uso de los recursos en los anfibios está relacionado con sus hábitos, las especies arborícolas (centrolénidos) consumen presas de mayor volumen, principalmente ortópteros (grillos). Las ranas de hojarasca (Bufonidae Stramobantidae, entre otros) consumen presas pequeñas y abundantes, siendo las hormigas las más representativas. Las hormigas son un recurso

[34] Sarkar 2002; Magurran 2004
[35] Androne, *et al.*, 2001
[36] Parmelee, 1999
[37] Stork & Blackburn, 1993

fácilmente disponible para los depredadores, ya que se encuentran en colonias y son lentas, poseen un bajo contenido nutricional (Parmelee, 1999) y son presas bastante quitinosas (Toft, 1985) y difíciles de digerir, por lo que deben ser consumidas en grandes cantidades.

Indicadores ecológicos

Diversidad alfa: La heterogeneidad vegetal genera condiciones climáticas óptimas (alta humedad y estabilidad ambiental) para los anuros (Duellman & Trueb, 1986), determinando nichos más restringidos y más especies por unidad de área (Krebs, 2001). Estas condiciones favorecen la diversidad y abundancia de anuros ya que les confieren diversos sitios de refugio, alimentación y ovoposición[38].

Teniendo en cuenta lo anterior, en el área de estudio se pueden observar pequeñas áreas de bosque con diferentes niveles de intervención, dentro de los cuales los medianamente perturbados presentan ciertas características ambientales y estructurales que favorecen el establecimiento de anfibios con ciertos requerimientos de microhábitat. Tal es el caso de la cobertura estudiada en la Reserva de la Sociedad Civil Montevivo y la cuenca alta de la quebrada Yarumal y Reserva del Nare, aunque esta última presentó valores de diversidad ligeramente menores que Portal Oriental del túnel Santa Elena y vía oriental, el cual se caracterizó por presentar coberturas vegetales perturbadas con árboles pioneros dispersos y rastrojo bajos entremezclado con pastos, pero, donde fue posible observar especies que se adaptan fácilmente a estas condiciones.

Tabla 3-51 - Indicadores ecológicos

Indicadores ecológicos	Montevivo	Portal Oriental túnel Santa Elena y vía oriental	Reserva Nare y Qda Yarumal
Diversidad Shannon H'	0,24	0,28	0,16
Dominancia	0,71	0,33	0,78
Equidad Shannon J'	0,50	0,92	0,53

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Bajos valores de dominancia, indican que aunque algunas especies presentaron altas abundancias, su distribución fue relativamente homogénea. Esto se debe porque en estos ambientes existen microhábitats como cuerpos de agua, árboles, arbustos, hojarasca y gramíneas que resultan aptos para las especies de anuros.

Diversidad beta: El mayor grado de similitud en la anurofauna se dio entre los sitios vía a cielo abierto (occidental), techo túnel Santa Elena y Portal norte del túnel seminario y depósito Seminario porque en ellos solo se detectó la rana *Pristimantis paisa* con un 100% de similaridad. Luego, Portal Oriental del túnel Santa Elena y vía oriental y la cuenca alta de la quebrada Yarumal y Reserva del Nare tienen 50% porque comparten entre sí una sola especie. Por último, el más disímil fue la Reserva de la Sociedad Civil Montevivo. La distribución espacial de las especies de anfibios está dada por la interacción entre los requerimientos fisiológicos de los organismos, la disposición de recursos (comida, refugio, reproducción, entre otros) y las características físicas del hábitat (Urbina-Cardona, *et al*., 2006). Como resultado se refleja la preferencia de cada especie de acuerdo con los microhábitats disponibles, exhibiendo un amplio rango ecofisiológico de tolerancia dentro del ensamblaje[39].

[38] Lips & Donnelly, 2005
[39] Urbina-Cardona, *et al*., 2006

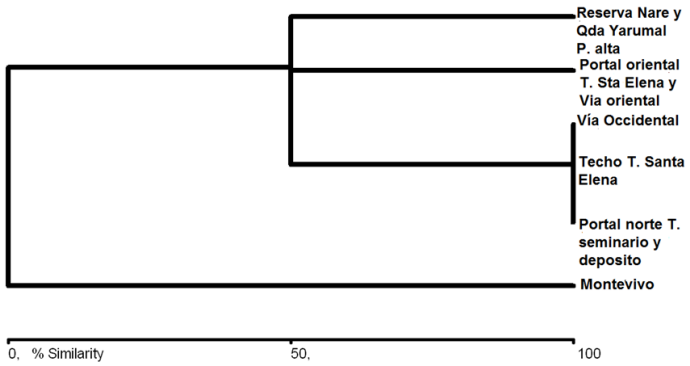


Figura 3-99 - Dendrograma de similitud de Jaccard para los anfibios del área de influencia directa puntual y local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

Endémicas y en alguna categoría de amenaza en el área de influencia directa (puntual y local)

En el área de estudio se detectaron tres ranas registradas por la IUCN, *Pristimantis dorsopictus* ubicado en la categoría en peligro (EN), *Centrolene savagei* clasificada como vulnerable (VU) y *Colostethus fraterdanieli* catalogado como Casi Amenazado (NT). Las dos primeras especies fueron registradas en la Reserva de la Sociedad Civil Montevivo y la tercera en la cuenca alta de la quebrada Yarumal y Reserva del Nare, y sector central de Santa Elena, sectores que hacen parte del techo del túnel de Santa Elena.

Con respecto al endemismo se encontraron cuatro especies endémicas de Colombia, *Pristimantis dorsopictus, Centrolene savagei* y *Colostethus fraterdanieli*. Mientras, la distribución de *Pristimantis paisa* se restringe a la Cordillera Central en el departamento de Antioquia entre 1,800 y 3,100m.

Pristimantis dorsopictus: Habita en el sub-páramo, es activa entre la vegetación en el estrato bajo aunque es común dentro de epífitas en zonas boscosas. También puede ser encontrada en áreas abiertas. La principal amenaza para esta especie es la pérdida de hábitat causada por la deforestación para el desarrollo agrícola, tala y urbanización.

Centrolene savagei: Esta especie tolera cierto grado de modificación de hábitat y se puede encontrar en bosques secundarios[40]. Sin embargo, sus mayores amenazas son la pérdida, modificación y fragmentación de hábitat relacionadas a la deforestación, tala y urbanización debido a que la zona de vida donde habita es una de las zonas más amenazadas en Colombia[41].

Colostethus fraterdanieli: Es de actividad diurna y se encuentra normalmente asociada a quebradas poco contaminadas, donde los renacuajos concluyen su desarrollo, su principal amenaza es el rango de distribución, el cual no es mayor de 20.000 km^2. Además, la extensión y calidad de su hábitat están disminuyendo.

[40] Stuart, *et al*., 2008
[41] Vargas-Salinas, *et al*., 2007

Pristimantisdorsopictus. Rana amarilla y listas negras.

Centrolene savagei. Rana de cristal.

Colostethus fraterdanieli.Rana.

Figura 3-100 - Especies de ranas amenazadas presentes en el área de influencia puntual y local.

Tabla 3-52 - Especies registradas en alguna categoría de amenaza

Especie	Nombre común	CITES	Categoría Resolución 383	Categoría IUCN	Sitios donde se encuentra
Pristimantis dorsopictus	Rana amarilla y listas negras	NA	NA	EN	Montevivo
Centrolene savagei	Rana de cristal	NA	NA	VU	Montevivo
Colostethus fraterdanieli	Rana bala	NA	NA	NT	Cuenca alta de la quebrada Yarumal y reserva del Nare y sector central de Santa Elena

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Conclusiones

En el área de estudio se halló un bajo número de especies por la alteración que presentan las coberturas vegetales por tanto se ha favorecido el establecimiento de especies tolerantes. Pese a esto, aun en la zona existen ranas (*Colostethus fraterdanieli* y *Centrolene savagei*) con ciertos requerimientos en su hábitat como son los cuerpos de agua poco contaminados.

De las cinco especies registradas, se encontraron tres especies amenazadas: una en la categoría de vulnerable (*Centrolene savagei*), otra en la categoría de en peligro (*Pristimantis dorsopictus*) y otra casi amenazada (*Colostethus fraterdanieli*).

La gran mayoría de anfibios fueron hallados en el techo del túnel, por tanto, si no se presenta abatimiento de las fuentes hídricas presentes en este sector, dichas poblaciones no serán impactadas por el proyecto.

Pristimantis paisa es la rana más abundante y ampliamente distribuida en el área de influencia directa puntual y local observándose en todo el rango de variación del hábitat, porque la misma perturbación histórica del área ha favorecido su establecimiento.

3.3.1.6.2.4 Área de influencia indirecta puntual y local

En el área circundante al proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente se han reportado 21 especies de anfibios, pertenecientes a siete familias y dos órdenes. Los anfibios están asociados a las variables físicas y vegetales que determinan la selección del hábitat (García, *et al*., 2005).

La fragmentación o transformación del bosque afectan a las poblaciones de anuros a raíz de los cambios en la calidad de hábitat. La relación entre el hábitat y las especies de anfibios es importante, ya que estas últimas son influenciadas en gran parte, directa o indirectamente, por el grado de alteración o manipulación de las áreas que ocupan y el comportamiento asociado de diversos elementos microclimáticos, lo cual las convierte en indicadoras de la salud ambiental de los ecosistemas[42].

Por consiguiente, de acuerdo con el tipo de vegetación, las condiciones físicas y el grado de perturbación de los hábitats de la zona, se encontraron variaciones en la composición de especies registradas por información secundaria con respecto a la primaria.

Tabla 3-53 - Especies de anfibios en el área de influencia indirecta puntual y local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de amenaza/ endemismo
Anura	Craugastoridae	*Pristimantis helvolus*	Rana	EN
		Pristimantis achatinus	Rana	NA
		Pristimantis erythropleura	Rana	NA
		Pristimantis permixtus	Rana	NA
		Pristimantis piceus	Rana	NA
		Pristimantis thectopternus	Rana	NA
		Pristimantis w-nigrum	Rana	NA
	Hylidae	*Dendrosophus bogerti*	Rana	NA
		Hyloscirtus larinopygion	Rana	NA
	Hemiphractidae	*Gastrotheca bufona*	Rana	VU
		Gastrotheca nicefori	Rana	NA
		Gastrotheca dunni	Rana	NA
	Bufonidae	*Rhinella macrorhina*	Rana	EN
	Bufonidae	*Rhinella ruizi*	Rana	NA
	Centrolenidae	*Centrolene antioquiense*	Rana	Endémica
	Dendrobatidae	*Hyloxalus bocagei*	Rana	NA
Anura	Dendrobatidae	*Hyloxalus lehmanni*	Rana	NA
		Rheobates palmatus	Rana	NA
		Andinobates opisthomelas	Rana	VU
Caudata	Plethodontidae	*Bolitoglossa vallecula*	Salamandra	NA
		Bolitoglossa ramosi	Salamandra	NA
	Total	21		

*EN-En peligro, VU-Vulnerable

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Algunas de las especies registradas se encuentran registradas por la IUCN, en la categoría de vulnerable están *Andinobates opisthomelas*, *Gastrotheca bufona* y *Pristimantis helvolus* y en la categoría de en peligro (EN) *Rhinella macrorhina* y *Pristimantis helvolus*.

[42] Blaustein & Wake 1995

3.3.1.6.3 Repitles

3.3.1.6.3.1 Área de influencia directa puntual

Composición taxonómica

En el área de influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente se registraron 56 individuos de reptiles distribuidos en cinco especies: tres serpientes y dos lagartos pertenecientes a cinco familias y cinco géneros. Las especies registradas se caracterizan por su alta capacidad de colonización y tolerancia a las temperaturas típicas del bosque húmedo premontano y bosque húmedo montano bajo[43].

Dentro del grupo de los saurios (Lagartijas), sólo se hallaron dos familias Polychrotidae y Gymnophthalmidae, cada una con un solo representante. Los miembros de Polychrotidae exploran una amplia gama de microhábitats que se encuentran en los bosques tropicales a nivel de su posición vertical y tipos de sustratos, ya que según Pleguezuelos y Feriche (2003), estos organismos se encuentran entre los reptiles más polivalentes y plásticos que constituyen la fauna de vertebrados terrestres. La familia Gymnophthalmidae agrupa más de 34 géneros y cerca de 184 especies de saurios de pequeño a mediano tamaño; son esencialmente terrestres, subfosoriales o fosoriales, de actividad diurna, e insectívoros en su mayoría. Por su gran riqueza y formas de vida su detección es compleja[44].

Cercosaura vertebralis. Lagartija.

Bothriechis schlegelii, víbora.

Figura 3-101 - Reptiles observados en el área de influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

Con respecto a las serpientes, se halló tres familias Colubridae, Viperidae y Dipsadidae, cada una con una especie. Los ofidios son componentes poco comunes y esto está dado por la alta dependencia poblacional a la dinámica de sus presas, bajos tamaños poblacionales, hábitos crípticos, etología e historia natural evasiva por lo cual son poco perceptibles a los encuentros visuales en estudios tradicionales[45].

.

Tabla 3-54 - Composición y distribución de reptiles en el área de influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente

Suborden	Familia	Especie	Nombre	Sector

[43] Patterson y Brown 1991
[44] Rodríguez-Mahecha, *et al*., 2008
[45] Moreno-Arias & Medina-Rangel 2007, Moreno-Arias *et al*. 2008

			común	Depósito seminario	Portal Occidental del túnel de Santa Elena	Portal Oriental túnel Santa Elena y vía oriental	Vía a cielo abierto (occidental)	Total
Sauria	Gymnophthalmidae	*Cercosauria vertebralis*	Tiro	0	3	6	0	9
	Polychrotidae	*Anolis mariarum*	Lagartija	1	40	1	0	42
Serpentes	Colubridae	*Lampropeltis triangulum*	Cazadora	0	1	0	0	1
	Viperidae	*Bothriechis schlegelii*	Víbora de tierra fría	0	2	0	1	3
	Dipsadidae	*Liophis epinephelus*	Cazadora	0	1	0	0	1
Total				1	47	7	1	56

Fuente: Consorcio SUGA - PLYMA

De los sitios muestreados, El Portal Occidental del túnel de Santa Elena reportó el mayor número de especies de reptiles (5). Sin embargo, es probable que la fauna hallada en este sector también habite en los demás sectores, ya que el rango altitudinal, las zonas de vida y las coberturas vegetales son similares. Además, estos ambientes presentaron estados sucesionales (tempranos y avanzados) los cuales tienden a tener entre sí una similaridad en su diversidad[46].

Abundancia de reptiles en el área de influencia directa puntual

El patrón de abundancia de la comunidad de reptiles se caracterizó por presentar muy pocas especies abundantes y la mayoría de ellas "raras" o poco abundantes. La distribución de las abundancias de las especies fue diferente entre los sectores muestreados similar a lo reportado por Heyer (1976) sobre la fauna de reptiles, quien manifiesta que hay una gran variabilidad en la abundancia de las poblaciones de este grupo entre unos lugares y otros, y que esto ocurre incluso en cortas distancias.

Según lo anterior, la lagartija *Anolis mariarum* se encontró en el 75% del área estudiada, pero, su mayor abundancia fue en el Portal Occidental del túnel de Santa Elena con 32 individuos. Este alto valor está relacionado por algunas condiciones y recursos que le ofrece este sector que no existe en los demás, entre las cuales se encuentra áreas con alta radiación solar como los claros y bordes de bosque donde a su vez existe una gran cantidad de insectos los cuales son consumidos por este lagarto[47].

Las demás especies registraron bajas abundancias principalmente las serpientes donde su bajo número está muy influenciado por sus hábitos de forrajeo y tróficos[48].

[46] Calderón-Mandujano, *et al.* 2008
[47] Vitt & Pianka 2004
[48] Calderón-Mandujano, *et al*.2008

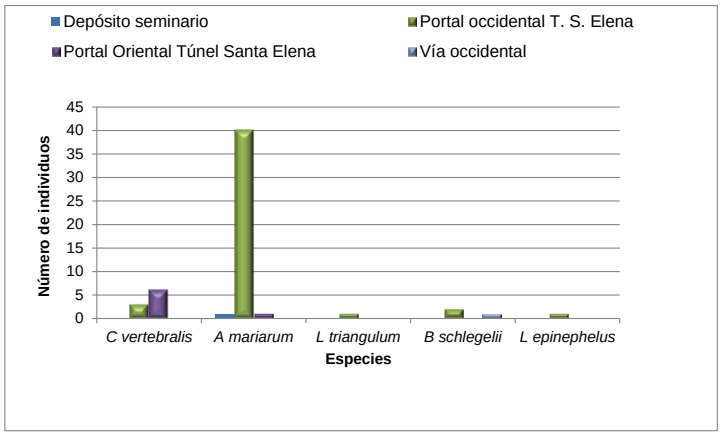


Figura 3-102 - Abundancia de reptiles en los sectores del área de influencia directa puntual proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

3.3.1.6.3.2 Área de influencia directa local

Composición taxonómica

Los reptiles del área directa local estuvieron representados por el orden Squamata este último con dos subórdenes: Serpentes y Sauria, conformado por tres familias, donde la más diversa fue Colubridae con tres especies, y el suborden Sauria representado por dos Gymnophthalmidae y Polychrotidae con una especie cada una.

La familia Colubridae posee una gran cantidad de especies, su distribución es cosmopolita y las especies tienen numerosos hábitos (acuáticos, arborícolas, excavadores y terrestres) lo cual les ha permitido colonizar muchos sitios. La mayoría de sus integrantes son inofensivas y generalmente huyen del encuentro con sus agentes agresores y/o depredadores, otras toman posturas defensivas con el fin de intimidar a su agente agresor. Dentro de éstas se encuentran *Chironius montícola*, *Clelia clelia* y *Erythrolamprus bizonus*.

De los sitios muestreados, la Reserva del río Nare y quebrada yarumal reportaron el mayor número de especies de reptiles (4), este se caracteriza por presentar fragmentos de bosque natural fragmentado rodeados por plantaciones forestales, cultivos y pastos generando un efecto de borde donde hay interacción entre dos comunidades vegetales estructuralmente distintas, es un hábitat que actúa como una zona de amortiguamiento entre las comunidades faunísticas adyacentes y por tanto, en este ambiente se puede encontrar fauna de áreas intervenidas y boscosas[49].

Tabla 3-55 - Composición y distribución de reptiles en el área de influencia directa local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

Suborden	Familia	Especie	Nombre común	Sector			
				Montevivo	Reserva del río Nare y Qda Yarumal	Techo túnel Santa Elena	Total
Sauria	Gymnophthalmidae	*Cercosauria vertebralis*	Tiro	0	7	0	7
	Polychrotidae	*Anolis*	Lagartija	7	0	32	39

[49] Morales *et al.*, 2001

Suborden	Familia	Especie	Nombre común	Sector			
				Montevivo	Reserva del río Nare y Qda Yarumal	Techo túnel Santa Elena	Total
		mariarum					
Serpentes	Colubridae	*Chironius monticola*	Juetiadora	0	1	1	2
		Clelia clelia	Cazadora		1		1
		Erythrolamprus bizonus	Falsa coral		3		3
Total				7	12	33	52

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Abundancia de reptiles

Dos especies de lagartijas fueron abundantes en el área de estudio *Anolis mariarum* y *Cercosaura vertebralis*. Sin embargo, *A. mariarum* fue el más numeroso en el techo del túnel de Santa Elena, debido a que esta especie es de hábitos terrestres y generalista, habita en diversos ambientes y soporta la alta perturbación del hábitat, también presenta múltiples posturas a lo largo del año[50].

Las serpientes se caracterizaron por presentar bajas abundancias (un individuo) y a su vez, son consideradas componentes poco comunes por su comportamiento solitario y críptico que las hace imperceptibles; otro aspecto a tener en cuenta es que dada la naturaleza de grandes predadores son normalmente menos abundantes[51]. Todos estos factores dificultan su estudio en campo[52].

Figura 3-103 - Lagartija abundante en el área del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. Anolis mariarum.

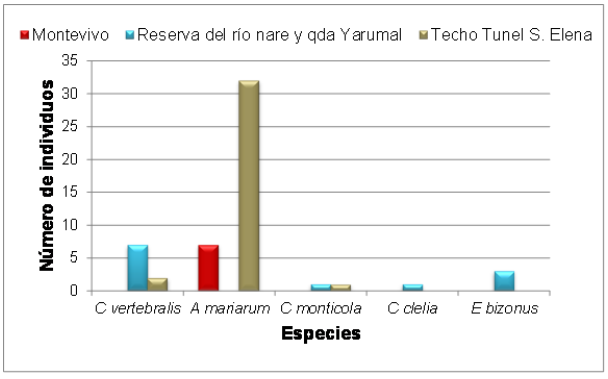


Figura 3-104 - Abundancia de reptiles en los sectores del área de influencia directa puntual y local proyecto Conexión

[50] Palacio, *et al*., 2006
[51] Vitt & Vangilder 1983, Luiselli 2006
[52] Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona 2008

Vial Aburrá-Oriente.

Curva de acumulación de especies en el área de influencia directa local y puntal

En la siguiente figura se observa que la curva de acumulación de especies no llegó a una asíntota, ya que el número de especies observadas aumenta linealmente a través del tiempo. Estas curvas indican que para obtener la asíntota, la cual indica el número de especies máximo que se pueden encontrar en los sitios, sería necesario tener más días de muestreo. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, debido a los hábitos de los reptiles, la observación y detección de los mismos resulta complicada y por lo tanto en estudios como este no es fácil detectarlos todos, pues se necesitarían meses o incluso años con tal de observar un mayor número de especies. Así mismo, las especies raras o únicas presentaron un leve incremento a través del tiempo lo que demuestra que todavía se podrían encontrar nuevas especies. Estos resultados, coinciden con otros inventarios de reptiles realizados los cuales a pesar de emplear las técnicas apropiadas para su búsqueda no se logra tener una representatividad superior del 70%[53].Los valores de 70% indican que los resultados son más que representativos para caracterizar la comunidad de reptiles. Los estimadores sirven para medir la diversidad teórica, en una comunidad local, temporal y espacialmente homogénea. Sin embargo, como en la naturaleza estas condiciones no se cumplen, el 70% de un valor indica que el muestreo es suficientemente representativo[54].

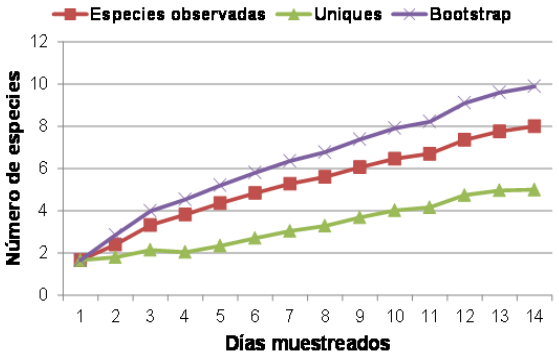


Figura 3-105 - Curva de acumulación de especies de reptiles en el área de influencia directa del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

De otro lado, algunos de los sitios muestreados había un estrato boscoso bajo (sotobosque), que protege el suelo de la incidencia directa del sol. Este sotobosque permite que los ambientes del suelo se mantengan húmedos, beneficiando la proliferación de artrópodos, importante fuente alimenticia de algunos reptiles[55]. Lo anterior indica que en el área existe oferta alimenticia para otras especies de reptiles que no se lograron detectar durante el muestreo.

Estructura trófica de la comunidad de Reptiles

El tipo de alimento varía dependiendo de los hábitos de cada reptil, encontrándose dietas desde estrictamente vegetarianas hasta las especializadas en un tipo de presa (por ejemplo ranas, murciélagos, serpientes, etc.). En la zona de estudio existe un bajo porcentaje de insectívoros (25%) asociado al reducido número de especies de lagartijas registradas (2), las cuales en su mayoría se alimentan de invertebrados que capturan en la hojarasca y arbustos.

[53] Urbina- Cardona & Reynoso, 2005; Urbina-Cardona 2007
[54] Sarkar 2002; Magurran 2004
[55] Lenart, *et al.*, 1997; Lovejoy, *et al*., 1986

Las lagartijas presentan preferencias con el tipo de alimento y su alto valor energético, situando a presas de menor preferencia en orden decreciente con respecto al valor de consumo por unidad de gasto de forrajeo (Dunham, 1983). En este sentido, cabe mencionar que la optimización de la dieta está influenciada por la abundancia y frecuencia de las presas (Morse, 1980). Sin embargo, la variación de alimento que existe en tiempo y en espacio repercute en la diversidad de presas consumidas por el depredador. Por tanto, en cuanto más heterogéneo sea el hábitat, se podrán encontrar un mayor número de presas y las especies de lagartijas ocuparán nichos diferentes con un bajo traslape de nicho en el gremio alimenticio[56].

El 75% de las especies encontradas son animales carnívoros y en este gremio se incluyen las serpientes. La alimentación de los carnívoros varía según la especie y edad de los organismos, pero entre las presas se encuentran pequeños invertebrados, anfibios, otros reptiles, mamíferos y huevos de otros animales. Algunas especies se especializan en consumir un sólo tipo de presa, mientras otras consumen una gran variedad y varían sus dietas dependiendo de la disponibilidad anual de las presas (Manjarrez, 2005). Por lo anterior, se puede inferir que las coberturas estudiadas están proporcionando un buen número de presas que permite la supervivencia de este gremio.

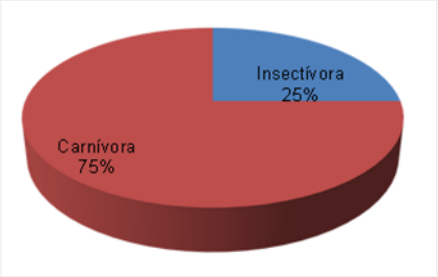


Figura 3-106 - Estructura trófica de la comunidad de reptiles hallada en la zona de estudio.

Indicadores ecológicos en el área de influencia directa puntual y local

Diversidad alfa: Diferentes elementos intervienen para que cambie la abundancia y la riqueza de reptiles en los hábitats muestreados. Entre éstos se encuentran su baja movilidad (Pough 1980), su fisiología térmica o ectotermia que limita la ocupación de diferentes ambientes (Zug, *et al.* 2001) y genera que los reptiles respondan diferencialmente a cambios en su hábitat (Jellinek, *et al*., 2004).

La comunidad de reptiles reportada existen un gran número de especies raras y duplicadas (uno o dos individuos), lo que sobrestima los valores (Longino, *et al.,* 2002). Por tanto, es muy probable que varias de las especies raras halladas sean generalistas en la elección del hábitat y ocupan desde áreas abiertas hasta zonas boscosas, pero sus hábitos podrían ser un factor limitante en la detección.

En la siguiente tabla, se ilustra que el valor más alto de diversidad se presentó en la Reserva del Río Nare y la cuenca alta de la quebrada Yarumal con 0,47, debido a que la parte alta de la quebrada La Yarumal presenta un bosque natural fragmentado con una estructura vegetal en diferentes estados sucesionales, el cual se conecta por pequeños corredores a la Reserva del Nare en los sectores de la finca la Samarcanda y acueducto de los Atehortúa. Los animales están empleando estas pequeñas franjas vegetales para desplazarse (Garden, *et al.* 2007). Además, la

[56] Santoyo & Lemos, 2010

matriz dominante alrededor de esta área son los cultivos, pastos, áreas urbanizadas y plantaciones por lo que los animales se deben concentrar en las pequeñas áreas de bosque existente.

La equidad entre sectores de estudio medida con el índice de Shannon-Wiener mostró un valor más alto en la Reserva del Río Nare (0,78) y en el Portal Oriental del túnel Santa Elena y via oriental (0,59), lo que indica que la abundancia de los reptiles fue relativamente homogénea. Pero el valor del Portal Occidental del túnel de Santa Elena fue menor (0.38), debido a que la abundancia de la comunidad fue heterogénea y a su vez, este hecho puede estar relacionado a la alta dominancia de *Anolis mariarum*.

Tabla 3-56 - Diversidad α de reptiles para cada uno de los sectores estudiados en el área de influencia directa local y puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

Indicadores	Portal occidental	Portal Oriental	Reserva del río Nare y qda Yarumal	Techo
Número de especies	5	2	4	3
Diversidad Shannon H'	0,27	0,18	0,47	0,15
Dominancia	0,73	0,71	0,36	0,84
Equidad Shannon J'	0,38	0,59	0,78	0,32

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Diversidad beta: Los análisis comparativos en la composición y riqueza toman partes o fracciones, que incluyen normalmente a las especies más conspicuas y abundantes de las comunidades (Villareal, *et al.,* 2004). En este estudio se pudo establecer tendencias donde la comunidad presentó un moderado reemplazo en la composición de especies entre la cuenca alta de la quebrada Yarumal, la Reserva del Nare y portal Occidental del túnel de Santa Elena, no superando el 40% de la similitud; mientras en la vía a cielo abierto fue el sitio más disímil con respecto a los demás.

El ensamble de reptiles en esta zona está compuesto principalmente por especies que soportan altos niveles de perturbación antrópica y su presencia o ausencia en uno u otro ambiente está sujeto al tipo de nicho ecológico que presentan. Por tal razón, en el dendrograma se observa la conformación de tres grupos, el primero conformado por la Reserva del río Nare y la cuenca alta de la quebrada Yarumal y Portal Occidental del túnel de Santa Elena, el segundo por el techo del túnel de Santa Elena, Portal Oriental del túnel Santa Elena y vía oriental y el tercero por Montevivo y Depósito seminario con una similaridad del 100%. Este patrón se observa debido a que solo se encontró en cada uno de ellos la lagartija *Anolis mariarum.*

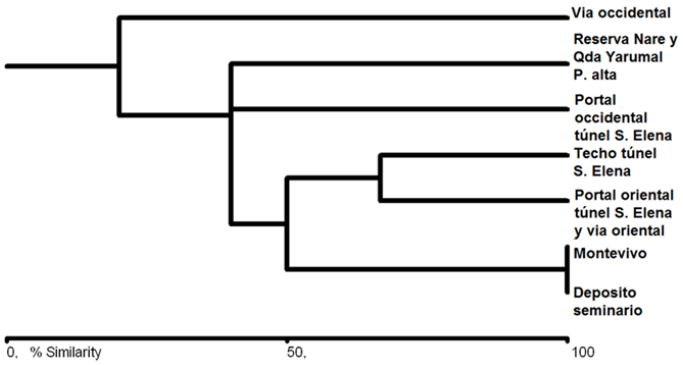


Figura 3-107 - Dendrograma de similaridad de la comunidad de reptiles del área de influencia directa puntual y local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

Endémicas y en alguna categoría de amenaza

En el área de influencia del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente no se registraron especies en alguna categoría de amenaza bajo las categorías: IUCN, los libros rojos, la lista del ministerio o CITES. No obstante, se reportó una especie endémica para el departamento de Antioquia y esta es el lagarto *Anolis mariarum* el cual habita fundamentalmente áreas abiertas con vegetación arbustiva o se encuentra asociado a cercas a lo largo de caminos o carreteras, también suele observarse cerca a áreas urbanas con vegetación (Palacio, *et al*., 2006).

Conclusiones

La comunidad de reptiles hallada en el área de estudio se caracteriza por presentar un bajo número de especies y de individuos. Las especies encontradas son generalistas y toleran la transformación de sus hábitats.

Las lagartijas *Anolis mariarum* y *Cercosaura vertebralis* presentan amplia distribución en el área muestreada porque en este ambiente hay condiciones bióticas y abióticas que favorecen su supervivencia.

Los diferentes estados sucesionales que presentan las pequeñas coberturas de la cuenca alta de la quebrada Yarumal y la Reserva del río Nare y la reserva de la sociedad civil Montevivo proporcionan albergue para los reptiles que han tolerado la perturbación histórica del área.

3.3.1.6.3.3 Área de influencia indirecta puntual y local

Dentro del grupo de los reptiles se encontraron 13 especies que están distribuidas en el área de estudio, integradas en 8 familias y 15 géneros. Los reptiles, contrario a lo anfibios, tienen más tolerancia hacia las variaciones de los factores abióticos en los ambientes perturbados; principalmente aquellas especies que son generalistas, ya que pueden invadir refugios o microhábitats que se encuentran dentro y en la periferia de los hábitats estudiados. Mancipe-Ríos & Muñoz-Alonso (2008) lo mencionan en sus estudios de lagartijas en fragmentos de bosque con diferentes niveles de perturbación.

No obstante, los reptiles de tierras altas se caracterizan por presentar bajas abundancias, tener hábitos fosoriales, ser solitarios y ectotermos; características que hacen que estos organismos sean poco conspicuos.

Dentro de la fauna reptiliana reportada por fuentes secundarias no existen especies en la categoría de amenaza por la IUCN, CITES, los libros rojos y los listados del Ministerio del Medio Ambiente (2010).

Tabla 3-57 - Especies de reptiles en el área de influencia indirecta del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente

Suborden	Familia	*Especie*	Nombre común
Sauria	Gekkonidae	*Gonatodes albogularis*	Lagartija
		Hemidactylus brookii	Lagartija
	Gymnophthalmidae	*Ptychoglossus danieli*	Lagartija
	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana
	Polychrotidae	*Anolis antioquiae*	Lagartija
		Anolis heterodermus	Lagartija
	Elapidae	*Micrurus mipartitus*	Coral
	Colubridae	*Atractus crassicaudatus*	Cazadora
		Atractus melas	Cazadora
		Erythrolamprus bizonus	Falsa coral
		Lampropeltis triangulum	Falsa coral
		Mastigodryas boddaerti	Cazadora
	Dipsasidae	*Sibon nebulatus*	Cazadora
1	8	13	

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

3.3.1.6.4 Aves

3.3.1.6.4.1 Área de influencia directa puntual

Composición taxonómica

Se caracterizó la avifauna presente en el área de influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente, es decir los sitios donde se hará intervención directa a las coberturas vegetales. Los sitios muestreados en este caso fueron las zonas de los Portales, las vías a cielo abierto (oriental y occidental) y la zona de depósito.

En total se reportaron 1272 individuos pertenecientes a 16 órdenes, 38 familias y 137 especies. La mayor cantidad de especies reportadas pertenecen al orden de los Passeriformes (pájaros) y los Apodiformes (vencejos y colibríes). De los sitios muestreados el portal occidental del túnel de Santa Elena fue aquel donde se registraron la mayor cantidad de especies (101), seguido por el portal norte y depósito seminario (65).

El portal occidental del túnel de Santa Elena y la vía a cielo abierto (occidental), se encuentran en la zona de vida de bosque húmedo premontano (bh-PM) y más específicamente se localizan en sectores de bosque fragmentado. Por esta razón, la zona alberga una alta diversidad de especies de aves, pues la disponibilidad de alimento y nichos ecológicos es alta en comparación con el resto de localidades muestreadas. A su vez, el bosque húmedo premontano contiene especies de epífitas que generan un microhábitat (como las bromelias) al cual se asocian especies características de fauna[57].

[57] Gentry&Dodson, 1987; Coxson & Nadkarni 1995; Rodgers & Kitching 1998; Nadkarni, *et al.* 2000

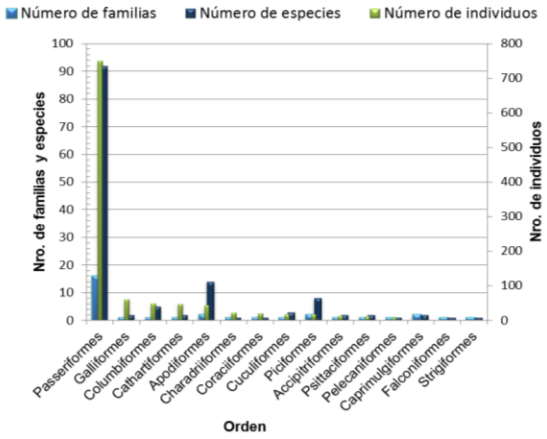


Figura 3-108 - Composición taxonómica de las aves del área de influencia directa puntual del proyecto Conexión vial Aburrá-Oriente

Curva de acumulación de especies

Se realizaron curvas de acumulación de especies por cada uno de los sitios del área de influencia directa puntual, además se hizo el análisis por días muestreados con el fin de detectar si la cantidad de especies observadas se acerca a los valores estimados de especies que se deberían encontrar. Estas curvas sirven para analizar qué tan preciso fue el muestreo y el porcentaje de rendimiento con respecto a lo esperado.

En la siguiente figura se muestran las curvas de acumulación de especies para los diferentes sitios muestreados en el área de influencia directa puntual. En estas curvas se graficaron las especies observadas, las especies únicas (las especies nuevas que se van encontrando a través del tiempo), las curvas con diferentes estimadores y la curva de rarefacción. Los estimadores utilizados fueron ACE, ICE, CHAO1, CHAO 2 y JACKKNIFE 1. Estos estimadores se basan en la interpolación de bases de datos de incidencia (datos de las especies muestreadas) y con datos de abundancia (especies muestreadas con su respectiva abundancia). Ambos métodos difieren en los valores iniciales de los muestreos pero deben converger al mismo punto a medida que se incrementan los días de muestreo (eje X) (Gotelli & Colwell, 2010). Estos indicadores permitieron observar que en todos los casos, al final de los esfuerzos realizados, se aproximaron al valor de las especies observadas; pues en todos los casos los valores observados comparados con los esperados superan el 70%. Por tanto, se puede concluir que los esfuerzos de muestreo fueron precisos y que se tiene una muestra representativa de la comunidad de aves en los sectores.

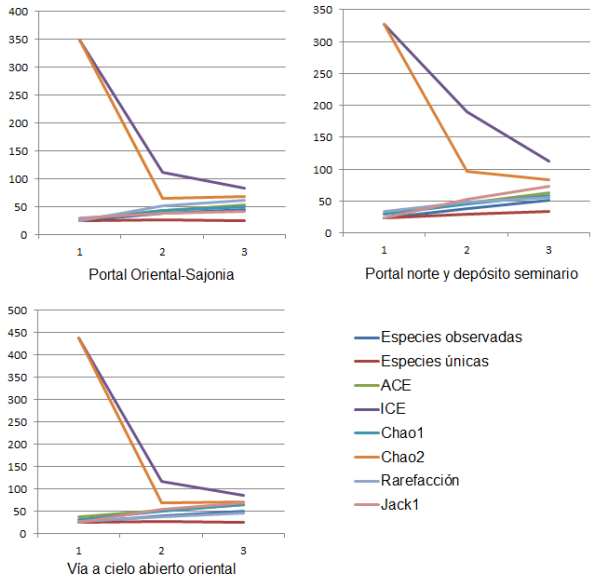


Figura 3-109 - Curva de acumulación de especies de aves por sitio muestreado en el área de influencia directa puntual. Eje X= Días, Eje Y= Riqueza de especies.

Abundancia de aves

La caracterización de la avifauna del área de influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente comprendió un muestreo en el área de los portales de los túneles que se realizarán dentro de la obra de infraestructura. Los portales muestreados fueron: Portal Oriental del túnel Santa Elena y vía a cielo abierto oriental, ubicado en el sector de Sajonia en el municipio de Rio Negro; Portal Occidental del túnel de Santa Elena ubicado en la vereda Media Luna del municipio de Medellín y Portal Norte del túnel seminario y depósito Seminario ubicado en la pastora, en el municipio de Medellín.

En el Portal Oriental del túnel Santa Elena y vía a cielo abierto oriental, las especies más abundantes fueron el sirirí (*Cyclarhis nigrirostris*), los gallinazos (*Coragyps atratus*), la mirla (*Turdus fuscater*), el bichofué (*Pitangus sulphuratus*), la caravana (*Vanellus chilensis*), el abanico (*Myioborus miniatus*), la guacharaca (*Ortalis columbiana*), entre otros. Cabe indicar, que aunque los gallinazos, las mirlas y las caravanas son especies altamente tolerantes a las perturbaciones y se encuentran en zonas rurales y urbanas; también resultan ser abundantes gracias a su historia de vida. Estas son especies que forrajean en grupos grandes (>10 individuos) y por lo general, cuando hay un avistamiento, está sesgado a la observación de las bandadas y no de individuos solitarios.

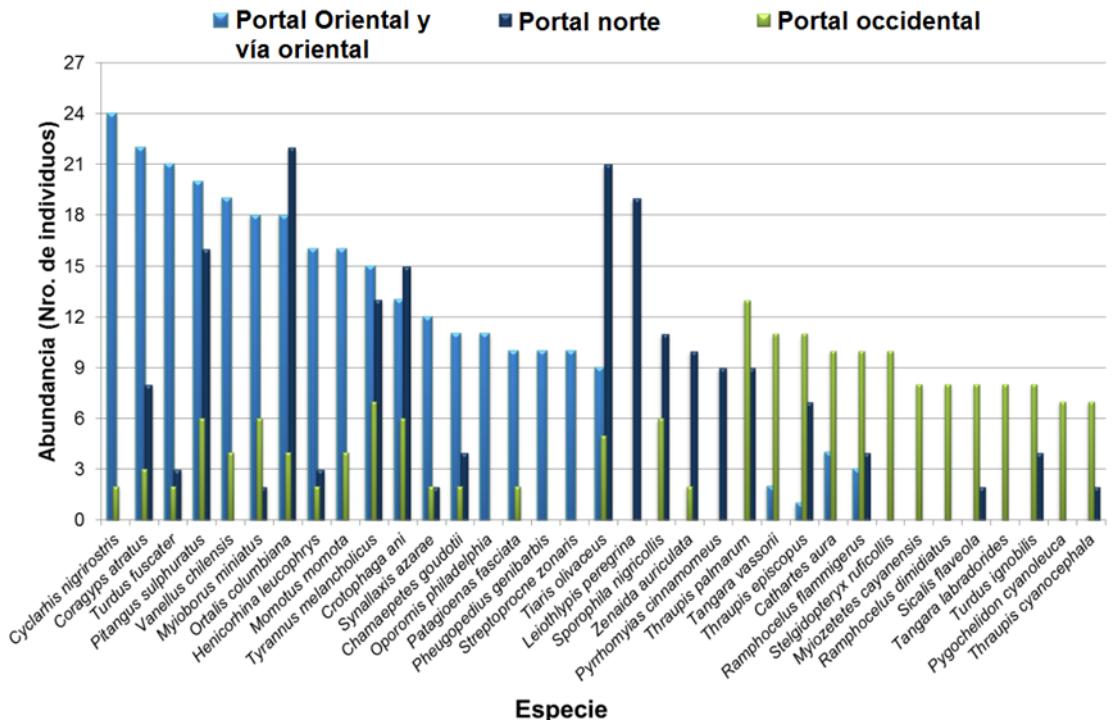


Figura 3-110 - Especies de aves más abundantes en los portales de los túneles seminario y Santa Elena del proyecto Conexión vial Aburrá-Oriente.

No obstante, la alta abundancia de las guacharacas indica que los esfuerzos realizados por las autoridades ambientales del país y del departamento de Antioquia en las últimas décadas, enfocados hacia la conservación de la vida salvaje de la zona han dado resultado. Si bien, estos animales sufrieron temporadas de caza exhaustivas en las cuales se disminuyó la densidad poblacional de la especie drásticamente (Siglo XIX, XX) y en los últimos años se estaban observando parejas de guacharacas o grupos de tres individuos, pero en el Portal Oriental del túnel de Santa Elena, se observaron grupos de hasta 15 individuos forrajeando juntos.

En el Portal Occidental del túnel de Santa Elena, las especies más abundantes fueron el azulejo verde (*Thraupis palmarum*), los azulejos (*Thraupis episcopus, Tangara vassorii*), el toche (*Ramphocelus flammigerus*), el gallinazo (*Cathartes aura*) y la golondrina (*Stelgidopteryx ruficollis*). Estos datos indican que las especies más abundantes pertenecen a la familia Thraupidae de las tángaras, lo que indica que las aves frugívoras son predominantes en esta zona.

Por último en el Portal Norte del túnel seminario y depósito Seminario, las aves más abundantes fueron la guacharaca (*Ortalis columbiana*), los semilleros (*Tiaris olivaceus, Sporophila nigricollis*), la reinita (*Leiothlypis peregrina*), el bichofué (*Pitangus sulphuratus*), entre otros. En esta zona se reportó una alta diversidad de aves semilleras debido a que la zona del depósito seminario es únicamente un pastizal que no ofrece perchas, o nichos ecológicos diferentes a las semillas de las poaceae.

Leiothlypis peregrina. Reinita migratoria. Sporophila nigricollis. Semillero.

Figura 3-111 - Especies de aves abundantes en la zona del Portal Norte del túnel seminario y depósito Seminario.

Las especies más abundantes en la vía a cielo abierto occidental fueron las guacharacas (*Ortalis columbiana*), la reinita migratoria (*Dendroica fusca*), la lira (*Myadestes ralloides*), el abanico (*Myioborus miniatus*), el garrapatero (*Crotophaga ani*), entre otros. Cabe precisar, que la especie *Ortalis columbiana* es una especie endémica para Colombia, la cual ha sido extirpada de su rango de distribución original. Las poblaciones remanentes están restringidas a fragmentos de bosque, bordes de bosque y bosque enmalezado desde los 100 hasta los 2600 metros de elevación (Hilty & Brown, 1986). Esta especie está descrita como "rara" en algunas localidades de su rango (Stotz, *et al.,* 1996), por esta razón, al ser ésta la más abundante de la zona, se convierte en focal para los esfuerzos de conservación y prevención de la mortalidad de la misma.

La vía a cielo abierto occidental es el sector del proyecto donde se encuentran los bosques más conservados y por ende, donde se han reportado la mayor cantidad de especies de fauna. Sin embargo, debido a que los días muestreados tuvieron neblina y fuertes lluvias no se reportaron todas las especies que se pueden encontrar allí, pues la detección de las aves fue complicada ya que éstas buscan refugio en estas condiciones climáticas. No obstante, debido a la cercanía con el portal occidental del túnel de Santa Elena, se pudieron predecir las comunidades de aves presentes en la zona y por esta razón no fue necesario repetir el muestreo, pues con los datos que se tomaron, más la información secundaria y con lo que se predice que puede haber en esta zona, se caracteriza la comunidad con una buena representatividad.

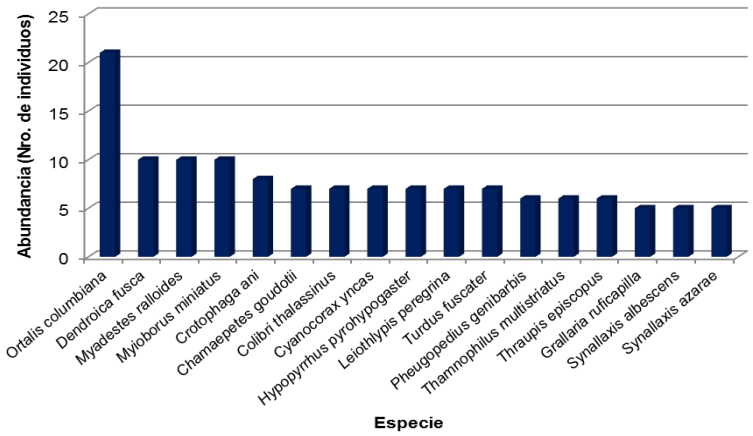


Figura 3-112 - Especies de aves más abundantes en la vía a cielo abierto occidental de las obras de la Conexión Vial Aburrá-Oriente.

Ortalis columbiana. Guacharaca. Myioborus miniatus. Abanico pechinegro.

Figura 3-113 - Especies de aves abundantes en el sector de la vía a cielo abierto occidental.

Estructura trófica de la comunidad de aves

Las aves del área de influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente, pertenecen principalmente al gremio trófico de los insectívoros, pues se registraron 529 individuos pertenecientes a dicho gremio. El gremio trófico de los frugívoros fue el segundo más abundante con 275 individuos y en tercer lugar, es el gremio de los omnívoros con 130 individuos reportados. La comunidad de aves en la zona está dominada por especies de las familias Parulidae (reinitas), Tyrannidae (atrapamoscas), Cracidae (pavas) y Thraupidae (tángaras). Aunque la tendencia general indica la predominancia de unos gremios tróficos sobre otros, si bien cuando se analiza por zona se encuentran resultados diferentes (Ver figura a continuación). Por ejemplo, en todos los sitios muestreados, los insectívoros son los más abundantes. Sin embargo, en el Portal oriental y vía a cielo abierto oriental, los segundos más abundantes son los omnívoros; mientras que en Portal occidental y la vía a cielo abierto occidental, los segundos más abundantes son los frugívoros.

Los insectívoros cumplen un papel importante en los ecosistemas, ellos se encargan de controlar las poblaciones, el comportamiento y los patrones de evolución de las presas. Son los principales reguladores de las especies de insectos diurnos; de hecho, son controladores de pestes de insectos

presentes en los cultivos y pueden llegar a tener una importancia económica de hasta US$1820 km-2 y-1(Sekercioglu, 2006). Por su parte, los frugívoros ofrecen el servicio ecosistémico de dispersión de semillas, el cual ayuda a la estructura de los bosques y a los procesos de sucesión natural, pues la dispersión reduce la mortalidad denso-dependiente de las semillas bajo el árbol parental y mantiene la diversidad de las plantas en el banco de semillas del suelo (Pizo, 2002).

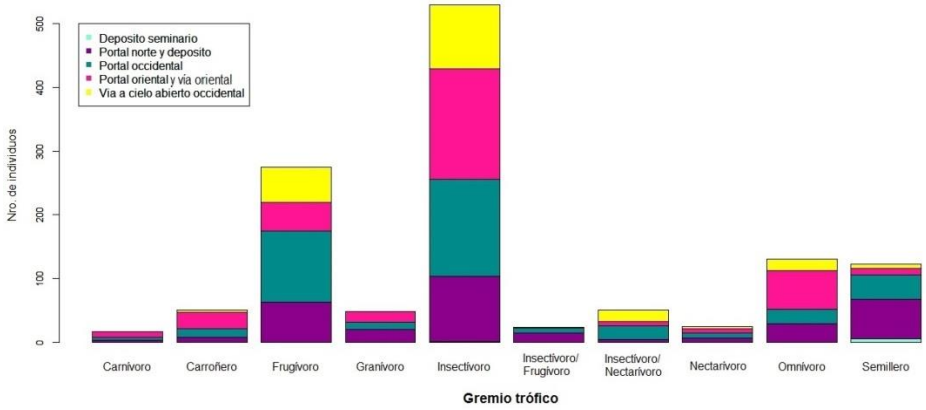


Figura 3-114 - Estructura trófica de las comunidades de aves en el área de influencia directa puntual del proyecto Conexión vial Aburrá-Oriente.

Ave insectívora (Basileuterus coronatus).

Ave frugívora (Thraupis cyanocephala).

Ave insectívora/nectarívora *(Heliangelus exortis).*

Ave omnívora (Aulacorhynchus prasinus).

Figura 3-115 - Ejemplos de 4 gremios tróficos en la comunidad de aves del área directa puntal del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

Indicadores ecológicos

Diversidad beta: Se calcularon diferentes indicadores ecológicos para analizar la diversidad de aves presente en la zona de muestreo. Los resultados de los indicadores ecológicos resultan

congruentes entre sí. El punto de muestreo del portal occidental del túnel de Santa Elena, fue donde se reportó el valor más alto para los índices de Fisher (44,209) y Shannon-Wiener (4,414). El índice de Fisher caracteriza la diversidad dentro de una comunidad. Por ejemplo, se pueden obtener comunidades bióticas que contienen pocas especies que son abundantes y muchas que son escasas, o pocas especies pero que predominan en la abundancia. Además, este índice valoriza la diversidad independientemente del área y del tamaño de la muestra. Por otro lado, el índice de diversidad de Shannon-Wiener, mide la heterogeneidad combinando el número de especies y la igualdad o desigualdad de la distribución de los individuos de las diversas especies (Krebs, 1989). Los resultados sugieren que el portal occidental del túnel de Santa Elena es el más diverso, seguido por el Portal Norte del túnel seminario y el depósito seminario.

Cuando se analiza el índice de dominancia de Simpson, se encuentra que en todos los casos el índice presenta valores cercanos a 1 (>0.9), por lo tanto hay una equidad entre la abundancia relativa de las especies, pues este índice cuando toma valores cercanos a 0 demuestra que hay una especie que predomina en el área muestreada y cuando toma valores cercanos a 1 demuestra que hay equidad entre las especies. Finalmente, los resultados arrojados por el índice de equidad de Pielou indican lo mismo, es decir, valores cercanos a 1 (>0.89) que demuestran que los sitios muestreados tienen equidad en la distribución de la abundancia de las especies.

Tabla 3-58 - Indicadores ecológicos de aves en el área de influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente

Indicador ecológico	Sector			
	Portal Oriental del túnel Santa Elena y vía oriental	Portal Occidental del túnel de Santa Elena	Portal Norte túnel seminario y depósito Seminario	Vía a cielo abierto occidental
Riqueza	45*	101*	65	55
Abundancia	354	390	313	208
Diversidad alfa (Fisher)	13,669	44,209	24,638	24,404
Dominancia (D)	0,961	0,986	0,968	0,966
Equidad (Shannon)	3,418	4,414	3,762	3,671
Equidad Pielou	0,898	0,956	0,901	0,916

*Valor estadísticamente significativo en un intervalo de confianza del 95%.

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Los resultados para la riqueza de especies indican que el sitio con mayor cantidad de aves es el portal occidental del túnel de Santa Elena, seguido por el Portal Norte del túnel Seminario y la zona de depósito seminario. Se realizó una prueba estadística de chi-cuadrado (χ^2) la cual permitió comparar la riqueza de especies entre los sitios y se encontró que tanto el portal occidental túnel de Santa Elena tiene significativamente más especies que las esperadas bajo un modelo de distribución igual de especies y que por el contrario, en el Portal Oriental del túnel Santa Elena y vía oriental y en la vía a cielo abierto occidental hay menos especies que las esperadas bajo el modelo estadístico. Aunque estos resultados indican que la vía a cielo abierto occidental tiene menos especies (casi la mitad) que el portal occidental del túnel de Santa Elena, y se ha dicho que es la misma zona de vida y el mismo ecosistema y que por ende deberían tener composiciones y riqueza de especies parecidas; se evidencia entonces el inconveniente con el clima durante el muestreo (lluvia constante y neblina que no permitieron el avistamiento de aves).

3.3.1.6.4.2 Área de influencia directa local

Composición taxonómica

Se caracterizaron los sitios pertenecientes al área de influencia directa local del proyecto Conexión vial Aburrá-Oriente. Los sitios que se muestrearon fueron algunos sectores en el techo del túnel de Santa Elena, comprendido por: el acueducto de los Atehortúa, Antenas Tigo y Hacienda la Aguada. Además, se caracterizaron los sectores de la Reserva de la Sociedad Civil de Montevivo y la Reserva del Río Nare y la cuenca alta de la quebrada Yarumal.

En total se reportaron 2018 individuos pertenecientes a 15 órdenes, 34 familias y 121 especies. La mayor cantidad de especies reportadas pertenecen al orden de los Passeriformes (pájaros) y los Apodiformes (vencejos y colibríes).

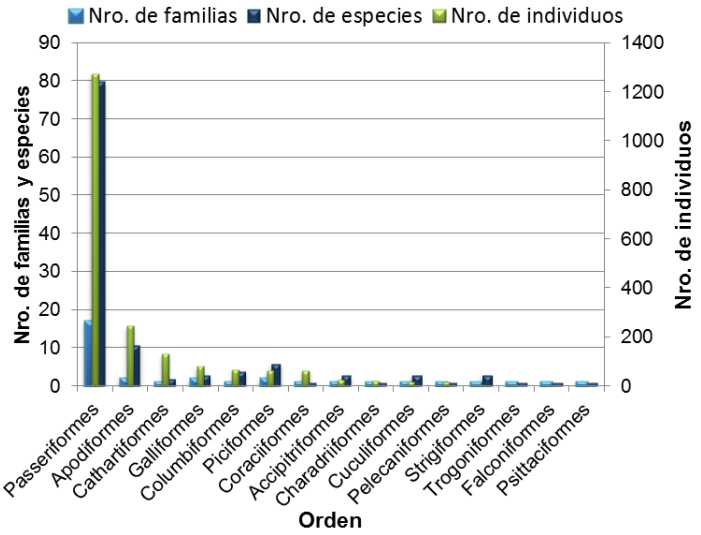


Figura 3-116 - Composición taxonómica de las aves del área de influencia directa local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

El sector del techo del túnel de Santa Elena contiene una alta diversidad de aves, debido a que abarca varias zonas de vida y varias coberturas vegetales que ofrecen diferentes nichos a las especies. Por su parte, La Reserva de la Sociedad Civil Montevivo tiene una cobertura de bosque abierto bajo de tierra firme. Este a pesar de que tiene una alta intervención antrópica por estar ubicado cerca de asentamientos humanos, es un albergue de biodiversidad. En esta reserva se encontró la especie *Lepidocolaptes affinis* (trepatroncos), la cual se encuentra en bosques conservados o con poca perturbación. Esto puede indicar que aunque Montevivo está intervenido, aún cuenta con relictos de bosque conservado que permiten el establecimiento de especies poco tolerantes a las perturbaciones.

Abundancia de aves

La comunidad de aves de la Reserva de la Sociedad Civil de Montevivo se caracteriza por ser una comunidad diversa con especies típicas de hábitats tanto conservados, como fragmentados. Las especies más abundantes en este sector son el sirirí (*Cychlaris nigrirostris*), el cucarachero (*Henicorhina leucophrys*), la lira (*Myadestes ralloides*), la reinita coronada (*Basileuterus coronatus*), la mirla (*Turdus fuscater*), la reinita migratoria (*Dendroica fusca*), el tororoi comprapan (*Grallaria ruficapilla*), entre otros. La abundancia de las mirlas indica que es un área con actividad antrópica y cierto grado de intervención. Sin embargo, la presencia de la tángara de capa azul (*Iridosornis porphyrocephalus*), de los tapaculos (*Scytalopus unicolor*) y de los trepatroncos (*Ledidocolaptes*

affinis) evidencia que el bosque de Montevivo es conservado, pues dichas especies son poco tolerantes a perturbaciones en el hábitat y en el caso de la tángara de capa azul, es una especie endémica y amenazada.

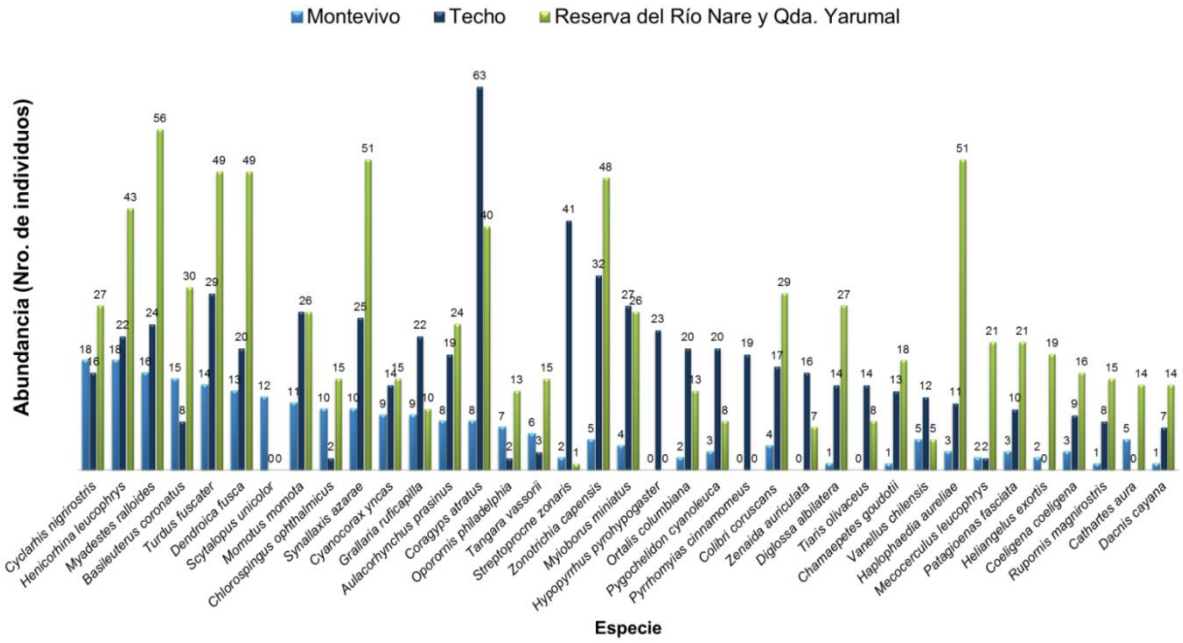


Figura 3-117 - Especies de aves más abundantes en el área de influencia directa local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

En el sector del techo del túnel de Santa Elena (Acueducto de los Atehortúa, Hda. La Aguada y Antenas Tigo), las especies más abundantes fueron el gallinazo (*Coragyps atratus*), el vencejo (*Streptoprocne zonaris*), el afrechero (*Zonotrichia capensis*), la mirla (*Turdus fuscater*), el abanico (*Myioborus miniatus*), entre otros. Es importante mencionar que el cacique candela (*Hypopyrrhus pyrohypogaster*) resultó ser abundante en la Hacienda la Aguada. Dado que esta especie se encuentra amenazada y que no se han realizado estudios poblacionales actuales de la especie, resulta importante este registro en términos de conservación.

Las especies más abundantes en este sector fueron especies típicas de áreas intervenidas, sin embargo, esto se presentó debido a que los puntos muestreados son heterogéneos, pues las coberturas vegetales son variadas y hay diferentes zonas de vida. La alta abundancia de estas especies tolerantes a los cambios en el hábitat, evidencian los procesos de deforestación y fragmentación que han sufrido los bosques subtropicales húmedos premontanos de la Cordillera Central de los Andes, especialmente durante los siglos XIX y XX (Etter& van Wyngaarden, 2000).

En la Reserva del Río Nare y la Quebrada Yarumal, las especies más abundantes fueron la lira (*Myiadestes ralloides*), el colibrí (*Haplophaedia aureliae*), el piscuís (*Synallaxis azarae*), la mirla (*Turdus fuscater*), la reinita migratoria (*Dendroica fusca*), el afrechero (*Zonotrichia capensis*), entre otros. Estas especies son indicadores de hábitats con intervención humana y por ende, son tolerantes a las perturbaciones. Adicionalmente, estas especies pertenecen a gremios tróficos diferentes, indicando que el ambiente tiene una variada disponibilidad de nichos ecológicos.

Cyclarhis nigrirostris. Sirirí.

Scytalopus unicolor. Tapaculo unicolor.

Synallaxis azarae. Piscuís.

Myadestes ralloides. Lira.

Figura 3-118 - Especies de aves abundantes encontradas en el área de influencia directa local.

Gremios tróficos

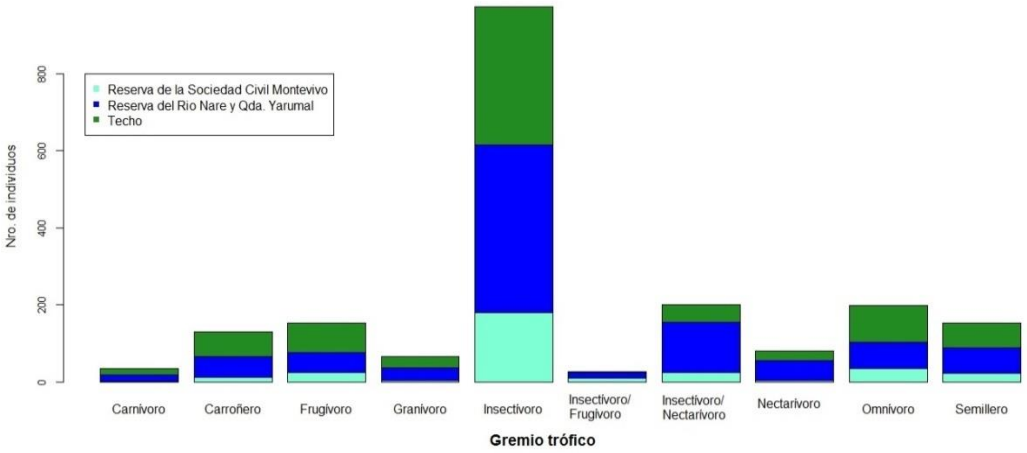


Figura 3-119 - Gremios tróficos de las aves presentes en el área de influencia directa local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

La comunidad de aves del área de influencia directa local está dominada por las especies de aves insectívoras. De los 2018 individuos encontrados, 973 son insectívoros. Sin embargo, las categorías de Omnívoro, Insectívoro/Nectarívoro son las segundas más abundantes con 201 y 198 individuos reportados en cada una respectivamente. En esta zona se demuestra que en la comunidad predominan las especies de la familia Tyrannidae de los atrapamoscas. En la Reserva del Río Nare y

la Quebrada Yarumal, hay una alta abundancia de colibríes, es decir, de insectívoros/nectarívoros, lo cual indica que el bosque en esta zona es diverso en angiospermas, pues los colibríes han coevolucionado con especies de plantas y en muchos casos, hay una relación de polinización específica de una especie de colibrí con una especie de angiosperma (Lynn Carpenter, 1979).

Indicadores ecológicos

Se calcularon diferentes indicadores ecológicos para analizar la diversidad de aves presente en el área de influencia directa local. Los resultados de los indicadores muestran que el sitio con mayor cantidad de especies fue el techo del túnel de Santa Elena (90) y que este valor es significativamente mayor a lo esperado bajo un modelo de distribución igual de las especies ($P<0.05$, $X^2=3,00$). La diversidad alfa calculada mediante el índice de Fisher caracteriza la diversidad dentro de una comunidad. En este caso se evidenció que la Reserva de la Sociedad Civil Montevivo obtuvo el mayor valor para este indicador; así, se demuestra que aunque la zona del techo del túnel tiene más especies que Montevivo, existen algunas que predominan en la zona y por esto, los valores de este índice son más bajos. Por otro lado, el índice de diversidad de Shannon-Wiener que mide la heterogeneidad en la comunidad, mostró que el techo del túnel de Santa Elena es el más diverso, seguido por la Reserva de la Sociedad Civil de Montevivo.

Tabla 3-59 - Indicadores ecológicos de aves en el área de influencia directa local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

Indicador ecológico	Sector		
	Techo del túnel Santa Elena	Reserva del Río Nare y Qda. Yarumal	Montevivo
Riqueza	90*	61	74
Abundancia	772	927	319
Diversidad alfa (Fisher)	26,398	16,653	30,25
Dominancia (D)	0,972	0,967	0,973
Equidad (Shannon)	3,918	3,647	3,891
Equidad Pielou	0,871	0,887	0,904

*Valor estadísticamente significativo en un intervalo de confianza del 95%.

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

3.3.1.6.4.3 Área de influencia directa local y puntual

Diversidad beta

Con el fin de calcular la diversidad beta se juntaron los sitios muestreados para el área de influencia directa, es decir, aquellos pertenecientes a la local y la puntual. Esto con el fin de obtener análisis más contundentes que den información sobre el ecosistema de toda la zona.

Mediante el dendrograma de Jaccard se puede visualizar la diversidad beta, índice que compara la similaridad entre los ensamblajes de las comunidades de varios lugares. En el eje Y se muestra la variable “altura” que es la disimilitud y en el eje X se muestra la distancia entre las zonas. Si dos lugares tienen una distancia de 1, esto indica que son completamente diferentes, que las comunidades difieren en un 100%. Por otro lado, si tienen un valor de 0, indica que las comunidades son idénticas. A continuación se muestra el dendrograma de Jaccard el cual indica que hay tres clados que comparten estructuras similares de la composición. La comunidad de aves más parecida se agrupa entre los sitios de la Reserva Forestal del Río Nare y la quebrada yarumal con el sitio del techo del túnel de Santa Elena, estas comunidades se parecen en un 50%. En segundo lugar, existe un clado que agrupa la avifauna presente en Montevivo con la del Portal

Oriental del túnel Santa Elena y via oriental, este clado tiene una similitud del 30% y en tercer lugar, hay un clado que agrupa las comunidades del portal occidental del túnel de Santa Elena, del Portal Norte del túnel seminario y depósito Seminario y la vía a cielo abierto occidental, las cuales se asemejan en un 20%. La comunidad de aves resulta entonces diferente de acuerdo a los sitios muestreados, pues los 7 puntos tienen únicamente el 10% de especies en común.

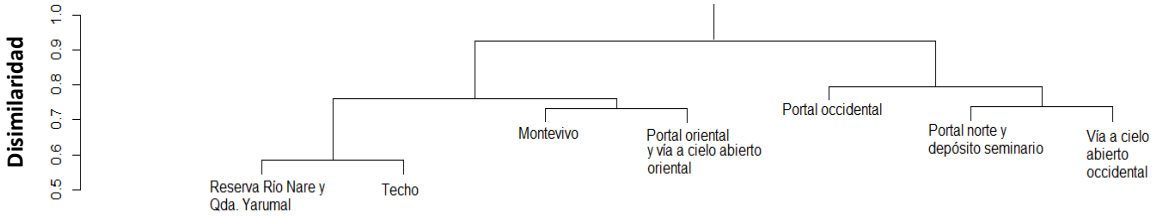


Figura 3-120 - Dendrograma de Jaccard para representar la diversidad beta de las comunidades de aves en el área de influencia directa (local y puntual).

Endémicas y en alguna categoría de amenaza

De las 171 especies de aves reportadas en el área de influencia directa local y puntual del proyecto conexión vial Aburrá-Oriente, 4 especies se encuentran bajo la categoría de casi endémicas (*Thamnophilus multistriatus, Iridosornis porphyryocephalus, Tangara vitriolina, Myioborus ornatus*) y 4 son endémicas para Colombia (*Odontophorus hyperythrus, Ortaliscolumbiana, Hypopyrrhus pyrohypogaster, Ramphocelus flammigerus*). Además, 3 de estas especies se encuentran amenazadas ya sea bajo el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo o bajo la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). A continuación se hará una breve descripción para el caso cada una de las especies endémicas y amenazadas. Sin embargo en el Anexo 3-22, se encuentran las fichas técnicas para estas especies.

***Hypopyrrhus pyrohypogaster*- Cacique candela, chango colombiano o chango antioqueño**

En la mayoría de las localidades donde esta especie existe, presenta densidades poblacionales bajas, de hecho en algunos lugares se ha extinguido localmente. Sin embargo, en Antioquia es una especie común localmente. Está reportada como rara debido a que es difícil de encontrar en las localidades de su distribución histórica. Es común en bosque maduro, bosque secundario o en otros hábitats. En las zonas aledañas al Valle de Aburrá, entre ellas la localidad de Santa Elena, se ha reportado una recuperación de la población con respecto a años anteriores. Esto se debe gracias a que se disminuyó el comercio de esta especie y por esta razón, los cazadores disminuyeron la presión sobre la misma[58]. Además de estar reportada como Vulnerable bajo la UICN, se encuentra en estado de amenaza bajo la Resolución 383 del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo.

[58] Renjifo, *et al*., 2002

Hypopyrrhus pyrohypogaster. Cacique Candela.

Iridosornis porphyriocephalus. Tángara de capa azul**.**

Figura 3-121 - Especies de aves amenazadas en la zona de estudio.

***Odontophorus hyperythrus*- perdiz**

Esta especie se clasifica como casi amenazada bajo la categoría de la IUCN porque tiene 3 subpoblaciones dentro de un pequeño rango de distribución y estas poblaciones están en actual declive[59]. Debido al rango de distribución restringido, también se clasifica como una especie endémica.

El hábitat de esta especie ha sufrido deforestaciones debido a las colonizaciones humanas[60], particularmente en la cordillera Central de los Andes. Esto ha causado una fragmentación de las poblaciones de perdices y un aislamiento de las mismas. Actualmente las poblaciones se encuentran restringidas a parches de bosque, pastizales, plantaciones de café, banano y caña de azúcar[61]. También hay evidencia de una presión a la especie por motivos de cacería[62].

***Iridosornis porphyriocephalus*- tángara de capa azul**

Esta especie tiene poblaciones poco abundantes que están en declive moderado debido a la pérdida de hábitat que hay en el pequeño rango donde está distribuida la especie. Por esta razón es casi endémica. Sin embargo, estas pérdidas de hábitat y la restricción de distribución no son drásticas, por ende, se encuentra en la categoría de casi amenazada.

Esta especie se reconoce como rara o poco común en el territorio colombiano. A pesar de que se han realizado pocos estudios sobre esta especie se conoce que es endémica para la región Andina. No se han realizado estudios poblacionales para esta especie y por lo tanto, no se conoce la tendencia del crecimiento o decrecimiento de la misma. Sin embargo, se sabe que la especie se encuentra amenazada por pérdida de hábitat en todo el rango de distribución altitudinal, ligado a procesos de deforestación que resultan de la tala intensiva, los asentamientos humanos, la ganadería y la minería[63].

***Ortalis columbiana*- guacharaca**

La guacharaca es endémica de Colombia, anteriormente se encontraba en todas las montañas que hacen parte del valle del cauca desde el norte de Antioquia al sur de Cauca y en el valle del

[59] Birdlife International, 2012
[60] Wege& Long, 1995
[61] Wege& Long, 1995
[62] McGowan, *et al.,* 1995
[63] Stattersfield, *et al*., 1998

Magdalena residía desde Cundinamarca hasta Huila[64]. Las poblaciones remanentes están restringidas a los fragmentos de bosque, borde de bosque. Las principales amenazas de esta especie son la deforestación extensiva y la pérdida de hábitat. En el Magdalena Medio y en el Cauca Medio los procesos de deforestación para la agricultura han sido severos desde el Siglo XIX, por esta razón, esta especie es poco común en esta zona desde 1950. El tamaño poblacional global no ha sido calculado y aunque esta especie es común en ciertas zonas de Colombia es rara en algunas partes de su rango de distribución[65]. En el oriente antioqueño esta especie es muy común y se encuentra en grandes grupos de individuos.

***Ramphocelus flammigerus*- toche o asoma candela**

Esta especie es endémica para los Andes, se encuentra en Panamá, Colombia y Ecuador. No se han realizado estudios de la demografía de esta especie y por esta razón no hay información clara sobre el estado de la misma. Sin embargo, las principales amenazas para esta especie son la pérdida y modificación del hábitat, las cuales restringen aún más el rango de distribución. Además, la deforestación puede generar contacto secundario de poblaciones y en el caso de esta especie, logró generar una zona de hibridación entre las subespecies *R.f. flammigerus y R.f.icteronotus*.

Tabla 3-60 - Especies de aves amenazadas en el área de influencia directa (local y puntual)

Especie	Nombre común	CITES	Categoría Resolución 383	Categoría IUCN	Sitios donde se encuentra
Hypopyrrhus pyrohypogaster	Cacique candela/ Chango antioqueño/ Chango colombiano	NA	EN	VU	Finca la Aguada, Vía a cielo abierto occidental, Portal Occidental del túnel de Santa Elena, Portal Oriental del túnel Santa Elena y via oriental
Odontophorus hyperythrus	Perdiz	NA	NA	NT	Reserva del Río Nare y Qda. Yarumal, Montevivo, Techo del túnel Santa Elena
Iridosornis porphyriocephalus	Tángara de capa azul	NA	NA	NT	Montevivo

*VU-vulnerable, NT-casi amenazada, EN-en peligro, NA-No está reportada

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Conclusiones

Durante los muestreos en el área de influencia directa (local y puntual) se reportaron 3290 individuos de aves pertenecientes a 16 órdenes, 37 familias y 172 especies de aves. El gremio alimenticio más representativo fue el de los insectívoros con más de 1400 individuos censados. Así mismo, los sitios más diversos fueron el portal occidental, el techo del túnel y la Reserva de la Sociedad Civil Montevivo y en toda la zona se encontraron 4 especies casi endémicas, 4 endémicas y 3 amenazadas, entre ellas el cacique candela que es altamente abundante en las laderas del Valle de Aburrá pero se encuentra amenazado tanto en categoría nacional como internacional. La curva de acumulación de especies mostró un rendimiento mayor a 75% lo cual indica que los esfuerzos de muestreo si fueron representativos para caracterizar la avifauna de la zona.

[64] Stotz, *et al.*, 1996
[65] Stotz, *et al.*, 1996

3.3.1.6.4.4 Área de influencia indirecta (local y puntual)

Se consultaron los listados de especies de aves del área de influencia indirecta del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente, realizados por diferentes entidades en años anteriores[66]. Basados en todos los listados se realizó un compendio de dichas especies y se encontró que en la zona se han reportado 198 especies pertenecientes a 15 órdenes y 40 familias. La mayor cantidad de especies reportadas pertenecen a la familia de las tángaras (Thraupidae), de los atrapamoscas (Tyrannidae) y de los colibríes (Trochilidae). Patrones que son congruentes con los estudios realizados en el neotrópico, pues éstas son las familias con mayor diversidad de especies y de géneros en toda la región. En el caso de los Tyrannidae, han sufrido una diversificación morfológica y ecológica desde hace 15 millones de años, en todos los casos componen un tercio de las comunidades de passerinos en la mayoría de hábitats (Fitzpatrick, *et al*. 2004). Las tángaras también representan una radiación Neotropical importante en la cual se observan las diversidades de tipos de morfologías de alimentación y comportamiento (Sibley & Ahlquist, 1985, 1990) y los colibríes también han tenido una radiación adaptativa que los permitió diversificarse en el nicho insectívoro/nectarívoro y por lo tanto adaptarse a todo tipo de hábitat en el nuevo mundo (bosque húmedo tropical, zonas secas de desierto y regiones andinas)[67]. (Ver Anexo 3-21 para el listado completo de especies).

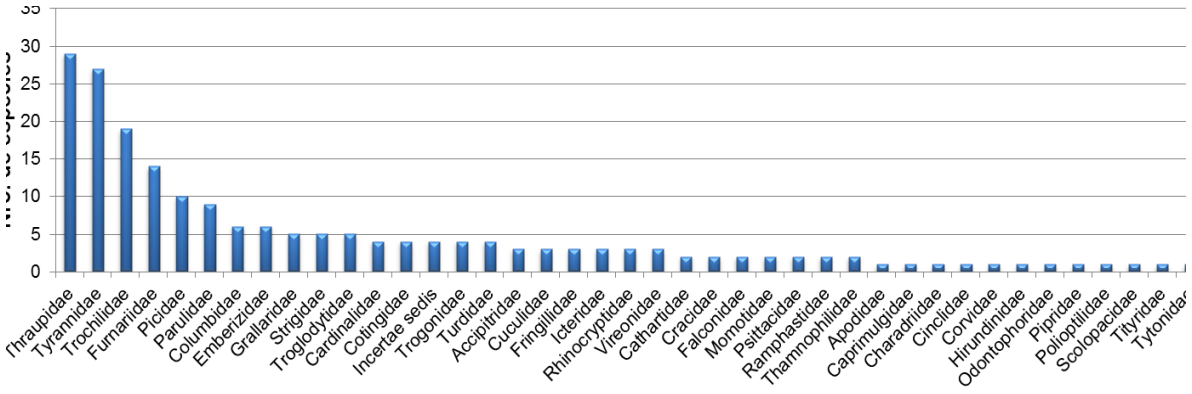


Figura 3-122 - Abundancia de especies por familias de aves reportadas en el área de influencia indirecta del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

En el Anexo 3-21 se muestra la lista de aves reportadas en el área de influencia indirecta (local y puntual). De estas especies 7 especies se encuentran bajo la categoría de casi endémicas (*Thamnophilus multistriatus, Iridosornis porphyryocephalus, Tangara vitriolina, Myioborus ornatus, Grallaricula cucullata, Leptopogon rufipectus, Chloropipo flavicapilla*) y 4 son endémicas para Colombia (*Odontophorus hyperythrus, Ortalis columbiana, Hypopyrrhus pyrohypogaster, Ramphocelus flammigerus*).

Las especies de aves amenazadas se muestran a continuación:

Tabla 3-61 - Especies de aves amenazadas reportadas en la información secundaria.

Especie	Nombre común	CITES	Categoría Resolución 383	Categoría IUCN

[66] POMCA, 2010, SAO, 2010, Integral, 2009
[67] Bleiweiss, *et al.,* 1997

Especie	Nombre común	CITES	Categoría Resolución 383	Categoría IUCN
Hypopyrrhus pyrohypogaster	Cacique candela/ Chango antioqueño/ Chango colombiano	NA	EN	VU
Odontophorus hyperythrus	Perdiz	NA	NA	NT
Iridosornis porphyriocephalus	Tángara de capa azul	NA	NA	NT
Grallaria rufocinerea	Tororoi rufocenizo		VU	VU-B1

*VU-vulnerable, NT-casi amenazada, EN-en peligro, NA-No está reportada.

Fuente: Elaboración propia Consorcio Siga-Plyma.

3.3.1.6.5 Mamíferos

3.3.1.6.5.1 Área de influencia directa puntual

Composición taxonómica

Se caracterizó la mastofauna del área de influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. Se reportaron 74 individuos de la clase Mammalia que pertenecen a 5 órdenes, 7 familias y 12 especies. La mayoría de los individuos (46%) son del orden Rodentia de los roedores, pues se reportaron 34 individuos de dicho orden.

La comunidad del área de influencia directa puntual del proyecto está compuesta por roedores y murciélagos (orden Chiroptera) principalmente. Sin embargo, se destaca la presencia de otras especies de carnívoros (perros de monte, cusumbos), y didelphimorfos (chuchas y zarigüeyas) los cuales resultan menos abundantes en comparación con los otros ordenes, debido a factores de la historia natural de estas especies.

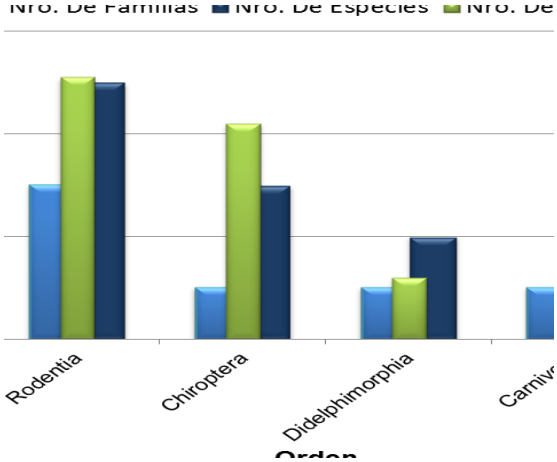


Figura 3-123 - Composición taxonómica de los mamíferos del área de influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

Abundancia de mamíferos

Las especies de mamíferos más abundantes fueron: el ratón arrocero (*Melanomys caliginosus*) del cual se reportaron 9 individuos en el Portal occidental. En segundo lugar, la especie *Sturnira cf. erytrhomos* con 7 individuos reportados en el área de influencia directa puntual y en tercer lugar

Carollia brevicauda con 6 individuos. Estos resultados son esperados debido a que los órdenes de mamíferos más diversos a nivel mundial son Chiroptera y Rodentia[68].

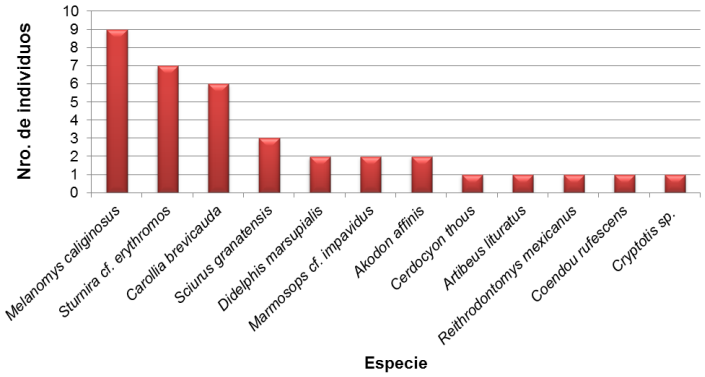


Figura 3-124 - Abundancia de especies de mamíferos en el área directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

Mamíferos voladores (murciélagos)

Los murciélagos en su forma actual, han estado en la tierra por más de 52 millones de años y durante este periodo se han diversificado en al menos 1232 especies[69]; proveen servicios ecosistémicos como consumidores primarios, secundarios y terciarios que sirven de soporte y sustento en los ecosistemas dominados por la naturaleza o por los humanos, además dichos servicios ecosistémicos varían desde los más sencillos hasta los más complejos[70]. Durante el día, los murciélagos ocupan cavidades y estructuras cavernosas como tumbas y minas en las cuales anidan y duermen; en la noche, los murciélagos forrajean en una amplia diversidad de nichos. Son depredadores de insectos, néctar, frutas, semillas, ranas, peces, pequeños mamíferos y hasta sangre[71].

Se encontraron 3 especies de murciélagos en el área de influencia directa puntual. La especie más abundante fue el murciélago rojizo *Sturnira cf. erythromos* y en segundo lugar *Carollia brevicauda*. Ambas especies hacen parte de la familia Phyllostomidae (de hoja nasal). Dicha familia fue por ende, la más representativa de la zona de estudio, para la cual se reportaron 13 individuos en total.

[68] Wilson & Reeder, 2005
[69] Schipper, *et al.*, 2008
[70] Kunz, *et al.*, 2011
[71] Kunz, *et al.*, 2011

Sturnira cf. erythromos. Murciélago rojizo**.**

Carollia brevicauda. Murciélago frugívoro de cola corta.

Figura 3-125 - Especies de murciélagos más abundantes en los sitios muestreados en el área directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

Pequeños mamíferos no voladores

Los roedores se encuentran en la base de las redes tróficas, por esta razón son presas de varios consumidores secundarios y terciarios y su densidad poblacional es la que rige las densidades poblacionales de los depredadores como por ejemplo las de aves rapaces (búhos, águilas, gavilanes).

Los pequeños mamíferos de la zona pertenecen a los órdenes Rodentia (Roedores), Didelphimorphia (chuchas o zarigüeyas) y Soricomorpha (musarañas). Las especies más abundantes fueron el ratón arrocero (*Melanomys caliginosus*) con 9 individuos.

Figura 3-126 - Ratón arrocero (Melanomys caliginosus) especie abundante en el Portal Occidental del túnel de Santa Elena.

Mamíferos grandes y medianos

En el área de influencia directa puntual hay reportes de perros de monte (*Cerdocyon thous*). Sin embargo, esta especie sólo presentó un registro en el Portal Oriental y en la vía a cielo abierto oriental y el registro fue mediante una entrevista realizada al guardia de seguridad.

La especie más común de esta categoría es la ardilla (*Sciurus granatensis*) la cual suele estar ampliamente distribuida en bosques intervenidos, secundarios, plantaciones de coníferas y bordes de bosque. Esta especie es fácil observarla cuando forrajea entre las ramas y en el área de influencia directa puntual se observaron 6 individuos.

Aunque los roedores y los murciélagos fueron los más abundantes en el área de influencia directa puntual, es importante mencionar, que las especies de mamíferos grandes y medianos registran menos individuos debido a que son animales que tienen rangos de distribución mayores. Es decir,

en un área determinada es posible encontrar varios especímenes de ratones coexistiendo, pero es difícil hallar varios carnívoros, pues sus territorios son más amplios y no se solapan. Además las técnicas de muestreo empleadas favorecen la captura de unos órdenes sobre otros.

Estructura trófica de la comunidad de mamíferos

La mastofauna del área de influencia directa puntual está distribuida en 7 gremios alimenticios. La mayoría de los organismos reportados son omnívoros (40%) y frugívoros (24%). Dentro de los omnívoros se encuentran 4 especies de mamíferos (ratones y zarigüeyas) y los frugívoros 3 especies (todos murciélagos). La presencia de omnívoros en la zona demuestra que son especies generalistas y que por lo tanto son altamente adaptables a las perturbaciones antrópicas.

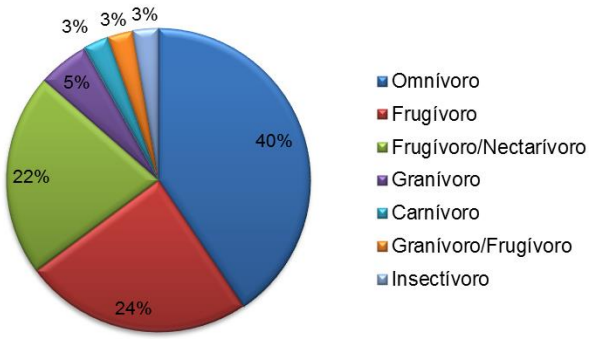


Figura 3-127 - Estructura trófica de la comunidad de mamíferos en el área de influencia directa puntual del proyecto Conexión vial Aburrá-Oriente.

Indicadores ecológicos

Se calcularon diferentes indicadores ecológicos para analizar la diversidad de mamíferos presente en el área de influencia directa puntual. Los resultados indican que el Portal Oriental del túnel Santa Elena y el sector de la vía oriental son los sitios más diversos. El índice de Fisher caracteriza la diversidad dentro de una comunidad, por esta razón estos valores demuestran que esta comunidad es la más rica, pues el valor de dicho índice es 5,205. Por su parte el índice de Shannon-Wiener indica lo mismo.

El índice de Dominancia de Simpson muestra que en 3 sitios (Portal occidental del túnel de Santa Elena, Portal norte y Vía a cielo abierto) hay predominancia por alguna especie, pues los valores son cercanos a 0, ó 0,5. Por otro lado, el portal oriental y la vía a cielo abierto oriental muestran que no hay una especie que domina la comunidad, pues el índice toma valores mayores de 0,77.

Tabla 3-62 - Indicadores ecológicos de mamíferos en el área de influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

Indicador ecológico	Sector			
	Portal Oriental del túnel Santa Elena y vía oriental	Portal Occidental del túnel de Santa Elena	Portal Norte del túnel seminario y depósito Seminario	Vía a cielo abierto occidental
Riqueza	8*	5	1	2
Abundancia	19	14	2	2
Diversidad alfa (Fisher)	5,205	2,782	0,795	1,782
Dominancia (D)	0,77	0,551	0	0,5
Equidad (Shannon)	1,731	1,128	0	0,693
Equidad Pielou	0,832	0,701	NA	1

*Valor estadísticamente significativo en un intervalo de confianza del 95%.

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

3.3.1.6.5.2 Área de influencia directa local

Composición taxonómica

En el área de influencia directa local se registraron 75 individuos pertenecientes a 7 órdenes, 9 familias y 22 especies. La mayoría de individuos pertenecen a los órdenes de Rodentia y Chiroptera es decir los roedores y los murciélagos. Nuevamente esto se explica debido a que son los órdenes más diversos a nivel mundial por las radiaciones adaptativas que han sufrido a lo largo de su historia evolutiva.

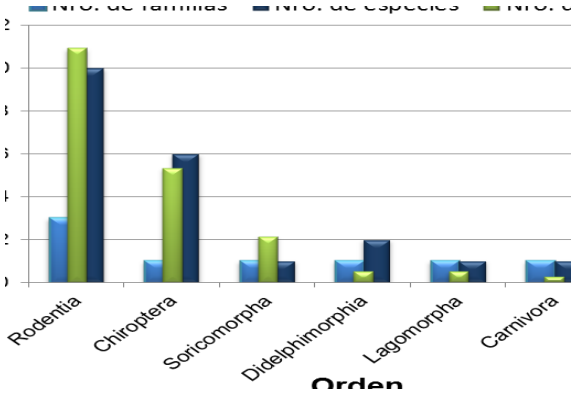


Figura 3-128 - Composición taxonómica de la comunidad de mamíferos presentes en el área de influencia directa local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

Abundancia de mamíferos

La mayor abundancia de mamíferos se encontró en la Reserva Forestal del Río Nare y la Quebrada Yarumal (32 individuos) y en el techo del túnel (28 individuos). En la primera, las especies más abundantes fueron el murciélago frugívoro (*Carollia brevicauda*) y la ardilla cuzca (*Microsciurus mimulus*). Sin embargo, en la Reserva de la Sociedad Civil Montevivo la especie más abundante fue *Cryptotis sp* (musaraña). Cabe mencionar, que las musarañas no pueden ser identificadas hasta especie, pues desde el trabajo de Tate (1932) no se ha realizado una revisión taxonómica del complejo. El género *Cryptotis* está ampliamente distribuido en el este y la región central de Norte América, Centroamérica y el norte de Suramérica y se encuentran restringidos a tierras altas (>1200 msnm)[72]. Ellas suelen habitar en climas fríos de las cordilleras gracias a sus adaptaciones morfológicas y ecológicas para las bajas temperaturas[73].

[72] Woodman, 2002
[73] López-Arévalo & Montenegro-Díaz, 1993; Cuartas-Calle & Muñoz, 2003

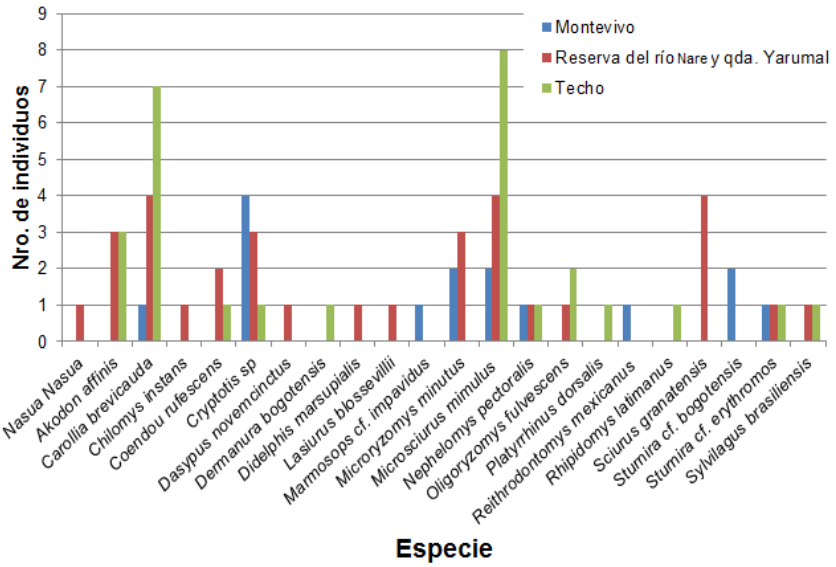


Figura 3-129 - Abundancia de especies de mamíferos en el área de influencia directa local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

Mamíferos voladores (murciélagos)

En el área de influencia directa local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente se encontraron 6 especies de murciélagos, todos pertenecientes a la familia Phyllostomidae (de hoja nasal). La comunidad de murciélagos en esta zona es altamente dominada por la especie *Carollia brevicauda*, pues de los 20 individuos reportados, 12 pertenecieron a dicha especie. En esta categoría se resalta el reporte de la especie *Lasiurus blossevillii* pues es un reporte nuevo para la zona, además de ser una especie migratoria, proveniente de Canadá.

Figura 3-130 - Murciélago migratorio Lasiurus blossevillii.

Pequeños mamíferos no voladores

Los pequeños mamíferos del área de influencia directa local pertenecen a los órdenes Rodentia (Roedores), Didelphimorphia (chuchas o zarigüeyas) y Soricomorpha (musarañas). Las especies más abundantes fueron la musaraña (*Cryptotis sp*.) con 8 individuos, el ratón de hierba o ratón camprestre (*Akodon affinis*) con 6 individuos y el ratón miniatura (*Microryzomys minutus*) con 5 individuos.

Cryptotis sp. Musaraña.

Akodon affinis. Ratón de hierba o ratón campestre.

Figura 3-131 - Especies de pequeños mamíferos no voladores más abundantes en el área directa local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

Mamíferos grandes y medianos

La mayoría de mamíferos grandes y medianos fueron registrados por medio de entrevistas a la gente local. De este modo se reportaron cusumbos solos (*Nasua nasua*), armadillos (*Dasypus novecmintus*), guaguas (*Cuniculus paca*) y conejos (*Sylvilagus brasiliensis*). Durante los muestreos se observaron conejos, rastros de guaguas, cráneos de cusumbos, madrigueras de armadillos, los cuales corroboran los datos provistos por la gente local (Ver foto a continuación).

Cráneo de Nasua nasua, cusumbo solo.

Evidencia de Sylvilagus brasiliensis, conejo.

Figura 3-132 - Mamíferos medianos y grandes encontrados en el área directa local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

Estructura trófica de la comunidad de mamíferos

La comunidad de mamíferos del área de influencia directa local está dominada por el frugívoro (45%), seguida por los granívoros/frugívoros (25%) y luego por los granívoros. Esto demuestra que en la comunidad predominan los murciélagos principalmente los de la familia Phyllostomidae que se encuentra en el neotrópico desde hace aproximadamente 35 millones de años. El papel ecológico de estos animales es proveer servicios de polinización y de dispersión de que se otorgan por parte de los géneros *Artibeus* y *Carollia*[74].

[74] Kunz, *et al*., 2011

De forma similar, las ardillas y los roedores (quienes comen frutas como parte de su dieta) juegan papeles importantes en la dispersión de las micorrizas de hongos y en la depredación de semillas, factores que estructuran los bosques a nivel mundial[75].

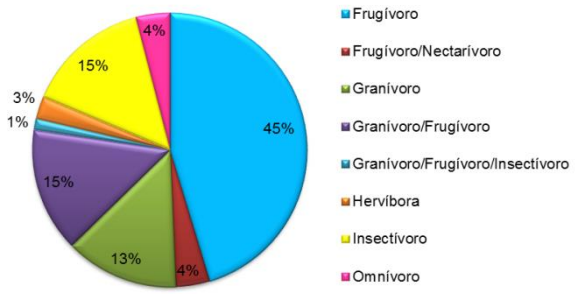


Figura 3-133 - Estructura trófica de la comunidad de mamíferos en el área de influencia directa local del proyecto Conexión vial Aburrá-Oriente.

3.3.1.6.5.3 Área de influencia directa local y puntual

Curvas de acumulación de especies

Con el fin de comparar la diversidad de mamíferos identificada con la esperada, se realizaron curvas de acumulación de especies. Se calcularon diferentes estimadores ecológicos (ACE, ICE, CHAO 1, CHAO 2, JACKKNIFE 1) y se realizó la curva con el método de rarefacción que permitió interpolar entre los datos y corregir por el número de especies esperadas, estos datos se resumen en la siguiente figura.

En los mamíferos se observa que a medida que pasa el tiempo, es decir, a medida que se tienen más días muestreados, los indicadores se alejan más entre sí y no se tiene un valor final donde converjan las asíntotas de las curvas. Esto revela que estimar la diversidad de mamíferos resulta más difícil que la de otros grupos, pues muchas veces reportar las especies presentes en los sitios muestreados depende de la estocasticidad. De hecho, hay casos que sustentan dicha dificultad de muestreo; por ejemplo, Rodríguez-Bolaños (1995) tardó cerca de 8 meses en capturar un individuo de *Nasuella olivacea* y Mesa (1997) requirió 4 meses para capturar un individuo de *Mustela frenata*, ambas especies de mamíferos medianos y grandes. Sin embargo, durante este muestreo se obtuvo un reporte promedio de 65% para las especies, es decir, que aunque la variación en los indicadores es alta, en promedio se reportaron el 65% de las especies que se esperaban encontrar en la zona. Aunque los indicadores muestren que se encontraron el 65% de las especies que se podrían encontrar allí, es necesario resaltar que estos valores son más que representativos para hacer un muestreo de una comunidad. Los estimadores sirven para medir la diversidad teórica, en una comunidad local, temporal y espacialmente homogénea. Sin embargo, como en la naturaleza estas condiciones no se cumplen, el 65% de un valor indica que el muestreo es suficientemente representativo[76].

[75] Kilgore, *et al*., 2010
[76] Sarkar 2002; Magurran 2004

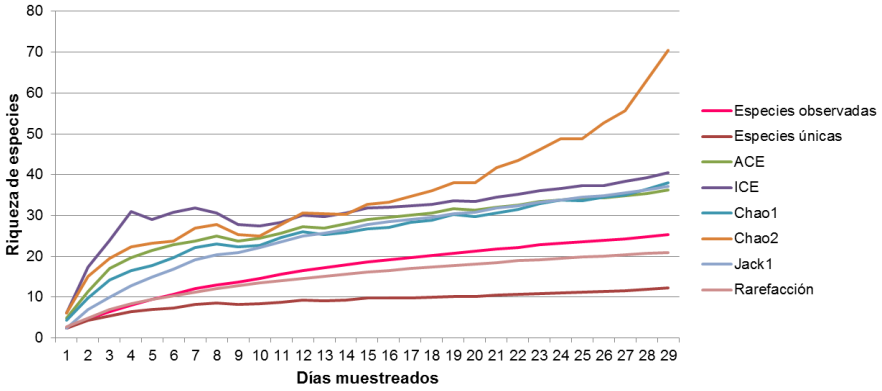


Figura 3-134 - Curva de acumulación de especies de mamíferos por sitio muestreado en el área directa puntual y local del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

Indicadores ecológicos: diversidad beta

El dendrograma de Jaccard se utiliza para representar la diversidad beta es decir, la diversidad que compara entre sitios muestreados. En la siguiente figura se muestra que las comunidades del techo del túnel de Santa Elena y de la Reserva del Río Nare y la Quebrada Yarumal son las más parecidas entre sí, pues se parecen en más de 50%, luego se parecen con el portal oriental en un 20%.

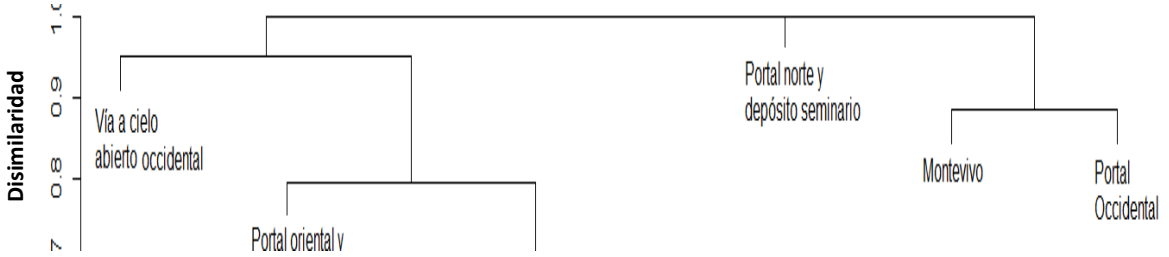


Figura 3-135 - Dendrograma de Jaccard para representar la diversidad beta de la mastofauna en el área de influencia directa local y puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

Endémicas y en alguna categoría de amenaza

Sólo se reportó una especie amenazada en la zona, esta fue Cerdocyon thous, localmente conocida como lobo o perro de monte, la cual fue registrada por medio de entrevistas a la gente local. Esta especie de zorro se encuentra en un amplio rango de distribución a lo largo del continente americano. Sin embargo, se encuentra amenazada bajo la CITES debido a que la especie es cazada. La piel de esta especie no es de gran importancia económica debido a que el pelo es muy corto, sin embargo en el mercado negro venden estas pieles como si fueran pieles de otros zorros. (Ver Anexo 3-22 para la ficha técnica de la especie).

A pesar de que la especie no es focal en motivos de conservación, sus mayores amenazas son la pérdida de hábitat, la muerte de individuos por parte de perros domésticos y las infecciones patógenas que fueron transmitidas por perros domésticos (Courtenay & Maffei, 2008).

Conclusiones

Se reportaron 107 individuos de la clase Mammalia que pertenecen a 7 órdenes, 10 familias y 26 especies. La mayoría de los individuos (>50%) son del orden Rodentia. Sin embargo, se

encontraron también especies de mamíferos medianos y grandes que por lo general son difíciles de observar y censar.

La comunidad de mamíferos presente en la zona es principalmente frugívora (38% de las especies) y omnívora (16%), ésto se debe gracias a que las técnicas de muestreo empleadas favorecen la captura de pequeños mamíferos y de mamíferos voladores.

La mayor diversidad de mamíferos fue reportada para la Reserva del Río Nare, la quebrada Yarumal y la Reserva de la Sociedad Civil Montevivo y de las especies reportadas ninguna es endémica, y sólo *Cerdocyon thous* se encuentra amenazada bajo la CITES.

3.3.1.6.5.4 Área de influencia indirecta (local y puntual)

De acuerdo con la información consultada, en el área de influencia indirecta local y puntual existen 34 especies de mamíferos, distribuidas en 10 familias y 6 órdenes (Aburrá Natural, 2012). Las familias Phyllostomidae (murciélagos) y Muridae (ratones) registraron 12 y 8 especies respectivamente (Aburrá Natural, 2012). Los murciélagos se caracterizan por la diversidad de sus hábitos alimenticios ya que actúan como dispersores de semillas, polinizadores o controladores de plagas. Por otro lado, no se hallaron especies en alguna categoría de amenaza descrita por la IUCN, libros rojos ni Ministerio de Medio Ambiente (2010), pero, si existen dos catalogadas en el apéndice II del CITES la guagua (*Cuniculus paca*), la taira (*Eira barbara*) y el Ñeque (*Dasyprocta punctata*).

A pesar que el área de estudio ha sufrido grandes transformaciones de hábitat, deforestación de laderas, entre otros; aún existen áreas que albergan especies de fauna interesantes, especialmente mamíferos medianos y grandes.

Tabla 3-63 - Especies de mamíferos en el área de influencia indirecta del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente.

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común
Carnivora	Mustelidae	*Eira barbara*	Taira
		Mustela frenata	Comadreja
	Procyonidae	*Bassaricyon gabbii*	Macoperro
		Potos flavus	Perro de monte
		Nasuella olivacea	Coatí
Phyllophaga	Megalonychidae	*Choloepus hoffmanni*	Perezoso
Paucituberculata	Caenolestidae	*Caenolestes fuliginosus*	Topo
Didelphimorfia	Didelphidae	*Didelphis pernigra*	Chucha de orejas blancas
	Dasyproctidae	*Didelphis albiventris*	Chucha de orejas blancas
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo
		Cabassous centralis	Armadillo cola de trapo
		Dasyprocta punctata	Ñeque
Rodentia	Muridae	*Akodon affinis*	Ratón
		Melanomys caliginosus	Ratón
		Nephelomys gr albigularis	Ratón
		Microryzomys minutus	Ratón
		Sigmodontomys alfaro	Ratón
		Thomasomys gpoaureufs	Ratón
		Thomasomys bombycinus	Ratón
		Zigodontomys brevicauda	Ratón
	Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Boruga, lapa
		Cuniculus taczanowskii	Paca de montaña

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común
Chiroptera	Phyllostomidae	*Anoura cf caudifer*	Murciélago
		Anoura geoffroyi	Murciélago
		Artibeus cinereus	Murciélago
		Artibeus jamaicensis	Murciélago
		Carollia brevicauda	Murciélago
		Enchisthenes hartii	Murciélago
		Phyllostomus discolor	Murciélago
		Platyrrhinus dorsalis	Murciélago
		Platyrrhinus vitatus	Murciélago
		Sturnira bidens	Murciélago
Chiroptera	Phyllostomidae	*Sturnira ludovici*	Murciélago
		Sturnira thomasi	Murciélago
6	10	34	

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

3.3.2 Conectividad Ecológica

Las actividades humanas han producido cambios significativos en el uso de la tierra, el cual es un factor determinante del patrón del paisaje, lo cual ha conllevando a una modificación de los patrones espaciales y la configuración del paisaje, pudiendo alterar la integridad funcional de éste al impedir, dificultar o, en su caso, facilitar diversos flujos ecológicos[77].

Entre los principales procesos que han favorecido la fragmentación se tiene la expansión urbanística, el desarrollo industrial, la expansión de la frontera agropecuaria, la silvicultura intensiva y los fenómenos de expansión de redes de comunicación, siendo esta última no tan significativa por la pérdida de superficie neta, sino por la ruptura en el funcionamiento del conjunto del territorio. Estos procesos causan una disminución de las cubiertas vegetales, dejando la vegetación original de un área determinada reducida a pequeños fragmentos aislados unos de otros inmersos en una matriz con diferentes grados de alteración, por lo que los remanentes de vegetación natural se reducen cada vez más[78].

No obstante, al reconocer la fragmentación como uno de los elementos que confiere heterogeneidad al paisaje, es importante identificar y caracterizar la estructura espacial del paisaje a partir de los elementos definidos en ecología del paisaje: matriz, parches y corredores; de tal forma que permita determinar la configuración espacial y temporal de estos patrones de paisajes[79].

Desde la ecología del paisaje, es posible estudiar la dinámica de los paisajes expresando su funcionamiento ecológico y las relaciones de sus componentes en el espacio; ya que como ciencia presenta dos componentes, uno geográfico y otro ecológico[80].Las interacciones que determinan el funcionamiento ecológico del sistema territorial son responsables esenciales de la estructura de los paisajes y su dinámica. Recíprocamente, la estructura paisajística resultante, caracterizada por su heterogeneidad espacio-temporal, actúa controlando diversos procesos funcionales que tienen lugar, como son los distintos flujos de organismos, materia y energía. En esta línea, la ecología del paisaje se caracteriza por dar mayor relevancia a los procesos que, en la escala espacial y

[77] Gurrutxaga 2004
[78] Múgica et al. 2002; Bennett 1999
[79] Forman & Godron, 1986
[80] Gurrutxaga 2004

temporal, relacionan a los factores (vegetación, fauna, suelo, agua, etc.) y componentes (unidades espaciales) del paisaje, que a las características intrínsecas de los factores y componentes mismos[81].

Así, bajo la idea básica de que la ecología del paisaje analiza los patrones paisajísticos como resultado de la interacción dinámica entre las actividades antrópicas y la naturaleza, dicha disciplina integra el estudio de las relaciones entre las variaciones de los patrones espaciales del paisaje, sus causas y sus consecuencias sobre los procesos ecológicos.

3.3.2.1 Estructura espacial del paisaje

Las características del paisaje pueden ser evaluadas en términos del área, diversidad y distribución de los parches. Las medidas de área, tales como área total del hábitat, tamaño máximo del parche y tamaño medio del parche son frecuentemente lo más simple de calcular y de interpretar[82].

Estos parámetros se evaluaron para el área de influencia directa (puntual y local) definida según los criterios presentados anteriormente.

Como área de influencia directa puntual, se tienen los sitios de intervención por las obras:

- Portal norte del túnel del seminario
- Portal sur del túnel del seminario
- Vía a cielo abierto occidental
- Vía a cielo abierto oriental
- Portal occidental túnel de santa elena
- Portal oriental túnel de santa elena
- Depósito seminario

El área de influencia directa local comprende los techos de los túneles Seminario y Santa Elena, considerando las fuentes hídricas localizadas sobre la superficie del alineamiento de los túneles, zonas de vida y fauna asociada.

Más específicamente, conectividad se evaluó para las áreas ocupadas por bosque natural que se encontraron dentro del área de influencia directa (local y puntual) del proyecto, a escala de parches y clase, incluyendo la evaluación bajo dos escenarios: con y sin proyecto, con el fin de analizar el impacto en el paisaje de la intervención por parte del proyecto en el área de influencia.

3.3.2.1.1 A nivel de parches

Los índices evaluados a este nivel son los siguientes:

Área (A): tamaño del parche (ha)

Índice de forma (SHAPE): corresponde a la relación entre el perímetro del fragmento y el área del mismo ajustado por una constante (para formato vector).

$$SHAPE = \frac{p}{2\sqrt{\pi a}}$$

Dónde:

[81] Gurrutxaga 2004
[82] Wilson 1988; Saunders, Hobbs & Margules 1991; citados por Arango & Ortiz, 2000

SHAPE = índice de forma del fragmento (adimensional)

p = perímetro del fragmento

a = área del fragmento

El valor que arroja el índice está relacionado directamente con el efecto de borde del parche. Es decir, si el valor del índice es bajo (p.e., 1), existe un gran efecto por parte de los bordes sobre el área del parche.

Distancia al vecino más cercano (NEAR): es igual a la distancia al fragmento más cercano del mismo tipo (bosque natural).

$$NEAR = h_{ij}$$

Dónde:

NEAR = distancia al vecino más cercano (m)

h = distancia entre dos fragmentos

Índice de proximidad (PROXIM): es una medida basada en el índice más cercano a una distancia máxima definida, en este caso de 500 m, de acuerdo con lo solicitado por el Ministerio de Ambiente y Vivienda y Desarrollo Territorial (2010).

3.3.2.1.2 A nivel de clase

Dominancia de la vegetación natural (%LAND): es igual al porcentaje de vegetación boscosa con relación al área del paisaje (en este caso el área de influencia).

$$\%LAND = P_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}{A}(100)$$

Dónde:

%LAND = Dominancia de la vegetación boscosa (%)

a = área de los parches

A = área total

Índice de área total de interior (TCAI): es igual al porcentaje de área núcleo que tienen los parches de vegetación nativa, con base en una distancia de borde específica (en este caso 100 m).

$$TCAI = \frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}^{\ c}}{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}(100)$$

Dónde:

TCAI = Índice de área total de interior (%)

a = área de los parches

c = distancia de borde

Luego de evaluar los parámetros a nivel de parches y del paisaje, se identificará la configuración de los elementos del paisaje, teniendo en cuenta tres componentes principales[83].

- Parches: unidades de vegetación homogénea.
- Corredores: parche estrecho, alargado, que sirve como ruta para el movimiento de los organismos.
- Matriz: es la mayor parte "conectada" o continúa del paisaje, también es frecuentemente el área más grande.

3.3.2.2 Resultados

Para el escenario sin proyecto, se encontraron 112 fragmentos de bosque natural con áreas que van de menos a 1 ha hasta 268,6 ha; siendo el fragmento compartido por las veredas Las Palmas, Media Luna y El Plan en la margen derecha de la quebrada Santa Elena el de mayor tamaño. Dichos fragmentos corresponden al 15,9% del área de estudio.

Para el escenario con proyecto se reportan 114 fragmentos que suman 780,35 ha, correspondientes al 15,6% del área de estudio.

Tabla 3-64 - Métrica para los fragmentos de bosque natural

ESCENARIO	A (ha)	NP	MSI	CA (ha)	%LAND	TCAI (%)	PROXIM
Sin proyecto	793,69	112	2,027	128,04	15,9	16,13	11027,67
Con proyecto	780,35	114	2,025	121,54	15,6	15,57	10334,18

Dónde:

A = área total (ha)
NP = número de fragmentos
MSI = índice medio de forma
CA = área núcleo (ha)
%LAND = Dominancia de la vegetación boscosa (%)
TCAI = Índice de área total de interior (%)
PROXIM = Índice de proximidad

Los cambios en el número de fragmentos obedece a la fragmentación del parche de mayor tamaño hacia el costado oeste del área de influencia y de dos de menor tamaño ubicados sobre un afluente sin nombre de la quebrada Yarumal, al costado este; además de la desaparición de un fragmento de 0,46 ha en este mismo sector.

De acuerdo con la métrica de forma, se muestra que al comparar los fragmentos con una forma estándar (círculo; SHAPE = 1), los fragmentos de bosque natural tienen una forma compleja y además pueden tener gran influencia de borde. En general, la complejidad de la forma de los diferentes fragmentos va en el siguiente sentido para los dos escenarios: sin proyecto >con proyecto. Esto permite inferir que existe una gran presión sobre los bordes de las áreas boscosas existentes que no cambia de manera significativa con la implementación del proyecto, debido a

[83] Forman &Godron 1986

que se intervendrían áreas puntuales que en su mayoría se encuentran ocupadas por coberturas terrestres diferentes a bosque natural.

En cuanto a la métrica de área núcleo, se observa que con el proyecto se eliminaría sólo 6,5 ha de bosque natural correspondiente a 0,6 ha de hábitat central. De esta área núcleo, el 99% (6,4 ha), corresponden al área núcleo del fragmento de mayor tamaño sobre la margen derecha de la quebrada Santa Elena, pasando de 94,1 ha a 87,6 ha. Esto permite inferir que la zona de estudio posee un alto grado de fragmentación y que con el proyecto su afectación sería relativamente baja, ya que la mayoría de los fragmentos de bosque están influenciados por el efecto de borde, que se denota en que dichos parches tienen formas alargadas y menos redondeadas que los hacen disminuir su posibilidad de tener hábitats de interior.

Con relación al grado de conectividad, se observa que en el escenario sin proyecto la mayoría de los fragmentos tiene al menos un vecino cercano en un radio menor o igual a 500 m, lo cual corresponde a un 98% del total de los fragmentos (de un total de 112 fragmentos). Para el escenario con proyecto, las condiciones de conectividad siguen siendo similares: permanecen aislados los dos fragmentos localizados hacia la zona este en las veredas Las Palmas y El Plan. Para el índice de proximidad obtenido en ambos escenarios, los cambios producidos por la implementación del proyecto no son significativos en cuanto a la disminución de la conectividad en el área de estudio.

En las Figura 3-136 y Figura 3-137 se muestran los fragmentos de vegetación nativa y el área de interior o núcleo de éstos para ambos escenarios, que de acuerdo con la clasificación de Corine Land Cover para las coberturas terrestres definidas anteriormente, corresponden a aquellas identificadas como bosque natural fragmentado (3.1.3 en la leyenda Corine Land Cover adaptada para Colombia para el año 2010).

A partir de las características identificadas para cada uno de los fragmentos del área de estudio y explicadas anteriormente, se puede inferir que los fragmentos que conforman los parches o nodos, son los que tienen mejores características en cuanto a: poseen mayor área, contienen área núcleo o presentan mayor índice de forma. Los demás fragmentos, pueden ser considerados corredores o enlaces, al tener una forma alargada, no contener área núcleo o poseer menor área total (Ver siguientes figuras). Esta configuración se encuentra inmersa dentro de una matriz de pastos, siendo la mayor parte 'conectada' o continua del paisaje, y la que ocupa mayor área (1.362 ha), sobre la cuenca de la quebrada Santa Elena.

Al comparar la Figura 3-138 con la Figura 3-139, se observa que la configuración del paisaje sigue siendo similar con o sin proyecto. Los fragmentos considerados como nodos siguen siendo nodos cuando se implemente el proyecto, aunque el de mayor tamaño sea afectado por el proyecto y parte de su área (hacia el costado norte de éste) se convierta en un enlace.

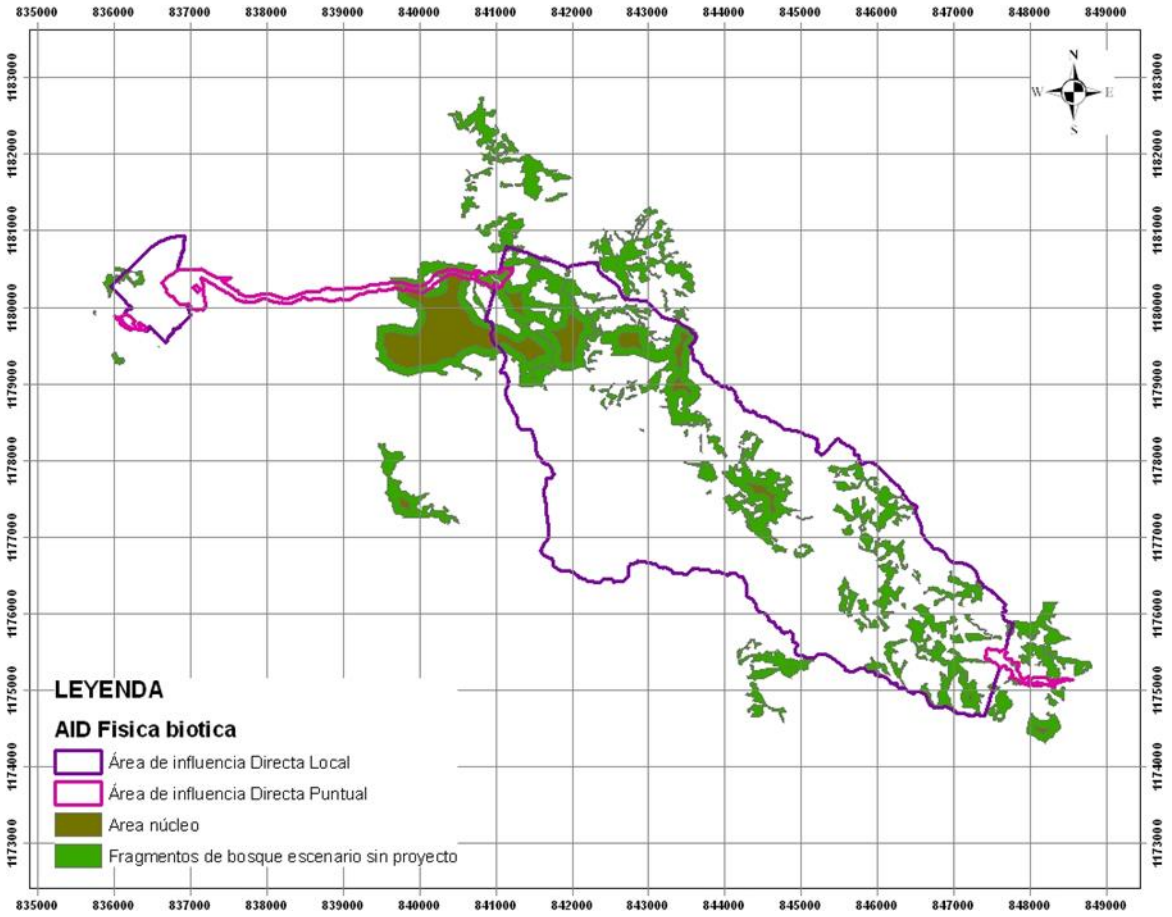


Figura 3-136 - Fragmentos de Bosque natural y área de interior para el escenario sin proyecto

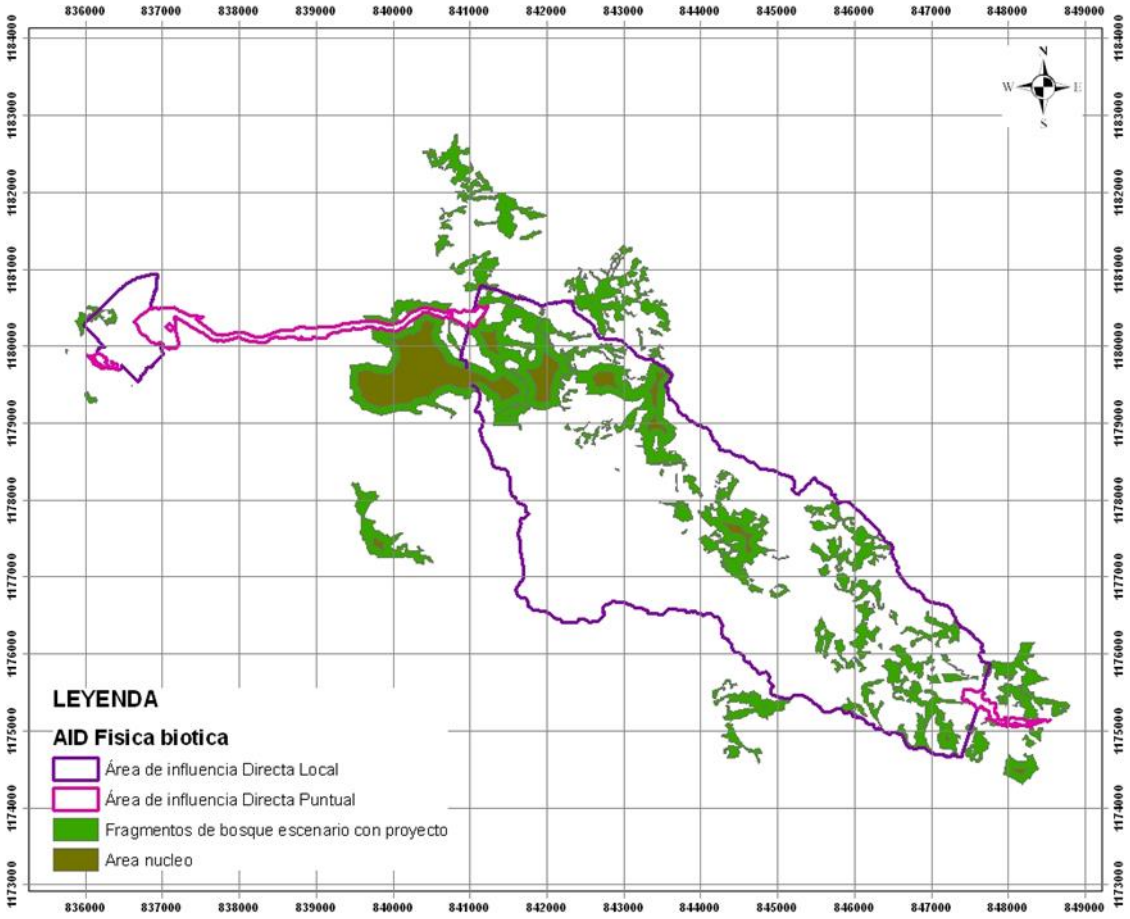


Figura 3-137 - Fragmentos de Bosque natural y área de interior para el escenario con proyecto

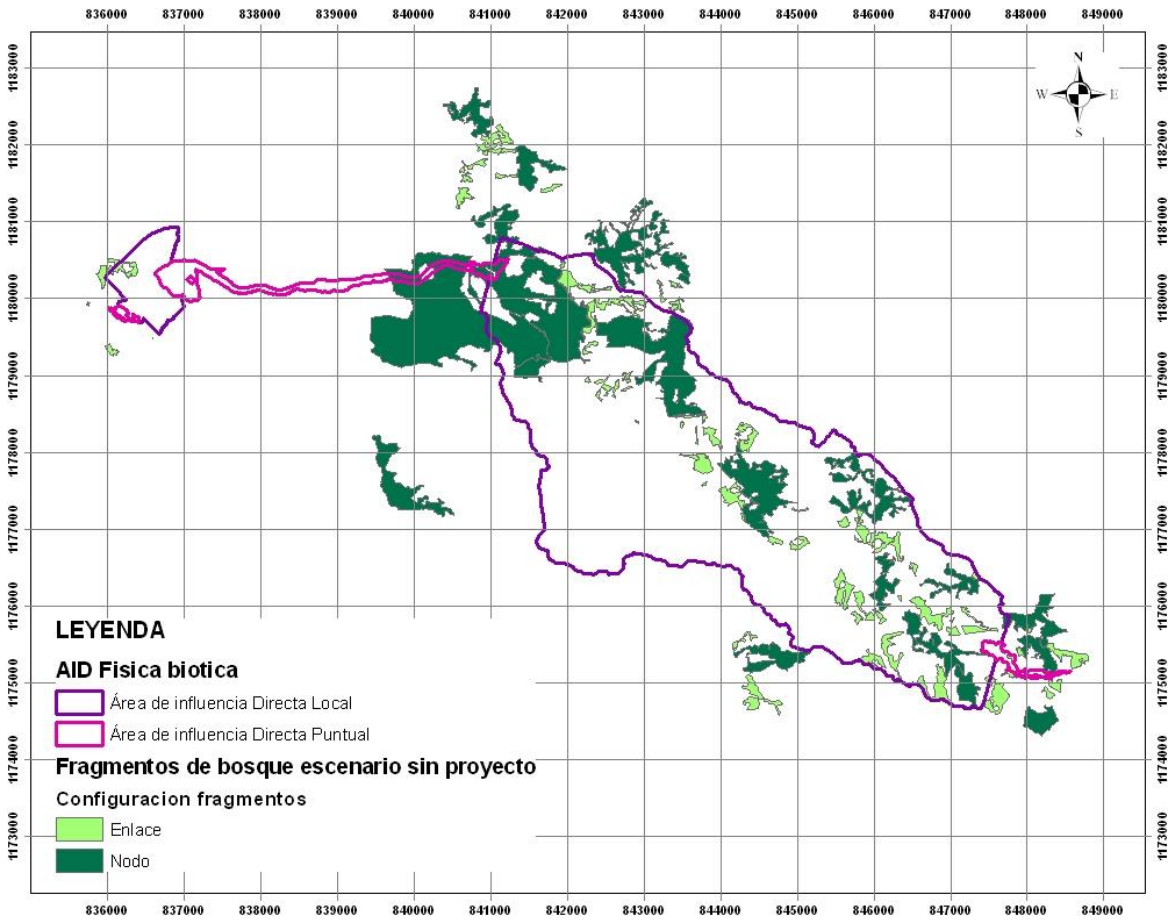


Figura 3-138 - Configuración de los elementos del paisaje para el escenario sin proyecto

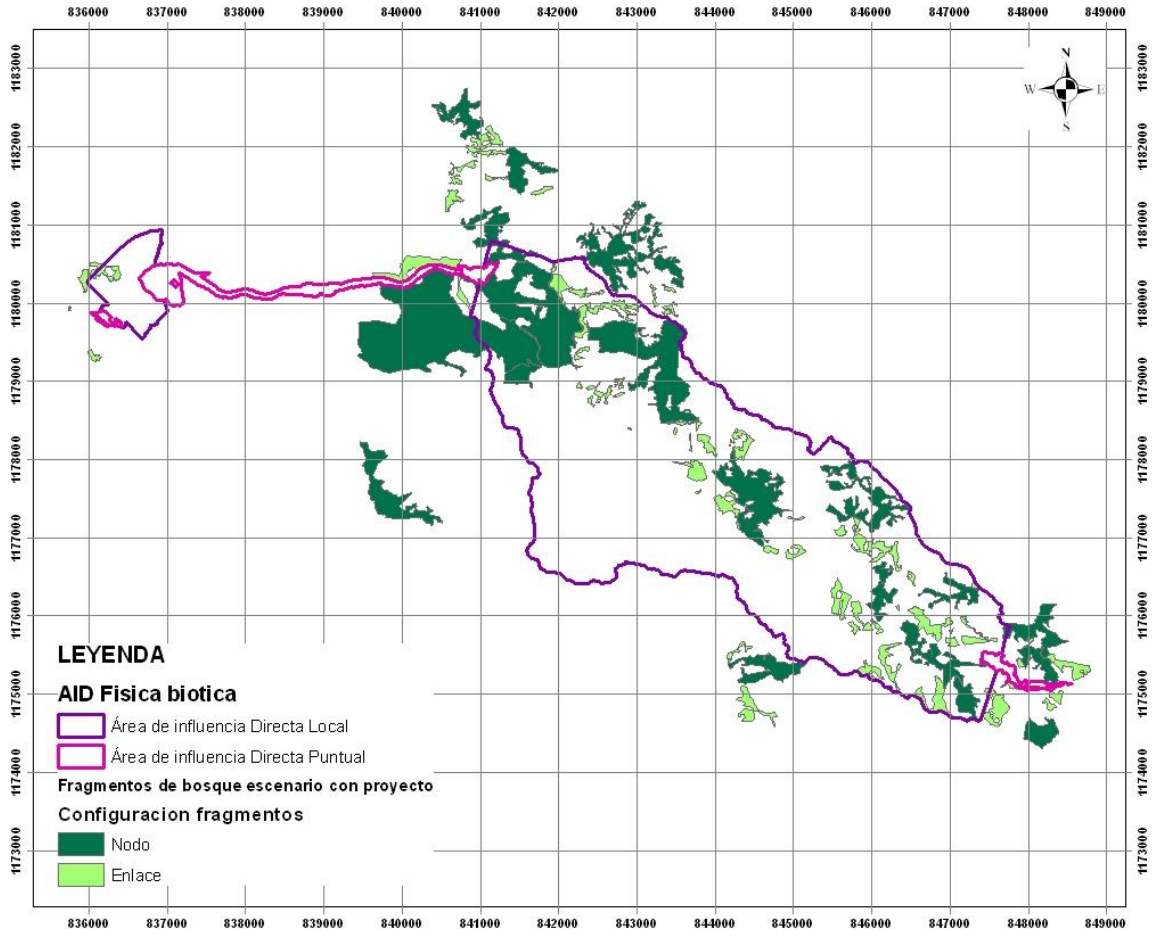


Figura 3-139 - Configuración de los elementos del paisaje para el escenario con proyecto

El fragmento de bosque o nodo más importante, se encuentra sobre la cuenca de la quebrada Santa Elena, específicamente sobre los afluentes de las quebradas La Espadera, La Bocaná 1 y La Aguadita, y aunque no pertenece al sistema nacional de áreas protegidas, se conecta con el enlace que se encuentra sobre la quebrada El Placer 1, al nodo que hace parte de la Reserva de la Sociedad Civil Montevivo, y que se encuentra en la parte alta de la quebrada Las Torres 1, La Antena, La Cerca, La Avícola, Amagamiento, San Ignacio y Los Chorlitos.

Es de resaltar, que dentro de la Reserva Forestal Protectora Nare, la conectividad es baja, ya que su vegetación se encuentra muy intervenida, siendo el nodo más importante el que se encuentra alrededor de la quebrada La Berraquera Ventanas. Alrededor del límite de esta reserva se encuentran tres nodos que hacen parte de la quebrada La Yarumal, La Honda, La Gomina y La Floresta, los cuales se conectan entre sí con enlaces sobre la quebrada La Atehortúa Abajo, La Catalana y La Hondita.

Es muy importante anotar que la intervención que realizará el proyecto no afecta los nodos y enlaces que se encuentran actualmente dentro del sistema nacional de áreas protegidas.

Esta configuración del paisaje, tiene una gran influencia sobre la dinámica poblacional de las especies que habitan el territorio, en cuanto a su distribución y las tasas demográficas de hábitat específicos. Para especies de gran movilidad, la distribución de los individuos entre los hábitats

puede ser en gran parte determinado por la selección del hábitat. Como la disponibilidad de hábitat se altera, los animales móviles pueden redistribuir entre los hábitats restantes, controlando sus propias tasas de reproducción y mortalidad, hasta cierto punto[84]. Los niveles de intercambio genético de la metapoblación (es un sistema de subpoblaciones reproductoras locales que ocurren en parches de hábitat diferentes que están conectadas por fenómenos de dispersión y migración), la cual se encuentra determinada por los procesos de retorno de extinción y colonización local y cuyos efectos en el cambio del paisaje pueden llegar a percibirse en el largo plazo[85].

Si bien para el área del proyecto no se cuenta con información precisa sobre el desplazamiento cotidiano y la escala de actividad de las especies existentes, teniendo en cuenta los muestreos de flora realizados, se observa que es posible que la permanencia de los enlaces y nodos en el paisaje puedan jugar un papel esencial en el mantenimiento de las poblaciones de especies en común que se reportaron en diferentes fragmentos de bosque.

Tabla 3-65 - Especies de flora reportadas en los fragmentos considerados nodos en el paisaje

Nombre científico	Nodo		
	1	2	3
Anthurium brachipodum		X	X
Racinaea penlandii		X	X
Tillandsia biflora		X	X
Tillandsia complanata	X	X	X
Columnea sp1		X	X
Acianthera casapensis		X	X
Oncidium abortivum		X	X
Rodriguezia granadensis	X		X
Elaphoglosum muscosum		X	X
Pleopeltis macrocarpa	X	X	X
Polypodiaceae sp2	X	X	
Peperomia sp4		X	X

Dónde:

Nodo 1 fragmento entre quebradas La Espadera, La Aguada y La Bocaná
Nodo 2. Fragmento sobre quebrada Los Atehortúas y La Berraquera Ventana
Nodo 3. Fragmento sobre quebrada Los Caballos

Resalta que existe mayor afinidad de especies entre los nodos 2 y 3, que con el nodo 1. Esto puede ser debido a que para alcanzar el nodo 1, existen menos parches que pueden ser utilizados como enlaces y que permitan mantener una conectividad adecuada en el territorio. En cambio entre los nodos 2 y 3, aunque la fragmentación del territorio es notable, existe una configuración tal del paisaje, que puede permitir el flujo de especies entre sí.

[84] Pulliam & Danielson 1991
[85] Gutzwiller 2002

3.3.2.3 Corredores ecológicos

3.3.2.3.1 Método

La función de los corredores como estrategia de conservación ha sido discutida ampliamente, y aunque si bien su papel no es comprendido a cabalidad, en el ámbito de la planificación su propósito es articular los objetivos de conservación con la implementación de alternativas sostenibles de uso de la tierra[86], definiendo para ello áreas prioritarias para asegurar la conectividad entre áreas protegidas y remanentes de bosques para el mantenimiento a largo plazo de procesos ecológicos importantes para la biodiversidad; además de permitir focalizar los recursos como punto de partida para formular e implementar las acciones de conservación adecuadas en el mediano y largo plazo.

El concepto de conectividad del paisaje es un término más general que integra los conceptos de corredor y de barrera, e indica cómo responden los flujos ecológicos a la estructura del paisaje[87]. Esta relación depende de la estructura espacial del paisaje y de la permeabilidad de los distintos componentes que lo forman; es decir, se refiere al grado en que el paisaje facilita o dificulta el desplazamiento de las especies entre los parches[88], lo cual depende de las características del mosaico territorial y de los aspectos ecológicos y de movilidad de las especies.

El componente estructural de la conectividad lo determina la distribución espacial de tipos diferentes de hábitats en el paisaje. Influyen en él factores como la continuidad de hábitats adecuados, la dimensión de las brechas, la distancia que se debe atravesar, y la presencia de senderos alternativos o característicos de redes (Bennett 1999). El componente funcional de la conectividad se refiere a la respuesta conductual de individuos y especies a la estructura espacial o los elementos del paisaje; por lo que para entender las poblaciones en paisajes heterogéneos es esencial entender cómo interactúan el movimiento de los organismos y la estructura del paisaje para determinar la conectividad[89]. De acuerdo con Bennett (1999), la funcionalidad de la conectividad se encuentra relacionada con factores como la escala en que una especie percibe y se desplaza dentro del medio ambiente, sus requisitos de hábitats y el grado de especialización del hábitat, su tolerancia ante hábitats alterados, la fase de vida y tiempos de los desplazamientos de dispersión, y la respuesta de la especie ante depredadores y competidores.

Baudry et al. (2003), integra ambos conceptos de conectividad, señalando que ésta es una medida de la estructura del paisaje y determina el movimiento de animales, plantas o la dispersión a nivel de paisaje; involucra la heterogeneidad espacial de la tierra, así como los requerimientos individuales de las especies en cuanto a área y distancia de dispersión.

Desde la ecología del paisaje, es posible estudiar la dinámica de los paisajes expresando su funcionamiento ecológico y las relaciones de sus componentes en el espacio; ya que como ciencia presenta dos componentes, uno geográfico y otro ecológico. Estudia las relaciones de los patrones espaciales y estructurales del territorio (objeto de la geografía) con los procesos y flujos que tienen lugar en el mismo (objeto de la ecología). Como punto de partida asume que la heterogeneidad espacio-temporal del paisaje, resultante de la interacción dinámica de las sociedades humanas con el medio, controla diversos movimientos y flujos de organismos, materia

[86] Bennett, 1998
[87] Noss 1990
[88] Taylor et al. 1993
[89] Goodwin 2003

y energía (Gurrutxaga 2004). Adopta por lo tanto, un enfoque integrado y sistémico de estudio del territorio, con una dimensión claramente transdisciplinar[90].

Las interacciones que determinan el funcionamiento ecológico del sistema territorial son responsables esenciales de la estructura de los paisajes y su dinámica. Recíprocamente, la estructura paisajística resultante, caracterizada por su heterogeneidad espacio-temporal, actúa controlando diversos procesos funcionales que tienen lugar, como son los distintos flujos de organismos, materia y energía. En esta línea, la ecología del paisaje se caracteriza por dar mayor relevancia a los procesos que, en la escala espacial y temporal, relacionan a los factores (vegetación, fauna, suelo, agua, etc.) y componentes (unidades espaciales) del paisaje, que a las características intrínsecas de los factores y componentes mismos[91].

Así, bajo la idea básica de que la ecología del paisaje analiza los patrones paisajísticos como resultado de la interacción dinámica entre las actividades antrópicas y la naturaleza, dicha disciplina integra el estudio de las relaciones entre las variaciones de los patrones espaciales del paisaje, sus causas y sus consecuencias sobre los procesos ecológicos. Concretamente, trata de estudiar tanto la manera en que las actividades antrópicas modifican los elementos que conforman el paisaje, sus características y sus relaciones espacio-funcionales, como la forma en que los organismos silvestres y los ciclos geoquímicos se comportan ante la calidad y disposición de dichos elementos[92].

La conectividad en el paisaje, enfocada a sus componentes biológicos, puede alcanzarse manejando el modelo paisajístico o manejando patrones específicos de hábitats adecuados.

Como una forma de evaluar la conectividad del área de estudio, se utilizó una metodología de medición basada en la resistencia, fricción o impedancia que oponen los diferentes usos del suelo al desplazamiento de las especies entre los fragmentos de hábitat. De esta manera, se analizaron las áreas que tienen mayor probabilidad de servir como corredores ecológicos, por la dominancia de coberturas con bosque natural[93].

De acuerdo con De Lucio et al. (2002), los modelos de dispersión o de conectividad, ya incorporados en los Sistemas de Información Geográfica, proporcionan mapas de distancias de coste que representan el esfuerzo o la dificultad que supone para una especie alcanzar cada punto del territorio desde los puntos de origen. A partir de estos mapas de conectividad pueden calcularse las rutas de mínimo coste entre los fragmentos con la incorporación de una medida de la resistencia de la matriz del paisaje al movimiento de las especies; para lo cual según De Lucio (2003), la cobertura terrestre se convierte en un mapa de la permeabilidad del paisaje en función de la distancia y de la permeabilidad de los distintos tipos de uso del suelo (resistencia al paso de los organismos o de las especies), a partir de las distancias de coste que representan el esfuerzo o la dificultad que supone para una especie alcanzar un punto del territorio desde los puntos de origen.

En este caso, la cobertura vegetal, se consideró como la principal variable que determina la función ecológica que una unidad de paisaje puede brindar a los organismos. Según Marull & Mallarach (2002) y Céspedes (2006), estas áreas determinan las superficies que por sus características intrínsecas y contextuales, deben preservarse y relacionarse mediante una red de

[90] Gurrutxaga & Lozano 2008b
[91] Gurrutxaga 2004
[92] Gurrutxaga 2004
[93] Ortiz, 2013

conectores que aseguren los flujos de materia, energía e información, indispensables para mantener su salud ecológico y/o alcanzar una mayor integridad. Las coberturas vegetales, representan una primera forma de aproximarse a la calidad del hábitat y a su vez, da una idea general de la presencia potencial de biodiversidad.

Se parte de la premisa que para una especie los hábitats forestales favorecen el desplazamiento y por tanto tienen baja resistencia, mientras que los espacios abiertos ofrecen resistencia a la dispersión (De Lucio et al. 2002). Los valores de resistencia se han asignado a cada categoría de cobertura en función de este criterio, con base en lo reportado por Sastre, De Lucio & Martínez (2002), como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3-66 - Valoración de resistencia para los diferentes tipos de cobertura terrestre

Tipo de cobertura	Valoración
Bosque denso Bosque fragmentado Bosque abierto Bosque de galería y/o ripario	1
Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	5
Bosque plantado de coníferas	8
Bosque plantado de latifoliadas	8
Mosaico de cultivos pastos y espacios naturales Mosaico de pastos y espacios naturales	10
Zonas de recuperación minera	15
Zonas verdesartificializadas, no agrícolas	20
Pastos arbolados	25
Pastos naturales Pastos enmalezados o enrastrojados	28
Pastos limpios	30
Fincas de recreo - parcelaciones	35
Cultivos permanentes	40
Mosaico de pastos y cultivos Mosaico de cultivos	50
Cultivos transitorios	60
Embalses y cuerpos de agua artificiales Tierras desnudas y degradadas Zonas deextracciónminerasyescombreras Zonas urbanizadas Zonasindustrialesocomercialesyredesdecomunicación	100

Fuente: Ortiz (2013).

El contexto paisajístico como una medida integrada del paisaje y la conectividad cercana al hábitat adyacentes a la ocurrencia, se analizó a partir de la métrica del paisaje, utilizando como herramienta el programa Conefor Sensino de 2.2, para evaluar la importancia de los fragmentos boscosos para el mantenimiento de la conectividad del paisaje. De esta manera es posible tener un indicador de la calidad del hábitat que un fragmento cualquiera puede ofrecer a los diferentes organismos (plantas y animales) de un área; permitiendo entender la estructura del paisaje.

La herramienta se basa en la teoría de grafos, la cual es un complemento de cómputo de gran alcance con otros enfoques que es capaz de superar las limitaciones computacionales que aparecen cuando se trata de grandes conjuntos de datos, es decir de un gran número de parches,

como es el caso de la conectividad del paisaje, que tiene un significado funcional, y por lo tanto tiene que ser medido, a grandes escalas[94].

El índice empleado para incluir la capacidad de respuesta a los cambios relevantes del paisaje (como pérdida de hábitat) y la identificación de las áreas hábitats más importantes para el mantenimiento de la conectividad del paisaje es el propuesto por Saura & Pascual (2007): Probabilidad de conectividad (PC), el cual se basa en el concepto de disponibilidad de hábitat, probabilidad de dispersión entre parches y estructuras de grafos.

$$PC = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} a_i \times a_j \times P_{ij}^*}{A_L^2}$$

Dónde:

n = número total de hábitats nodos en el paisaje
ai y aj = atributos de los nodos i y j, para este caso área de los fragmentos
AL = máximo atributo del paisaje (área)
Pij* = probabilidad máxima del producto de todas las rutas entre los parches i y j
PC es un índice de disponibilidad de hábitat que integra la cantidad de hábitat y conectividad en una sola medida; permitiendo identificar los elementos del paisaje más críticos para el mantenimiento de la conectividad, desde una perspectiva de disponibilidad de hábitat[95].

Dicho indicador se calculó para los dos escenarios: con y sin proyecto.

3.3.2.3.2 Resultados

Los resultados de PC para los dos escenarios (con y sin proyecto), muestran el grado de conectividad del hábitat del área de estudio.

De acuerdo con esto, para ambos escenarios los fragmentos de bosque evaluados en su mayoría (81) son de baja importancia para la conectividad, al reportar valores menores a 1 en PC (Ver tabla 3.3). En términos generales, para ambos escenarios existe una alta probabilidad que dos puntos en el paisaje del área de estudio se encuentren interconectados, es decir, que se alcance un fragmento de bosque natural.

Por lo anterior, se infiere que la afectación del proyecto sobre el área de estudio no genera graves impactos sobre la fragmentación del paisaje que conlleve a un cambio abrupto en el contexto paisajístico; lo cual se evidencia en la localización puntual de las áreas a intervenir..

Tabla 3-67 - Índice de PC para los fragmentos de bosque en los dos escenarios evaluados

Sin proyecto		Con proyecto	
Nodo	dPC	Nodo	dPC
1	2,67435	1	2,720
2	0,2792344	2	0,284
3	1,707375	3	0,444
4	0,4365549	4	0,273
5	0,2682525	5	1,708
6	1,679616	6	0,165
7	0,1622303	7	2,311

[94] Pascual & Saura 2006
[95] Saura & Pascual 2007

Sin proyecto		Con proyecto	
Nodo	dPC	Nodo	dPC
8	0,0993625	8	1,872
9	2,271944	9	0,845
10	1,840296	10	0,025
11	0,1165855	11	0,172
12	0,8304372	12	1,482
13	0,0243604	13	4,278
14	0,1689477	14	0,118
15	1,457127	15	1,338
16	4,206549	16	0,232
17	0,1156533	17	0,070
18	2,570651	18	0,336
19	1,315706	19	0,662
20	0,2284385	20	0,035
21	0,0683839	21	0,123
22	0,3305128	22	0,260
23	0,6510606	23	4,806
24	0,0346308	24	0,008
25	0,1204643	25	0,231
26	0,255975	26	0,135
27	4,726274	27	1,868
28	0,0078788	28	0,052
29	0,2274449	29	4,418
30	0,1327173	30	0,808
31	1,837005	31	0,145
32	0,0515393	32	1,476
33	4,344842	33	2,507
34	0,7943048	34	0,214
35	0,1429459	35	2,720
36	1,451432	36	0,305
37	2,465015	37	0,532
38	0,2107723	38	0,576
39	2,67421	39	1,671
40	0,2998494	40	0,122
41	0,5229394	41	0,032
42	0,56597	42	0,319
43	1,642994	43	0,046
44	0,1197524	44	0,144
45	0,0310567	45	0,004
46	0,3136244	46	0,102
47	0,0452139	47	1,057
48	0,1416928	48	0,139
49	0,0038631	49	0,042
50	0,100379	50	0,175
51	1,039426	51	1,116
52	0,1367011	52	0,005
53	0,0409417	53	6,790
54	0,1719937	54	0,009

Sin proyecto		Con proyecto	
Nodo	dPC	Nodo	dPC
55	1,097092	55	0,012
56	7,026707	56	0,791
57	10,5622	57	0,698
58	0,0046595	58	0,083
59	6,678314	59	0,311
60	0,0085806	60	0,071
61	0,0121012	61	0,020
62	0,7773069	62	0,054
63	0,6859983	63	0,247
64	0,0815353	64	0,029
65	0,3061024	65	0,047
66	0,0697156	66	0,125
67	0,0192925	67	0,080
68	0,0527034	68	0,186
69	0,2423703	69	0,174
70	0,0280577	70	0,050
71	0,0465772	71	0,079
72	0,1231144	72	0,135
73	0,0789849	73	0,137
74	0,1825711	74	0,005
75	0,1711641	75	0,024
76	0,0487804	76	1,994
77	0,0781029	77	0,310
78	0,1322546	78	0,292
79	0,134758	79	0,000
80	0,0052362	80	0,023
81	0,0238934	81	0,868
82	1,960314	82	0,398
83	0,305275	83	1,381
84	0,2875489	84	0,535
85	0,0001286	85	0,152
86	17,3644	86	0,224
87	0,0228554	87	1,073
88	0,853853	88	0,575
89	0,391163	89	0,105
90	1,357471	90	5,235
91	0,5256162	91	11,279
92	0,1491142	92	0,695
93	0,2205567	93	0,322
94	1,055273	94	0,064
95	0,5650626	95	0,163
96	0,1035734	96	0,236
97	1,106252	97	0,435
98	56,22874	98	0,177
99	5,169616	99	3,585
100	11,09554	100	0,267
101	0,6833762	101	0,886

Sin proyecto		Con proyecto	
Nodo	dPC	Nodo	dPC
102	0,31702	102	0,560
103	0,0626594	103	3,587
104	0,1602331	104	1,736
105	0,2323892	105	0,016
106	0,4277895	106	0,033
107	0,1742688	107	2,523
108	3,525068	108	7,145
109	0,2629195	109	10,738
110	0,870752	110	17,647
111	0,5506855	111	1,125
112	3,527085	112	3,227
		113	52,309
		114	0,568

Fuente: Consorcio SIGA – PLYMA

A modo de síntesis en la siguiente figura, se presentan las rutas de menor costo para la conectividad de la zona. Estas rutas pueden ser empleadas como posibles áreas de compensación forestal para mejorar la conectividad del área de estudio, sí se utilizan especies nativas de valor ecológico para la diversidad.

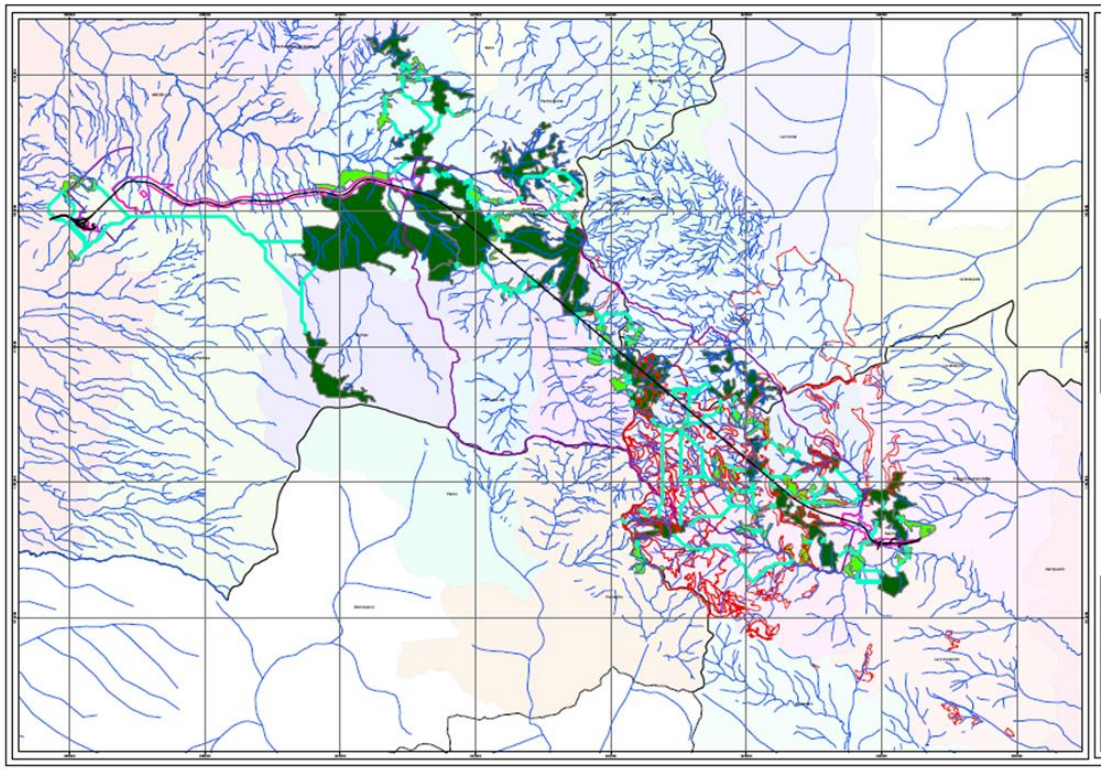


Figura 3-140 - Rutas de menor costo de viaje para el escenario con proyecto

Los resultados anteriores permiten definir las áreas más importantes para la conservación; siendo el sector de La Aguada el más representativo por presentar características ecológicas que permiten mantener la funcionalidad en el paisaje, por contener los fragmentos de bosque en

mejores condiciones, lo cual se refleja en la existencia de fragmentos de mayor tamaño, con menor efecto de borde que se refleja en el área interior que poseen y en que las rutas de conectividad para mantener la conectividad son relativamente cortas entre los fragmentos.

Por otro lado, los fragmentos que hacen parte de la Reserva Forestal Protectora Nare, la conectividad es baja, ya que su vegetación se encuentra muy intervenida, lo cual refleja menores condiciones para el mantenimiento de la funcionalidad del paisaje y se denota en la presencia de fragmentos de menor área, con una gran influencia de efecto de borde (la mayoría de los fragmentos no poseen área núcleo). Esto se valida además con las rutas de menor costo para mejorar la conectividad, ya que deben ser más largas que las definidas en el sector anteriormente explicado.

Esto permite enfocar los esfuerzos de compensación, tanto de conservación, como de recuperación, en las áreas de mayor y menor funcionalidad, respectivamente.

En la siguiente figura se señalan en color verde las áreas de mayor valor para la conservación y en color rojo las de mayor importancia para la recuperación que pueden tenerse en cuenta al momento de aplicar el plan de compensación por pérdida de biodiversidad:

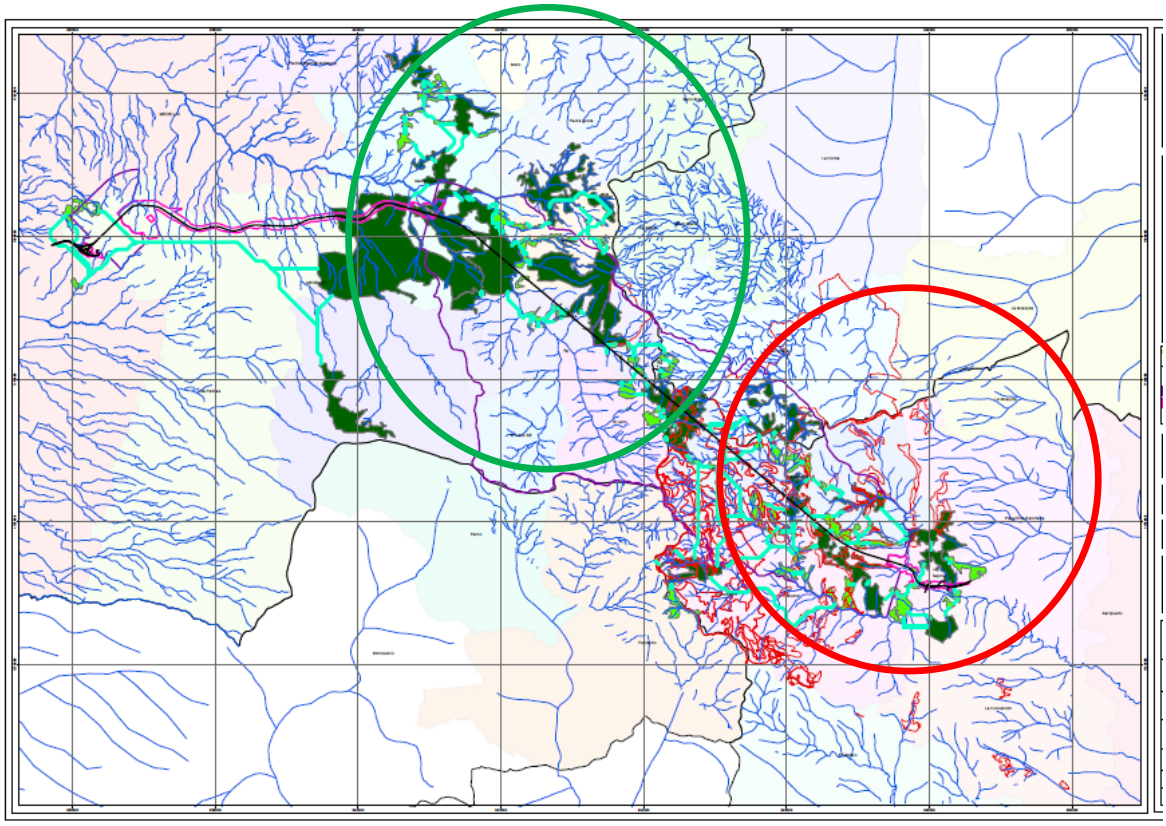


Figura 3-141 - Áreas de mayor y menor funcionalidad ecológica

Los resultados anteriores permiten definir las áreas más importantes para la conservación; siendo el sector de La Aguada el más representativo por presentar características ecológicas que permiten mantener la funcionalidad en el paisaje, por contener los fragmentos de bosque en mejores condiciones, lo cual se refleja en la existencia de fragmentos de mayor tamaño, con

menor efecto de borde que se refleja en el área interior que poseen y en que las rutas de conectividad para mantener la conectividad son relativamente cortas entre los fragmentos.

3.3.3 Ecosistemas acuáticos

3.3.3.1 Asociación de los macroinvertebrados acuáticos en el Área de Influencia directa puntual y local

Introducción

Los macroinvertebrados son el componente animal de los sistemas lóticos[96] y juegan un papel importante en la red trófica de sistemas dulceacuícolas controlando la cantidad y distribución de sus presas y constituyendo una fuente alimenticia para consumidores terrestres y acuáticos[97], e igualmente, al acelerar la descomposición de detritos[98] y contribuir al reciclaje de nutrientes[99].

Los macroinvertebrados acuáticos son empleados como indicadores biológicos o bioindicadores, debido a que son organismos claves y sencillos para determinar con relativa rapidez la calidad de agua de un ecosistema[100]. Además, poseen una variedad de ventajas en comparación a los métodos analíticos físico químicos[101], debido principalmente a los bajos costos, alta sensibilidad a diferentes grados de contaminación y alteración de los cauce de los ríos, cuya composición y estructura de las comunidades bentónicas dan una respuesta integradora a todos los factores que componen o alteran al ecosistema (Goitia & Maldonado 1992, Alba-Tercedor 1996, Thorne & Williams 1997).

3.3.3.1.1 Área de influencia directa puntual

3.3.3.1.1.1 Composición del ensamble de macroinvertebrados

La cuenca Yerbabuena presentó una captura de 15 individuos agrupados en 7 órdenes, 10 familias y 11 taxones, mientras en la vía cielo abierto occidental se capturaron 309 individuos clasificados en 13 órdenes, 34 Familias, y 42 taxones, en las corrientes superficiales de la cuenca Santa Elena se colectaron 342 individuos que se agrupan en 11 órdenes, 23 familias y 28 taxones. Finalmente para los puntos de la cuenca Rionegro se capturaron 13 órdenes, 23 familias y 29 taxones.

Tabla 3-68 - Macroinvertebrados acuáticos del área de Influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente (Cuenca Yerbabuena).

Yerbabuena				
Orden	Familia	*Género*	CA13	CA14
Malacostraca	Pseudothelpusidae	s.d		1
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	s.d		
Planariidae	Dugesiidae	*Girardia*		2
Basommatophora	Physidae	*Physa*		
Coleoptera	Dytiscidae	s.d		1

[96] Esteves, 1988
[97] Wade, *et al*., 1989
[98] Wallace & Webster, 1996
[99] Wallace, *et al*., 1997
[100] Gutiérrez 2007
[101] Thorne & Williams 1997

Odonata	Polythoridae	*Polythore*	2	
Diptera	Tipulidae	*Molophilus*	1	
		Tipula	3	
	Chironomidae	s.d		3
	Stratiomyidae	s.d	1	
	Simuliidae	*Simulium*		1
Individuos totales			7	8
Numero de taxones			4	5

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Tabla 3-69 - Macroinvertebrados acuáticos del área de Influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente (Vía Cielo Abierto occidental)

Cielo Abierto														
Orden	Familia	*Género*	CA 1	CA 2	CA 3	CA 4	CA 5	CA 6	CA 7	CA 8	CA 9	CA1 0	CA1 1	CA1 2
Amphipoda	Hyalellidae	Hyalella										2	14	6
Malacostraca	Pseudothelpusidae	s.d						1		1			3	
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	s.d										1		
Planariidae	Dugesiidae	*Girardia*	1	2							1			1
Veneroida	Sphaeriidae	s.d						1						
Basommatophora	Physidae	*Physa*										4		
Collembola	Isotomidae	*Isotomuros*								1				1
Coleoptera	Dytiscidae	s.d												1
	Elmidae	*Heterelmis*		1					1					
		Macrelmis		1										
		Phanocerus	1											
	Staphylinidae	*Stenus*		1					1					4
	Psephenidae	*Psephenops*			5									
	Ptilodactylidae	*Tetraglossa*	1				7			10				1
	Hydrophilidae	s.d												1
Hemiptera	Gerridae	*Potomobates*						1					1	
	Vellidae	*Rhagovelia*			3			12		9				
	Naucoridae	s.d							1					
Trichoptera	Calamoceratidae	*Phylloicus*								1				
	Leptoceridae	*Nectopsyche*						1						
	Hydropsychidae	*Leptonema*	17	6		4								
		Smicridea	2	6			2	1	3	2	5			15
	Hydrobiosidae	*Atopsyche*	3											
Odonata	Coenagrionidae	*Argia*									7			
	Libellulidae	s.d						2			2			
		Orthemis											1	
	Megapodagrionidea	*Megapodagrion*										1		
	Polythoridae	*Polythore*	1			3			1	1				

Cielo Abierto														
Orden	Familia	*Género*	CA 1	CA 2	CA 3	CA 4	CA 5	CA 6	CA 7	CA 8	CA 9	CA1 0	CA1 1	CA1 2
	Aeshnidae	*Aeshna*									1			
Ephemeroptera	Baetidae	*Baetodes*	1											
	Leptophlebiidae	*Terpides*				6	1							
		Atopophlebia			1									
Diptera	Tipulidae	*Limonia*						2					1	
		Hexatoma						1			1			1
		Molophilus	1											
		Tipula		4				2	3			1	1	6
	Chironomidae	s.d	8	7			9	10	6	4	4	1	1	19
	Tabanidae	*Tabanus*												8
	Stratiomyidae	s.d												1
	Dolichopodidae	*Rhaphium*					1							
	Muscidae	*Limnophora*							1					2
	Simuliidae	*Simulium*	1	2										
Individuos totales			37	30	9	13	20	34	17	29	21	10	22	67
Numero de taxones			11	9	3	3	5	11	8	8	7	6	7	14

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Tabla 3-70 - Macroinvertebrados acuáticos del área de Influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente (Cuenca Santa Elena).

Cuenca Santa Elena				
Orden	Familia	*Género*	SE23	SE24
Planariidae	Dugesiidae	*Girardia*	7	
Veneroida	Sphaeriidae	s.d		
Neotaenioglossa	Hydrobiidae	s.d	1	
Collembola	Isotomidae	*Isotomuros*	1	1
Plecoptera	Perlidae	*Anacroneuria*	1	7
Coleoptera	Elmidae	*Macrelmis*	1	
		Phanocerus	4	2
	Staphylinidae	*Stenus*		
	Psephenidae	*Psephenops*		2
	Lampyridae	*s.d*		
	Ptilodactylidae	*Tetraglossa*		7
	Gyrinidae	*Andogyrus*		
	Hydrophilidae	*s.d*	2	1
	Scirtidae	*Scirtes*		1
Hemiptera	Gerridae	*Rhagovelia*	8	1
Trichoptera	Hydropsychidae	*Leptonema*	117	3
		Smicridea	70	1

Cuenca Santa Elena				
Orden	Familia	*Género*	SE23	SE24
	Helicopsychidae	*Helicopsyche*	35	1
		Ochrotrichia	9	
	Glossosomatidae	*s.d*		35
Odonata	Polythoridae	*Cora*	1	
Ephemeroptera	Baetidae	*Baetodes*		5
	Leptophlebiidae	*Thraulodes*		1
Diptera	Tipulidae	*Limonia*	2	
		Molophilus		1
		Tipula	1	
	Chironomidae	*s.d*	9	2
	Simuliidae	*Simulium*	2	
Individuos totales			271	71
Numero de taxones			17	16

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Tabla 3-71 - Macroinvertebrados acuáticos del área de Influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente (Cuenca Rionegro)

Cuenca Rionegro					
Orden	Familia	*Género*	S8	S9	S10
Haplotaxida	Haplotaxidae	s.d	1	1	
Glossiphoniiformes	Glossiphonidae	s.d		1	
Planariidae	Dugesiidae	*Girardia*			1
Veneroida	Sphaeriidae	s.d		1	
Basommatophora	Lymnaeidae	Lymnaea	8	1	
Basommatophora	Physidae	*Physa*			1
Acari	s.d	s.d		2	1
Coleoptera	Elmidae	*Heterelmis*		6	9
		Huleechius			2
	Hydrophilidae	s.d		1	
Hemiptera	Gerridae	*Eurygerris*		6	
	Vellidae	s.d		1	
Trichoptera	Leptoceridae	s.d			1
	Hydropsychidae	*Leptonema*	27		3
		Smicridea	2	4	1
	Hydrobiosidae	*Atopsyche*	3		
	Glossosomatidae	*s.d*			2
Odonata	Calopterygidae	*Hetaerina*			1
	Libellulidae	*s.d*		1	
Ephemeroptera	Baetidae	*sp*	1		
		Baetodes	5		73

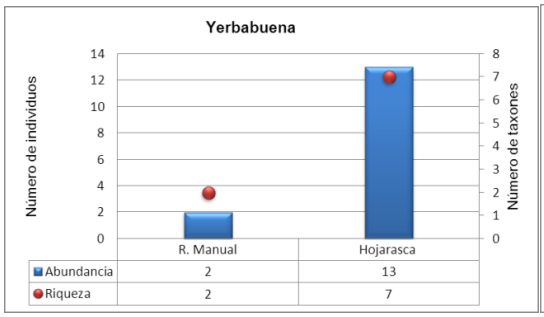
Cuenca Rionegro					
Orden	Familia	*Género*	S8	S9	S10
		Camelobaetidius			45
Diptera	Tipulidae	*Maruina*			1
		Limonia	1		
		Tipula	2	1	
	Chironomidae	*s.d*	42	4	17
	Dolichopodidae	*Rhaphium*		2	
	Psychodidae	*s.d*			2
	Simuliidae	*Simulium*	84	23	3
Individuos totales			176	55	163
Numero de taxones			11	15	16

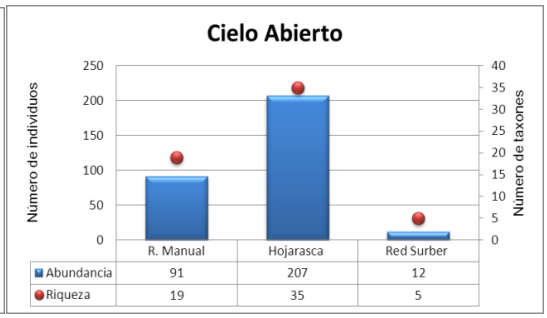
Fuente: Consorcio Siga-Plyma

3.3.3.1.1.2 Abundancia por método de colecta

Se emplearon tres métodos de muestreo donde el más eficiente fue la colecta en hojarasca por medio de la red D-Net, seguida de la recolección manual y por último la colecta mediante la red surber.

En la cuenca Yerbabuena con la técnica de hojarasca se recolectaron 13 individuos distribuidos en 7 taxones, 2 individuos en la recolección manual distribuidos en 55 taxones; en la vía a cielo abierto occidental se capturaron 207 individuos con una riqueza de 35 taxones, 91 individuos en 19 taxones para la recolección manual y solo 12 macroinvertebrados para la red surber. Para la cuenca de santa Elena portal occidental se recolectaron 148 individuos distribuidos en 37 taxones: en colecta manual 106 en 8 taxones y 88 individuos para la red surber distribuidos en 18 taxones. En la cuenca Rionegro se colectaron 194 individuos con Hojarasca distribuidos en 58 taxones, 179 individuos con recolección manual, en 18 taxones y 21 solo para red surber.





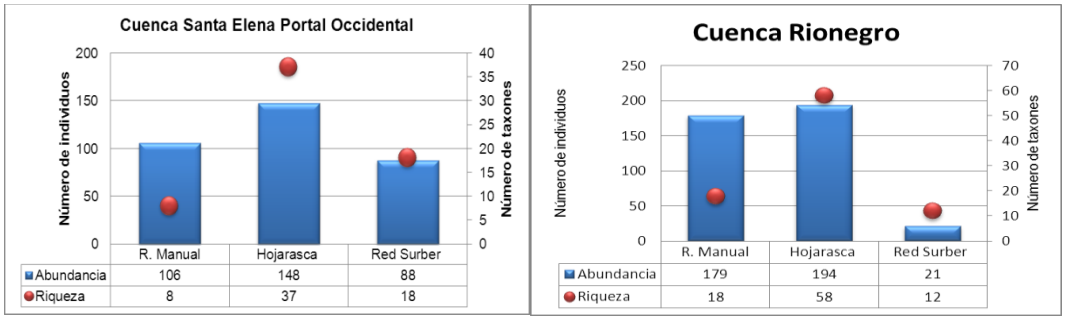
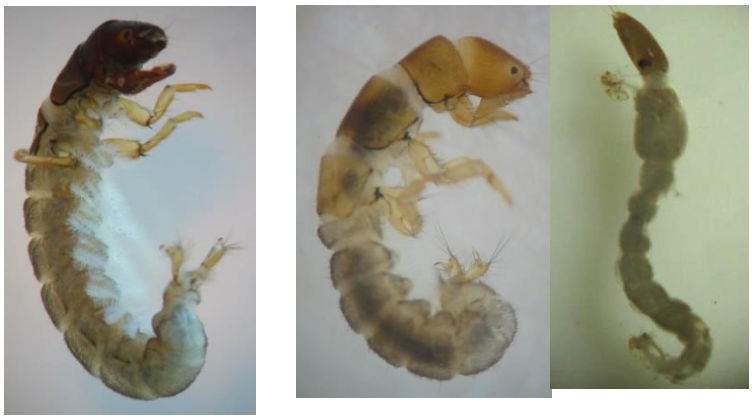


Figura 3-142 . Abundancia y riqueza según el método de colecta para las cuatro cuencas muestreadas.

Los taxones que registraron el mayor número de individuos para la cuenca Rionegro fueron: Chironomidae s.d y Tipulidae con 3 individuos en cada estación, para la vía de cielo abierto occidental Chironomidae s.d (72 individuos), el trichoptero *Smicridea* (36 individuos) y *Leptonema* con 27 individuos, de los cuales 17 se capturaron en CA1. Para los puntos ubicados en el Portal Oriental los géneros más representativos fueron *Leptonema* (120 individuos) *Smicridea* (71 individuos) *Helicopsyche* (36 individuos). A continuación se describen algunas características generales de los taxones que presentaron mayor número de individuos.

Los trichopteros *Leptonema y Smicridea* de la familia Hydropsychidae fueron abundantes, habitan en aguas corrientes con mucha vegetación; toleran aguas con un poco de contaminación; muy abundantes y son indicadores de aguas oligotróficas a eutróficas[102]. En la siguiente foto se presenta el registro de algunos de los taxones más abundantes para este muestreo.



Leptonema *Smicridea* Chironomidae

Figura 3-143 - Algunos macroinvertebrados abundantes en las estaciones de muestreo en la zona de influencia directa puntual del proyecto conexión vial Aburrá-Oriente.

3.3.3.1.1.3 Descriptores de diversidad del ensamble de macroinvertebrados

La diversidad de Shannon-Weiner (H´) para la cuenca Yerbabuena estuvo dominada por el sitio Ye2 (Quebrada La Loma 2) con 0.65 nats/ind, en este lugar fue donde más taxones se encontraron (5); sin embargo los índices ecológicos no presentaron grandes diferencian en los puestos analizados de esta cuenca (Ver tablas y figuras siguientes)

[102] Roldán, 1988

Tabla 3-72 - Índices ecológicos del ensamble de macroinvertebrados en el área de influencia directa local del proyecto conexión vial Aburrá-Oriente (cuenca Yerbabuena).

Yerbabuena		
Indice	Ye1	Ye2
Diversidad (H')	0,56	0,65
Equidad (J')	0,92	0,93
Dominancia (D)	0,19	0,14
Riqueza	4	5

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

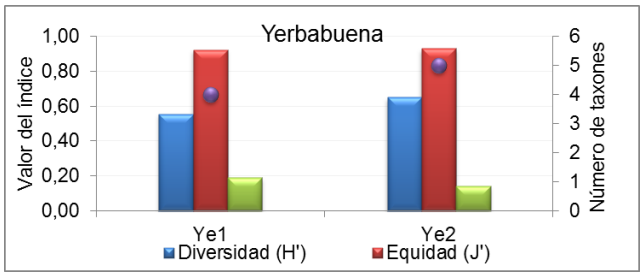


Figura 3-144 - Índices de diversidad, equidad, dominancia y riqueza para los macroinvertebrados del área de influencia directa local del protecto conexión vial Aburrá-Oriente (cuenca Yerbabuena).

Tabla 3-73 - Índices ecológicos del ensamble de macroinvertebrados en el área de influencia directa local del proyecto conexión vial Aburrá-Oriente (sector vía a cielo abierto occidental).

Cielo Abierto occidental												
Indice	CA1	CA2	CA3	CA4	CA5	CA6	CA7	CA8	CA9	CA10	CA11	CA12
Diversidad (H')	0,75	0,85	0,41	0,46	0,55	0,80	0,79	0,72	0,73	0,70	0,55	0,91
Equidad (J')	0,72	0,89	0,85	0,96	0,78	0,77	0,87	0,80	0,87	0,90	0,65	0,79
Dominancia (D)	0,25	0,14	0,36	0,31	0,31	0,20	0,15	0,22	0,18	0,16	0,41	0,15
Riqueza	11	9	3	3	5	11	8	8	7	6	7	14

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

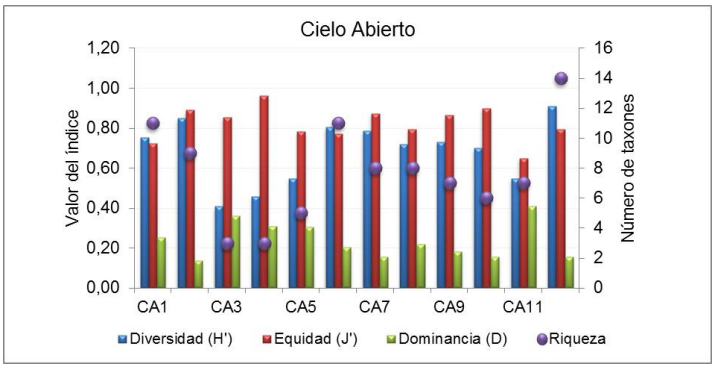


Figura 3-145 - Índices de diversidad, equidad, dominancia y riqueza para los macroinvertebrados del área de influencia directa local del proyecto conexión vial Aburrá-Oriente (vía cielo abierto occidental).

El número de taxones en cada estación es muy similar entre 17 y 16 respectivamente, pero, se encontró una mayor diversidad en la estación SE24 (Q. La Bocaná) con 0,83nats/ind, de igual

manera la equidad fue alta (0,69nats/ind), mientras los valores de dominancia y riqueza no variaron drasticamente (ver tablas siguientes).

Tabla 3-74 - Valores de los índices ecológicos del ensamble de macroinvertebrados encontrados en las estaciones de muestreo de la cuenca Santa Elena Portal Occidental en la zona de influencia drecta puntual del proyecto Conexión Vial Aburra Oriente.

Índice	Cuenca Santa Elena Portal Occidental	
	SE23	SE24
Diversidad (H')	0.74	0.83
Equidad (J')	0.60	0.69
Dominancia (D)	0.27	0.26
Riqueza	17	16

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

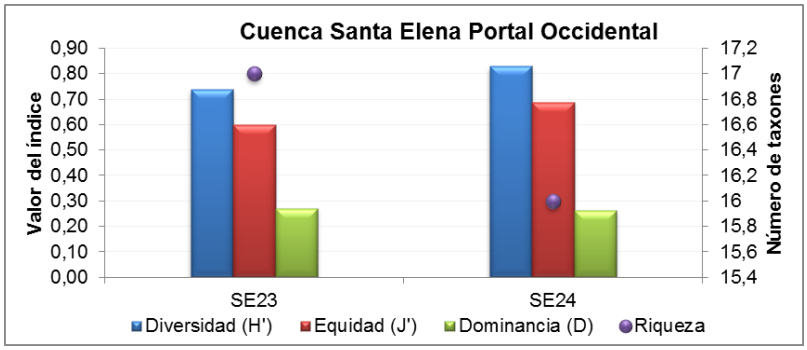


Figura 3-146- Descriptores de diversidad alfa de macroinvertebrados del área de influencia directa puntual (Cuenca Santa Elena Portal occidental).

La mayor diversidad la presento la estación S9 con 0.89 nats/ind al igual que la equidad, la dominancia fue mayor en la estación S8 con un valor de 0,31 con 11 taxones.

Tabla 3-75 - Valores de los índices ecológicos del ensamble de macroinvertebrados encontrados en las estaciones de muestreo de la cuenca Rionegro en la zona de influencia directa puntual del proyecto Conexión Vial Aburra Oriente.

Índice	S8	S9	S10
Diversidad (H')	0.64	0.89	0.71
Equidad (J')	0.62	0.76	0.59
Dominancia (D)	0.31	0.20	0.29
Riqueza	11	15	16

Fuente: Elaboración propia Consorcio Siga-Plyma

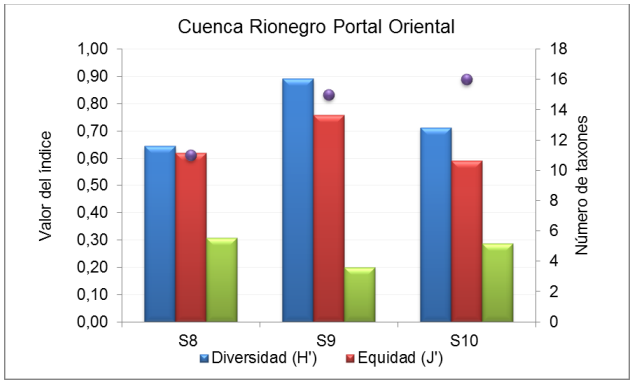


Figura 3-147 - Descriptores de diversidad alfa de macroinvertebrados del área de influencia directa puntual (Cuenca Rionegro Portal oriental)

3.3.3.1.1.4 Diversidad beta

En la zona de la vía a cielo abierto occidental, se puede observar como las mayores similaridades las obtuvieron CA2 (Quebrada La Espadera parte baja) y CA7 (Quebrada Caunces aguas arriba) con 59.57 %, estos lugares comparten cinco taxones, al sitio CA2 se les adiciona CA1(Quebrada La Espadera aguas arriba del eje) con una similitud 50.75%, sitios que comparten cinco taxones destacándose el género Leptonema; CA5 (Quebrada La Pastora aguas abajo) y CA8 (Quebrada Caunces aguas abajo), son otro grupo conformado y tienen una similitud de 53.06%, compartiendo tres taxones; Las menores similitudes las obtienen los sitios CA10 (Quebrada La India aguas abajo) y CA11 (Quebrada La Cangreja) con 25 % y compartiendo tres taxones con muy pocos individuos; CA3 (Quebrada El Chupadero aguas arriba) se separa y obtiene su mayor similitud con CA8 (15.79%) donde solo comparte un taxón (Rhagovelia), este sitio registró el menor número de taxones e individuos (nueve individuos en tres taxones).

Tabla 3-76 - Matriz de similaridad de Bray-Curtis para los macroinvertebrados entre las estaciones de muestreo ubicadas en Cielo Abierto en la zona de influencia directa puntual del proyecto conexión vial Túnel Aburrá-Oriente.

Cielo Abierto												
Estación	CA1	CA2	CA3	CA4	CA5	CA6	CA7	CA8	CA9	CA10	CA11	CA12
CA1	*	50.75	0.00	20.00	38.60	25.35	33.33	24.24	24.14	4.26	3.39	23.08
SA2	*	*	0	18.60	36.00	31.25	59.57	20.34	39.22	10.00	7.69	39.18
CA3	*	*	*	0.00	0.00	13.95	0.00	15.79	0.00	0.00	0.00	0.00
CA4	*	*	*	*	6.06	0.00	6.67	4.76	0.00	0.00	0.00	0.00
CA5	*	*	*	*	*	37.04	43.24	53.06	29.27	6.67	4.76	27.59
SA6	*	*	*	*	*	*	35.29	47.62	29.09	9.09	17.86	27.72
SA7	*	*	*	*	*	*	*	30.43	36.84	14.81	10.26	33.33
SA8	*	*	*	*	*	*	*	*	24.00	5.13	7.84	16.67
SA9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6.45	4.65	25.00
SA10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	25.00	10.39
SA11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	17.98
SA12	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

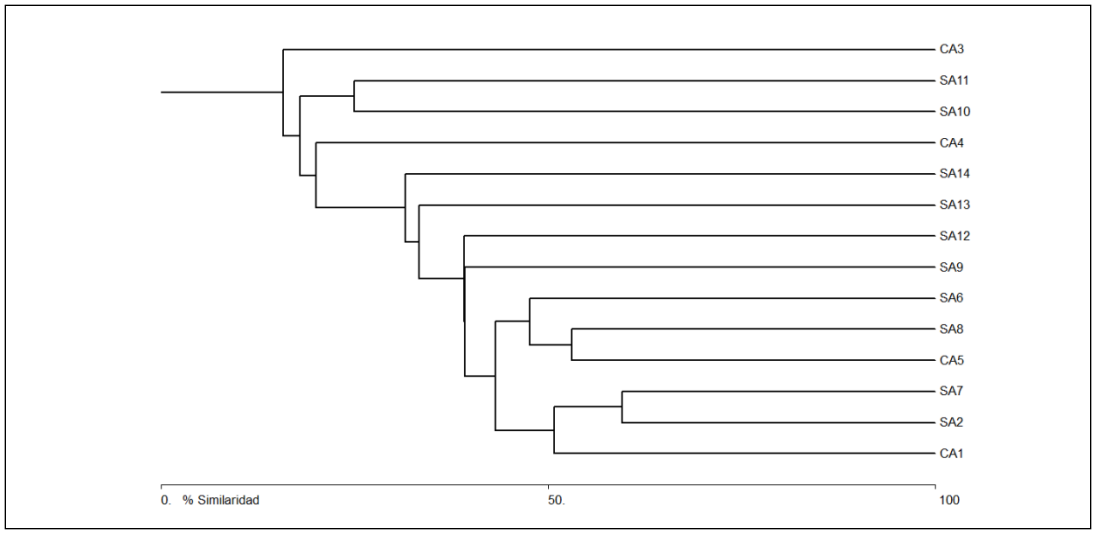


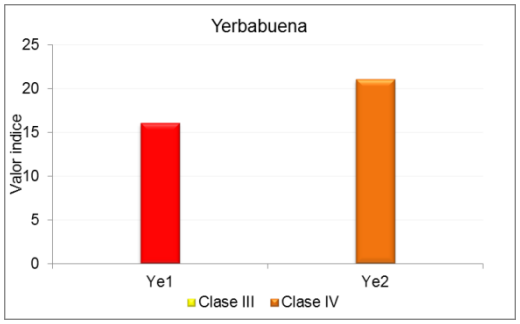
Figura 3-148 - Análisis de Bray-Curtis para los macroinvertebrados presentes entre las estaciones de muestreo ubicadas en la vía Cielo Abierto occidental del proyecto conexión vial túnel Aburrá-Oriente.

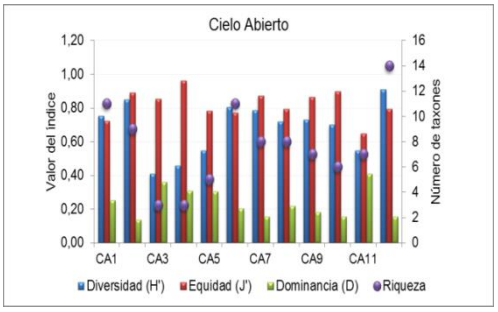
3.3.3.1.1.5 Índice BMPW/Col

Se calculó el índice BMWP/Col para cada uno de los sitios de muestreo. Este método califica a cada familia de macroinvertebrados asignándole un valor de 1 a 10 de acuerdo con el grado de sensibilidad a la contaminación, siendo las familias con valor 1 las que toleran las condiciones más malas de calidad del agua. De acuerdo con el puntaje obtenido para cada punto, se califica la calidad del agua y su significado ecológico.

En general, en la mayoría de las estaciones de muestreo se observó un bajo nivel del agua, lo cual hace que los sustratos queden en su mayoría expuestos dificultando la utilización de elementos de recolecta; por lo tanto, podría ser que los resultados del índice obedezcan más a dicha dificultad que a las características de calidad del agua. Sin embargo, es importante anotar, que en la zona de estudio hay actividad agrícola e intervención antrópica que contribuyen al deterioro de estos ambientes.

En la siguiente tabla se presenta la calificación del índice de calidad ambiental BMWP/Col y en la siguiente figura se grafican los resultados de la aplicación de dicho índice para las cuencas muestreadas dentro del área de influencia puntual.





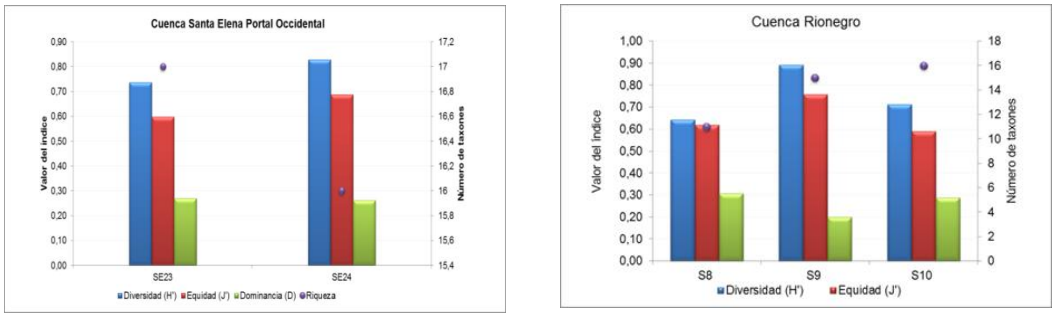


Figura 3-149 - Índice BMWP/Col1 para las estaciones de muestreo en el Área de Influencia Directa Puntual en enero y febrero de 2013

Tabla 3-77 - Valores obtenidos para el BMWP/Col1 en las estaciones de muestreo del Área de Influencia Directa Puntual del proyecto Conexión Vial Aburra-Oriente

Familia	Yerbabuena		Vía Cielo Abierto												Cuenca Rionegro			Santa Elena Portal Occidental	
	Ye1	Ye2	CA1	CA2	CA3	CA4	CA5	CA6	CA7	CA8	CA9	CA10	CA11	CA12	S8	S9	S10	SE23	SE24
Hyalellidae												7	7	7					
Pseudothelpusidae		8						8		8			8						
Glossiphoniidae												4				4			
Dugesiidae		6	6	6							6			6			6	6	
Sphaeriidae								8								8			
Physidae												3					3		
Isotomidae										2				2				2	2
Elmidae			7	7					7							7	7	7	7
Staphylinidae				6					6					6					
Psephenidae					10														10
Ptilodactylidae			10				10			10				10					10
Hydrophilidae														3		3		3	3
Naucoridae									8										
Calamoceratidae										8									
Leptoceridae								8									8		
Hydropsychidae			7	7		7	7	7	7	7	7			7	7	7	7	7	7
Hydrobiosidae			9												9				
Coenagrionidae											7								
Libellulidae								5			5		5			5			
Megapodagrionidae												6							

Familia	Yerbabuena		Vía Cielo Abierto												Cuenca Rionegro			Santa Elena Portal Occidental	
	Ye1	Ye2	CA1	CA2	CA3	CA4	CA5	CA6	CA7	CA8	CA9	CA10	CA11	CA12	S8	S9	S10	SE23	SE24
Polythoridae	10		10			10			10	10								10	
Aeshnidae											6								
Baetidae			7												7		7		7
Leptophlebiidae					9	9	9												9
Tipulidae	3		3	3				3	3		3	3	3	3	3	3	3	3	3
Chironomidae		2	2	2			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Tabanidae														5					
Stratiomyidae	3													3					
Dolichopodidae							4									4			
Muscidae									4					4					
Simuliidae		5	5	5											5	5	5	5	
Haplotaxida															1	1			
Lymnaeidae															8	8			
Glossosomatidae																	7		
Calopterygidae																	7		
Psychodidae																	2		
Hydrobiidae																		7	
Perlidae																		10	10
Scirtidae																			4
Helicopsychidae																		8	8
Hydroptilidae																		8	
Glossosomatidae																			7
BMWP/Col[1]	16	21	66	36	19	26	32	41	47	47	36	25	25	58	42	57	64	78	89

Familia	Yerbabuena		Vía Cielo Abierto												Cuenca Rionegro			Santa Elena Portal Occidental	
	Ye1	Ye2	CA1	CA2	CA3	CA4	CA5	CA6	CA7	CA8	CA9	CA10	CA11	CA12	S8	S9	S10	SE23	SE24
Significado	Clase V Aguas fuertemente contaminadas	Clase IV Aguas muy contaminadas	Clase III Aguas moderadamente contaminadas	Clase IV Aguas muy contaminadas	Clase V Aguas fuertemente contaminadas	Clase IV Aguas muy contaminadas	Clase IV Aguas muy contaminadas	Clase IV Aguas muy contaminadas	Clase III Aguas moderadamente contaminadas	Clase III Aguas moderadamente contaminadas	Clase IV Aguas muy contaminadas	Clase IV Aguas muy contaminadas	Clase IV Aguas muy contaminadas	Clase III Aguas moderadamente contaminadas	Clase IV Aguas muy contaminadas	Clase III Aguas moderadamente contaminadas	Clase III Aguas moderadamente contaminadas	Clase II Ligeramente contaminadas	Clase II Ligeramente contaminadas

En la cuenca yerbabuena las aguas se clasifican entre fuertemente contaminadas y muy contaminadas, para la vía cielo abierto occidental solo las estaciones CA1, CA7 y CA8, presentan aguas moderadamente contaminadas las demás están contaminadas. Para las estaciones de la quebrada Rionegro solo tiene contaminación moderada, y finalmente en la cuenca Santa Elena en la estación SE23 La Aguadita se clasifica como ligeramente contaminadas.

3.3.3.1.1.6 Conclusiones

Para la captura de organismos se utilizaron tres métodos de muestreo, siendo el más eficiente la colecta en hojarasca por medio de la red D-Net, con este método se capturaron 551 individuos, seguida de la recolección manual con 391 individuos y por último la colecta por medio de la red surber con 134 organismos.

En la zona vía a cielo abierto occidental la diversidad estuvo dominada por el sitio CA12 (Quebrada La Cangreja aguas abajo) con 0.92 nats/ind, en este lugar fue donde más taxones se encontraron (14); CA2 (Quebrada Espadera aguas abajo) obtuvo la menor dominancia (0.14) y la menor diversidad (0.41) se registró en CA3 (Quebrada El Chupadero aguas arriba) y CA4 (Quebrada Cañada Negra), ambas con tres taxones; Quebrada Cañada Negra obtuvo la mayor equidad (0.96) y la menor equidad se registró en CA11 (Quebrada La Cangreja) con 0.65 donde dominó el género Hyalella con 14 individuos de los 22 recolectados para este lugar, este sitio obtuvo la mayor dominancia coincidiendo con la menor equidad debido al dominio del taxón Hyalella.

En la vía a cielo abierto los sitios presentaron condiciones regulares según el índice; los sitios CA3 y CA13 fueron los de peor calidad, estos obtuvieron aguas Clase V, aguas fuertemente

contaminadas, situación crítica; CA2, CA4, CA5, CA6, CA9, CA10, CA11 y CA14 obtuvieron aguas de calidad crítica, aguas muy contaminadas (Clase IV), y las mejor calidad para esta zona la consiguieron los sitios CA1, CA7, CA8 y CA12 con aguas Clase III, aguas de calidad dudosa, aguas moderadamente contaminadas.

Se evidencian efectos de contaminación; en S9, S10, aguas moderadamente contaminadas; S8. En La Cuenca Santa Elena los sitios SE23, SE24 obtuvieron clase II, calidad aceptable.

3.3.3.1.2 Área de influencia Directa Local

Se recolectaron un total de 9256 individuos para las cuatro cuencas muestreadas; La cuenca Santa Elena fue la de mayor cantidad (4548 individuos), seguida por la cuenca de Rionegro con 3836 individuos; La Cascada con 548 y vía a cielo abierto occidental con 324 organismos.

Estos organismos se agrupan para la cuenca Santa Elena en 15 órdenes, 49 familias y 75 taxones, para la cuenca La Cascada en 16 órdenes, 40 familias y 50 taxones y para la cuenca Rionegro en 18 órdenes, 55 familias y 85 taxones.

Tabla 3-78 - Macroinvertebrados acuáticos del área directa local del proyecto conexión vial túnel Aburrá-Oriente (Cuenca Santa Elena).

Cuenca Santa Elena																															
Orden	Familia	*Género*	SE 1	SE 2	SE 3	SE 4	SE 5	SE 6	SE 7	SE 8	SE 9	SE 10	SE 11	SE 12	SE 13	SE 14	SE 15	SE 16	SE 17	SE 18	SE 19	SE 20	SE 21	SE 22	SE 23	SE 24	SE 25	SE 26	SE 27
Malacostraca	Pseudothelphusidae	s.d		1																									
Rhynchobdellina	Glossiphoniidae	s.d																											
Planariidae	Dugesiidae	*Girardia*	1	2	6	30	5	20	22	9	1	3	7	4		9		4	5	8	5	5	1		7			5	5
Veneroida	Sphaeriidae	s.d						58	1		1	1							1										
Basommatophora	Lymnaeidae	Lymnaea					4		1												1	2		1					
	Physidae	*Physa*		3	4		11		66	8			13		1	58			113	16	133	9		1				12	11
	Planorbidae	s.d																											
		s.d (Ancylidae)					1									1													
		Drepanotrema				2			2																				
Neotaenioglossa	Hydrobiidae	s.d							1																1				
Collembola	Isotomidae	*Isotomurus*												2	1										1	1	2		
Plecoptera	Perlidae	*Anacroneuria*	1														1	8							1	7			
Coleoptera	Dytiscidae	s.d				1																							
	Elmidae	*Macrelmis*																2							1				
		Disersus	1															1											
		Hexanchorus																											1
		Phanocerus																							4	2			
	Staphylinidae	*Stenus*				1	1					1						1											
	Psephenidae	*s.d*												1															
		Psephenops								1							3	1								2			
	Lampyridae	*s.d*										1																	
	Ptilodactylidae	*s.d*																12											
		Tetraglossa	2					1		6	1			6			4	22								7			
		Anchytars			1	1				1														1					

Cuenca Santa Elena																														
Orden	Familia	*Género*	SE1	SE2	SE3	SE4	SE5	SE6	SE7	SE8	SE9	SE10	SE11	SE12	SE13	SE14	SE15	SE16	SE17	SE18	SE19	SE20	SE21	SE22	SE23	SE24	SE25	SE26	SE27
		us																											
	Gyrinidae	*Andogyrus*															1						2						
		Gyrinus																											
	Hydrophilidae	*s.d*																							2	1			2
	Curculionidae	*s.d*					1																						
	Scirtidae	*Scirtes*	1											2				3								1			
Hemiptera	Notonectidae	*Notonecta*																									10		
	Gerridae	*Potomobates*						2																					
		Eurygerris									9		1	2															
		Rhagovelia	11	7	15				5	22		21		11			8	27		11					8	1	2		
Trichoptera	Calamoceratidae	*Banyallagra*																											
		Phylloicus	1														4	60											
	Leptoceridae	*Triplectides*															4												
		Nectopsyche															1												
	Hydropsychidae	*Leptonema*		1								35						3			7	8			117	3		47	39
		Smicridea	1					3				5		3		1		6			3	1			70	1		19	32
	Helicopsychidae	*Helicopsyche*	2			2																			35	1		1	5
	Odontoceridae	*Marilia*	3														3												
	Philopotamidae	*Wormaldia*															1												
	Polycentropodidae	*Polycentropus*									1	1															2		
	Hydrobiosidae	*Atopsyche*		2	2	2								1									1						
	Hydroptilidae	*Hydroptila*																											
		Ochrotrichia							1				5												9				
		Oxyethira																											
	Glossosomatidae	*s.d*							84							1					71					35		49	31

Cuenca Santa Elena																														
Orden	Familia	*Género*	SE 1	SE 2	SE 3	SE 4	SE 5	SE 6	SE 7	SE 8	SE 9	SE 10	SE 11	SE 12	SE 13	SE 14	SE 15	SE 16	SE 17	SE 18	SE 19	SE 20	SE 21	SE 22	SE 23	SE 24	SE 25	SE 26	SE 27
Odonata	Coenagrionidae	*Argia*												1															
	Calopterygidae	*Hetaerina*	2	3			3	1	8			2		1		1		2			4	2							
	Gomphidae	*Progomphus*															1	1											
	Megapodagrionidea	*Megapodagrion*																											
	Polythoridae	*Cora*																							1				
		Polythore																2											
	Aeshnidae	*Aeshna*							1			1	1					1					2				3		
Ephemeroptera	Baetidae	*sp*																1			1								
		Baetodes																			13	5				5		5	14
		Mayobaetis																1											
	Leptohyphes	*Leptohyphes*																2											
	Leptophlebiidae	*Thraulodes*	1																							1			
		Terpides	2											1			1	2											
		Atopophlebia															1												
	Euthyplociidae	*Euthyplocia*																											
Neuroptera	Sialidae	*Sialis*															1												
Diptera	Tipulidae	*Maruina*																			3								4
		Limonia				1	1	1	1												1				2				1
		Hexatoma	1		1		1			1				2			1												
		Molophilus																								1	1		
		Tipula	1	4	3	6	2	1	3	35	2	2		2	2			5	8						1				
	Chironomidae	*s.d*	7	3	16	1	79	1	41	22	1	1	2	6	2		2	4	1		10	2		2	9	2	11		20
	Dolichopodidae	*Rhaphium*																											
	Musidae	*Limnophora*																											
	Empididae	*Chelifera*					1															1							
		Hemerodromia																											
	Simuliidae	*Simulium*	1	34	168	4	19	30	9	52		3				21			21		260	100			2			1	28

Cuenca Santa Elena																														
Orden	Familia	*Género*	SE 1	SE 2	SE 3	SE 4	SE 5	SE 6	SE 7	SE 8	SE 9	SE 10	SE 11	SE 12	SE 13	SE 14	SE 15	SE 16	SE 17	SE 18	SE 19	SE 20	SE 21	SE 22	SE 23	SE 24	SE 25	SE 26	SE 27
Individuos totales			39	60	216	51	129	118	246	157	16	77	29	45	6	92	37	171	149	35	512	135	6	5	271	71	31	139	193
Numero de taxones			17	10	9	11	13	10	15	10	7	13	6	15	4	7	16	23	6	3	13	10	4	4	17	16	7	8	13

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Tabla 3-79 - Macroinvertebrados acuáticos del área directa local del proyecto conexión vial túnel Aburrá-Oriente (Cuenca Santa Elena San Pedro y San Ignacio).

Cuenca Santa Elena San Pedro y San Ignacio											
Orden	Familia	*Género*	SI1	SI2	SI3	SI4	SI5	SI6	SP1	SP2	SP3
Malacostraca	Pseudothelpusidae	s.d									
Rhynchobdellina	Glossiphonidae	s.d									5
Planariidae	Dugesiidae	*Girardia*			10	9	4			2	40
Veneroida	Sphaeriidae	s.d		1							
Basommatophora	Lymnaeidae	Lymnaea							3		
	Physidae	*Physa*					13			46	142
	Planorbidae	s.d		1							
		s.d (Ancylidae)									
		Drepanotrema									
Neotaenioglossa	Hydrobiidae	s.d									
Collembola	Isotomidae	*Isotomuros*			1						
Plecoptera	Perlidae	*Anacroneuria*			7			1			
Coleoptera	Dytiscidae	s.d									
	Elmidae	*Macrelmis*									1
		Disersus			3						
		Hexanchorus									
		Phanocerus	1								
	Staphylinidae	*Stenus*	1	1					1		
	Psephenidae	*s.d*									
		Psephenops									
	Lampyridae	*s.d*		1							
	Ptilodactylidae	*s.d*	2								
		Tetraglossa	2		8	18		4	1		
		Anchytarsus									
	Gyrinidae	*Andogyrus*									
		Gyrinus		1				1			
	Hydrophilidae	*s.d*		1					1		1
	Curculionidae	*s.d*									
	Scirtidae	*Scirtes*	2		2						
Hemiptera	Notonectidae	*Notonecta*									
	Gerridae	*Potomobates*									1
		Eurygerris		2							
		Rhagovelia	5	10	8	43		26	53		
Trichoptera	Calamoceratidae	*Banyallagra*		2							
		Phylloicus	1		11			1			
	Leptoceridae	*Triplectides*									
		Nectopsyche						1			
	Hydropsychidae	*Leptonema*	2						69	45	41
		Smicridea	4		1	1		1	24	5	18
	Helicopsychidae	*Helicopsyche*			6	6					
	Odontoceridae	*Marilia*	2								
	Philopotamidae	*Wormaldia*									
	Polycentropodidae	*Polycentropus*		3		1					
	Hydrobiosidae	*Atopsyche*				3					

Cuenca Santa Elena San Pedro y San Ignacio											
Orden	Familia	*Género*	SI1	SI2	SI3	SI4	SI5	SI6	SP1	SP2	SP3
	Hydroptilidae	*Hydroptila*									20
		Ochrotrichia					26		77		
		Oxyethira							11		1
	Glossosomatidae	*s.d*							10		15
Odonata	Coenagrionidae	*Argia*									
	Calopterygidae	*Hetaerina*				1		2	4	9	3
	Gomphidae	*Progomphus*						5			
	Megapodagrionidea	*Megapodagrion*								1	
	Polythoridae	*Cora*									
		Polythore	1								
	Aeshnidae	*Aeshna*			1	1		3		1	
Ephemeroptera	Baetidae	*sp*									
		Baetodes							4		
		Mayobaetis									
	Leptohyphes	*Leptohyphes*									
	Leptophlebiidae	*Thraulodes*									
		Terpides	2		4						
		Atopophlebia									
	Euthyplociidae	*Euthyplocia*								1	
Neuroptera	Sialidae	*Sialis*		3				3			
Diptera	Tipulidae	*Maruina*									
		Limonia			4	2			1		1
		Hexatoma						9		1	
		Molophilus			2						
		Tipula		4	3	11	14	3	6	13	12
	Chironomidae	*s.d*		6	14	39	64	5	3	144	41
	Dolichopodidae	*Rhaphium*						1			6
	Musidae	*Limnophora*									2
	Empididae	*Chelifera*									
		Hemerodromia					1				
	Simuliidae	*Simulium*			1	1	35		3	25	92
Individuos totales			25	36	86	136	157	66	271	293	442
Numero de taxones			12	13	17	13	7	15	16	12	18

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Tabla 3-80 - Macroinvertebrados acuáticos del área directa local del proyecto conexión vial túnel Aburrá-Oriente (Cuenca La Cascada).

Cuenca La Cascada								
Orden	Familia	*Género*	C1	C2	C3	C4	Ho 1	Ho 2
Amphipoda	Hyalellidae	Hyalella			6			
Haplotaxida	Haplotaxidae	s.d	1					1
Planariidae	Dugesiidae	*Girardia*	1	1		1		17
Veneroida	Sphaeriidae	s.d	2					
Basommatophora	Physidae	*Physa*				33		

Cuenca La Cascada								
Orden	Familia	*Género*	C1	C2	C3	C4	Ho 1	Ho 2
Neotaenioglossa	Hydrobiidae	*s.d*	1					
Collembola	Isotomidae	*Isotomuros*		1				
Plaecoptera	Perlidae	*Anacroneuria*		2			2	
Coleoptera	Dytiscidae	*s.d*	2					
	Elmidae	*Microcylloepus*					1	
		Disersus					1	
		Phanocerus		2		1		1
	Staphylinidae	*Stenus*			2	1		1
	Lampyridae	*s.d*		1				
	Ptilodactylidae	*Tetraglossa*		4			4	
	Hydrophilidae	*s.d*	1		1	5		1
	Scirtidae	*Scirtes*	12	2	30			
Hemiptera	Gerridae	*Potomobates*	4					
	Vellidae	*Rhagovelia*		2		1	6	
	Naucoridae	*Limnocoris*					2	
Trichoptera	Calamoceratidae	*Phylloicus*		6			1	
	Leptoceridae	*Oecetis*	3					
		Nectopsyche		1				
	Hydropsychidae	*Leptonema*				56	44	
		Smicridea		2		4	25	
	Helicopsychidae	*Helicopsyche*					19	1
	Odontoceridae	*Marilia*	3					
	Polycentropodidae	*Polycentropus*	4					
	Hydrobiosidae	*Atopsyche*					4	
	Hydroptilidae	*Ochrotrichia*					19	3
Odonata	Coenagrionidae	*Ischura*	1					
	Calopterygidae	*Hetaerina*				10	11	
	Polythoridae	*Polythore*		2				
	Aeshnidae	*Aeshna*					2	1
Ephemeroptera	Baetidae	*Baetodes*					2	
	Leptophlebiidae	*Terpides*		1			1	
		Atopophlebia		2				
	Euthyplociidae	*Euthyplocia*		2	1			
Neuroptera	Sialidae	*Sialis*			1			
Lepidoptera	Crambidae	*s.d*					1	
Diptera	Tipulidae	*Maruina*					1	
		Limonia	6		2	4		6
		Hexatoma			1		1	1
		Molophilus	2	1				
		Tipula	5	2		10	4	12
	Chironomidae	*s.d*	37	2	6	3	7	15
	Tabanidae	*Tabanus*	1		1			
	Empididae	*Chelifera*						2
		Hemerodromia					1	
	Simuliidae	*Simulium*				3	16	6

Cuenca La Cascada								
Orden	Familia	*Género*	C1	C2	C3	C4	Ho 1	Ho 2
Individuos totales			86	36	51	132	175	68
Numero de taxones			17	18	10	13	23	14

Fuente: Elaboración propia Consorcio Siga-Plyma

Tabla 3-81 - Macroinvertebrados acuáticos del área de influencia directa local del proyecto conexión vial túnel Aburrá-Oriente (Cuenca Rionegro)

Cuenca Rionegro																																	
Orden	Familia	*Género*	H1	H2	H3	H4	H5	H6	F1	F2	F3	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
Malacostraca	Pseudothelphusidae	s.d	1	1													2								1							
Haplotaxida	Haplotaxidae	s.d										2				1		8	1	2		1	3			1	1			1	1	
Glossiphoniiformes	Glossiphonidae	s.d																									1				1	
Planariidae	Dugesiidae	*Girardia*				1							2	5	2		2	4	2	2						2	3	1				1
Veneroida	Sphaeriidae	s.d		8	1								1	36	1								5							1	
Basommatophora	Lymnaeidae	Lymnaea									1							2		3			4					7		8	1	
	Physidae	*Physa*																					20					1				1
	Planorbidae	*Drepanotrema*																		1												
Aracnae	s.d	s.d									1																					
Acari	s.d	s.d																				1									2	1
Collembola	Isotomidae	*Isotomuros*								1															1	1		2				
	Perlidae	*Anacroneuria*			1		5		1						13		6		2					2			3		4			
Coleoptera	Dytiscidae	*s.d*																								1						
	Elmidae	*s.d*										1																				
		Cylloepus						2			1					2																
		Heterelmis					2	1			1		3	2	4	2	1	3	5		2	5	7	2		2	2	2	2		6	9
		Macrelmis												1	24	3	26	1	5					3			3					
		Disersus		1	1		1										8															
		Pseudisersus																									1					
		Huleechius						1			2																					2
		Phanocerus			1		18	1	1		1		3		17		17	3		1			1	3			9					
	Staphylinidae	*Stenus*			1	3		1	2	1		1	1			1		1			3			3		1	2	1	1			
	Lampyridae	s.d						1			2				2			1					1				1		1			
	Ptilodactylidae	s.d									1																					
		Tetragloss a	3	9	2	1	13	1	4	6			11		21	1	25	16	1	2				39	6		25		19			
	Gyrinidae	*Andogyrus*											3		2											1						
		Gyrinus											4													3		1				
	Hydrophilidae	s.d	2					1			3	4		1	1			3		1				1					1		1	
	Dryopidae	*Dryops*																									1		1			
	Carabidae	s.d										1												3			1		7			

Cuenca Rionegro																																			
Orden	Familia	*Género*	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	F 1	F 2	F 3	Y 1	Y 2	Y 3	Y 4	Y 5	Y 6	Y 7	Y 8	Y 9	Y1 0	Y1 1	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S1 0
	Scirtidae	*Scirtes*							1				1		5		6								1		2		5			
Hemiptera	Gerridae	*Potomobates*						1				1		1						2						1						
		Eurygerris													1																6	
	Vellidae	s.d																													1	
		Rhagovelia			27	2	2	1					4	2	3	11	1	5	1	2			2	15		5	10		1			
		Strudivelia						7			1															2		5				
	Naucoridae	*Limnocoris*											8																			
Trichoptera	Calamoceratidae	*Phylloicus*	2	1	2	1	4								19		9							3		3	34		51			
	Leptoceridae	s.d																				1										1
		Oecetis													5		15							1			16		6			
		Triplectides											2	12	1		1										1					
		Nectopsyche	2											6	3														2			
	Hydropsychidae	*Leptonema*				14	77	68	6	75						41		1	39	3	1	1	60	23	32		1	34	5	27		3
		Smicridea		1	5	15	28	2	6	11			2	3	5	23	1	8	7			4	32	13	1	4	14	4	6	2	4	1
	Helicopsychidae	*Helicopsyche*	7		5		1	12		25	5			2	2		1			1	1				3							
	Odontoceridae	*Marilia*												24	16																	
	Philopotamidae	*Wormaldia*	1		1										15																	
	Polycentropodidae	*Polycentropus*												8																		
	Hydrobiosidae	*Atopsyche*						3		5		1						1						1		1		1		3		
	Hydroptilidae	*Ochrotrichia*												5														1				
		Oxyethira									1			5												3		1				
	Glossosomatidae	*s.d*						1		1												1										2
Odonata	Coenagrionidae	*s.d*											1																			
		Argia															3															
	Calopterygidae	*Hetaerina*				1		1							2					1								11	1			1
	Libellulidae	*s.d*																													1	
		Brechomoroga																										1				
	Gomphidae	*s.d*											1																			

Cuenca Rionegro																																		
Orden	Familia	*Género*	H1	H2	H3	H4	H5	H6	F1	F2	F3	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
		Progomphus				1							2	9	7		9							2		1	6		3			
	Polythore	*Polythore*	2	2		2									8	1	2										6						
Ephemeroptera	Baetidae	*sp*											3	11			2										1	6	3	1		
		Baetodes					1	2			1									5	1	55		1		1		5		5		73
		Camelobaetidius																				6										45
		Mayobaetis																									1					
	Leptophlebiidae	*Terpides*			1								12	8	42		1												1			
	Euthyplociidae	*Euthyploci a*	1																													
Neuroptera	Sialidae	*Sialis*			1								1		3																	
Lepidoptera	Crambidae	*s.d*					1							1																		
		Petrophila																1														
Diptera	Tipulidae	*Maruina*																														1
		Limonia		2		1				8	3			1	6				2	4	3					3	2		3	1		
		Hexatoma			1				1					1	8		3										1		2			
		Molophilus																7							1				3			
		Tipula	2	8	3	7			4	6	6	4			7	7	4	9	1	2	1	1	4	21	2	1	2	1	4	2	1	
	Chironomidae	*s.d*	2	1	1	9	12	4	4	31	54	2	2	67	9	9	9	24	12	276	24	46	22	8	2	14	4	115	10	42	4	17
	Stratiomyidae	*s.d*		1																												
	Dolichopodidae	*Rhaphium*		2										1													1				2	
	Psychodidae	*s.d*																														2
	Culicidae	*s.d*												1																		
	Muscidae	*Limnophora*									2									4	1	4						1				
	Empididae	*s.d*					1																									
		Chelifera						2											1	4									1			
		Hemerodromia																			2											
	Ceratopogonidae	*Probezzia*											2			1																
	Simuliidae	*Simulium*			2		5	2	21	103	1	2			3	11	5	38	4			1	116	6				9	1	84	23	3
Individuos totales			25	37	56	58	171	115	51	273	87	19	69	213	257	114	159	136	83	316	39	127	277	150	50	51	155	210	144	176	55	163

Cuenca Rionegro																																
Orden	Familia	*Género*	H1	H2	H3	H4	H5	H6	F1	F2	F3	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
Numero de taxones			11	12	17	13	15	21	11	12	18	10	21	24	31	14	24	19	14	18	10	13	13	19	10	20	29	21	26	11	15	16

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

3.3.3.1.2.1 Abundancia por método de colecta

De los tres métodos empleados el más eficiente fue la colecta en hojarasca por medio de la red D-Net, seguida de la recolección manual y por último la colecta por medio de la red surber. La cuenca La Cascada presentó en hojarasca 305 individuos en 41 taxones, en recolección manual 197 individuos en 30 taxones y 46 individuos en ocho taxones para la red surber, en la cuenca Rionegro en la hojarasca se recolectaron 2442 individuos distribuidos en 74 taxones, 864 individuos en la recolección manual distribuidos en 55 taxones y con la red surber se capturaron 530 individuos en 43 taxones. Sin embargo, en la cuenca Santa Elena la recolección manual fue donde más capturas se presentaron con 1857 individuos distribuidos en 50 taxones, en hojarasca 1812 en 58 taxones y 879 individuos para la red surber con 44 taxones.

Figura 3-150 - Abundancia y riqueza según el método de colecta para las cuatro cuencas muestreadas.

Los taxones que registraron el mayor número de individuos en el área de estudio para la cuenca Santa Elena fueron: *Simulium* (910 individuos), el molusco *Physa* de la familia Physidae (660 individuos), capturado principalmente en las estaciones SE17 (113 individuos), SE19 y SP3 con 133 y 142 individuos respectivamente y la familia Chironomidae s.d (561 individuos); Para la cuenca La Cascada fue: *Leptonema* (100 individuos), solo se capturó en las estaciones Ho1 y C4; La familia Chironomidae s.d (70 individuos) y el coleóptero *Scirtes* con 44 individuos, En la cuenca Rionegro fue la familia Chironomidae s.d (836 individuos) con el 21.79% y se encontró en todas las estaciones muestreadas en esta cuenca; El trichoptero *Leptonema* de la familia Hydropsychidae (511 individuos) con el 13,32% y el género Simulium (463 individuos) con el 11.47% para esta cuenca.

A continuación se describen algunas características generales de los taxones que presentaron mayor número de individuos.

El género sin determinar de la familia Chironomidae fue el más abundante y se encontró en la mayoría de las estaciones, ocupando un amplio rango de hábitats de agua dulce, los dípteros son considerados como los bentos más abundantes de ríos y arroyos (Cranston, 1995; Coffman & Ferrington, 1984, 1996). Se encuentran en aguas lóticas y lénticas, en fango, arena y con abundante materia orgánica en descomposición, son indicadores de aguas mesoeutróficas (Roldán, 1988).

Los segundos más abundantes fueron los simúlidos, estos organismos están ampliamente ligados a ambientes lóticos constituyendo un importante eslabón en la cadena trófica. Generalmente escogen sitios con flujo de agua continuo y rápido; se ubican cerca de la superficie donde existe mayor tensión de oxigeno, sobre hojas o ramas o bien en sustratos pedregosos libres de algas y fango que permitan su fijación. Las larvas son filtradoras no selectivas y se alimentan de pequeños organismos (zoo y fitoplancton) (Dominguez y Fernández, 2009).

Los trichopteros *Leptonema y Smicridea* de la familia Hydropsychidae fueron abundantes, estos organismos habitan en aguas corrientes con mucha vegetación; toleran aguas con un poco de contaminación; muy abundantes y son indicadores de aguas oligotróficas a eutróficas (Roldán, 1988).

El género *Physa* de la familia Physidae fue muy numeroso en la cuenca Santa Elena habita en ecosistemas de agua dulce tanto lénticos como lóticos, sobre sustrato rocoso, blando, o adheridos a las hojas y tallos de las plantas acuáticas (Dillon, 2000. En: Velásquez y Escobar, 2001).

Scirtes fue otro taxón abundante en la cuenca La Cascada, este coleóptero pertenece a la familia scirtidae, las larvas habitan en ecosistemas lénticos. Los adultos se encuentran en la vegetación ribereña, son terrestres. Generalmente se alimentan de materia vegetal en descomposición; son detritívoros y herbívoros. (Roldán, 1988).

A continuación se presenta el registro fotográfico de algunos de los taxones más abundantes para este muestreo.

Leptonema

Smicridea

Chironomidae

Simulium

Physa

Scirtes

Figura 3-151 - Algunos de los macroinvertebrados más abundantes en las estaciones de muestreo en la zona de influencia directa loca del proyecto conexión vial Túnel Aburrá-Oriente

3.3.3.1.2.2 Descriptores de diversidad del ensamble de macroinvertebrados

Los valores de diversidad oscilaron entre 0.36 nats/ind en SE17 (Quebrada El Placer parte alta) y 1.08 nats/ind en SE15 (Quebrada El Yarumo) siendo muy pocos sitios que sobrepasaron de 1.0 para esta cuenca; En La Quebrada El Placer solo se recolectaron seis taxones con 149 individuos y en La Quebrada El Yarumo 37 individuos distribuidos en 16 taxones, en este sitio pese a la captación existente y el bajo nivel presente, el lugar posee vegetación conservada en sus alrededores y en el cauce hay leños caídos que ofrecen un sustrato para el asentamiento de la epifauna.

Los sitios SE13 (Quebrada Santa Lucia), SE18 (Quebrada El Placer), SE21 (Quebrada La Espadera) y SE22 (Quebrada La Bisarra) obtuvieron las mayores equidades con un valor de 0.96; la menor equidad (0.41) se presentó en El Cedro (SE3) debido a que dominó Simulium y la menor dominancia la registró SI1 (Quebrada San Ignacio), donde se recolectaron 25 individuos en 12 taxones y ninguno sobresale

Tabla 3-82 - Valores de los índices ecológicos de macroinvertebrados del área de influencia directa local del proyecto conexión vial túnel de Aburrá-Oriente (cuenca Santa Elena).

Índice	Cuenca Santa Elena																																					
	SE1	SE2	SE3	SE4	SE5	SE6	SE7	SE8	SE9	SE10	SE11	SE12	SE13	SE14	SE15	SE16	SE17	SE18	SE19	SE20	SE21	SE22	SE23	SE24	SE25	SE26	SE27	SP1	SP2	SP3	SI1	SI2	SI3	SI4	SI5	SI6
Diversidad (H')	1.05	0.68	0.39	0.66	0.61	0.59	0.77	0.78	0.63	0.73	0.62	1.04	0.58	0.46	1.08	0.98	0.36	0.46	0.60	0.47	0.58	0.58	0.74	0.83	0.70	0.66	0.94	0.84	0.68	0.90	1.02	0.97	1.10	0.80	0.67	0.92
Equidad (J')	0.85	0.68	0.41	0.64	0.55	0.59	0.66	0.78	0.75	0.65	0.79	0.88	0.96	0.54	0.90	0.72	0.46	0.96	0.54	0.47	0.96	0.96	0.60	0.69	0.82	0.74	0.84	0.70	0.63	0.72	0.94	0.87	0.90	0.72	0.79	0.78
Dominancia (D)	0.11	0.34	0.62	0.36	0.40	0.33	0.22	0.20	0.31	0.28	0.27	0.10	0.13	0.45	0.08	0.17	0.60	0.34	0.35	0.56	0.13	0.10	0.27	0.26	0.23	0.26	0.13	0.19	0.30	0.18	0.07	0.12	0.08	0.21	0.25	0.19
Riqueza	17	10	9	11	13	10	15	10	7	13	6	15	4	7	16	23	6	3	13	10	4	4	17	16	7	8	13	16	12	18	12	13	17	13	7	15

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

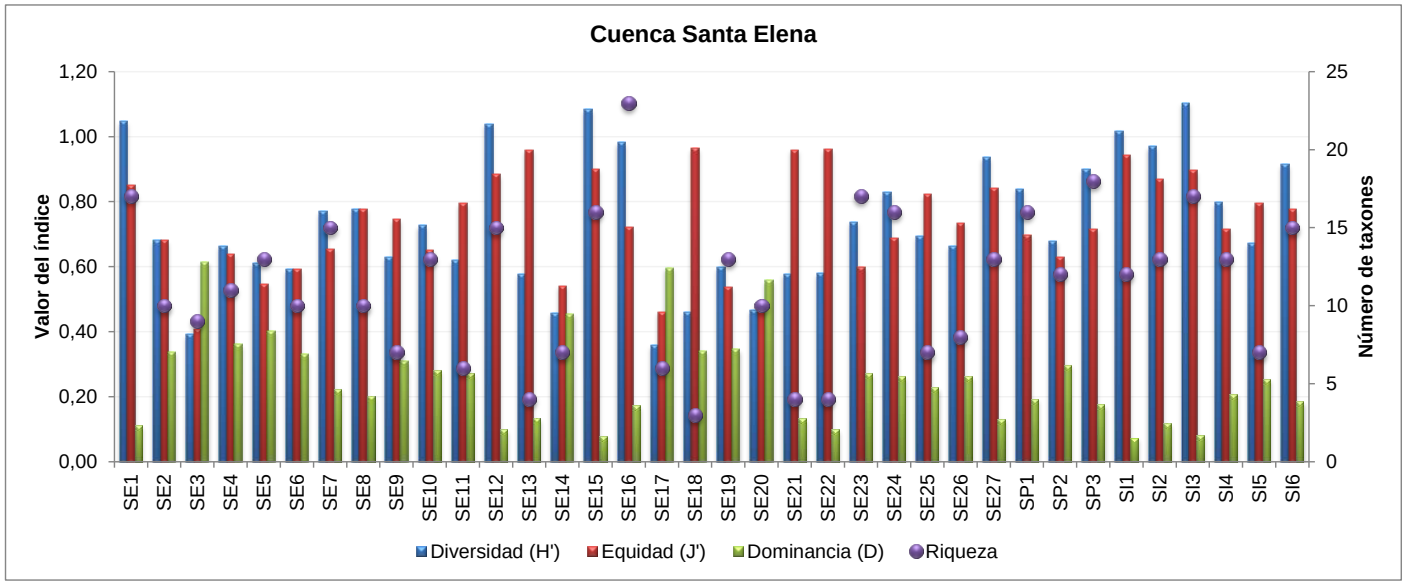


Figura 3-152 - Valores de la diversidad alfa para los macroinvertebrados encontrados en las estaciones de muestreo del área de influencia directa local del proyecto conexión vial túnel de Aburrá-Oriente (Cuenca Santa Elena)

Tabla 3-83 - Valores de la diversidad alfa de macroinvertebrados encontrados en las estaciones de muestreo del área directa local del proyecto coexión vial túnel Aburrá-Oriente (Cuenca Rionegro)

Índice	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	H1	H2	H3	H4	H5	H6	F1	F2	F3
Diversidad (H')	0.76	1.02	0.59	1.13	1.16	0.75	1.08	0.64	0.89	0.71	0.93	1.18	1.03	1.29	0.85	1.17	1.02	0.81	0.31	0.64	0.65	0.96	0.90	0.88	0.89	0.79	0.75	0.83	0.75	0.72
Equidad (J')	0.68	0.79	0.59	0.87	0.79	0.57	0.76	0.62	0.76	0.59	0.93	0.89	0.74	0.87	0.74	0.85	0.79	0.71	0.25	0.64	0.58	0.92	0.83	0.71	0.80	0.67	0.57	0.79	0.69	0.57
Dominancia (D)	0.25	0.13	0.42	0.10	0.10	0.33	0.15	0.31	0.20	0.29	0.09	0.08	0.15	0.07	0.19	0.08	0.14	0.25	0.76	0.38	0.32	0.10	0.14	0.25	0.16	0.25	0.36	0.20	0.24	0.39
Riqueza	13	19	10	20	29	21	26	11	15	16	10	21	24	31	14	24	19	14	18	10	13	11	12	17	13	15	21	11	12	18

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

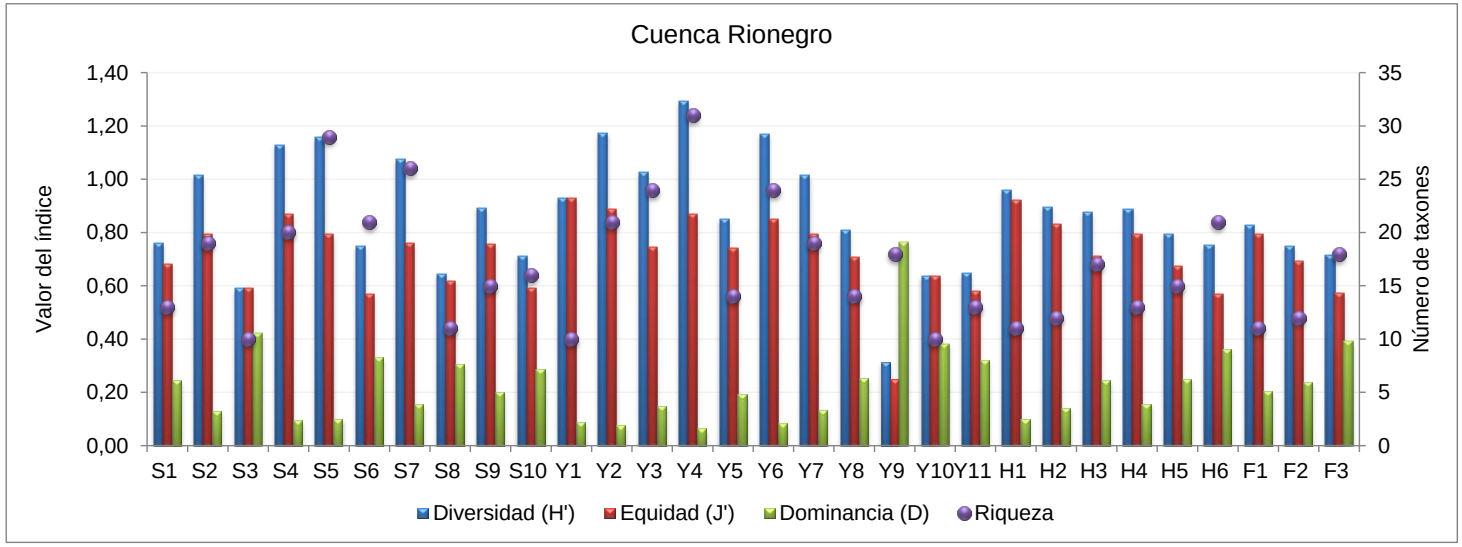


Figura 3-153 - Valores de diversidad alfa para los macroinvertebrados encontrados en las estaciones de muestreo del área de influencia directa local del proyecto conexión del túnel Aburrá-Oriente (cuenca Rionegro)

En tabla y figura anterior se observa que la mayor diversidad para la cuenca La Cascada se presentó en el sitio C2 (Quebrada dos captaciones) con 1.19 nats/ind, al igual que la equidad (0.95) y la menor diversidad se registró en C3 (Quebrada Adonay) con 0.63 nats/ind, en este lugar se recolectaron 51 individuos distribuidos en 10 taxones, y a su vez, reportó la mayor dominancia y la menor equidad (0.63) pues dominó el taxón Scirtes con 30 individuos este sitio posee un sustrato compuesto por rocas de menor tamaño, en algunos casos con cascajo, lo cual no favorece una colonización importante por parte de los macroinvertebrados acuáticos. El sitio Ho1 (Quebrada Manguruma) obtuvo la menor dominancia (0.12) ya que se recolectaron 175 individuos en 23 taxones y ninguno fue dominante.

En la cuenca Rionegro la mayor diversidad se presentó en la estación Y4 (Afluente 6 Yarumal) con 1.29 nats/ind, donde se recolectaron 31 taxones, este sitio pese a tener el cauce un flujo restringido, cuenta con características ideales para el establecimiento de diferentes taxones; S5 (Quebrada La Escondida) obtuvo la segunda mayor diversidad con 1.16 nats/ind, y su cauce posee diversos sustratos (troncos, piedras, vegetación sumergida, entre otros) ideales para los macroinvertebrados; La menor diversidad se registró en S3 (Afluente Salazar) y Y9 (Quebrada Yarumal) con 0.59 y 0.31 respectivamente, donde las condiciones para el establecimiento de los organismos son más difíciles.

Las equidades fructuaron entre 0.93 y 0.25, la primera corresponde al sitio Y1 (Quebrada Yarumal) y el segundo valor corresponde a Y9 (Quebrada Yarumal) donde se recolectaron 316 individuos, de los cuales 276 pertenecen a un solo taxón (Chironomidae s.d) dominando casi en su totalidad para este lugar.

La menor dominancia (0.07) fue para el sitio Y4 (Afluente 6 Yarumal) debido a que ninguno de los taxones dominó, este valor coincide con la mayor diversidad para el lugar y la mayor dominancia la obtiene el sitio Y9 (Quebrada Yarumal) coincidiendo con la menor equidad debido al dominio del taxón Chironomidae s.d.

Tabla 3-84 - Valores de la diversidad alfa de macroinvertebrados encontrados en las estaciones de muestreo del área directa local del proyecto coexión vial túnel Aburrá-Oriente (Cuenca La Cascada)

Cuenca La Cascada						
Índice	C1	C2	C3	C4	Ho 1	Ho 2
Diversidad (H')	0,904	1,192	0,632	0,763	1,061	0,908
Equidad (J')	0,735	0,95	0,632	0,685	0,779	0,792
Dominancia (D)	0,213	0,049	0,366	0,253	0,12	0,15
Riqueza	17	18	10	13	23	14

Fuente: Elaboración propia Consorcio Siga-Plyma

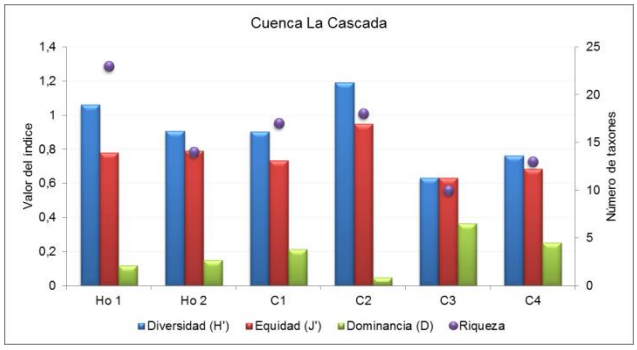


Figura 3-154 - Valores de diversidad alfa para los macroinvertebrados encontrados en las estaciones de muestreo del área de influencia directa local del proyecto conexión del túnel Aburrá-Oriente (cuenca La Cascada).

3.3.3.1.2.3 Análisis de similaridad

En el análisis de similitud de Bray-Curtis se observa una mayor similaridad en la cuenca Santa Elena, en los sitios SE5 (Quebrada Santa Elena) y SI5 (Quebrada Los Chorlitos en La Batea) con 69.93 % compartiendo cinco taxones de los cuales se destacan Chironomidae s.d, *Simulium y Physa*, SE14 (Quebrada Santa Elena) y SE17 (Quebrada El Placer parte alta), son otro grupo marcado, los cuales comparten tres taxones con uno dominante (*Physa*); Otro conjunto está conformado por SE26 (La Cascada) y SE27 (Quebrada Santa Elena), con una similitud del 67.47 %, compartiendo ocho taxones; SE21 se separa de todas las estaciones debido a que solo se recolectaron seis individuos en cuatro taxones, este sitio corresponde a la quebrada La Espadera la cual posee un cauce intermitente el cual tiene un sustrato pantanoso y en el momento del muestreo se encontraba con residuos producto de la poda lo cual pudo alterar el muestreo.

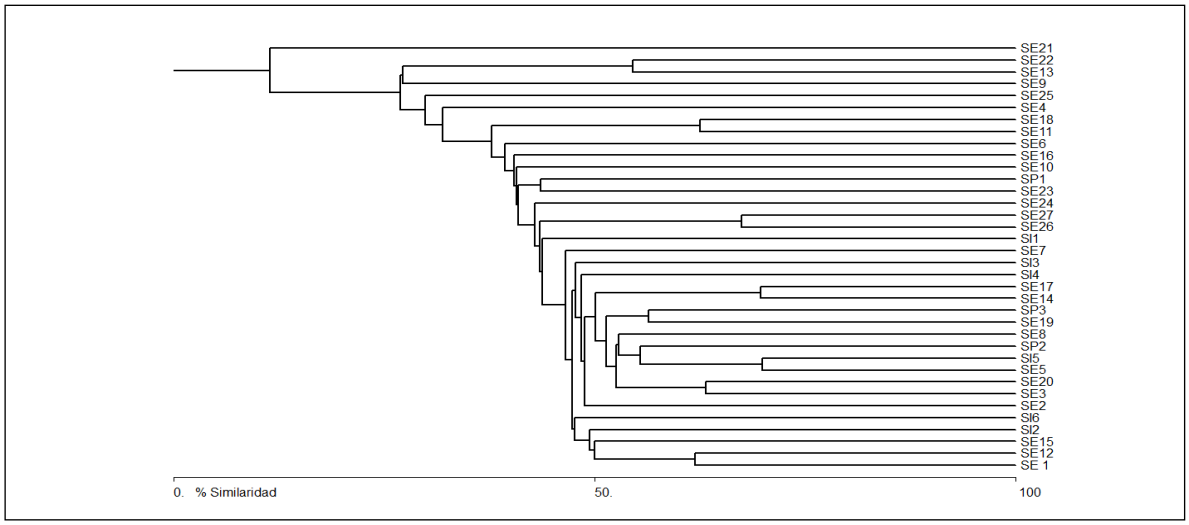


Figura 3-155 - Análisis de Bray-Curtis para los macroinvertebrados presentes entre las estaciones de muestreo ubicadas en el área de influencia directa local del proyecto conexión vial túnel Aburrá-Oriente (Cuenca Santa Elena).

Tabla 3-85 - Matriz de similaridad del análisis de Bray-Curtis para los macroinvertebrados entre las estaciones de muestreo ubicadas en el área de influencia directa local den proyecto conexión vial túnel Aburrá-Oriente (Cuenca Santa Elena

	SE 1	SE2	SE3	SE4	SE5	SE6	SE7	SE8	SE9	SE10	SE11	SE12	SE13	SE14	SE15	SE16	SE17	SE18	SE19	SE20	SE21	SE22	SE23	SE24	SE25	SE26	SE27	SP1	SP2	SP3	SI1	SI2	SI3	SI4	SI5	SI6
SE 1	*	30.30	17.25	13.33	15.48	8.92	11.93	24.49	14.55	31.03	8.82	61.90	13.33	6.11	50.00	26.67	4.26	32.43	4.36	8.05	4.44	9.09	14.19	18.18	25.71	4.49	10.34	12.90	8.43	5.41	43.75	45.33	46.40	30.86	10.20	47.62
SE2	*	*	39.13	23.42	33.86	39.33	18.30	48.85	10.53	26.28	15.73	30.48	15.15	35.53	18.56	16.45	29.67	25.26	16.08	45.13	6.06	9.23	9.67	6.11	10.99	7.04	29.25	12.69	23.23	19.92	14.12	29.17	21.92	20.41	42.40	23.81
SE3	*	*	*	12.73	27.25	22.75	18.61	52.55	3.45	16.38	9.80	19.16	4.50	20.13	8.70	13.44	18.63	16.73	51.37	63.25	1.80	3.62	10.68	2.09	10.53	5.63	25.92	9.86	20.04	36.78	4.15	15.08	21.19	24.43	33.24	17.02
SE4	*	*	*	*	15.56	31.95	22.22	20.19	11.94	15.63	20.00	16.67	10.53	18.18	2.27	9.91	16.00	18.60	3.91	10.75	7.02	7.14	8.70	3.28	2.44	7.37	10.66	7.45	7.56	17.04	2.63	13.79	26.28	23.53	14.42	6.84
SE5	*	*	*	*	*	22.67	38.93	39.86	5.52	11.65	22.78	16.09	7.41	33.48	3.61	8.67	27.34	19.51	15.60	30.30	1.48	5.97	9.00	2.00	13.75	12.69	34.78	8.00	55.45	28.72	1.30	12.12	21.40	36.98	69.93	10.26
SE6	*	*	*	*	*	*	18.68	30.55	7.46	13.33	10.88	13.50	3.23	30.48	2.58	7.61	21.72	10.46	13.02	30.04	1.61	1.63	7.71	3.17	1.34	7.00	24.44	5.66	16.06	20.71	5.59	3.90	15.69	12.60	26.18	5.43
SE7	*	*	*	*	*	*	*	27.79	3.82	11.15	17.45	12.37	3.97	46.15	4.95	9.11	43.04	20.64	44.06	14.70	1.59	3.19	10.44	23.97	10.11	34.81	35.08	11.99	40.82	46.51	3.69	10.64	21.08	31.41	35.24	10.26
SE8	*	*	*	*	*	*	*	*	5.78	25.64	18.28	29.70	6.14	30.52	16.49	25.61	28.10	28.13	22.42	45.89	1.23	4.94	12.62	8.77	13.83	9.46	34.86	16.36	31.56	34.39	7.69	20.73	33.74	48.46	52.87	31.39
SE9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12.90	13.33	22.95	27.27	1.85	7.55	5.35	6.06	3.92	0.76	2.65	9.09	9.52	2.09	4.60	8.51	1.29	1.91	2.79	2.59	1.75	4.88	26.92	9.80	7.89	4.62	9.76
SE10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9.43	34.43	7.23	9.47	15.79	31.45	8.85	25.00	6.45	16.98	4.82	2.44	31.61	8.11	9.26	40.74	34.81	40.23	27.57	19.65	23.53	30.09	20.86	30.05	7.69	39.16
SE11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	18.92	17.14	33.06	6.06	7.00	21.35	62.50	7.39	19.51	11.43	17.65	9.33	4.00	10.00	20.24	16.22	4.67	11.18	9.34	0.00	9.23	17.39	12.12	25.81	6.32
SE12	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	19.61	8.76	39.02	31.48	7.22	37.50	5.03	8.89	7.84	8.00	14.56	20.69	26.32	7.61	10.92	13.29	8.88	6.57	37.14	49.38	47.33	35.36	11.88	46.85
SE13	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2.04	9.30	4.52	5.16	4.88	1.16	4.26	0.00	54.55	2.89	7.79	16.22	1.38	3.02	2.89	3.34	2.23	0.00	19.05	10.87	5.63	6.14	11.11
SE14	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.00	4.56	69.71	37.80	28.81	32.60	2.04	2.06	5.51	2.45	0.00	17.32	27.37	3.31	36.88	34.08	1.71	1.56	12.36	10.53	30.52	2.53
SE15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	21.15	1.08	22.22	0.73	2.33	4.65	9.52	7.14	18.52	11.76	0.00	1.74	7.14	1.82	0.84	35.48	30.14	32.52	16.19	2.06	38.84
SE16	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6.25	14.56	4.98	7.84	2.26	2.27	12.67	19.01	6.93	8.39	9.34	21.72	9.48	8.16	22.45	18.36	40.47	39.74	7.93	37.13
SE17	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	22.83	42.36	25.35	1.29	2.60	4.29	0.91	1.11	12.50	22.22	4.76	35.29	50.08	0.00	6.49	8.51	10.53	30.72	3.72
SE18	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7.68	16.47	4.88	5.00	9.80	1.89	6.06	19.54	14.04	7.19	10.98	10.06	16.67	28.17	26.45	22.22	17.71	21.78
SE19	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	40.80	0.39	1.55	6.90	15.78	3.68	25.19	31.77	9.20	24.10	56.39	1.86	2.19	6.02	5.86	18.54	2.77
SE20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1.42	5.71	8.87	10.68	2.41	21.17	35.37	10.84	22.90	41.25	3.75	2.34	8.14	7.38	34.25	4.98
SE21	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.00	0.72	0.00	10.81	1.38	1.01	0.00	1.34	0.45	0.00	0.00	4.35	4.23	1.23	5.56
SE22	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1.45	5.26	11.11	1.39	3.03	2.17	2.01	1.34	0.00	9.76	4.40	2.84	3.70	5.63
SE23	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7.60	7.95	35.61	40.95	43.54	22.70	22.72	8.11	10.42	20.73	17.20	11.68	9.50
SE24	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9.80	42.86	33.33	13.45	3.30	8.58	16.67	7.48	28.03	11.59	1.75	13.14
SE25	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.00	9.82	3.31	7.41	4.65	7.14	29.85	27.35	17.96	11.70	20.62
SE26	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	67.47	39.51	30.09	31.67	7.32	0.00	7.11	5.82	11.49	0.98
SE27	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	36.64	41.98	43.46	5.50	6.11	19.35	20.06	36.00	4.63
SP1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	23.40	24.40	8.78	12.38	10.08	28.01	17.76	21.37
SP2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	47.62	3.77	6.08	11.61	26.11	52.00	7.24
SP3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2.57	4.60	11.36	21.80	35.06	4.72
SI1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	19.67	23.42	9.94	0.00	19.78
SI2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	27.87	24.42	10.36	43.14
SI3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	47.75	18.11	31.58
SI4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	37.54	40.59
SI5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7.17

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

En la la siguiente tabla y figura se observa las similaridades para la cuenca La Cascada, las cuales fueron medias con tendencia a ser bajas; Existen tres grupos marcados, uno conformado por C4 (Quebrada La Cascada) y Ho1 (Quebrada Manguruma) con un 44.95%, estos lugares comparten siete taxones destacándose el Trichoptera *Leptonema* el cual fue el más abundante para los dos sitios; Otro grupo fueron C1(Quebrada Doña Clara), C3 (Quebrada Adonay) y Ho2 (Quebrada Villanueva) con similaridades entre 37.66 % a 32.12%, estos lugares comparten tres taxones y el sitio C2 (Quebrada Dos Captaciones) se separa de los demás y obtiene los valores más bajos ya que posee cinco taxones únicos para esta cuenca.

Para la cuenca Rionegro entre S1 (Quebrada Betania 1) y F2 (Quebrada La Floresta 1) tienen una similitud del 72.73 % y comparten cinco taxones destacándose los taxones (*Simulium, Chironomidae s.d, y Leptonema*), S8 (Quebrada Salazar o Sajonia) se adjunta a S1 y obtienen una similaridad de 62.69 % compartiendo ocho taxones, otro grupo está conformado por Y5 (Quebrada Yarumal) y Y8 (Yarumal) y tienen en común taxones detacandose (Chironomidae s.d, y Leptonema), otro grupo marcado lo representan S5 (Quebrada La Escondida) y S7 (Quebrada Las Faldas), y comparten 17 taxones de los cuales sobresalen *Phylloicus* y *Tetraglossa* por sus abundancias; Y1 (Quebrada Yarumal) y Y2 (Afluente 1 Yarumal) se separan de los demás sitios y poseen las similaridades más bajas debido a que poseen taxones únicos para la cuenca, en la primera un Elmidae sin determinar y en la segunda un coleóptero (*Limnocoris*) perteneciente a la familia Naucoridae.

Tabla 3-86 - Matriz de similaridad del análisis de Bray-Curtis para los macroinvertebrados entre las estaciones de muestreo del área de influencia directa local del proyecto conexión vial túnel Aburrá-Oriente (Cuenca La Cascada).

Cuenca La Cascada						
Estación	Ho 1	Ho 2	C1	C2	C3	C4
Ho 1	*	18,93	8,43	15,17	6,19	44,95
Ho 2	*	*	37,66	11,54	18,49	24,00
C1	*	*	*	13,11	32,12	12,84
C2	*	*	*	*	11,49	10,71
C3	*	*	*	*	*	7,65
C4	*	*	*	*	*	*

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

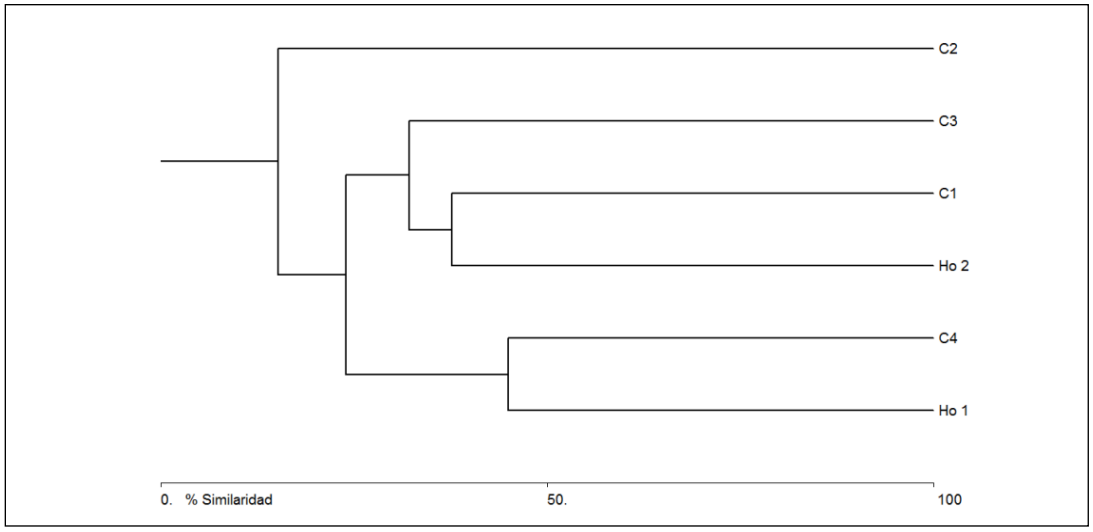


Figura 3-156- Análisis de Bray-Curtis para los macroinvertebrados presentes entre las estaciones de muestreo del área

de influencia directa local del proyecto conexión vial túnel Aburrá-Oriente (Cuenca La Cascada).

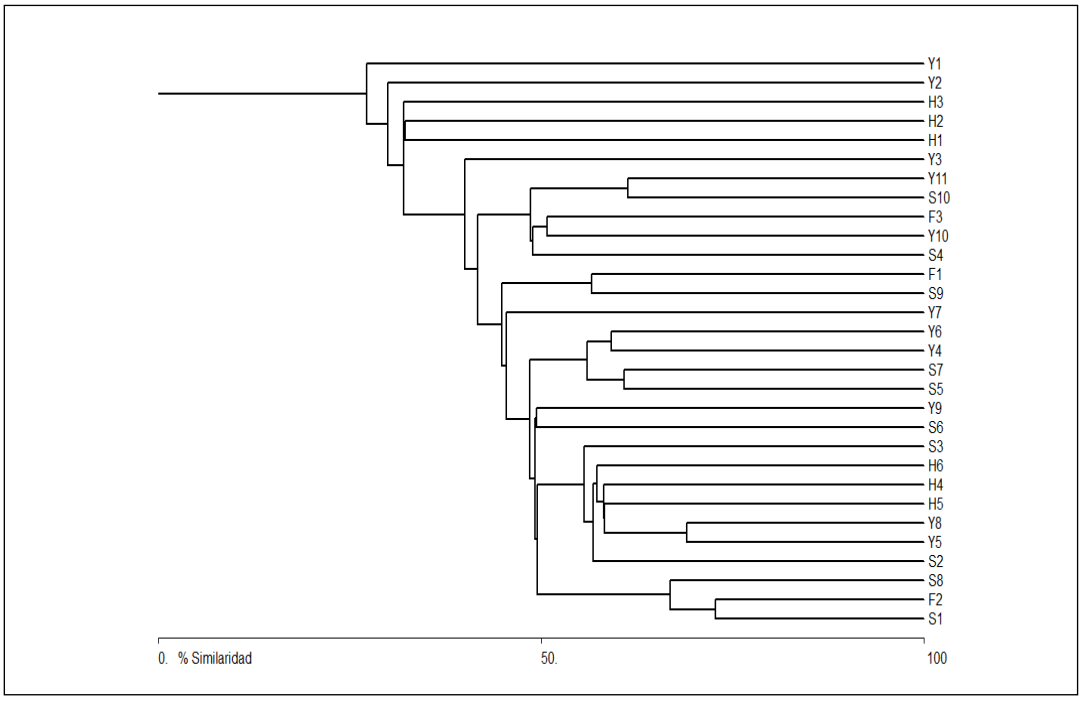


Figura 3-157 - Dendrograma de Bray-Curtis para los macroinvertebrados presentes entre las estaciones de muestreo del área de influencia direct local del proyecto conexión vial túnel Aburrá-oriente (Cuenca Rionegro)

Tabla 3-87 - Matriz de similaridad del análisis de Bray-Curtis para los macroinvertebrados entre las estaciones de muestreo del área de inlfuencia directa local del proyecto conexión vial túnel de Aburrá-Oriente (Cuenca Rionegro).

Estaciones	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	H1	H2	H3	H4	H5	H6	F1	F2	F3
S1	*	27,63	22,63	14,63	12,96	31,62	14,25	62,69	24,70	14,55	6,76	6,36	13,88	11,24	47,57	10,09	41,16	38,89	11,80	16,46	17,33	2,65	7,01	9,01	26,27	49,11	36,73	25,61	72,73	17,03
S2	*	*	34,00	26,87	48,52	26,11	40,14	26,38	17,56	11,50	14,20	24,66	10,47	31,45	56,82	38,19	43,36	44,64	8,58	16,93	13,00	11,43	21,39	32,04	48,08	46,73	29,43	33,83	29,31	16,03
S3	*	*	*	9,90	12,68	28,46	18,56	28,32	7,62	5,63	11,59	16,81	3,80	9,12	46,34	13,40	13,98	55,64	5,46	11,24	5,65	29,33	25,29	16,98	37,04	38,01	47,27	31,68	29,10	10,22
S4	*	*	*	*	25,24	22,99	26,67	18,50	22,64	17,76	20,00	30,00	21,97	19,48	27,88	18,10	33,16	37,31	13,62	48,89	25,84	13,16	13,64	26,17	38,53	21,62	16,87	19,61	15,43	31,88
S5	*	*	*	*	*	8,22	60,87	7,25	13,33	5,66	8,05	28,57	14,13	47,09	29,74	56,05	32,99	22,69	7,22	12,37	9,22	12,22	19,79	24,64	30,05	31,90	9,63	22,33	12,62	9,09
S6	*	*	*	*	*	*	15,82	49,22	15,85	18,23	6,11	8,60	38,30	9,85	37,04	10,84	26,59	39,59	49,43	24,90	36,20	2,55	2,43	6,77	23,13	30,45	32,62	19,16	33,95	41,75
S7	*	*	*	*	*	*	*	13,75	13,07	11,73	12,27	24,41	15,69	43,89	23,26	44,88	33,57	28,19	10,43	19,67	14,02	14,20	19,89	19,00	30,69	29,21	15,44	28,72	17,27	18,18
S8	*	*	*	*	*	*	*	*	27,71	17,11	8,21	4,08	23,65	7,85	35,86	10,75	45,51	37,07	23,17	26,05	34,98	3,98	4,69	6,03	23,93	27,09	27,49	30,84	66,82	36,50
S9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	13,76	18,92	12,90	8,96	12,18	27,22	11,22	39,79	27,54	4,31	14,89	18,68	10,00	13,04	16,22	15,93	13,27	11,76	56,60	19,51	12,68
S10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	4,40	6,03	11,17	9,05	13,00	9,32	17,39	20,33	11,27	20,79	61,38	2,13	2,00	3,65	13,57	13,17	11,51	10,28	11,47	17,60
Y1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6,82	3,45	6,52	15,04	8,99	19,35	11,76	4,78	13,79	6,85	27,27	17,86	18,67	18,18	4,21	11,94	25,71	6,85	18,87
Y2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	18,44	28,22	14,21	24,56	27,32	14,47	4,68	9,26	7,14	10,64	22,64	22,40	15,75	18,33	9,78	18,33	6,43	5,13
Y3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	25,53	10,40	16,13	21,20	14,86	28,36	22,22	30,00	5,88	9,60	8,18	12,55	10,94	7,32	6,06	15,23	40,00
Y4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	18,33	59,13	27,48	20,59	8,73	10,81	9,90	12,06	16,33	17,25	19,68	28,50	9,14	15,58	13,96	15,12
Y5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	19,05	37,60	69,04	8,37	18,30	15,77	8,63	14,57	28,24	58,14	58,25	48,03	40,00	41,34	17,91
Y6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	29,15	22,31	7,58	12,12	9,09	14,13	20,41	16,74	19,35	35,15	8,76	20,95	12,04	13,82
Y7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	31,05	17,26	33,14	26,62	11,18	21,97	20,83	30,93	29,97	13,55	44,92	41,56	34,08
Y8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12,03	29,51	23,81	7,41	10,00	17,27	49,65	53,54	51,52	34,33	37,08	20,00
Y9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	18,03	26,19	4,69	3,97	4,84	10,70	9,03	8,35	6,54	14,60	32,75
Y10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	36,14	12,50	10,53	8,42	30,93	16,19	11,69	17,78	19,87	50,79
Y11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3,95	3,66	7,65	16,22	14,09	9,92	12,36	19,50	48,60
H1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	32,26	32,10	19,28	8,16	15,71	18,42	9,40	19,64
H2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	21,51	29,47	12,50	3,95	22,73	10,32	14,52
H3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	24,56	15,86	16,37	31,78	11,55	15,38
H4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	36,68	27,75	42,20	25,98	22,07
H5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	57,34	24,32	49,55	13,18
H6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	20,48	48,45	17,82
F1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	28,40	14,49
F2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	25,56
F3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Fuente: Elaboración propia Consorcio Siga-Plyma

3.3.3.1.2.4 Índice BMPW/Col

Se calculó el índice BMWP/Col para cada uno de los sitios de muestreo. Este método califica a cada familia de macroinvertebrados asignándole un valor de 1 a 10 de acuerdo con el grado de sensibilidad a la contaminación, siendo las familias con valor 1 las que toleran las condiciones más malas de calidad del agua. De acuerdo con el puntaje obtenido para cada punto, se califica la calidad del agua y su significado ecológico.

En general, en la mayoría las estaciones de muestreo se observó un bajo nivel del agua, lo cual hace que los sustratos queden en su mayoría expuestos dificultando la utilización de elementos de recolecta; por lo tanto, los resultados del índice obedezcan más a dicha dificultad que a las características de calidad del agua. Sin embargo, es importante anotar, que en la zona de estudio hay actividad agricola e intervención antrópica que contribuyen al deterioro de estos cuerpos.

En la siguiente tabla se presenta la calificación del índice de calidad ambiental BMWP/Col y en la siguiente figura se grafican los resultados de la aplicación de dicho índice para la cuenca Santa Elena.

En la cuenca Santa Elena los sitios de muestreo obtuvieron aguas de calidad buena hasta aguas de calidad muy crítica; solo en SE 16 (Confluencia El Yarumo y Las Antenas) obtuvo la mejor calidad, este lugar presenta unas condiciones que favorecen la colonización de los diferentes organismos, ya que se encuentra protegido por con una cobertura vegetal en rastrojo alto y el lecho tiene una alta pedregosidad lo que le confiere cierta estabilidad, en el cual dominan zonas de rizos, corrientes y una poza; SE1, SE7, SE15, SE23, SE24, SP1, SI1, SI3, SI4 y SI6 obtuvieron clase II, calidad aceptable, es decir, ligeramente contaminadas; SE2, SE4, SE5, SE6, SE10, SE19, SE20, SE26, SE27, SP2, SP3, SI2, dieron como resultado aguas de calidad dudosa, aguas moderadamente contaminadas (Clase III); SE3, SE8, SE9, SE11, SE14, SE17, SE21, SE22, SE25 y SI5 obtuvieron aguas de calidad crítica, aguas muy contaminadas (Clase IV) y los sitios SE13 y SE18 fueron los sitios con la más mala calificación del índice para esta cuenca, dando como resultado aguas clase V, aguas fuertemente contaminadas, situación crítica; El primero corresponde a la quebrada Santa Lucia, la cual es atravesada por una carretera y sus alrededores son potreros, además su cauce no alcanza el metro de ancho y el lecho es pantanosos dificultando el establecimiento de la comunidad de macroinvertebrados y la segunda corresponde a la quebrada El Placer (aguas abajo) la cual también es atravesada por una vía. Este lugar presenta buenas condiciones para el asentamiento de macroinvertebrados ya que hay disponibilidad de hojarasca; pero la situación crítica para el lugar puede deberse a que se observó un bajo nivel del agua, lo cual hace que los sustratos queden en su mayoría expuestos dificultando la utilización de elementos de recolecta; por lo tanto, podría ser que los resultados del índice obedezcan más a dicha dificultad que a las características de calidad del agua.

Tabla 3-88 - Valores obtenidos para el BMWP/Col1 en las estaciones de muestreo de la cuenca Santa Elena en la zona de influencia del proyecto Conexión Vial Aburra Oriente en enero y febrero de 2013

	Cuenca Santa Elena																																		
Familia	**SE1**	**SE2**	**SE3**	**SE4**	**SE5**	**SE6**	**SE7**	**SE8**	**SE9**	**SE10**	**SE11**	**SE12**	**SE13**	**SE14**	**SE15**	**SE16**	**SE17**	**SE18**	**SE19**	**SE20**	**SE21**	**SE22**	**SE23**	**SE24**	**SE25**	**SE26**	**SE27**	**SP1**	**SP2**	**SP3**	**SI1**	**SI2**	**SI3**	**SI4**	**SI5**	**SI6**
Pseudothelpusidae		8																																		
Glossiphonidae																														4						
Dugesiidae	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		6		6	6	6	6	6	6		6			6	6		6	6			6	6	6	
Sphaeriidae						8	8		8	8							8															8				
Lymnaeidae					8		8												8	8		8						8								
Physidae		3	3		3		3	3			3		3	3			3	3	3	3		3				3	3		3	3					3	
Planorbidae				5	5		5							5																		5				
Hydrobiidae							7																7													
Isotomidae												2	2										2	2	2							2				
Perlidae	10														10	10							10	10								10				10
Elmidae	7															7							7	7			7			7	7		7			
Staphylinidae				6	6					6						6												6				6	6			
Psephenidae								10				10			10	10								10												
Lampyridae										10																							10			
Ptilodactylidae	10		10	10		10		10	10			10			10	10						10		10			10			10		10	10		10
Gyrinidae															5						5										5				5
Hydrophilidae																							3	3			3	3		3		3				
Curculionidae					4																															
Scirtidae	4											4				4								4							4		4			
Notonectidae																									5											
Calamoceratidae	8														8	8															8	8	8			8
Leptoceridae															8																					8
Hydropsychidae	7	7				7				7		7		7		7			7	7			7	7		7	7	7	7	7	7		7	7		7
Helicopsychidae	8			8																			8	8		8	8					8	8			
Odontoceridae	10														10																10					
Philopotamidae															9																					
Polycentropodidae									9	9															9							9		9		
Hydrobiosidae		9	9	9								9									9													9		
Hydroptilidae							8				8												8					8		8					8	
Glossosomatidae							7							7					7					7		7	7	7		7						
Coenagrionidae												7																								
Calopterygidae	7	7			7	7	7			7		7		7		7			7	7								7	7	7				7		7
Gomphidae															9	9																				9
Megapodagrionidae																													6							
Polythoridae																10							10							10						
Aeshnidae							6			6	6					6					6				6				6			6	6			6
Baetidae																7			7	7				7		7	7	7							
Leptohyphidae																7																				
Leptophlebiidae	9											9			9	9								9							9		9			
Euthyplociidae																													9							
Sialidae															8																	8				8
Tipulidae	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		3	3		3	3	3		3				3	3	3		3	3	3	3	3		3	3	3	3
Chironomidae	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2	2	2		2	2		2	2	2	2		2	2	2	2		2	2	2	2	2
Dolichopodidae																														4						4
Muscidae																														4						
Empididae					4															4														4		
Simuliidae	5	5	5	5	5	5	5	5		5				5			5		5	5			5			5	5	5	5	5			5	5	5	
BMWP/Col[1]	**96**	**50**	**38**	**54**	**53**	**48**	**75**	**39**	**38**	**69**	**25**	**76**	**10**	**40**	**101**	**128**	**27**	**9**	**55**	**49**	**26**	**23**	**78**	**89**	**27**	**43**	**58**	**73**	**54**	**70**	**71**	**67**	**87**	**72**	**31**	**87**
Significado	Clase II Ligeramente contaminadas	Clase III Aguas moderadamente conta	Clase IV Aguas muy contaminadas	Clase III Aguas moderadame	Clase III Aguas moderadamente	Clase III Aguas moderadame	Clase II Ligeramente contaminad	Clase IV Aguas muy contamin	Clase IV Aguas muy contamin	Clase III Aguas moderadame	Clase IV Aguas muy contamin	Clase II Ligeramente contaminad	se V Aguas fuertem	Clase IV Aguas muy contami	Clase II Ligeramente contamin	Clase I Aguas no contaminadas	Clase IV Aguas muy contami	e V Aguas fuertemente	Clase III Aguas moderada	Clase III Aguas moderadame	Clase IV Aguas muy contami	Clase IV Aguas muy contami	Clase II Ligeramente contamina	Clase II Ligeramente contamina	Clase IV Aguas muy contamin	Clase III Aguas moderadas	Clase II Ligeramente contamina	Clase III Aguas moderadame	Clase III Aguas moderadame	Clase II Ligeramente contaminad	Clase III Aguas moderadame	Clase II Ligeramente contamina	Clase II Ligeramente contamina	Clase IV Aguas muy contamin	Clase II Ligeramente cont

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

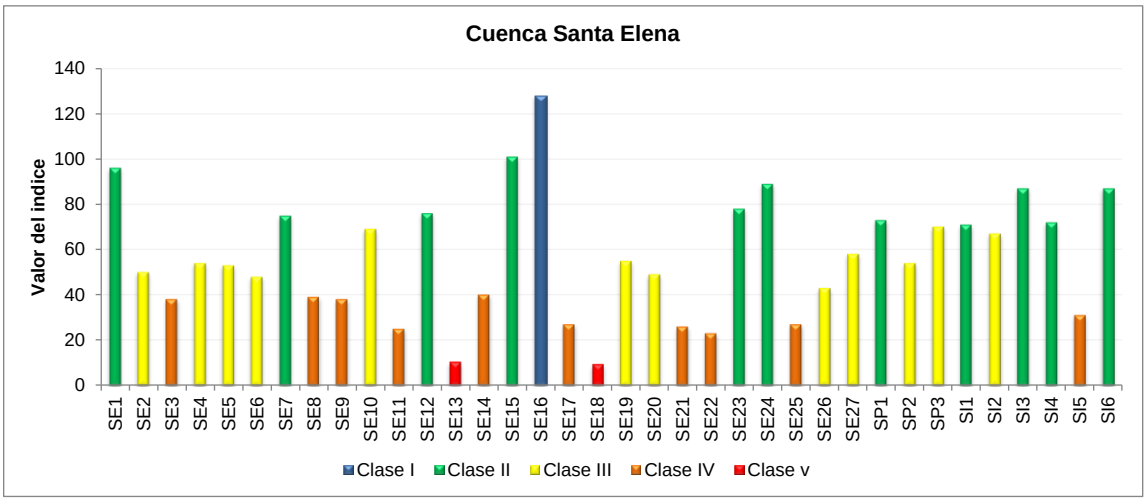


Figura 3-158 - Índice BMWP/Col1 para las estaciones de muestreo del área de influencia directa local del proyecto conexión vial túnel de Aburrá-Oriente (cuenca Santa Elena).

El sitio Ho1 obtuvo el mejor resultado para la cuenca La Cascada, este lugar (Quebrada Manguruma) tiene aguas clase I, indicando aguas de calidad buena, es decir, aguas no contaminadas, pese a que el lugar presenta flujo restringido; predominan hábitat diversos para el establecimiento de macroinvertebrados; C1 (Quebrada Doña Clara) y C2 (Quebrada Dos Captaciones) obtuvieron clase II, calidad aceptable, es decir, ligeramente contaminadas, estos lugares presentan mangueras para la captación de agua disminuyendo el caudal, pero en general, el agua presenta buenas características; Ho2, C3 y C4, presentan aguas de calidad dudosa, aguas moderadamente contaminadas (Clase III) en la primera (Quebrada Villanueva) en el canal se encuentra muy poca agua, en gran parte turbia producto de material orgánico (excremento bovino) y del paso de ganado, en la segunda (Quebrada Adonaí), el lugar tiene una captación de dos mangueras dando como resultado un nivel del agua muy bajo y la tercera (Quebrada La Honda), pese a que el sitio de muestreo está conformado por un bosque mediamente conservado y el agua es cristalina, el sustrato es muy rocoso, el cual favorece solo algunas familias que poseen valores medios para el índice.

Tabla 3-89 - Valores de BMWP/Col1 en las estaciones de muestreo ubicadas en el área de influencia directa local del proyecto conexión vial túnel Aburra-oriente (cuenca La Cascada).

Cuenca La Cascada						
Familia	Ho 1	Ho 2	C1	C2	C3	C4
Hyalellidae					7	
Haplotaxida		1	1			
Dugesiidae		6	6	6		6
Sphaeriidae			8			
Physidae						3
hydrobiidae			7			
Isotomidae				2		
Perlidae	10			10		
Elmidae	7	7		7		7
Staphylinidae		6			6	6
Lampyridae				10		
Ptilodactylidae	10			10		

Cuenca La Cascada						
Familia	Ho 1	Ho 2	C1	C2	C3	C4
Hydrophilidae		3	3		3	3
Scirtidae			4	4	4	
Naucoridae	8					
Calamoceratidae	8			8		
Leptoceridae			8	8		
Hydropsychidae	7			7		7
Helicopsychidae	8	8				
Odontoceridae			10			
Polycentropodidae			9			
Hydrobiosidae	9					
Hydroptilidae	8	8				
Coenagrionidae			7			
Calopterygidae	7					7
Polythoridae				10		
Aeshnidae	6	6				
Baetidae	7					
Leptophlebiidae	9			9		
Euthyplociidae				9	9	
Sialidae					8	
Crambidae	7					
Tipulidae	3	3	3	3	3	3
Chironomidae	2	2	2	2	2	2
Tabanidae			5		5	
Empididae	4	4				
Simuliidae	5	5				5
BMWP/Col[1]	125	59	73	105	47	49
Significado	Clase I Aguas no contaminadas	Clase III Aguas moderadamente contaminadas	Clase II Ligeramente contaminadas	Clase II Ligeramente contaminadas	Clase III Aguas moderadamente contaminadas	Clase III Aguas moderadamente contaminadas

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

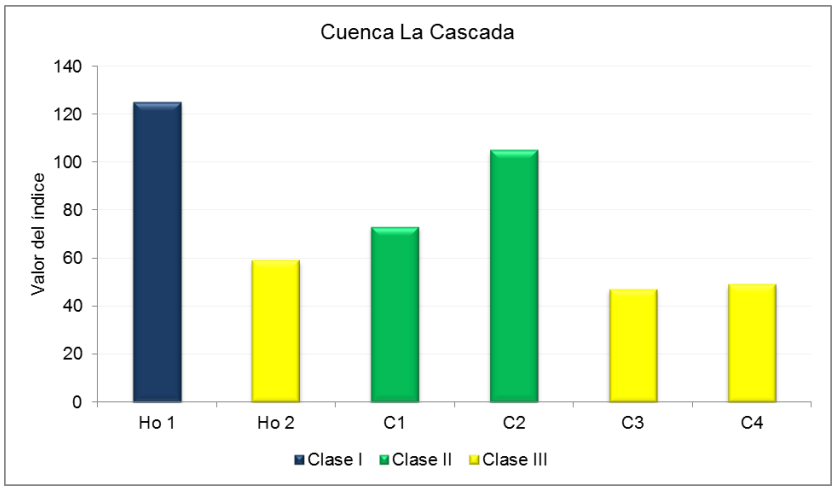


Figura 3-159 - Índice BMWP/Col1 para las estaciones de muestreo del área de inlfuencia directa local del proyecto

conexión vial túnel Aburrá-Oriente (Cuenca La Cascada).

Para la cuenca Rionegro. La mejor calidad del agua (clase I) la presentaron las estaciones S7 (Quebrada Las Faldas), Y4 (Afluente 6 Yarumal) y Y6 (Afluente 3 Yarumal) indicando aguas de calidad buena, es decir, aguas no contaminadas, el lecho para estos sitios es estable, presentando compactación moderada y compuesto en su mayoría por sedimento fino, predominan corrientes, los rizos o caballitos y las charcas favoreciendo el establecimiento de los diferentes macroinvertebrados; S2, S4, S5, S6, Y2, Y3, Y7, Y9, H1, H2, H3, H5, H6 y F3 dieron como resultado una calidad aceptable, aguas ligeramente contaminadas, se evidencian efectos de contaminación (Clase II); S1, S9, S10, Y5, Y8, Y10, Y11, H4, F1, F2 obtuvieron aguas de calidad dudosa, aguas moderadamente contaminadas (Clase III); y S3, S8 y Y1, fueron los sitios con la más mala calificación del índice para esta cuenca, estos lugares obtuvieron aguas de calidad crítica, aguas muy contaminadas (Clase IV), el sitio Y1 (Quebrada Yarumal) presenta un grado de perturbación muy alto, dado que la estabilidad del cauce de la quebrada puede verse afectado por la presencia del desagüe de la carretera, el acceso humano, al igual que por la extracción de material de playa impactando el lecho de la quebrada y dificultando el establecimiento de los organismos acuáticos.

Tabla 3-90 - - Valores de BMWP/Col1 en las estaciones de muestreo ubicadas en el área de influencia directa local del proyecto conexión vial túnel Aburra-oriente (cuenca Rionegro).

Cuenca Rionegro																														
Familia	**S1**	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**	**S6**	**S7**	**S8**	**S9**	**S10**	**Y1**	**Y2**	**Y3**	**Y4**	**Y5**	**Y6**	**Y7**	**Y8**	**Y9**	**Y10**	**Y11**	**H1**	**H2**	**H3**	**H4**	**H5**	**H6**	**F1**	**F2**	**F3**
Pseudothelpusidae			8													8						8	8							
Haplotaxida	1			1	1			1	1		1				1		1	1	1		1									
Glossiphoniidae					4				4																					
Dugesiidae				6	6	6				6		6	6	6		6	6	6	6						6					
Sphaeriidae	8								8			8	8	8									8	8						
Lymnaeidae	8					8		8	8								8		8											8
Physidae	3					3				3																				
Planorbidae																			5											
Isotomidae			2	2		2																							2	
Perlidae		10			10		10							10		10		10						10		10		10		
Elmidae	7	7		7	7	7	7		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7		7	7		7	7	7		7
Staphylinidae		6		6	6	6	6				6	6			6		6			6				6	6		6	6	6	
Lampyridae	10				10		10							10			10										10			10
Ptilodactylidae		10	10		10		10					10		10	10	10	10	10	10			10	10	10	10	10	10	10	10	10
Gyrinidae				5		5						5		5																
Hydrophilidae		3					3		3		3		3	3			3		3			3					3			3
Dryopidae					6		6																							
Carabidae		x			x		x				x																			
Scirtidae			4		4		4					4		4		4												4		
Naucoridae												8																		
Calamoceratidae		8		8	8		8							8		8						8	8	8	8	8				
Leptoceridae		8			8		8			8		8	8	8		8					8	8								
Hydropsychidae	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7		7	7	7	7	7	7	7	
Helicopsychidae			8										8	8		8			8	8		8		8		8	8		8	8
Odontoceridae													10	10																
Philopotamidae														9								9		9						
Polycentropodidae													9																	
Hydrobiosidae		9		9		9		9			9						9										9		9	
Hydroptilidae				8		8							8																	8
Glossosomatidae										7											7						7		7	
Coenagrionidae												7				7														
Calopterygidae						7	7			7				7					7						7		7			
Libellulidae						5			5																					
Gomphidae		9		9	9		9					9	9	9		9									9					
Polythoridae					10									10	10	10						10	10		10					
Baetidae		7		7	7	7	7	7		7		7	7			7			7	7	7					7	7			7
Leptophlebiidae							9					9	9	9		9								9						
Euthyplociidae																						9								
Sialidae												8		8										8						
Crambidae													7				7									7				
Tipulidae	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			3	3	3
Chironomidae	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Stratiomyidae																							3							
Dolichopodidae					4				4				4										4							
Psychodidae										2																				
Culicidae													2																	
Muscidae						4													4	4	4									4
Empididae							4											4	4	4						4	4			
Ceratopogonidae												5			5															
Simuliidae	5	5				5	5	5	5	5	5			5	5	5	5	5			5			5		5	5	5	5	5
BMWP/Col[1]	**54**	**94**	**44**	**80**	**122**	**94**	**125**	**42**	**57**	**64**	**36**	**116**	**117**	**166**	**56**	**128**	**84**	**55**	**82**	**48**	**51**	**78**	**70**	**100**	**68**	**75**	**92**	**54**	**59**	**75**
Significado	**Clase III Aguas moderadamente contaminadas**	Clase II Ligeramente contaminadas	**Clase IV Aguas muy contaminadas**	Clase II Ligeramente contaminadas	Clase II Ligeramente contaminadas	Clase II Ligeramente contaminadas	Clase I Aguas no contaminadas	**Clase IV Aguas muy contaminadas**	**Clase III Aguas moderadamente contaminadas**	**Clase III Aguas moderadamente contaminadas**	**Clase IV Aguas muy contaminadas**	Clase II Ligeramente contaminadas	Clase II Ligeramente contaminadas	Clase I Aguas muy limpias	**Clase III Aguas moderadamente contaminadas**	Clase I Aguas no contaminadas	Clase II Ligeramente contaminadas	**Clase III Aguas moderadamente contaminadas**	Clase II Ligeramente contaminadas	**Clase III Aguas moderadamente contaminadas**	**Clase III Aguas moderadamente contaminadas**	Clase II Ligeramente contaminadas	Clase II Ligeramente contaminadas	Clase II Ligeramente contaminadas	**Clase III Aguas moderadamente contaminadas**	Clase II Ligeramente contaminadas	Clase II Ligeramente contaminadas	**Clase III Aguas moderadamente contaminadas**	**Clase III Aguas moderadamente contaminadas**	Clase II Ligeramente contaminadas

Fuente: Elaboración propia Consorcio Siga-Plyma

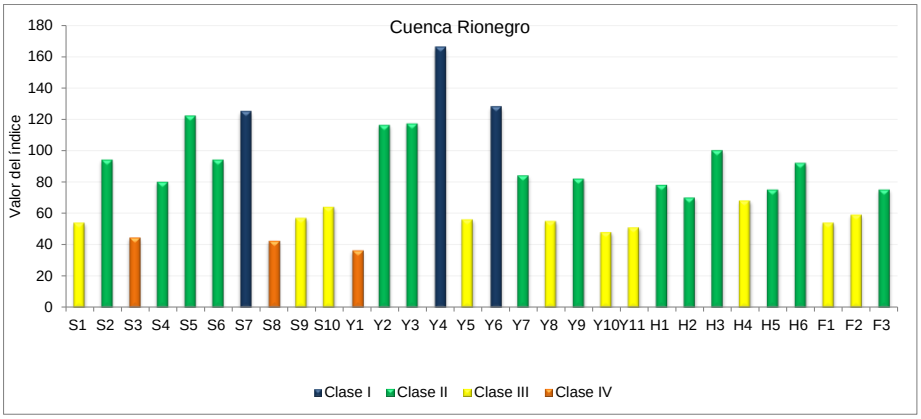


Figura 3-160 - Índice BMWP/Col1 para las estaciones de muestreo del área de influencia directa local del proyecto conexión vial túnel Aburrá-Oriente (cuenca Rionegro)

Las siguientes fotografías presentan algunos de los macroinvertebrados encontrados en las estaciones de muestreo ubicadas en la zona de influencia directa puntual y local del proyecto conexión vial del túnel Aburrá-Oriente.

Macrelmis

Tetraglossa

Wormaldia

Phylloicus

Nectopsyche

Banyallagra

Stenus

Limnocoris

Macronema

Girardia

Notonecta

Rhagovelia

Chironomidae

Andogyrus

Sphaeriidae

Leptohyphes

Baetodes

Thraulodes

Anacroneuria

Sialis

Euthyplocia

Core

Polythore

Glossosomatidae

Brechmorhoga

Progomphus

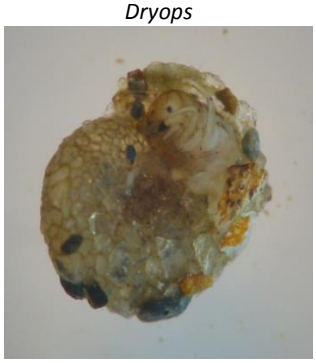
Orthemis

Acari

Dryops

Eurygerris

Phanocerus



Helicopsyche

Heterelmis

Tabanus

Hexatoma

Tipula

Figura 3-161 - Algunos de los macroinvertebrados encontrados en las estaciones de muestreo.

3.3.3.1.2.5 Conclusiones

Un total de 9256 individuos se recolectaron para las cuatro cuencas muestreadas; La Cuenca Santa Elena fue la de mayor cantidad de individuos con 4548, seguida de La Cuenca de Rionegro con 3836 individuos; las de menores organismos fueron La Cuenca La Cascada con 548 y Cielo Abierto con 324 organismos; estos organismos se agrupan para La Cuenca Santa Elena en 15 órdenes, 49 familias y 75 taxones, para La Cuenca Rionegro en 18 órdenes, 55 familias y 85 taxones, para la cuenca La Cascada en 16 órdenes, 40 familias y 50 taxones y para la zona Cielo Abierto en 42 taxones distribuidos en 34 familias y 13 órdenes.

Para la captura de organismos se utilizaron tres métodos de muestreo, siendo el más eficiente la colecta en hojarasca por medio de la red D-Net, con este método se capturaron 4779 individuos, seguida de la recolección manual con 3.010 individuos y por último la colecta por medio de la red surber con 1467 organismos.

Los taxones que registraron el mayor número de individuos fueron: para La Cuenca Rionegro, La familia Chironomidae s.d (836 individuos), El trichoptero *Leptonema* (511 individuos) y el género *Simulium* (463 individuos); En La Cuenca Santa Elena los individuos que fueron más abundantes fueron: *Simulium* (910 individuos), el molusco *Physa* (660 individuos), y La familia Chironomidae s.d (561 individuos); Para La Cuenca La Cascada el orden fue: *Leptonema* (100 individuos); La familia Chironomidae s.d (70 individuos) y el Coleóptero *Scirtes* con 44 individuos, y en La Zona Cielo Abierto los taxones más abundantes fueron, La familia Chironomidae s.d (72 individuos), el trichoptero *Smicridea* (36 individuos) y *Leptonema* con 27 individuos.

La mayor diversidad en La Cuenca Rionegro se presentó en la estación Y4 (Afluente 6 Yarumal), en este lugar, se recolectaron 31 taxones; La menor diversidad se registró en S3 (Afluente Salazar) y Y9 (Quebrada Yarumal), en la primera se recolectaron 10 taxones y en la segunda 18 taxones; las equidades fructuaron entre 0.93 y 0.25, la primera corresponde al sitio Y1 (Quebrada Yarumal) donde los 19 individuos recolectados se repartieron en 10 taxones, el segundo valor corresponde al sitio Y9 (Quebrada Yarumal) donde se recolectaron 316 individuos, de los cuales 276 pertenecen a un solo taxón (Chironomidae s.d) obteniendo la mayor dominancia.

En La Cuenca Santa Elena Los valores de diversidad oscilaron entre 0.36 nats/ind en SE17 (Quebrada El Placer parte alta) y 1.08 nats/ind en SE15 (Quebrada El Yarumo); En la primera sólo

se recolectaron seis taxones con 149 individuos y en la segunda se recolectaron 37 individuos distribuidos en 16 taxones; Los sitios SE13 (Quebrada Santa Lucia), SE18 (Quebrada El Placer), SE21 (Quebrada La Espadera) y SE22 (Quebrada La Bisarra) obtuvieron las mayores equidades con el mismo valor (0.96); La menor equidad (0.41) se presentó en El Cedro (SE3) debido a que dominó el taxón Simulium, ya que de los 216 organismos capturados en este lugar, 168 corresponden a este individuo, es por esta razón que este lugar obtiene la mayor dominancia (0.62).

La diversidad según el ensamble de macroinvertebrados para la Cuenca La Cascada se presentó en el sitio C2 (Quebrada dos captaciones) siendo la mayor con 1.19 nats/ind, al igual que la mayor equidad (0.95) donde los 36 individuos capturados se distribuyeron en 18 taxones, y la menor diversidad se registró en C3 (Quebrada Adonay) con 0.63 nats/ind, en este lugar se recolectaron 51 individuos distribuidos en 10 taxones, obteniendo la menor equidad (0.63) pues dominó el taxón Scirtes con 30 individuos; El sitio Ho1 (Quebrada Manguruma) obtuvo la menor dominancia (0.12) ya que se recolectaron 175 individuos en 23 taxones.

La mejor calidad del agua según el método BMWP/Col la presentaron las estaciones S7 (Quebrada Las Faldas), Y4 (Afluente 6 Yarumal) y Y6 (Afluente 3 Yarumal) indicando aguas de calidad buena, es decir, aguas no contaminadas; S2, S4, S5, S6, Y2, Y3, Y7, Y9, H1, H2, H3, H5, H6 y F3 dieron como resultado una calidad aceptable, aguas ligeramente contaminadas, se evidencian efectos de contaminación; S1, S9, S10, Y5, Y8, Y10, Y11, H4, F1, F2 obtuvieron aguas de calidad dudosa, aguas moderadamente contaminadas; y S3, S8 y Y1, fueron los sitios con la mas mala calificación del índice para esta cuenca, estos lugares obtuvieron aguas de calidad critica, aguas muy contaminadas.

En La Cuenca Santa Elena el sitio SE16 (Confluencia El Yarumo y Las Antenas) obtuvo la mejor calidad (Clase I); SE1, SE7, SE15, SE23, SE24, SP1, SI1, SI3, SI4 y SI6 obtuvieron clase II, calidad aceptable; SE2, SE4, SE5, SE6, SE10, SE19, SE20, SE26, SE27, SP2, SP3, SI2, dieron como resultado aguas de calidad dudosa, aguas moderadamente contaminadas (Clase III); SE3, SE8, SE9, SE11, SE14, SE17, SE21, SE22, SE25 y SI5 obtuvieron aguas de calidad critica, aguas muy contaminadas (Clase IV) y los sitios SE13 y SE18 fueron los sitios con la más mala calificación del índice para esta cuenca, dando como resultado aguas clase V, aguas fuertemente contaminadas.

El sitio Ho1 obtuvo el mejor resultado para la cuenca La Cascada, este lugar (Quebrada Manguruma) tiene aguas clase I, indicando aguas de calidad buena; C1 (Quebrada Doña Clara) y C2 (Quebrada Dos Captaciones) obtuvieron clase II, calidad aceptable; Ho2, C3 y C4, dieron como resultado aguas de calidad dudosa, aguas moderadamente contaminadas (Clase III).

3.3.3.2 Asociación del zooplancton en el Área de Influencia

El grado de conocimiento acerca de los factores que controlan la abundancia y distribución del zooplancton lótico y su significado ecológico ha tenido menor desarrollo en comparación al que se tiene de esta comunidad en ambientes lénticos (Dippolito, *et al.* 2009, Perbiche*, et al*. 2012).

En estos ambientes, los factores que influyen en la estructura y dinámica del plancton, esta generalmente enfocada en dos categorías: factores que afectan la derivada de estos organismos desde las zonas de aguas estancadas, canales laterales, lagos y embalses (donde se desarrolla la mayor población) y los factores que afectan su crecimiento y reproducción por ejemplo (el volumen de sedimentos transportados por el río, puede inhibir la producción de fitoplancton y reducir la disponibilidad de recursos para el zooplancton (Hynes 1970; Ward 1989).

3.3.3.2.1 Comunidad Zooplanctonica

Como se observa en la siguiente tabla, en las 84 muestras de zooplancton analizadas pertenecientes tanto al área de influencia local como puntual, se encontraron 8 phylum, 10 órdenes y 46 morfoespecies de las cuales los órdenes Ploima, Cladocera y Cyclopoida hacen parte del zooplancton común y el resto de los grupos hacen su aparición en el plancton accidentalmente o están presentes en la región del litoral, como zooplancton en sentido amplio y son incluidos en este tipo de estudios (Fernando 2002). Sin embargo, se debe tener en cuenta que los métodos de colecta y preservación de grupos como los ciliados y rhizopodos y rotíferos bdeloideos son diferentes a los del zooplancton común cuando se requiere obtener mayores detalles de estos grupos. En consecuencia lo que aquí se reporte, dará una idea relativa de la riqueza de organismos de estos grupos pues el objeto de la presente caracterización es el zooplancton en sentido estricto. No obstante, las estaciones estudiadas tienen una alta composición de estos otros grupos que por lo tanto fueron incluidos.

Rotifera es el phylum mejor representado en las cuatro cuencas con 20 taxones. Esto es debido a que entre los componentes del zooplancton, este grupo está bien adaptado a los ambientes lóticos, por su tipo de reproducción, con tiempos generacionales cortos regulándose las poblaciones por pérdidas advectivas y otros factores abióticos (Zimmermann-Timm, *et al*. 2007).

La dominancia de *Rotifera* es una característica estructural del zooplancton de ríos tropicales y subtropicales de Sudamérica (Corrales de Jacobo, 1979; Robertson & Hardy; 1984; Shiel, 1986; Bonetto & Corrales de Jacobo,1985/6; Saunders & Lewis,1989; Vásquez & Rey, 1989; Paggi & José de Paggi; 1990; Lansac Tôha, *et al*. 1997).

Tabla 3-91 - Zooplancton registrado en las 84 muestras colectadas en el área de influencia del Proyecto Túnel de Oriente.

Phylum	Clase	Orden	Morfoespecie
Rhizopoda			Protozoos
			Arcella sp
			Centropyxis sp
			Difflugia sp
Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	*Vorticella* sp
			Thuricola sp
		Centrohelida	*Actinophrys* sol
	Heterotrichea	Heterotrichida	*Stentor* sp
Rotifera	Digononta	Bdelloidea	Bdeloideos
	Monogononta	Ploima	*Anuraeopsis* sp
			Colurella sp
			aff. *Dicranohorus* sp
			Euchlanis aff. *dilatata*
			Euchlanis sp 1
			Euchlanis sp 2
			Cephalodella sp
			Lecane sp
			Lecane sp 1
			Lecane aff. *lunaris*
			Lepadella aff. *minuta*
			Trichocerca cylindrica
			Trichocerca similis

Phylum	Clase	Orden	Morfoespecie
			Trichocerca aff. *miersy*
			Trochosphaera sp
			Rotifero sp 1
			Rotifero sp 2
			Rotifero sp 3
			Rotifero sp 4
Arthropoda	Branchiopoda	Cladocera	*Daphnia* cf. *gessneri*
			Chydoridus sp
	Copepoda	Harpaticoida	Harpaticoida
		Cyclopoida	Copepodito
			Nauplio
	Ostracoda	Podocopa	Ostracoda
	Insecta		Larvas chironomidos
	Insecta		Larvas diptera
	Insecta		Chaoborus
	Arachnida		Hidracarina
	Entognatha	Collembola	Collembola
Tardigrada			Tardigrado (Oso de agua)
Gastrotricha			Gastrotricos
Annelida			Anélidos
Nematoda			Nemátodos
			Indeterminado 1
			Indeterminado 2

Fuente: Elaboración propia Consorcio Siga-Plyma

A continuación se describirán los resultados hallados del ensamble zooplanctónico por área de influencia directa, puntual y local.

3.3.3.2.2 Área de influencia directa puntual

3.3.3.2.2.1 Cuenca Yerbabuena

En la estación localizada en la quebrada La Loma 2, aguas arriba (CA14) se registró la mayor densidad de zooplancton con un valor de 20,80 ind/l y el valor más alto de riqueza numérica de especies (12 taxones). El ICAfa, indicó que esta estación presenta una calidad de agua buena, por tanto está acorde con el resultado encontrado por parte de este ensamble.

Los valores de diversidad presentaron valores más altos en la estación YE2 la Loma 2 de 2,24nats/ind, la riqueza y dominancia no presentan grandes variaciones entre los dos puntos.

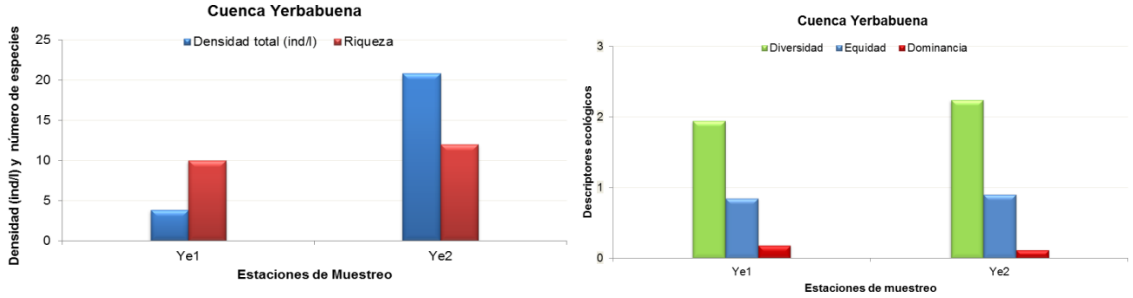


Figura 3-162 - Densidad total (ind/l) de zooplancton por estación y subcuenca en la cuenca Yerbabuena y valores de los

descriptores ecológicos (Diversidad de Shannon y Wiener, Equidad de Pielou y Dominancia de Simpson).

Las morfoespecies más dominantes en esta cuenca son *Arcella sp, Centropixys sp*, y *Nematoda* con una densidad promedio de 2,13, 2,06, y 1,4 ind/l respectivamente, la menos dominante para la cuenca es la Thurucola sp con una densidad promedio de 0,06 ind/l.

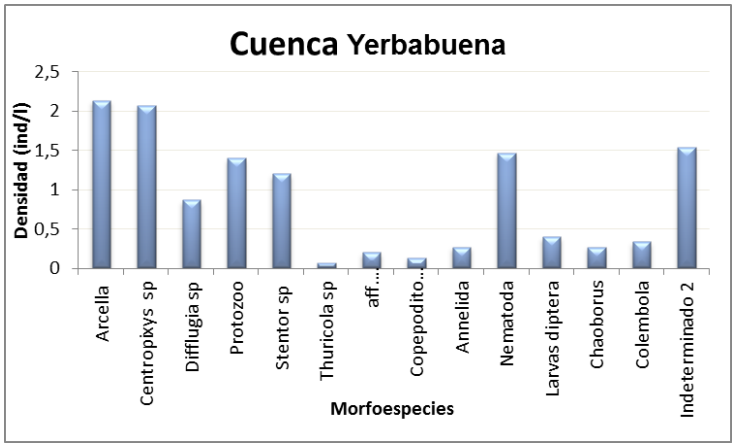


Figura 3-163 - Densidad promedio (ind/l) por morfoespecie en la cuenca de la Quebrada Yerbabuena.

3.3.3.2.2.2 Cuenca Santa Elena

Como lo indica la figura 3.330 la mayor densidad de zooplancton, se encontró en la estación CA5 Q. La Pastora aguas abajo y en la estación CA6 La Marquetalia; sin embargo, la mayor riqueza se encontró en la estación CA3 Q. el Chupadero aguas arriba con 12 taxones. Las demás estaciones presentaron densidades muy bajas. En la estación Quebrada la Bonanza (SE24) la dominancia fue mayor que la equidad, debido a que solo se registró un taxón el cual también hace parte de los protozoos (*Centropyxis sp*). La morfoespecie que presentó una mayor dominancia fue la *Centropxys sp* y los Protozoos con una densidad promedio de 2,6 y 1,2 ind/l respectivamente.

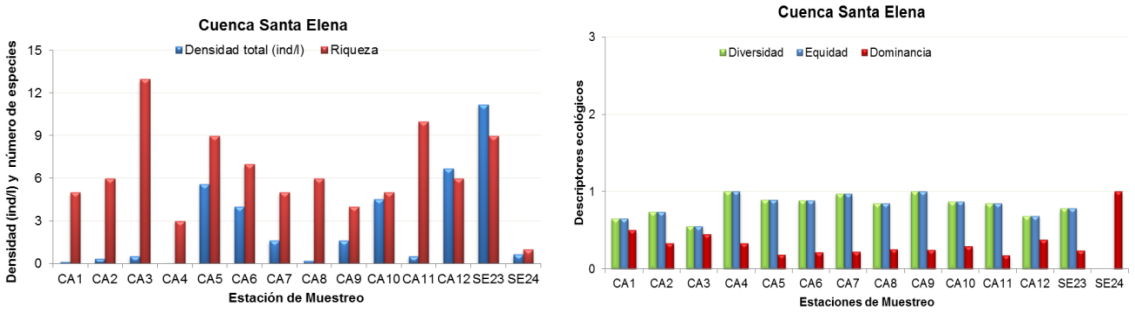


Figura 3-164 - Densidad total (ind/l) de zooplancton por estación y subcuenca en la cuenca Santa Elena- Cielo abierto y valores de los descriptores ecológicos (Diversidad de Shannon y Wiener, Equidad de Pielou y Dominancia de Simpson).

La diversidad promedio fue de 1,55, por debajo del registrado en la parte alta de esta misma cuenca. Aquí no hay especies dominantes como lo indican los bajos valores de dominancia con relación a los de la equidad.

Las morfoespecies más abundantes son las amebas testáceas *Arcella sp* y *Difflugia sp*

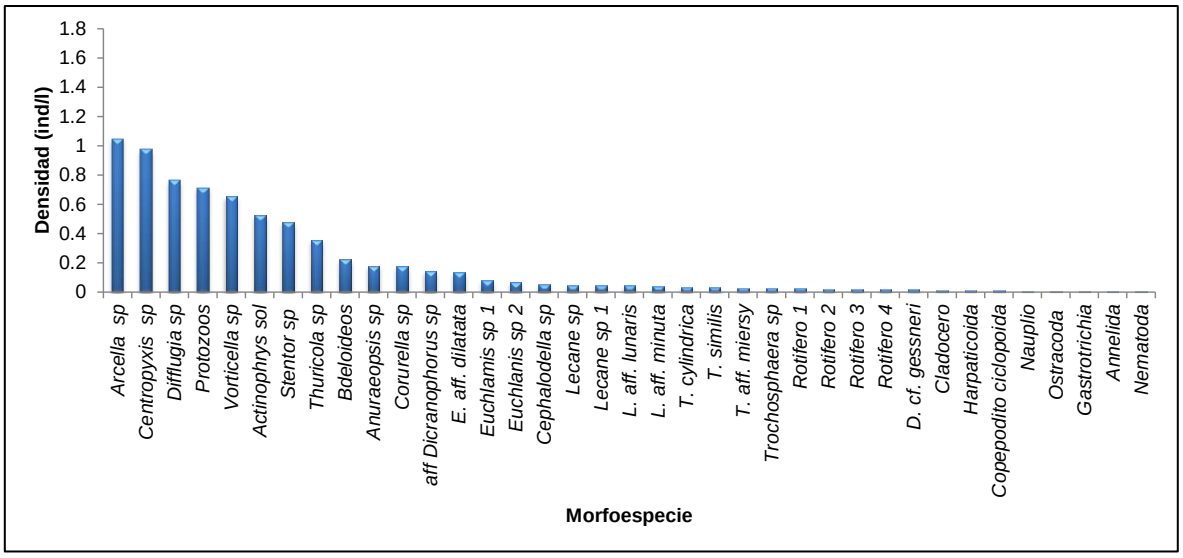


Figura 3-165 - Densidad promedio (ind/l) por morfoespecie en la cuenca de la Quebrada Santa Elena

3.3.3.2.2.3 Cuenca Rionegro-Portal Oriental

Las estaciones ubicadas dentro del área de influencia directa puntual, sobre la cuenca Rionegro, pertenecen a la Subcuenca Salazar en donde se presentó la mayor densidad de zooplancton, en la estación afluente 1 a Yarumal (S9) con 33, 31 ind/l, con una riqueza de 9 taxones. Según el ICAfa la calidad del agua es media lo que no concuerda con la alta densidad que se encontró de zooplancton, la cual además está localizada en una zona de alta perturbación, como se describió anteriormente. Es posible que estos organismos estén adaptados a estas condiciones, favorecido también por la estabilidad del lecho.

En la estación (S10-Confluencia Yarumal- Salazar) no se reportó la presencia de zooplancton.

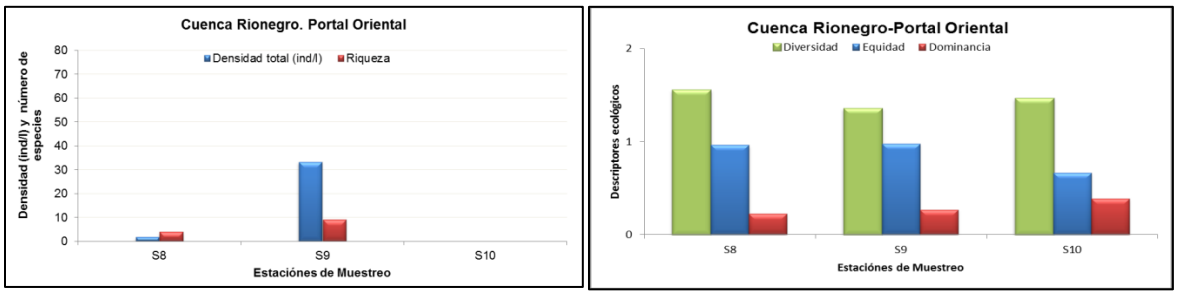


Figura 3-166 - Densidad total (ind/l) de zooplancton por estación y subcuenca en la cuenca Rionegro Portal Oriental y valores de los descriptores ecológicos (Diversidad de Shannon y Wiener, Equidad de Pielou y Dominancia de Simpson).

Los valores de diversidad son bajos (1,26 ind/l), con una densidad sin muchas variaciones, no hay ninguna morfoespecie que pueda hacerse dominante, sin embargo, en términos de densidad (ind/l) en los puntos de muestreo sí se observa una dominancia de la morfoespecie Centropxys sp con una densidad promedio de 6,75 ind/l, seguida por *Difflugia sp* con una densidad de 1,3 ind/l.

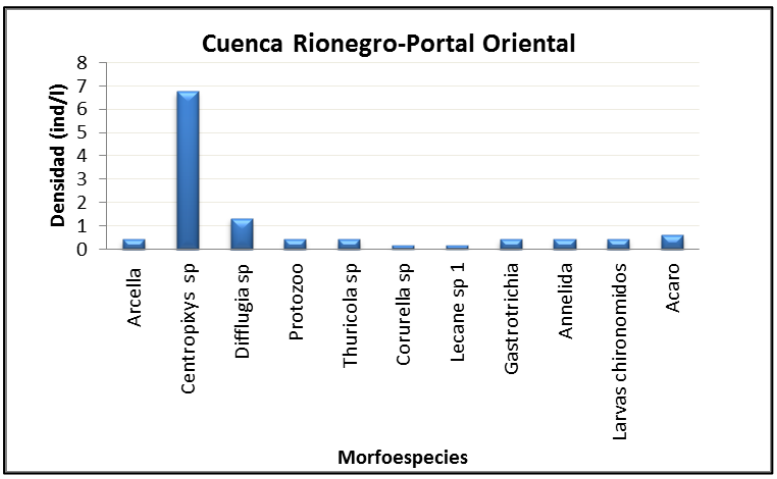


Figura 3-167 - Densidad promedio (ind/l) por morfoespecie en la cuenca de la Quebrada Santa Elena Portal Occidental

Varianza entre cuencas

Las cuencas que presentan mayor relación son las Yerbabuena y La Santa Elena, las cuales forman un grupo. La mayor densidad total fue en la cuenca la Yerbabuena (12,67ind/l), seguida de la cuenca Rionegro en el Portal Oriental (11,73ind/l).

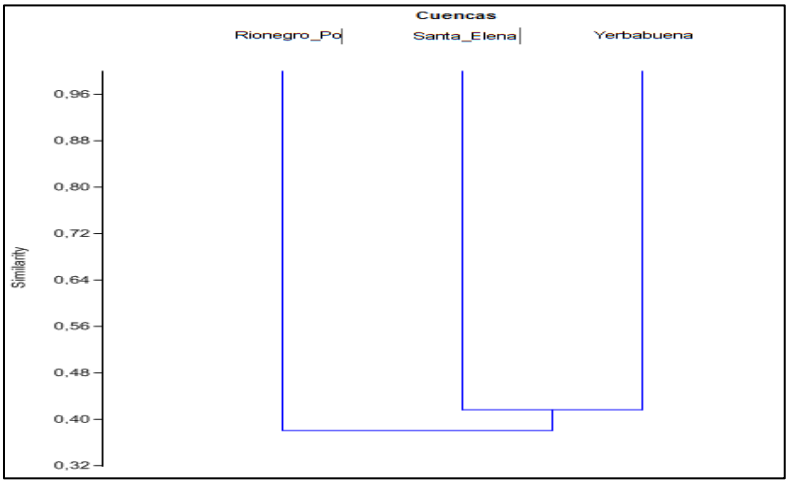


Figura 3-168 Similaridad en las cuencas de Area de influencia directa Puntual

3.3.3.2.3 Área de Influencia Directa Local

3.3.3.2.3.1 Cuenca Santa Elena Túnel

En la cuenca Santa Elena, las estaciones que mayor densidad presentaron fueron la Quebrada Paysandú (SE11) con 69,33 ind/l. Le siguen las estaciones Santa Bárbara parte alta (SE20) con 20,79 ind/l y Quebrada La Espadera (SE21) con y 19,19 ind/l todas con calidad de agua buena (SE11 y SE21) y excelente (SE20), según el ICAfa. Esto indica que los sistemas presentan para estos organismos un hábitat adecuado donde pueden establecerse.

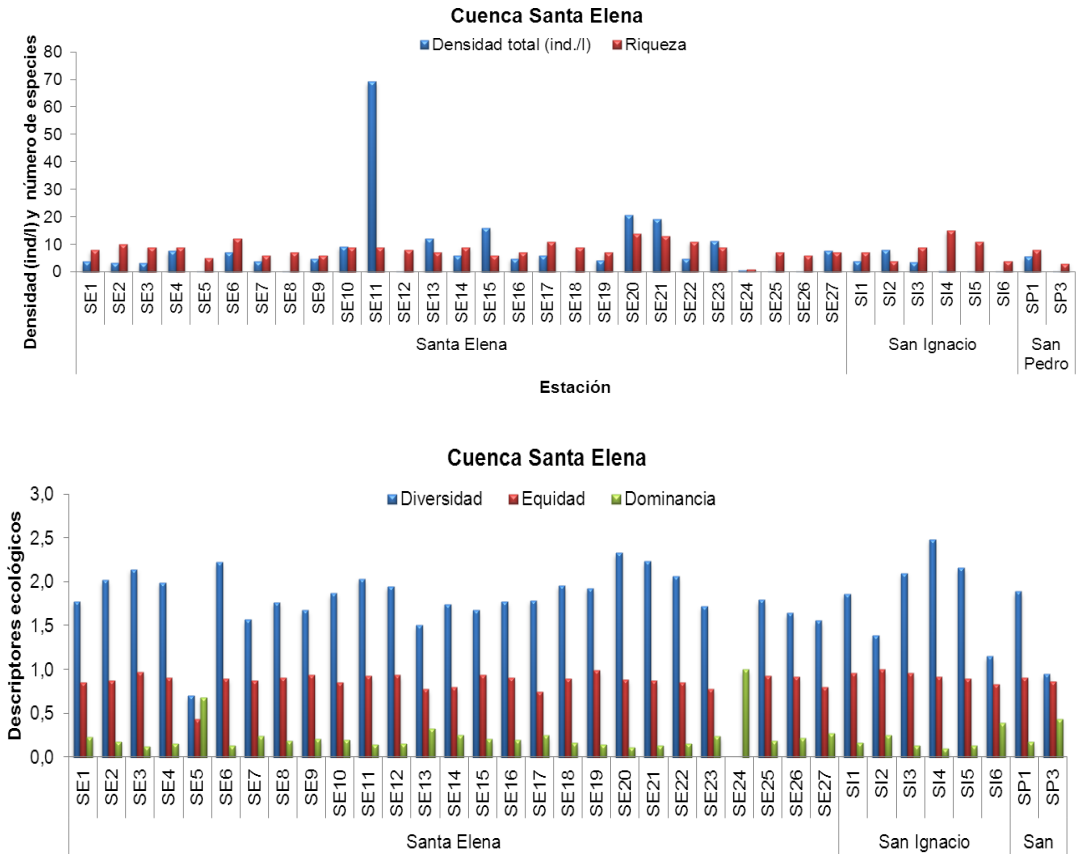


Figura 3-169 - Densidad total (ind/l) de zooplancton por estación y subcuenca en la cuenca Santa Elena y valores de los descriptores ecológicos (Diversidad de Shannon y Wiener, Equidad de Pielou y Dominancia de Simpson).

La diversidad promedio en esta subcuenca es de 1,76, un poco mayor que el obtenido para las dos cuencas anteriores (Rio Negro y La Cascada). En general los valores de equidad fueron más altos que los de la dominancia, como hasta ahora se ha presentado en casi todas las estaciones de las cuencas Rio Negro y La Cascada. En la quebrada Santa Elena (SE5) la dominancia fue mayor que la equidad debido a que los Protozoos presentaron una alta abundancia con relación las 4 morfoespecies restantes, como se presenta en la siguiente figura 3.336, la ameba testácea *Centropyxis sp* fue la más abundante, seguido por otra ameba testácea *Arcella sp.*

Arcella sp junto a *Centropyxis* y *Difluggia* son los más comunes en sistemas de agua dulce. Especies de este género se alimentan de protozoos y es indicadora de baja carga orgánica (Isac, *et al.* 2010).

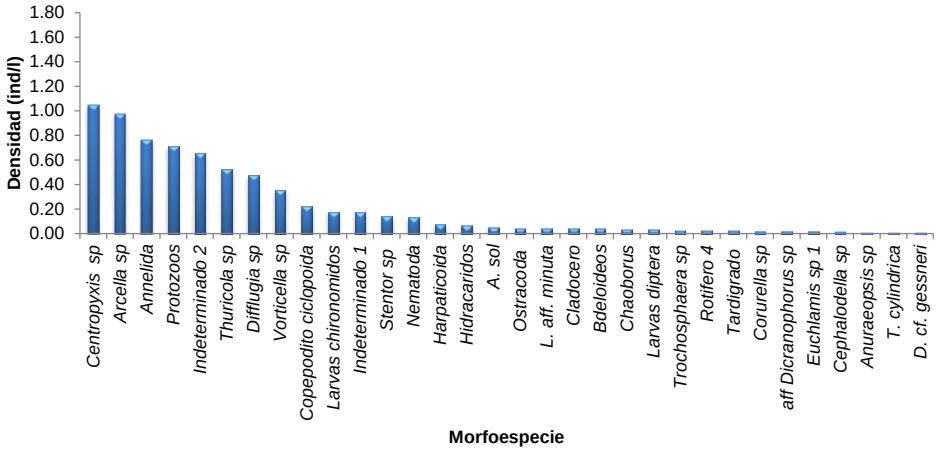


Figura 3-170 - Densidad promedio (ind/l) por morfoespecie en la cuenca de la Quebrada Santa Elena-Túnel.

3.3.3.2.3.2 Cuenca La Cascada

Como se observa en la siguiente figura, en la cuenca La Cascada, la densidad más alta con relación a las demás estaciones, se registró en la subcuenca La Honda, quebrada Manguruma (Ho1) con 83,34 ind/l, igualmente la riqueza fue mayor en esta estación (8 taxones). El ICAfa indicó que la calidad del agua es buena para la vida acuática.

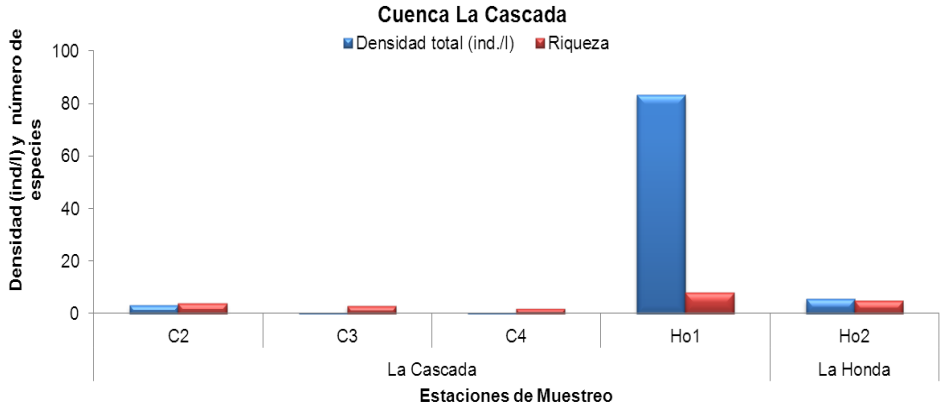


Figura 3-171 - Densidad promedio (ind/l) por morfoespecie en la cuenca de la Quebrada La Cascada.

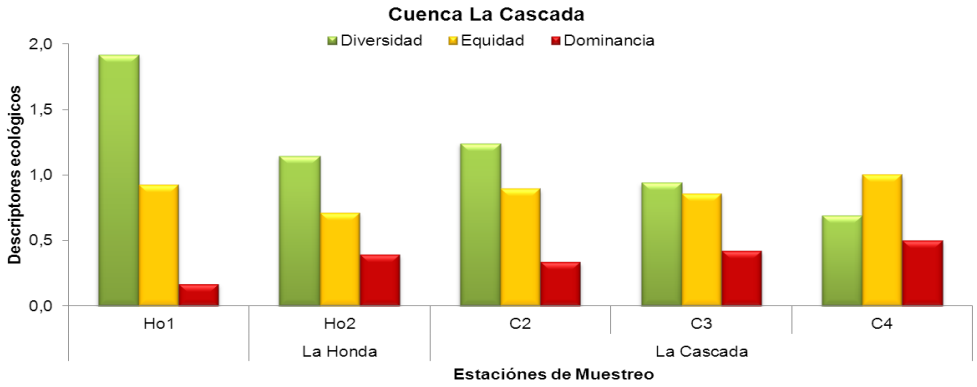


Figura 3-172 - Densidad total (ind/l) de zooplancton por estación y subcuenca en la cuenca La Cascada y valores de los descriptores ecológicos (Diversidad de Shannon y Wiener, Equidad de Pielou y Dominancia de Simpson).

Las estaciones localizadas en esta cuenca y que hacen parte de la subcuenca La Cascada, presentaron menores abundancias y riquezas con relación a las localizadas en la subcuenca La Honda, sin embargo, el ICAfa muestra que la calidad del agua es buena. La baja densidad puede deberse al bajo nivel de agua que caracterizó a estas estaciones durante el muestreo, junto con la gran cantidad de mangueras para la captación de la misma que dejan muy poca agua expuesta.

Con relación a la diversidad la estación Ho1 presentó el mayor valor (H'=1,92) sin embargo, este valor es bajo al igual que el promedio de diversidad que se registró en esta cuenca (H'=1,19).

En general la equidad en las estaciones que integran la cuenca La Cascada, fue mayor que la dominancia, como se observa en la figura 3.338.

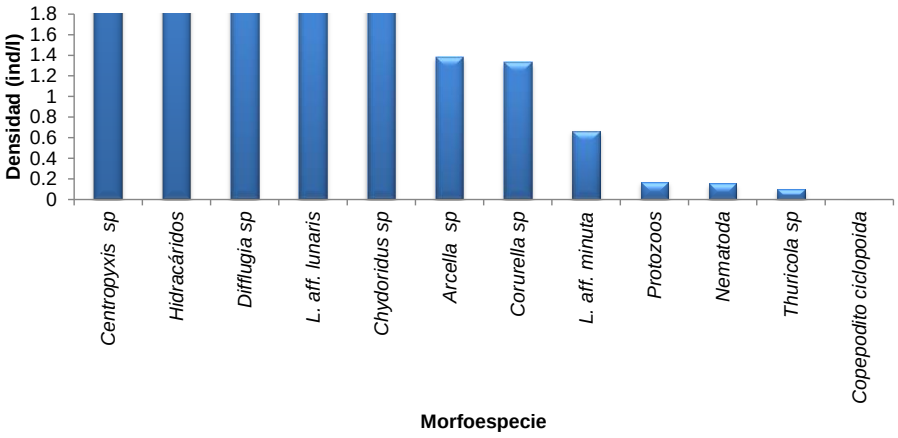


Figura 3-173 - Densidad de morfoespecies.

Las morfoespecies más abundantes en esta cuenca fueron los protozoos Centropyxis sp y los Hidracaridos.

3.3.3.2.3.3 Cuenca del Rio Negro

En la cuenca del Rio Negro, la estacion en la que se presentó la mayor densidad de zooplancton fue la quebrada Los Parra (aguas arriba acueducto de Los Parra), ubicada en la subcuenca la

Hondina (H3) donde se registraron 33,73 ind/l. Igualmente en esta estacion la riqueza numérica de especies fue alta, con un valor de 9 taxones. Según el ICAfa, este sitio es de calidad buena.

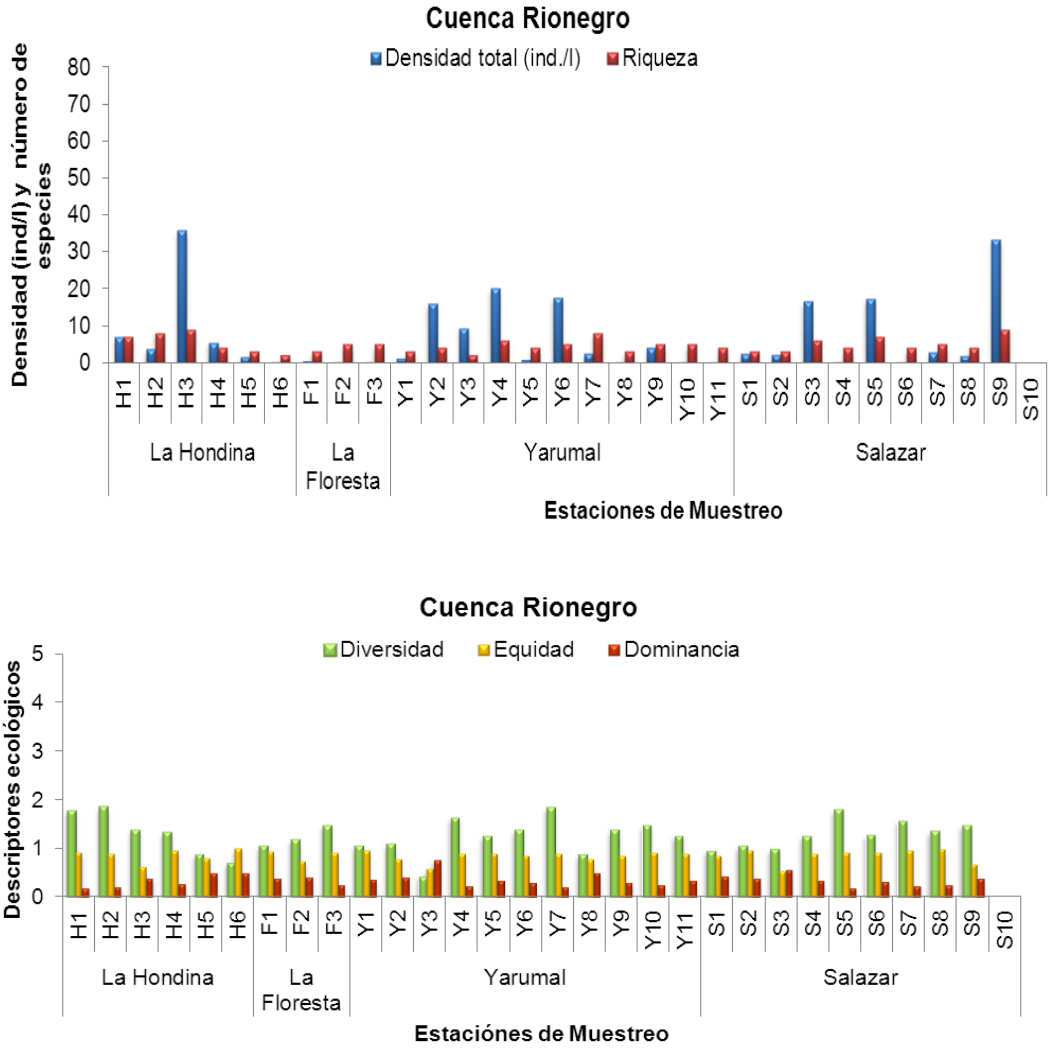


Figura 3-174 - Densidad total (ind/l) de zooplancton por estación y subcuenca en la cuenca del Rio Negro y valores de los descriptores ecológicos (Diversidad de Shannon y Wiener, Equidad de Pielou y Dominancia de Simpson).

En la estación ubicada en la subcuenca Yarumal (Y11-quebrada Yarumal) se registró una muy baja abundancia (0,06 ind/l), resultado que está acorde con lo indicado por el ICAfa, que las clasificó como de mala calidad, no apta para el establecimiento de vida acuática

Los valores de diversidad en las estaciones que pertenecen a esta cuenca son bajos, con un promedio de 1,26. En todas las estaciones la equidad superó el valor de la dominancia, lo que indica que las morfoespecies en las estaciones presentan una densidad similar y no hay ninguna que sobresalga, hasta el punto de hacerse dominante. La única excepción a este resultado fue la estación localizada en la subcuenca Yarumal que corresponde al afluente 2 de Yarumal (Y3), donde

se registraron tan solo 2 morfoespecies, una de ellas, *Difflugia sp* con una densidad de 8 ind/l con respecto a la segunda, *Centropyxis sp* con 1,33 ind/l.

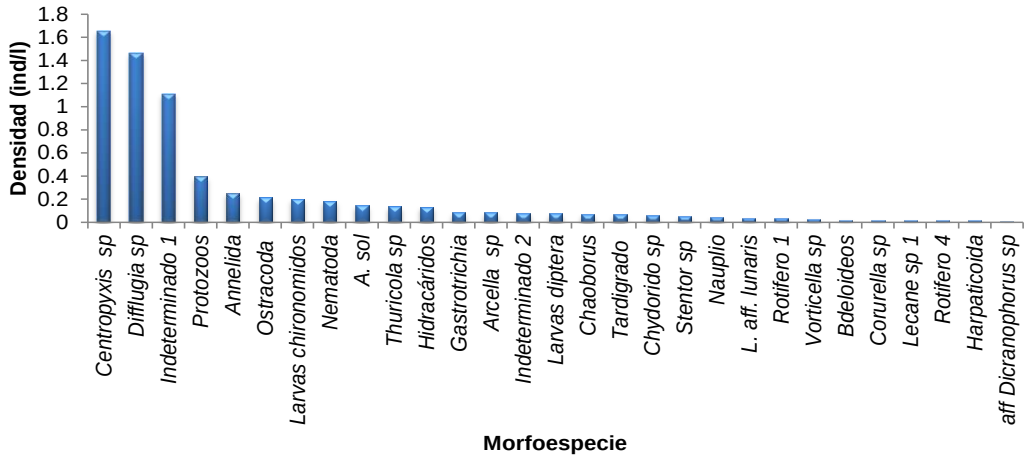


Figura 3-175 - Densidad promedio (ind/l) por morfoespecie en la cuenca del Rio Negro.

Los taxones más representativos de esta cuenca son los protozoos *Centropyxis sp* y *Difflugia sp* como se observa en la siguiente figura.

Las amebas de vida libre son numerosas y se encuentran en la naturaleza, en medios como: agua, suelos y vegetación. Entre las amebas testácea el género *Centropyxis* y *Difflugia sp* son los más comunes en estos sistemas. *Centropyxis*, se alimenta de protozoos y algas verdes, diatomeas y algas filamentosas. Este género es indicador de baja carga orgánica[103].

Muchas especies del género *Difflugia* son comunes en los sedimentos de agua dulce o entre las plantas. Además están presentes en lagos con diferentes estados tróficos (eutrófico, distrófico u oligotrófico) donde son dominantes. Se alimentan de algas y hongos principalmente algunas de bacterias[104].

3.3.3.2.3.4 Variación de la densidad de zooplancton entre subcuencas

Entre subcuencas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (H=14,70, p=0,09), sin embargo, La Honda, perteneciente a la Cuenca La Cascada, presentó valores de densidad muy altos con relación a las demás, con una media de 71,0 ind/l como se presenta en la figura 3.341 mientras que La Floresta, afluente de la cuenca del Rio Negro registro el menor valor promedio (17,83 ind/l).

Los bajos valores de zooplancton encontrados en las estaciones pertenecientes a la quebrada La Floresta pueden deberse al uso que se hace de estas aguas, como captaciones de aguas por medio de mangueras y por el acueducto Yarumaguas, esto impide que estos organismos encuentren un hábitat estable.

[103] Isac, *et al.* 2010
[104] Soltis, *et al.* 2005

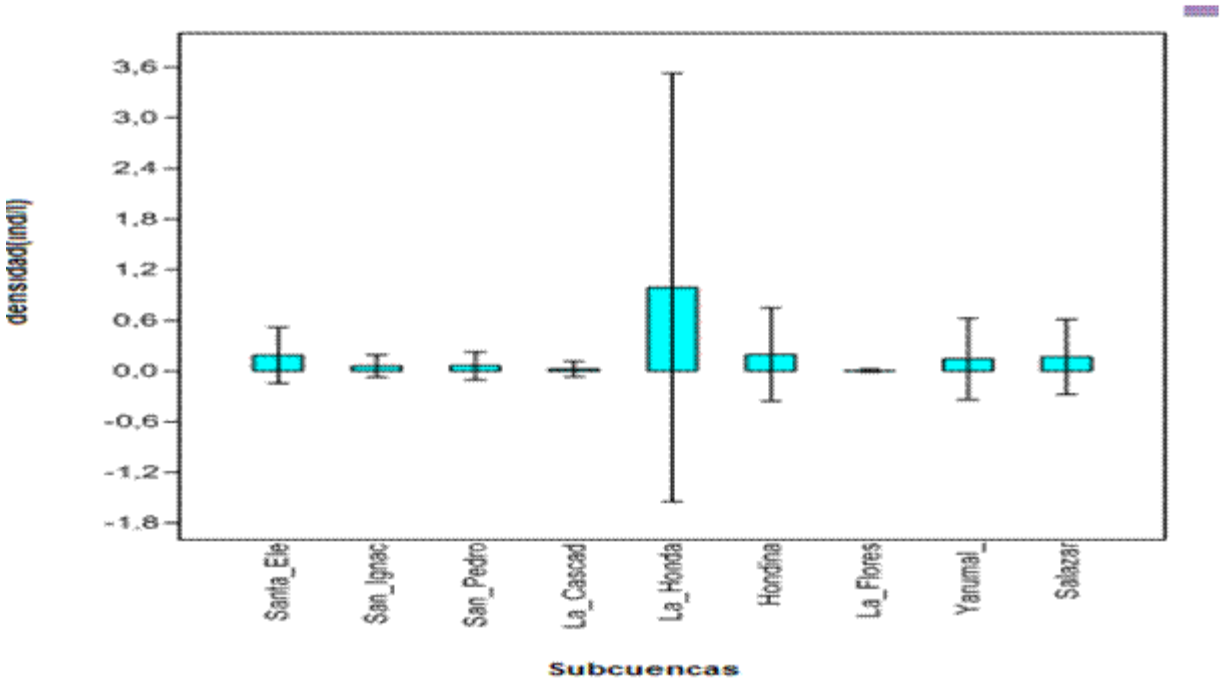


Figura 3-176 - Distribución de la densidad total de zooplancton, entre las subcuencas Santa Elena (1); San Ignacio (2), San Pedro (3), La Cascada (4), La Honda (5), La Hondina (6),La Floresta (7), Yarumal (8), Salazar (9)

3.3.3.2.3.5 Variación de la densidad de zooplancton entre cuencas

Entre cuencas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (H=2,01, p=0,57) como se muestra en la siguiente figura:

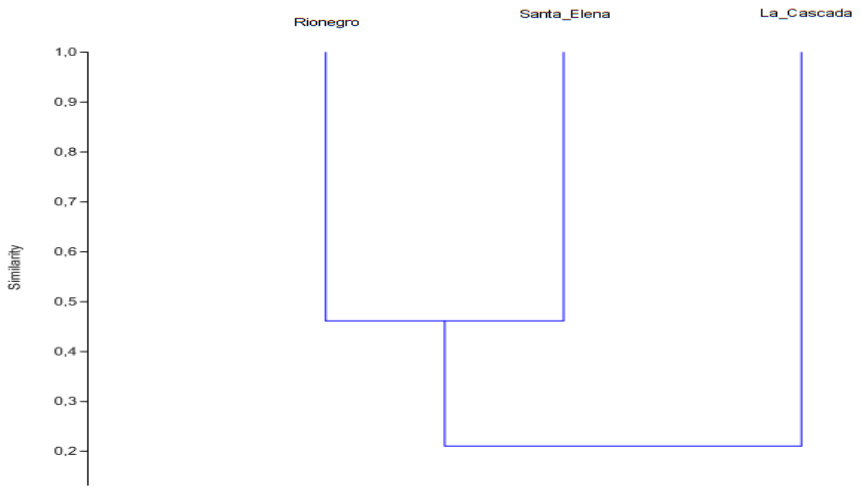


Figura 3-177 - Cajas esquemáticas, mostrando la distribución de la densidad total de zooplancton en las cuencas Rio Negro (1); La Cascada (2), Santa Elena Parte alta (3) y Santa Elena cielo abierto (4) y análisis de Similaridad.

No obstante, el diagrama de similaridad mostró la formación de dos grupos principales, el primero formado por las cuencas Santa Elena parte alta y Rio Negro las cuales presentaron abundancias bajas (7,10, y 6,96 ind/l) con relación a la cuenca La Cascada, que formó un grupo aparte y poco

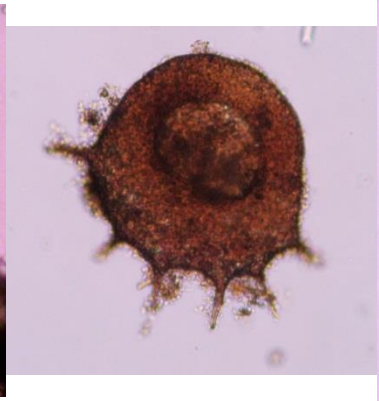
similar al primero, debido a la alta abundancia promedio que se registró en ésta (18,45 ind/l). Este resultado también indica que pese a que la cuenca de la Quebrada Santa Elena, presenta estaciones bajo condiciones de cobertura diferentes, este factor no influyó en la distribución de la densidad de zooplancton.

Las densidades aquí reportadas son bajas, sin embargo, son propias de la fauna zooplanctónica que habita estos sistemas[105].

Las altas abundancias de organismos del grupo *Rhizopoda* en este caso las *Amoebas* también fue reportado por Garcia–Alzate, *et al.* (2007) en las quebradas Doña Juana y Villa Paola afluentes de tipo secundario del río Quindío, igual ocurrió en el plancton del río Danubio (Hungria)[106] y en la parte baja del rio el salado (Argentina)[107].

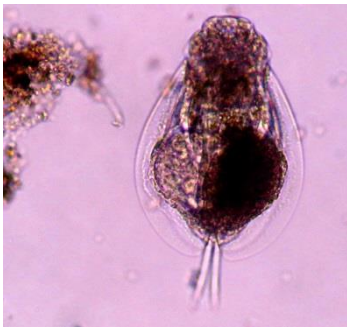
En las siguientes fotografías se muestran algunas de las morfoespecies encontradas en las cuencas.

Vorticella sp



Centropyxis sp

Bdeloideo



Euchlanis aff. dilatata

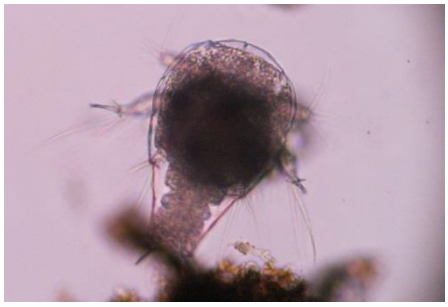
Trichocerca cylindrica

Colurella sp

[105] Perbiche, *et al.* 2012
[106] Kiss, *et al.* 2009
[107] Dippolito, *et al.* 2009

Daphnia cf. gessneri

Harpaticoida



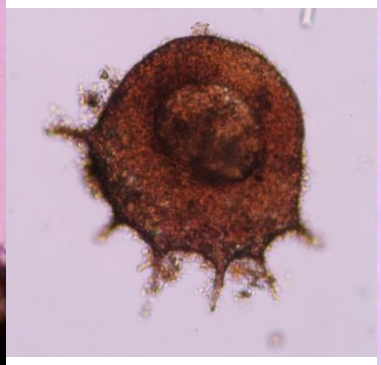
Nauplio

Copepodito Ciclópido

Nematodo

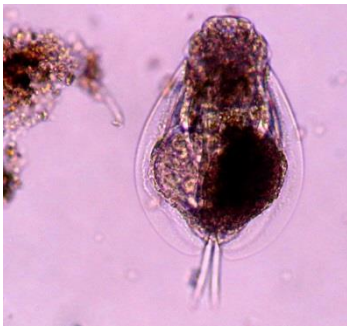
Tardigrado

Vorticella sp



Centropyxis sp

Bdeloideo



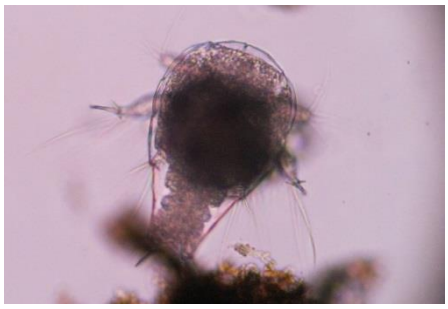
Euchlanis aff. dilatata

Trichocerca cylindrica

Colurella sp

Daphnia cf. gessneri

Harpaticoida



Nauplio

Figura 3-178 - Registro fotográfico de algunos de las morfoespecies que se han encontrado en el proyecto Túnel de oriente.

3.3.3.2.3.6 Conclusiones

Bajo las condiciones del estudio, se encontró en las 84 estaciones de muestreo un total de 46 morfoespecies.

Se encontró un ensamble con características comunes al muchos de los sistemas loticos tropicales, es decir, con dominancia del grupo *Rotifera* (riqueza de especies) y bajas densidades.

Aunque no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre subcuencas, se encontró que las de mayor y menor densidad promedio de zooplancton son la subcuenca La Honda (La Cascada) y La Floresta (.Rio Negro) respectivamente.

Entre las cuencas, pese a que no hay una diferencia estadística importante, La Cascada es la que mayor valor promedio presentó, siendo la estación localizada en la quebrada Manguruma (Ho1) la que contribuyó a este resultado.

Los bajos valores encontrados en las estaciones pertenecientes a la subcuenca de la quebrada La Floresta pueden deberse al uso que se hace de estas aguas, como captaciones de aguas por medio de mangueras y por el acueducto Yarumaguas.

El análisis de similitud mostró que entre las cuencas, las más similares son la del Rio Negro y la de la Quebrada Santa Elena parte alta y cielo abierto, pese a la diferenciación física que de ésta se hizo. La Cascada fue la cuenca que se diferenció de las otras por presentar un mayor valor de densidad de zooplancton como se mencionó anteriormente.

En general, los mayores valores de densidad de zooplancton coincidieron con los del ICAfa, en relación a la buena calidad de los sitios de muestreo. Excepto la estación ubicada en la Quebrada Yarumal (S9) cuenca del Rio Negro donde la calidad del agua fue media, mostrando que hay otros factores que pueden influir en el establecimiento del ensamble.

3.3.3.3 Asociación del Potamoplancton (Fitoplancton de Ríos) en el Área de Influencia Directa

Las algas del potamoplancton (fitoplancton de río) son aquellas que se desarrollan como organismos flotadores y en suspensión en las orillas de los ríos. Las algas que existen adheridas a diferentes tipos de sustratos son las que, periódicamente, dando origen a pulsos regulares de deriva, pueden formar parte del potamoplancton (Allan, 1995). Es por esto que los estudios más detallados al respecto, han dado cuenta que el ficoperifiton contribuye a la abundancia de deriva[108].

3.3.3.3.1 Asociación del Potamoplacton (Fitoplancton de Río) en el área de influencia Directa Puntual

De acuerdo con el análisis cualitativo realizado, 37 taxones conformaron el ensamble potamoplanctónico en las diferentes estaciones de muestreo asociadas a las fuentes de agua que se encuentran dentro del área de influencia puntual, la cual incluye algunos tramos o quebradas dentro de las cuencas Yerbabuena, Santa Elena y la cuenca del Ríonegro. Estos taxones se agruparon en 20 familias y cuatro grupos de algas. La cuenca de la quebrada Santa Elena y la de Rionegro tuvieron los mayores valores de riqueza taxonómica (36 y 21 respectivamente), a pesar de la diferencia en el número de taxones se debe resaltar, que la composición del potamoplancton fue similar para el área de influencia directa puntual, excepto para la cuenca de La Yerbabuena en la que la riqueza y densidad fue baja, sin embargo, debe tenerse en cuenta que estas dos fuentes de agua poseen un volumen bajo en su cauce, por lo cual incluso la presencia del Potamoplacton puede ser poco importante, mientras que los demás cuerpos de agua presentan mayores volumenes.

Las diatomeas (división Chrysophyta) sobresalieron por ser el grupo con mayor representatividad taxonómica. Es importante resaltar, que en el potamoplancton predominaron las diatomeas (Bacillarophyceas) de hábito pennado, pedunculado y postrado, resultados que coinciden con los estudios realizados por Martínez de Fabricius (1996) sobre este ensamble, los cuales ponen en evidencia la importancia de este grupo de algas como principales componentes de dicho ensamble. Lo anterior se debe a que sistemas donde las fluctuaciones en las variables hidrológicas (nivel de flujo y velocidad de la corriente) son frecuentes y donde las características de los sustratos son deficientes, se caracterizan por el predominio de diatomeas de los hábitos mencionados, debido a que son formas derivantes del ficoperifiton, es decir, son algas que se desprendieron de los sustratos como consecuencia de la ocurrencia cualquier disturbio o por simple proceso sucesional. Luque & Martínez de Fabricius (2000) resaltan que el aporte de algas

[108] Müller-Haeckle, 1976; 1978

del ficoperifiton al potamoplancton es continuo como consecuencia de las características hidrológicas y de los sustratos. La significancia de las diatomeas con relación a la densidad, como se explicó en el apartado anterior, se debe a que este grupo de algas son el principal componente del potamoplancton, éstas se originan en el ficoperifiton y llegan a hacer parte del componente planctónico del río como consecuencia de la deriva de algas o algas de transporte. Las altas densidades de diatomeas reportadas para el ficoperifiton permiten explicar las reportadas en el potamoplancton e inferir un aporte continuo de un ensamble a otro, una característica también importante de este grupo es su capacidad para resistir fuertes turbulencias del agua, lo cual permite identificarlas con facilidad en las muestras de agua analizadas. El hecho de que las diatomeas constituyan en las cuatro cuencas más del 80% de la abundancia relativa, indica que los taxones de hábito planctónico participan con menor densidad (Gari & Corigliano, 2004).

Considerando que las cuencas se caracterizan por tener sustratos pequeños, lizos y arenosos, así como niveles de flujo y velocidad de la corriente fluctuantes se presume que el aporte por parte del ficoperifiton sea mucho más significativo, que el del propio potamolacton.

Tabla 3-92 - Distribución taxonómica del potamoplancton (fitoplancton de río) en las estaciones de muestreo de las cuencas en el área de influencia puntual del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente (cuenca La Yerbabuena, Santa Elena y Rionegro).

División	Clase	Familia	Taxones	Yerbabuena	Santa Elena	Rionegro
Cyanophyta	Cyanophyceae	Oscillatoriaceae	*Borzia aff trilocularis*	X	X	X
			Lyngbya sp		X	
			Oscillatoria sp		X	X
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlorococcaceae	*Korschikoviella* sp	X	X	
		Desmidiaceae	*Staruastrum* sp		X	
		Zygnemataceae	*Mougeotia* sp		X	
			Spirogyra		X	
Chrysophyta	Bacillariophyceae	Achnanthaceae	*Achnanthes* sp		X	X
			A. aff inflata		X	
			Amphipleura sp		X	
		Amphipleuraceae	*Frustulia* sp		X	X
		Bacillariaceae	*Hantzschia* sp		X	
			Nitzschia sp		X	X
			N. aff acicularis		X	
			N. aff claussi		X	
			N. aff linearis		X	X
			N. aff sigmoidea		X	
			Tryblionella sp		X	
		Cocconeidaceae	*Cocconeis* sp	X	X	X
		Cymbellaceae	*Cymbella* sp		X	X
			Cymbopleura sp			X
			Encyonema sp		X	X
		Diadesmidaceae	*aff Luticola* sp		X	X
		Eunotiaceae	*Eunotia* sp	X	X	X
			Fragilaria sp		X	X
		Fragilariophyceae	*Meridion* sp	X	X	
			Synedra sp		X	X
		Gomphonematace	*Gomphonema* sp		X	X

División	Clase	Familia	Taxones	Yerbabuena	Santa Elena	Rionegro
		ae	*G. aff trumcatum*		X	
		Melosiraceae	*Melosira* sp		X	X
			Navicula sp	X	X	X
		Pinnulariaceae	*Pinnularia* sp	X	X	X
		Pleurosigmataceae	*Gyrosigma sp*		X	
		Rhoicospheniaceae	*Rhoicosphaenia* sp		X	X
		Phoplodiaceae	*Rhopalodia* sp		X	
		Surirellaceae	*Surirella* sp		X	X
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenaceae	*T. aff volvocina*	X	X	X
Total Divisiones: 4	Total Clases: 4	Total Familias: 20	Total Taxones: 37	*8*	36	21

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Las clorofitas fueron el segundo grupo en cuanto a la densidad (ind/ml). Sin embargo, las densidades fueron mucho menores a las reportadas para las diatomeas como consecuencia de los altos valores de turbiedad que predominaron en las estaciones analizada (este grupo es sensible con respecto a dicha variable). Adicionalmente, los sólidos en suspensión presentes en el agua causan un efecto abrasivo sobre los taxones, y en el área de influencia directa puntual se presentan altas concentraciones de sólidos, como resultado de las actividades antrópicas que se desarrollan en la cuenca. Algunas de las clorofitas observadas como *Mougeotia, Oedogonium, Spirogyra* tienen hábito filamentoso, además*, Oedogonium* posee en la parte inferior del filamento una estructura en forme de ventosa que le permite fijarse a los sustratos. Uno los factores que más contribuyó a la dominancia de las diatomeas fue la baja incidencia de luz como consecuencia de las altas turbiedades que caracterizan estas estaciones debido a que este grupo de algas no requiere altos regímenes de luz para desarrollarse (Reynolds, 1994; Rojo, et al. 1994).

Comparando la densidad registrada para estos grupos de algas en el potamoplancton y las observadas en el análisis hecho al ficoperifiton, es posible evidenciar fluctuaciones moderadas en las variables hidrológicas (nivel de flujo y velocidad de la corriente) las cuales facilitaron la fijación de las algas a los sustratos y que el aporte al potamoplancton por parte del ficoperifiton no sea tan significativo.

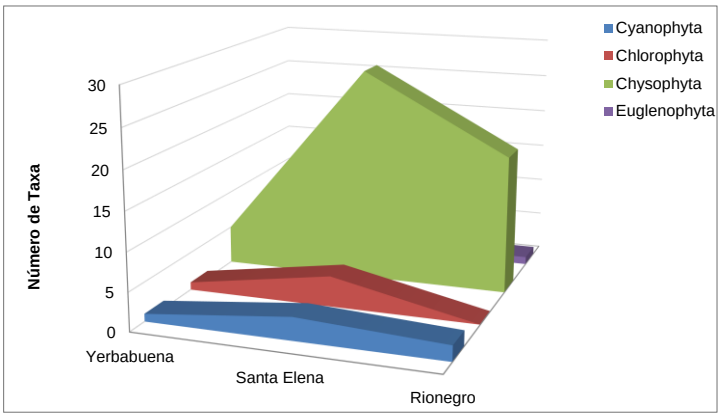


Figura 3-179 - Número de taxa correspondientes a cada una de las divisiones algales presentes en las estaciones de muestreo de las cuencas en el área de influencia puntual del Proyecto Conexión Vial Aburrá Oriente y sus vias

complementarias (cuenca La Yerbabuena, Santa Elena y Ríonegro).

Es importante mencionar que aunque ninguno de los taxones presentaron frecuencia igual a 1, si registraron valores muy significativos que dan idea de su alta distribución y su capacidad de desarrollarse y adaptarse a variedad de condiciones, especialmente en el tramo en la cuenca de la quebrada Santa Elena, sitio donde se presenta una alta frecuencia y diversidad de especies y que los efectos antrópicos derivados de las actividades realizadas en la zona son importantes.

3.3.3.3.1.1 Abundancia por sistema muestreado

Los resultados de los coeficientes de variación de la densidad del potamoplancton en cada una de las cuencas, se observa que en la subcuenca de La Yerbabuena, la cuenca Santa Elena y del Rionegro esta variable presentó coeficientes de variación muy significativos y mayores en todos los casos al 100% lo que permite inferir condiciones muy variadas para el potamoplancton entre estaciones. Estas diferencias en la densidad muestran la importancia de factores como el nivel de flujo, velocidad de la corriente y de los mecanismos de fijación de los taxones.

Tabla 3-93 - Densidad de la comunidad del potamoplacton correspondientes a cada una de las divisiones algales presentes en las estaciones de muestreo de las cuencas en el área de influencia puntual del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente (cuenca La Yerbabuena, Santa Elena y Ríonegro).

Taxones	Ye1	Ye2	CA11	CA12	CA1	CA2	CA3	CA4	CA5	CA6	CA7	CA8	CA9	CA10	SE23	SE24	S8	S9	S10
Borzia aff trilocularis	1,44					1,44									1,44				1,44
Lyngbya sp							1,44												
Oscillatoria sp			7,20		7,20									2,88			1,44		
Korschikoviella sp		1,44			1,44	1,44									1,44				
Staurastrum sp					1,44														
Mougeotia sp							2,88												
Spirogyra sp				1,44															
Achnanthes sp			23,04		2,88	1,44	4,32	2,88							10,08		1,44	2,88	
Achnanthes aff inflata					1,44	1,44													
Amphipleura sp													1,44						
Frustulia sp			4,32	2,88	1,44		1,44				1,44		1,44	1,44	21,60		1,44	12,96	
Hantzschia sp														1,44	1,44				
Nitzschia sp			1,44		5,76	1,44	1,44			1,44					18,72	2,88	2,88	10,08	1,44
N. aff acicularis						1,44				25,92		1,44		1,44					
N. aff claussi															1,44				
N. aff linearis			1,44			5,76											4,32		1,44
N. aff sigmoidea														1,44					
Tryblionella sp			1,44												1,44				
Cocconeis sp	1,44				2,88	2,88						1,44			2,88		1,44		
Cymbella sp				2,88									1,44	1,44	5,76		8,64	1,44	1,44
Cymbopleura sp																	1,44		
Encyonema sp			4,32		1,44		1,44							1,44	2,88		43,20		8,64
aff Luticola sp			1,44		7,20		2,88								7,20	1,44	1,44		
Eunotia sp		1,44			1,44	1,44	1,44	1,44				2,88	5,76	1,44		4,32		5,76	1,44
Fragilaria sp			1,44	1,44	1,44												2,88		
Synedra sp															1,44		1,44		
Meridion sp	1,44					1,44						1,44							
Gomphonema sp			1,44		1,44		1,44	1,44							4,32	1,44	2,88	8,64	
G. aff trumcatum															2,88				
Melosira sp				1,44	1,44	25,92	1,44		10,08	1,44			5,76	1,44	48,96	7,20	132,47		2,88
Navicula sp	4,32		2,88	2,88	8,64		1,44	1,44	5,76	2,88	2,88		1,44		120,95	1,44	24,48	18,72	11,52
Pinnularia sp		1,44		5,76	2,88		1,44						1,44		1,44	1,44	1,44	12,96	1,44
Gyrosigma sp															1,44				
Rhoicosphaenia sp					1,44	1,44	1,44								14,40		1,44		1,44
Rhopalodia sp															2,88				
Surirella sp			1,44											1,44				1,44	
T. aff volvocina		2,88			1,44														
Número de taxa	4	4	12	7	18	12	13	4	2	4	2	4	7	10	21	7	17	9	10
Sumatoria abundancia	8,64	7,20	51,83	18,72	53,27	47,52	24,48	7,20	15,84	31,68	4,32	7,20	18,72	15,84	275,01	20,16	234,70	74,87	33,12

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Considerando que las preferencias ecológicas de los taxones más abundantes pueden proporcionar información muy útil sobre el estado de los sistemas, a continuación se mencionan algunos datos relevantes sobre la ecología de los más representativos en este análisis.

3.3.3.3.1.2 Riqueza de taxones

En la tabla anterior se muestran los valores de los índices ecológicos. La riqueza de taxones fue en términos generales muy baja para los sistemas analizados. En la subcuenca de la Yerbabuena los valores fueron bajos. En la cuenca de la quebrada Santa Elena en CA1-quebrada La Espadera aguas arriba eje, CA2-Espadera aguas abajo y CA3- quebrada El Chupadero aguas arriba, SE23- Q. La Aguadita (21). En La Cangreja se registraron valores de riqueza un poco mayores de 10 taxones, el único valor relativamente significativo fue el observado en la cuenca del río Rionegro, la quebrada Salazar donde se observaron los valores mínimos y máximos de densidad.

En todos los sistemas, el número de taxones estuvo determinado por las condiciones hídrológicas, debido a que en el potamoplacton ocurrieron tanto altas densidades como número de taxones, lo que indica niveles de flujo y velocidad de la corriente bajas mientras que en el potamoplancton la densidad y la riqueza taxonómica fueron bajas evidenciando que dada la estabilidad en las condiciones hidrológicas, las masas de algas adheridas permanecen fijas a los sustratos. Se esperaría entonces que con el aumento en el caudal disminuyeran la densidad y número de taxones en el ficoperifiton y aumentaran estas variables en el potamoplancton.

3.3.3.3.1.3 Diversidad

Como se muestra en la tabla de la densidad de potamoplancton (anterior) la diversidad hallada en los sistemas de estaciones analizados fue baja y en general homogénea sugiriendo de acuerdo con Dolbeth et al. (2003) y Western (2001) un avance del proceso eutrófico de un nivel inicial a intermedio en la cuenca de la quebrada Santa Elena, en CA5-quebrada La Pastora aguas abajo, CA6-quebrada Marquetalia y CA7-quebrada Caunces donde los valores fueron menores a 0,5 bel/nat .

Considerando que la principal fuente de taxones en el potamoplancton está constituida por las algas de deriva que se desprenden del ficoperifiton, el hecho de que las condiciones de flujo en las estaciones analizadas hayan sido tan estables disminuye el número de taxones desprendidos y como consecuencia los valores de diversidad. Esta situación se observa con claridad en CA5-quebrada La Pastora aguas abajo, CA6-quebrada Marquetalia y CA7-quebrada Caunces aguas arriba donde los valores de riqueza ni siquiera alcanzaron cinco taxones mostrando que el aporte de algas del ficoperifiton al potamoplancton fue casi nulo.

Respecto al índice de equidad exceptuando los valores registrados estuvieron cercanos a 1, lo cual evidencia que la explotación de los recursos disponibles en el medio por parte de los taxones se hace equilibradamente, es decir, no fue frecuente la ocurrencia de condiciones que pudieran favorecer el desarrollo de un taxón determinado. En las estaciones mencionadas por ejemplo, la abundancia de taxones como Melosira y Achnanthes indica mayor favorabilidad de las condiciones hacia estos taxones, aunque considerando que Achhanthes fue uno de los más representativos en el ficoperifiton lo que se evidencia es simplemente un aporte muy importante de algas del ficoperifiton al potamoplancton. Respecto a Melosira su significancia en el potamoplancton y no en el ficoperifiton puede ser un indicio de su desprendimiento.

Como era de esperarse, dada la congruencia entre los descriptores de diversidad, respecto a la dominancia se observó la misma tendencia que con la diversidad y equidad, es decir, en CA6-

quebrada Marquetalia ocurrieron valores de dominancia cercanos mayores a 0,5, mientras que en las demás estaciones de muestreo fueron menores a 0,5, el primer resultado puede ser consecuencia de un ensamble con una estructura simplificada y bajo la dominancia de uno o dos taxones. Este resultado en el caso del potamoplancton se puede interpretar simplemente como la ocurrencia de factores desencadenantes del desprendimiento del ficoperifiton, en el caso de Achnanthes es apenas lógica su significancia en el potamoplancton considerando que fue un taxón cuyas abundancias en el ficoperifiton fueron muy significativas.

Tabla 3-94 - Índices ecológicos del potamoplancton (fitoplancton de río) registrado en las estaciones de muestreo de las cuencas bajo en el área de influencia puntual del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente (cuenca La Yerbabuena, Santa Elena y Rionegro).

Cuenca	Estaciones	Diversidad (Ind/nat)	Equidad de Pielou (J´)	Dominancia (D)	Riqueza (H0)	Densidad total
Yerbabuena	Ye1	0,54	0,9	0,2	0,4	8,64
	Ye2	0,58	0,96	0,1	0,4	7,2
Santa Elena	CA11	0,83	0,77	0,22	1,2	51,83
	CA12	0,79	0,94	0,12	0,7	18,72
	CA1	1,14	0,91	0,07	1,8	53,27
	CA2	0,74	0,69	0,3	1,2	47,52
	CA3	1,08	0,97	0,04	1,3	24,48
	CA4	0,58	0,96	0,1	0,4	7,2
	CA5	0,29	0,95	0,49	0,2	15,84
	CA6	0,29	0,48	0,67	0,4	31,68
	CA7	0,28	0,92	0,33	0,2	4,32
	CA8	0,58	0,96	0,1	0,4	7,2
	CA9	0,74	0,88	0,15	0,7	18,72
	CA10	0,99	0,99	0,02	1	15,84
	SE23	0,86	0,65	0,24	2,1	275,01
	SE24	0,75	0,89	0,15	0,7	20,16
Ríonegro	S8	0,66	0,53	0,36	1,7	234,7
	S9	0,85	0,89	0,15	0,9	74,87
	S10	0,82	0,82	0,17	1	33,12

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

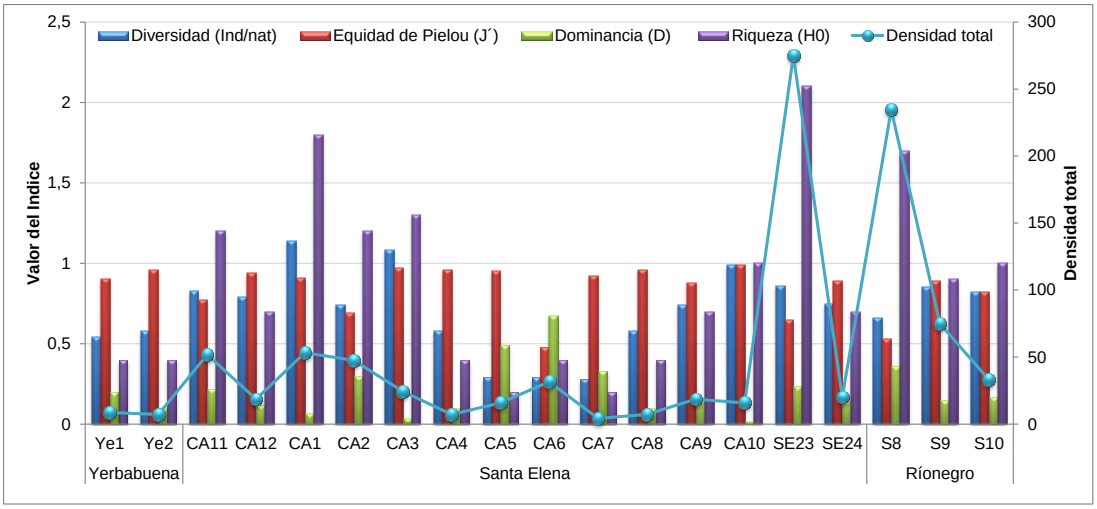


Figura 3-180 - Variación espacial de los valores de densidad, diversidad, equidad y dominancia del potamoplancton (fitoplancton de río) registrado en el área de influencia puntual del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente (cuenca La

Yerbabuena, Santa Elena y Rionegr

3.3.3.4 Potamoplanton en el área de influencia directa local del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente

3.3.3.4.1 Asociación del Potamoplacton (Fitoplancton de Río en el área de influencia Local)

De acuerdo con el análisis cualitativo realizado, 59 taxones conformaron el ensamble potamoplanctónico en las diferentes estaciones de muestreo asociadas a las cuencas del quebrada Santa Elena, subcuenca quebrada La Cascada, cuenca del río Rionegro . Estos taxones se agruparon en 32 familias y cinco grupos de algas. Como ocurrió para el ensamble ficoperifítico, en la cuenca de la quebrada Santa Elena y en la cuenca del río Rionegro y ocurrieron los mayores valores de riqueza taxonómica (51 y 50 respectivamente), en la subcuenca de la quebrada La Cascada 24. A pesar de las diferencias en el número de taxones entre algunas de las cuencas, se debe resaltar que la composición del potamoplancton fue muy similar, 30 taxones ocurrieron en al menos tres cuencas, 15 en dos, mientras que 17 fueron componentes exclusivos del potamoplancton en una sola estación.

Las diatomeas (división Chrysophyta) sobresalieron nuevamente por ser el grupo con mayor representatividad taxonómica, en todas las cuencas la importancia de este grupo en cuanto al número de taxones fue superior al 60 % (). En la cuenca Santa Elena se observan 34 taxones (66,66%), en la subcuenda de la La Cascada 18 (75%),y en la cuenca del río Rionegro se observaron 34 taxones (68%). Cabe mencionar, que el grupo de las algas verdes fueron también representativas en la cuenca de la quebrada Santa Elena y el río Rionegro con porcentajes mucho menores pero que no se deben ignorar, 19,60% (10) en la cuenca de la quebrada Santa Elena y 18% (8) en la cuenca del río Rionegro. La Cyanophyta (algas verde-azules) por su parte alcanzó un porcentaje de representatividad cercano al 10%, mientras la Euglenophyta (euglenoides) difícilmente alcanzó el 5% en todos los sistemas analizados.

Es importante resaltar, que en el potamoplancton predominaron las diatomeas de hábito pennado, pedunculado y postrado, resultados que coinciden con los estudios ha realizado Martínez de Fabricius (1996) sobre este ensamble, los cuales ponen en evidencia la importancia de este grupo de algas como principales componentes de dicho ensamble. Lo anterior, se debe a que sistemas donde las fluctuaciones en las variables hidrológicas (nivel de flujo y velocidad de la corriente) son frecuentes y donde las características de los sustratos son deficientes, se caracterizan por el predominio de diatomeas de los hábitos mencionados debido a que son formas derivantes del ficoperifiton, es decir, son algas que se desprendieron de los sustratos como consecuencia de la ocurrencia cualquier disturbio o por simple proceso sucesional. Luque & Martínez de Fabricius (2000) resaltan que el aporte de algas del ficoperifiton al potamoplancton es continuo como consecuencia de las características hidrológicas y de los sustratos. Considerando que en las cuencas, los sistemas analizados se caracterizan por tener sustratos pequeños, lizos y arenosos, así como niveles de flujo y velocidad de la corriente fluctuantes, se presume que el aporte por parte del ficoperifiton sea mucho más significativo. Se debe resaltar, que no es posible determinar la proporción de algas originada del ficoperifiton y cual es en realidad componente real del potamoplancton.

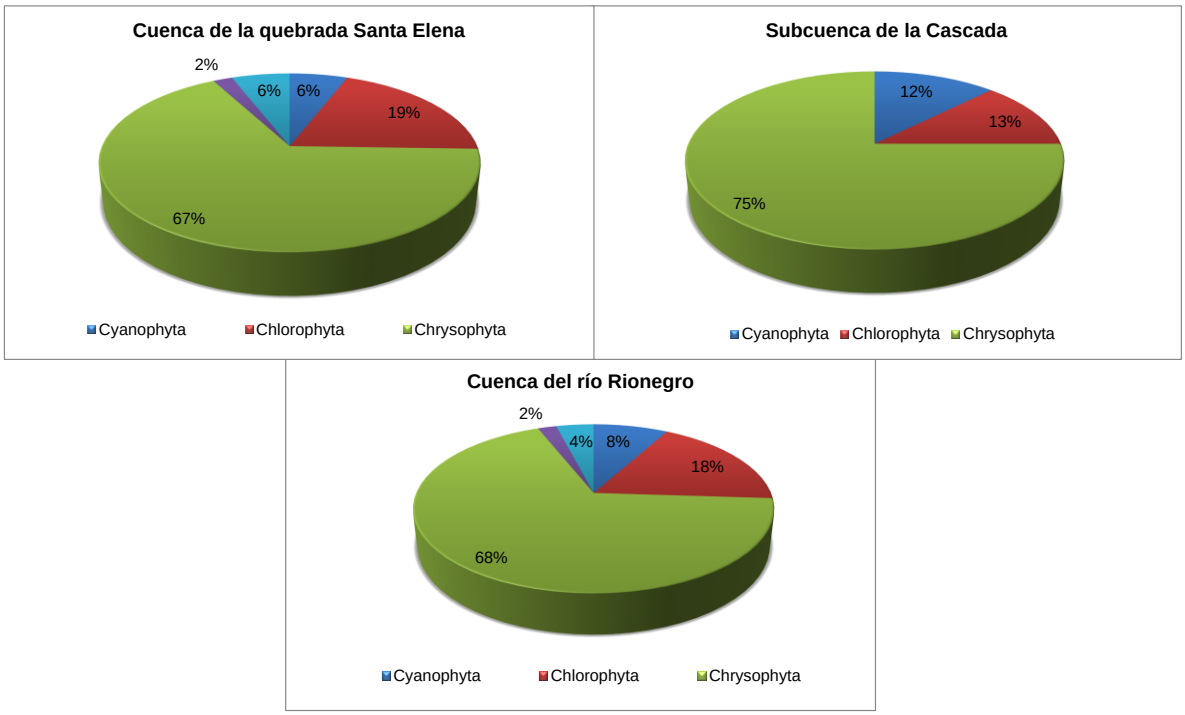


Figura 3-181 - Representatividad taxonómica de las diferentes divisiones de algas registradas en el potamoplancton (fitoplancton de río) en el área de influencia local del Proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente en la cuenca Santa Elena, subcuenca quebrada La Cascada

En todos los sistemas analizados, las diatomeas fueron el grupo más representativo con relación a la abundancia relativa por división; en la cuenca de la quebrada Santa Elena contribuyeron con el 97,02% (5,444,09 ind/ml), en La Cascada con el 98,09% (740,08 ind/ml) y en la cuenca del río Rionegro contribuyeron con el 95,08% (3123,04 ind/ml). La significancia de las diatomeas con relación a la densidad, como se explicó en el apartado anterior, se debe a que este grupo de algas son el principal componente del potamoplancton, éstas se originan en el ficoperifiton y llegan a hacer parte del componente planctónico del río como consecuencia de la deriva de algas o algas de transporte. Las altas densidades de diatomeas reportadas para el ficoperifiton permiten explicar las reportadas en el potamoplancton e inferir un aporte continuo de un ensamble a otro. El hecho de que las diatomeas constituyan en las cuatro cuencas más del 80% de la abundancia relativa, indica que los taxones de hábito planctónico participan con menor densidad (Gari & Corigliano, 2004).

La mayoría de diatomeas registradas en este análisis, como se mencionó en el apartado anterior (*Navicula, Gomphonema, Achnanthes, Rhoicosphaenia, Reimeria, Luticola, Synedra, Nitzschia*, entre otras) son de hábito pennado (Hernández-Atilano, *et al*., 2005) y pedunculado (poseen pedúnculo mucilaginoso) típicas del ficoperifiton, en este caso, las únicas diatomeas de hábito central fueron *Cyclotella* y *Melosira*, las cuales son más comunes en el potamoplancton bajo la forma unicelular, cuando se desarrollan adheridas a cualquier tipo de sustrato forman largas cadenas como las observadas durante este análisis. Fue precisamente esta diatomea la que más contribuyó a la densidad de las diatomeas en las cuatro cuencas, aunque otras diatomeas como *Encyonema, Navicula* y *Nitzschia* también fueron significativas en la cuenca del río Rionegro. La densidad de estos taxones en el potamoplancton constituye una muestra de su desprendimiento

como consecuencia de fluctuaciones en las condiciones del medio, considerando que éstos fueron algunos de los más abundantes en el ficoperifiton.

Es importante mencionar que aunque ninguno de los taxones presentaron frecuencia igual a 1, si registraron valores muy significativos que dan idea de su alta distribución y su capacidad de desarrollarse y adaptarse a variedad de condiciones.

Tabla 3-95 - Distribución taxonómica del potamoplancton (fitoplancton de río) en las estaciones de muestreo de las cuencas en el área de influencia local del Proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente en la cuenca Santa Elena, subcuenca quebrada La Cascada y cuenca del Rio Rionegro.

División	Clase	Familia	Taxones	Santa Elena	La Cascada	Rionegro
Cyanophyta	Cyanophyceae	Pseudanabaenaceae	*Pesudoanabaena* sp			X
Chlorophyta	Cyanophyceae	Oscillatoriaceae	*Borzia aff trilocularis*	X	X	X
			Lyngbya sp	X	X	X
			Oscillatoria sp	X	X	X
		Chlorococcaceae	*Korschikoviella* sp	X	X	X
			Actinotaenium sp	X		X
		Closteriaceae	*Closterium* sp	X		X
			Arthrodesmus sp			X
		Desmidiaceae	*Cosmarium* sp	X	X	X
			Euastrum sp			X
		Mesotaeniaceae	*Cylindrocystis* sp	X		X
			Genicularia sp	X		
			Desmodesmus sp	X		
		Oedogoniaceae	*Oedogonium* sp	X	X	X
		Zygnemataceae	*Mougeotia* sp	X		X
			Spirogyra	X		
Chrysophyta	Bacillariophyceae	Achnanthaceae	*Achnanthes* sp	X	X	X
			A. aff inflata		X	X
		Achnanthidiacium	*Achnanthidium* sp			X
		Amphipleuraceae	*Frustulia* sp	X	X	X
		Aulacoseraceae	*Aulacoseira* sp			X
Chrysophyta	Bacillariophyceae	Bacillariaceae	*Hantzschia* sp	X		X
			Nitzschia sp	X	X	X
		Bacillariaceae	*N. aff acicularis*	X		X
			N. aff claussi	X		X
			N. aff linearis	X	X	X
			N. aff sigmoidea	X		X
			Tryblionella sp	X		
		Catenulaceae	*Amphora* sp	X		X
		Cocconeidaceae	*Cocconeis* sp	X		X
		Cymbellaceae	*Cymbella* sp	X	X	X
			Cymbopleura sp	X	X	X
			Encyonema sp	X	X	X
			aff Placoneis	X		
		Diadesmidaceae	*aff Luticola* sp	X	X	X
		Eunotiaceae	*Eunotia* sp	X	X	X
			Fragilaria sp	X	X	X
		Fragilariophyceae	*Synedra* sp	X		X
		Gomphonemataceae	*Gomphonema* sp	X	X	X

División	Clase	Familia	Taxones	Santa Elena	La Cascada	Rionegro
			G. aff acuminatum	X		
			G. aff augur	X		
			G. aff parvulum	X		X
			G. aff trumcatum	X		X
		Melosiraceae	*Melosira* sp	X	X	X
			Capartogramma sp			X
			Navicula sp	X	X	X
		Pinnulariaceae	*Pinnularia* sp	X	X	X
		Pleurosigmataceae	*Gyrosigma sp*	X		X
		Rhoicospheniaceae	*Rhoicosphaenia* sp	X	X	X
		Phoplodiaceae	*Rhopalodia* sp	X		X
		Sellaphoraceae	*Sellaphora* sp	X		
		Surirellaceae	*Surirella* sp	X	X	X
			Tabellaria aff fenestrata			X
Chrysophyta	Bacillariophyceae	Tabellariaceae	*T. aff flocculosa*	X	X	X
	Stephanodiscaceae	Coscinodiscophyceae	*Cyclotella* sp	X		X
Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadaceae	*Cryptomonas* sp	X		X
			Strombomonas sp	X		
			Trachelomonas sp	X		X
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenaceae	*T. aff volvocina*	X		X
Total Divisiones: 5	Total Clases: 6	Total Familias: 32	Total Taxones: 59	51	24	50

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Las clorofitas fueron el segundo grupo en cuanto a la densidad (ind/ml), sin embargo, las densidades fueron mucho menores a las reportadas para las diatomeas como consecuencia de los altos valores de turbiedad que predominaron en las estaciones analizadas debido a que este grupo de algas es altamente exigente con relación a este factor. Adicionalmente, los sólidos en suspensión presentes en el agua causan un efecto abrasivo sobre los taxones. Es importante mencionar, que algunas de las clorofitas observadas como *Mougeotia, Oedogonium, Spirogyra* tienen hábito filamentoso, además, Oedogonium posee en la parte inferior del filamento una estructura en forme de ventosa que le permite fijarse a los sustratos y que sin duda uno los factores que más contribuyó a la dominancia de las diatomeas fue la baja incidencia de luz como consecuencia de las altas turbiedades que caracterizan estas estaciones debido a que este grupo de algas no requiere altos regímenes de luz para desarrollarse[109].

Comparando la densidad registrada para estos grupos de algas en el potamoplancton y las observadas en el análisis hecho al ficoperifiton, es posible evidenciar fluctuaciones moderadas en las variables hidrológicas (nivel de flujo y velocidad de la corriente) las cuales facilitaron la fijación de las algas a los sustratos y que el aporte al potamoplancton por parte del ficoperifiton no sea tan significativo.

[109] Reynolds, 1994; Rojo, *et al.* 1994

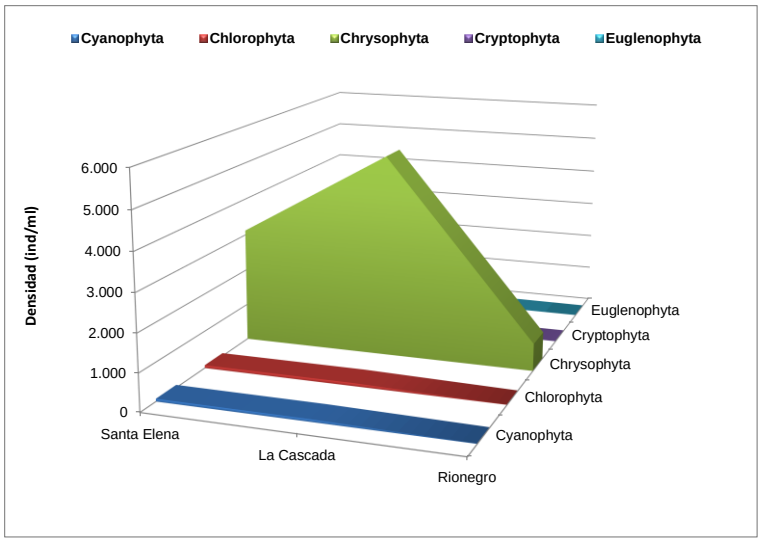


Figura 3-182 - Número de individuos correspondientes a cada una de las divisiones algales presentes en las estaciones de muestreo en el área de influencia local del Proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente en la cuenca Santa Elena, subcuenca quebrada La Cascada y cuenca del Río Rionegro.

3.3.3.4.1.1 Abundancia por sistema muestreado

En la cuenca de la quebrada Santa Elena, la densidad del potamoplancton osciló entre 10,08 ind/ml en SE18-quebrada El Placer (aguas abajo), SI1-quebrada San Ignasio, SI4-quebrada Los Chorlitos y 3,307,35 ind/ml en SE11-quebrada Paysandú. Considerando que la densidad del potamoplanctónico en esta última estación fue baja, que la composición del ensamble ficoperifítico(el cual fue hallado iguamente hallado en las muestras analizadas) y del potamoplanctónico fueron muy similares, que Melosira fue el taxón determinante del valor de la densidad en SE11, que este fue relativamente significativo en el ficoperifiton y que durante el muestreo se presentaron fuertes lluvias, es posible afirmar que la densidad registrada en esta estación se debe al desprendimiento de masas algales como consecuencia del aumento en el nivel de flujo y velocidad de la corriente. En SI1 y SI4 a pesar de que la densidad del ficoperifiton mostró cierta representatividad, la del potamoplancton fue baja, evidenciando un aporte muy bajo por parte del ficoperifiton. Otras razones que permite explicar los bajos valores de densidad son las formas de la corriente las cuales consisten mayoritariamente en corrientes. Los taxones que más contribuyeron al valor de la densidad fueron *Nitzschia acicularis* y *Melosira.*

Respecto a la subcuenca de la quebrada La Cascada, la densidad osciló entre 8,64 ind/ml en C3-quebrada Adonay y 125,27 ind/ml en C2-quebrada dos captaciones. Como es sabido, la mayor densidad del ficoperifiton ocurre en épocas de aguas bajas, mientras que para el potamoplancton se espera que sea en aguas altas; el hecho de que durante el muestreo el nivel de flujo y velocidad de la corriente en la quebrada Adonay (C3) se encontrara bajo, permitió explicar la baja densidad en el potamoplancton, a pesar de que la densidad del ficoperifiton si fue representativa. El valor registrado en C2-quebrada dos captaciones muestra ciertos aumentos en el nivel de flujo y velocidad de la corriente. De acuerdo con Mueller-Haeckel, 1976; Hamilton y Duthie, 1987) densidades potamoplanctónicas significativas también podrían indicar reproducción celular, debido a que las células de algas derivantes aumentan en el horario de mayor actividad fotosintética como consecuencia de la reproducción celular en el ficoperifiton. En este sistema de estaciones también Melosira fue el taxón que determinó el valor de la densidad.

En la cuenca del río Rionegro la densidad osciló entre 4,32 ind/ml en S5-quebrada La Escondida y 586,02 ind/ml en S6-quebrada La Salazar, valores pueden considerarse bajos y que muestran escazas fluctuaciones en las variables hidrológicas las cuales permiten que las matrices de algas permanezcan adheridas. Una evidencia de lo anterior es que taxones muy significativos para el ficoperifiton como Nitzschia y Navicula no sobresalieron en el potamoplancton, contradiciendo la idea de que una gran fracción del potamoplancton son formas derivantes del ficoperifiton y que los taxones más frecuentes y abundantes en este ensamble son precisamente este par de diatomeas pennadas (Corigliano *et al*., 1994). Otra de las razones que podría explicar el bajo aporte de algas por parte del ficoperifiton puede ser la escaza turbulencia, ausencia de rápidos, características de la morfología celular y la forma de adhesión al sustrato de las diatomeas (Stevenson, 1984; Luttenton & Rader, 1986; Stevenson & Peterson, 1989; Biggs *et al*., 1998).

Tal como ocurrió para el ensamble ficoperifítico, los resultados de los coeficientes de variación de la densidad del potamoplancton en cada una de las cuencas, se observa que en la cuenca de la quebrada Santa Elena, la subcuenca de la quebrada La Cascada y la cuenca del río Rionegro, y esta variable presentó coeficientes de variación muy significativos y mayores en todos los casos al 100% lo que permite inferir condiciones muy variadas para el potamoplancton entre estaciones. Estas diferencias en la densidad muestran la importancia de factores como el nivel de flujo, velocidad de la corriente y de los mecanismos de fijación de los taxones. En la cuenca Santa Elena la densidad mostró una variación espacial un poco menor (CV=77,24%) que muestra mayor regularidad en los valores de densidad en cada una de la estaciones, lo que se traduce en mayor similaridad en los factores más determinantes de su desarrollo.

Considerando que las preferencias ecológicas de los taxones más abundantes pueden proporcionar información muy útil sobre el estado de los sistemas, a continuación se mencionan algunos datos relevantes sobre la ecología de los más representativos en este análisis.

3.3.3.4.1.2 Riqueza de taxones

En la siguiente tabla se muestran los valores de los índices ecológicos. La riqueza de taxones fue en términos generales muy baja en los cuatro sistemas analizados. En En la cuenca de la quebrada Santa Elena el único valor relativamente significativo de este estimativo fue el observado en SE23-(21). En la subcuenca de la quebrada La Cascada estos valores fueron aún más bajos, oscilando entre cuatro y 13 taxones y en la cuenca de la quebrada del río Rionegro el mayor valor para este estimativo mostró la misma tendencia que para la densidad, es decir, en S5-quebrada La Escondida y en S6-quebrada La Salazar donde se observaron los valores mínimos y máximos de densidad, ocurrió también el menor y mayor número de taxones (2 y 23 respectivamente). En la cuenca del río Rionegro, la correspondencia entre la riqueza y la densidad en S5-quebrada La Escondida resalta la baja densidad ficoperifítica en esta estación, la cual afecta directamente la del potamoplancton pues como se ha mencionado, las algas adheridas son la fuente de riqueza taxonómica más importante para el potamoplancton. Contrariamente en S6-quebrada La Salazar, el significativo número de taxones, una composición netamente diatomológica indican la ocurrencia de factores desencadenantes del desprendimiento de algas perifíticas como estrés hídrico, reproducción sexual o características de la morfología celular y la forma de adhesión al sustrato por parte de las diatomeas.

En términos generales, en todos los sistemas, el número de taxones estuvo determinado por las condiciones hídrológicas, debido a que en el ficoperifiton ocurrieron tanto altas densidades como número de taxones lo que indica niveles de flujo y velocidad de la corriente bajas mientras que en

el potamoplancton la densidad y la riqueza taxonómica fueron bajas evidenciando que dada la estabilidad en las condiciones hidrológicas, las masas de algas adheridas permanecen fijas a los sustratos. Se esperaría entonces que con el aumento en el caudal disminuyeran la densidad y número de taxones en el ficoperifiton y aumentaran estas variables en el potamoplancton.

Tabla 3-96 - Índices ecológicos del potamoplancton (fitoplancton de río) registrado en las estaciones de muestreo en el área de influencia local del Proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente en la cuenca Santa Elena, subcuenca quebrada La Cascada y cuenca del Río Rion

Cuenca	Estaciones	Diversidad (Ind/nat)	Equidad de Pielou (J´)	Dominancia (D)	Riqueza (H0)	Densidad total
Santa Elena	SE1	0,78	0,86	0,18	0,8	24,48
	SE2	0,75	0,97	0,08	0,6	12,96
	SE3	0,70	0,82	0,22	0,7	27,36
	SE4	0,82	0,91	0,12	0,8	18,72
	SE5	0,99	0,95	0,06	1,1	24,48
	SE6	1,13	0,96	0,04	1,5	30,24
	SE7	1,08	0,88	0,09	1,7	86,39
	SE8	0,66	0,69	0,34	0,9	37,44
	SE9	0,60	0,86	0,21	0,5	11,52
	SE10	0,88	0,73	0,19	1,6	92,15
	SE11	0,12	0,10	0,91	1,5	3.307,35
	SE12	0,70	0,67	0,33	1,1	47,52
	SE13	0,96	0,92	0,10	1,1	31,68
	SE14	0,89	0,98	0,03	0,8	12,96
	SE15	0,58	0,96	0,13	0,4	8,64
	SE16	0,82	0,91	0,13	0,8	24,48
	SE17	0,80	0,94	0,09	0,7	14,40
	SE18	0,67	0,96	0,10	0,5	10,08
	SE19	0,69	0,88	0,17	0,6	12,96
	SE20	0,82	0,82	0,17	1	34,56
	SE21	1,04	0,85	0,11	1,7	158,38
	SE22	0,43	0,51	0,55	0,7	129,59
	SE23	0,86	0,65	0,24	2,1	275,01
	SE24	0,75	0,89	0,15	0,7	20,16
	SE25	0,60	0,71	0,33	0,7	36,00
	SE26	0,83	0,80	0,20	1,1	31,68
	SE27	0,78	0,65	0,28	1,6	161,26
	SP1	0,39	0,35	0,62	1,3	624,90
	SP2	0,80	0,66	0,27	1,6	141,11
	SP3	0,76	0,73	0,23	1,1	67,67
	SI1	0,56	0,92	0,19	0,4	10,08
	SI2	0,26	0,55	0,66	0,3	15,84
	SI3	0,78	0,93	0,12	0,7	18,72
	SI4	0,64	0,92	0,14	0,5	10,08
	SI5	1,00	0,96	0,05	1,1	23,04
	SI6	0,88	0,92	0,09	0,9	17,28
La Cascada	Ho2	0,526	0,51	0,52	1,1	71,99
	Ho1	0,145	0,13	0,90	1,3	508,27
	C2	0,246	0,27	0,78	0,8	125,27
	C3	0,577	0,96	0,13	0,4	8,64
	C4	0,85	0,85	0,15	1	40,32

Cuenca	Estaciones	Diversidad (Ind/nat)	Equidad de Pielou (J´)	Dominancia (D)	Riqueza (H0)	Densidad total
Rionegro	S1	0,88	0,93	0,09	9	18,72
	S2	0,68	0,97	0,07	5	8,64
	S3	0,84	0,93	0,09	8	17,28
	S4	0,92	0,80	0,14	14	105,11
	S5	0,28	0,92	0,33	2	4,32
	S6	0,70	0,51	0,30	23	586,02
	S7	0,95	1,00	0,02	9	14,40
	S8	0,66	0,53	0,36	17	234,70
	S9	0,85	0,89	0,15	9	74,87
	S10	0,82	0,82	0,17	10	33,12
	Y1	0,98	0,94	0,08	11	31,68
	Y2	0,84	0,66	0,26	19	354,20
	Y3	0,92	0,73	0,20	18	158,38
	Y4	0,80	0,88	0,16	8	27,36
	Y5	1,10	0,94	0,07	15	48,96
	Y6	1,00	0,96	0,05	11	21,60
	Y7	0,72	0,93	0,11	6	11,52
	Y8	0,83	0,92	0,11	8	17,28
	Y9	0,65	0,54	0,31	16	574,50
	Y10	0,82	0,72	0,22	14	83,51
	Y11	0,62	0,65	0,33	9	64,79
	H1	0,69	0,76	0,27	8	24,48
	H2	0,94	0,91	0,10	11	30,24
	H3	0,51	0,51	0,53	10	63,35
	H4	0,72	0,65	0,28	13	151,18
	H5	0,63	0,56	0,34	13	190,06
	H6	0,98	0,79	0,14	17	83,51
	F1	0,80	0,89	0,14	8	18,72
	F2	0,91	0,77	0,18	15	89,27
	F3	0,81	0,69	0,22	15	143,99

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

3.3.3.4.1.3 Diversidad

Como se muestra en la siguiente figura, la diversidad hallada en los sistemas de estaciones analizados fue baja y en general homogénea sugiriendo de acuerdo con Dolbeth et al. (2003) y Western (2001) un avance del proceso eutrófico de un nivel inicial a intermedio en S5-quebrada La Escondida en la cuenca del río Rionegro, en Ho2-quebrada Villa Nueva, Ho1-quebrada Manguruma, C2-quebrada dos captaciones y C3-quebrada Adonay en la subcuenca de la quebrada La Cascada; en SE11-quebrada Paysandú, SE22-quebrada La Bisarra, SP1- quebrada San Pedro parte alta y SI2-quebrada La Matilda de la cuenca de la quebrada Santa Elena.

Sin embargo es muy importante considerar que así como los valores de diversidad en el ficoperifiton resultan seriamente afectados cuando los niveles de flujo y velocidad de la corrientes son altos debido a que condicionan la proliferación en el ensamble de los taxones cuyos adaptaciones les permitan mantenerse adheridos, considerando que la principal fuente de taxones en el potamoplancton está constituida por las algas de deriva que se desprenden del ficoperifiton, el hecho de que las condiciones de flujo en las estaciones analizadas hayan sido tan estables disminuye el número de taxones desprendidos y como consecuencia los valores de diversidad.

Esta situación se observa con claridad en S5-quebrada La Escondida, C3- quebrada Adonay donde los valores de riqueza ni siquiera alcanzaron cinco taxones mostrando que definitivamente el aporte de algas del ficoperifiton al potamoplancton fue casi nulo.

Pero, además de la estabilidad en las condiciones de flujo, otro factor que afectó considerablemente los valores de diversidad del potamoplancton fue la irregularidad en la estructura del ensamble debido a que algunos taxones presentaron abundancias muy altas respecto a las registradas para otros. Por ejemplo, en SE11-quebrada Paysandú Melosira aportó el 95,15% de la densidad total del ensamble en esta estación. La abundancia de este taxón se explica porque como otras diatomeas se desarrolla adherida a los sustratos en los que forma largas cadenas formadas hasta por más de 40 células de manera que no es necesario que aumenten los niveles de flujo y velocidad de la corriente, la simple turbulencia generada por el viento puede causar su desprendimiento dado el propio peso de la cadena (Talling & Tzoska, 1967).

En Ho2-quebrada Villanueva, Ho1-quebrada Manguruma y C2-dos Captaciones también fueron estaciones en las que la irregularidad en la distribución de las abundancias relativas de los taxones permite explicar los valores de diversidad tan bajos que registraron, en estas estaciones Eunotia, Melosira y Achnanthes contribuyeron con más del 70% de la abundancia total del ensamble. Lo mismo ocurrió en SE22- y SI2 con nuevamente con *Melosira y Eunotia*.

Los valores registrados en las estaciones restantes muestran ensambles con estructuras más homogéneas, es decir, varios taxones fueron significativos en el ensamble lo que se traduce que las condiciones en el medio favorecieron el desarrollo equitativo de todos los componentes del ensamble.

Respecto al índice de equidad exceptuando los valores registrados en Ho1-quebrada Manguruma, C2-quebrada dos captaciones y SE11-quebrada Paysandú en todas las estaciones se observaron valores muy cercanos a 1, lo cual evidencia que la explotación de los recursos disponibles en el medio por parte de los taxones se hace equilibradamente, es decir, no fue frecuente la ocurrencia de condiciones que pudieran favorecer el desarrollo de un taxón determinado. En las estaciones mencionadas por ejemplo, la abundancia de taxones como Melosira y Achnanthes indica mayor favorabilidad de las condiciones hacia estos taxones, aunque considerando que Achhanthes fue uno de los más representativos en el ficoperifiton lo que se evidencia es simplemente un aporte muy importante de algas del ficoperifiton al potamoplancton. Respecto a Melosira su significancia en el potamoplancton y no en el ficoperifiton puede ser un indicio de su desprendimiento.

Como era de esperarse, dada la congruencia entre los descriptores de diversidad, respecto a la dominancia se observó la misma tendencia que con la diversidad y equidad, es decir, en Ho1-quebrada Manguruma, C2-quebrada dos captaciones, SE11-quebrada Paysandú, SE22-quebrada La Bisarra, SI2-quebrada La Matilda y en CA6-quebrada Marquetalia ocurrieron valores de dominancia cercanos a 1 como consecuencia de un ensamble con una estructura simplificada y bajo la dominancia de uno o dos taxones. Este resultado en el caso del potamoplancton se puede interpretar simplemente como la ocurrencia de factores desencadenantes del desprendimiento del ficoperifiton, en el caso de Achnanthes es apenas lógica su significancia en el potamoplancton considerando que fue un taxón cuyas abundancias en el ficoperifiton fueron muy significativas.

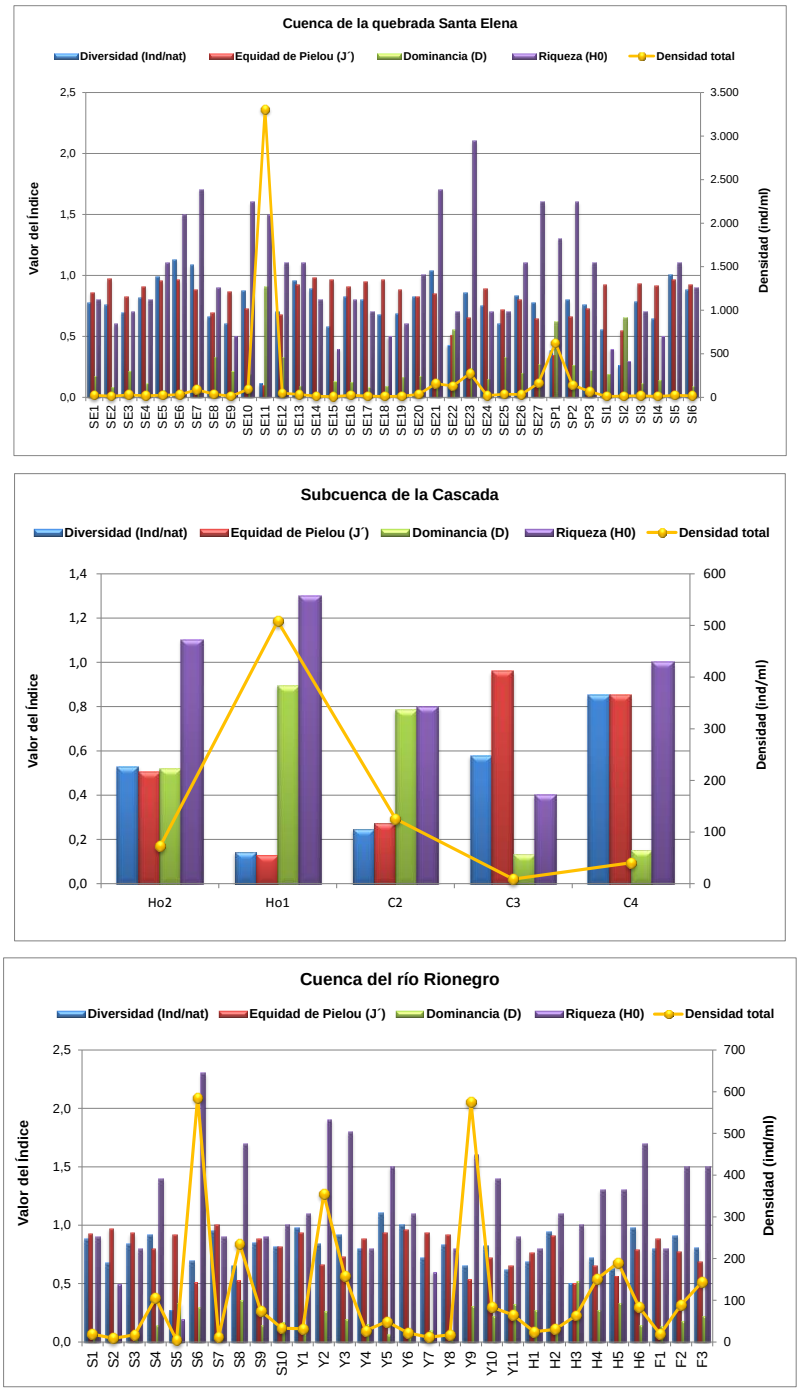


Figura 3-183 - Variación espacial de los valores de densidad, diversidad, equidad y dominancia del potamoplancton (fitoplancton de río) registrado en el área de influencia local del Proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente en la cuenca Santa Elena, subcuenca quebrada La Cascada y cuenca del Rio Rionegro.

3.3.3.4.1.4 Análisis de similaridad

Considerando los resultados del análisis de Bray Curtis, tal como ocurrió para el ensamble de algas perifíticas, la similaridad en la cuenca de la quebrada Santa Elena, se observó un porcentaje también bajo (24,34%) que describe una composición de algas muy heterogénea. En SE12-

quebrada La Torre y SE8-quebrada La Avícola se registró un porcentaje muy significativo (67,80%) debido a que además de que registraron valores de riqueza y densidad similares, coincidieron porque Melosira fue en ambas el taxón con mayor significancia. Es importante aclarar que a esta pareja de estaciones se unió un grupo cuya composición algal fue correspondiente.

El ensamble potamoplanctónico de la subcuenca de la quebrada La Cascada presentó valores de similaridad significativamente bajos (9,53%). El mayor porcentaje de asociación se presentó entre Ho2-quebrada Villanueva y C4-quebrada La Cascada (33,33%) como consecuencia de un número de taxones y una composición algal netamente de diatomeas.

El potamoplancton en el sistema del río Rionegro fue baja (23,167%). El mayor porcentaje de asociación ocurrió entre Y9-quebrada Yarumal y S6-quebarada La Salazar (85,11%), este porcentaje se explica porque 12 de los 16 taxones que ocurrieron en Y9 también fueron observados en S6. Adicionalmente, estas dos estaciones coincidieron por la presencia de tres especies de *Gomphonema* que fueron exclusivas de estas estaciones.

Tabla 3-97 - Análisis de Bray-Curtis para el potamoplancton (fitoplancton de río) registrado en el área de influencia local del Proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente en la cuenca Santa Elena, subcuenca quebrada La Cascada y cuenca del Río Rionegro.

Cuenca de la quebrada Santa Elena																										
Subcuenca Santa Elena																										
	SE1	SE2	SE3	SE4	SE5	SE6	SE7	SE8	SE9	SE10	SE11	SE12	SE13	SE14	SE15	SE16	SE17	SE18	SE19	SE20	SE21	SE22	SE23	SE24	SE25	SE26
SE1	*	30,77	55,56	26,67	35,29	36,84	31,17	18,60	40,00	12,35	0,52	8,00	20,51	23,08	43,48	47,06	14,81	33,33	15,38	48,78	23,62	7,48	7,69	32,26	23,81	25,64
SE2	*	*	35,71	27,27	38,46	33,33	23,19	22,86	35,29	16,44	0,43	4,76	19,35	11,11	53,33	46,15	10,53	25,00	11,11	24,24	13,45	6,06	5,00	43,48	23,53	38,71
SE3	*	*	*	56,25	38,89	40,00	43,04	31,11	44,44	24,10	0,60	19,23	14,63	21,43	48,00	50,00	34,48	30,77	21,43	41,86	27,91	12,84	6,67	36,36	31,82	34,15
SE4	*	*	*	*	33,33	29,41	24,66	30,77	19,05	23,38	0,61	21,74	22,86	18,18	42,11	53,33	34,78	30,00	18,18	32,43	14,63	9,71	5,88	22,22	31,58	22,86
SE5	*	*	*	*	*	52,63	33,77	27,91	32,00	22,22	0,78	32,00	30,77	30,77	34,78	47,06	22,22	41,67	15,38	43,90	14,17	11,22	9,62	58,06	23,81	41,03
SE6	*	*	*	*	*	*	29,63	17,02	27,59	16,47	0,69	25,93	27,91	26,67	44,44	36,84	38,71	28,57	20,00	35,56	16,79	9,01	10,38	45,71	26,09	27,91
SE7	*	*	*	*	*	*	*	25,58	23,53	41,94	2,55	23,66	17,07	11,59	18,18	36,36	17,14	14,93	8,70	35,71	37,65	14,67	22,31	29,73	18,82	26,83
SE8	*	*	*	*	*	*	*	*	11,76	22,22	1,98	67,80	12,50	17,14	25,00	27,91	27,78	6,06	17,14	56,00	14,71	36,21	21,20	40,00	11,76	66,67
SE9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5,56	0,17	4,88	6,67	11,76	42,86	32,00	22,22	53,33	11,76	31,25	11,86	6,12	3,02	36,36	18,18	26,67
SE10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2,46	24,74	11,63	16,44	11,43	32,10	10,81	8,45	8,22	18,18	40,23	11,69	37,65	12,82	13,48	20,93
SE11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2,23	0,35	0,52	0,35	1,12	0,43	0,17	0,52	1,55	1,99	6,12	6,03	0,87	0,26	1,47
SE12	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	14,55	14,29	10,26	28,00	23,26	10,00	9,52	49,12	15,38	39,02	23,21	34,04	10,34	43,64
SE13	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12,90	21,43	20,51	18,75	13,79	6,45	21,74	13,64	8,93	4,69	16,67	8,51	4,55
SE14	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	26,67	15,38	21,05	25,00	55,56	24,24	8,40	6,06	6,00	26,09	11,76	32,26
SE15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	43,48	37,50	30,77	26,67	33,33	10,34	10,42	4,06	50,00	25,81	28,57
SE16	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	29,63	25,00	7,69	43,90	23,62	13,08	11,54	38,71	28,57	25,64
SE17	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	11,76	21,05	23,53	10,00	10,00	6,97	25,00	5,71	12,50
SE18	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12,50	19,35	10,26	4,12	2,02	19,05	12,50	27,59
SE19	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12,12	6,72	4,04	7,00	17,39	5,88	25,81
SE20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	17,91	26,32	16,74	57,89	20,41	60,87
SE21	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	16,00	31,23	12,90	14,81	15,15

Cuenca de la quebrada Santa Elena																										
Subcuenca Santa Elena																										
	SE1	SE2	SE3	SE4	SE5	SE6	SE7	SE8	SE9	SE10	SE11	SE12	SE13	SE14	SE15	SE16	SE17	SE18	SE19	SE20	SE21	SE22	SE23	SE24	SE25	SE26
SE22	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	31,32	19,23	5,22	23,21
SE23	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10,73	1,85	16,90
SE24	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	25,64	50,00
SE25	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	17,02
SE26	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SE27	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SP1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SP2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SP3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SI1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SI2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SI3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SI4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SI5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SI6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SE27	10,85	4,96	9,16	8,00	10,85	16,54	22,09	33,33	1,67	17,05	7,56	31,72	5,97	11,57	6,78	10,85	9,84	0,00	11,57	25,00	18,92	60,40	46,86	14,29	2,92	25,37
SP1	1,33	2,26	3,97	3,13	4,43	3,96	9,31	10,00	0,91	9,24	4,61	12,42	1,75	1,35	1,82	4,88	2,70	0,91	1,35	6,55	19,12	21,76	22,08	4,91	1,31	6,58
SP2	6,96	7,48	13,68	12,61	17,39	13,45	31,65	35,48	5,66	35,80	5,09	44,27	10,00	7,48	7,69	20,87	11,11	5,71	5,61	26,23	31,73	57,45	42,91	16,07	4,88	23,33
SP3	18,75	14,29	12,12	6,67	25,00	20,59	20,56	46,58	14,55	14,41	2,30	45,00	5,80	21,43	11,32	18,75	3,51	7,41	21,43	45,07	10,19	24,82	21,85	36,07	11,11	46,38
SI1	8,33	25,00	15,38	30,00	41,67	21,43	14,93	30,30	0,00	8,45	0,35	15,00	13,79	25,00	15,38	8,33	11,76	14,29	0,00	25,81	3,42	6,19	5,05	38,10	12,50	34,48
SI2	50,00	30,00	60,00	8,33	21,43	31,25	25,35	5,41	52,63	2,67	0,17	0,00	0,00	10,00	35,29	21,43	19,05	22,22	10,00	22,86	16,53	5,94	0,99	32,00	16,67	18,18
SI3	26,67	45,45	37,50	23,08	66,67	35,29	30,14	30,77	47,62	20,78	0,78	30,43	11,43	27,27	42,11	53,33	26,09	30,00	18,18	37,84	16,26	13,59	8,82	66,67	26,32	40,00
SI4	8,33	0,00	15,38	20,00	16,67	14,29	5,97	6,06	0,00	8,45	0,09	10,00	13,79	37,50	15,38	8,33	11,76	14,29	37,50	6,45	5,13	2,06	1,01	9,52	6,25	6,90
SI5	30,30	32,00	45,71	48,28	48,48	48,65	31,58	28,57	25,00	27,50	0,78	32,65	31,58	48,00	45,45	48,48	38,46	34,78	24,00	40,00	17,46	11,32	8,70	46,67	19,51	31,58

Cuenca de la quebrada Santa Elena																									
Subcuenca Santa Elena																									
	SE1	SE2	SE3	SE4	SE5	SE6	SE7	SE8	SE9	SE10	SE11	SE12	SE13	SE14	SE15	SE16	SE17	SE18	SE19	SE20	SE21	SE22	SE23	SE24	SE25	SE26
SI6	27,59	38,10	19,35	16,00	34,48	24,24	22,22	42,11	20,00	15,79	0,95	22,22	5,88	38,10	33,33	20,69	9,09	10,53	28,57	50,00	8,20	11,76	10,84	61,54	10,81	64,71

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Cuenca de la quebrada Santa Elena										
Sub. SE		Subcuenca San Pedro			Subcuenca San Ignasio					
	SE27	SP1	SP2	SP3	SI1	SI2	SI3	SI4	SI5	SI6
SE27	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SP1	21,25	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SP2	55,24	30,08	*	*	*	*	*	*	*	*
SP3	31,45	7,48	23,45	*	*	*	*	*	*	*
SI1	8,40	2,27	9,52	11,11	*	*	*	*	*	*
SI2	3,25	0,45	1,83	10,34	0,00	*	*	*	*	*
SI3	8,00	4,03	16,22	26,67	30,00	33,33	*	*	*	*
SI4	3,36	0,91	3,81	3,70	0,00	0,00	10,00	*	*	*
SI5	12,50	4,00	17,54	19,05	26,09	14,81	41,38	34,78	*	*
SI6	17,74	3,14	10,91	33,90	42,11	17,39	40,00	0,00	28,57	*

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Tabla 3-98 - Análisis de Bray-Curtis para el potamoplancton (fitoplancton de río) registrado en el área de influencia local del Proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente en la cuenca Santa Elena, subcuenca quebrada La Cascada y cuenca del Río Rionegro.

Subcuenca de la Cascada					
Subcuenca La Hondina			**Sub La Floresta**		
	H5	H6	F1	F2	F3
H5	*	*	*	*	*
H6	28,42	*	*	*	*
F1	13,79	16,9	*	*	*
F2	17,53	16,67	29,33	*	*

Subcuenca de la Cascada					
Subcuenca La Hondina			**Sub La Floresta**		
F3	14,66	36,71	17,7	53,09	*

Fuente: Elaboración propia Consorcio Siga-Plyma

Tabla 3-99 - Análisis de Bray-Curtis para el potamoplancton (fitoplancton de río) registrado en el área de influencia local del Proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente en la cuenca Santa Elena, subcuenca quebrada La Cascada y cuenca del Río Rionegro.

Cuenca del río Rionegro																									
Subcuenca La Salazar											Subcuenca Yarumal											Subcuenca La Hondina			
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	H1	H2	H3	H4
S1	*	31,58	32,00	13,95	12,50	4,29	8,70	10,23	21,54	33,33	45,71	7,72	11,38	18,75	42,55	14,29	38,10	16,00	4,37	25,35	20,69	26,67	41,18	10,53	15,25
S2	*	*	22,22	7,59	66,67	2,42	37,50	7,10	6,90	34,48	42,86	3,17	5,17	32,00	15,00	28,57	14,29	22,22	1,98	18,75	19,61	26,09	37,04	16,00	9,01
S3	*	*	*	14,12	26,67	4,30	18,18	8,00	28,13	22,86	35,29	6,98	13,11	32,26	30,43	44,44	20,00	16,67	3,89	22,86	14,04	41,38	36,36	21,43	13,68
S4	*	*	*	*	2,63	25,42	4,82	31,36	54,40	37,50	25,26	25,71	39,34	10,87	31,78	18,18	12,35	14,12	22,88	54,96	40,68	8,89	12,77	13,68	20,22
S5	*	*	*	*	*	1,46	15,38	3,61	3,64	23,08	24,00	0,80	1,77	27,27	5,41	22,22	18,18	0,00	1,49	9,84	12,50	30,00	25,00	12,77	5,56
S6	*	*	*	*	*	*	2,40	54,39	13,51	9,30	6,99	14,40	14,31	3,76	9,98	4,27	2,89	2,39	85,11	23,66	19,03	6,60	6,54	18,18	28,13
S7	*	*	*	*	*	*	*	6,94	3,23	24,24	25,00	3,13	6,67	13,79	4,55	32,00	11,11	18,18	2,45	11,76	18,18	22,22	19,35	7,41	6,96
S8	*	*	*	*	*	*	*	*	19,53	22,58	14,05	13,20	13,92	7,69	13,20	5,62	7,02	5,71	51,60	46,15	41,35	14,44	13,04	36,72	50,75
S9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	32,00	27,03	28,86	35,80	28,17	39,53	20,90	16,67	18,75	12,86	45,45	24,74	11,59	19,18	16,67	29,30
S10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	44,44	10,41	21,05	23,81	24,56	31,58	25,81	22,86	9,48	46,91	52,94	25,00	31,82	17,91	21,88
Y1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12,69	18,18	19,51	42,86	27,03	26,67	23,53	6,65	40,00	29,85	25,64	27,91	21,21	14,17
Y2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	47,19	9,06	19,29	6,90	5,51	5,43	13,64	20,39	11,68	3,04	9,74	7,59	17,09
Y3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	15,50	29,17	14,40	8,47	8,20	17,29	26,19	19,35	4,72	10,69	10,39	19,53
Y4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	18,87	35,29	14,81	19,35	2,39	18,18	15,63	22,22	40,00	22,22	17,74
Y5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	20,41	28,57	17,39	8,31	36,96	20,25	11,76	29,09	17,95	20,14
Y6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	17,39	37,04	4,83	16,44	20,00	31,25	44,44	23,73	15,00
Y7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	20,00	1,97	12,12	11,32	24,00	6,90	3,85	7,08

Cuenca del río Rionegro																									
Subcuenca La Salazar											Subcuenca Yarumal											Subcuenca La Hondina			
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	H1	H2	H3	H4
Y8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1,46	14,29	10,53	6,90	18,18	10,71	6,84
Y9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	22,76	19,37	7,21	6,19	17,61	28,57
Y10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	75,73	18,67	27,85	19,61	26,99
Y11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	32,26	33,33	24,72	26,67
H1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	42,11	39,34	21,31
H2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	36,92	25,40
H3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	55,03
H4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
H5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
H6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
F1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
F2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
F3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
H5	13,79	5,797	9,722	14,63	4,444	30,8	5,634	54,92	18,48	18,06	14,29	10,05	13,22	9,272	16,87	5,442	5,714	4,167	31,64	18,95	20,34	18,79	16,99	43,18	54,85
H6	11,27	12,5	17,14	32,06	9,836	18,49	23,53	36,2	10,91	37,04	22,5	7,237	17,86	10,39	17,39	19,18	9,091	8,571	20,13	50	56,31	37,33	25,32	35,29	23,31
F1	53,85	10,53	32	20,93	12,5	5,238	8,696	10,23	27,69	38,89	28,57	8,494	17,89	25	38,3	28,57	28,57	16	4,854	25,35	31,03	20	41,18	17,54	18,64
F2	21,33	5,882	21,62	60,74	3,077	17,91	5,556	20,44	52,63	25,88	23,81	28,57	47,67	19,75	43,75	25,97	14,29	13,51	22,56	43,33	26,17	15,19	21,69	20,75	27,54
F3	15,93	9,434	14,29	58,96	3,884	31,56	9,091	41,06	31,58	29,27	22,95	21,97	38,1	11,76	28,36	12,17	9,259	8,929	35,67	62,03	52,41	8,547	16,53	13,89	24,39

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

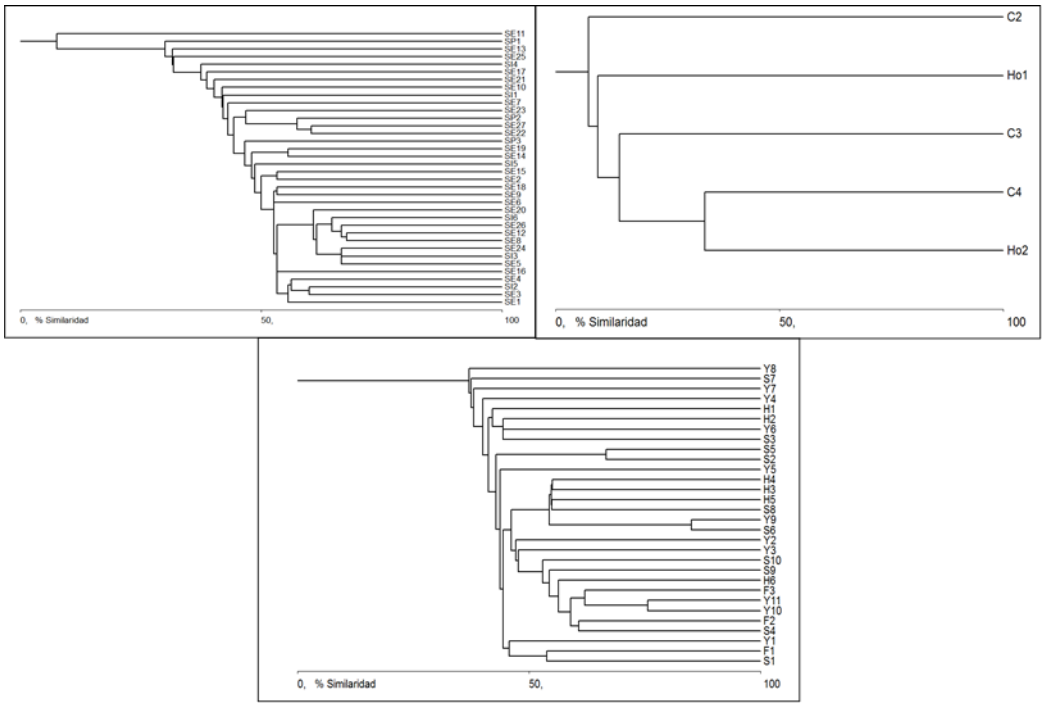
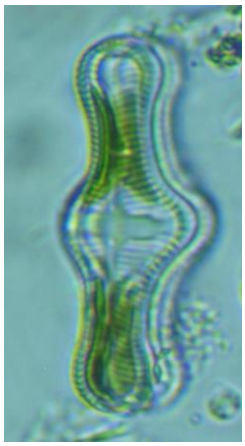


Figura 3-184 - Análisis similaridad para el potamoplancton registrado en las estaciones de muestreo en el área de influencia local del Proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente en la cuenca Santa Elena, subcuenca quebrada La Cascada y cuenca del Río Rionegro



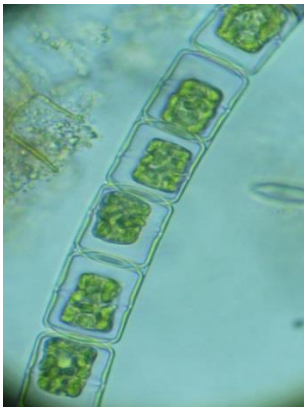
Achnanthes aff inflata

Achnanthes

Meridion

Eunotia

Navicula

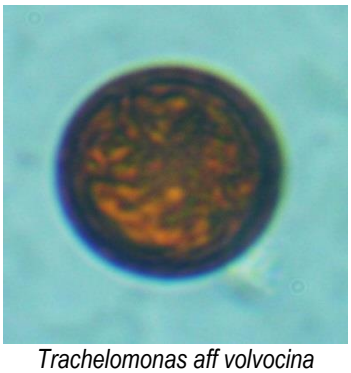


Melosira

Nitzschia aff acicularis

Oscillatoria (Cyanophyta)

Borzia aff trilocularis *Cryptomonas*



Trachelomonas aff volvocina

Figura 3-185 - Chrysophyta (diatomeas)

3.3.3.4.1.5 Conclusiones

En el ensamble potamoplanctónico (fitoplancton de ríos) de las cuencas del río Rionegro, quebrada La Cascada, Santa Elena y el tramo denominado estuvo compuesto por 59 taxones, en la cuenca del río Rionegro y de la quebrada Santa Elena se observaron 50 y 51 taxones respectivamente, estas fueron seguidas por la cuenca de la quebrada La Cascada con 24 y. Las diatomeas fueron las más significativas en términos de número de taxones debido a que el ensamble potamoplanctónico recibe un aporte muy representativo de algas de parte del ficoperifiton y estas son el componente principal del mismo.

En los cuatro sistemas analizados las diatomeas fueron el grupo más representativo respecto a la densidad. Su significancia respecto a esta variable se explica por diferentes mecanismos desencadenantes del desprendimiento del ficoperifiton como estrés hídrico, deficiencia en los sustratos o simple proceso sucesional del ficoperifiton.

Los cuatro sistemas de estaciones presentaron valores de diversidad bajos que a simple vista caracterizarían un sistema bajo condiciones de eutrofización, pero que en la mayoría de los casos están sin duda están estrechamente relacionados con el bajo aporte de algas por parte del ficoperifiton y que en otros casos se debe a abundancia de ciertos taxones en el ficoperifiton los cuales como es lógico se convierten en los más representativos en el potamoplancton.

En general, los valores de densidad mostraron que el ficoperifiton si constituye la principal fuente de algas para el potamoplanton en los sistemas analizados y que la estabilidad en las condiciones hidrológicas en estos sistemas se convierte en un factor determinante de estos valores debido a que los niveles son tan bajos que favorecen la permanencia de las masas algales fijas a los sustratos. Las altas densidades reportadas para el ficoperifiton soportan esta idea.

Los valores de diversidad en cada una de las cuencas mostraron ensambles con una estructura muy simple como consecuencia de la dominancia de un par de taxones cuya presencia y abundancia indica la ocurrencia de disturbios que desencadenaron su desprendimiento.

Los valores de equidad fueron en general altos, mostrando alta homogeneidad en la distribución de las abundancias relativas de los taxones. La alta dominancia se explica por la abundancia en el potamoplancton de Achnanthes y Melosira, taxones que fueron significativos en el ficoperifiton por lo que es apenas obvio que dada la ocurrencia de factores causantes de su desprendimiento sean también significativos en el potamoplancton.

De acuerdo con el análisis de Bray-Curtis, los valores de similaridad fueron en general bajos y se mantuvieron en los cuatro sistemas analizados lo que indica que la composición fue parcialmente semejante como consecuencia de cierta diferencia en las condiciones del medio.

3.3.3.5 Asociación del Ficoperifiton en el Área de Influencia

El ficoperifiton representa a las algas que viven adheridas o fijas a diferentes sustratos, formando un tapete o una cubierta mucilaginosa, se puede clasificar de acuerdo al hábitat en que se desarrolla (Rossell *et al*. 1982, Darley 1987 y Wetzel, 2001). Las microalgas que lo conforman son sensibles a las fluctuaciones internas del cuerpo de agua y a las condiciones ambientales que prevalecen, viéndose afectada su distribución (Margalef 1983). Esta cualidad ha adquirido un valor importante en el estudio de los ríos, ya que se utilizan como bioindicadores debido a que miden y cuantifican la magnitud del estrés, las características del hábitat y la respuesta ecológica al daño de un ecosistema (De la Lanza *et al*. 2000).

Debido a su posición en la interfase agua-sustrato, el ficoperifiton desempeña un papel fundamental en al¬gunos ciclos biogeoquímicos y en la dinámica de los ecosistemas lóticos (Hansson, 1990; Masseret *et al.,* 1998). Adicionalmente, la composición y abundancia del ficoperifiton reflejan las condiciones ambientales del pasado reciente y en consecuencia, pueden ser usa¬das como indicadores de la calidad del agua (Cox, 1991; Masseret *et al.,* 1998; Ter Braak y Verdonschot, 1995).

3.3.3.5.1 Asociación del ficoperifiton en el área de influencia Puntual

Composición: En los ecosistemas acuaticos ubicados en el área de influencia puntual, en general, el ensamble estuvo constituido por 55 taxones agrupados en 40 familias y cuatro grupos de algas. El mayor número de taxones ocurrió en las cuencas de la quebrada Santa Elena (54) y del río Rionegro (30), mientras que el aporte de la cuenca de la Yerbabuena es mejor con tan solo 21 taxas, sin embargo, de forma general y como puede observarse en la siguiente tabla, la composición fue uniforme entre cuencas, la división Chrysophyta (diatomeas) fue la más representativa respecto a la riqueza de taxones debido a que en todos los casos contribuyó con más del 50% de los taxones que conformaron el ensamble. Las diferencias en los aportes en relación con el número dee especies, puede ser el, el resultados de un analisis cualitaritvo, pues la comparación se hace a partir del análisis de las cuencas, con un número diferentes. Sin emabrgo, cabe destacar que las fuentes de agua de las quebradas de Yerbabuena presentan una menor entrada de nutrientes, un sustrato menos favorable para la colonización, a lo que se suma el bajo caudal del agua para los sitios de meustreo en esta cuenca, raz+on por la cual adicionalmente, debe hallarse un bajo aporte en el número de taxa.

Tabla 3-100 - Distribución taxonómica del ficoperifíton en las estaciones de muestreo de las cuencas bajo el área de influencia puntual del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente (cuenca La Yerbabuena, Santa Elena y Rionegro).

División	Clase	Familia	Taxones	Yerbabuena	Santa Elena	Rionegro
Cyanophyta	Cyanophyceae	Chroococcaceae	*Chroococcus* sp	X	X	X
			Coelosphaerium sp		X	
		Merismopediaceae	*Merismopediaceae* sp		X	
		Nostocaceae	*Cylindrospermopsis aff raciborskii*		X	X
			aff Dolychospermum sp	X	X	
		Rivulariaceae	*Calothrix* sp		X	X
		Oscillatoriaceae	*Borzia aff trilocularis*	X	X	X
			Lyngbya sp	X	X	X
			Oscillatoria sp	X	X	X
		Xenococcaceae	*Mixosarcyna* sp		X	

División	Clase	Familia	Taxones	Yerbabuena	Santa Elena	Rionegro
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophoraceae	*Chaetophora* sp		X	
			Chlorococcum sp		X	
		Chlorococcaceae	*Korschikoviella* sp		X	X
		Characiaceae	*Actinotaenium* sp		X	
		Desmidiaceae	*Cosmarium* sp		X	X
		Mesotaeniaceae	*Cylindrocystis* sp		X	X
		Mesotaeniaceae	*Mesotaenium* sp		X	
		Siphonocladaceae	*Cladophora* sp		X	X
		Oedogoniaceae	*Oedogonium* sp		X	
			Oocystis sp		X	
		Zygnemataceae	*Mougeotia* sp		X	X
Chrysophyta	Bacillariophyceae	Achnanthaceae	*Achnanthes* sp	X	X	X
			Achnanthes aff inflata		X	X
		Achnanthidiacium	*Achnanthidium* sp		X	
		Amphipleuraceae	*Frustulia* sp	X	X	X
		Bacillariaceae	*Nitzschia* sp	X	X	X
		Bacillariaceae	*N. aff acicularis*		X	
			N. aff claussi	X	X	
			N. aff linearis	X	X	
			Tryblionella sp		X	
		Catenulaceae	*Amphora* sp	X	X	
		Cocconeidaceae	*Cocconeis* sp		X	
		Coscinodiscophyceae	*Cymbella* sp		X	X
		Cymbellaceae	*Encyonema* sp	X	X	X
		Diadesmidaceae	*aff Luticola* sp	X	X	X
		Diploneidaceae	*Diploneis* sp	X	X	
		Eunotiaceae	*Eunotia* sp		X	X
			Fragilaria sp		X	
		Fragilariophyceae	*Meridion* sp		X	
			Synedra sp		X	X
		Gomphonemataceae	*Gomphonema* sp	X	X	X
			G. aff parvulum		X	X
			G. aff trumcatum		X	X
		Melosiraceae	*Melosira* sp		X	X
		Naviculaceae	*Capartogramma*	X	X	
			Navicula sp	X	X	X
		Pinnulariaceae	*Pinnularia* sp		X	X
		Pleurosigmataceae	*Gyrosigma* sp	X	X	
		Rhoicospheniaceae	*Rhoicosphaenia* sp		X	
		Phoplodiaceae	*Rhopalodia* sp	X	X	X
		Sellaphoraceae	*Sellaphora* sp		X	
		Surirellaceae	*Surirella* sp	X	X	X
		Stauroneidaceae	*Stauroneis* sp			X
		Tabellariaceae	*T. aff flocculosa*		X	
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenaceae	*T. aff volvocina*	X	X	X
			Total de Taxa:55	21	54	30

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Es importante mencionar que en la cuenca del la quebrada Santa Elena (donde se encuentran los portales norte, occidental y la via a cielo abierto) y río Rionegro (donde será construido el portal Oriental y un tramo de via a cielo abierto) sobresalió la división Chlorophyta (algas verdes) aunque el porcentaje. Las Cyanophytas (algas verde-azules) alcanzarón un porcentaje de representatividad cercano al 20%, mientras las Euglenophyta (euglenoides) alcanzaron solo para algunas de las cuencas tan solo un taxa.

La composición reportada para este ensamble es congruente con la que ha sido registrada para otros ecosistemas lóticos tropicales (Hernández-Atilano, 2005; Bustamante et al., 2008; Montoya y Ramírez, 2007). La prevalencia de las diatomeas a lo largo de las estaciones estudiadas, a pesar de

las diferencias en la incidencia de luz, calidad de los sustratos y condiciones hidrodinámicas, se explica por su carácter cosmopolita, el cual les facilita una distribución muy amplia, encontrándose en sustratos burdos, fuertes gradientes y cambios, extensa cobertura vegetal y baja conductividad, hasta ambientes con buenos sustratos, pequeños gradientes, gran conductancia, estables y poca cobertura vegetal (Blinn, 2003).

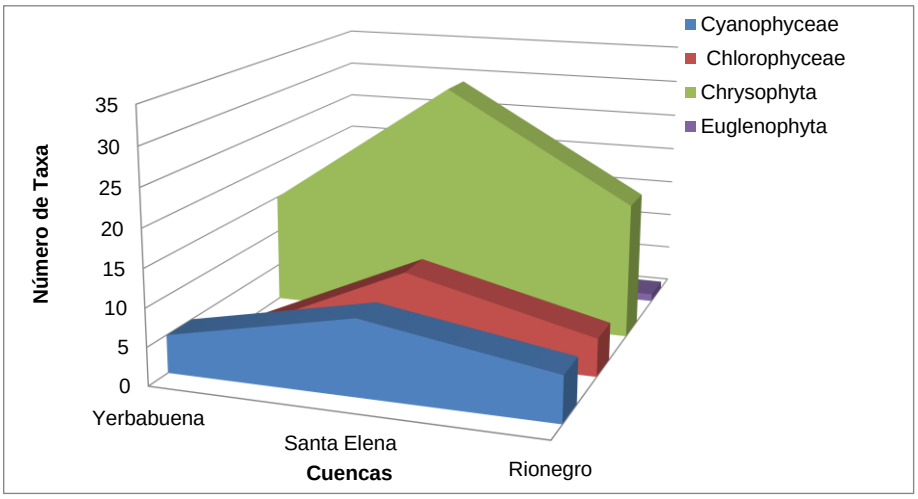


Figura 3-186 - Número de taxa correspondientes a cada una de las divisiones algales presentes en las estaciones de muestreo de las cuencas en el área de influencia puntual del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente (cuenca La Yerbabuena, Santa Elena y Rionegro).

En todas las cuentas analizadas y asociadas a las zonas de obras del proyecto las diatomeas fueron la división más representativa respecto a la densidad (ind/cm^2), en la cuenca del río Rionegro estas aportaron el 59,79% (1,004,448,02), y en Santa Elena 52,74% (672,836,76). Es importante destacar que en la cuenca de la quebrada Santa Elena sobresalieron las algas verde-azules. La densidad alcanzada en genera por las diatomeas que son algas bastante resistentes por su composición de sílice, lo cual las hace altamente resistentes a condiciones adversas, tales como las que se presentan en los ecosistemas analizados, esta condición es favorecida por su capacidad de desarrollarse bajo condiciones extremas lo que les permiten tener una distribución más amplia, de la misma manera la variedad de formas que presentan les permite colonizar hábitat muy diversos y las barreras físicas, químicas e hidrológicas a su difusión son prácticamente nulas, son capaces de vivir en ambientes casia anoxicos.

En todas las cuencas, *Achnanthes* fue el taxón que más contribuyó a la significancia de este grupo de algas, en la cuenca de la quebrada Santa Elena (donde serán realizadas la mayor cantidad de obras en el proyecto) también sobresalieron *Navicula* y *Rhoicosphaenia*, en la cuenca del río Rionegro además de Achnanthes también fueron importantes Nitzschia y Encyonema, Cabe destacar que la mayoría de diatomeas registradas (*Navicula, Gomphonema, Achnanthes, Rhoicosphaenia, Reimeria, Luticola, Synedra, Nitzschia,* entre otras) son reconocidos por su hábito pennado (Hernández-Atilano, 2005) y pedunculado (poseen pedúnculo mucilaginoso) lo que les permite enfrentar el estrés generado por la fuerza de arrastre cuando aumentan los niveles de flujo (Gari y Corigliano, 2004) o bajo condiciones de sustratos deficientes.

En la cuenca de la quebrada Santa Elena, la densidad del ficoperifiton osciló entre 1,521,22 ind/cm^2 en SE23-quebrada La Aguadita mostrando que en esta última las condiciones beneficiaron altas tasas de crecimiento y en general el desarrollo de algas perifíticas, tanto así que durante el

muestreo fue posible observar los sustratos cubiertos por una gelatina verdosa y pegajosa que indica la presencia del ensamble, este es muy seguramente favorecido por la cantidad de nutrientes que entran al ecosistema producto de las descargas que son realziadas por parte de viviendas y en general por las diferentes actividades que se desarrollan en las márgenes del cuerpo de agua. Sin duda condiciones de flujo bajo, lo cual es típico en la zona de estudio dados los bajos caudales, permitieron la fijación de las algas al sustrato, de la misma manera, la disponibilidad lumínica y estabilidad del sustrato fueron muy favorables.

Considerando los resultados de los coeficientes de variación de la densidad en cada una de las cuencas se observa que en la cuenca de Santa Elena y la del río Rionegro, esta variable presentó coeficientes de variación muy significativos y mayores en todos los casos al 100% lo que permite inferir condiciones muy variadas para el desarrollo del ficoperifiton entre estaciones. En el sector (cuenca Santa Elena) la densidad mostró una variación espacial un poco menor (CV=68,06%).

Considerando que las preferencias ecológicas de los taxones más abundantes pueden proporcionar información muy útil sobre el estado de los sistemas, a continuación se mencionan algunos datos relevantes sobre la ecología de los más representativos en este análisis, las cuales fueron especialmente abudantes y frecuentes especialmente en las cuencas en las cuales serán realziadas las principales obras del proyecto.

Lyngbya es un género de cianofita que está provisto de una vaina mucilaginosa, que aparte de adherirlo a los sustratos, lo previene de la desecación cuando el nivel del agua desciende (Casco & Toja, 2003). Este taxón ha sido reportado como formador de grandes masas en el perifiton (Komárek, 2003). Como otras cianofitas tiene la capacidad de adaptarse a condiciones ambientales extremas como cambios de temperatura, humedad y luz (Darley, 1987; Round, et al., 2000; Margalef, 1983; Komárek & Anagnostidis, 2001; Jhon, et al.; 2003). Oscillatoria es una cianofita filamentosa indicadora de altas cantidades de materia orgánica en descomposición.

Encyonema y Nitzschia son más notables donde existe mayor cantidad de materia orgánica; Achnanthes, una diatomea de tamaño pequeño dotada de una valva con rafe del que se fija a los sustratos y la cual ha sido reconocida por Mclntire (1964), como dominante en zonas de corrientes rápidas donde su velocidad ejerce un efecto positivo sobre la misma. *Navicula* ha sido caracterizada por secreciones mucilaginosas que le facilitan la adhesión a los sustratos; rápida multiplicación (Montoya y Ramírez, 2007) y tolerancia a la polución (Ramírez, 2008).

Encyonema es común aunque no siempre ocurre así, encontrarla adherida a la macrófitas y a otras algas filamentosas, fijándose dentro de un tubo transparente de mucílago que impide que la corriente la arrastre de esta manera crece y se multiplica formando cadenas de decenas de individuos. No es muy exigente con la calidad del agua y se puede desarrollar perfectamente en ambientes con una moderada contaminación orgánica.

En relación con la densidad, las cianofitas, fueron las más abudantes luego de las diatomeas o bacillarophiceas, hallando, que los taxones que más influyeron en esta variable fueron en los cuatro sistemas *Lyngbya y Oscillatoria*, taxones filamentosos con una gran capacidad de producir mucílago con el que forman una matriz la cual utilizan para mantenerse adheridos a los sustratos y formar abundantes masas. Este mucílago además de servirles como estructura de fijación también les permite proteger las estructuras reproductivas de la desecación cuando los sustratos se resecan por disminución en los niveles de flujo, de manera que estos taxones poseen un efectivo mecanismo que les permite fijarse a los sustratos y a otros individuos cuando el nivel de flujo y velocidad de la corriente son altos y conservar un poco la humedad cuando los sustratos se secan.

Esta capacidad permite explicar la frecuencia y densidad registrada por estos taxones la cual les permite desarrollarse independientemente de las condiciones hidrológicas y en cualquier época del año.

La densidad registrada para estos grupos de algas evidencia condiciones muy beneficiosas para su desarrollo, entre estas cabe mencionar fluctuaciones moderadas en las variables hidrológicas (nivel de flujo y velocidad de la corriente), alta incidencia de luz, baja deposición de elementos abrasivos como sólidos en los sustratos, altas temperaturas y disponibilidad de nutrientes, entre otras. A pesar de la favorabilidad de las condiciones, es necesario mencionar, que frente a cualquier cambio en las condiciones siempre y cuando fuera moderado, como se ha mencionado, las diatomeas y cianofitas poseen adaptaciones morfológicas y fisiológicas que les permitiría hacer frente al disturbio y desarrollarse sin limitaciones.

Tabla 3-101 - Densidad de individuos correspondientes a cada una de las divisiones algales presentes en las estaciones de muestreo de las cuencas bajo el área de influencia puntual del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente (cuenca La Yerbabuena, Santa Elena y Rionegro.

Taxones	Ye1	Ye2	CA11	CA12	CA1	CA2	CA3
Cyanophyta							
Chroococcus sp	1.313,94		199,31	2.404,07	97,60	105,82	
Coelosphaerium sp							
Merismopediaceae sp					97,60		
Cylindrospermopsis aff raciborskii							
aff Dolychospermum sp	82,12					105,82	
Calothrix sp					97,60		
Borzia aff trilocularis	82,12	68,32				105,82	
Lyngbya sp	3.613,34	10.111,47	30.594,34	6.511,02	62.562,28	51.957,67	70,89
Oscillatoria sp	1.560,30	68,32	1.395,18	100,17	585,61	211,64	141,78
Mixosarcyna sp				300,51			
Chlorophyta							
Chaetophora sp							70,89
Chlorococcum sp							
Korschikoviella sp							
Actinotaenium sp							
Cosmarium sp					97,60		
Cylindrocystis sp						105,82	
Mesotaenium sp							
Cladophora sp			99,66				
Oedogonium sp							141,78
Oocystis sp							
Mougeotia sp							
Chrysophyta (Bacillariophyceae)							
Achnanthes sp	5.337,88	99.475,01	1.893,46	24.040,68	2.537,63	2.010,58	2.481,12
Achnanthes aff inflata			3.188,99	1.001,70			
Achnanthidium sp					97,60		
Frustulia sp	656,97			400,68			
Nitzschia sp	903,33			601,02	780,81	529,10	141,78
N. aff acicularis			199,31				
N. aff claussi	328,49						

Taxones	Ye1	Ye2	CA11	CA12	CA1	CA2	CA3
N. aff linearis	246,36		99,66	100,17			
Tryblionella sp							
Amphora sp	246,36			100,17			
Cocconeis sp			99,66	100,17			4.324,24
Cymbella sp							
Encyonema sp	82,12			6.511,02		211,64	
aff Luticola sp	328,49		199,31	200,34			
Diploneis sp	82,12	68,32					
Eunotia sp			199,31				1.559,56
Fragilaria sp							
Meridion sp							19.707,20
Synedra sp							
Gomphonema sp	164,24		398,62		97,60		141,78
G. aff parvulum					97,60		70,89
G. aff trumcatum			99,66	100,17		105,82	
Melosira sp							
Capartogramma	82,12						
Navicula sp	3.038,49	819,85	498,28	2.804,75	195,20	1.375,66	212,67
Pinnularia sp							
Gyrosigma sp	164,24						141,78
Rhoicosphaenia sp			99,66	400,68			70,89
Rhopalodia sp	82,12		99,66				
Sellaphora sp							
Surirella sp	82,12						
Stauroneis sp							
T. aff flocculosa				100,17			
Euglenophyta							
T. aff volvocina		68,32	99,66	100,17			

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Tabla 3-102 - Densidad de individuos correspondientes a cada una de las divisiones algales presentes en las estaciones de muestreo de las cuencas bajo el área de influencia puntual del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente (cuenca La Yerbabuena, Santa Elena y Rionegro.

Taxones	CA4	CA5	CA6	CA7	CA8	CA9
Cyanophyta						
Chroococcus sp	4.257,46				104,79	
Coelosphaerium sp						
Merismopediaceae sp						
Cylindrospermopsis aff raciborskii						
aff Dolychospermum sp	115,07				104,79	
Calothrix sp						
Borzia aff trilocularis	115,07	111,47		101,71		
Lyngbya sp	805,47	13.153,54	317,46	7.424,87	29.865,93	10.223,46
Oscillatoria sp	2.991,73	1.449,12	423,28	203,42	2.934,20	1.319,16
Mixosarcyna sp						
Chlorophyta						

Taxones	CA4	CA5	CA6	CA7	CA8	CA9
Chaetophora sp						
Chlorococcum sp	230,13					
Korschikoviella sp			105,82			109,93
Actinotaenium sp						
Cosmarium sp	115,07					
Cylindrocystis sp					209,59	
Mesotaenium sp						
Cladophora sp		111,47				
Oedogonium sp						
Oocystis sp						
Mougeotia sp						
Chrysophyta (Bacillariophyceae)						
Achnanthes sp	2.991,73	8.471,77	2.962,96	4.576,98	4.191,71	7.035,50
Achnanthes aff inflata	230,13		952,38		104,79	109,93
Achnanthidium sp						
Frustulia sp			105,82	508,55		109,93
Nitzschia sp	115,07	111,47	211,64		523,96	989,37
N. aff acicularis	115,07					
N. aff claussi		111,47	105,82	508,55	1.257,51	
N. aff linearis			105,82			109,93
Tryblionella sp						
Amphora sp		334,41	105,82			
Cocconeis sp				101,71	104,79	
Cymbella sp	115,07					
Encyonema sp					209,59	
aff Luticola sp		111,47	211,64	305,13	419,17	219,86
Diploneis sp	115,07		105,82			
Eunotia sp	575,33					
Fragilaria sp	115,07					
Meridion sp			317,46			
Synedra sp						
Gomphonema sp	230,13		105,82		209,59	
G. aff parvulum	115,07					
G. aff trumcatum	115,07		105,82			
Melosira sp	345,20		211,64			
Capartogramma						
Navicula sp	460,27	1.003,24	1.481,48	1.118,82	1.676,68	989,37
Pinnularia sp	115,07	557,35		101,71		
Gyrosigma sp		111,47	529,10			109,93
Rhoicosphaenia sp					10.269,69	
Rhopalodia sp						109,93
Sellaphora sp		111,47				
Surirella sp						
Stauroneis sp						
T. aff flocculosa						
Euglenophyta						

Taxones	CA4	CA5	CA6	CA7	CA8	CA9
T. aff volvocina		111,47				

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Tabla 3-103 - Densidad de individuos correspondientes a cada una de las divisiones algales presentes en las estaciones de muestreo de las cuencas bajo el área de influencia puntual del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente (cuenca La Yerbabuena, Santa Elena y Rione

Taxones	CA10	SE23	SE24	S8	S9	S10
Cyanophyta						
Chroococcus sp		1.801,87	6.811,53	74,21		
Coelosphaerium sp		112,62				
Merismopediaceae sp						
Cylindrospermopsis aff raciborskii					67,81	
aff Dolychospermum sp						
Calothrix sp	119,69	112,62		74,21		
Borzia aff trilocularis	119,69	225,23	100,17	74,21	745,88	
Lyngbya sp	22.621,36	231.652,38	62.105,10	20.258,24		2.621,87
Oscillatoria sp	2.752,86	1.126,17	100,17	2.077,77		271,23
Mixosarcyna sp	119,69	225,23				
Chlorophyta						
Chaetophora sp	478,76					
Chlorococcum sp						
Korschikoviella sp			100,17	74,21	67,81	
Actinotaenium sp			100,17			
Cosmarium sp				74,21		
Cylindrocystis sp					135,61	
Mesotaenium sp			100,17			
Cladophora sp				74,21		
Oedogonium sp						
Oocystis sp			200,34			
Mougeotia sp				74,21		
Chrysophyta (Bacillariophyceae)						
Achnanthes sp	2.752,86	4.279,43	33.356,45	5.639,66	203,42	361,64
Achnanthes aff inflata						
Achnanthidium sp						
Frustulia sp		112,62		74,21	1.966,40	
Nitzschia sp	359,07	7.545,31		6.975,36	1.559,56	90,41
N. aff acicularis						
N. aff claussi						
N. aff linearis	119,69	225,23				
Tryblionella sp	478,76					
Amphora sp	119,69					
Cocconeis sp	239,38	675,70	100,17			
Cymbella sp				148,41		180,82
Encyonema sp			1.001,70	1.484,12	339,04	8.588,89
aff Luticola sp	239,38	112,62	200,34	148,41		90,41
Diploneis sp						
Eunotia sp					406,84	90,41

Taxones	CA10	SE23	SE24	S8	S9	S10
Fragilaria sp						
Meridion sp			5.108,65			
Synedra sp						90,41
Gomphonema sp		112,62	100,17	148,41	406,84	271,23
G. aff parvulum				296,82	678,07	90,41
G. aff trumcatum	119,69			74,21	67,81	
Melosira sp		112,62		74,21		
Capartogramma						
Navicula sp	2.872,55	337,85	15.526,28	519,44	3.932,81	2.260,24
Pinnularia sp	119,69				67,81	
Gyrosigma sp	119,69					
Rhoicosphaenia sp		1.464,02				
Rhopalodia sp	119,69			74,21		
Sellaphora sp						
Surirella sp					67,81	
Stauroneis sp					67,81	
T. aff flocculosa						
Euglenophyta						
T. aff volvocina					67,81	

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

3.3.3.5.1.1 Riqueza de taxones

La riqueza de taxones fue en términos generales muy baja en las tres cuencas analizadas. Es posible que las formas de la corriente en CA6 hayan favorecido la colonización de mayor diversidad de taxones respecto a las demás estaciones debido a la oferta de infinidad de espacios interticiales en los cuales se desarrollan variedad de taxones de diferentes grupos. Sin duda, en las estaciones restantes sustratos consistentes en guijarro, cascajo y sedimento fino son la causa que impide que variados taxones se desarrollen, pues aunque la mayoría de ellos cuenta son adaptaciones de fijación el tamaño del sustrato causa una fuerza de estrés que es mucho mayor a la fuerza de adhesión generada por las estructuras de fijación. Cabe mencionar que el caudal no constituye un disturbio de mayor significancia en estas estaciones debido a que en la mayoría de los casos fue bajo; contrariamente, la incidencia de luz si pudo ser un factor limitante del desarrollo de algal debido que la vegetación riparia impide la entrada de luz, insumo muy importante para el proceso de fotosíntesis.

3.3.3.5.1.2 Diversidad

Como se muestra en la diversidad hallada en los sistemas de estaciones analizados fue baja y en general homogénea lo que refleja características del medio similares, para el desarrollo del ficoperifiton en las tres cuencas analizadas en el área de influencia puntual cuatro cuencas analizadas. Estos valores de diversidad se explican por los bajos valores de riqueza, como se mencionó en el apartado anterior, pero principalmente porque la estructura del ensamble fue muy heterogénea, es decir, taxones como Lyngbya y Achnanthes mostraron densidades considerablemente más altas que otros taxones lo cual se traduce en mayor favorabilidad de las condiciones hacia estos taxones y se ve reflejado en el valor de diversidad debido que para su

cálculo se considera principalmente la significancia respecto a la abundancia para cada taxón componente del ensamble.

En la cuenca de la quebrada Santa Elena ocurrió en SE23-quebrada La Aguadita, en este caso también fueron *Lyngbya y Achnanthes* los taxones que causaron alta disparidad en la estructura del ensamble y por tanto los bajos valores de diversidad (0,5 bel/nat) registrados en la estaciones mencionadas. la situación fue muy similar, aunque en este caso además de Lyngbya y Oscillatoria, Meridion fue otro taxón cuya abundancia fue determinante de los bajos valores de diversidad en CA1-quebrada La Espadera aguas arriba del eje, CA3-quebrada el Chupadero aguas arriba, CA4-quebrada Cañada Negra, CA5-quebrada LA Pastora aguas abajo, CA14-quebrada La Loma aguas arriba, mostrando que en estas estaciones dichos taxones pudieron satisfacer todos sus requerimientos y alcanzar el éxito reproductivo indiscutible.

Es pertinente aclarar que dada la importancia que tiene el nivel de flujo, velocidad de la corriente, incidencia de luz y características de los sustratos como determinantes de la estructura del ensamble ficoperifítico, los valores registrados en todas las estaciones son típicos de sistemas con condiciones ambientales como las encontradas en los sitios analizados, donde los sustratos son pequeños, la incidencia de luz es baja y los niveles de flujo y velocidad de la corriente cambiantes debido a que estos factores condicionan la presencia y desarrollo en el ensamble de aquellos taxones con capacidad de proliferar bajo estos disturbios, como las diatomeas y cianofitas cuyas adaptaciones les permiten mantenerse adheridos y moverse en el medio circundante para aprovechar de manera más eficiente la luz.

Tabla 3-104 - Índices ecológicos del ficoperifiton registrado en las estaciones de muestreo de las cuencas bajo el área de influencia puntual del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente (cuenca La Yerbabuena, Santa Elena y Rionegro).

Cuenca	Código	Diversidad (Ind/nat)	Equidad de Pielou (J´)	Dominancia (D)	Riqueza (H0)	Densidad (ind/cm^2)
Yerbabuena	Ye1	0,94	0,71	0,16	2,1	18.477,29
	Ye2	0,16	0,19	0,82	0,7	110.679,61
Santa Elena	CA11	0,60	0,56	0,34	1,2	21.436,28
	CA12	0,57	0,45	0,47	1,8	33.872,19
	CA1	0,43	0,35	0,61	1,7	39.463,71
	CA2	0,69	0,55	0,32	1,8	45.877,64
	CA3	0,16	0,15	0,86	1,2	67.344,74
	CA4	0,19	0,18	0,84	1,1	56.825,40
	CA5	0,49	0,43	0,48	1,4	29.277,24
	CA6	0,92	0,70	0,18	2,1	14.383,32
	CA7	0,58	0,50	0,37	1,4	25.861,20
	CA8	0,96	0,76	0,17	1,8	8.465,61
	CA9	0,60	0,60	0,35	1,0	14.951,46
	CA10	0,61	0,52	0,38	1,5	52.186,78
	SE23	0,17	0,14	0,86	1,7	250.234,12
	SE24	0,59	0,50	0,34	1,5	125.011,56
Ríonegro	S8	0,65	0,49	0,33	2,1	38.512,91
	S9	0,88	0,71	0,19	1,7	10.849,13

Cuenca	Código	Diversidad (Ind/nat)	Equidad de Pielou (J´)	Dominancia (D)	Riqueza (H0)	Densidad (ind/cm^2)
	S10	0,59	0,54	0,38	1,2	15.007,96

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

3.3.3.5.2 Asociación del ficoperifiton en el área de influencia local

3.3.3.5.2.1 Composición

En la siguiente tabla se muestra la composición taxonómica del ficoperifiton registrado en diferentes sitios de muestreo asociados a las cuenca del río Rionegro, quebrada La Cascada, quebrada Santa Elena en la que se incluye un tramo analizado por separado denominado . En general, el ensamble estuvo constituido por 84 taxones agrupados en 52 familias y cinco grupos de algas. El mayor número de taxones ocurrió en las cuenca del río Rionegro y en la de la quebrada Santa Elena (65), seguidas por (Santa Elena) y La Cascada con 48 y 37 respectivamente. Como puede observarse en la siguiente tabla la composición fue muy uniforme entre cuencas, la división Chrysophyta (diatomeas) fue la más representativa respecto a la riqueza de taxones debido a que en todos los casos contribuyó con más del 50% de los taxones que conformaron el ensamble, por ejemplo, en la cuenca del río Rionegro se observaron 33 taxones (55,38%), en La Cascada 20 (54,05%), en Santa Elena 34 (52,31%) y en (Santa Elena) 31 (64,58%). Es importante mencionar que en la cuenca del río Rionegro y la quebrada Santa Elena sobresalió también la división Chlorophyta (algas verdes) aunque el porcentaje fue aproximadamente el 25% (16: 24,62% en la cuenca del río Rionegro; 18: 27,69% en la cuenca de la quebrada Santa Elena) en las cuatro cuencas. La Cyanophyta (algas verde-azules) alcanzó un porcentaje de representatividad cercano al 20%, mientras la Euglenophyta (euglenoides) difícilmente alcanzó el 8% en todos los sistemas analizados.

La composición reportada para este ensamble es congruente con la que ha sido registrada para otros ecosistemas lóticos tropicales (Hernández-Atilano, 2005; Bustamante et al., 2008; Montoya y Ramírez, 2007). La prevalencia de las diatomeas a lo largo de las estaciones estudiadas, a pesar de las diferencias en la incidencia de luz, calidad de los sustratos y condiciones hidrodinámicas, se explica por su carácter cosmopolita, el cual les facilita una distribución muy amplia, encontrándose en sustratos burdos, fuertes gradientes y cambios, extensa cobertura vegetal y baja conductividad, hasta ambientes con buenos sustratos, pequeños gradientes, gran conductancia, estables y poca cobertura vegetal (Blinn, 2003). No se debe dejar de mencionar que gran parte de las diatomeas registradas poseen forma pennada (Hernández-Atilano, 2005), pedunculada (poseen pedúnculo mucilaginoso) y postrada, lo que las hace resistentes a la acción de la corriente (Wu *et al.,* 1999) y a sustratos de baja calidad (pequeños y lizos).

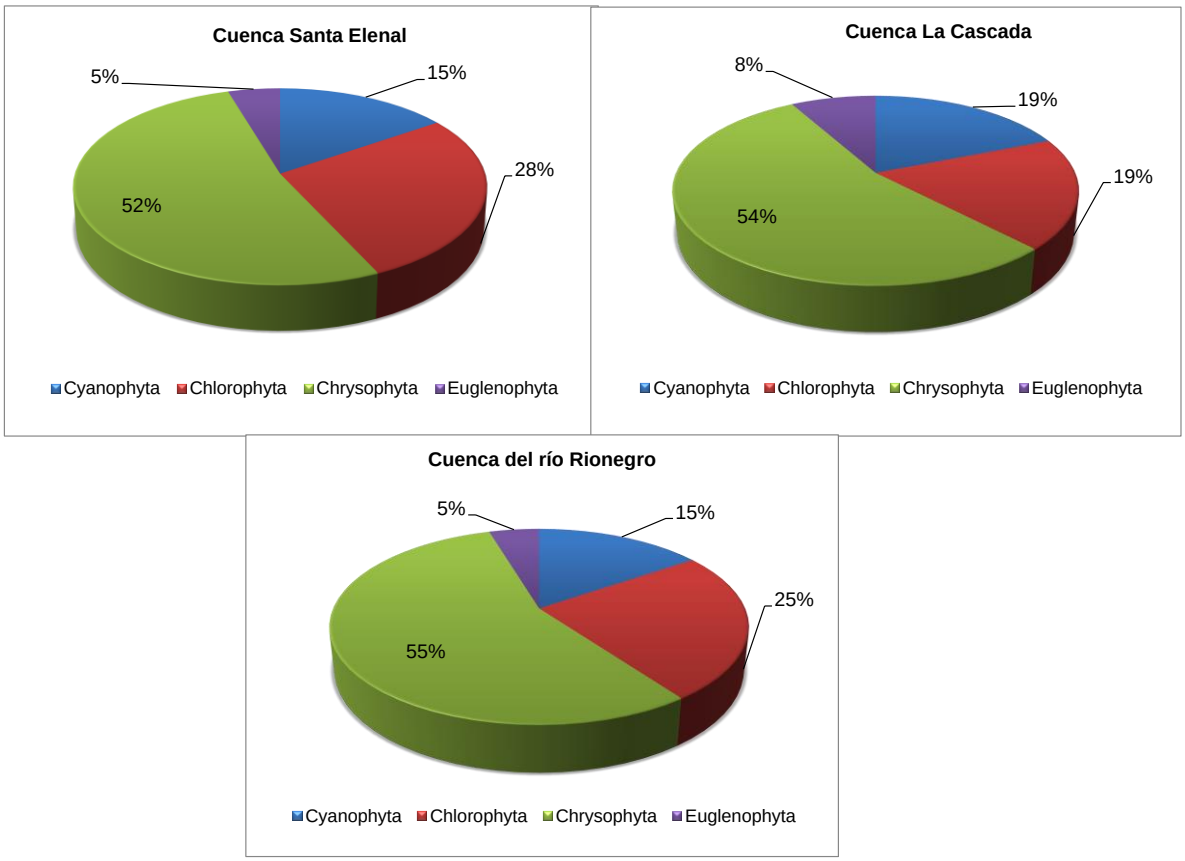


Figura 3-187 - Representatividad taxonómica de las diferentes divisiones de algas registradas en el ficoperifiton en el área de influencia local de la cuenca de la quebrada Santa Elena, río Rionegro, Subcuenca La Cascada.

Exceptuando el tramo correspondiente a la cuenca Santa Elena denominado , en las demás cuencas las diatomeas fueron la división más representativa respecto a la densidad (ind/cm^2), en la cuenca del río Rionegro aportaron el 59,79% (1,004,448,02), en La Cascada 38,74% (210,997,36) y en Santa Elena 52,74% (672,836,76); en (Santa Elena) sobresalieron las algas verde-azules las cuales significaron el 51,25% (276,299,95 ind/cm^2). La densidad alcanzada por las diatomeas en sistemas tan diversos como los analizados, se explica por su capacidad de desarrollarse bajo condiciones extremas lo que les permiten tener una distribución más amplia, de la misma manera la variedad de formas que presentan les permite colonizar hábitat muy diversos y las barreras físicas, químicas e hidrológicas a su difusión son prácticamente nulas.

Cabe destacar que la mayoría de diatomeas registradas en este análisis (*Navicula, Gomphonema, Achnanthes, Rhoicosphaenia, Reimeria, Luticola, Synedra, Nitzschia*, entre otras) son reconocidos por su hábito pennado (Hernández-Atilano, 2005) y pedunculado (poseen pedúnculo mucilaginoso) lo que les permite enfrentar el estrés generado por la fuerza de arrastre cuando aumentan los niveles de flujo (Gari y Corigliano, 2004) o bajo condiciones de sustratos deficientes. En todas las cuencas, Achnanthes fue el taxón que más contribuyó a la significancia de este grupo de algas, en la cuenca de la quebrada Santa Elena también sobresalieron *Navicula y Rhoicosphaenia,* en la cuenca del río Rionegro además de *Achnanthes* también fueron importantes Nitzschia y Encyonema, en la cuenca de la quebrada La Cascada la abundancia de diatomeas estuvo determinada por *Achnanthes y Rhoicosphaenia*. Es importante mencionar que taxones

como *Achnanthes y Navicula* registraron frecuencias iguales a 1, las demás aunque su frecuencia fue un poco más baja también fueron muy importantes respecto a esta variable.

Tabla 3-105 - Distribución taxonómica del ficoperifíton en las estaciones de muestreo de las cuencas en el área de influencia local del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente de la cuenca de la quebrada Santa Elena, río Rionegro, Subcuenca La Cascada.

División	Clase	Familia	Taxones	Santa Elena	La Cascada	Rionegro
Cyanophyta	Cyanophyceae	Chroococcaceae	*Chroococcus* sp	X	X	X
			Coelosphaerium sp	X		
		Merismopediaceae	*Aphanocapsa* sp			X
			Merismopedia sp			
		Nostocaceae	*Cylindrospermopsis aff raciborskii*			X
			aff Dolychospermum sp	X	X	X
		Pseudanabaenaceae	*Pesudoanabaena* sp	X	X	X
		Rivulariaceae	*Calothrix* sp	X	X	X
		Oscillatoriaceae	*Borzia aff trilocularis*	X	X	X
			Lyngbya sp	X	X	X
			Oscillatoria sp	X	X	X
		Synechococcaceae	*Synechocystis* sp	X		
		Xenococcaceae	*Mixosarcyna* sp	X		X
Chlorophyta	Chlorophyceae	Ankistrodesmaceae	*Monoraphidium* sp			X
		Chaetophoraceae	*Chaetophora* sp	X		
		Chlorococcaceae	*Chlorococcum* sp	X		X
			Korschikoviella sp	X	X	X
			Schroederia sp	X		X
			Tetraedron aff regulare			X
		Characiaceae	*Characium* sp	X	X	X
		Closteriaceae	*Closterium* sp	X		
		Desmidiaceae	*Actinotaenium* sp	X		X
			Cosmarium sp	X	X	X
		Mesotaeniaceae	*Cylindrocystis* sp	X	X	X
			Mesotaenium sp	X		X
		Microsporaceae	*Microspora* sp	X	X	X
		Scenedesmaceae	*Scenedesmus sp*	X		
		Selenastraceae	*Kirchneriella* sp			X
		Siphonocladaceae	*Cladophora* sp	X	X	X
		Oedogoniaceae	*Oedogonium* sp	X	X	X
		Oocystaceae	*Oocystis* sp	X		
			Siderocelis sp	X		
		Ulotrichaceae	*Ulothrix* sp	X		X
		Zygnemataceae	*Mougeotia* sp			X
Chlorophyra	Chlorophyceae	Zygnematacea	*Spirogyra*	X		
		Achnanthaceae	*Achnanthes* sp	X	X	X

División	Clase	Familia	Taxones	Santa Elena	La Cascada	Rionegro
Chrysophyta	Bacillariophyceae		*A. aff inflata*	X	X	X
		Achnanthidiacium	*Achnanthidium* sp	X		
		Amphipleuraceae	*Frustulia* sp	X	X	X
		Anomoneoneidaceae	*Anomoeoneis sp*	X		
		Aulacoseraceae	*Aulacoseira* sp			X
		Bacillariaceae	*Hantzschia* sp			X
			Nitzschia sp	X	X	X
		Bacillariaceae	*N. aff acicularis*	X	X	X
			N. aff claussi	X		X
			N. aff linearis	X		X
			N. aff sigmoidea	X		X
			Tryblionella sp			
		Brachisyraceae	*Brachysira* sp			X
		Catenulaceae	*Amphora* sp	X	X	X
		Cocconeidaceae	*Cocconeis* sp	X	X	X
		Coscinodiscophyceae	*Cyclotella* sp	X		X
		Cymbellaceae	*Cymbella* sp	X		X
			Cymbopleura sp	X		X
			Encyonema sp	X	X	X
			aff Placoneis	X	X	X
		Diadesmidaceae	*aff Luticola* sp	X	X	X
		Diploneidaceae	*Diploneis* sp			X
		Eunotiaceae	*Eunotia* sp	X	X	X
		Fragilariophyceae	*Fragilaria* sp			X
			Meridion sp	X		X
			Synedra sp	X		
		Gomphonemataceae	*Gomphonema* sp	X	X	X
			G. aff acuminatum	X		
			G. aff augur	X		X
			G. aff parvulum	X	X	X
			G. aff trumcatum	X	X	X
			Reimeria sp	X		X
		Melosiraceae	*Melosira* sp	X	X	X
		Naviculaceae	*Anomoeoneis* sp			
			Capartogramma sp			
			Navicula sp	X	X	X
		Pinnulariaceae	*Pinnularia* sp	X	X	X
		Pleurosigmataceae	*Gyrosigma sp*			
Chysophyta	Bacillariophyceae	Rhoicospheniaceae	*Rhoicosphaenia* sp	X	X	X
		Phoplodiaceae	*Rhopalodia* sp	X		X
		Sellaphoraceae	*Sellaphora* sp	X		
		Surirellaceae	*Surirella* sp		X	X
		Stauroneidaceae	*Stauroneis* sp			X
		Tabellariaceae	*T. aff flocculosa*	X	X	X

División	Clase	Familia	Taxones	Santa Elena	La Cascada	Rionegro
Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadaceae	*Cryptomonas* sp	X		
			Phacus sp		X	X
			Trachelomonas	X	X	X
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenaceae	*T. aff volvocina*	X	X	X
Total Divisiones: 5	Total Clases: 5	Total Familias: 52	Total Taxones: 84	65	37	65

Fuente: Consorcio Siga - Plyma

Las cianofitas, segundo grupo en cuanto a la densidad (ind/cm^2) registraron 655,926,69 (39,04%) en la cuenca del río Ríonegro, 572,510,62 (44,88%) en la cuenca de la quebrada Santa Elena, 276,299,95 (51,25%) en y 166,321,96 (30,54%) y 166,321,97 (30,54%) en la cuenca de la quebrada La Cascada. Los taxones que más influyeron en esta variable fueron en los cuatro sistemas *Lyngbya y Oscillatoria*, taxones filamentosos con una gran capacidad de producir mucílago con el que forman una matriz la cual utilizan para mantenerse adheridos a los sustratos y formar abundantes masas. Este mucílago además de servirles como estructura de fijación también les permite proteger las estructuras reproductivas de la desecación cuando los sustratos se resecan por disminución en los niveles de flujo, de manera que estos taxones poseen un efectivo mecanismo que les permite fijarse a los sustratos y a otros individuos cuando el nivel de flujo y velocidad de la corriente son altos y conservar un poco la humedad cuando los sustratos se secan. Esta capacidad permite explicar la frecuencia y densidad registrada por estos taxones la cual les permite desarrollarse independientemente de las condiciones hidrológicas y en cualquier época del año.

La densidad registrada para estos grupos de algas evidencia condiciones muy beneficiosas para su desarrollo, entre estas cabe mencionar fluctuaciones moderadas en las variables hidrológicas (nivel de flujo y velocidad de la corriente), alta incidencia de luz, baja deposición de elementos abrasivos como sólidos en los sustratos, altas temperaturas y disponibilidad de nutrientes, entre otras. A pesar de la favorabilidad de las condiciones, es necesario mencionar, que frente a cualquier cambio en las condiciones siempre y cuando fuera moderado, como se ha mencionado, las diatomeas y cianofitas poseen adaptaciones morfológicas y fisiológicas que les permitiría hacer frente al disturbio y desarrollarse sin limitaciones.

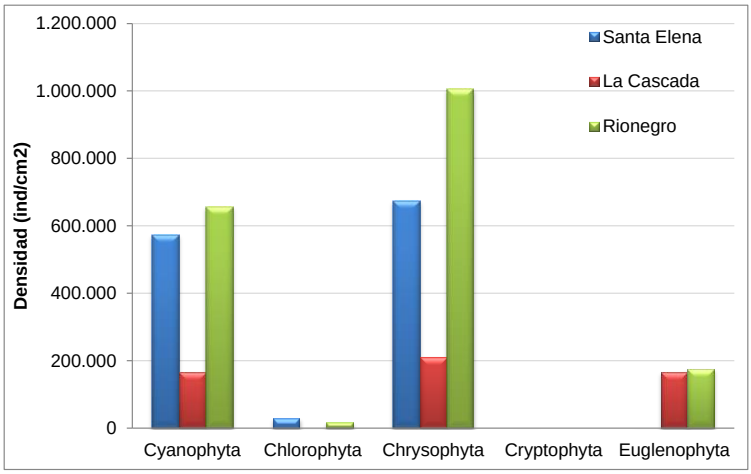


Figura 3-188 - Número de individuos correspondientes a cada una de las divisiones algales presentes en las estaciones de muestreo en el área de influencia local del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente de la cuenca de la quebrada Santa Elena, río Rionegro, Subcuenca La Cascada.

3.3.3.5.2.2 Abundancia por sistema muestreado

En la cuenca de la quebrada Santa Elena, la densidad del ficoperifiton osciló entre 1,521,22 ind/cm^2 en SE9-quebrada Santa Teresa y 250,234,12 ind/cm^2 SE23-quebrada La Aguadita mostrando que en esta última las condiciones beneficiaron altas tasas de crecimiento y en general el desarrollo de algas perifíticas, tanto así que durante el muestreo fue posible observar los sustratos cubiertos por una gelatina verdosa y pegajosa que indica la presencia del ensamble. Sin duda condiciones de flujo bajo, permitieron la fijación de las algas al sustrato, de la misma manera, la disponibilidad lumínica y estabilidad del sustrato fueron muy favorables. La baja densidad de algas encontrada en la quebrada Santa Teresa se debe sin duda a que los sustratos corresponden a pantano el cual es muy desfavorable para el desarrollo del ficoperifiton debido a que no permite su adhesión. Es importante mencionar que el valor de la densidad en SE23 estuvo determinado por la abundancia de *Lyngbya*.

En la cuenca del río Rionegro, la densidad fluctuó entre 2,385,58 ind/cm^2 en H1-quebrada El Cerro y 387,698,06 ind/cm^2 en F2-quebrada La Floresta 1, en esta estación los sustratos aunque no son muy grandes, tienen un tamaño considerable de manera que su desprendimiento es difícil, así mismo su textura es rugosa lo cual resulta muy beneficioso para el desarrollo del ficoperifiton (Hérnandez-Atilano, *et al.,* 2005). La situación contraria se observó en H1 donde los sustratos son pequeños (20 cm de diámetro aproximadamente), estas características del sustrato permiten explicar la baja densidad de algas debido a que dado su tamaño la adherencia por parte de las algas es muy débil (Burkholder y Cuker, 1991; Cattaneo *et al*., 1997). Al igual que en la quebrada Santa Elena, en la cuenca del río Rionegro, Lyngbya fue el taxón que determinó la densidad en F2.

Con relación a la cuenca de la quebrada La Cascada, la menor densidad fue 10,062,16 ind/cm^2 que ocurrió en C3-quebrada Adonay, valor que es congruente con el bajo tamaño del sustrato presente en esta estación. En Ho1- quebrada Manguruma y C4-quebrada La Cascada los valores fueron considerablemente más altos y además muy similares: 162,390,20 ind/cm^2 en Ho1 y 162,208,37 ind/cm^2 en C4, estos como ha sido mencionado para las demás cuencas son correspondientes con niveles de flujo y velocidad de la corriente bajos, sustratos grandes y rugosos, así como alta incidencia de luz y concentración de nutrientes. Nuevamente Lyngbya sobresale como determinantes de la abundancia en Ho1, mientras que en C4 fueron un par de diatomeas (*Nitszchia y Rhoicopshaenia*) las que precisaron el valor de esta variable.

En el tramo de la cuenca Santa Elena denominado se encontró que la menor densidad, fue igual a 8,465,61 ind/cm^2 y que ocurrió en CA8-quebrada Caunces aguas abajo, mientras que el mayor valor para esta variable en esta misma cuenca fue 110,679,61 ind/cm^2 en CA14-quebrada La Loma aguas arriba. Como se menciona en el apartado correspondiente a la descripción de las estaciones, en CA8 el sustrato corresponde a hojarasca el cual puede catalogarse como de muy mala calidad para las algas. Cabe resaltar que el mayor valor de densidad registrada en esta cuenca es considerablemente menor a las máximas densidades registradas en las demás.

Considerando los resultados de los coeficientes de variación de la densidad en cada una de las cuencas se observa que en la cuenca del río Rionegro, la quebrada La Cascada y la Santa Elena esta variable presentó coeficientes de variación muy significativos y mayores en todos los casos al 100% lo que permite inferir condiciones muy variadas para el desarrollo del ficoperifiton entre

estaciones. En el sector (cuenca Santa Elena) la densidad mostró una variación espacial un poco menor (CV=68,06%).

Considerando que las preferencias ecológicas de los taxones más abundantes pueden proporcionar información muy útild sobre el estado de los sistemas, a continuación se mencionan algunos datos relevantes sobre la ecología de los más representativos en este análisis.

3.3.3.5.2.3 Riqueza de taxones

La riqueza de taxones fue en términos generales muy baja en las cuatro cuencas analizadas. En la quebrada del río Rionegro el mayor valor para este estimativo fue 23 y se registró en S1-quebrada Betania 1; en la cuenca de la quebrada La Cascada fue 26 y ocurrió en C1-quebrada Doña Clara; en la cuenca de la quebrada Santa Elena, fue 22 y se presentó en SE6-quebrada La Escorrentía, finalmente en el tramo (cuenca de la quebrada Santa Elena) fue 21 en CA6-quebrada Marquetalia.

Es posible que la presencia de plantas acuáticas en C1 y SE, así como las formas de la corriente hayan favorecido la colonización de mayor diversidad de taxones respecto a las demás estaciones debido a la oferta de infinidad de espacios interticiales en los cuales se desarrollan variedad de taxones de diferentes grupos. Sin duda, en las estaciones restantes sustratos consistentes en guijarro, cascajo y sedimento fino son la causa que impide que variados taxones se desarrollen, pues aunque la mayoría de ellos cuenta son adaptaciones de fijación el tamaño del sustrato causa una fuerza de estrés que es mucho mayor a la fuerza de adhesión generada por las estructuras de fijación. Cabe mencionar que el caudal no constituye un disturbio de mayor significancia en estas estaciones debido a que en la mayoría de los casos fue bajo; contrariamente, la incidencia de luz si pudo ser un factor limitante del desarrollo de algal debido que la vegetación riparia impide la entrada de luz, insumo muy importante para el proceso de fotosíntesis.

3.3.3.5.2.4 Diversidad

Como se muestra en la siguiente tabla, la diversidad hallada en los sistemas de estaciones analizados fue baja y en general homogénea lo que refleja características del medio muy similares para el desarrollo del ficoperifiton en las cuatro cuencas analizadas.

En la cuenca de la quebrada Santa Elena esta misma situación ocurrió en SE8-quebrada La Avícola, SE10-quebrada Paysandú 1, SE17-quebrada El Placer parte alta, SE19-quebrada Santa Elena, SE22-quebrada La Bisarra, SE23-quebrada La Aguadita, SE26-quebrada La Cascada, SE27-quebrada Santa Elena, SI1-quebrada San Ignasio, en este caso también fueron Lyngbya y Achnanthes los taxones que causaron alta disparidad en la estructura del ensamble y por tanto los bajos valores de diversidad (0,5 bel/nat) registrados en la estaciones mencionadas.

Cabe resaltar en todas las estaciones los valores de diversidad fueron menores a 2,5 (Roldán, 1992) y que incluso en la cuenca del río Rionegro en S1-quebrada Betania 1, S7-quebrada Las Faldas, Y7-afluente 4 Yarumal, H1-quebrada El Cerro, H2-quebrada El Cerro aguas abajo, H3-quebrada Los Parra, H4-quebrada Los Parra aguas abajo, H5-quebrada La Hondina 2, F1-quebrada la Floresta parte alta, F2-quebrada La Floresta 1 y en F3-quebrada la Floresta 2 se encontraron valores menores a 0,5 límite característico de ambientes bajo condiciones de eutrofia. Estos valores de diversidad se explican por los bajos valores de riqueza, como se mencionó en el apartado anterior, pero principalmente porque la estructura del ensamble fue muy heterogénea, es decir, taxones como Lyngbya y Achnanthes mostraron densidades considerablemente más altas que otros taxones lo cual se traduce en mayor favorabilidad de las condiciones hacia estos taxones

y se ve reflejado en el valor de diversidad debido que para su cálculo se considera principalmente la significancia respecto a la abundancia para cada taxón componente del ensamble.

En la cuenca de la quebrada La Cascada los valores de diversidad más bajos se observaron en Ho1-quebrada Manguruma donde Lyngbya aportó el 85,77% (139,274,16 ind/cm^2) a la densidad total del ensamble y en C4-quebrada La Cascada donde las diatomeas *Achnanthes y Rhoicosphaenia* contribuyeron entre las dos con el 89,96% (145,926,59 ind/cm^2) evidenciando como se ha mencionado para las demás cuencas, condiciones que beneficiaron de manera considerable su desarrollo.

Los valores para este estimativo en las estaciones restantes reflejan ensambles con estructuras más homogéneas, es decir, los taxones registraron mayor regularidad en las densidades, lo que significa que en general las condiciones del medio son igualmente favorables para todos.

Es pertinente aclarar que dada la importancia que tiene el nivel de flujo, velocidad de la corriente, incidencia de luz y características de los sustratos como determinantes de la estructura del ensamble ficoperifítico, los valores registrados en todas las estaciones son típicos de sistemas con condiciones ambientales como las encontradas en los sitios analizados, donde los sustratos son pequeños, la incidencia de luz es baja y los niveles de flujo y velocidad de la corriente cambiantes debido a que estos factores condicionan la presencia y desarrollo en el ensamble de aquellos taxones con capacidad de proliferar bajo estos disturbios, como las diatomeas y cianofitas cuyas adaptaciones les permiten mantenerse adheridos y moverse en el medio circundante para aprovechar de manera más eficiente la luz.

Respecto al índice de equidad exceptuando los valores registrados en H3-quebrada Los Parra, H4-quebrada Los Parra aguas abajo y F1-quebrada La Floresta parte alta en la cuenca del río Rionegro; en SE22-quebrada La Bisarra y SE23-quebrada La aguadita en la de la quebrada Santa Elena; en Ho1-quebrada Manguruma en la de la quebrada , los demás valores de equidad pueden considerarse medios (>0,3) y altos (cercanos a 1) los cuales indican que en términos generales los taxones aprovechan de manera equitativa los recursos y que en estas estaciones todos tienen igual oportunidad de acceso a los mismos. Lo anterior se traduce en que no son frecuentes episodios de contaminación o fluctuaciones en el medio que pudieran beneficiar más a ciertos taxones que a otros, sin embargo, que frente a situaciones de este tipo, los taxones poseen adaptaciones mecánicas y fisiológicas que les permiten enfrentar tales perturbaciones y alcanzar un desarrollo importante.

Como era de esperarse, dada la congruencia entre los descriptores de diversidad, respecto a la dominancia se observó la misma tendencia que con la diversidad y equidad, es decir, en la cuenca del río Rionegro en S1-quebrada Betania 1, S7-quebrada Las Faldas, H3- quebrada Los Parra, H4-quebrada Los Parra aguas abajo y en F1-quebrada la Floresta parte alta ocurrieron valores de dominancia muy altos (cercanos a 1) dada la abundancia de *Lyngbya y Achnanthes*. Como puede observarse en la siguiente tabla, en las demás cuencas se observaron los valores de dominancia más altos en aquellas estaciones donde la diversidad y equidad fueron bajas, dada la abundancia de *Lyngbya, Achnanthes y Rhoicosphaenia* como ha sido menionado.

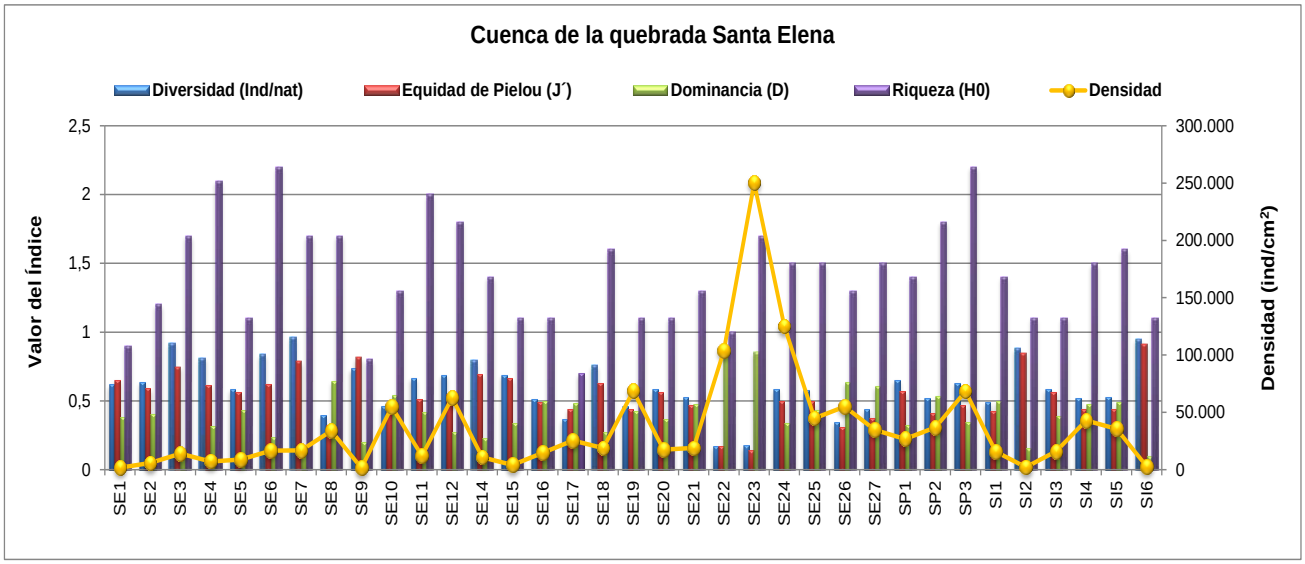
Tabla 3-106 - Índices ecológicos del ficoperifiton registrado en las estaciones de muestreo en el área de influencia local del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente de la cuenca de la quebrada Santa Elena, río Rionegro, Subcuenca La Cascada.

Cuenca	Código Final	Diversidad (Ind/nat)	Equidad de Pielou (J´)	Dominancia (D)	Riqueza (H0)	Densidad (ind/cm^2)
Santa Elena	SE1	0,62	0,65	0,38	9	1.828,44
	SE2	0,64	0,59	0,40	12	5.740,48

Cuenca	Código Final	Diversidad (Ind/nat)	Equidad de Pielou (J´)	Dominancia (D)	Riqueza (H0)	Densidad (ind/cm²)
	SE3	0,92	0,75	0,16	17	14.023,73
	SE4	0,81	0,61	0,31	21	7.191,66
	SE5	0,59	0,56	0,43	11	8.784,10
	SE6	0,84	0,62	0,23	22	16.669,24
	SE7	0,97	0,79	0,14	17	16.732,93
	SE8	0,39	0,32	0,65	17	33.855,50
	SE9	0,74	0,82	0,20	8	1.521,22
	SE10	0,46	0,42	0,54	13	54.797,35
	SE11	0,67	0,51	0,42	20	12.084,69
	SE12	0,69	0,55	0,28	18	62.665,48
	SE14	0,79	0,69	0,23	14	10.859,40
	SE15	0,69	0,66	0,34	11	4.160,89
	SE16	0,51	0,49	0,50	11	14.701,80
	SE17	0,37	0,44	0,48	7	25.384,50
	SE18	0,76	0,63	0,27	16	18.835,98
	SE19	0,46	0,44	0,42	11	68.654,65
	SE20	0,58	0,56	0,37	11	17.576,41
	SE21	0,52	0,47	0,48	13	18.936,66
	SE22	0,17	0,17	0,85	10	103.784,87
	SE23	0,17	0,14	0,86	17	250.234,12
	SE24	0,59	0,50	0,34	15	125.011,56
	SE25	0,58	0,49	0,43	15	44.775,26
	SE26	0,34	0,31	0,64	13	54.999,74
	SE27	0,44	0,38	0,61	15	34.742,26
	SP1	0,65	0,57	0,33	14	26.851,60
	SP2	0,52	0,41	0,54	18	36.880,36
	SP3	0,63	0,47	0,34	22	68.289,93
	SI1	0,49	0,43	0,50	14	15.727,13
	SI2	0,88	0,85	0,15	11	2.202,70
	SI3	0,59	0,56	0,39	11	15.950,07
	SI4	0,52	0,44	0,47	15	42.866,39
	SI5	0,53	0,44	0,49	16	35.555,56
	SI6	0,95	0,91	0,10	11	2.712,28
La Cascada	Ho2	0,55	0,53	0,43	1,1	12.340,88
	Ho1	0,23	0,23	0,75	1,0	162.390,20
	C1	1,06	0,75	0,14	2,6	20.434,58
	C2	0,50	0,45	0,51	1,3	12.244,31
	C3	0,62	0,54	0,39	1,4	10.062,16
	C4	0,48	0,39	0,41	1,7	162.208,37
Rionegro	S1	0,42	0,31	0,63	23	59.579,80
	S2	0,52	0,57	0,43	8	6.878,40
	S3	0,88	0,67	0,20	20	13.333,85
	S4	0,80	0,60	0,22	22	64.273,90
	S5	0,50	0,42	0,54	15	37.234,81
	S6	0,76	0,56	0,25	23	50.053,94
	S7	0,43	0,36	0,62	15	29.620,90
	S8	0,65	0,49	0,33	21	38.512,91
	S9	0,88	0,71	0,19	17	10.849,13

Cuenca	Código Final	Diversidad (Ind/nat)	Equidad de Pielou (J´)	Dominancia (D)	Riqueza (H0)	Densidad (ind/cm²)
	S10	0,59	0,54	0,38	12	15.007,96
	Y1	0,88	0,66	0,17	21	24.234,69
	Y2	0,86	0,77	0,20	13	4.012,94
	Y3	0,60	0,45	0,46	21	14.210,72
	Y4	0,76	0,65	0,27	15	8.676,73
	Y5	0,53	0,45	0,42	15	23.885,55
	Y6	0,85	0,76	0,19	13	4.724,92
	Y7	0,42	0,33	0,56	19	58.599,17
	Y8	0,69	0,56	0,31	17	31.062,63
	Y9	0,59	0,45	0,37	20	80.196,89
	Y10	0,80	0,74	0,21	12	17.483,95
	Y11	0,54	0,57	0,44	9	14.383,32
	H1	0,45	0,64	0,45	5	2.385,58
	H2	0,48	0,43	0,52	13	25.592,03
	H3	0,16	0,19	0,82	7	119.625,52
	H4	0,16	0,13	0,88	20	149.904,52
	H5	0,45	0,36	0,44	18	115.685,01
	H6	0,73	0,51	0,24	27	121.114,71
	F1	0,21	0,18	0,80	14	122.797,55
	F2	0,43	0,36	0,48	16	387.698,06
	F3	0,62	0,57	0,30	12	28.257,64

Fuente: Elaboración propia Consorcio Siga-Plyma



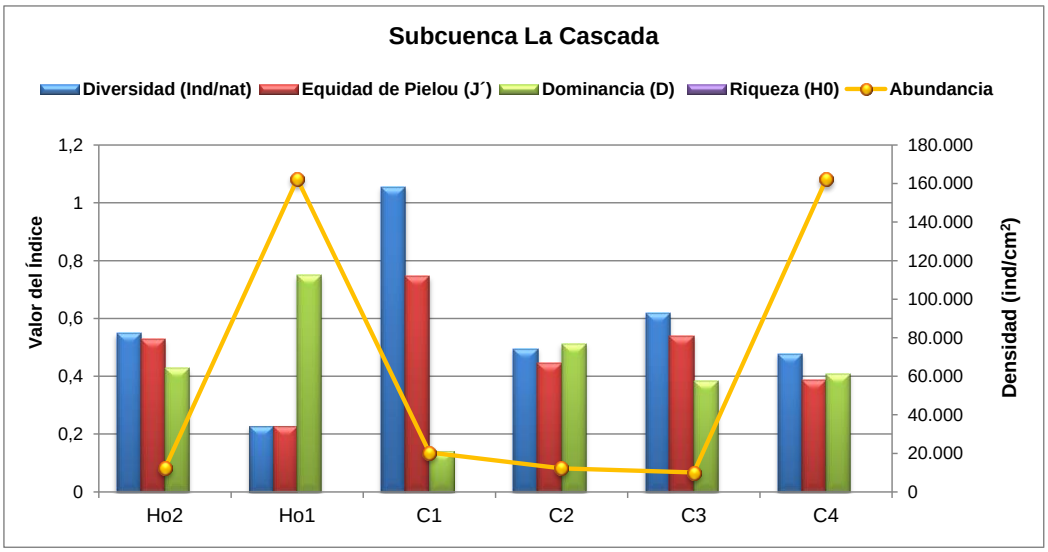


Figura 3-189 - Variación espacial de los valores de densidad, diversidad, equidad y dominancia del ficoperifiton registrado en las estaciones de muestreo del Proyecto Conexión Vial Aburra Oriente de la cuenca de la quebrada Santa Elena, río Rionegro, Subcuenca La Cascada.

3.3.3.5.2.5 Análisis de similaridad

Considerando el análisis de Bray Curtis, en general, contrario a lo que se había pensado la similaridad para el sistema de la cuenca del río Rionegro fue baja (24,27%). La composición del ensamble en H3-quebrada Los Parra y H4-quebrada Los Parra aguas abajo fue muy similar debido a que alcanzaron un porcentaje de similitud igual a 87,66%. Es importante resaltar que a estos sitios se unió un grupo bastante amplio de estaciones las cuales mostraron cierta similaridad y cuya composición algal fue correspondiente.

Respecto a la cuenca de la quebrada Santa Elena, se observó un porcentaje también bajo (25,73%) que da la idea de una composición de algas muy heterogénea. Sin embargo, en SE10-quebrada Paysandú 1 y SP2-quebrada San Pedro se registró un porcentaje muy significativo (80,22%) debido a que además de que registraron valores de densidad relativamente parecidos, en estas dos estaciones se encontraron densidades muy similares de tres especies del género Nitszchia (Nitzschia sp, Nitzschia aff acicularis, Nitzschia aff claussi) las cuales fueron prácticamente exclusivas de este par de estaciones.

El ensamble ficoperifítico de la cuenca de la quebrada La Cascada presentó valores de similaridad también muy bajos (27,55%), sobresaliendo Ho2-quebrada Villanueva y C2-Dos Captaciones las cuales alcanzaron un porcentaje de similaridad alto (77,14%) debido a que registraron valores de densidad y riqueza muy similares, estos últimos estuvieron restringidos en ambas a la presencia de algunas cianofitas y diatomeas.

Tabla 3-107 - Análisis de Bray-Curtis para el ficoperifiton en los registrado en las estaciones de muestreo en las cuencas del Río Rionegro, quebrada La Cascada, quebrada Santa Elena

Cuenca de la quebrada Santa Elena																									
Subcuenca de la quebrada Santa Elena																									
	SE1	SE2	SE3	SE4	SE5	SE6	SE7	SE8	SE9	SE10	SE11	SE12	SE14	SE15	SE16	SE17	SE18	SE19	SE20	SE21	SE22	SE23	SE24	SE25	SE26
SE1	*	38,38	6,03	29,41	26,09	14,05	19,32	7,34	32,65	5,02	9,95	5,86	25,61	45,24	19,61	12,34	20,79	4,66	17,92	12,82	3,34	1,87	2,99	6,78	3,86
SE2	*	*	18,40	73,80	32,80	38,29	52,71	23,15	22,00	14,62	19,12	16,60	43,72	68,15	52,55	33,43	52,17	12,92	47,91	34,71	10,25	4,96	9,37	17,47	7,72
SE3	*	*	*	29,27	33,91	22,67	39,11	26,15	9,00	21,52	12,90	11,01	34,29	15,32	29,30	24,40	47,03	17,99	34,71	16,85	6,51	6,09	11,81	19,70	18,51
SE4	*	*	*	*	30,97	48,06	60,34	30,96	18,98	20,34	16,83	23,64	40,48	60,47	60,96	38,38	53,10	12,17	58,67	40,00	12,55	4,88	12,79	18,88	7,85
SE5	*	*	*	*	*	19,54	27,61	19,53	15,83	16,01	12,22	12,20	68,50	29,89	28,57	12,56	28,08	21,63	47,02	22,39	10,25	3,08	4,26	29,12	12,44
SE6	*	*	*	*	*	*	42,79	29,15	13,33	20,61	11,44	29,81	26,02	30,45	47,91	35,78	38,41	12,56	45,79	35,52	14,39	5,85	14,45	24,49	7,77
SE7	*	*	*	*	*	*	*	28,69	17,31	21,13	20,00	25,03	40,25	39,51	46,83	31,26	46,54	15,79	51,21	37,37	11,71	6,74	13,42	22,70	9,39
SE8	*	*	*	*	*	*	*	*	4,76	73,42	8,08	50,31	24,21	17,56	48,79	38,26	30,90	17,21	42,60	58,10	56,11	7,36	42,62	19,14	13,33
SE9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3,26	10,81	7,09	15,76	25,88	9,76	5,83	21,67	2,20	10,33	7,03	1,40	0,89	1,41	7,45	2,57
SE10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6,80	41,52	18,18	11,28	33,79	22,90	16,19	11,37	36,21	42,79	63,77	4,61	42,06	13,74	6,94
SE11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6,33	32,05	11,67	13,26	8,73	14,40	7,48	10,39	10,72	3,35	4,05	3,32	7,86	27,55
SE12	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	15,45	14,91	36,82	25,99	21,20	8,90	33,25	48,25	31,63	3,94	29,38	31,60	5,37
SE14	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	37,00	38,75	21,23	38,36	24,03	52,44	28,50	12,91	6,01	6,92	29,75	19,24
SE15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	40,00	23,84	43,70	10,33	38,71	26,44	7,32	3,94	6,42	15,97	5,16
SE16	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	59,05	49,72	15,43	73,37	67,09	23,63	6,16	20,73	20,11	11,35
SE17	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	56,28	38,48	48,31	44,06	18,44	16,76	36,29	16,00	35,26
SE18	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	28,45	42,62	31,76	11,60	11,17	18,37	27,42	23,82
SE19	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	18,57	13,70	9,86	26,28	36,08	63,48	49,03
SE20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	55,04	23,48	5,06	18,94	25,46	11,25
SE21	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	33,50	5,82	27,08	15,46	8,45
SE22	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	4,02	29,71	10,71	5,99
SE23	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	39,31	5,67	42,81
SE24	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8,05	61,14
SE25	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10,91
SE26	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SE27	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SP1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SP2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SP3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SI1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SI2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SI3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SI4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SI5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SI6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Fuente: Elaboración propia Consorcio Siga-Plyma

Cuenca de la quebrada Santa Elena																					
Sub. Q. SE		Subcuenca San Pedro			Subcuenca. San Ignacio						Sub. Q. SE		Subcuenca. San Pedro			Subcuenca San Ignacio					
	SE27	SP1	SP2	SP3	SI1	SI2	SI3	SI4	SI5	SI6		SE27	SP1	SP2	SP3	SI1	SI2	SI3	SI4	SI5	SI6
SE1	7,25	9,05	4,72	5,21	17,82	57,14	15,26	6,98	9,63	29,63	SE16	15,87	47,57	30,43	33,26	79,33	23,58	73,58	40,88	54,73	19,05
SE2	11,44	24,20	14,26	16,34	46,64	44,86	43,33	20,51	27,52	34,29	SE17	55,11	34,71	22,45	37,15	65,37	13,29	47,15	29,05	53,45	9,55
SE3	24,58	14,71	12,69	18,18	26,63	17,39	36,50	20,44	27,26	19,51	SE18	40,37	19,51	15,15	28,75	51,69	25,71	39,21	19,81	43,73	20,19
SE4	12,66	31,10	18,63	19,46	53,79	37,50	54,01	27,84	35,11	36,62	SE19	55,11	8,92	10,02	18,55	16,29	5,58	10,42	7,31	20,93	4,38
SE5	12,18	12,55	11,03	8,93	17,12	31,51	21,83	11,46	15,59	25,00	SE20	12,00	43,84	28,87	28,66	63,39	22,73	68,28	37,72	44,33	20,18
SE6	11,62	31,30	20,53	23,46	47,68	17,59	44,00	26,21	35,52	17,05	SE21	10,15	63,16	48,22	42,24	57,08	14,38	59,26	51,37	63,71	13,84
SE7	14,31	34,20	23,28	24,25	41,55	25,12	48,04	25,41	38,99	21,60	SE22	5,28	28,06	67,98	26,57	21,50	3,84	21,49	45,55	40,08	2,97
SE8	13,82	52,13	68,69	45,13	46,07	9,40	42,63	73,46	72,88	9,07	SE23	25,31	7,18	5,70	10,99	6,75	2,13	4,33	3,75	9,57	1,78
SE9	5,17	6,18	3,15	3,22	11,82	28,07	16,00	5,92	6,41	29,09	SE24	37,64	27,86	34,17	32,22	22,72	3,44	22,67	40,96	44,10	3,13
SE10	7,93	47,56	80,22	36,66	26,92	5,96	39,08	65,36	52,32	4,23	SE25	11,21	11,02	13,14	13,06	19,89	8,03	16,94	12,02	19,84	8,05
SE11	17,89	11,13	8,10	36,57	10,13	13,97	9,95	4,83	13,79	16,74	SE26	58,96	4,00	6,42	27,60	10,94	6,36	5,31	3,84	17,15	4,85
SE12	6,90	44,71	40,43	36,70	33,42	5,79	38,63	48,59	58,30	5,50	SE27	*	8,44	8,80	23,08	18,15	10,66	6,81	3,95	24,81	7,14
SE14	22,31	16,42	14,53	18,44	26,42	30,23	26,30	13,06	23,91	25,88	SP1	*	*	45,36	44,82	43,55	9,35	51,21	50,16	56,68	6,57
SE15	7,58	18,42	10,38	10,69	36,97	47,83	35,79	16,75	19,07	40,00	SP2	*	*	*	36,43	25,70	6,47	29,72	57,57	50,43	5,36

Fuente: Elaboración propia Consorcio Siga-Plyma

Tabla 3-108 - Análisis de Bray-Curtis para el ficoperifiton en los registrado en las estaciones de muestreo en las cuencas del Río Rionegro, quebrada La Cascada, quebrada Santa Elena.

Cuenca de la quebrada Santa Elena										
Sub. Q. SE		Subcuenca San Pedro			Subcuenca San Ignasio					
	SE27	SP1	SP2	SP3	SI1	SI2	SI3	SI4	SI5	SI6
SP2	*	*	*	36,43	25,70	6,47	29,72	57,57	50,43	5,36
SP3	*	*	*	*	34,38	6,63	32,57	38,62	55,61	5,42
SI1	*	*	*	*	*	20,95	67,99	37,14	55,25	17,31
SI2	*	*	*	*	*	*	17,90	7,92	11,26	51,61
SI3	*	*	*	*	*	*	*	55,81	49,92	16,47
SI4	*	*	*	*	*	*	*	*	62,85	7,60
SI5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9,95
SI6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Subcuenca La Cascada					
Subcuenca La Hondina			Subcuenca La Floresta		
	H5	H6	F1	F2	F3
H5	*	*	*	*	*
H6	36,04	*	*	*	*
F1	54,38	30,1691	*	*	*

Cuenca de la quebrada Santa Elena										
Sub. Q. SE		Subcuenca San Pedro			Subcuenca San Ignasio					
	SE27	SP1	SP2	SP3	SI1	SI2	SI3	SI4	SI5	SI6
F2	65,6	27,1827			63,3793			*	*	
F3	18,75	26,7555			18,589			15,0015	*	

Fuente: Elaboración propia Consorcio Siga-Plyma

Tabla 3-109 - Análisis de Bray-Curtis para el ficoperifiton en los registrado en las estaciones de muestreo en las cuencas del Río Rionegro, quebrada La Cascada, quebrada Santa Elena

Cuenca de la quebrada La Cascada						
Subcuenca La Honda			Subcuenca La Cascada			
	Ho2	Ho1	C1	C2	C3	C4
Ho2	*	19,56	27,19	77,14	64,48	17,19
Ho1	*	*	16,95	20,91	15,15	18,24
C1	*	*	*	31,89	26,27	16,04
C2	*	*	*	*	66,85	17,72
C3	*	*	*	*	*	11,83
C4	*	*	*	*	*	*

Fuente: Elaboración propia Consorcio Siga-Plyma

Tabla 3-110 - -Análisis de Bray-Curtis para el ficoperifiton en los registrado en las estaciones de muestreo en las cuencas del Río Rionegro, quebrada La Cascada, quebrada Santa Elena.

Cuenca del rio Rionegro																										
Subcuenca La Salazar											Subcuenca La Yarumal											Subcuenca La Hondina			
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	H1	H2	H3	H4
S1	*	20,05	32,75	51,85	78,90	26,50	72,15	26,83	19,78	16,48	18,38	5,83	19,65	12,98	28,43	10,80	26,09	40,63	15,32	21,25	11,51	10,07	67,67	50,20	46,90
S2	*	*	42,86	15,38	25,00	19,48	28,90	24,41	5,02	22,04	15,61	17,02	14,73	31,07	33,80	46,48	19,10	25,62	10,86	33,03	14,96	57,39	25,50	8,36	8,33
S3	*	*	*	43,99	43,14	30,95	31,53	53,61	34,53	27,90	41,16	12,54	24,33	26,56	60,93	24,38	41,63	60,00	17,29	63,80	26,39	23,89	33,56	17,37	10,93
S4	*	*	*	*	55,21	49,39	50,15	65,12	26,55	13,29	27,61	5,66	40,89	10,98	55,32	8,91	51,31	67,46	30,42	34,92	12,02	7,61	51,39	34,80	24,45
S5	*	*	*	*	*	21,66	83,06	31,95	12,48	14,91	24,43	5,93	13,56	16,96	40,36	16,45	33,44	43,00	11,38	32,79	11,39	11,70	75,67	44,06	38,84
S6	*	*	*	*	*	*	22,16	42,20	28,87	38,19	16,38	6,56	63,63	11,96	23,22	10,71	20,41	31,32	55,17	31,52	41,58	10,85	24,10	9,24	8,91
S7	*	*	*	*	*	*	*	25,05	10,87	11,75	11,31	8,64	13,69	17,77	33,25	19,22	26,38	35,91	11,10	19,69	10,93	14,08	87,68	36,57	35,36
S8	*	*	*	*	*	*	*	*	14,14	20,44	25,41	6,88	28,54	11,76	72,98	11,68	66,33	75,45	24,24	49,68	19,31	12,61	26,49	21,79	11,07
S9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	23,93	22,40	17,12	29,19	25,09	5,13	16,14	7,90	25,82	13,36	18,36	22,09	6,12	11,43	1,91	1,54
S10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	26,16	10,53	12,61	13,65	15,98	9,61	13,32	20,65	22,08	47,14	81,52	15,84	13,52	5,15	4,29
Y1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	20,87	14,37	37,12	29,20	12,18	22,66	30,71	8,62	44,44	17,00	11,44	12,48	10,46	5,18
Y2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	13,13	45,50	6,85	35,20	5,97	8,44	2,75	10,76	6,75	26,53	7,14	1,43	1,83
Y3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	18,82	11,83	15,13	11,43	24,43	51,38	14,76	11,03	12,32	14,37	4,93	4,47
Y4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	13,92	53,68	11,22	17,38	6,11	20,47	11,26	33,13	18,43	4,46	4,48
Y5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	16,59	64,77	79,04	11,67	53,58	14,56	17,75	34,52	25,11	13,36
Y6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10,03	16,48	5,19	20,19	8,40	50,51	17,26	3,45	4,85
Y7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	67,88	11,03	39,18	12,47	9,85	29,17	23,36	12,64
Y8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	17,57	46,13	18,24	13,49	38,61	26,72	15,11

Cuenca del rio Rionegro																									
Subcuenca La Salazar											Subcuenca La Yarumal											Subcuenca La Hondina			
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	H1	H2	H3	H4
Y9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	17,19	22,78	5,46	11,53	6,14	5,79
Y10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	45,22	23,45	24,03	15,05	8,01
Y11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12,32	17,67	3,12	2,95
H1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	13,83	4,11	3,61
H2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	34,35	32,61
H3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	87,66
H4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
H5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
H6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
F1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
F2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
F3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
H5	53,67	9,187	21,24	45,12	47,47	11,58	40,22	37,84	3,31	5,418	11,27	2,384	6,008	4,702	34,06	4,514	57	38,71	7,269	17,47	5,038	4,464	37,66	59,07	50,89
H6	27,4	9,068	21,7	54,52	30,06	46,36	26,29	48,1	5,914	16,97	12,67	2,762	40,81	4,705	33,33	4,141	38,98	40,02	68,03	23,31	17,82	4,467	25,19	23,61	16,67
F1	16,59	10,24	21,07	33,38	21,04	11,24	16,88	39,26	1,573	5,483	12,37	2,381	5,48	4,153	36,43	4,619	60,75	40,35	6,965	17,9	4,023	4,85	16,12	18,02	10,76
F2	33,31	4,813	12,43	31,94	27,65	9,767	23,39	26,17	2,278	2,793	6,597	1,143	6,444	2,171	20,31	2,218	36,12	24,26	7,356	11,11	2,655	2,374	22,52	44,39	38,42
F3	13,9	12,02	43,43	32,42	19,69	25,85	11,3	48,35	12,76	39,93	26,36	5,809	9,454	5,485	47,98	6,211	35,98	44,52	16,8	57,57	39,33	7,895	12,81	15,29	5,151

Fuente: Elaboración propia Consorcio Siga-Plyma

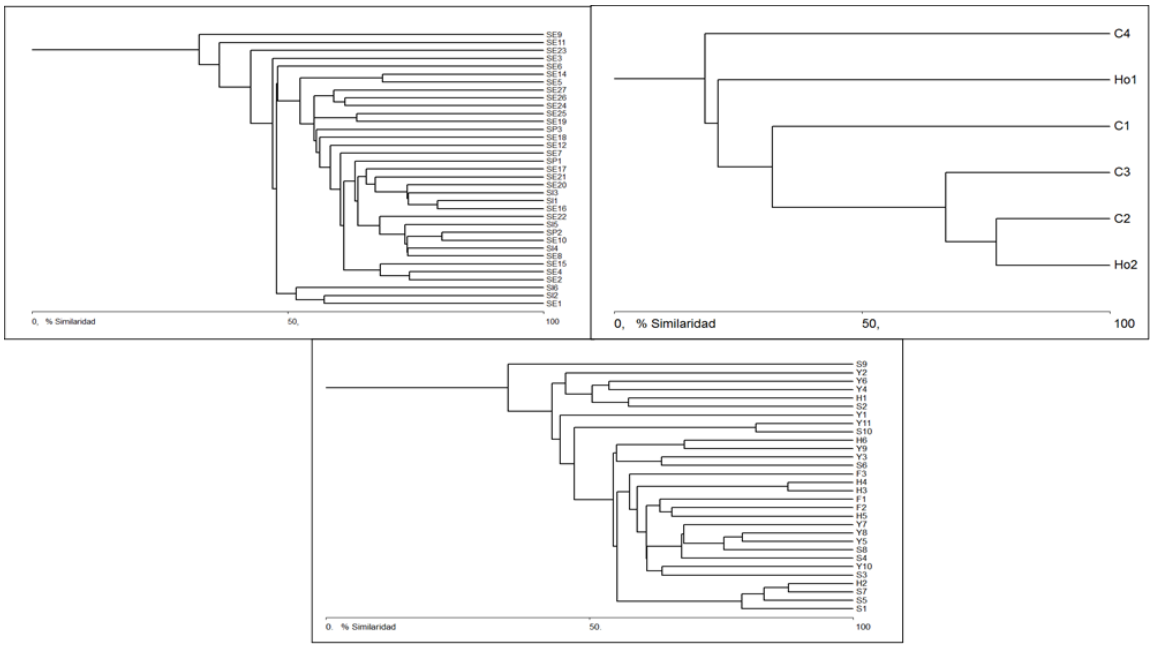
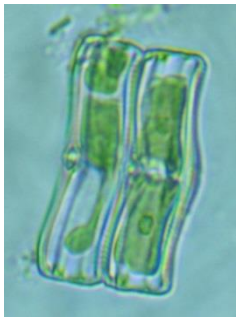


Figura 3-190 - Análisis similaridad para el ficoperifiton registrado en las estaciones de muestreo en las cuencas del Río Santa Elena La Cascada y Rionegro

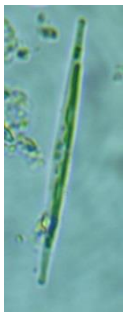


Achnanthes aff inflata

Cocconeis

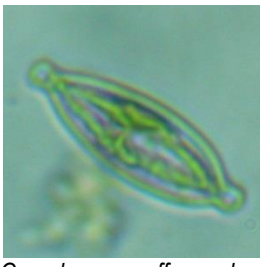
Encyonema

Frustulia



Nitzschia aff acicularis

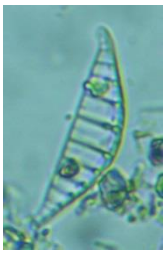
Eunotia



Gomphonema aff parvulum

Luticola

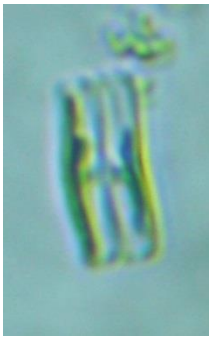
Navicula



Rophalodia

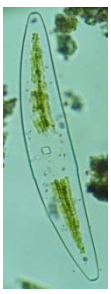
Rhoicopshaenia

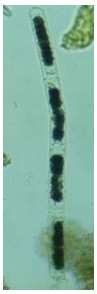
Nitzschia aff claussi



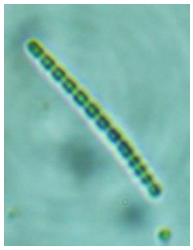
Achnanhtes

Nitzschia aff linearis





Closterium *Mougeotia* *Lyngbya*



Oscillatoria *Pseudoanabaena*

Figura 3-191 - Chrysophyta (Diatomeas)

3.3.3.5.2.6 Conclusiones

En el ensamble ficoperifítico en las cuencas del río Rionegro, quebrada La Cascada, Santa Elena y el tramo denominado estuvo compuesto por 84 taxones, en la cuenca del río Rionegro y de la quebrada Santa Elena se observaron 65, estas fueron seguidas por con 48 y la cuenca de la quebrada La Cascada con 37. Las diatomeas fueron las más significativas en términos de número de taxones, resultado que se explica por la variedad de formas que poseen, su capacidad de desarrollarse bajo condiciones extremas y porque las adaptaciones mecánicas a ambientes de flujo alto les permiten mantenerse adheridas a pesar de las fluctuaciones en los niveles de flujo y velocidad de la corriente.,

Excepto en el tramo denominado (cuenca de la quebrada Santa Elena) donde abundaron las cianofitas, en las demás cuencas las diatomeas fueron el grupo más representativo respecto a la densidad, nuevamente las diatomeas fueron muy importantes en el ensamble. Su significancia se explica por las estructuras de fijación a través de las cuales enfrentan disturbios ambientales garantizando de esta manera su éxito en el ensamble. El segundo grupo respecto a la densidad fueron las cianofitas cuya matriz mucilaginosa le permite soportar condiciones de flujo y velocidad de la corriente alta así como resequedad de los sustratos.

Los cuatro sistemas de estaciones presentaron valores de diversidad bajos que a simple vista caracterizarían un sistema bajo condiciones de eutrofización pero que sin duda están estrechamente relacionados con la baja disponibilidad de sustratos para el ficoperifiton y la fluctuación de las condiciones de flujo y velocidad de la corriente, factores que determinan la presencia y desarrollo de aquellos taxones capaces de enfrentar estos disturbios como Lyngbya y Achnanthes con morfología adaptada a este tipo de perturbaciones.

Cierta similaridad en la composición algal entre sitios, así como la abundancia de Lyngbya, Achnanthes y otros taxones permite suponer que las estaciones ofrecen condiciones relativamente semejantes en cuanto a disponibilidad de recursos y condiciones del hábitat, y que frente a posibles cambios, los taxones poseen adaptaciones que permiten enfrentarlos.

En general, los valores de densidad mostraron condiciones favorables para el desarrollo del ficoperifiton, estos valores fueron correspondientes principalmente con la calidad de los sustratos presentes en los sitios analizados, lo que permite concluir que este es el principal factor controlador del ensamble, dado que genera la pérdida de las biopelículas perifíticas.

Los valores de diversidad en cada una de las cuencas mostraron ensambles con una estructura simplificada que es resultado de la dominancia de un par de taxones, lo que indica que existen

factores que están favoreciendo su proliferación y que están influyendo en la abundancia relativa de los mismos y por tanto en los valores de la diversidad.

Los valores de equidad fueron en general medios, mostrando cierto equilibrio en el aprovechamiento de los recursos y que no es frecuente que ocurran fluctuaciones muy severas para el ficoperifiton. Los valores más altos de dominancia, al contrario, muestran características del medio más beneficiosas para ciertos taxones, los cuales dado su éxito reproductivo influyen considerablemente en la estructura del ensamble. .

De acuerdo con el análisis de Bray-Curtis, los valores de similaridad fueron en general bajos y se mantuvieron en los cuatro sistemas analizados lo que indica que la composición fue parcialmente semejante como consecuencia de cierta diferencia en las condiciones del medio.

3.3.3.6 Fauna Íctica

En el muestreo realizado en la zona de influencia directa tanto directa como indirecta del proyecto Conexión Vial Aburra Oriente, en los diferentes cuerpos de agua loticos que se encuentran distribuidos en tres cuencas: Rionegro (quebrada la Salazar, La Yarumal, La Hondina, y La Floresta), la cuenca de La Cascada (Quebrada La Honda y La Cascada) la cuenca de la quebrada Santa Elena (quebradas Santa Elena, San Pedro y San Ignacio), esta última, a su vez hace parte del área de influencia directa puntual en la vía Cielo abierto, al igual que tres puntos de la cuenca Rionegro y la cuenca Yerbabuena ubicada en el municipio de Medellín.

En general en el estudio, se encontró que para las cuencas, el orden que más aporta tanto en número de individuos como en biomasa y número de familias es el orden de los siluriformes, el cual en total tubo un aporte de 57 individuos y 325,82g, cuya abundancia fue diferencial para cada una de las cuencas, seguida a este se encuentran la única especie del orden ciprinodontiformes, aunque no presentaron una abundancia importante y el menor reporte fue para los Characiformes, estos dos últimos ordenes estuvieron presentes solo en la cuenca de Santa Elena en la zona del techo del túnel.

El orden de los siluriformes que fue el más abundante en estas quebradas del oriente de Antioquia, este orden agrupa 35 familias y 446 géneros (Nelson 2006), y es considerado junto con los Characiformes los más abundantes y frecuentes en Suramérica (Lowe-McConell 1987)

3.3.3.6.1 Área de Influencia Directa Puntual

En el área de influencia directa puntual solo hubo capturas en tres estaciones de muestreo dentro de la cuenca Yerbabuena Ye2 (Q. La Loma 2) y en la cuenca Santa Elena vía Cielo Abierto CA2 Q. (La Espadera aguas abajo) CA7 (Q. Caunces aguas arriba). En total fueron capturados 10 individuos con un aporte total de biomasa de 134,93g. El número de especies capturadas por sitio se muestran en la siguiente figura.

Tabla 3-111 - Número de individuos biomasa y familias de los órdenes capturados en el área de influencia directa puntual en Enero de 2013

Cuenca	Siluriformes		
	Individuos	Biomasa	Familias
Yerbabuena	1	2,77	1
Santa Elena vía Cielo abierto	9	132,16	2

Cuenca	Siluriformes		
	Individuos	Biomasa	Familias
Total general	10	134,93	3

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

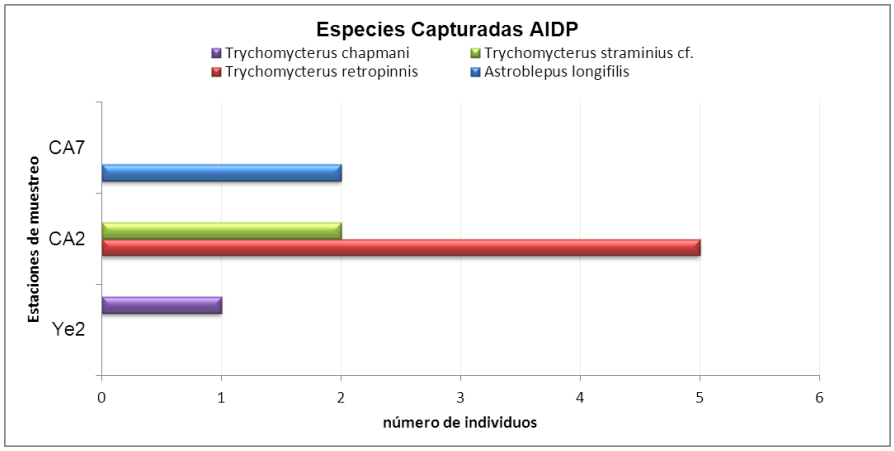


Figura 3-192 - Número de especies capturadas en las estaciones del área de influencia directa puntual.

La poca representatividad de capturas en el área de influencia puntual no hace posible un análisis de diversidad más profundo, sin embargo la mayor cantidad de individuos colectados pertenecen a la especie *Trychomycterus retropinnis*, que se incluyen dentro del orden de los Siluriformes y la familia Trichomycteridae. Estos ejemplares solo fueron capturados en la estación CA2 La Espadera aguas abajo

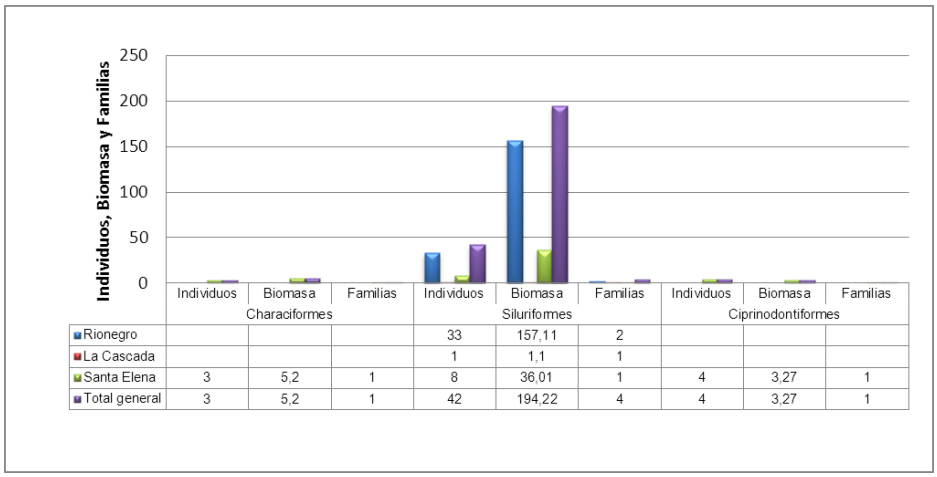
3.3.3.6.2 Área de influencia directa local

Fueron hallados peces en 15 estaciones de muestreo lo cual corresponde a tan solo el 17,44% de las estaciones, un porcentaje que puede considerarse muy bajo, sin embargo, podría ser esperado debido al grado de deterioro que presentan las fuentes de agua, así como el bajo caudal que presentan la mayoría de estas.

Tabla 3-112 - Número de individuos biomasa y familias de los órdenes capturados en el área de influencia directa local en Enero de 2013

Cuenca	Characiformes			Siluriformes			Ciprinodontiformes		
	Individuos	Biomasa	Familias	Individuos	Biomasa	Familias	Individuos	Biomasa	Familias
Rionegro				33	157,11	2			
La Cascada				1	1,1	1			
Santa Elena	3	5,2	1	8	36,01	1	4	3,27	1
Total general	3	5,2	1	42	194,22	4	4	3,27	1

Fuente: Consorcio Siga-Plyma



	Characiformes			Siluriformes			Ciprinodontiformes		
	Individuos	Biomasa	Familias	Individuos	Biomasa	Familias	Individuos	Biomasa	Familias
Rionegro				33	157,11	2			
La Cascada				1	1,1	1			
Santa Elena	3	5,2	1	8	36,01	1	4	3,27	1
Total general	3	5,2	1	42	194,22	4	4	3,27	1

Figura 3-193 - Número de individuos biomasa, familias y especies de los órdenes capturados en el área de estudio en Enero de 2013.

En total para las tres cuencas fueron identificadas cuatro familias de esta la más abundante, frecuente (fue hallada en todas las cuencas) y que más aporta a la biomasa fue la familia Astroblepidae con 48 individuos y una biomasa de 264g lo cual corresponde al 78,9% de la biomasa total, mientras que el menor aporte fue para la familia Characidae con tal solo tres individuos y una biomasa de 5,2g un poco mayor a la aportada por la familia peciliidae.

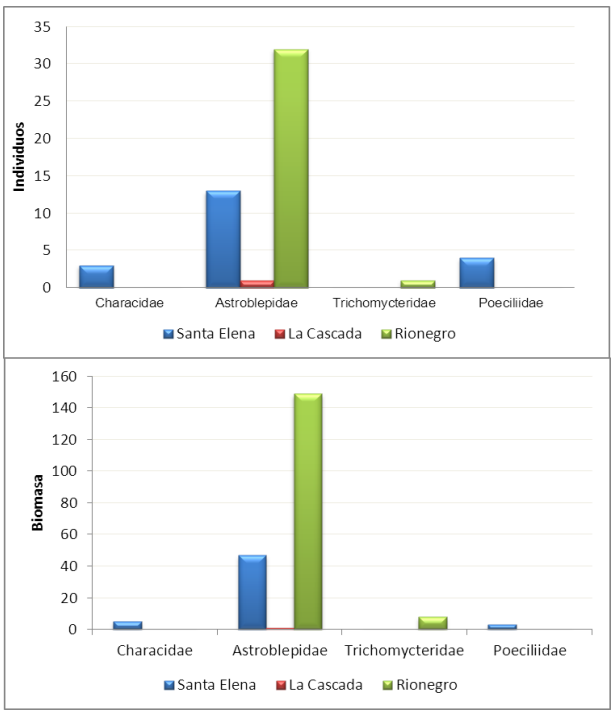


Figura 3-194 - Número de individuos y biomasa para las familias de peces capturadas, en el área de estudio en Enero de 2013

La familia Astroblepidae se caracteriza por presentar una amplia distribución en Suramérica, son omnívoros lo cual les confiere una gran ventaja con respecto a otras especies que presentan dietas

especializadas en los cuales la oferta en el medio puede variar más drásticamente. Algunos autores han caracterizado a este grupo (Astroblepidae) de peces como homogéneo cuyas diferencias no son muy marcadas y existen serios problemas en la taxonomía y en la descripción de sus especies. La escasa información con que se cuenta está basada solo en las descripciones originales, para las cuales casi nunca se dispuso de más de dos o tres especímenes sin considerar la variación individual (Buitrago, 1995).

3.3.3.6.2.1 Especies en la zona de estudio: abundancia, biomasa y categoría trófica

En la zona de estudio en total fueron identificadas 12 especies, lo cual podría considerarse baja dada el área de estudio que fue analizada así como el número de sitios de muestreo donde fueron realizadas las capturas, sin embargo, ninguna de las especies capturadas presenta hábitos reófilos o son considerados migradores con fines reproductivos, al igual que ninguna de las especies presenta ningún grado de vulnerabilidad (Mojica et al, 2002).

En general se halló que la especie más abundante fue Astroblepus homodon con 29 individuos y una biomasa de 96,8g, seguida por Astroblepus guentheri con nueve individuos y una biomasa de 22,38g, hay que destacar, la presencia de las especies del genero Trychomicterus los cuales aunque no hacen una aporte importante a las capturas si presentaron cuatro especies.

Tabla 3-113 - Especies encontradas en el área de estudio en Enero de 2013

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Individuos	Biomasa (g)	Categoría trófica
Characiformes	Characidae	*Hemibrycon boquiae cf.*	*Sardinita*	*3*	5,20	Omnívoro
Siluriformes	Astroblepidae	*Astroblepus chotae*	*Capitán*	*2*	6,28	Omnívoro
		Astroblepus grixalvii	*Capitán*	*5*	67,76	Omnívoro
		Astroblepus guentheri	*Capitán*	*9*	22,38	Omnívoro
		Astroblepus homodon	*Capitán*	*29*	96,80	Omnívoro
		Astroblepus longifilis	*Capitán*	*2*	66,88	Omnívoro
		Astroblepus sp.	*Capitán*	*1*	3,90	Omnívoro
	Trichomycteridae	*Trichomycterus striatus*	*Baboso*	*1*	8,05	Omnívoro
		Trichomycterus chapmani	*Baboso*	*1*	2,77	Omnívoro
		Trichomycterus retropinnis	*Baboso*	*5*	16,36	Omnívoro
		Trchomycterus straminius cf.	*Baboso*	*2*	34,64	Omnívoro
Ciprinodontiformes	Poeciliidae	Poeciliidae	Guippi	4	3,27	Omnívoro
Total				64	334,29	

Fuente: Elaboración propia Consorcio Siga-Plyma

Como puede observarse en la tabla anterior, las especies más abundantes son las del genero *Astroblepus* las cuales son típicas de ambientes de alta montaña tal como se presenta en los ambientes estudiados, los cuales se encontraron en su mayoría entre los 1800 y 2700 msnm. Las especies de esta familia se distribuyen en el neotrópico a elevaciones medias de 3000 m sobre el nivel del mar, en cuerpos de agua dulce de Panamá, Colombia, norte de Venezuela y sur de Bolivia. Este único género representante de la familia Astroblepidae, cuenta con 54 especies reportadas, mientras que en Colombia se registran 21 (Schaefer, 2003).

Los Astroblepidos, al parecer los hábitos son predominantemente nocturnos (Román Valencia, 2001), y durante el día se esconden en cuevas, debajo de las piedras, troncos y bajo la vegetación ribereña Estas especies se encuentran en ecosistemas loticos de topografías escarpadas, alta montaña, sitios con una alta velocidad del agua (Miles, 1971). Su dieta es insectívora constituida en su mayoría de insectos acuáticos, Alegría (1976) señala una alta proliferación natural para las poblaciones de astroblepídos del río Las Botas, en tanto que Román-Valencia (2001) considera que las poblaciones del río Quindío, están diezmadas debido a la contaminación, destrucción de la vegetación ribereña e introducción de especies(Habit *et al*; 2005), fenómeno que puede ser el que está ocurriendo en el momento en el área de estudio analizada del oriente donde a pesar de hallarse las especies de este género, sus poblaciones se encuentran muy diezmadas lo cual es corroborado por el bajo número de individuos por especie.

La especie más abundante Astroblepus aff homodon, esta prefiere zonas de corrientes rápidas, aguas claras y bien oxigenadas con sustratos compuestos por rocas y gravas, sus hábitos son similares con mayor actividad nocturna y en el día suelen mantenerse escondidos entre las rocas y la vegetación. *Astroblepus grixalvii* la segunda especies en importancia por el número de individuos colectados su presencia al parecer está relacionada con el tamaño de los individuos, encontrándose los más grandes en sitios con mayor disponibilidad de agua y los de menor tamaño en sitios de baja corriente asociado a la vegetación marginal, en donde permanecen ocultos, las especies de este género también poseen la capacidad de remontar corrientes y sostenerse firmemente sobre las piedras (Ortega-Lara, *et al*., 1999, Ortega-Lara, *et al.,* 2000, 2002).

Astroblepus homodon Astroblepus grixalvii

Figura 3-195 - Especies más abundantes en el área de estudio en Enero de 2013.

De las especies menos abundantes en las capturas se encuentra *Astroblepus sp, Trichomycterus striatus y Trichomycterus chapmani* y la única especie perteneciente a los Characiformes que fue Hemibrycon boquiae, la cual es propia de ambientes con sustratos conformados por gravas gruesas, riberas cubiertas por grandes árboles y arbustos, se ubica en zonas correntosas en donde se mantiene nadando constantemente en busca de alimento (Ortega-Lara, *et al*., 1999).

En la siguiente figura se muestra la distribución de la abundancia y la variación en los aportes de biomasa para las especies encontradas en el área de estudio. La abundancia representada como número de individuos y la biomasa presentaron una distribución con ajuste a una línea de tendencia logarítmica con r^2= 0,8918 y r^2= 0,9744 respectivamente.

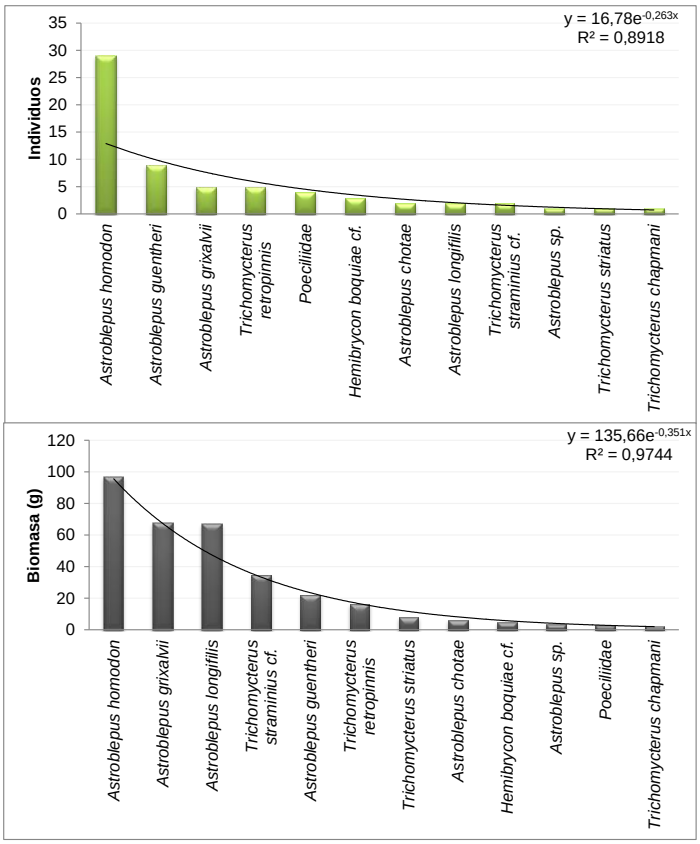


Figura 3-196 - Distribución de abundancias y biomasa de las especies colectadas en el area de estudio.

De las especies capturadas la categoría trófica representativa de la comunidad íctica corresponde a individuos Omnívoros, quienes se alimentan principalmente de material vegetal y macroinvertebrados acuáticos los cuales muy seguramente en la zona pueden ser diversos dadas las características en las cuales hay un aporte al parecer importante de material aloctono producto probablemente de la vegetación aledaña a las estaciones de muestreo, donde además de vegetación caen insectos y otros invertebrados.

Los Trichomycteridae son una familia de bagres ampliamente distribuidos en Sur y Centro América (Arratia, 1990). Tiene más de 155 especies, la mayoría de ellos pertenecientes al género *Trichomycterus* (Nelson, 1994), las especies de este género se encuentran desde la Patagonia hasta Costa Rica y desde el nivel del mar hasta los 4000 m de altitud, (Vari, 2000, 2002, Lasso y Provenzano, 2002). En la región andina, los representantes del género se encuentran en la mayoría de los arroyos de las partes medias de las montañas. En Colombia, debido a la ramificación de los Andes en tres cordilleras, hay un gran número de ríos de bajo orden en el que varias especies del genero Trichomycterus han sido descritos (Eigenmann, 1924). En términos generales, las especies Trichomycterus son carnívoros, alimentándose principalmente de organismos bentónicos.

3.3.3.6.2.2 Variación espacial de la abundancia y la biomasa en la zona de estudio

En relación con la distribución de abundancia de las especies capturadas en la zona de estudio, la cuenca que presento el mayor aporte fue la cuenca del Rionegro con 33 individuos y una biomasa de 157,11g, lo cual puede estar determinado entre muchos factores a que en esta cuenca fueron

establecidas un mayor número de estaciones de muestreo, sin descartar igualmente que los cuerpos de agua de esta zona , presentan un mayor caudal y una diversidad de hábitat mayor, mientras que el menor aporte fue la cuenca de La Cascada, lo cual puede estar relacionado con el menor número de estaciones de muestreo aunque Cuando es realizada la discriminación del número de individuos por estación de muestreo en cada uno de las cuencas se encuentra que el mayor aporte, es para que quebrada La Hondina (H6) donde fueron capturados 12 individuos de una sola especie (*Astroblepus homodon*), esta estación de muestreo se caracteriza por estar protegida y tener un nivel del agua importante lo cual favorece una mayor disponibilidad de área y muy seguramente de hábitat para las especies.

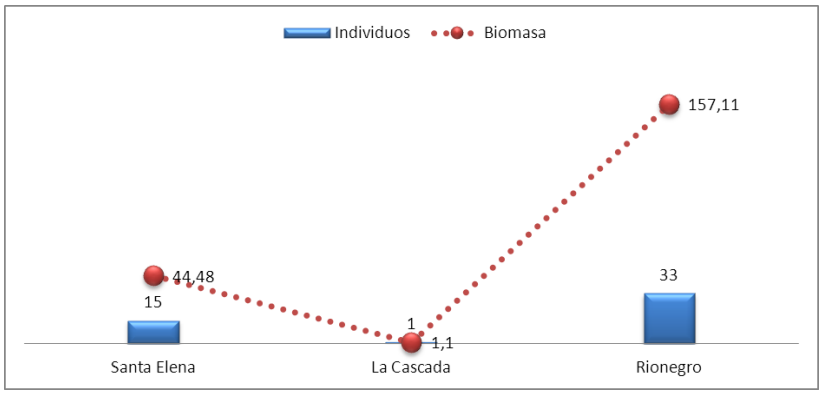


Figura 3-197 - Distribución del número de individuos y la biomasa de los peces capturados en cada una de las cuencas dentro del área de estudio en enero de 2013

Tabla 3-114 - Número de individuos y aporte de biomasa y número de especies por sitio de muestreo.

Cuenca	Subcuenca	Código	Nombre de la estación	Individuos	Biomasa
Santa Elena-Techo del Túnel	Santa Elena	SE3	Q. El Cedro.	5	10,95
		SE4	Quebrada El cedro 1	7	31,47
		SE5	Quebrada Santa Elena	1	0,43
		SE16	Conf. Yarumo - las Antenas	2	4,77
		SE25	Q. Chiqueros	4	3,27
	San Pedro	SP2	Q. San Pedro acued.	1	4,54
La Cascada	La Cascada	C2	Q. "Dos captaciones"	1	1,1
Rionegro	Hondina	H1	Q. El Cerro	12	33,9
		H5	Q. La Hondina 2.	3	0,88
		H6	Q. La Hondina 1	4	7,87
	La Yarumal	Y3	Afluente 2 Yarumal	4	7,52
		Y7	Afluente 5 Yarumal	2	7,28
		Y10	Q. Yarumal 4	1	8,21
	Salazar	S3	Q. La Salazar	2	12,79
		S5	Q. La Escondida	5	78,66

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

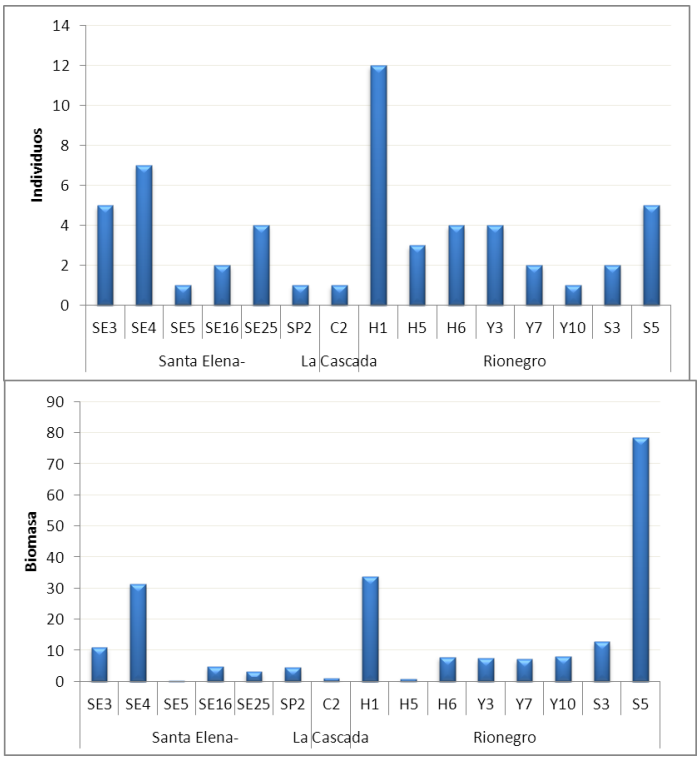


Figura 3-198 - Número de individuos y aporte de biomasa y número de especies por sitio de muestreo.

En general en los sitios de muestreo la especie más frecuente y que más aporto a las capturas fue *Astroblepus homodon*, seguidas por *Astroblepus guentheri*, mientras que, fue particular que los poecilidos solo estuvieran restringidos a la quebrada Chiqueros en Santa Elena, lo cual probablemente puede estar relacionada con las características de la quebrada Chiqueros, donde se encuentra el acueducto de las flores, es un cuerpo de agua pequeño y que es represado uno 20 metros más abajo del sitio de muestreo, por tanto el lugar donde fueron capturados los individuos de esta familia es casi un sistema lentico, lo cual es de esperarse pues las especies de esta familia son generalmente adicionalmente, no fue posible la identificación de la especies pues al parecer es introducida y muy seguramente con algún mejoramiento genético.

Tabla 3-115 - Variación espacial del número de individuos por especie.

Subcuenca	Estación	Nombre de la estación	*Hemibrycon boquiae cf.*	*Astroblepus chotae*	*Astroblepus grixalvii*	*Astroblepus guentheri*	*Astroblepus homodon*	*Astroblepus longifilis*	*Astroblepus sp.*	*Trichomycterus striatus*	*Trichomycterus chapmani*	*Trichomycterus retropinnis*	*Trichomycterus straminius cf.*	*Poecilidae*
Santa Elena	SE3	Q. El Cedro.				1	3			1				
	SE4	Quebrada El cedro 1					7							
	SE5	Quebrada Santa Elena	1											

Subcuenca	Estación	Nombre de la estación	*Hemibrycon boquiae cf.*	*Astroblepus chotae*	*Astroblepus grixalvii*	*Astroblepus guentheri*	*Astroblepus homodon*	*Astroblepus longifilis*	*Astroblepus sp.*	*Trichomycterus striatus*	*Trichomycterus chapmani*	*Trichomycterus retropinnis*	*Trichomycterus straminius cf.*	*Poeciliidae*
	SE16	Conf. Yarumo - las Antenas	2											
	SE25	Q. Chiqueros												4
San Pedro	SP2	Q. San Pedro acued.					1							
La Cascada	C2	Q. "Dos captaciones"					1							
Hondina	H1	Q. El Cerro					12							
	H5	Q. La Hondina 2.				3								
	H6	Q. La Hondina 1		2			2							
La Yarumal	Y3	Afluente 2 Yarumal				3			1					
	Y7	Afluente 5 Yarumal			2									
	Y10	Q. Yarumal 4					1							
Salazar	S3	Q. La Salazar				2								
	S5	Q. La Escondida			3		1			1				

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Tabla 3-116 - Variación espacial de la biomasa por especies de peces en los sitios de muestreo

Cuenca	Subcuenca	Estación	Nombre de la estación	*Hemibrycon boquiae cf.*	*Astroblepus chotae*	*Astroblepus grixalvii*	*Astroblepus guentheri*	*Astroblepus homodon*	*Astroblepus longifilis*	*Astroblepus sp.*	*Trichomycterus striatus*	*Trichomycterus chapmani*	*Trichomycterus retropinnis*	*Trichomycterus straminius cf.*	*Poeciliidae*
Santa Elena-	Santa Elena	SE3	Q. El Cedro.				5,09	6			1				
		SE4	Quebrada El cedro 1					34,47							
		SE5	Quebrada Santa Elena	0,43											
		SE16	Conf. Yarumo - las Antenas	4,77											
		SE25	Q. Chiqueros												3,27
	San Pedro	SP2	Q. San Pedro acued.					4,54							

Cuenca	Subcuenca	Estación	Nombre de la estación	*Hemibrycon boquiae cf.*	*Astroblepus chotae*	*Astroblepus grixalvii*	*Astroblepus guentheri*	*Astroblepus homodon*	*Astroblepus longifilis*	*Astroblepus sp.*	*Trichomycterus striatus*	*Trichomycterus chapmani*	*Trichomycterus retropinnis*	*Trichomycterus straminius cf.*	*Poeciliidae*
La Cascada	La Cascada	C2	Q. "Dos captaciones"					1,1							
Rionegro	Hondina	H1	Q. El Cerro					33,9							
		H5	Q. La Hondina 2.				0,88								
		H6	Q. La Hondina 1		6,28			1,59							
	La Yarumal	Y3	Afluente 2 Yarumal				3,62			3,9					
		Y7	Afluente 5 Yarumal			7,28									
		Y10	Q. Yarumal 4					8,21							
	Salazar	S3	Q. La Salazar				12,79								
		S5	Q. La Escondida			60,48		10,13			8,05				

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

3.3.3.6.2.3 Índices de diversidad

De las estaciones en las que fueron capturados peces (18), la diversidad más alta fue para la estación S5 (Quebrada La Escondida), donde fueron capturadas tres especies las cuales presentaron una distribución en el número de individuos bastante homogénea variando entre uno y tres individuos, el resto de estaciones presentaron dos o una especie, en este último caso no fue posible calcular la diversidad de especies, por tanto para estos sitios fue obtenido un valor de dominancia de 1 la otra estación que presento en las que fueron capturados peces, en relación con la equidad también se registró un valor alto fue para la estación H3 (Quebrada de los Parra), donde fueron capturadas dos especies cada una con dos individuos.

Tabla 3-117 - Estimadores de diversidad para los sitios de muestreo.

Cuenca	Subcuenca	Estación	Nombre de la estación	Diversidad H	Equidad J	Dominancia
Santa Elena-	Santa Elena	SE3	Q. El Cedro.	0,5	0,72	0,68
		SE4	Quebrada El cedro 1	0	0	1
		SE5	Quebrada Santa Elena	0	0	1
		SE16	Conf. Yarumo - las Antenas	0	0	1
		SE25	Q. Chiqueros	0	0	1
	San Pedro	SP2	Q. San Pedro acued.	0	0	1

Cuenca	Subcuenca	Estación	Nombre de la estación	Diversidad H	Equidad J	Dominancia
La Cascada	La Cascada	C2	Q. "Dos captaciones"	0	0	1
Rionegro	Hondina	H1	Q. El Cerro	0	0	1
		H5	Q. La Hondina 2.	0	0	1
		H6	Q. La Hondina 1	0,69	1	0,5
	La Yarumal	Y3	Afluente 2 Yarumal	0,56	0,81	0,62
		Y7	Afluente 5 Yarumal	0	0	1
		Y10	Q. Yarumal 4	0	0	1
	Salazar	S3	Q. La Salazar	0	0	1
		S5	Q. La Escondida	0,95	0,86	0,44

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Smith y Smith (2000) encontraron que en los sistemas loticos a mayor heterogeneidad y diversidad de estructuras físicas del hábitat le corresponde una mayor diversidad de las comunidades biológicas que lo ocupan. Esto explicaría el bajo número de especies e individuos capturados en la región del oriente de Antioquia dentro del área de influencia del proyecto túnel de oriente.

3.3.3.6.2.4 Similaridad entre las estaciones de muestreo de la zona:

El análisis de similaridad realizado con las especies capturadas en cada una de las cuencas, incluidas tanto dentro del área de influencia puntual como local, teniendo en cuenta la abundancia de las especies, muestra una asociación entre las cuencas de Santa Elena, Rionegro (49,05%) y La Cascada donde fue encontrada de forma exclusiva la especie *Astroblepus homodon*, entre estas las cuencas Rionegro y Santa Elena presentaron la mayor abundancia, mientras que, en cuenca La Cascada solo fue capturado un individuo de esta especie, es entonces muy seguramente las características del hábitat en estas estaciones de muestreo las que definen dicha asociación, mientras que se observa una clara separación de la cuenca de la quebrada Santa Elena en la vía a cielo abierto, donde se encuentran de forma exclusiva las siguientes especies: *Trichomycterus chapmani, Trichomycterus retropinnis, Trichomycterus straminius cf y Poecilia sp.*

Tabla 3-118 - Similaridad teniendo en cuenta las especies y su abundancia en las cuencas dentro del área de estudio.

	Rionegro	La Cascada	Santa Elena	Santa Elena- C.A.
Rionegro	*	5,882	49,056	0
La Cascada	*	*	9,523	0
Santa Elena	*	*	*	0
Santa Elena- C.A.	*	*	*	*

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

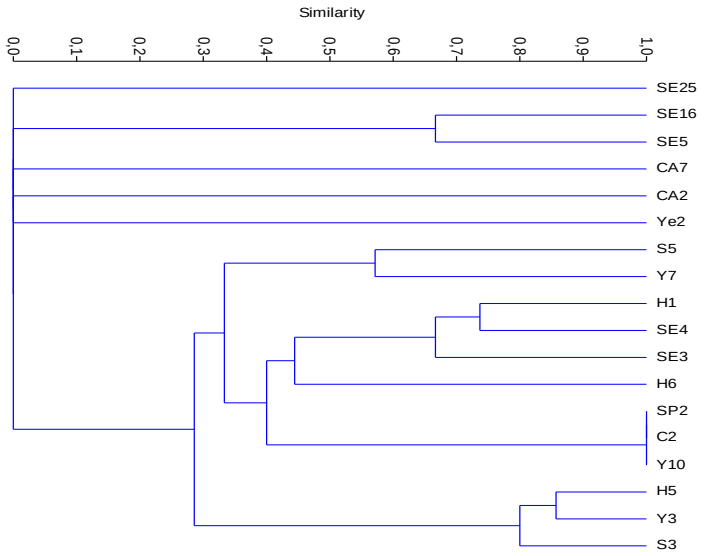


Figura 3-199 - Similaridad teniendo en cuenta las especies y su abundancia en las cuencas dentro del área de estudio

Astroblepus chotae

Astroblepus grixalvii

Astroblepus guentheri

Astroblepus homodon

Astroblepus longifilis

Trichomycterus striatus

Trichomycterus chapmani

Trichomycterus retropinnis

Figura 3-200 - Especies halladas en la zona de estudio

3.3.3.6.2.5 Conclusiones

En general para la zona de estudio la diversidad de peces es baja, lo cual puede ser el resultado, e el primero de los casos de la altura sobre el nivel del mar a la cual se encuentran los cuerpos de agua e la zona, los cuales se caracterizad e general para la zona andina por una baja diversidad de especies, la cual se hace más critica a medida que se asciende en la cuenca, a este factor se adiciona los cambios en la disponibilidad de habiata para las especies, lo cual ha sido el resultado de las diferentes actividades antrópicas que se desarrollan en la cuenca las cuales han deteriorado de forma significativa los cuerpos de agua y por tanto los hábitat para las especies.

En los cuerpos de agua no fue hallada ninguna especies reófila o con hábitos migratorios, y tampoco con ningún grado de vulnerabilidad, hallado que el género más común presente en la zona es *Astroblepus,* las especies de este género se encuentran en ecosistemas loticos de topografías escarpadas en alta montaña.

De las especies capturadas la categoría trófica representativa de la comunidad íctica corresponde a individuos Omnívoros, quienes se alimentan principalmente de material vegetal y macroinvertebrados acuáticos, lo cual les confiere una mayor adaptabilidad de las condiciones cambiantes en el medio y a su capacidad para adaptarse a la oferta del ecosistemas en un momento particular.

En general en los sitios de muestreo la especie más frecuente y que más aporto a las capturas fue *Astroblepus homodon*, seguidas por *Astroblepus guentheri*, mientras que, fue particular que los poecilidos solo estuvieran restringidos a la quebrada Chiqueros en Santa Elena, lo cual probablemente puede estar relacionada con las características de la quebrada Chiqueros, donde se encuentra el acueducto de Las Flores, es un cuerpo de agua pequeño y que es represado uno 20 metros más abajo del sitio de muestreo, por tanto el lugar donde fueron capturados los individuos de esta familia es casi un sistema lentico, lo cual es de esperarse pues las especies de esta familia son generalmente adicionalmente, no fue posible la identificación de la especies pues al parecer es introducida y muy seguramente con algún mejoramiento genético.

3.4 Medio socioeconómico

La dinámica social y económica del área de influencia directa (local y puntual) del proyecto Conexión vial Aburrá-Oriente no ha sido ajena al patrón que ha venido marcado el desarrollo en los últimos años, al corregimiento de Santa Elena en particular, y en general al oriente antioqueño cercano.

Así, una de estas dinámicas ha sido la fragmentación del territorio con las notables consecuencias sobre la disminución del área de producción agropecuaria y el potencial productivo, ya que gran cantidad de predios de tradición productiva, se dedican actualmente a fincas de recreo, parcelaciones, restaurantes, tiendas, etc. El desempleo en la región muestra una tendencia al aumento, así como también aumenta la pérdida de biodiversidad. La venta de predios a personas foráneas, contribuye al desplazamiento de familias, a la disminución de la actividad agropecuaria y al empobrecimiento de los habitantes de la zona[110].

Las consecuencias de lo anterior, se evidencian en el crecimiento acelerado de la población que al 2011 alcanzó 15.198 habitantes[111]. En este territorio cohabitan costumbres rurales y estilos de vida cosmopolitas. Es frecuente encontrar que en las veredas habiten, además de la comunidad campesina tradicional, jóvenes profesionales, artistas y artesanos, parejas de jubilados y estudiantes universitarios, en calidad de propietarios o pagando el alquiler de pequeñas y acogedoras fincas, con sus casas rodeadas de jardines. Coexisten allí, por tanto, formas tradicionales de vivienda campesina y arquitectura rural moderna, como también predios con vocación agrícola, fincas de recreo, hospedajes y centros de esparcimiento[112].

Otra dinámica jalonada por la provisión de agua ha propiciado una transformación no solo de Santa Elena y de las regiones circundantes como el oriente cercano (La Fé, El Buey, Piedras Blancas, Rio Grande y Rio Chico) cambiando la vocación de este territorio hacia la recreación y el turismo con la consecuente pérdida de valor de la ruralidad y de la actividad agraria[113]. El parque Arví, que, asociado a una red de antiguos caminos del periodo colonial y a un bello y sereno paisaje natural, involucra casi todo el corregimiento. En Santa Elena tienen asiento instituciones como Comfenalco y su Parque Ecológico Piedras Blancas, donde se localiza la primera represa para el abastecimiento de agua potable que tuvo Medellín, y la Universidad Nacional de Colombia, con sus sedes Agrícola y Forestal[114].

Todas estas dinámicas han incidido en la calidad de vida y en los modos de vida de los habitantes del territorio suscitando cambios en las relaciones sociales entre campesinos y foráneos y en la forma de habitar el territorio. Estos cambios traen efectos en el crecimiento de la población, en las actividades productivas, en la dinámica social y cultural y, en general, en la transformación del territorio.

Lo anterior se abordará con el levantamiento de la línea base socioeconómica del área de influencia directa del proyecto con el fin de comprender, de una mejor manera, sus impactos.

Con este fin, se dividió el territorio en Área de Influencia Directa Puntual (AIDP) y Área de Influencia Directa Local (AIDL).

[110] Alcaldía de Medellín y Universidad Nacional de Colombia, 2011
[111] Alcaldía de Medellín, 2011
[112] Antioquia digital, 2013
[113] Alcaldía de Medellín y Universidad Nacional de Colombia, 2011, pág. 25
[114] Antioquia digital, 2013.

El Área de Influencia Directa Puntual, incluye los barrios o veredas donde se ubican los predios con afectación por obras del proyecto, los cuales corresponden al barrio La Asomadera No. 3, las veredas Las Palmas y Media Luna[115] del municipio de Medellín y las veredas Yarumal[116] y La Convención del municipio de Rionegro. Como lo indica la siguiente tabla.

Tabla 3-119 - Veredas del Área de Influencia Directa Puntual

Tipo de intervención	Barrio/Vereda	Municipio
Intercambio vial Baltimore	Asomadera No. 3	Medellín
Vía a cielo abierto occidental	Las Palmas y Media Luna	Medellín
Vía a cielo abierto Oriental	Yarumal y La Convención	Rionegro
Portal Occidental	Media Luna	Medellín
Portal Oriental	Yarumal	Rionegro
Portal Sur	Las Palmas	Medellín
Portal Norte	Las Palmas	Medellín
Zona depósito Seminario	Las Palmas	Medellín

Fuente: SIGA – PLYMA, 2013.

El Área de Influencia Directa Local comprende las unidades territoriales que podrían verse afectadas por las obras subterráneas y que están por fuera de las obras puntuales, en este sentido, se incluyen las veredas Las Palmas, Media Luna, El Placer, Santa Elena Central, El Llano, El Cerro y El Plan del municipio de Medellín. San Ignacio del municipio de Guarne; La Quiebra y Yarumal del municipio de Rionegro (Véase Tabla 2 y el Anexo 3-16 Mapas Temáticos área de influencia directa puntual). Para mayor precisión véase ítem Áreas de influencia.

La caracterización de las Áreas de Influencia Directa Local y Puntual se tratarán diferencialmente a lo largo del texto, para este propósito, se contará con fuentes de información secundaria y datos primarios obtenidos a través de las técnicas empleadas durante el levantamiento de información y expuestas en la metodología (Véase Capítulo 1), destacando la observación directa, entrevistas semiestructuradas y encuestas para la caracterización de actividades productivas y usos del agua. Para la caracterización de las actividades productivas y usos del agua, se aplicó una encuesta (Véase Anexo 3-33 Encuestas socieoeconómicas) a los predios existentes en las vías a cielo abierto occidental y oriental y en los techos de los túneles Seminario y Santa Elena, donde se identificaron 1.548 predios, de los cuales 21 corresponden al AID Puntual y 1.527 a la AID Local.

Tabla 3-120 - Veredas ubicadas en el Área de Influencia Directa Local Componente Socioeconómico

Tipo de intervención	Veredas	Municipio
Túnel Seminario	Las Palmas	Medellín
Túnel Santa Elena	Media Luna, El Placer, Santa Elena Central, El Llano, El Cerro y El Plan	Medellín
	San Ignacio	Guarne
	La Quiebra y Yarumal	Rionegro

Fuente: SIGA – PLYMA, 2013.

A continuación se presentará la caracterización del Área de Influencia Directa del Proyecto Conexión vial Aburrá-Oriente divida en seis partes. En la primera parte se abordará el sistema

[115] Las veredas Las Palmas y Media Luna del corregimiento de Santa Elena también hacen parte del Área de Influencia Directa Local por estar localizadas sobre los techos de los túneles Seminario y Santa Elena. La caracterización general se hará en el ítem de AID Local, y de manera específica, los predios que estando localizados en estas veredas tienen afectación por el proyecto, se tratarán en el AID Puntual.
[116] La vereda Yarumal del municipio de Rionegro, hace parte también del Área de Influencia Directa Local del componente socioeconómico. La caracterización general se abordará desde el AID Local, y de manera particular, en el AID Puntual se abordarán los predios impactados por las obras del proyecto.

socioeconómico y cultural tanto de la población ubicada en el AID Local como de la población del AID Puntual, en el cual se identifica el tamaño y tipo de población, así como la tendencia de crecimiento y las actividades económicas que dan soporte a la economía local. En la segunda parte, se presentará el perfil habitacional enfocado a la caracterización de las viviendas, el hacinamiento, el saneamiento básico y la tenencia de la vivienda. En la tercera parte, se describirá el estado actual de los equipamientos para la atención de la salud, la educación, el esparcimiento y la recreación, así como el estado de la infraestructura vial del AID. En la cuarta parte, se muestran las actividades productivas agrícolas y pecuarias de cada una de las veredas que conforman el área de influencia del proyecto y específicamente la relación de la producción de flores con la tradición silletera y la demanda y la proyección del consumo del recurso hídrico para las actividades productivas. En la quinta parte, se abordará el tema de la dimensión cultural y en la sexta y última parte se tratará la dimensión político administrativa.

3.4.1 Sistema socioeconómico y cultural

De acuerdo con la Alcaldía de Medellín (2010), la inclusión del sistema socioeconómico y cultural es esencial en la medida en que la ruralidad se debe fundamentar en un desarrollo integral sostenible con enfoque territorial, lo cual implica la identificación de la situación socioeconómica de la población y del estado actual en que se encuentran las actividades que dan sustento y soporte a la economía local.

En este orden de ideas la caracterización del AID revisará la dinámica poblacional y socioeconómica, así como la estructura poblacional que incluye el tamaño de la población, la composición por sexo, edad y género. También, incluye la descripción de las fuentes de empleo e ingresos así como las actividades productivas que aún se desarrollan en la zona.

3.4.1.1 Dinámica poblacional y socioeconómica

La dinámica poblacional y socioeconómica de un territorio se convierte en un elemento importante de su imagen territorial, en tanto son los pobladores, su distribución espacial y sus interacciones económicas quienes configuran y establecen relaciones en el territorio y hacia quienes en última instancia van dirigidas las políticas y programas implementados por las administraciones[117].

Aquí se presentará el tamaño y crecimiento de la población al, las proyecciones poblacionales, el sexo y los grupos etáreos, densidad y movilidad poblacional tanto para el AID Local como puntual.

3.4.1.1.1 Estructura poblacional.

Dado que los individuos que componen la población son diversos en sus características, es necesario considerar su estructura por edad y sexo. Ésta estructura permite determinar demandas específicas de bienes y servicios en temas como educación, salud, oportunidades económicas y atención a grupos en condición de vulnerabilidad, adicionalmente, ayuda a identificar el potencial poblacional y las oportunidades que un determinado crecimiento y una estructura particular pueden significar para el desarrollo local[118].

De ahí que, determinar la magnitud de la población residente en una región en un momento determinado, permite establecer un balance entre la demanda (número de habitantes de la

[117] Alcaldía de Medellín, 2010.
[118] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008, citado por Alcaldía de Medellín, 2010

región) y la oferta disponible de bienes y servicios institucionales y ambientales, identificando déficit, superávit o subutilización de los mismos, de manera que dicha oferta pueda ser ajustada para responder al cambio poblacional y sus demandas[119].

Composición de la población en el AID Local

Para el caso de las veredas donde se desarrollará el proyecto, el número de habitantes para el 2012 ascendía a 10.649 según datos suministrados por las alcaldías de Medellín, Guarne y Rionegro. De estos, el 25% hacen parte del AID Local y el 1% del AID Puntual.

En el AID Local de la Conexión vial Aburrá Oriente, se identificaron 2.287 habitantes, de los cuales 1.371 son hombres (el 51%) y 1.316 son mujeres (49%), ver siguiente tabla.

Tabla 3-121 - Población por género en el AID Local

Vereda	Hombres	Mujeres	Total
Las Palmas	11	7	18
El Llano	296	275	571
El Plan	17	10	27
Media Luna	30	29	59
El Placer	35	26	61
Santa Elena	283	252	535
El Cerro	210	246	456
La Quiebra	249	239	488
Yarumal	162	172	334
San Ignacio	78	60	138
Total	1371	1316	2687

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

Como se puede apreciar en la siguiente figura, la vereda El Llano (21,3%), Santa Elena Central (19,9%), La Quiebra (18,2) y El Cerro (17%) tienen el mayor número de habitantes. Con menos habitantes se encuentra la población de San Ignacio (5%), Las Palmas (2.5%), Media Luna (2.3%), El Placer (2.2%) y El Plan (1.2%).

[119] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008, citado por Alcaldia de Medellín, 2010

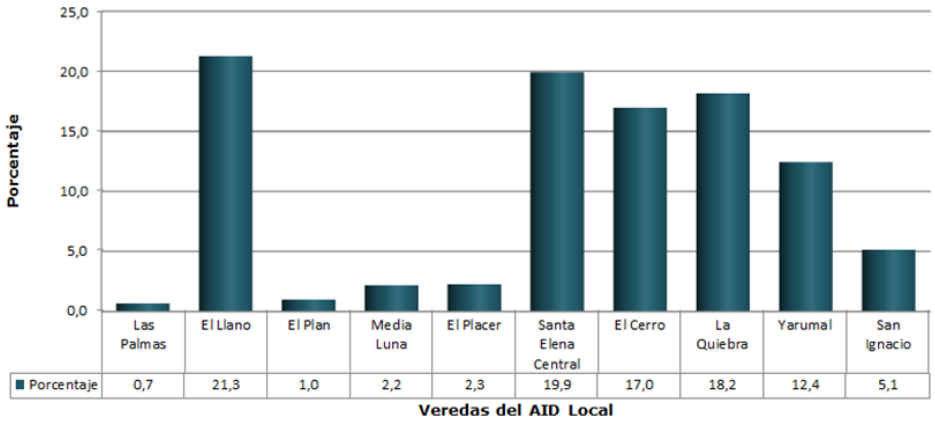


Figura 3-201 -Participación porcentual de las veredas en la población del AID Local.

Por grupos etáreos estaría conformada por un 10% infantil (0 a 9 años), un 15.2% es población juvenil y adolescente (10 a 19 años), un 22% es población joven (20-34), un 30% es la población adulta (35-55 años) y un 19% corresponde a población adulta-mayor (mayores de 65 años)[120].

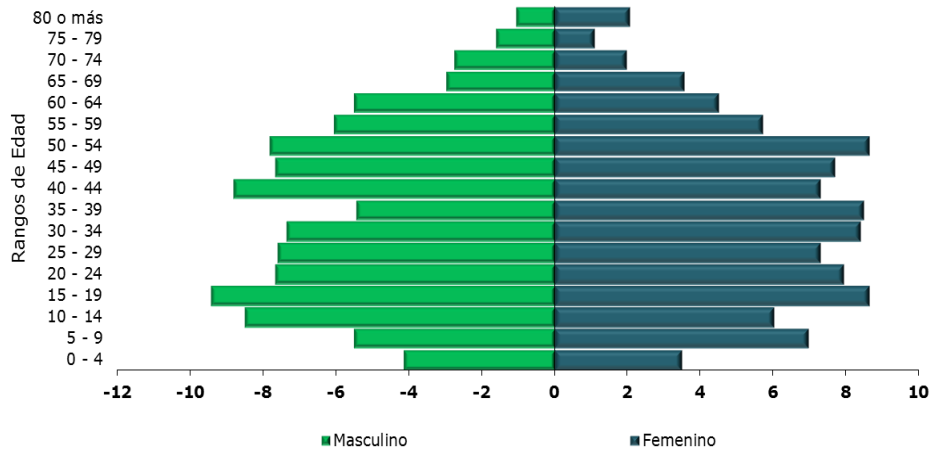


Figura 3-202 - Pirámide poblacional del AID Local por sexo y edad

Como se puede apreciar en la pirámide poblacional hay una tendencia constrictiva con una base angosta y mayor participación de población adulta. Este fenómeno obedece, regularmente, a las bajas tasas de natalidad y al desplazamiento de la población joven a zonas urbanas en busca de empleo.

Los hombres son el grupo predominante en la mayoría de rangos, mostrando su mayoría en las cohortes de población juvenil y adolescente y la de mayores de 40 años hasta los 54 años. Se identifican 737 grupos familiares, de los cuales, el 56.3% están conformados por familias

[120] No se tiene conocimiento de la edad del 5% de la población encuestada porque quien suministró la información desconocía ese dato.

nucleares, el 13.7% por familias extensas, el 10.3% por familias monoparentales, el 10.2%[121] por familias Unipersonales y el 9.5% por familias compuestas. En el caso de las familias monoparentales, el 61% la mujer es la jefe del hogar.

Composición de la población en el AID Puntual

Para el caso del AID Puntual, el número de habitantes asciende, aproximadamente, a 103, de los cuales 55 son mujeres (53%) y 43 son hombres (47%), ver siguiente tabla.

Tabla 3-122 - Población por género en el AID Puntual

Vereda/Barrio	Mujeres	Hombres	Total
La Asomadera 3	3	5	8
Las Palmas	19	13	32
Media Luna	25	20	50
Yarumal (sector Sajonia)	8	5	13
La Convención	SI	SI	SI
Total	55	43	103

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

Como se puede observar en la Figura 3-203, el 49% de la población de la AID Puntual se encuentra en la vereda Media Luna y el 31% en la vereda Las Palmas.

En el AID Puntual, 55 de sus habitantes son hombres y 43 son mujeres teniendo la mayor población las veredas Media Luna y Las Palmas (ver siguiente figura).

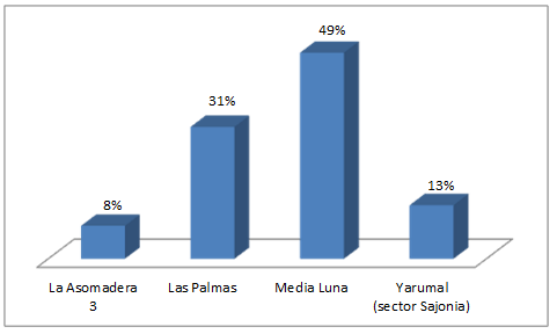


Figura 3-203 - Porcentaje poblacional por veredas en el AID Puntual

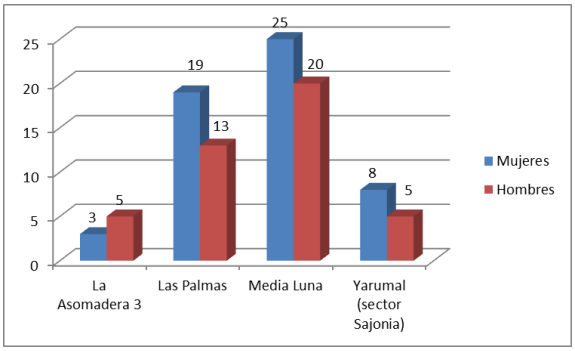


Figura 3-204 - Población del AID Puntual por sexo

3.4.1.1.2 Proyecciones poblacionales en el AID

El conocimiento de la tendencia de crecimiento de la población es importante para tomar mejores decisiones en cuanto a la planeación del territorio. Esta información permite determinar si la demanda y la oferta de servicios institucionales y ambientales es suficiente o no. De acuerdo con la Alcaldía de Medellín (2010), el conocimiento de la tendencia histórica y futura del crecimiento de la población es clave para entender el modelo de ocupación y la presión que se ejerce sobre el territorio y son fundamentales al momento de establecer políticas y directrices integrales de

[121] La mayoría de las personas de este grupo son hombres que llegan a la zona por razones económicas y guiadas por su pensamiento ambientalista.

ordenamiento y gestión territorial, así como en el diseño de estrategias y programas que tengan un enfoque social, comunitario o vayan dirigidas a un segmento específico de la población.

En este caso, la proyección de la población del AID es el insumo principal para determinar la demanda del agua indispensable tanto para satisfacer las necesidades cotidianas como para las actividades económicas y productivas en la zona. Adicionalmente, permite contar con la información acerca de los potenciales beneficiados y/o afectados con los impactos del proyecto Conexión vial Aburra-Oriente.

Las proyecciones poblacionales se calculan para los próximos 20 años para el barrio La Asomadera # 3, el corregimiento de Santa Elena[122] y las veredas La Quiebra, Yarumal, La Convención y San Ignacio teniendo como base la información de la siguiente tabla.

Tabla 3-123 - Crecimiento de la población del AID entre el 2004 y el 2013

Barrio/vereda	2004	2013	Variación %	Tasa crecimiento promedio anual
Asomadera # 3	19	289	93,4%	10,4%
Santa Elena	9777	16616	41,2%	4,6%
La Quiebra	265	628	58%	6,4%
Yarumal	581	1159	50%	5,5%
La Convención	257	599	57,1%	6,3%
San Ignacio	641	795	19%	2,2%

Fuente: Alcaldía de Medellín. PEOC Santa Elena, 2012. Alcaldía de Guarne y Alcaldía de Rionegro. Información SISBEN 2012.

Aunque existen tres métodos para calcular la tasa de crecimiento poblacional anual[123], para este caso, se seleccionó el método exponencial que ha sido usado para hacer las proyecciones poblacionales de los planes de ordenamiento corregimentales y las proyecciones poblacionales de Medellín presentadas en el Perfil Socio Demográfico 2010 del DANE.

Para hallar la tasa de crecimiento se usó la siguiente fórmula:

$$P_f = P_{ci} * e^{k*(T_f - T_{ci})}$$

Donde k es la tasa de crecimiento de la población la cual se calcula como el promedio de las tasas calculadas para cada par de censos, así:

$$K = \frac{LnPcp - LnPca}{Tcp - Tca}$$

Donde Pcp es la población del censo posterior, Pca es la población del censo anterior, Tcp es el año correspondiente al censo posterior, Tca es el año correspondiente al censo anterior y Ln el logaritmo natural o neperiano (RAS, 2000). Los resultados se presentan en la tabla que se muestra a continuación.

[122] Para el corregimiento de Santa Elena el dato que se tiene es global (datos obtenidos del DANE, 2005).
[123] El método aritmético, el geométrico y el exponencial. En el ANEXO 3.32 se presentan las proyecciones poblacionales usando estos métodos.

Tabla 3-124 - Proyección de la población del AID al año 2033 con el método exponencial por veredas

Año	Asomadera # 3[124]	Santa Elena[125]	La Quiebra[126]	Yarumal[127]	La Convención[128]	San Ignacio[129]
2013	289	16616	628	1159	599	795
2014	290	17714	698	1263	667	813
2015	290	18885	775	1377	742	831
2016	291	20133	861	1500	826	849
2017	291	21464	956	1635	919	868
2018	292	22882	1062	1782	1023	887
2019	292	24395	1179	1942	1138	907
2020	293	26007	1310	2116	1267	927
2021	294	27726	1455	2306	1410	948
2022	294	29558	1616	2513	1569	969
2023	295	31512	1795	2739	1746	991
2024	295	33595	1993	2985	1944	1013
2025	296	35815	2214	3253	2163	1035
2026	297	38182	2459	3545	2407	1058
2027	297	40706	2731	3863	2679	1082
2028	298	43396	3034	4210	2982	1106
2029	298	46264	3370	4589	3318	1130
2030	299	49322	3743	5001	3693	1156
2031	300	52582	4157	5450	4110	1181
2032	300	56057	4617	5939	4575	1208
2033	301	59762	5128	6472	5091	1234

Fuente: Elaboración SIGA-PLYMA a partir de información de la Alcaldía de Medellín. PEOC Santa Elena, 2012. Alcaldía de Guarne y Alcaldía de Rionegro. Información SISBEN 2012.

Con el método exponencial, al 2033, el barrio La Asomadera # 3 tendría 301 habitantes, Santa Elena 59.762, La Quiebra 5.128, Yarumal 6.472, La Convención 5.091 y San Ignacio 1.234 habitantes. En total, el AID tendría 77.988 habitantes al 2033. Con este modelo la población del AID se incrementaría en un 74,2% en 20 años.

3.4.1.1.3 Densidad poblacional

En relación con la densidad poblacional[130], el cálculo realizado muestra que en el AID Local hay un promedio de 10,5 habitantes por hectárea. Las veredas El Llano, El Placer y El Cerro, del corregimiento de Santa Elena, tienen la mayor densidad poblacional con 31.3, 24.2 y 18.7 habitantes por hectárea, respectivamente (ver tabla que se presenta a continuación).

Las veredas de la Quiebra y Yarumal del municipio de Rionegro y la vereda San Ignacio del municipio de Guarne tienen la menor densidad poblacional en el AID Local.

[124] Tasa de crecimiento anual de 2%
[125] Tasa de crecimiento anual de 6,4%
[126] Tasa de crecimiento anual de 10,5%
[127] Tasa de crecimiento anual de 8,6%
[128] Tasa de crecimiento anual de 10,7%
[129] Tasa de crecimiento anual de 2,2%
[130] Población total / área en hectáreas

Tabla 3-125 - Densidad poblacional en las veredas del AID Local

Municipio / Corregimiento	Vereda	Hectáreas	Densidad (hab./ha.)
Municipio de Medellín, Corregimiento de Santa Elena	Las Palmas	1589,9	1,57
	Media Luna	134,854	9,18
	El Placer	26,279	24,32
	El Plan	147,959	11,35
	El Llano	29,598	31,35
	El Cerro	26,111	18,73
	Santa Elena - Sector Central	126,538	4,88
Municipio de Guarne	San Ignacio	675	1,18
Municipio de Rionegro	La Quiebra	533	1,16
	Yarumal	762	1,51
Total		4051,239	10,52

Fuente: Alcaldía de Guarne (2012), Información SISBEN. Alcaldía de Guarne (2012), Información sobre construcciones y viviendas. Alcaldía de Medellín (2012), PEOC Santa Elena. Gobernación de Antioquia, Atlas Veredal municipios de Guarne y Rionegro (2004).

3.4.1.1.4 Movilidad

La movilidad poblacional en la zona del AID tanto local como puntual ha venido presentándose en medio de un fenómeno de doble vía, donde tenemos movilidad de población de la zona urbana a la rural y de la zona rural a la urbana, motivados por diferentes causas.

Inicialmente nos referiremos a las que se pueden considerar las razones principales para que la gente haya decidido emigrar de la zona rural a la urbana, en primer lugar, el estancamiento productivo en el medio rural reflejado en la disminución de la actividad agrícola y pecuaria, ocasionando falta de fuentes de trabajo lo que genera la necesidad de encontrar un empleo que permita el sostenimiento económico de las familias.

En segundo lugar, la valorización comercial de los predios, por el cambio de uso del suelo de suelo agrícola a viviendas campestres y sus consecuencias sobre el cambio de estratificación socio-económica que lleva al aumento de los impuestos y de los servicios públicos, haciendo que las personas salgan del territorio en busca de lugares menos costosos. En tercer lugar, la migración tiene que ver con la preferencia de las personas por centros urbanos que les permita acceder a otro tipo de servicios como educación superior y entretenimiento (cines, centros comerciales, teatros, entre otros). En cuarto lugar, las personas salen del territorio, en busca de proyectos de vivienda más asequibles a sus condiciones económicas.

En conclusión la población sale principalmente, hacia los municipios ubicados en los Valles de San Nicolás y de Aburrá y lo hace en busca de empleo y mejores condiciones económicas y sociales para vivir. Lo anterior se presenta como un proceso de nueva movilidad lenta pero constante, de la base social rural hacia un entorno más urbano–comercial entre tanto los que se quedan, se ven abocados al abandono de sus históricas costumbres campesinas sustituyéndolas por otras que les permita mantenerse a “flote” mediados por un esquema de conversión urbana, mientras ven la transición de su histórica vida campesina agropecuaria reemplazada por otra que se refleja en la instalación de fincas de recreo y descanso en sus antiguos territorios.

En estos pobladores se refleja la importancia de la apropiación y sentido de pertenencia frente a su territorio, habitado y recreado social, económica y culturalmente, sentido de pertenencia que se evidencia como aquel proceso a través del cual se determina, entre otros, la integridad del territorio habitado, la conservación de los recursos naturales y las condiciones de vida de la población (en este caso rural), en una relación holística entre éstos y el entorno territorial, donde, por lo general, sus interrelaciones se muestran de modo crítico ante los determinantes del modelo económico imperante, el libre juego de la oferta y la demanda, así como las limitadas políticas de planificación y de ordenamiento territorial promovidas por los entes públicos.

Ahora, describimos las que hallamos como razones por las cuales se presenta el fenómeno de la movilidad de una zona urbana a una rural, que para este caso se muestra con personas que generalmente han vivido en barrios de Medellín, en los valles de Aburra y San Nicolás y llegan a habitar de diferente forma el área del proyecto.

En los últimos años, con el crecimiento de la ciudad y la cercanía, la composición de la población ha cambiado producto de una dinámica de "nueva migración" de personas que se desplazan de la ciudad al campo, buscando lugares tranquilos y naturales donde vivir, al punto que muchos de ellos no son campesinos sino pobladores urbanos que tienen en Santa Elena su lugar dormitorio o de segunda residencia y muchos de los campesinos tradicionales ahora están ligados a labores urbanas[131].

La dinámica de crecimiento de la población del AID, especialmente en el corregimiento de Santa Elena y en el municipio de Rionegro, ha estado influenciada, principalmente, por la llegada de habitantes de la ciudad que buscan en este territorio su lugar de residencia o un lugar de descanso para los fines de semana, atraídos, principalmente, por la cercanía a la ciudad y las condiciones ambientales favorables de la zona (La belleza paisajística, la accesibilidad al agua, el clima), entre otros favorecido la fragmentación predial que se ha traducido en un incremento sustancial de la población.

Para el caso de Santa Elena, se puede definir como la constante ocupación del suelo con parcelaciones, en su mayoría, destinadas al uso recreativo, lo que ha generado, por consiguiente, el incremento invariable en el valor de la tierra que conllevan, a su vez, a la desaparición progresiva de la cultura campesina minifundista, al emplazamiento de la agricultura por actividades económicas y productivas asociadas con el sector urbano, dada la cercanía con el municipio de Medellín, el Aeropuerto Internacional José María Córdoba y la Autopista Medellín–Bogotá[132], pero que también generan grandes demandas de servicios ambientales, de infraestructura vial y de equipamiento, demandas que en la mayoría de los casos poco se compensan ya que sus hábitos de consumo de bienes y servicios están ligados a las grandes superficies ubicadas en el centro de la ciudad.

El corregimiento de Santa Elena, al igual que otros escenarios de ruralidad, es un lugar donde cohabitan, se adaptan, cambian o conservan imaginarios que vienen y van, recreando anclajes y tensiones entre las visiones de lo urbano y lo rural; una vocación, un ser, pensar e interactuar situados en las formas de vida del campo y de cara a las imposiciones e implementaciones de la cosmogonía urbana. Un escenario de tensiones y conflictos entre las formas de ser, querer y hacer de muchos y el débil espectro de oportunidades de sus habitantes, particularmente de niños y

[131] (PEOC, 2010, pág. 1037
[132] En este sentido, durante el trabajo de campo, se identificaron las parcelaciones Los Cerros y Quintas de Cerro Verde en la vereda El Cerro y el Mirador de Santa Elena, Piedras Blancas y Santa Teresa en Santa Elena Central.

jóvenes, a quienes una sociedad de consumos y violencias diversas alcanza con sus efectos y demandas.

Veredas como El Placer, El Llano y El Cerro de Santa Elena y, La Quiebra de Rionegro, exponen bajo el recorrido territorial realizado en el trabajo el campo, lógicas de ocupación y relacionamiento con el espacio donde se evidencia la lucha o tensión por conservar la economía campesina tradicional y los nuevos pobladores en casas suntuosas para pasar los fines de semana o residencias permanentes sin interacción con los residentes antiguos y sin necesidad de incorporarse a la vida comunitaria para el desarrollo de proyectos de interés colectivo. Muchos de estos nuevos pobladores trabajan en Medellín o Rionegro, incluso, viven en el exterior y sólo vienen a la zona en temporada de vacaciones.

Para el caso de la vereda San Ignacio del municipio de Guarne, se hallaron características similares a las condiciones de movilidad de los pobladores del corregimiento de Santa Elena.

Para el caso de las veredas La Quiebra, Yarumal y La Convención del municipio de Rionegro la movilidad poblacional que allí se presenta también obedece a un fenómeno de desplazamiento de la zona urbana a la rural conformada por nuevos pobladores que buscan la oferta ambiental y paisajística del territorio que además mantienen un comportamiento propio que habla de relaciones socioeconómicas y territoriales condicionadas por los siguientes aspectos:

- La posibilidad de comunicación entre la región del oriente antioqueño, la capital del departamento, el país y el mundo, pues allí está ubicado uno de los principales sistemas de transporte aéreo como lo es el Aeropuerto José María Córdoba, el contar con una de las vías de transporte más importante del país como lo es la Autopista Medellín – Bogotá.
- Las ventajas para la articulación a la dinámica económica y comercial departamental y nacional.
- La oferta de tierras impulsadas por el sector inmobiliario propiciando el creciente desarrollo urbano y la generación de procesos de expansión urbana.

Su ubicación, conectividad e infraestructura son un factor estratégico para el desarrollo económico del sector, lo cual, se puede completar con el reconocimiento de unas características más importantes como lo es el impulso en la tecnificación de la actividad agro-industrial y/o del incremento de las actividades económicas de los sectores servicios e industria, asentados en el suelo urbano de Rionegro.

Todas ellas, son consecuentes con la caracterización socioeconómica del sector de Sajonia, condiciones que están contribuyendo a alentar los procesos de movilidad de la población histórica y el cambio de sus condiciones socioeconómicas y culturales tradicionales.

Se presenta otro tipo de movilidad poblacional relacionada con la población flotante que llega al territorio por diversas razones y tienen una demanda de bienes de consumo y de servicios ambientales proporcionados por pequeños hoteles, hostales, centros turísticos, fincas silleteras, el parque Arví, restaurantes, los miradores panorámicos, la Reserva De la Sociedad Civil Montevivo y el Seminario Conciliar, una institución religiosa ubicada en la vereda Las Palmas, que en algunos momentos, propios de su dinámica, su ocupación puede superar los 500 visitantes.

Para el caso de Santa Elena la economía turística se desarrolla básicamente durante los fines de semana, teniendo periodos de mayor afluencia de público en vacaciones escolares de diciembre y

mediados de año. El pico más alto se presenta en agosto durante la Feria de las Flores especialmente el fin de semana previo al Desfile de Silleteros[133].

3.4.1.2 Fuentes de empleo e ingresos de la población

3.4.1.2.1 Fuentes de Empleo e ingresos en el AID Puntual

Los habitantes de la zona donde se construirá el intercambio Baltimore, el portal Palmas del túnel seminario y la vía a cielo abierto occidental, manifestaron que las fuentes de empleo provienen del comercio, del trabajo en el seminario y de la agricultura y sus ingresos oscilan entre 1 y 2 salarios mínimos mensuales.

Para el caso de los habitantes del barrio la Asomadera # 3, que también hace parte del AID Puntual, sus fuentes de empleo provienen de diversas actividades que los ubican en un nivel de estratificación 5, según los datos de la Encuesta de Calidad de Vida de la Alcaldía de Medellín para el año 2010.

Para el caso de los habitantes de la zona donde se construirá el intercambio vial de Sajonia, las fuentes de empleo son más diversas, algunas de ellas ligadas a empresas e industrias ubicadas en los municipios de Rionegro y Medellín, a la producción agrícola tecnificada de familias inversionistas, a establecimientos comerciales. Estos a su vez son generadores de empleo como la mayordomía y otros oficios varios.

3.4.1.2.2 Fuentes de Empleo e ingresos en el AID Local

Las fuentes de empleo en el AID Local del proyecto están relacionadas con la producción agropecuaria, los establecimientos comerciales, los servicios turísticos, el transporte y los servicios institucionales.

Las veredas del AID Local del corregimiento de Santa Elena registran la actividad agropecuaria dentro del sector económico que permite la generación de ingresos locales. Veredas como El Llano, El Plan y El Placer conservan la producción agropecuaria, la floricultura, la extracción de recursos del bosque como tierra de capote y otros oficios más de índole urbano como la construcción, servicios domésticos y oficios varios, entre otros. Estas actividades se complementan con usos asociados a su potencial turístico y con fincas de recreo. La parte alta de la vereda Las Palmas, se caracteriza por tener plantaciones forestales con fines de explotación comercial, según el trabajo de campo realizado.

Los establecimientos comerciales también son una fuente de empleo y de ingresos para la población. En la tabla, se observan los establecimientos encuestados.

Tabla 3-126 - Establecimientos comerciales en encuestados en las veredas El Llano, El Placer, Media Luna y El Cerro

Vereda	Establecimientos Comercial
El Llano	Tienda la frontera
	Tienda El Llano
	La Frontera
	El Silletero
	La Granja de José

[133] Línea Base de los Servicios de Turismo del Corregimiento de Santa Elena, 2009

Vereda	Establecimientos Comercial
El Placer	Vivero Reverdecer
	Ferretería El Placer
Media Luna	Granja Bonanza
	La Cascada
	Las Truchas
El Cerro	Tienda Mixta El Charrascal
	El Mirador Cerro Verde
	Rancho Carrieles
	Las 3 Salidas

Fuente: SIGA – PLYMA, 2013

La zona central de Santa Elena abastece de bienes y servicios a la población rural localizada en el mismo corregimiento y a residentes de otros lugares como la vereda San Ignacio de Guarne; el centro veredal proporciona fuentes de empleo representados en establecimientos comerciales como minimercados, cafeterías, tiendas, salsamentarias, estaderos, restaurantes, peluquerías, papelerías, centro de materiales y ferreterías, entre otros, todas ellas evidenciando posibilidades para la generación de empleo; al respecto se resalta la Comercializadora de Champiñones S.A. que ofrece empleo a 70 personas, en su mayoría, del corregimiento (Ver siguiente Tabla).

Tabla 3-127 - Establecimientos comerciales encuestados en la vereda Santa Elena Sector Central

Vereda	Establecimientos Comerciales	
Santa Elena Central	Café Canela	Agrorios
	Agroposada	Cafetería Santa Elena
	Bar 17 Grados	Caña Brava
	Barbacoa de Cheo	Casita De Madera
	Carnes y Legumbres El Recreo	Comercializadora de Champiñones S.A.
	Charcutería Fany	Depósito de Madera La Gran Variedad
	Cooperativa Multiactiva De Santa Elena	Estadero El Silletero
	Copasana	Ferretería Constructec
	Ebanistería Los Chachos	Granero Santa Elena
	El Desvare	La Roca
	El Silletero	La Rosita
	La Montañita	Los Pinos
	Mercado Celenita	María Flores
	Mercandu	Metálicos M y M
	Pedronel Hincapié Deposito De Madera	Monasterio
	Peluquería Santa Elena	Natural Vie
	Pollo Asado El Paso	Paizason
	Restaurante Fonda La Montañita	Papelería Cobi

Vereda	Establecimientos Comerciales	
	Santa Leña	Punto Universal
	Soñar Y Nada Mas	Ragesco Ltda
	Variedades Diosa	Restaurante Punto Familiar
	Variedades Santa Elena	Unisis
	Venta De Licores, Granos Y Cafetería	Veterinaria Casa Agropecuaria
	Vivero Planta Sana	

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

En San Ignacio, al igual que en las veredas del corregimiento de Santa Elena, las fuentes de empleo e ingresos provienen principalmente de la producción agrícola, la comercialización de flores y plantas ornamentales y pequeños negocios familiares (Ver Tabla que se muestra a continuación). Algunos habitantes están empleados en la zona urbana de Medellín y en el municipio de Rionegro.

Tabla 3-128 - Establecimientos comerciales encuestados en la vereda San Ignacio

Vereda	Establecimiento Comercial
San Ignacio	Tienda Pénjamo
	La Perseverancia
	Ebanistería Las Brisas
	Tienda Las Brisas
	La Pezuña

Fuente: SIGA – PLYMA, 2013.

En las veredas La Quiebra y Yarumal de Rionegro, las fuentes de empleo están directamente relacionadas con la mayordomía, la jardinería y otros servicios que demandan las viviendas y fincas de recreo. En el sector de Sajonia, tiene una fuerte actividad comercial vinculada directamente con la actividad del aeropuerto, tal como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 3-129 - Establecimientos comerciales encuestados en las veredas La Quiebra y Yarumal (sector Sajonia)

Vereda	Establecimiento Comercial
La Quiebra	La Catalana
	Las Brisas Rionegro
	Piamonte
Yarumal	Almanaque
	Combustibles de Colombia
	EL Rancherito
	Estadero y Asados Doña Rosa
	Fonda Puerto Lagrima
	Fonda Típica La Almanaque
	La Frontera (restaurante)
	Parqueadero Bipex
	Parquing El Túnel S.A.S
	TEXACO

Vereda	Establecimiento Comercial
	Vivero tierra Negra

Fuente: SIGA – PLYMA, 2013.

En la figura que se presenta a continuación, se puede observar los porcentajes de la población de acuerdo a su ocupación. Se registró que el mayor grupo poblacional con actividad económica corresponde a la población empleada con el 17.6% de representatividad, seguido por los residentes que se dedican a las labores agropecuarias con el 9.3%. Con menores participaciones, se encuentran otros oficios como conductor, comerciante, pensionado y oficios domésticos. El 3.5% de la población se declara desempleada y el 21.3% corresponde a población estudiantil. El cálculo de la tasa de desempleo es del 10.8%[134].

Con respecto a los ingresos de la población del AID, el 18.8% percibe menos de 1 SMLV, el 51.2% obtiene ingresos entre 1 y 2 SMLV, el 10% reciben más de 3 SMLV. El 10.8% No sabe o No responde[135].

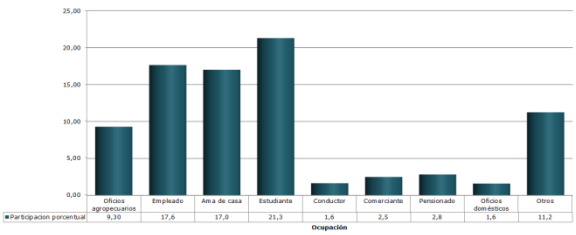


Figura 3-205 - Ocupación de la población del AID

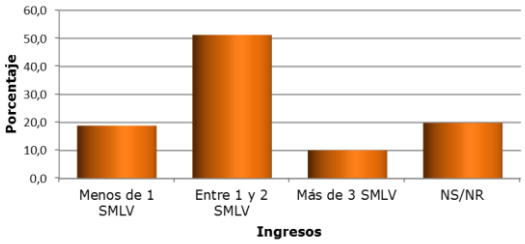


Figura 3-206 - Ingresos de la población encuestada

Otro elemento a tener en cuenta es la informalidad en la vinculación laboral de los empleados, debido a que en su mayoría son negocios familiares de subsistencia económica que no tiene como fin último una actividad lucrativa que genere riqueza.

La población en edad de trabajar equivale al 61.9% de la población, lo que indica una fuerza laboral significativa en el contexto del AID Local. De éstos el 63% son hombres.

3.4.1.3 Nivel de escolaridad

El nivel de escolaridad y de capacitación busca medir el grado de desarrollo cultural y educativo de la población, a fin de conocer la capacidad de las comunidades a adaptarse a las nuevas realidades y de autogestionar su propio desarrollo.

3.4.1.3.1 Nivel de escolaridad en el AID Local

Respecto al grado de escolaridad de la población, y según puede apreciarse en la siguiente figura un grupo poblacional correspondiente al 38,1%, ha cursado o está cursando sus estudios de secundaria, un porcentaje similar correspondiente al 35.3%, está en la actualidad cursando la primaria. Con porcentajes inferiores están las personas que tienen algún estudio universitario (15.2%) y los que tiene estudios técnicos o tecnológicos (7,2%). Sin educación se registra el 2.9% de la población[136].

[134] Población buscando empleo/población económicamente activa*100.
[135] Las estadísticas se obtuvieron a partir de la información de 747 predios.
[136] La base de las estadísticas son 2.499 datos de personas del AID.Sobre este dato del 5% de los encuestados no se obtuvo información y en 59 casos el dato no aplica la encuesta. La categoría de "No aplica" corresponde a niños y niñas menores de cinco años, a predios que estaban

La población asentada en Santa Elena Central y El Llano del AID Local, tienen los niveles educativos más altos, seguidos por La Quiebra y El Cerro (Ver siguiente figura).

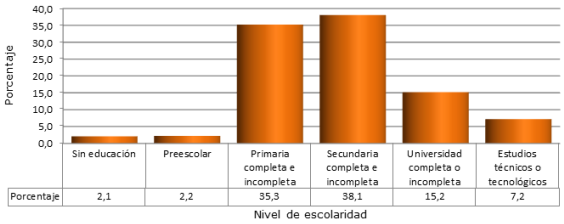


Figura 3-207 - 3 Niveles de escolaridad de la población del AID Local

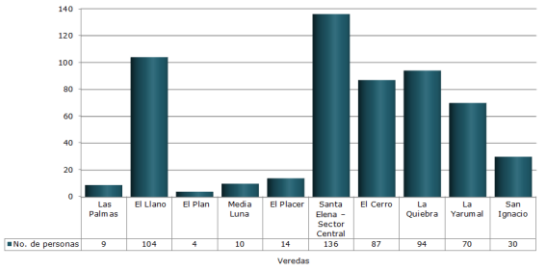


Figura 3-208 - 3 Población con estudios superiores en las veredas del AID Local

3.4.1.3.2 Nivel de escolaridad en el AID Puntual

De la población total localizada en el AID Puntual, 26 personas no tienen estudio, 5 personas cuentan con estudios superiores, 10 personas tienen secundaria y 10 tienen estudios de primaria. De 52 personas no se tiene información[137].

Tabla 3-130 - Nivel de escolaridad en el AID Puntual

Nivel de escolaridad	Número de personas
Primaria	10
Secundaria	10
Estudios superiores	5
Sin estudio	26

Fuente: SIGA – PLYMA, 2013.

3.4.1.4 Salud

En el AID Local, la población encuestada pertenece mayoritariamente al régimen contributivo con una participación del 59%, seguido por el régimen subsidiado que corresponde al 37.2% y sin afiliación el 3.7% de la población. Sobre 99 personas no se obtuvo información.

deshabitados, lotes, etc.

[137] Porque la persona encuestada desconocía la información o porque en el momento de la visita del encuestador no había nadie en la casa.

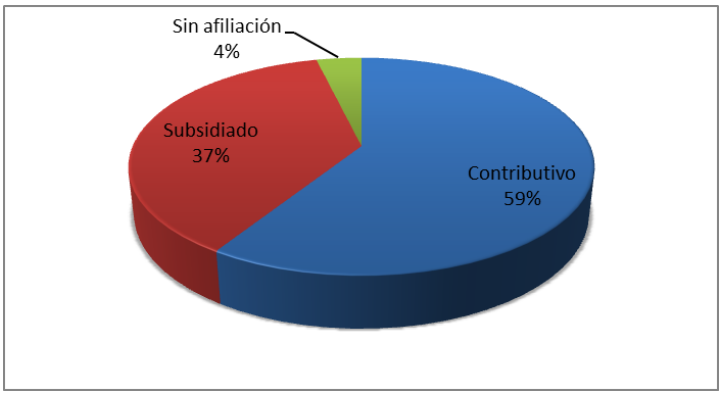


Figura 3-209 - Régimen de salud de la población del AID Local

El 4% de la población sin afiliación corresponde a 97 personas de las cuales 33, son empleados sin contrato, con contrato pero sin afiliación a salud y/o pensión o son independientes.

En el AID Puntual, en el tema de la salud, el comportamiento es similar al del AID Local, así el 65% de las personas encuestadas que suministraron información sobre su afiliación a la seguridad social, hacen parte del régimen contributivo, el 31% pertenecen al régimen subsidiado y el 4% se encuentra sin afiliación.

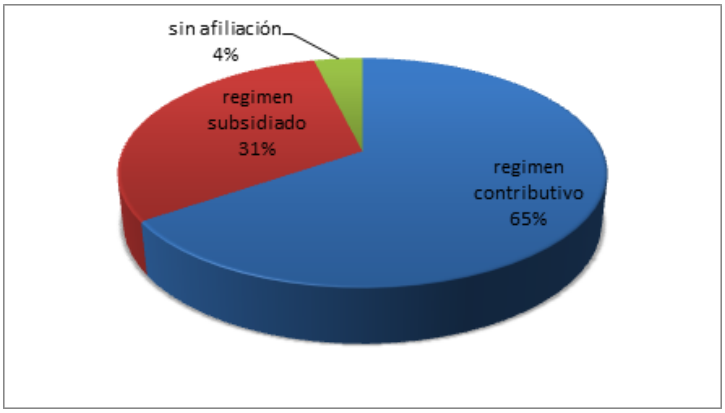


Figura 3-210 - Régimen de salud de la población del AID Puntual

Es de resaltar que en la zona del AID solo hay un centro de salud, ubicado en la zona central de Santa Elena, y únicamente atiende programas de promoción y prevención de la salud. De manera tal, que todas las personas deben desplazarse a las zonas céntricas de Medellín, Rionegro o Guarne para recibir atención.

3.4.2 Perfil habitacional

En el perfil habitacional se abordarán los temas relacionas con la vivienda y el entorno. Se analizará la estratificación de tales viviendas, así como el tipo de los materiales que predominan en su construcción. De igual manera, se presentarán los aspectos relacionados con los servicios públicos referidos al sistema de abastecimiento de agua, disposición de aguas servidas y desechos sólidos.

A continuación se presentará los temas relacionados con la estratificación de las viviendas, tenencia y tiempo de permanencia, las características de la vivienda en cuanto al tipo de materiales predominantes en su construcción y el saneamiento básico.

3.4.2.1 Estratificación de las viviendas

La condición socioeconómica de la población se expresa de muchas maneras, sin embargo, los análisis que llevan a la definición o diferenciación por estratos socioeconómicos son reconocidos a partir de múltiples variables que dan cuenta de las condiciones en que viven las familias y el entorno en el que se encuentran, lo que marca una diferenciación importante para el análisis al interior del territorio (Alcaldía de Medellín, 2010).

A continuación se abordarán los temas relacionados, con la estratificación de la vivienda, la tenencia de la vivienda, materiales predominantes y saneamiento básico.

3.4.2.1.1 Estratificación de las viviendas del AID Local

Según la información obtenida a través de las encuestas, el 58,9% de las viviendas del AID Local corresponden al estrato dos, seguido por el estrato tres con 24,8%. Con participaciones menores se encuentra el estrato 1 con 6,2%, el cuatro con 5,7%, el cinco con 2,4% y por último el seis con 1,9% (Ver siguiente figura).

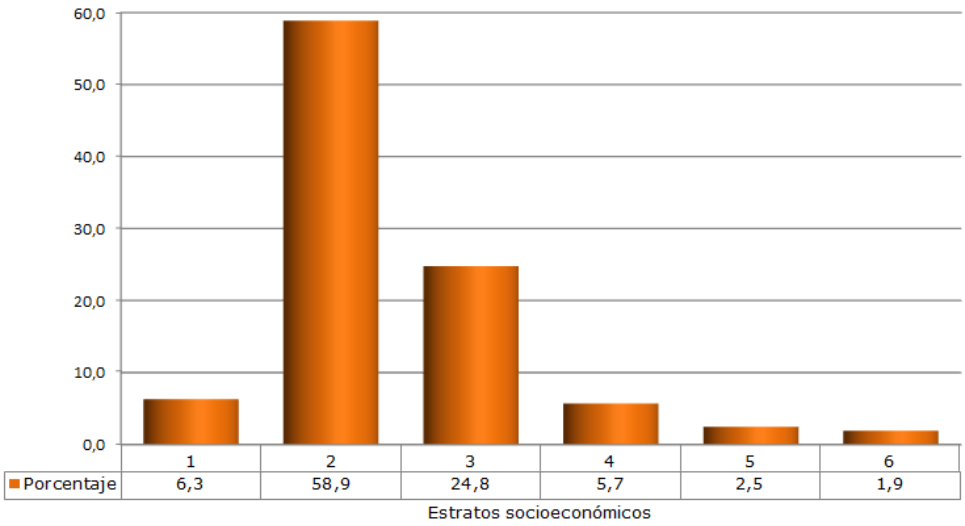


Figura 3-211 - Estratos socioeconómicos de las viviendas o establecimientos encuestados

En la vereda Las Palmas predomina el estrato seis, relacionado principalmente con el predio del Seminario Conciliar de Medellín y otros predios institucionales. En todas las veredas predomina el estrato dos, según se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 3-131 - Estrato predominante en las veredas del AID Local

Municipio / Corregimiento	Vereda	Estrato					
		1	2	3	4	5	6
Municipio de Medellín,	Las Palmas	0,0	0,0	33,3	0,0	0,0	66,7

Municipio / Corregimiento	Vereda	Estrato					
		1	2	3	4	5	6
Corregimiento de Santa Elena	Media Luna	6,7	60,0	20,0	6,7	0,0	6,7
	El Placer	0,0	44,4	38,9	16,7	0,0	0,0
	El Plan	0,0	66,7	33,3	0,0	0,0	0,0
	El Llano	6,7	82,2	9,6	1,5	0,0	0,0
	El Cerro	2,0	61,2	29,6	4,1	3,1	0,0
	Santa Elena - sector Central	4,9	46,6	35,0	12,6	1,0	0,0
Municipio de Guarne	San Ignacio	0,0	88,9	0,0	11,1	0,0	0,0
Municipio de Rionegro	La Quiebra	14,3	51,4	30,0	1,4	1,4	1,4
	Yarumal	9,7	37,1	25,8	8,1	12,9	6,5

Fuente. SIGA – PLYMA, 2013.

3.4.2.1.2 Estratificación de las viviendas del AID Puntual

Al igual que en el AID Local, las viviendas y la población del AID Puntual, en su mayoría, pertenecen a los estratos 2 y 3.

3.4.2.2 Tenencia de la vivienda y tiempo de permanencia

El análisis de la tenencia de la vivienda permite identificar la situación de legalización de la vivienda y/o predios con escritura, así como la cantidad de habitantes sin vivienda propia para establecer el déficit cuantitativo de vivienda.

3.4.2.2.1 Tenencia de la vivienda y tiempo de permanencia en el AID Local

De acuerdo con los resultados de las encuestas, 814 personas identifican la calidad de la tenencia de la propiedad en la que habitan o trabajan, de éstas el 88.2% indica que la propiedad tiene escritura y el 7.7% refiere la propiedad en sucesión. Con porcentajes menores se encuentran propiedad sin escritura (1.6%), compraventa (1.4%), posesión (0.7%) y comodato (0.4%).

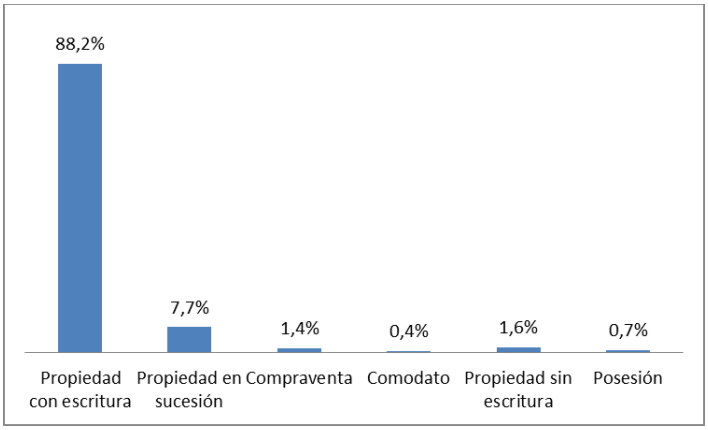


Figura 3-212 -Tenencia de la vivienda en el AID Local

Las posesiones reportadas están en las vereda Santa Elena Sector Central y Media Luna y las propiedades sin escrituras se reportan así: Santa Elena Sector Central (5), Yarumal (6), La Quiebra (1) y San Ignacio (1). Las figuras de comodato se identifican en El Llano y Santa Elena Central, en la primera vereda, se incluye un predio del municipio de Medellín y, en la segunda, un vivero denominado Planta Sana.

En lo relacionado con el tiempo de permanencia, se tiene que el 39.3% de la población reside desde hace menos de 5 años, el 13,86% de los encuestados llegaron hace menos de cinco años y con porcentajes intermedios se encuentran quienes están en el lugar en un periodo comprendido entre 6 a 10 años (16,8%) y de 11 a 15 años (10,3%), según se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3-132 - Tiempo de residencia de la población encuestada

Tiempo	No.	Participación porcentual
Menos de cinco años	265	33,6
6 a 10 años	132	16,8
11 a 15 años	81	10,3
Más de 15 años	310	39,3
Total	788	100,0

Fuente: SIGA – PLYMA, 2013

Las veredas con población más antigua en el área son El Llano (221), Santa Elena Central (198), El Cerro (117), La Quiebra (181), Yarumal (86) y San Ignacio (180). La información de los pobladores que llegaron hace menos de cinco años coincide con estas mismas veredas, evidenciando probablemente la dinámica poblacional existente donde estas veredas tienen mayor presión en cuanto a la ocupación de población foránea y la “tensión” que puede presentarse entre éstos y la población nativa.

3.4.2.2.2 Tenencia de la vivienda y tiempo de permanencia en el AID Puntual

En su mayoría, los predios localizados en el AID Puntual cuentan con escritura de sus viviendas y/o predios, aunque algunos tienen papel de compraventa y otros son poseedores y/o viven en comodato. Con respecto al tiempo de permanencia el intervalo oscila entre 5 y 28 años.

3.4.2.3 Características de las viviendas

El análisis de las características de las viviendas comprende el tipo de materiales que predominan en su construcción, así como el tipo de viviendas (campesinas, campestres, modernas).

3.4.2.4 Característica de la vivienda en el AID Local

En cuanto a la tipología de construcción de la vivienda, se identificaron 1.322 construcciones, el material principal en paredes es ladrillo con el 79%, los techos son principalmente en teja de barro con el 63.9% y los pisos en baldosa con el 59.5%. Algunas viviendas registraron mezclas de materiales como madera, piedra, latas, plástico, materiales sintéticos y guadua, entre otros, y se clasificaron bajo la categoría de "Otro" (Ver siguiente tabla).

Tabla 3-133 - Material de viviendas o establecimientos encuestados

Estructura	Material vivienda o establecimiento	Total	Participación porcentual
Paredes	Ladrillo	1045	79,0
	Bahareque o tapia	76	5,7
	Material Prefabricado	80	6,1
	Madera	68	5,1
	Otro	3	0,2
	S.I.	50	3,8
Total		1322	100,0
Techos	Zinc	29	2,2
	Eternit	342	25,9
	Teja de barro	845	63,9
	Concreto	36	2,7
	Otro	11	0,8
	S.I.	59	4,5
Total		1322	100,0
Pisos	Cemento	321	24,3
	Tierra	10	0,8
	Madera	51	3,9
	Baldosa	786	59,5
	Otro	4	0,3
	S.I.	150	11,3
Total		1322	100,0

Fuente: SIGA – PLYMA, 2013

S.I. Sin información

Adicionalmente a estas construcciones, se encuentran en la zona otras infraestructuras asociadas a las actividades productivas que se desarrollan en los predios, en este orden de ideas, se identificaron establos (18), viveros (19), galpones (31) e invernaderos (16), entre otros (Ver ítem Actividades productivas).

En la foto, se puede observar el tipo de viviendas que se encuentra en el AID.

Foto 3-1 - Tipología de vivienda del AID del proyecto

Foto 3-2 - Tipología de vivienda del AID del proyecto

Aunque aún existen viviendas campesinas en la zona, las viviendas campestres y de recreo han aumentado en los últimos años tal y como se observa en la foto anterior.

Los resultados de las encuestas indican también que de las 1,322 viviendas o establecimientos identificados, el 85% cuenta con el servicio de energía eléctrica, el 64.7% tiene servicio de recolección de basura, el 55.2% cuenta con servicio de telefonía fija y el 25% tiene internet.

3.4.2.4.1 Características de las viviendas del AID Puntual

Las siete viviendas localizadas en el AID Puntual, específicamente al occidente del proyecto, sobre la vía a cielo abierto en el sector de la espadera, están construidas en materiales sólidos como ladrillo, plancha de concreto y pisos en baldosa. De manera específica, la encuesta registra lo siguiente:

Tabla 3-134 - Características de construcción viviendas localizadas en el AID Puntual

Estructura	Material vivienda o establecimiento	Total	Participación porcentual
Paredes	Ladrillo	7	100
Total		7	100
Techos	Eternit	2	28,6
	Teja de barro	2	28,6
	Concreto	3	42,9
Total		7	100
Pisos	Cemento	3	42,9
	Baldosa	4	57,1
Total		7	100

Fuente: SIGA – PLYMA, 2013.

Todas las viviendas encuestadas cuentan con energía eléctrica, tres cuentan con telefonía fija e internet.

3.4.2.5 Servicios públicos domiciliarios en el AID

En el tema del saneamiento básico se analizarán los aspectos relacionados con el abastecimiento de agua y la disposición de las aguas servidas y los desechos sólidos.

3.4.2.5.1 Abastecimiento de agua en el AID Local

Respecto al abastecimiento de agua, 784 predios registran información sobre acueductos[138]. Los resultados muestran que el 42,4% de los predios toman agua del Acueducto Multiveredal Santa Elena, seguido por el Acueducto San Pedro con el 23%. ASUASI registra el 13.2% de sus usuarios, Acueducto Aguas del Mirador registra 9,8%. En un porcentaje más bajo, comparativamente, se presentan los usuarios de ARSA (3.8%), YARUMAGUAS (2.1%), Corporación Acueducto Rancherías (1.2%)[139], Acueducto Media Luna (1.5%) y Aguas del Progreso (0.8%). Algunos acueductos abastecen a varias veredas y barrios, según se aprecia en la tabla.

Tabla 3-135 - Acueductos que abastecen las veredas del AID Local

Acueducto / Vereda	El Llano	El Plan	Media Luna	El Placer	Santa Elena – Sector Central	El Cerro	San Ignacio	La Quiebra	Yarumal	Total
Acueducto Aguas del Mirador	-	-	-	-	-	-	6	66	5	77
Acueducto Media Luna	-	-	12	-	-	-	-	-		12
Acueducto Multiveredal Santa Elena	8	8	-	16	185	100	11	5	-	333
Acueducto San Pedro	170	8	1		2					181
Aguas del Mirador y Yarumaguas	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Aguas del Progreso	-	-	-	-	-	-	-	7	-	7
ARSA	-	-	-	-	-	-	-	-	30	30
ASUASI	-	-	-	-	1	-	99	4	-	104
Aguas del Mirador	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2
Corporación Acueducto Rancherías	-	-		-	-	-	-	2	8	10
YARUMAGUAS	-	-	-	-	-	-	-	4	13	17
Sin Información (S.I.)[140]	-	-	-	-	-	-	2	4	4	10
Total general	178	16	13	16	188	100	118	95	60	784

Fuente: SIGA – PLYMA, 2013.

Ahora, de los predios encuestados, 443 predios se abastecen tanto del acueducto como de fuentes alternas (nacimientos y quebradas). Estas fuentes alternas son La Onda, Cerro Verde, El Progreso, Las Faldas, Los Atehortúa, San José, Villa Nueva y Villa Teresa, La Salazar entre otros. Las veredas Santa Elena Central, San Ignacio, La Quiebra, El Cerro y El Llano son las que emplean en mayor proporción agua de nacimiento. El Seminario Conciliar, ubicado en la vereda Las Palmas, se abastece de la quebrada La Poblada, de otras fuentes y también cuentan con acueducto de

[138] Descontando los lotes que clasifican en la categoría de N.A. y los que no cuenta con información relacionada.
[139] Este acueducto se encuentra por fuera del AID Local y Puntual, sin embargo abastece a una fracción de la población de la vereda Yarumal, sector Sajonia.
[140] Se refiere a las personas que desconocen el nombre del acueducto del cual se abastecen.

Empresas Públicas de Medellín, pero éste solo se usa cuando la temporada de verano disminuye los caudales de las otras fuentes.

Ahora, en el AID Local se encuentran localizadas varias captaciones o fuentes abastecedoras de agua que surten a los acueductos del AID y a otros localizados por fuera del AID[141] se incluyeron porque la cercanía al proyecto se encuentra al interior de las cuencas y porque abastecen una fracción del AID, tal como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 3-136 - Captaciones para acueductos en el AID Local

Vereda	Fuente abastecedora (captación)	Acueducto abastecido	Caudal Concesionado	Usuarios
Media Luna	Santa Elena	Circuito La Cascada (de EPM)	120 l/s	4,404 usuarios
La Quiebra (parte alta)	Los Parra y Los Atehortúa	Corporación Aguas del Mirador	0,87l/s.	125 usuarios
Piedra Gorda	Los Chiqueros	Corporación De Asociados Del Acueducto De Las Flores	Concesión en trámite	1,044 usuarios
Santa Elena Central	Santa Elena	Corporación Acueducto Multiveredal Santa Elena	Concesión en trámite	1,034 usuarios residenciales y cuatro grandes consumidores
El Placer	Santa Bárbara	Corporación Acueducto Media Luna	1,0127 l/s.	216 usuarios
El Llano	San Pedro	Corporación Acueducto San Pedro	9,04 l/s.	1,002 usuarios
Santa Elena Central	La Mina, La Negra1 y La Negra 2	Asociación de Usuarios del Acueducto de San Ignacio (A.S.U.A.S.I)	4,81 l/s.	319 usuarios
Yarumal	La Floresta y El Pasivo	Cooperativa Yarumal de Aguas LTDA.	3,59 l/s.	272 usuarios
Yarumal	Yarumal	Acueducto Conhydra	35 l/s.	2 usuarios (Aeropuerto y Hotel Movich)
Yarumal	Yarumal	Asociación de Usuarios del Acueducto Rural Sajonia Alto Vallejo (ARSA)	20,55 l/s.	495 usuarios domésticos, 304 usuarios comerciales y cinco grandes consumidores
				Total 804 usuarios
La Quiebra (parte alta)	Los Atehortua	Acueducto El Progreso	0,238 l/s.	20 usuarios

Fuente: Información suministrada por Juntas de Acueducto Media Luna, Las Flores, Multiveredal Santa Elena, ASUASI, ARSA, YARUMAGUAS, El Progreso. Complementada con información tomada en campo.

[141] Estos acueductos son el Acueducto Las Flores y la Cooperativa Yarumal de Aguas, los cuales tienen la captación dentro de las cuencas del AID y suministran de agua a varios usuarios del AID.

3.4.2.5.2 Abastecimiento de agua en el AID Puntual

El abastecimiento de agua en el AID Puntual se da a través de fuentes o afloramientos. Las fuentes mencionadas por las personas encuestadas fueron: las quebradas La Cangreja, La India y Chupadero.

Durante el trabajo de campo realizado se identificaron varias captaciones para acueductos que se abastecen de la quebrada La Espadera, la cual se encuentra localizada en la vía a cielo abierto occidental. El Seminario Arquidiocesano Redemptoris Mater, ubicado en la vereda Media Luna, se abastece de la quebrada El Chupadero y de un nacimiento en el predio. Los acueductos que se abastecen de tales captaciones son:

Acueducto Ocho de Marzo.

Este acueducto surte una fracción del barrio Ocho de Marzo que se encuentra localizado en la Comuna 8 del municipio de Medellín[142]. Es un acueducto comunitario que abastecen a 300 viviendas que equivalen a 1.818 personas aproximadamente[143]. Desde sus inicios ha operado a través de la Junta de Acción Comunal[144]. Este tiene concesión otorgada por CORANTIOQUIA, quien le hace la inspección de manera regular para la verificación del estado de la infraestructura.

Algunas viviendas cuentan con el servicio de acueducto de Empresas Públicas de Medellín y del acueducto Comunitario, la diferencia tarifaria entre uno y otro hace que la gente privilegie el uso del comunitario que no tiene medidor y que tiene una tarifa de $2000. Las personas que tienen los dos sistemas emplean el de EPM para el consumo humano y el comunitario para las labores del hogar, lavado de vehículos, de calles, entre otros.

Acueducto Juan Pablo II

El acueducto surte al barrio Juan Pablo II de la Comuna 8. Es un acueducto comunitario que en determinado momento llego a surtir 400 viviendas que ahora han disminuido debido al conflicto que se vive en la zona.

Algunas viviendas cuentan con el servicio de acueducto de Empresas Públicas de Medellín y del acueducto Comunitario, la diferencia tarifaria entre uno y otro hace que la gente privilegie el uso del comunitario que no tiene medidor y que tiene una tarifa de $2000. Si bien, las personas cuentan con los dos sistemas, recurren al comunitario cuando les ha sido suspendido el servicio de EPM por falta de pago.

Acueducto Barrios de Jesús

Este acueducto surte una parte de Barrios de Jesús y lo administra la Junta de Acción Comunal, su fuente de abastecimiento es la quebrada La Espadera.

Acueducto La Palma - Media Luna

Surte al sector La Palma de la vereda Media Luna y algunas viviendas del barrio Ocho de Marzo, tienen 125 suscriptores, con un promedio de 567 beneficiarios. La fuente de abastecimiento es la quebrada la Espadera. No cuentan con acompañamiento o asesoría de Empresa Públicas de Medellín o la Corporación Ambiental.

[142] Este barrio se encuentra por fuera del AID Local y Puntual.
[143] En el momento hay viviendas con el servicio cortado por no pago y aproximadamente 20 no tienen servicio de agua.
[144] El acueducto comunitario se conformó hace más de 20 años, en aquella época, la comunidad barrial creó convites con el fin de reunir fondos para su construcción. El municipio de Medellín donó la tubería y la comunidad compró los tanques para el almacenamiento del agua.

En la siguiente tabla, se muestran las captaciones que surten estos acueductos:

Tabla 3-137 - Captaciones localizadas en el AID Puntual

Vereda	Fuente abastecedora (captación)	Acueducto abastecido	Caudal Concesionado	Usuarios
Media Luna y Las Palmas	Quebrada La Espadera	Acueducto Ocho de Marzo	Concesión en trámite	300
		Acueducto Juan Pablo II	Sin concesión en la actualidad	400
		Acueducto Barrios de Jesús	S.I.	S.I.
		Acueducto La Palma - Media Luna	0,73 l/s	140

Fuente: SIGA – PLYMA, 2013.

3.4.2.5.3 Disposición de aguas residuales y desechos sólidos en el AID

Según las encuestas realizadas en el AID del proyecto, predomina el uso de pozos sépticos para la disposición de aguas servidas, con un 60,9% de las viviendas, el 1.7% con sistema de alcantarillado, el 0,7% con letrina y del 36,7% se carece de información precisa[145].

En relación al manejo de los residuos sólidos, en el AID del proyecto se cuenta con un buen servicio público de recolección. La mayoría de las viviendas separan el material orgánico e inorgánico. El orgánico se utiliza para alimentar los animales, como abono y, en algunos casos para compostaje. El inorgánico se saca al carro recolector y, en el caso de Santa Elena, cuentan con la Asociación de Recicladores de Santa Elena.

[145] En el momento de la visita del encuestador, en la vivienda no había nadie para responderla.

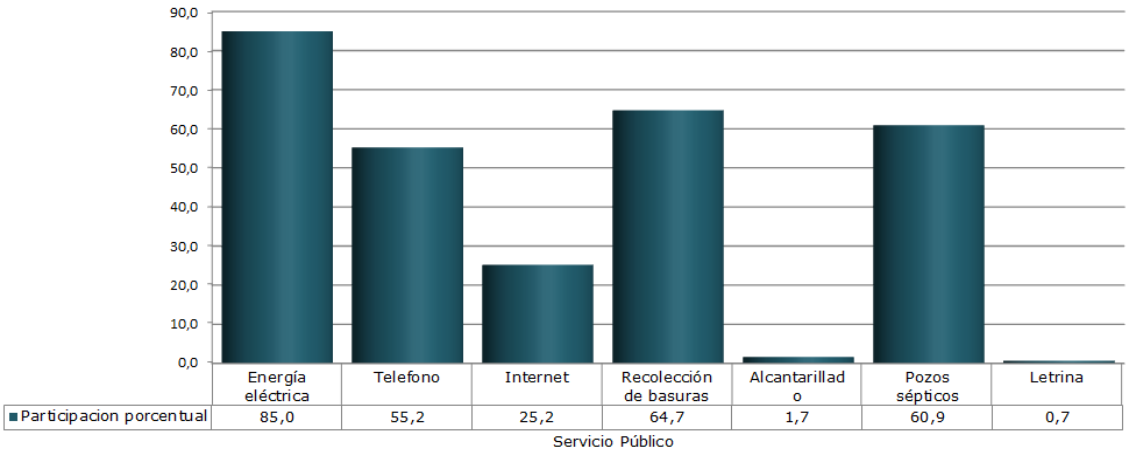


Figura 3-213- Prestación de servicios de energía, telefonía, internet y recolección de basuras en las viviendas o establecimientos encuestados

Con respecto a servicios como la energía eléctrica, internet y la telefonía, se cuenta con redes de distribución en todo el AID. Sin embargo, no todas las viviendas cuentan con todos los servicios. Es de resaltar, que la mayoría de viviendas y restaurantes utilizan el gas propano para cocinar.

3.4.3 Infraestructura física y vial del AID

En términos de infraestructura física del orden institucional en Santa Elena Central está conformada por: La Casa de Gobierno, el Comando de la Policía Metropolitana, La Biblioteca Pública Margarita Córdoba de Solórzano, la sede del Instituto de Deportes (INDER), el Centro de Salud de METROSALUD, la Parroquia de Santa Elena, El Coliseo y la Institución Educativa Santa Elena, estas se encuentran en buenas condiciones y se presta un servicio de calidad.

En las veredas está representada en instituciones educativas que atienden población tanto de primaria como de bachillerato. Estas instituciones son: Centro Educativo de Media Luna, Centro Educativo del Plan, Centro Educativo El Placer, Centro Educativo El Cerro.

En términos de la infraestructura física del orden comunitario se puede referenciar que en las veredas que forman parte del AID todas cuentan con sedes comunitarias de las Juntas de Acción Comunal y con placas deportivas. Tienen acueductos comunitarios y de acuerdo a su forma organizativa cuentan con oficinas de atención a los usuarios, unas de ellas ubicadas en las veredas y otras, como el Multiveredal Santa Elena, ubicado en la zona central.

3.4.3.1 Características de la Infraestructura vial

El AID del proyecto está influenciada por una vía de carácter departamental, denominada vía Santa Elena, y que tiene el propósito de integrar el centro subregional de la capital de Antioquia con los municipios del Valle de San Nicolás y dinamizar las actividades económicas agrícolas y de conectividad. También cumple una función trascendental en relación a la movilidad vial de personas que se desplazan de los municipios de Rionegro, Guarne y principalmente de Santa Elena al centro de la ciudad. De igual manera, permite la interconectividad entre estos municipios y las veredas del AID. Esta vía permite llegar en 45 minutos del centro de Medellín a Santa Elena en un recorrido de 17 kilómetros y al municipio de Rionegro en 1 hora y 40 minutos.

La vía Las Palmas conecta el centro de la ciudad con el aeropuerto José María Córdova, presenta mejores condiciones de infraestructura vial que la vía Santa Elena y a la altura de Envigado cuenta con un peaje, por esta vía también se puede llegar al corregimiento de Santa Elena, estableciendo desde ahí una relación con el AID.

La vía a Santa Elena en el Km. 10 + 700 presenta hundimiento en la banca. En su recorrido por el sector La Palma de la vereda Media Luna presenta agrietamiento, erosión y movimientos en masa lentos que son favorecidos por el corte del nivel freático en la vía, que se incrementan en épocas de invierno ocasionando todo tipo de problemas de movilidad.

Las vías internas en el AID permiten la conexión de las veredas con las zonas céntricas de los municipios cercanos. Las vías veredales, además de permitir el desplazamiento interno, posibilitan el transporte de los productos agrícolas hacia los lugares de comercialización y son un valor agregado de los predios. A nivel general, estas vías están en buenas condiciones con excepción de algunos accesos a predios ubicados en la vereda El Llano que, por falta de planificación, no cuentan con accesos adecuados y los que hay presentan alto deterioro.

La infraestructura vial de las veredas de la zona de influencia del municipio de Rionegro, está constituida por carreteras destapadas para cada una de las veredas, las cuales se encuentran a 8 Km., 14,5 Km. y 13,5 Km. de distancia a la cabecera municipal desde las veredas La Convención, La Quiebra y Yarumal respectivamente. En este sentido, llegar desde cada una de las veredas al centro urbano del municipio tarda 11 minutos desde la primera, 17,3 minutos desde la segunda y 20 minutos desde la tercera[146].

La empresa TRASANCOOP presta servicio de transporte interveredal en las veredas del corregimiento de Santa Elena (excepto a la vereda El Cerro), y a la misma vez, favorece la conexión con el centro de la ciudad de Medellín. En el corregimiento no existe terminal de transportes, por lo cual, se cuenta con dos puntos de acopio, el primero, ubicado el sector de Santa Elena Central y, el segundo, en el centro de ciudad de Medellín. En las veredas del municipio de Yarumal y la Quiebra del municipio de Rionegro sus habitantes utilizan el transporte que cubre el trayecto Medellín-Rionegro-Medellín por la vía de Santa Elena y los de la vereda San Ignacio del municipio de Guarne usan el transporte de Santa Elena.

3.4.4 Actividades productivas

Las actividades productivas del AID del proyecto se relacionan con la actividad agrícola, pecuaria, piscícola y forestal. En la actividad agrícola se describirá principalmente los sistemas de producción de cultivos permanentes, transitorios y confinados relacionados con las hortalizas, la papa, el maíz, el frijol, los frutales, las flores y follajes. En la actividad pecuaria se hará referencia a la producción lechera y especies menores y en la actividad forestal se describirá la explotación comercial y su importancia para algunas veredas del AID.

La actividad agropecuaria ha estado restringida, desde principios del siglo XX, por la construcción de la represa de Piedras Blancas, ya que en aquella época era una de las fuentes para abastecer de agua potable a la creciente población de la ciudad de Medellín[147]. En este sentido, la producción agrícola campesina ha sido, principalmente, para el autoabastecimiento de sus habitantes y muy ocasionalmente ha provisto a la ciudad de alimentos (PEOC, 2010). En períodos más recientes la

[146] Concesión del Túnel Aburrá-Oriente, 2012
[147] Particularmente el centro y oriente de Medellín, el circuito la Montana y Santo Domingo.

agricultura ha perdido importancia, sin embargo, sigue siendo significativa para los productores campesinos, pues la realidad es que muchas familias siguen derivando sus ingresos del trabajo en la agricultura de productos perecederos como la papa, la mora, las hortalizas, algunos frutales de tierra fría, hierbas aromáticas y el cultivo de flores, lo que se complementa con otras actividades como la extracción de productos del bosque (musgo y tierra de capote), la venta de servicios y de mano de obra en fincas (PEOC, 2012, pág. 1065).

En el área de influencia directa del proyecto, la tendencia es similar a la descrita anteriormente. Es decir, las actividades productivas relacionadas con los cultivos y la producción pecuaria han perdido importancia por la fragmentación predial para construir, viviendas campestres de recreo y parcelaciones, así como a la presión urbana que ejercen los municipios vecinos. De igual manera, en el AID del proyecto en particular y el corregimiento de Santa Elena en general, se han consolidado, en los últimos años, como zonas con alta importancia ambiental con potencialidades escénicas y paisajísticas, recreación y conservación de la biodiversidad.

3.4.4.1 Descripción general de las actividades productivas del AID

La caracterización general de las actividades productivas se realizó sobre cada una de las veredas del Área de Influencia Directa (AID) del proyecto Conexión Vial Aburrá Oriente. El AID comprende tanto el Área de Influencia Directa Local (AIDL)[148] como el Área de Influencia Directa Puntual (AID)[149].

El AID está delimitado por las cuencas de Santa Elena, La Yarumal y La Cascada, estas hacen parte de los municipios de Medellín, Rionegro y Guarne respectivamente. A su vez, cada cuenca se encuentra subdividida en veredas de la siguiente manera:

De la cuenca Santa Elena hacen parte las veredas Las Palmas, Media Luna, una fracción de la vereda El Placer, Santa Elena Central, El Cerro, una fracción de la vereda El Plan y El Llano. De la cuenca Yarumal hacen parte las veredas La Quiebra, Yarumal, el sector de Sajonia y una fracción de la vereda La Convención y de la cuenca La Cascada, la vereda San Ignacio. En la Tabla 3.20 se puede observar que la mayoría del área del AID se encuentra en la cuenca de Santa Elena con 1.488 hectáreas (60%) y 7 veredas de las 13 que forman el AID, le sigue la cuenca de Yarumal con 769,9 hectáreas (33%) y 3 veredas, por último, sigue la cuenca de La Cascada con 174 hectáreas (7%) y una vereda.

La caracterización de las actividades productivas se hizo para cada vereda o fracción de vereda teniendo en cuenta, principalmente, cuatro fuentes de información: el análisis de la información primaria recogida a través de las encuestas aplicadas sobre cada uno de los predios del AID, el análisis de la información sobre las Coberturas Vegetales y aerofotografías de la zona del año 2011, así como de los recorridos de campo realizados por los técnicos de la consultoría SIGA PLYMA y la revisión de la información secundaria, especialmente del Documento: "*Diagnóstico Propositivo del Plan Especial de Ordenamiento del Corregimiento de Santa Elena-PEOC*", elaborado por el Grupo HTM para la oficina de Planeación Municipal de Medellín en el año 2010.

[148] Se encuentran las veredas Las Palmas, Media Luna, Santa Elena Central, El Llano, El Cerro, El Plan, El Placer, La Quiebra y Yarumal.
[149] Incluye las veredas de Las Palmas, Media Luna y Yarumal.

El análisis de las coberturas vegetales de mosaicos de pastos y cultivos[150], cultivos transitorios[151], cultivos confinados[152] y cultivos permanentes arbóreos[153], permiten referenciar la importancia de la actividad agrícola en el AID.

Tabla 3-138 - Delimitación del AID del proyecto Conexión vial Aburrá-Oriente

Cuenca	Vereda	Área por vereda(ha)	Área por cuenca (ha)
Santa Elena	La Palmas	366,9	1.488
	Media Luna	296,4	
	El Placer	103,9	
	Santa Elena	279,7	
	El Cerro	234,6	
	El Plan	38,4	
	El Llano	168,1	
La Yarumal	La Quiebra	408,1	769,9
	Yarumal	334,6	
	La Convención	27,2	
La Cascada	San Ignacio	174	174
Área del AID			2.431,9

Fuente: Consorcio Siga-Plyma 2013.

De acuerdo, con la siguiente figura, las veredas El Llano y El Cerro (de la cuenca Santa Elena) tienen el mayor porcentaje de coberturas en mosaicos de pastos y cultivos. Su participación alcanza el 4,54% y el 3.11% respectivamente. En total, el 16% del área del AID se encuentra en mosaicos de cultivos y pastos correspondientes a 416 hectáreas. Algunas veredas como Las Palmas de la cuenca Santa Elena y La Convención de la cuenca Yarumal, no tienen este tipo de coberturas, allí predominan las plantaciones forestales y las viviendas campestres, respectivamente.

Con respecto a las coberturas de Cultivos transitorios, de acuerdo con la Figura 16, las veredas El Cerro, Santa Elena Central (8,44%), San Ignacio (0,22%) y Yarumal (0,10%) son las más representativas en todo el AID del proyecto. Así, el 9% del área del AID, que equivalen a 8,6 hectáreas, está en cultivos transitorios.

[150] Corresponden a esta categoría tierras ocupadas por pastos asociados a viviendas campestres y cultivos de hortalizas y verduras en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño, inferior a una hectárea, y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual.
[151] Son aquellos cuyo ciclo vegetativo es generalmente menor a un año y tienen como característica fundamental que después de la cosecha se deben volver a sembrar para obtener una nueva cosecha.
[152] Comprenden las tierras ocupadas por cultivos bajo infraestructuras de invernaderos, principalmente dedicadas al cultivo de flores, frutales y hortalizas. Incluye toda aquella estructura cerrada cubierta por materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener unas condiciones artificiales de microclima, y con ello cultivar plantas en condiciones óptimas.
[153] Comprende los territorios dedicados a cultivos cuyo ciclo vegetativo es mayor a un año, produciendo varias cosechas sin necesidad de volverse a plantar.

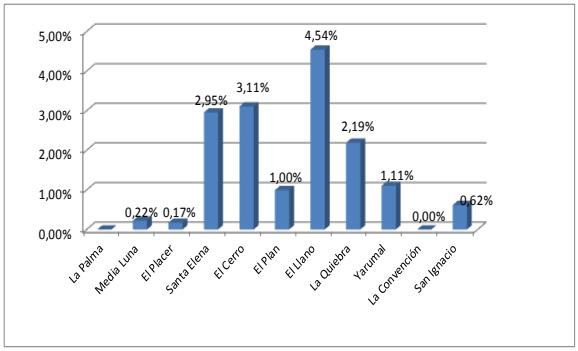


Figura 3-214 - Porcentaje de mosaico de cultivos y pastos por vereda en el AID

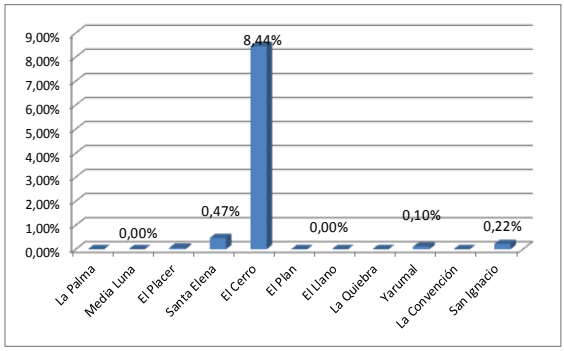


Figura 3-215 - Distribución porcentual de la cobertura vegetal Cultivos Transitorios por vereda en el AID

Con respecto a la cobertura de cultivos confinados en el AID, la siguiente figura indica que El Cerro con el 0,11% es la vereda con el mayor porcentaje de participación sobre el total del área del AID, le sigue la vereda Santa Elena central con el 0,10%. Las veredas El Llano, La Quiebra y Yarumal tienen este tipo de cultivos sin embargo, no alcanzan ni el 1% de participación en el área total del AID. Esta cobertura sólo alcanza el 0,30%, en toda el AID, lo que equivale a 7,7 hectáreas.

Con respecto a los cultivos permanentes de frutales, las veredas La Quiebra, Yarumal, El Cerro y San Ignacio son las más representativas. Estos cultivos son, principalmente, de aguacate y tomate de árbol en diferentes etapas de producción y cubren el 1,25% del área total del AID; equivalentes a 33 hectáreas.

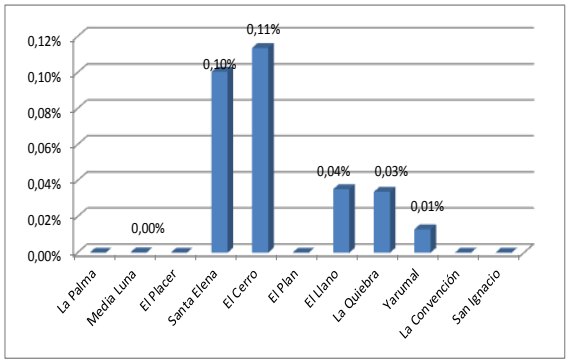


Figura 3-216 - Distribución porcentual de la cobertura vegetal Cultivos Confinados por vereda en el AID

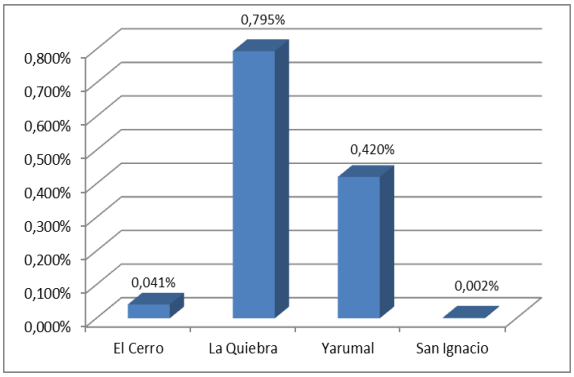


Figura 3-217 - Distribución porcentual de la cobertura vegetal Cultivos Permanentes Arbóreos por vereda en el AID

En resumen, y de acuerdo con el análisis de las coberturas vegetales, las veredas El Llano, El Cerro y Santa Elena Central (de la cuenca Santa Elena) tienen la mayor actividad agrícola en todo el AID del proyecto, también son importantes las veredas La Quiebra y Yarumal (de la cuenca Yarumal) por sus cultivos arbóreos (frutales).

La revisión de las coberturas vegetales del AID permite confirmar que en el área de estudio, la actividad agrícola está cediendo a la alta presión de la construcción de parcelaciones y viviendas campestres, de tal manera que las áreas dedicadas a la producción agropecuaria son cada vez menores y pierden importancia frente a otros usos del suelo.

Con respecto a la actividad pecuaria, el análisis de la información primaria y secundaria, permite inferir que la producción de leche, aves de engorde y la piscicultura son las más representativas en el AID. También la cría de especies menores, especialmente para el autoconsumo. Las veredas La Palma y Media Luna (de la Cuenca Santa Elena) son las más representativas en la producción de truchas y la producción de leche en la vereda Santa Elena Central, en el sector de Paisandú.

A continuación se detalla cada una de estas actividades para cada una de las veredas de la AID del proyecto:

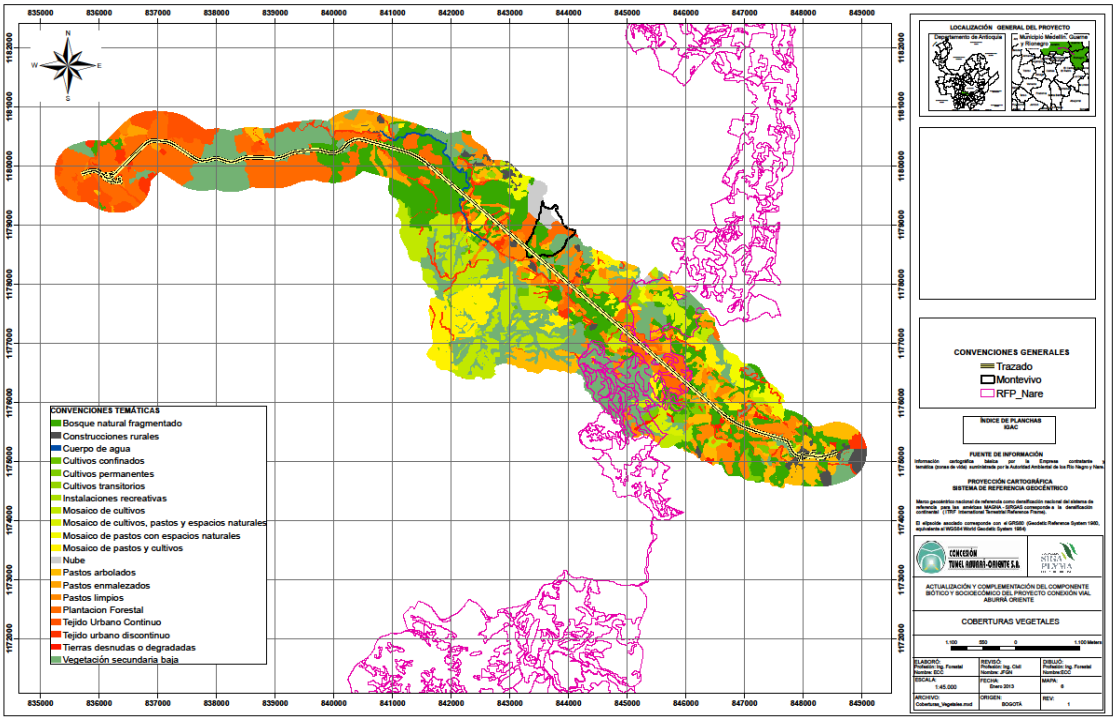


Figura 3-218 - Coberturas vegetales del AID del proyecto

3.4.4.2 Actividad Agropecuaria en el AID de la Cuenca Santa Elena

3.4.4.2.1 Agricultura

La agricultura se encuentra diseminada en el territorio, sin embargo se ha logrado establecer que su localización está en la altiplanicie (veredas El Cerro, El Llano, Santa Elena Central, El Plan y El Placer) y es poca la actividad en la vertiente (veredas Las Palmas y Media Luna). Específicamente, es frecuente este tipo de actividad, allí donde existe una mayor subdivisión de predios y en el entorno de las vías (PEOC, 2010, pág.1066).

De acuerdo con la Secretaría de Agricultura Departamental en la Evaluación Agropecuaria Municipal (Consenso Agropecuario) del año 2008 (citado por PEOC, 2010), los cultivos permanentes en la Cuenca de Santa Elena corresponden a tomate, fresa, mora, col, breva y café y los cultivos transitorios son: fríjol, lechuga, pimentón, remolacha, repollo, zanahoria, papa capira, coliflor, cilantro, habichuela, tomate chonto, espinaca y apio principalmente.

3.4.4.2.2 Comercialización de la producción agrícola y pecuaria

La producción agrícola ha estado ligada a los mercados de Medellín, Guarne y Rionegro, a través de diferentes vínculos comerciales, pero en igual medida, y por mantener rasgos de economía campesina, dedican parte apreciable de la producción al autoconsumo. El destino de la producción es principalmente el mercado de Medellín, seguido de Rionegro para la papa; la mora tiene dos grandes mercados, uno es Medellín y otro el municipio de Guarne, gran parte de esta producción se envía a la región de la costa Atlántica (PEOC, 2010, pág. 1068).

De igual manera, buena parte de la producción se comercializa localmente, en las fincas cercanas y/o con los vecinos, en las tiendas y distribuidoras del corregimiento de Santa Elena. Así mismo, el mercado de la Plaza de flores es un referente fundamental no solo por la comercialización de las flores sino también de otros productos como hortalizas, papa y mora.

3.4.4.2.3 Relaciones de trabajo

Los predios dedicados a la agricultura cuyas formas de producción son tradicionales, presentan muy baja disponibilidad de tierras, trabajo familiar, poca disponibilidad de capital y utilización de insumos elaborados a partir de productos de la misma finca, características vigentes de formas de economía campesina. En las explotaciones pequeñas (que son la mayoría) las labores de siembra, cuidado y cosecha son realizadas con mano de obra familiar en las que participan hombres, mujeres y niños[154].

El tamaño promedio en los predios agrícolas es en áreas muy pequeñas (de 1,96 has); lo que necesariamente orienta al predio a aquellos cultivos de ciclo más corto, pero que permite al mismo tiempo una mayor utilización de la fuerza de trabajo familiar y un flujo regular de ingresos[155].

3.4.4.2.4 Actividad pecuaria

Con respecto a la producción pecuaria, está representada por la ganadería de bovinos para la producción de leche, la piscicultura, y la producción de especies menores. La actividad ganadera se dedica a la producción de leche cruda, en especial con ganado de la raza Holstein, tanto para la venta como para el autoconsumo de las familias; adicionalmente, se deriva un mercado secundario de los animales, en especial de vacas lecheras y sobre todo de terneros.

Este tipo de ganadería se encuentra diseminada en pequeñas unidades muchas veces en mixturas con la agricultura o con viviendas y por tratarse de una actividad campesina su producción por lo general es para el autoconsumo de las familias, ya sea como leche cruda o en la producción de queso[156].

En Santa Elena Central, se destaca la presencia de la finca Paysandú de la Universidad Nacional de Colombia, dedicada en un área extensa a pasturas para la producción de leche. Su propósito, más que el beneficio económico, es el desarrollo de programas académicos como agronomía y zootecnia, en ella se hace un manejo tecnificado de las pasturas, se hace mejoramiento genético

[154] PEOC, 2010, pág.1069
[155] PEOC, 2010, pág.1069
[156] PEOC, 2010, pág. 1076

de los animales y su aprovechamiento en el ordeño se realiza en forma mecanizada. La producción de la leche se destina a procesos de elaboración de productos lácteos como quesos y yogures[157].

La comercialización, según lo señalado en el estudio de Plan Maestro del Parque Arví[158], es con COLANTA, que recoge la producción de la mayoría de las fincas productoras, tanto de pequeña producción como las de mayor volumen.

3.4.4.2.5 Piscicultura

La actividad piscícola más importante en el AID de la cuenca de Santa Elena se desarrolla en la vereda Media Luna. La producción es básicamente de truchas que abastecen el mercado local y comercial de la zona. Cuenta con ventajas en cuanto a la calidad y temperatura de las aguas.

Esta actividad se encuentra entre las opciones de complementariedad de las economías campesinas y hace parte de los programas de extensión de la UMATA. Igualmente se perfila como una de las actividades con posibilidades de ser potencializada, ya que su demanda puede incrementarse con la nueva afluencia de turistas que el Parque Arví jalona en la zona[159].

3.4.4.2.6 Especies menores

Éstas se limitan a la tenencia de gallinas en pequeños corrales o de patio y la producción de huevos, sin embargo, su producción es, principalmente para el autoconsumo de las familias y la comercialización. La alimentación de las aves es a base de maíz y desechos de cocina. En pocas fincas se tienen conejos para la venta local y el consumo de las familias, su alimentación se hace a partir de concentrados y desechos de la cosecha de repollo y zanahoria.

3.4.4.2.7 Producción forestal

Media Luna y Las Palmas constituyen las veredas en las cuales puede evidenciarse una mayor tendencia hacia las plantaciones protectoras-productoras. De acuerdo con la información reportada por CORANTIOQUIA, en el año 2009 se solicitaron dos trámites para hacer aprovechamiento de Pino Pátula (*Pinus Pátula*). Para el primero de los trámites, correspondiente a un lote sembrado en el Plan Laderas, se solicitó aprovechar 2,67 ha con un volumen de 426,82 m^3 de madera. La segunda plantación corresponde a un lote de 12,98 ha y un volumen de 947,54 m^3 de madera[160].

En estas veredas es común que las plantaciones forestales estén más orientadas a la producción que a la protección.

3.4.4.2.8 Producción agropecuaria en la Vereda Las Palmas

Esta vereda se encuentra en la zona de influencia del túnel del Seminario y la vía a cielo abierto y hace parte de la zona de amortiguación urbana y del proyecto Cinturón Verde del AMVA. Cerca del 40% de la cobertura que se encuentra en esta franja corresponde a coberturas para la conservación, a su vez se encuentran algunas plantaciones de pino pátula, ciprés y eucalipto que suman un 53% del área total del AID de la vereda. Así mismo, en el 6% de esta área se encuentran algunos barrios de Buenos Aires que suben hasta una cota de 1900 msnm.

[157] PEOC, 2010, pág. 1077
[158] CORANTIOQUIA, 2000
[159] PEOC, 2010, pág.1078
[160] PEOC, 2010, pág. 1088

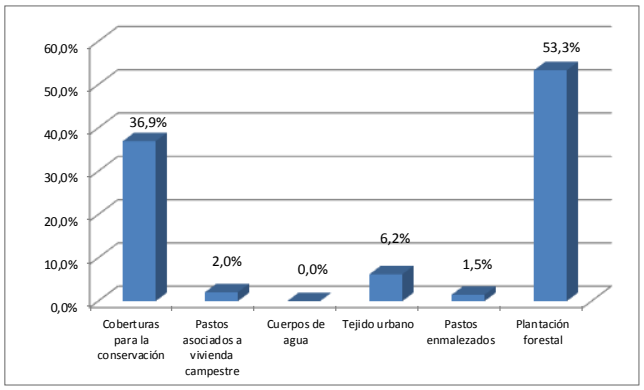


Figura 3-219 - Tipo de coberturas vegetales en la vereda Las Palmas

Las actividades productivas en la vereda, se reducen a la producción marginal de plátano y café y especies menores para la producción de truchas y huevos. La descripción se presenta a continuación.

Foto 3-3 - Estanque para truchas y cultivo de plátano

Foto 3-4 - Cultivo de café

De acuerdo con la información de los predios encuestados en el AID de la vereda Las Palmas, se identificó un predio con actividades pecuarias asociadas a la cría de especies menores, producción de peces y de aves de postura para la venta de huevos. En la siguiente tabla se puede apreciar que la producción de huevos es de 28 huevos diarios para el autoconsumo y su venta en las fincas vecinas. De igual modo, la producción de truchas anualmente es de 875 kilos aproximadamente comercializados en la vereda o con las distribuidoras del producto en Medellín. Actualmente, el predio piscícola tiene 2.500 truchas.

Existe también en el AID de la vereda Las Palmas el predio de la Universidad Pontificia Bolivariana. En este predio funcionaba un centro de convenciones de la universidad, sin embargo, sus instalaciones se encuentran deterioradas y por lo tanto, ya no cuenta con ese servicio. Actualmente, el predio tiene un perímetro cerrado en el que se encuentran frutales como naranjas y mangos, éstos son de manejo ornamental y no tiene un aprovechamiento comercial. También se encuentra allí una plantación de eucalipto sin aprovechamiento comercial.

Tabla 3-139 - Producción de especies menores en el AID de la vereda Las Palmas

Especies	Número de predios	Cantidad	Producción

Especies	Número de predios	Cantidad	Producción
Aves postura	1	45	28 huevos/día
Truchas	1	2.500	875 kilos/año
Cerdos	1	12	S.I

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recolectada en campo, 2013.

La actividad agrícola es marginal con cultivos de café en asocio con plátano y en un área aproximada de 9.000 metros cuadrados y con una producción de 750 kilos de café por cosecha y 300 racimos de plátano. Parte de la actividad agropecuaria se destina al autoconsumo y los excedentes se comercializan localmente. En las labores del cultivo participa la familia, sin embargo, esta labor no genera los ingresos suficientes para su sostenimiento económico, por lo tanto, se complementan con trabajos desarrollados en la ciudad de Medellín.

Tabla 3-140 - Producción marginal de cultivos en el AID de la vereda Las Palmas

Cultivos	Número de predios	Volumen de producción (kilos)	Área (m^2)
Café	1	750 kilos	9.000
Plátano	1	300 racimos	9.000

Fuente: Consorcio Siga-Plyma 2013. Elaboración propia a partir de la información recolectada en campo.

Existe una actividad de producción forestal en dos predios de la vereda Las Palmas, uno se encuentra en el predio correspondiente al Seminario Misionero Arquidiocesano en el que actualmente no se hace extracción de madera ni aprovechamiento económico, y en el otro, su propietario lleva a cabo extracción de madera con fines comerciales.

Foto 3-5 - Producción forestal con pino Pátula

Foto 3-6 - Producción forestal con pino Ciprés

Allí mismo, se encuentra un aserrío para la transformación de la madera en productos más elaborados (tablilla y cargueros para techos, complementarios para camas, entre otros). La comercialización de los productos se realiza en la ciudad de Medellín. Las especies sembradas en ambos predios son pino pátula, ciprés y eucalipto. De este predio se extraen anualmente en promedio 300 árboles de eucalipto.

3.4.4.2.9 Producción agropecuaria en la Vereda Media Luna

La vereda Media Luna está sobre las inmediaciones de la vía a cielo abierto y el portal occidental. Se caracteriza por tener la mayor área de sus coberturas para la conservación (60%)[161], seguido por las plantaciones forestales (15%), sin mantenimiento, de pino pátula y ciprés y por una disminución apreciable de las áreas para cultivos (2%). Actualmente la vereda Media Luna tiene la mayor representación en cuanto a la producción piscícola y de aves de engorde, la producción agrícola es marginal.

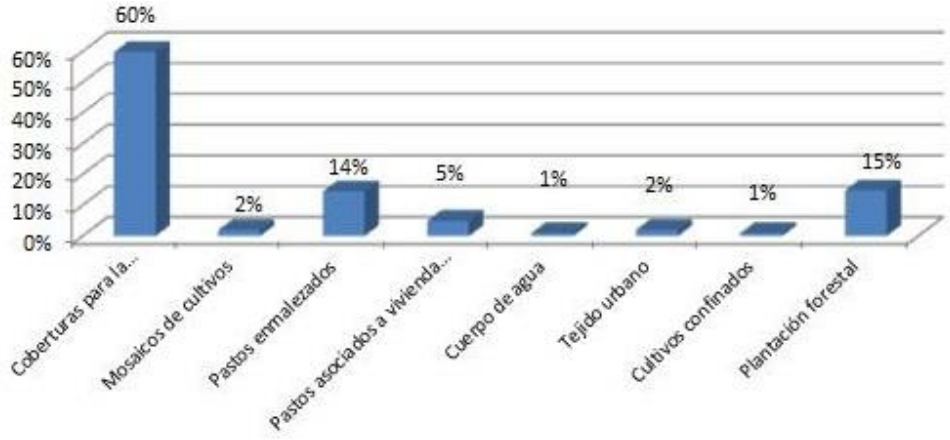


Figura 3-220 - Tipo de coberturas vegetales en el AID de la vereda Media Luna

La actividad productiva de mayor representatividad en el AID de la vereda Media Luna es la piscicultura y la avicultura. La Piscicultura se desarrolla en cuatro predios cada uno con estanques con una capacidad total para producir 138.000 truchas y 40.000 alevinos al año que equivalen a un poco más de 1 tonelada de trucha al mes. La comercialización se hace, principalmente, en las distribuidoras de pescado de la ciudad y en menor grado con los vecinos y los propietarios de las fincas. En este momento, se generan 15 empleos temporales y 1 un empleo permanente.

Tabla 3-141 - Producción marginal pecuaria, avícola y especies menores en el AID de la vereda Media Luna

Especies	Número de predios	Cantidad	Producción
Aves engorde	4	40.550	40.550/año
Aves postura	2	300	200 huevos/día
Truchas	3	138.000	1 tonelada carne/mes
Alevinos	1	40.000	40.000 alevinos
Ganado de ceba	1	11	4.000 kilos/año

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recolectada en campo

La avicultura también es una actividad importante en el AID de la vereda Media Luna. Allí, existen cuatro predios dedicados a la producción de aves para la comercialización de su carne y un predio dedicado a la producción de aves de postura. En la producción de aves de engorde se destaca la Granja La Bonanza con el mayor número de galpones y la mayor producción. En total, existen más de 41.000 aves de engorde y cerca de 250 aves de postura. Cuarenta mil de ellas hacen parte de la granja ya mencionada.

[161] Estos predios son propiedad de CORANTIOQUIA y del Fondo de Nacional del Ganado- FOGANSA

Aunque parte de la producción se usa para la alimentación de las familias, en su mayoría los productos se comercializan con las distribuidoras, en las fincas cercanas y con los vecinos de la vereda. Esta actividad genera, actualmente, 10 empleos directos, uno permanente y el resto son empleos temporales. En algunos predios la mano de obra que participa en la producción es familiar y se contratan personas que viven cerca a las granjas productivas.

En las fotos se muestra la producción de truchas y alevinos respectivamente, en la vereda Media Luna.

Foto 3-7 - Producción de trucha

Foto 3-8 - Producción de alevinos

En la vereda la ganadería es poco representativa. En este momento existe un predio con ganado de ceba para la producción de carne con un área de 10 hectáreas y 11 animales y 4.000 kilos de producción de carne en el año. La comercialización de la carne se lleva a cabo en el municipio de Rionegro y Medellín.

Al igual que la ganadería, los cultivos también son marginales. Esta producción está relacionada con árboles frutales tales como naranjos, limones, bananos, matas de plátano para el autoconsumo. Así mismo, existe un sembrado marginal de café en la parte baja de la vereda en una zona de vida no apta para este cultivo porque se encuentra por encima de los 1900 msnm, favoreciendo la aparición de plagas y enfermedades.

Por otro lado, en la parte alta de la vereda, se desarrollan actividades comerciales (en tiendas, ferreterías, restaurantes asociados a la carretera que conduce a Santa Elena). Los negocios de mayor importancia corresponden al Silletero y Conejos.

Además, existe en la vereda una producción marginal de café en aproximadamente 3.000 metros cuadrados que corresponden a 1.500 matas y plantaciones forestales en la finca la Aguada sin aprovechamiento comercial. Solo se usa para la protección del suelo.

3.4.4.2.10 Producción agropecuaria en la Vereda El Placer

La vereda El Placer se encuentra en la AID de la cuenca Santa Elena sobre el techo del túnel. Se caracteriza por tener más del 40% de su área total en coberturas para la conservación y el 34% en

pastos asociados a viviendas campestres[162]. De igual manera, el 12% de las coberturas corresponden o están asociadas a mosaicos en pastos y cultivos y el 2% a cultivos transitorios.

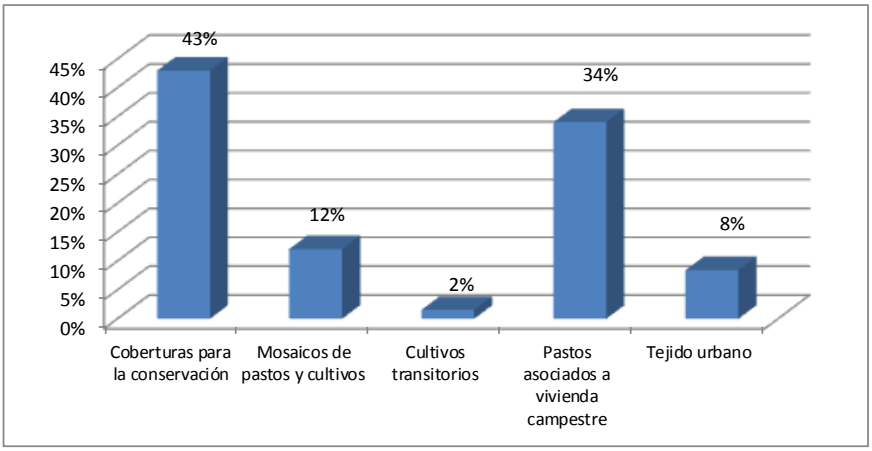


Figura 3-221 - Tipo de coberturas vegetales en el AID de la vereda El Placer

Aunque la producción agrícola de la vereda El Placer en el AID del proyecto es marginal, aún tiene tres tipos de cultivos: transitorios, permanentes y confinados. A continuación se describe cada uno de ellos:

Cultivos transitorios

Los cultivos transitorios son principalmente de maíz, papa, flores y follajes. Los cultivos de flores son principalmente, Botón de Oro y Astromelias y su comercialización se realiza en la Plaza de Flores de Medellín. El maíz y la papa se comercializan localmente.

Tabla 3-142 - Cultivos transitorios en la vereda El Placer

Cultivos	Número de predios	Volumen de producción (kilos)	Área (m2)
Maíz	1	S.I	3.200
Papa	1	4 bultos	S.I.
Flores y follajes	4	S.I.	6.300

S.I: Sin Información.

Las pequeñas áreas de maíz se siembran entre los meses de febrero y marzo; en un alto porcentaje se utiliza como semilla el maíz conocido en la zona como montaña criollo, el cual es seleccionado después de la cosecha. Los insumos para fertilización son pocos y se aprovechan los utilizados para la papa. El beneficio del maíz consiste en dejar secar la mata, se cosecha y se almacena en trojas. Es uno de los cultivos más generalizados y de mayor tradición en la mayoría de las veredas del AID[163].

En las siguientes fotos se puede observar el cultivo de maíz en el AID de la vereda El Placer:

[162] En este momento se encuentran dos parcelaciones campestres con mosaicos de árboles y huertas caseras, Piedras Blancas y El Mirador de Santa Elena.
[163] PEOC, 2010, pág. 1070

Foto 3-9 - Cultivo de maíz

Foto 3-10 - Cultivo de maíz

La mano de obra utilizada en todos los cultivos es familiar y una parte importante de lo producido es para el autoconsumo. Como los ciclos de producción de estos cultivos son cortos, esto permite obtener ingresos durante todo el año.

Cultivos permanentes

Los cultivos permanentes son principalmente de frutales de tomate de árbol, mora y brevos. Como se puede observar en la siguiente tabla, la producción de este tipo de cultivos es marginal por los volúmenes de producción (bajos) y la cantidad de predios involucrados (solo tres). El cultivo de brevos se encuentra en etapa de establecimiento y la producción de tomate de árbol es de 300 kilos semanalmente.

Tabla 3-143 - Predio dedicado a la producción de leche en la vereda El Placer

Cultivos	Número de predios	Volumen de producción (kilos)	Área (m2)
Tomate de árbol	1	300 kilos/cada dos semanas	3.200
Mora	1	S.I.	S.I.
Brevos	1	En crecimiento	10.000

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

S.I: Sin Información.

Cultivos confinados

Los cultivos confinados (bajo invernadero) son de hortalizas, arveja, tomate, frijol, zanahoria y plantas aromáticas. Se siembran y producen principalmente en el predio conocido como ‘’Los Arrayanes’’ en el cual también se está experimentando con cultivos de durazno y manzano.

Tabla 3-144 - Cultivos confinados en la vereda El Placer

Cultivos	Número de predios	Volumen de producción (kilos)	Área (m2)
Hortalizas y verduras	1	S.I.	5.000
Plantas aromáticas	1	S.I.	2.000

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

S.I: Sin Información.

La producción de estos cultivos es marginal y se utiliza, generalmente, para el autoconsumo. En la foto se puede observar algunos cultivos de la vereda El Placer.

Foto 3-11 - Cultivos confinados de hortalizas y verduras

Foto 3-12 - Cultivos confinados de hortalizas y verduras

Con respecto a la producción pecuaria, en la vereda solo existe un predio con ganado de leche cuya producción mensual alcanza, en promedio, 600 litros de leche. Lo producido es para el autoconsumo y cuando hay excedentes se comercializan localmente en Proleche.

Tabla 3-145 - Producción de leche en AID de la vereda El Placer

Especies	Número de predios	Cantidad	Producción
Ganado de ceba	1	7	20 litros/día

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

3.4.4.2.11 Producción agropecuaria en el sector central de la vereda Santa Elena

La vereda Santa Elena está ubicada en el AID del proyecto sobre el techo del túnel. Tiene un porcentaje del 28% de las coberturas vegetales en mosaicos de cultivos y pastos y un 1% en cultivos confinados, lo cual significa que la producción agrícola es, comparativamente, más relevante. También es importante destacar que las coberturas vegetales para la conservación ocupan un 36% y las coberturas de pastos asociados a vivienda campestre un 17%.

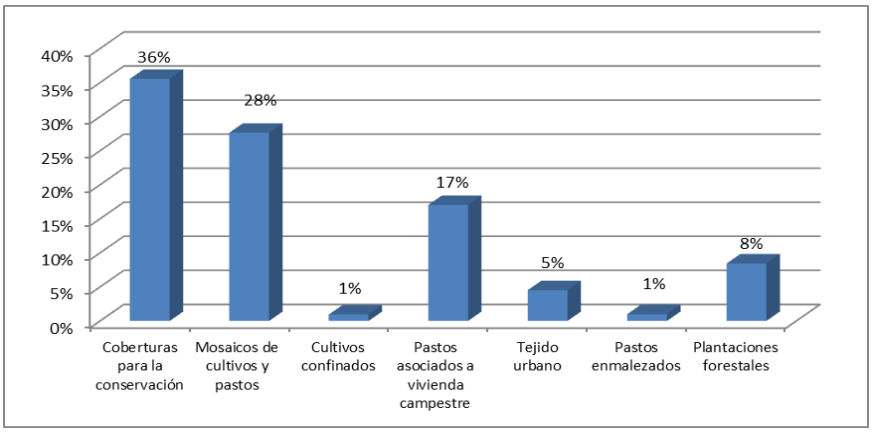


Figura 3-222 - Tipos de coberturas vegetales en el AID de la vereda Santa Elena

En esta vereda se localiza la casa de gobierno, el comando de policía, el colegio mayor y la escuela de Santa Elena y el sector comercial y de servicios de todo el corregimiento de Santa Elena.

Cultivos transitorios

Los cultivos transitorios son principalmente de lechuga, zanahoria, cilantro, cebolla, arveja, coles, tomate de aliño, remolacha, papa, fríjol, flores y follajes de las variedades arrayanes, cartucho verde, hortensias y flores nativas. De igual manera, se destaca la producción de cultivos ornamentales como siete cueros y amarrabollos. Esta actividad genera 10 empleos permanentes, en su mayoría mano de obra contratada. Se comercializa principalmente en la Plaza de Flores de Medellín.

De acuerdo con la tabla, las hortalizas y las verduras ocupan un área de 10.000 metros cuadrados (1 hectárea) mientras que las flores y el follaje ocupan 14.500 metros cuadrados. Esto indica que las flores son cultivo de gran importancia en la vereda, sin embargo, solo se cultivan en cinco predios, mientras que las hortalizas y verduras se cultivan en trece predios.

La cosecha de fríjol se realiza en la medida que el grano madura y hasta que la planta termine su período vegetativo, para mercadearlo en diferentes grados de maduración. El fríjol se seca al sol y luego se palotea para desgranar, siendo una práctica cultural que aún conservan los campesinos de la región[164].

Tabla 3-146 - Producción de hortalizas y verduras en el AID de la vereda Santa Elena

Cultivos	Número de predios	Volumen de producción (kilos)	Área (m2)
Hortalizas y verduras	13	S.I.	10.000
Papa y fríjol	5		500
Flores y follajes	5	S.I.	14.500

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

S.I: Sin Información
N.A: No Aplica

En su mayoría la producción es para el autoconsumo y los excedentes se comercializan localmente y en Medellín. Las flores se venden en la Plaza de flores de Medellín. Se estima que la producción de verduras y hortalizas genera 81 empleos permanentes.

Cultivos en confinamiento

Los cultivos en confinamiento son de flores y champiñones[165]. Como se puede observar en la siguiente tabla, se producen mensualmente 26 toneladas de champiñones, aunque solo se producen en un solo predio, es la actividad con el mayor número de empleos generados en toda el AID, aproximadamente 70.

Tabla 3-147 - Cultivos en confinamiento en la vereda Santa Elena Central.

Cultivos	Número de predios	Volumen de producción (kilos)	Área (m2)
Champiñones	1	26 toneladas/mes	S.I.
Hortensias	1	S.I.	10.000

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

La comercialización de los champiñones se hace en los mercados campesinos, en tiendas y supermercados e intermediarios. La venta es a nivel nacional en Antioquia, Bogotá y la Costa Caribe. En este momento el predio se encuentra casi en el 100% de su capacidad instalada. La champiñonera lleva 25 años operando desde el corregimiento de Santa Elena.

[164] CORANTIOQUIA, 2000, citado por PEOC, 2010
[165] La producción de champiñones lo realiza la Comercializadora de Champiñones S.A

En las siguientes fotos se puede apreciar la producción de champiñones y de hortalizas en el AID de la vereda Santa Elena.

Foto 3-13 - Producción de champiñones

Foto 3-14 - Producción de hortalizas (lechuga, zanahoria)

Con respecto a los cultivos de flores la producción de hortensias es la variedad principal cultivada en la vereda, éstas se venden, principalmente, en las distribuidoras ubicadas en Rionegro y La Ceja. A su vez, estas distribuidoras se encargan de su exportación hacia los Estados Unidos, Europa, Arabia y Asia.

Cultivos permanentes

Principalmente se cultivan frutos como la Mora, Mortiño, Curuba, Brevas y Níspero, de acuerdo con la siguiente tabla, en tres predios de la vereda se producen los frutos mencionados anteriormente.

Tabla 3-148 - Producción de frutas en la vereda Santa Elena

Cultivos	Número de predios	Volumen de producción (kilos)	Área (m2)
Mora	2	144 kilos/semanal	S.I
Mortiño	1	S.I	550

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

S.I: Sin Información

Esta producción se realiza a pequeña escala para el autoconsumo y para la venta en la Plaza de Flores, genera 5 empleos permanentes y utiliza principalmente mano de obra familiar.

Se destaca en la vereda Santa Elena el predio de la Reserva de la Sociedad Civil Montevivo con una extensión de 47 hectáreas. Se encuentra en Bosques Nativos y bosques reforestados con pino y ciprés y mezclados por regeneración espontanea con bosque nativo. A su vez se encuentran mangas para la recreación de los visitantes. La actividad económica de Montevivo se relaciona con el ecoturismo, Turismo de aventura, Alojamiento y programas ecoculturales.

El predio tiene cultivos marginales de hortalizas como fríjol, maíz, repollo, cilantro, lechuga, papa, mora, uchuva, ruibarbo, brócoli, habichuela y arveja, cultivos ornamentales de flores comerciales tipo exportación. El destino de los cultivos es para autoconsumo y se usa en la atención de turista.

Los propietarios del predio aprovechan las condiciones ambientales favorables del lugar para desarrollar actividades Ecoturísticas y deportes de aventura, se aprovechan sus montes, nacimientos de agua, espacios abiertos y su hábitat en general para llevar a cabo estas actividades.

En Montevivo se ofrecen los siguientes servicios: Canopy, Retoaventura que consiste en realizar pruebas con cuerdas altas dispuestas para pasar por puentes, trapecios, cables, escaleras y mallas, EcoSpa, alojamiento en cabañas y camping, programas ecoculturales asociados a caminatas por senderos ecológicos y actos culturales artísticos. También ofrecen espacios para realizar eventos empresariales, familiares, talleres y retiros, talleres con niños en el que interactúan con los diferentes elementos de la naturaleza y cabalgatas.

Los propietarios de Montevivo involucran a los artesanos del corregimiento de Santa Elena en un evento cada mes conocido como Lunarte. Durante este evento, los artesanos ofrecen sus artesanías a los visitantes y otros servicios relacionados con la gastronomía.

Con respecto a la producción pecuaria, la ganadería de leche se desarrolla en tres predios, el principal corresponde al predio de la Universidad Nacional de Colombia, ubicado en el sector de Paysandú, allí se realizan prácticas de genética animal, prácticas de resistencia, germinación, tolerancia a enfermedades se realiza investigación con especies pecuarias y agrícolas. La producción de leche es transformada por la universidad y se vende en la misma universidad. Cuentan con 224 animales Holstein y Jershol. De 140 hectáreas, 88 se destinan a la producción de ganado..

Tabla 3-149 - Producción de leche en el AID de la vereda Santa Elena

Especies	Número de predios	Cantidad	Producción
Ganado	3	275	1.510 litros leche/día
Aves postura	3	52	Autoconsumo
Truchas	2	1.150	Autoconsumo
Especies menores: cabras y conejos	2	12	Autoconsumo

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

La producción diaria de leche alcanza los 1.510 litros, de los cuales más de 1.400 se producen en la finca de la Universidad Nacional.

En la vereda existe un predio en pastos en el que se encuentran 20 asnos, los cuales no son usados en ninguna actividad productiva.

Con respecto a las especies menores se puede observar que existen 52 aves de postura y solo un predio tiene 40 aves, lo cual significa que esta actividad se desarrolla especialmente para el autoconsumo con algunos excedentes comercializables localmente. Otras especies como cabras, conejos y algunos peces se mencionan en esta categoría, sin embargo, en su mayoría, son para el autoconsumo.

3.4.4.2.12 Producción agropecuaria en la Vereda El Cerro

La vereda El Cerro se encuentra en el AID del proyecto sobre el techo del túnel. Se destaca porque allí se desarrolla la mayor producción agrícola de toda el AID del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. Como se puede apreciar en la siguiente figura, el 35% de las coberturas vegetales son mosaicos de cultivos y pastos y el 1% son cultivos confinados.

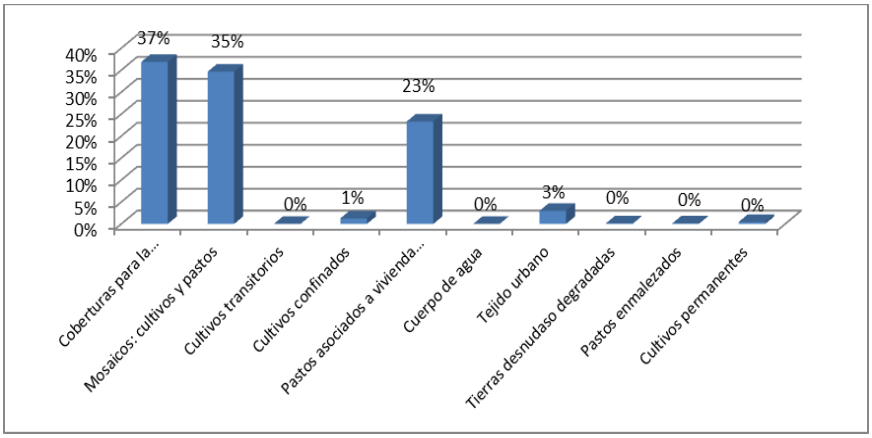


Figura 3-223- Tipos de cobertura vegetal en el AID de la vereda El Cerro

Cultivos transitorios

Como se puede observar en la siguiente tabla, la vereda El Cerro tiene 13 predios destinados a la producción de hortalizas y verduras, 14 tienen cultivos de papa, fríjol y maíz y 12 con flores y follajes. Las hortalizas y las verduras son de cilantro, lechuga, brócoli, arveja, remolacha, tomate de aliño, repollo, cebolla, coliflor y zanahoria. De la producción se abastece la familia y los excedentes se comercializan en todo el corregimiento de Santa Elena en Medellín y en el municipio de Rionegro. Aunque las áreas destinadas a esta actividad son pequeñas, la dependencia económica de las familias de esta actividad es alta.

Tabla 3-150 - Producción de verduras y hortalizas en el AID de la vereda El Cerro

Cultivos	Número de predios	Volumen de producción (kilos)	Área (m^2)
Hortalizas y verduras	13	S.I.	27.963
Papa, fríjol y maíz	14	305 bultos/cosecha	28.400
Flores y follajes	12	S.I	12.960

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

S.I: Sin Información

Por lo general, la siembra y la recolección de los cultivos la hace la familia y pocas veces se contrata personas externas para que realicen estas labores. Se calcula que los cultivos de hortalizas y verduras generan 5 empleos permanentes. En fotos, se pueden observar estos cultivos.

Foto 3-15 - Producción de hortalizas

Foto 3-16 - Producción de verduras

La producción de frijol, maíz y papa se hace en asocio con otros cultivos de hortalizas, verduras y flores.

Cultivos confinados

Aunque el cultivo de flores no es tan representativo en la vereda, sí se producen bajo confinamiento o invernadero rosas, cartucho miniatura amarillo (Cala Yellow), claveles, hortensias, lirios y girasoles.

Las flores se comercializan en la Plaza de flores de Medellín y las rosas en floristerías de Medellín de los mismos propietarios de los cultivos. El Cerro tiene un renglón productivo muy activo enfocado a la producción agrícola, la producción en los predios es constante.

Tabla 3-151 - Producción de flores en la vereda El Cerro

Cultivos	Número de predios	Volumen de producción (kilos)	Área (m^2)
Rosas	1	S.I.	5.000

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recolectada en campo, 2013

S.I: Sin Información

Cultivos permanentes

La producción de frutas como la fresa, la mora, de habas y aguacate se desarrolla en 19 predios de la vereda. Los cultivos de fresa son los de mayor representación e importancia en esta zona, semanalmente se están produciendo cerca de 1.600 kilos, los cuales se comercializan en Medellín, en la Plaza de Flores y en la Plaza Minorista.

Tabla 3-152 - Cultivos permanentes en la vereda El Cerro

Cultivos	Número de predios	Volumen de producción (kilos)	Área (m^2)
Mora	7	S.I.	19.290
Fresa	11	1.577 kilos/semanal	64.450 plantas
Aguacate	1	En crecimiento	3.000

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

S.I: Sin Información

Los cultivos de fresas y otras frutas generan 18 empleos permanentes.

En las siguientes fotos se muestran algunos cultivos de fresas y otros cultivos de frutas de la vereda El Cerro:

Foto 3-17- Producción de fresa

Foto 3-18 - Producción de frutas

En la vereda existen cuatro predios con oferta eco turística y de esparcimiento. Allí se ofrece senderismo, pesca de truchas en lagos. Se encuentra en la vereda un atractivo turístico asociado a Cerro Verde desde el cual se pueden observar panorámicos del Valle de San Nicolás y el altiplano de Santa Elena. Funciona como hospedaje y restaurante.

Con respecto a la producción pecuaria, solo existen 4 predios que tienen alguna producción de leche. En total, la vereda tiene 63 animales que producen un poco más de 380 litros de leche diarios para el autoconsumo, los excedentes se comercializan con Colanta. Sin embargo, la producción de aves de postura alcanza los 218 animales con una producción de más de 1000 huevos semanales. Algunos predios tienen piscicultura de truchas con enfoque familiar y comercialización local. Actualmente la vereda tiene 13.600 truchas distribuidos en cuatro predios. Existen 39 caballos, 11 cabras y 38 conejos. En esta vereda nace la quebrada de Santa Elena y se localizan las antenas del aeropuerto y de telecomunicaciones.

Tabla 3-153 - Producción pecuaria en la vereda El Cerro

Especies	Número de predios	Cantidad	Producción
Ganado	6	63	380 litros leche/día
Aves postura	3	218	180 huevos/día
Truchas	4	13.600	4.760 kilos/año
Caballos	2	39	Recreación
Cerdos	1	20	Comercialización local
Especies menores: cabras, conejos y patos	5	49	Autoconsumo

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

3.4.4.2.13 Producción agropecuaria en la vereda El Plan

La fracción de la vereda El Plan en el AID del proyecto se encuentra en el techo del túnel. De acuerdo con la siguiente figura, el 68% de las coberturas vegetales son mosaicos de cultivos y pastos, mientras que el 31% son coberturas para la conservación.

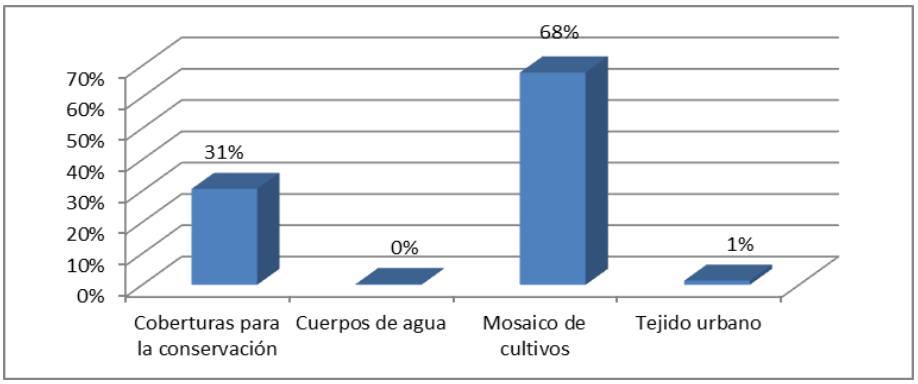


Figura 3-224 - Tipos de cobertura vegetal en el AID de la vereda El Plan

Cultivos transitorios

Los mosaicos de cultivos y pastos están asociados a la producción de hortalizas, papa, frijol, maíz, tomate, arveja, zanahoria y lechuga, así como a la producción de mora, tomate de árbol y uchuva y a cultivos de flores y plantaciones ornamentales. Estos cultivos se encuentran distribuidos en 5 predios. La mayoría de la producción de hortalizas y verduras es para el autoconsumo y la comercialización de la mora y la fresa se hace localmente.

Tabla 3-154 - Cultivos transitorios en la vereda El Plan

Cultivos	Número de predios	Volumen de producción (kilos)	Área (m^2)
Hortalizas y verduras	3	S.I.	Autoconsumo
Mora	1	10 kilos/semanal	S.I.
Fresa	1	18 libras/semanal	S.I.

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

Con respecto a la producción pecuaria, 2 predios presentan ganado, lo cual no tiene mucha importancia en la vereda solo se reportan 11 animales para la producción de leche como parte de la dieta de las familias dueñas de las vacas. De igual manera, se registran 30 porcinos y 35 aves de postura en un predio de la vereda. La producción pecuaria es, básicamente, para el autoconsumo.

Tabla 3-155 - Producción pecuaria en la vereda El Plan

Especies	Número de predios	Cantidad	Producción
Ganado	2	11	80 litros leche/día
Aves postura	2	35	20 huevos/día
Cerdos de ceba	1	30	30 cerdos/cuatrimestral

3.4.4.2.14 Producción agropecuaria en la vereda El Llano

El Llano tiene una alta producción agrícola asociada a mosaicos de cultivos y pastos y cultivos confinados. En la siguiente figura, se observa que este tipo de cobertura alcanza el 46% del total de las coberturas, seguido por las coberturas para la conservación con el 26%. Lo cual es un indicador del dinamismo de la actividad agrícola en esta vereda.

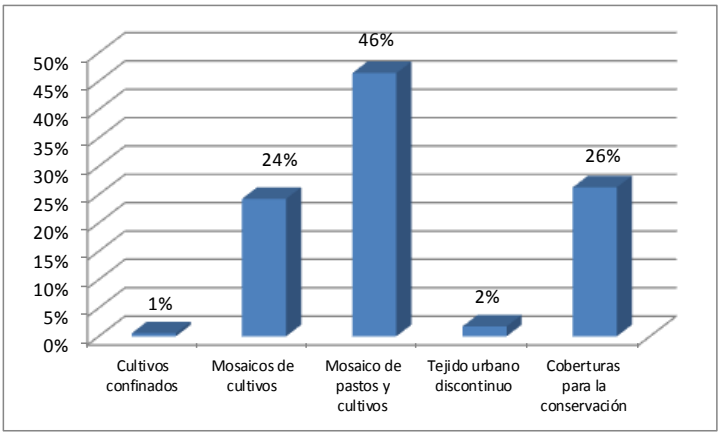


Figura 3-225 - Tipos de coberturas en el AID de la vereda El Llano

Las coberturas protectoras y para la conservación se encuentran principalmente en las márgenes de las fuentes de agua. También se caracteriza por presentar una fragmentación del terreno por un uso residencial.

Cultivos transitorios

Los cultivos transitorios son de papa, frijol, maíz, hortalizas y verduras, flores y follajes. De acuerdo con la siguiente tabla en la vereda existen 7 predios con cultivos de hortalizas y verduras, 7 con flores y follajes y 11 con papa y fríjol. Este último, tiene una extensión de más de 35.000 metros cuadrados, lo cual es muy significativo para los tamaños de los cultivos del AID. La producción de estos cultivos asciende a 50 toneladas en cada cosecha.

Tabla 3-156 - Cultivos transitorios en la vereda El Llano

Cultivos	Número de predios	Volumen de producción (kilos)	Área (m2)
Hortalizas y verduras	7	S.I.	6.475
Papa y fríjol	11	50 toneladas/cosecha	35.600
Flores y follajes	7	S.I.	S.I.

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recolectada en campo, 2013

En la foto se puede observar varios mosaicos de cultivos en la vereda El Llano.

Mosaico de cultivos en la vereda El Llano

Cultivos permanentes

Los cultivos permanentes están asociados principalmente con la mora, el tomate de árbol, la fresa y la uchuva. Sin embargo, no se conoce el volumen de la producción de la mora y el tomate de árbol se encuentra en etapa de establecimiento.

Tabla 3-157 - Cultivos permanentes en la vereda El Llano

Cultivos	Número de predios	Volumen de producción (kilos)	Área (m2)
Mora	5	S.I.	S.I.
Tomate de árbol	2	En crecimiento	6.400
Uchuva y fresa	4	S.I.	S.I.

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013

De igual manera, se presentan algunos cultivos confinados de claveles los cuales se destinan a la exportación.

Producción pecuaria

Los pastos asociados a la actividad ganadera son relativamente bajos. La producción de leche asciende a 320 litros de leche diariamente y 20 huevos para el autoconsumo.

Tabla 3-158 - Producción pecuaria en la vereda El Llano

Especies	Número de predios	Cantidad	Producción
Ganado	6	43	320 litros leche/día
Aves postura	4	90	20 huevos/día
Caballos	1	10	Recreación
Cabras	2	15	Autoconsumo

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013

3.4.4.3 Actividad agropecuaria en el AID de la Cuenca de Yarumal

El AID del proyecto en la cuenca Yarumal comprende las veredas de La Quiebra, Yarumal (incluye el sector de Sajonia) y La Convención[166], todas pertenecen al municipio de Rionegro y se encuentran sobre el techo del túnel[167]. Predominan las coberturas vegetales asociadas a la conservación (42,5%) y en menor medida las coberturas de mosaicos y pastos y cultivos permanentes (19% en la vereda La Quiebra y el 12% de la vereda Yarumal). Las unidades productivas son pequeñas y predominan los cultivos transitorios de hortalizas y verduras, papa y frijol, especialmente, para el autoabastecimiento.

Aunque en el municipio de Rionegro se destaca la producción bovina con producción tecnificada de leche, la porcicultura, y la avicultura para carne y producción de huevos, según el Fondo de Garantías de Antioquia[168], en las veredas La Quiebra y Yarumal no es tan relevante tal producción porque la actividad agrícola sigue teniendo una mayor dedicación. De esta ilustración se deduce que el 62% de los predios encuestados tienen una actividad agrícola y solo el 15% tienen ganado.

Dentro de la actividad agrícola, el tipo de cultivo predominante son los transitorios, básicamente flores, maíz, fríjol y papa. Le sigue en cantidad los permanentes, principalmente de mora, aguacate y tomate de árbol. Estos cultivos, por su naturaleza tienen niveles de producción muy variables al igual que su precio en el mercado. Adicionalmente, este sector se ha visto afectado por la importación de alimentos, la falta de capacitación de los campesinos en técnicas de cultivos más

[166] En la vereda la Convención no se registra coberturas de cultivos, por lo tanto las actividades agropecuarias no son significativas.
[167] La vereda La Convención no se encuentra sobre el techo túnel.
[168] FGA, 2006

avanzadas, el inadecuado uso de agroquímicos y por la falta de construcción y desarrollo en la comercialización de los productos.

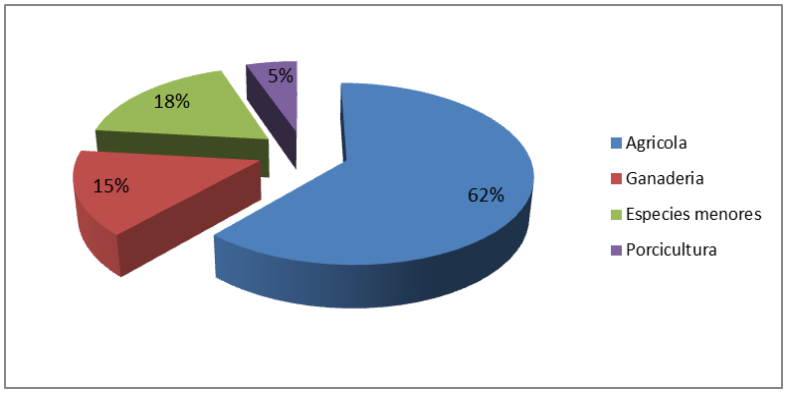


Figura 3-226 - Unidades censales con actividad agrícola y pecuaria

Comercialización

La comercialización de la producción agrícola se realiza principalmente, en el municipio de Rionegro y Medellín (Plaza de flores y en la Central Mayorista) y en las fincas vecinas. Los cultivos de aguacate se comercializan en la costa caribe de Colombia. La producción de leche se comercializa con Colanta, con los vecinos, en Santa Elena o en las distribuidoras del producto en Rionegro. La producción de huevos es para el autoconsumo y los excedentes se comercializan en las fincas vecinas de la vereda, los pollos se venden en la Central Mayorista de Medellín.

Relaciones de trabajo

Los predios dedicados a la agricultura cuyas formas de producción son tradicionales, presentan muy baja disponibilidad de tierras, trabajo familiar, poca disponibilidad de capital y utilización de insumos elaborados a partir de productos de la misma finca, características vigentes de formas de economía campesina. En las explotaciones pequeñas (que son la mayoría) las labores de siembra, cuidado y cosecha son realizadas con mano de obra familiar en las que participan hombres, mujeres y niños.

Producción forestal

Solo la vereda La Quiebra tiene plantaciones forestales sin aprovechamiento comercial.

Minería y extracción de materiales

En el cauce de la quebrada Yarumal a 1.5 kilómetros de la entrada hacia la vereda, se práctica la minería artesanal de extracción de oro de aluvión. De igual manera, se extraen materiales para la construcción en dos frentes de explotación de la vereda Yarumal.

A continuación se describirán las actividades productivas para cada vereda de la cuenca de Yarumal.

3.4.4.3.1 Producción agropecuaria en el AID de la vereda La Quiebra

Esta vereda se caracteriza por estar en la Reserva Forestal Protectora del Rio Nare, especialmente en la parte alta de la cuenca de la Quebrada Yarumal, El Cerro y la Cascada, considerada como zona de protección de las fuentes hídricas que afloran en este lugar. Parte de las coberturas son de

plantaciones forestales pino pátula y ciprés. Esta vereda se encuentra en el AID del proyecto sobre el techo del túnel.

La actividad agrícola y pecuaria en la vereda se desarrolla en pequeña escala. Allí el 14% de las coberturas vegetales son mosaicos de cultivos y pastos[169] y el 5% son cultivos permanentes.

Los cultivos están relacionados con la producción de papa, frijol, hortalizas y flores y algunos árboles frutales de aguacate y tomate de árbol. En cuanto a la producción pecuaria, se resalta la producción de aves de engorde y la producción de leche en pequeña escala. A continuación se hace una descripción detallada de tales actividades.

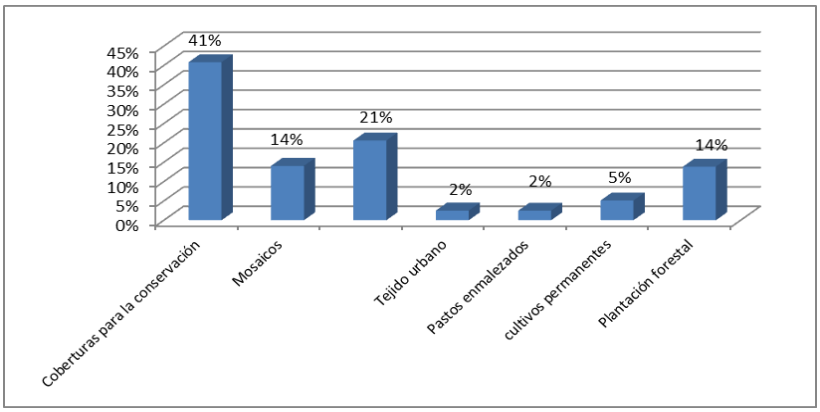


Figura 3-227 - Tipos de cobertura vegetal en el AID de la vereda La Quiebra

Cultivos permanentes

Los cultivos permanentes son de aguacate, tomate de árbol y mora. Por la extensión de los cultivos, el aguacate es el más representativo de los cultivos. La producción semanal llega a 1.800 kilos y el área sembrada es de 13,5 hectáreas aproximadamente. Existe una tendencia actual en las veredas la Quiebra y Yarumal por aumentar la extensión de este tipo de cultivos, especialmente de la variedad Hass, debido a la importancia del producto en el mercado global por sus propiedades medicinales para combatir el colesterol, conservar la visión y sus beneficios para el corazón[170].

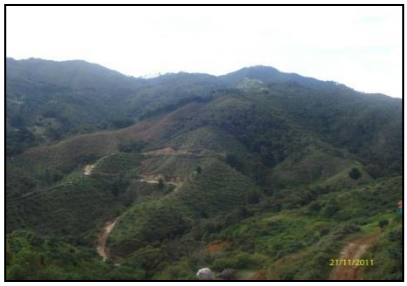
Tabla 3-159 - Cultivos permanentes en la vereda La Quiebra

Cultivos	Número de predios	Volumen de producción (kilos)	Área (m^2)
Aguacate	7	1.800/semana	135.500
Tomate de árbol	4	2.400/quincena	35.600
Mora	4	700/semana	15.000

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013

La comercialización del aguacate se hace en los municipios de Medellín, Rionegro y en la costa atlántica. Algunas fotos de los cultivos de aguacate y cultivos transitorios se muestran a continuación:

[169] Los pastos están asociados con las viviendas campestres y no con la producción agrícola.
[170] Actualmente en Colombia se producen 5.500 hectáreas de aguacate Hass. De ellas, 2.300 has. están en Antioquia (en los municipios de El Retiro, La Ceja, Guarne, San Vicente, Rionegro, Marinilla, Sonsón y Abejorral), 2.000 has. en el Tolima y 420 has. en Cauca (Gobernación de Antioquia, 2011).



Cultivos de aguacate en la vereda La Quiebra

La producción de tomate de árbol también es relevante en la vereda, su extensión alcanza 3,56 hectáreas sembradas y una producción de 2.400 kilos semanales. Este producto se comercializa en Rionegro y Medellín. La mano de obra usada es familiar y pocas veces se contratan a personas en la etapa productiva del cultivo.

Al igual que en algunas veredas de Santa Elena (El Cerro y El Llano), el cultivo de mora es representativo en la Quiebra, semanalmente se producen 700 kilos del producto comercializados en la Central mayorista de Medellín y en Rionegro. El volumen de producción depende de los factores ambientales, el manejo fitosanitario y de fertilización.

Cultivos transitorios

Se desarrolla en pequeña escala cultivos transitorios de cebolla, repollo, coles, lechuga, zanahoria, cilantro y arveja y de papa, maíz y frijol y la producción de cartuchos para la comercialización en Medellín. La producción de hortalizas y verduras es para el autoconsumo mientras que la papa se comercializa en Rionegro. Este producto se siembra en asocio con el fríjol y el maíz, entre los tres productos se alcanza una producción de 1,6 hectáreas.

Tabla 3-160 - Cultivos transitorios en la vereda La Quiebra

Cultivos	Número de predios	Volumen de producción (kilos)	Área (m2)
Hortalizas y verduras	10	Autoconsumo	6.791
Frijol, maíz y papa	13	Frijol y maíz, principalmente para autoconsumo. Papa se comercializa	16.695
Flores y follajes	4	S.I.	1.300

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013

En las siguientes fotografías se puede apreciar algunos cultivos de maíz, fríjol y cebolla. Estos cultivos hacen parte de los cultivos transitorios que existen actualmente en el lugar.

Foto 3-19 - Cultivo de maíz

Foto 3-20 - Cultivo de fríjol

Foto 3-21 - Cultivo de cebolla

Cultivos confinados

Se presentan algunos cultivos confinados de flores como margaritas y rusco. La producción de hortalizas se hace bajo un sistema de siembra escalonada y se usa un sistema de riego tecnificado, se siembra lechuga y tomate de aliño. La comercialización se realiza en almacenes de cadena de Medellín.

Tabla 3-161 - Cultivos confinados en la vereda La Quiebra

Cultivos	Número de predios	Volumen de producción	Área (m^2)
Lechuga	1	1250 plantas/semanal	5.000
Tomate de aliño	3	80kilos/semanal*	7.000
Flores y follajes	2	S.I**	5.000

*Cerca del 90% del cultivo de tomate de aliño se encuentra en proceso de crecimiento y la producción del resto equivale a 80 kilos semanal.

**S.I: Sin Información

Otros cultivos de frutas como el lulo y la uchuva se siembran en pequeñas extensiones y se utilizan para el autoconsumo.

En las siguientes fotos se puede observar algunos cultivos en confinamiento.

Cultivos bajo confinamiento

Con respecto a la producción pecuaria, en las coberturas de pastos limpios se desarrolla actividad de ganadería de leche con una producción de 745 litros diarios.

De igual manera, existe una actividad de porcicultura en la cual se crían cerdas para la venta de lechones para la ceba.

Tabla 3-162 - Producción pecuaria en la vereda La Quiebra

Especies	Número de predios	Cantidad	Producción
Vacas	6	62	745 litros leche/día
Aves postura	10	2.213	1.000 huevos/día
Cerdas de cría	4	64	80 lechones/mes
Cerdas de ceba	4	20	1600 kilos/cuatrimestral
Truchas	1	900	900 libras/año
Caballos	1	3	Recreación
Especies menores	4	14	Autoconsumo

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013

3.4.4.3.2 Producción agropecuaria en el AID de la vereda La Yarumal

La parte alta de la vereda se encuentra en coberturas boscosas al igual que las márgenes de la quebrada. Esta vereda se caracteriza estar en una parte de la Reserva Forestal Protectora del Rio Nare.

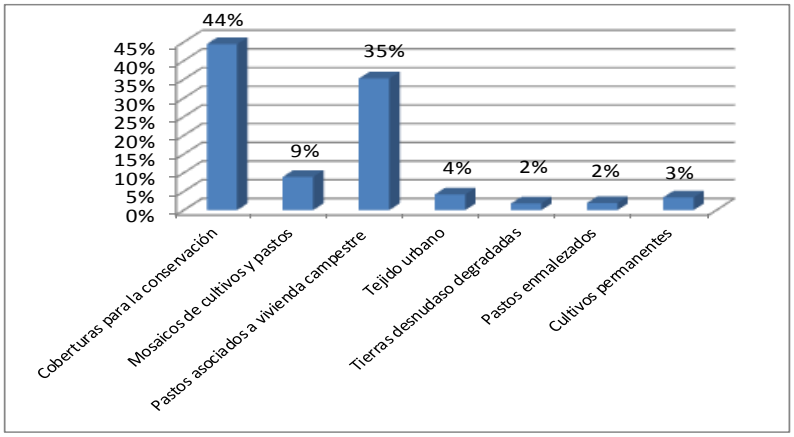


Figura 3-228 - Tipos de cobertura vegetal en el AID de la vereda Yarumal

De acuerdo con el gráfico anterior, el 9% de las coberturas son de mosaicos de cultivos y pastos y el 3% son cultivos permanentes de aguacate, tomate de árbol y mora. Se tienen algunos cultivos de tomate de árbol, en pequeña escala sembrados de moras y actividades de ganadería con pocos animales para el autoconsumo y cuando se generan excedentes se comercializan localmente.

En el cauce de la quebrada Yarumal a 1.5km de la entrada hacia la vereda, se desarrolla minería artesanal de extracción de oro de aluvión.

Cultivos transitorios

Los cultivos transitorios son de cebolla, repollo, coles, lechuga, zanahoria, cilantro, arveja y otros, así como de fríjol, maíz y papa. Estos últimos con la mayor extensión con respecto a las hortalizas y las verduras.

Tabla 3-163 - Cultivos transitorios en la vereda Yarumal

Cultivos	Número de predios	Volumen de producción (kilos)	Área (m^2)
Hortalizas y verduras	6	Autoconsumo	10.000
Frijol, maíz y papa	6	Frijol y maíz, principalmente para autoconsumo. Papa se comercializa	14.100

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013

En la siguiente fotografía se puede observar algunos cultivos transitorios de hortalizas y fríjol de la vereda Yarumal.

Cultivos transitorios de hortalizas y fríjol

Cultivos permanentes

Los cultivos permanentes son de aguacate, tomate de árbol y mora. Los más representativos son los de mora y tomate de árbol con una extensión de 10.000 y 9.650 metros cuadrados, respectivamente. En esta vereda los cultivos de aguacate no son tan representativos como en la vereda La Quiebra. Actualmente, no alcanza una hectárea de ocupación. Adicionalmente, se encuentran en etapa de crecimiento.

Tabla 3-164 - Cultivos permanentes en la vereda Yarumal.

Cultivos	Número de predios	Volumen de producción (kilos)	Área (m^2)
Aguacate	2	En crecimiento	6.405
Tomate de árbol	2	200 kilos/semana*	10.000
Mora	5	50 kilos semanal	9.650

Fuente: Consorcio SIGA - PLYMA, 2013

En las siguientes fotografías se aprecian algunos cultivos de mora y aguacate.

Cultivos transitorios de mora y aguacate

Con respecto a la producción pecuaria, de la Tabla 47 se puede observar que la ganadería de leche se encuentra distribuida en 11 predios con una producción de leche de 395 litros diarios. En su mayoría la leche se destina al autoconsumo y los excedentes se comercializan localmente. La cría de aves de engorde produce 180 animales cada dos o tres meses los cuales se venden localmente y en el municipio de Rionegro. Las demás especies son para el autoconsumo.

Tabla 3-165 - Producción pecuaria en la vereda Yarumal

Especies	Número de predios	Cantidad	Producción
Vacas	13	75	395 litros leche/día
Aves engorde	2	180	180 pollos/cada 2 meses
Aves postura	6	56	30 huevos/día
Cerdas	2	8	S.I.
Tilapia y carpa	2	1.100	Autoconsumo
Caballos	2	20	Recreación
Especies menores	4	40	Autoconsumo

Fuente: Consorcio SIGA - PLYMA, 2013

3.4.4.4 Actividad Agropecuaria en el AID de la Cuenca La Cascada

El AID del proyecto en la cuenca La Cascada comprende la vereda San Ignacio del municipio de Guarne. El 43% de la cobertura de la vereda San Ignacio se halla en coberturas protectoras y para la conservación, ésta se encuentra principalmente en las márgenes de las fuentes de agua y en las zonas con alta pendiente, además de ser representativa una plantación forestal que se presenta en la finca “La Berraquera”.

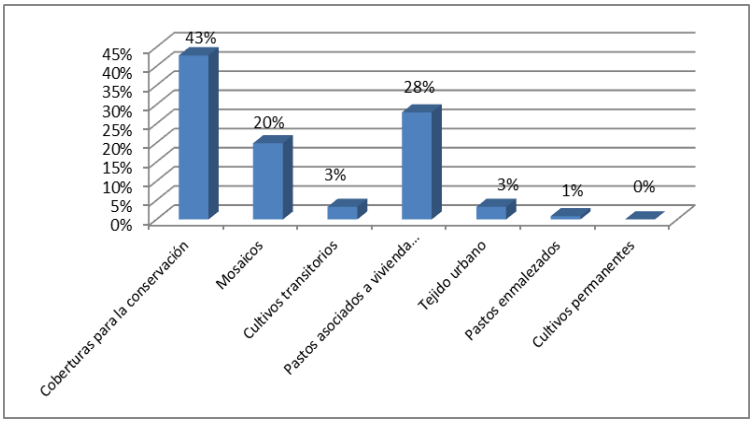


Figura 3-229 - Tipos de cobertura en el AID de la vereda San Ignacio

De acuerdo con el gráfico anterior, el 20% de las coberturas son mosaicos de pastos y cultivos y el 3% son cultivos transitorios de hortalizas y verduras y papa, fríjol y maíz.

Como se observa en la figura, del total de predios con actividad agrícola y/o pecuaria, el 62% es agrícola, el 20% es de especies menores, el 11% tiene ganadería y el 7% tiene porcicultura.

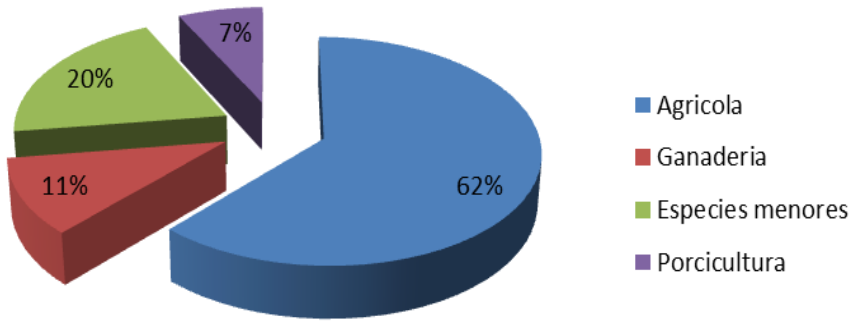


Figura 3-230 - Unidades censales con actividad agrícola y pecuaria

Comercialización

La comercialización de la producción agrícola se realiza principalmente, en el municipio de Medellín y en las fincas vecinas. La producción de leche se comercializa con los vecinos, en Santa Elena o en las distribuidoras del producto en Rionegro. La producción de huevos es para el autoconsumo y los excedentes se comercializan en las fincas vecinas de la vereda, los pollos se venden en la Central Mayorista de Medellín.

Relaciones de trabajo

Los predios dedicados a la agricultura cuyas formas de producción son tradicionales, presentan muy baja disponibilidad de tierras, trabajo familiar, poca disponibilidad de capital y utilización de insumos elaborados a partir de productos de la misma finca, características vigentes de formas de economía campesina. En las explotaciones pequeñas (que son la mayoría) las labores de siembra, cuidado y cosecha son realizadas con mano de obra familiar en las que participan hombres, mujeres y niños.

3.4.4.4.1 Producción agropecuaria en el AID de la vereda San Ignacio

Se desarrolla un renglón importante de cultivos transitorios como papa, frijol, maíz, coles, algunas aromáticas, que se presenta en un 23% del área de influencia de la vereda dentro del proyecto. Además de presentarse cultivos de mora y tomate de árbol.

Los pastos que se encuentran en la vereda cerca del 28% se lleva una actividad pecuaria relativamente baja en la zona, es, principalmente, para el autoconsumo y cuando se generan excedentes se comercializan localmente. Estos productos son principalmente leche y huevos, las demás zonas con pastos hacen parte de las fincas como zonas de esparcimiento.

La parte más alta de la vereda se caracteriza por su gran ocupación residencial. Estos predios tienen áreas menores a 1.000 metros cuadrados y se caracterizan por estar rodeados con pastos limpios, árboles aislados y algunos pequeños cultivos de hortalizas.

Cultivos transitorios

Los cultivos transitorios son hortalizas y verduras como cebolla, repollo, coles, lechuga, zanahoria, cilantro y arveja. El área sembrada es aproximadamente de 13.550 metros cuadrados. También hacen parte de este tipo de cultivos la papa, el maíz y el fríjol y los cultivos de flores y follajes con área de 19.100 metros cuadrados.

Tabla 3-166 - Cultivos transitorios en la vereda San Ignacio

Cultivos	Número de predios	Volumen de producción (kilos)	Área (m^2)
Hortalizas y verduras	13	Las hortalizas se destinan principalmente para el autoconsumo y las alverjas se comercializan localmente	13.550
Frijol, maíz y papa	13	Frijol y maíz, principalmente para autoconsumo. Papa se comercializa	1.000
Flores y follajes	8	S.I.	19.100

Fuente: Consorcio SIGA - PLYMA, 2013

Las variedades de flores que se encuentran en la vereda son girasoles, clavelinas, pompones y astromelias.

En las siguientes fotografías, se puede observar algunos cultivos de repollo y maíz en la vereda San Ignacio:

Cultivos transitorios de repollo, verduras y maíz.

La producción pecuaria es marginal en esta vereda. La producción de leche y huevos es básicamente para el autoconsumo al igual que el cultivo de truchas. La cría de lechones se comercializa en Rionegro.

Tabla 3-167 - Producción pecuaria en la vereda San Ignacio

Especies	Número de predios	Cantidad	Producción
Vacas	6	47	70 litros leche/día
Aves postura	9	148	51 huevos/día
Cerdos cría	5	26	20 lechones/mes
Trucha arcoíris	1	60	Autoconsumo
Caballos	1	3	Recreación
Especies menores: gansos	2	13	Decorativo

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013

3.4.4.5 Relación de la producción de flores y la actividad silletera en el AID

Por el significado económico, pero ante todo por el valor cultural en la vida de los pobladores de Santa Elena, es importante resaltar el cultivo de flores que se realiza bajo la modalidad de cultivos limpios y en asocio con otros productos como hortalizas, mora y/o papa, aromáticas, entre otras[171].

[171] PEOC, 2010, pág. 1072

Aunque su producción no tiene hoy la importancia de tiempos pasados, sigue siendo una actividad de referencia que complementa los ingresos de los campesinos y al mismo tiempo preserva su identidad como cultivadores. Su demanda proviene de mercados locales y unos pocos mercados internacionales. Ya se ha mencionado que, en la ciudad de Medellín, los sitios de distribución y comercialización son principalmente, la Placita de Flórez, el parque de Belén, el parque del barrio de Laureles y los mercados campesinos. De allí se distribuyen para las floristerías, las casas y los cementerios.

La producción de flores se lleva a cabo todo el año con cortes cada 8 ó 10 días, lo cual significa que su demanda es permanente durante los doce meses del año.

De acuerdo con lo anterior, aunque la feria de las flores de la ciudad, es una actividad que jalona la demanda de flores durante el mes de agosto, no es la única fecha o mes importante para aumentar su producción, también el día de Amor y Amistad, El Día de las Madres y otras fechas especiales son importantes para mantener o aumentar la oferta de flores en Santa Elena.

De acuerdo con información de CORANTIOQUIA (2000), la distribución de los cultivos de flores por veredas se muestra en la siguiente tabla, las veredas con mayor producción son: El Plan, Barro Blanco y El Placer especialmente de Cartuchos, Botón de oro y Astromelias. Para la época de la información se tenían 485 cultivos distribuidos en todo el corregimiento de Santa Elena. De acuerdo con el PEOC (2010), esta actividad presenta signos de reactivación con la demanda por variedades tradicionales que se habían dejado de cultivar y que tienen cierto mercado en la ciudad.

Tabla 3-168 - Distribución de los cultivos de flores por vereda en el corregimiento de Santa Elena

Cultivo	El Cerro	El Llano	El Plan	Las Palmas	Media Luna	Sector Central	El Placer	Piedras Blancas	Piedra Gorda	Mazo	Barro Blanco	Total
Agapanto	5	2	11		3	5	3		2		1	32
Astromelia	11	4	25			6	24		17	11	39	137
Azalea							1					1
Azucena					2				3			5
Bifloras							1		3			4
Botón de Oro		2	23			3			2	1	7	38
Cartucho	17	12	74		9	8	15		19	9	11	174
Clavel						1	1	5	4	3		14
Clavellina		1	1			5	4		4	5	10	30
Geranios							5					5
Girasol					1	1			1		2	5
Gladiolo		2	8			2	2	1	3	3	11	32
Judías							1					1
Novio							1					1
Pompón	2	1					1					4
Tul de Novia			2									2
TOTAL	35	24	144	0	15	31	59	6	58	32	81	485

Fuente: Estadísticas agropecuarias UMATA. Medellín. 2000. Citadas en el Plan Maestro Parque Regional Arví (CORANTIOQUIA, 2000)

Las veredas con mayor diversidad de flores son El Plan y El Placer. Las especies más cultivadas son: agapanto, astromelia, botón de oro, cartucho, lirio, hortensia, pensamiento, estrella de belén, geranios, gladiolos, tul de novia, entre otras. Las veredas ubicadas en el sector norte de la zona se caracterizan por practicar una floricultura en pequeña escala, con técnicas tradicionales[172].

De acuerdo con la información primaria recolectada a través de las encuestas, en el AID del proyecto de la Conexión Vial Aburrá-Oriente, se identificaron 53 predios con producción de flores. Las veredas con mayor representación de cultivos de flores son: la vereda San Ignacio (de la cuenca La Cascada) con 16 predios cultivados con flores, El Cerro con 11, y la vereda La Quiebra con 7 predios. Para la construcción de las silletas de la Feria de Flores de Medellín se utilizan las variedades de flores cultivadas en estas veredas.

De igual manera, participan silleteros que en su mayoría coinciden con los campesinos que cultivan las flores. De acuerdo con la siguiente tabla, de la vereda de San Ignacio participan 13 silleteros, le sigue la vereda El Cerro con 8 silleteros y El Placer con 4.

Tabla 3-169 - Distribución de cultivos de flores y silleteros por vereda en el AID

Vereda	Predios con cultivos de flores	Silleteros
La Palma	0	0
El Placer	6	4
Sector central	6	3
El Cerro	11	8
El Plan	1	0
El Llano	5	2
La Quiebra	7	2
Yarumal	1	0
San Ignacio	16	13
Total	53	32

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013

De acuerdo con la Corporación de Silleteros de Santa Elena, la demanda de flores en la época del desfile de silleteros desborda la capacidad de oferta del corregimiento. Por tal razón, es necesario acudir a otros mercados como la Placita de Flores para comprarlas a los campesinos del corregimiento de San Cristóbal. De igual manera, la Asociación Nacional de Floricultores de Colombia- ASOCOLFLORES se une a este evento con una donación de 500.000 tallos de flores.

En comparación con la producción de flores en todo el corregimiento, en el AID se produce solo una fracción que podría alcanzar el 4% de la producción total. Las veredas del AID con la mayor producción son: San Ignacio, El Cerro y la Quiebra con el 30%, el 21%, el 13% respectivamente.

[172] PEOC, 2010, pág. 1074

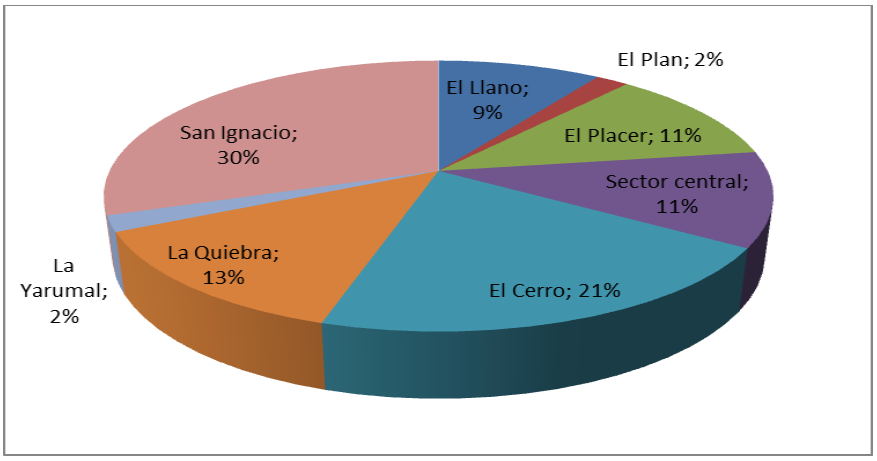


Figura 3-231 - Producción de flores en las veredas del AID.

En cada desfile de silleteros participan más de 500 silleteros del corregimiento de Santa Elena y 32 de ellos se encuentran en el AID del proyecto. De acuerdo con la siguiente figura, de los 32 silleteros del AID, el 72% cultivan las flores que usan en el desfile y el 28% las compran a otros vecinos y/o en la Placita de Flórez.

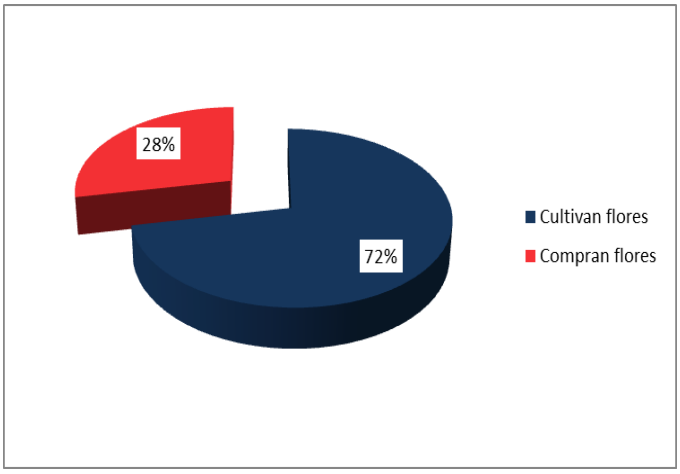


Figura 3-232 - Obtención de las flores para las silletas

En la siguiente figura, se puede observar que de los predios encuestados, el 3% tienen cultivos de flores, el 24% tienen otros cultivos y el 73% no tienen cultivos de flores ni otros cultivos. Lo cual indica que en el AID del proyecto estos cultivos son poco representativos en comparación con los cultivos de otras veredas que se encuentran por fuera del AID.

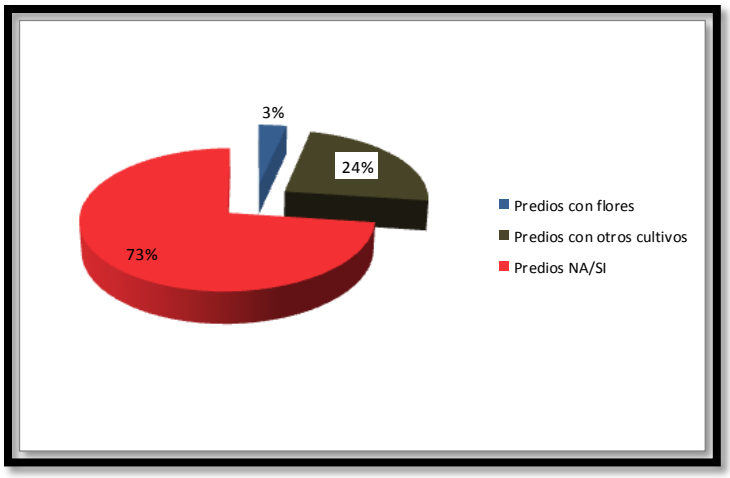


Figura 3-233 - Unidades censales con cultivos de flores

De acuerdo con el análisis de la información, la actividad silletera no es la actividad económica principal de las familias del AID, sin embargo todos los silleteros coinciden en afirmar que es una actividad complementaria de los ingresos de las familias y el principal referente cultural a nivel local, regional e internacional.

Tabla 3-170 - Demanda de flores durante el desfile de silleteros

Categoría	Número silletas	ramos/silleta	ramos/categoria	tallos/categoria
Monumental	75	150	11.250,00	12.500
Emblemática	90	120	10.800,00	108.000
Comercial	55	120	6.600,00	66.000
Tradicional	235	50	11.750,00	117.500
Ninos	30	20	600,00	6.000
Jóvenes	50	30	1.500,00	15.000
Pioneros	20	30	600,00	6.000
Total	555	520	288.600,00	2.886.000

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013

3.4.4.5.1 Principales conclusiones de las actividades productivas:

Cultivos de hortalizas: La producción de hortalizas se lleva a cabo por lo general en pequeñas parcelas campesinas, donde se combinan cultivos de zanahoria, repollo, lechuga, pimentón, coliflor, cilantro, espinaca, cebolla, entre otros. Los arreglos son múltiples dependiendo de cada unidad de producción familiar. En algunos casos se confina la producción en invernaderos, con mayores controles sobre el cultivo. En la producción hortícola tradicional el nivel tecnológico es bajo, aunque se hacen labores manuales y químicas. En confinamiento el nivel tecnológico es más alto y se controla el proceso en todas las fases del cultivo. La comercialización se realiza en mercado local – regional Autoconsumo.

Maíz- fríjol: Este sistema permite una complementación en la rotación del cultivo, una vez el maíz está próximo a la cosecha se siembra frijol para aprovechar el soporte que da la mata. En general se combina con hortalizas y en algunos casos con papa. El nivel tecnológico es bajo y se basa en un

conocimiento ancestral del manejo del cultivo. La cercanía a la ciudad hace que se adopten manejos como la utilización de plaguicidas y fungicidas, sin embargo, en el frijol la post-cosecha se hace de modo tradicional, se seca al sol y se palotea. Básicamente para autoconsumo. Pocos excedentes se comercializan.

Frutales- hortícola: Cultivos permanentes como breva, mora, tomate de árbol, se combinan con la producción de hortalizas en pequeñas parcelas campesinas. Esto más que obedecer a arreglos predeterminados se hace aleatoriamente según el cultivo de ciclo corto que se siembre. Se hacen labores culturales manuales y químicas. Obedece a un nivel tecnológico bajo y/o medio. La comercialización se hace en los mercados locales y regionales.

Flores- hortícola: cultivos permanentes de flores, se combinan con la producción de hortalizas en pequeñas parcelas campesinas. Esto más que obedecer a arreglos predeterminados se hace aleatoriamente según el cultivo de ciclo corto que se siembre. Se hacen labores culturales manuales y químicas. El nivel tecnológico es entre bajo y medio y la comercialización se realiza en los mercados locales y regionales. La actividad hortícola es, principalmente, para autoconsumo.

Flores en invernadero: El cultivo de flores en invernadero se hace en estructuras pequeñas y medianas, donde se siembran flores comerciales como el cartucho, el agapanto, la Astromelia, botón de oro, clavellina y el gladiolo como los más significativos. El confinamiento del producto permite controlar las condiciones climáticas y hacer un manejo de todo el proceso. El nivel tecnológico es alto, en parte por las exigencias del mercado internacional, que demanda de productos con altos estándares de calidad. Mercado Regional _ Internacional. Una pequeña proporción al mercado local.

Ganado de leche: Son pocos los sistemas que se dedican exclusivamente a la ganadería de leche (producción especializada). Se trata de explotaciones en predios medianos y grandes al sur y centro del corregimiento, donde el manejo que se hace de los animales y pasturas es tecnificado. La finca Paysandú de la Universidad Nacional de Colombia es la más representativa. Se utilizan animales mejorados, la fertilización y rotación de potreros, sistema de ordeño semi-estabulado y en algunos casos pasto de corte. Mercado regional.

Especies menores: Por lo general este sistema de producción obedece a un complemento de la unidad productiva. El caso de la producción porcícola se trata de estructuras (chiqueros) rudimentarias en las que se levantan pocos animales; las aves de corral se tienen en pequeños galpones y en los patios de las viviendas; la cunicultura es a pequeña escala y la piscicultura es poca y en pocos metros cuadrados. Nivel tecnológico bajo. Mercado local y Autoconsumo.

Producción forestal: El establecimiento de Plantaciones forestales con especies de rápido crecimiento como el pino, ciprés y eucalipto, se llevan a cabo en predios medianos y grandes en las laderas que se orientan hacia el Valle de Aburrá, en especial en las veredas media Luna y Las Palmas. Por tratarse de grandes empresas su mano de obra es asalariada y se siguen normas de manejo para este tipo de explotaciones. Nivel tecnológico medio – alto. Mercado Regional.

3.4.4.6 Demanda actual y proyección del recurso hídrico para las actividades productivas en el AID

El conocimiento de la demanda actual del recurso hídrico para las actividades productivas del AID del proyecto es importante para complementar la caracterización de tales actividades así como para identificar y evaluar con un grado mayor de precisión los posibles impactos que podría

generar la construcción y operación de la conexión Aburrá-Oriente sobre las actividades productivas.

Actualmente, en el AID del proyecto no se hacen mediciones del consumo de agua para las actividades agrícolas y pecuarias principalmente porque la agricultura que se desarrolla en el área de influencia del proyecto, aún conserva las prácticas y las actividades tradicionales, por esta razón, una parte de las actividades agrícolas están relacionadas con la siembra calendario. De este modo, los cultivos semestrales tienen dos épocas de siembra al año aprovechando que la zona presenta un comportamiento bimodal. Así, se aprovechan los periodos de lluvia para cultivar y por esta razón, los campesinos no utilizan sistemas de riego (con excepción de los que se encuentra bajo invernadero). Otra razón que dificulta la medición y, por lo tanto, la estimación de la demanda actual del recurso, es la ausencia de los registros de las captaciones de agua en las corporaciones ambientales principalmente porque tales captaciones y las fuentes de agua de la que se abastecen los diferentes productores afloran en sus predios.

Por esta razón, la demanda actual se estableció con las dotaciones generales para los diferentes usos del agua y no se consideró el aporte del agua lluvia a la actividad agropecuaria a la demanda del recurso. A continuación se presentará la metodología para llevar a cabo los cálculos[173].

3.4.4.6.1 Metodología

La estimación de la demanda actual de agua para las actividades agrícolas y pecuarias se realizó utilizando información secundaria sobre el consumo de agua general de acuerdo con su uso debido a que la información primaria no se encuentra disponible.

Para estimar las necesidades de agua para cada una de las actividades productivas en el AID se consideraron los módulos establecidos o las dotaciones para los diferentes usos del agua según la Resolución 112-2316 de junio de 2012 de CORNARE, la cual actualiza los módulos de consumo de agua para las diferentes actividades productivas y económicas en su jurisdicción. Para la actividad piscícola se utilizó la información de lo concesionado por las autoridades ambientales CORNARÉ y CORANTIOQUIA para tal uso.

En la siguiente tabla se muestra las dotaciones para los diferentes usos del recurso hídrico extraídas de los estudios referenciados anteriormente y considerando que las variables ambientales de precipitación y distribución mantengan sus ciclos naturales, es decir sin tener en cuenta los fenómenos climáticos y el calentamiento global.

Tabla 3-171 - Dotación para los diferentes usos del agua por cuenca según Resolución 112 de CORNARÉ, 2012.

Uso	CORNARE, 2012	
	Unidad	Módulo de consumo
Avícola engorde (postura)	Litro/animal/día	0,20
Porcícola (granjas de ciclo completo)	Litro/animal/día	22
Bovinos (potrero)	Litro/animal/día	60
Equinos (potrero)	Litro/animal/día	40
Caprino	Litro/animal/día	12

[173] Esta información da respuesta a lo solicitado por la ANLA en la Resolución 0456.

Uso	CORNARE, 2012	
	Unidad	Módulo de consumo
Piscícola[174]	Litros/segundo	5,97
Riego de prados y jardines (pistola)	Litro/m2/día	2[175]

Fuente: Consorcio SIGA - PLYMA

Con los datos de la tabla anterior y la información de las actividades productivas para el AID del proyecto, se procede a calcular la demanda del recurso hídrico.

3.4.4.6.2 Resultados

A continuación se presenta la demanda actual del recurso hídrico para las actividades pecuarias y agrícolas para las cuencas de Santa Elena, La Yarumal y La Cascada.

Cuenca de Santa Elena

De acuerdo con la siguiente tabla, la demanda de agua para la actividad pecuaria en el AID de la cuenca de Santa Elena asciende a 6,34 litros por segundo. La actividad ganadera y la tenencia de caballos demandan el mayor número de metros cúbicos de agua en el mes.

Tabla 3-172 - Demanda de agua para la actividad pecuaria en el AID de la Cuenca de Santa Elena

Especies	Cantidad	Caudal requerido (m^3/mes)
Ganado	410	783
Aves	41.270/año	24,7
Peces	195.250/año	5,97l/s
Cerdos	40	19
Caballos	91	109,2
Especies menores	72	25

Fuente: Consorcio SIGA - PLYMA.

De igual manera, para las actividades agrícolas la demanda de agua asciende a 64,5 litros por segundo.

Tabla 3-173 - Demanda de agua para la actividad agrícola en el AID de la Cuenca de Santa Elena

Actividad	Cantidad (ha)	Caudal requerido (l/s)
Agrícola	29,2	7,5
Pastos para ganado y caballos	250	57
Total	279,2	64,5

Fuente: Consorcio SIGA - PLYMA.

De acuerdo con la información anterior, las actividades agropecuarias del AID de la cuenca de Santa Elena, demandan 76,81 litros por segundo. Actualmente, la autoridad ambiental-CORANTIOQUIA, ha concesionado en la cuenca 9,97 litros por segundo para las actividades agrícolas y pecuarias.

Estos cálculos no consideran los aportes de agua por precipitación ni los usos no concesionados, éstas son las razones que explican la diferencia entre lo concesionado y lo demandado.

La actual oferta hídrica de la cuenca de Santa Elena es suficiente para cubrir la demanda de agua para el uso productivo y doméstico debido a que el caudal medio de la cuenca asciende a 498,13

[174]Para el uso piscícola se utilizó la información del caudal concesionado por la autoridad ambiental y no los datos de la Res.112 de CORNARE.
[175] Con este valor se calculó la demanda de agua para la actividad agrícola

litros por segundo de los cuales 143,5 litros por segundo han sido concesionados (9,9 litros por segundo para uso productivo y el resto para acueductos).

Cuenca La Yarumal

De acuerdo con la siguiente tabla, la actividad pecuaria en el AID de la cuenca de Yarumal demanda 0,64 litros por segundo. El ganado y la actividad porcícola demandan la mayor cantidad de metros cúbicos de agua en el mes.

Tabla 3-174 - Demanda de agua para la actividad pecuaria en el AID de la Cuenca La Yarumal

Especies	Cantidad	Caudal requerido (m3/mes)
Ganado	137	252
Aves	2.449	14.7
Peces	2.000	0.5l/s
Cerdos	92	60,7
Caballos	23	27.6
Especies menores	54	19,4

Fuente: Consorcio SIGA - PLYMA.

La actividad agrícola en el AID de la cuenca La Yarumal demanda 22,6 litros de agua por segundo, tal como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 3-175 - Demanda de agua para la actividad agrícola en el AID de la Cuenca La Yarumal

Actividad	Cantidad (Ha)	Caudal Requerido (l/s)
Cultivos	28	6,4
Pastos para ganado y caballos	70	16,2
Total	98	22,6

Fuente: Consorcio SIGA - PLYMA.

Al hacer un análisis de las actividades agropecuarias para la cuenca de Yarumal, en teoría, se genera una demanda de agua de 42 l/s, de los 2,15 l/s que se encuentran concesionados por CORNARE para dichas actividades. Como se explicó en la cuenca de Santa Elena, en estos cálculos no se tuvo en cuenta la precipitación y los usos pecuario y agrícola no concesionados, lo que explica la diferencia tan significativa entre lo demandado y lo concesionado.

La interpretación de los datos debe hacerse con cuidado porque la demanda de agua se estimó teóricamente, lo cual significa que estos cálculos están por encima de lo que realmente requieren las actividades productivas.

La actual oferta hídrica de la cuenca de Yarumal es suficiente para cubrir la demanda de agua para el uso productivo y doméstico debido a que el caudal medio de la cuenca asciende a 233 l/s (con base en los aforos realizados por la Concesión Túnel Aburra Oriente desde junio de 2011 hasta la fecha) y lo concesionado para las actividades productivas asciende a 2,15 l/s.

Cuenca la Cascada

De acuerdo con la siguiente tabla, en la cuenca La Cascada, la actividad pecuaria dentro del AID demanda 0,54 l/s.

Tabla 3-176 - Demanda de agua para la actividad pecuaria en el AID de la Cuenca La Cascada

Especies	Cantidad	Caudal Requerido (m^3/Mes)
Ganado	47	84,6
Aves	148	0,7
Peces	60	0,5l/s

Especies	Cantidad	Caudal Requerido (m^3/Mes)
Cerdos	26	17,1
Caballos	3	3,6
Especies menores	13	4,6

Fuente: Consorcio SIGA - PLYMA.

La actividad ganadera y Porcícola demandan la mayor cantidad de agua, respectivamente.

La actividad agrícola requiere 8,41 l/s.

Tabla 3-177 - Demanda de agua para la actividad agrícola en el AID de la Cuenca La Cascada

Especies	Cantidad (Ha)	Caudal Requerido (l/s)
Cultivos	13,3 ha	3;07l/s
Pastos para ganado y caballos	23,1	5,34
Total	36,4	8,41

Fuente: Consorcio SIGA - PLYMA.

Al hacer un análisis de las actividades agropecuarias para la cuenca de La Cascada, en teoría, se genera una demanda de agua de 23,74 l/s, de los 0,76 l/s que se encuentran concesionados por CORNARE para dichas actividades.

La actual oferta hídrica de la cuenca de La Cascada es suficiente para cubrir la demanda de agua para el uso productivo y doméstico debido a que el caudal medio de la cuenca asciende a 89,2 l/s (con base en los aforos realizados por la Concesión Túnel Aburra Oriente desde junio de 2011 hasta la fecha) y lo concesionado para las actividades productivas asciende a 0,76 l/s.

De acuerdo con los resultados presentados anteriormente para cada una de las cuencas, la demanda actual de agua para las actividades agropecuarias es muy superior a lo concesionado por las autoridades ambientales. Esto se debe a: el modelo para cuantificar la demanda no tuvo en cuenta el aporte de agua por la precipitación, lo cual aumenta considerablemente la necesidad del recurso hídrico y la segunda razón, es la ausencia de control de las corporaciones ambientales sobre el consumo del recurso que, en algunos casos, sobrepasa lo concesionado. Lo anterior, genera incertidumbre sobre la demanda real de agua y por lo tanto, es necesario interpretar los resultados solo como aproximaciones teóricas de la demanda.

3.4.4.6.3 Análisis de resultados

De acuerdo con los resultados de la siguiente tabla, las actividades productivas del AID de la cuenca de Santa Elena demandan, teóricamente, la mayor cantidad de agua que las actividades de las otras cuencas. Esto se debe a que esta concentra, no solo, la mayor área del AID del proyecto, sino, además, la mayor actividad productiva y el mayor número de habitantes que el resto de las cuencas. Es decir, en Santa Elena existe un uso más intensivo del suelo que en el resto de las cuencas del AID.

Tabla 3-178 - Concesiones de agua vs. Demanda de agua

Uso	Santa Elena		La Yarumal		La Cascada	
	Concesión (l/s)	Demanda (l/s)	Concesión (l/s)	Demanda (l/s)	Concesión (l/s)	Demanda (l/s)
Agrícola	3,95	64,5	1,63	22,6	0,25	8,41
Piscícola	5,97	5,97	0,5	0,5	0,5	0,5
Pecuario	0,06	6,34	0,28	0,64	0,01	0,54

Uso	Santa Elena		La Yarumal		La Cascada	
	Concesión (l/s)	Demanda (l/s)	Concesión (l/s)	Demanda (l/s)	Concesión (l/s)	Demanda (l/s)
Total	9,98	76,81	2,41	23,74	0,76	9,45

Fuente: Consorcio SIGA - PLYMA.

Proyección de la demanda de agua para las actividades agropecuarias

La proyección de la demanda de agua para las actividades productivas a 20 años se realizó teniendo en cuenta la tendencia en el crecimiento de los cultivos en los últimos años, para ello se utilizó la información del Documento Técnico de Soporte de Plan de Ordenamiento Territorial para Medellín (Acuerdo 46/2006) y el documento de coberturas vegetales y uso actual del suelo con base en el POT de la zona rural del Municipio de Medellín (2009).

La tendencia de los últimos años que se ha venido presentando en la zona de influencia del proyecto ha estado influenciada por un aumento en la fragmentación de los predios, un aumento en el número de habitantes y un cambio en el uso del suelo. Se ha observado una transformación del uso agrícola al uso residencial y una proyección hacia lo turístico. Por estas razones, la tendencia de crecimiento de estas actividades es negativa, es decir, las áreas de uso agrícola y pecuario tienden a disminuir.

De igual manera, las restricciones en el uso del suelo para desarrollar actividades agrícolas y/o pecuarias, especialmente en la vía a cielo abierto[176] y en la Reserva Forestal Protectora del Rio Nare, influyen en la tendencia de crecimiento negativo de tales actividades.

De acuerdo con la información presentada en la siguiente tabla, específicamente en lo que concierne al corregimiento de Santa Elena, las coberturas asociadas a los cultivos disminuyeron 9 hectáreas entre 1998 y 2004, es decir, durante este periodo de tiempo, disminuyó en 1,5 hectáreas, en promedio, el área destinada a cultivos.

Tabla 3-179 - Cambio en las coberturas vegetales en el corregimiento de Santa Elena para 1998 y 2004.

Coberturas	Altavista		San Antonio de Prado		San Cristóbal		San Sebastián de Palmitas		Santa Elena		Total	
	1998	2004	1998	2004	1998	2004	1998	2004	1998	2004	1998	2004
Bosque Plantado	4,6	222,8	1.300,5	1.535,5	29,8	57,5	12,6	141,8	2.198,2	2.232,3	3.545,7	4.189,9
Cultivos	139,2	134,5	225,7	169,4	621,6	606,0	817,4	875,9	115,1	124,4	1.919,0	1.910,2
Construcciones dispersas	0,0	0,0	26,6	26,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	2,1	28,7	28,6
Construcciones nucleadas	4,0	4,0	0,0	0,0	106,4	125,6	41,5	41,5	26,8	66,9	178,7	238,0
Centros poblados	89,2	90,3	35,1	36,6	47,3	49,1	0,0	0,0	525,4	543,3	697,0	719,3
Embalses	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0	17,0	17,0	17,0
Pasto manejado	66,4	40,2	1.231,6	1.493,9	1.566,9	1.466,9	178,7	185,2	325,6	294,6	3.369,2	3.480,8
Pasto natural	1.164,6	724,1	900,6	625,9	1.142,7	1.077,7	2.070,4	1.634,0	1.550,7	1.436,5	6.829,0	5.498,2
Rastrojo alto	443,1	788,6	1.797,5	1.630,4	1.424,7	1.556,5	2.241,8	2.441,6	2.273,1	2.400,0	8.180,2	8.817,1
Rastrojo bajo	739,8	644,8	321,6	300,4	408,0	374,8	407,8	418,9	379,1	283,0	2.256,3	2.021,9
Suelo erosionado	56,9	63,3	7,7	18,0	24,1	59,9	13,7	45,0	0,0	13,0	102,4	199,2

[176] En lo que corresponde al tramo de la vía a cielo abierto, las actividades agrícolas y pecuarias que allí se desarrollan son marginales. Esto se debe principalmente a las altas pendientes presentes en la margen oriental del Valle de Aburra, las cuales no permiten una actividad productiva intensiva y genera un uso y vocación protectora productora, se presenta presión por la expansión urbana, los predios presentan extensiones mayores a las 20 ha.

Coberturas	Altavista		San Antonio de Prado		San Cristóbal		San Sebastián de Palmitas		Santa Elena		Total	
	1998	2004	1998	2004	1998	2004	1998	2004	1998	2004	1998	2004
Urbano	0,0	0,0	214,0	224,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	214,0	224,5
Zona de Mineria	119,9	115,3	0,0	0,0	9,3	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	129,2	122,2
Total	2.827,7	2.827,9	6.060,9	6.061,1	5.380,8	5.380,9	5.783,9	5.783,9	7.413,1	7.413,1	27.466,4	27.466,9

Fuente: Municipio de Medellín, 2006

De igual manera, en la siguiente tabla se puede apreciar el cambio en las coberturas para el corregimiento de Santa Elena entre el 2004 y el 2008.

Las coberturas vegetales asociadas a cultivos confinados (Ver siguiente tabla), permanecieron constantes entre el 2004 y el 2008 con 2,1 hectáreas. Con respecto a la cobertura mosaico de cultivos (MC en la tabla), esta cobertura disminuyó en 27,4% entre el 2004 y 2008. La cobertura de mosaicos de pastos y cultivos (MPC en la tabla), solo tiene el dato para el 2008 y por lo tanto, no es posible determinar el cambio en el área de la cobertura.

Tabla 3-180 - Cambio en las coberturas en el corregimiento de Santa Elena para 2004 y 2008

Abrev.	Tipo de Cobertura	Area de cobertura en 2008		Area de cobertura en 2004		Cambio	
		ha	%	ha	%	ha	%
AM	Arbustos y matorrales	300,1	4,0	283,4	3,8	16,7	0,2
BNF	Bosque natural fragmentado	2.229,3	30,1	2.401,1	32,4	-171,8	-2,3
BP	Bosque plantado	2.172,8	29,3	2.235,5	30,2	-62,7	-0,8
CC	Cultivos confinados	2,1	0,0	2,1	0,0	-	-
ECA	Embalses y cuerpos de agua artificiales	17,1	0,2	17,1	0,2	-	-
FR	Fincas de recreo - parcelaciones	239,0	3,2	-	-	239,0	3,2
MC	Mosaico de cultivos	97,1	1,3	124,5	1,7	-27,4	-0,4
MPC	Mosaico de pastos y cultivos	278,9	3,8	-	-	278,9	3,8
PP	Papa	4,5	0,1	-	-	4,5	0,1
PA	Pastos arbolados	12,3	0,2	-	-	12,3	0,2
PE	Pastos enmalezados o enrastrojados	843,6	11,4	1.434,2	19,3	-590,6	-8,0
PL	Pastos limpios y/o manejados	704,3	9,5	294,2	4,0	410,1	5,5
RV	Redes varias, ferroviarias y terrenos asociados	16,0	0,2	-	-	16,0	0,2
TUD	Tejido urbano discontinuo	490,0	6,6	607,7	8,2	-117,7	-1,6
TD	Tierras desnudas o degradadas	5,7	0,1	12,9	0,2	-7,2	-0,1
	Total	7.412,8	100,0	7.412,7	100,0	1.955,1	26,4

Fuente: Municipio de Medellín, 2009

Con estos datos se construyó el diagrama de dispersión para determinar la tendencia positiva o negativa del crecimiento de los cultivos en el corregimiento de Santa Elena. De acuerdo con la siguiente figura, en los próximos 20 años, el área con cultivos tiende a decrecer en un 24%. Es decir, en promedio los cultivos decrecerán anualmente 0,8%.

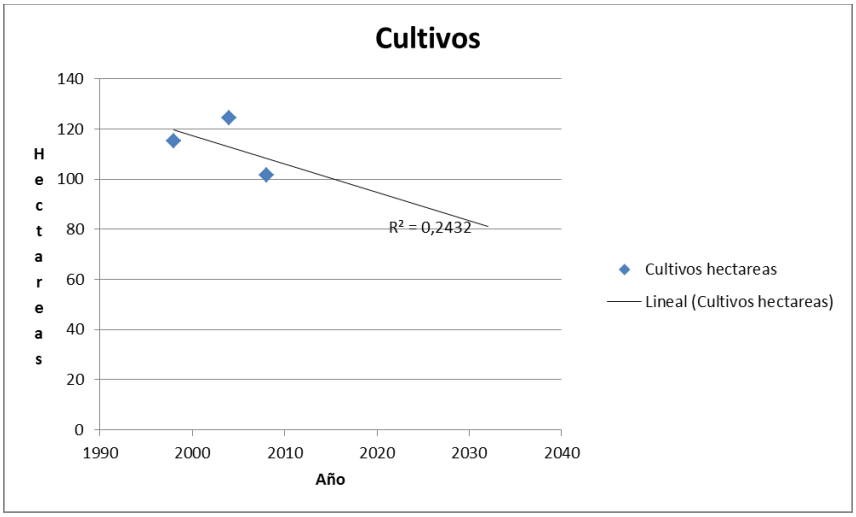


Figura 3-234 - Tendencia de crecimiento de cultivos
Fuente: Elaboración del equipo técnico

Esto se debe principalmente al aumento en la fragmentación de los predios para uso residencial, al aumento de la población, a un cambio en el modo de sustentación económica, debido a que las actividades agrícolas son reemplazadas por actividades profesionales y obreras, especialmente por la cercanía de Santa Elena al Valle de Aburrá y al Valle de San Nicolás considerados centros industriales y por lo tanto, demandantes de mano de obra de las personas que allí residen.

Utilizando la información anterior, a continuación se proyectará la demanda de agua para los cultivos a 20 años para cada una de las cuencas.

Tabla 3-181 - Proyección de la demanda de agua para la actividad agrícola en el AID por cuenca al 2033

Uso	Santa Elena		La Yarumal		La Cascada	
	Área (Ha)	Demanda (l/s)	Área (Ha)	Demanda (l/s)	Área (Ha)	Demanda (l/s)
Agrícola	22,192	5,13	21,28	4,91	10,108	2,33
Pastos para ganado y caballos	190	43,89	53,2	12,28	17,556	4,05
Total	212,192	49,02	74,48	17,19	27,664	6,38

Fuente: Consorcio SIGA - PLYMA.

La demanda de agua para la actividad pecuaria al 2033 se calcula bajo el supuesto que durante los 20 años siguientes se hará un manejo más tecnificado de los pastos y las praderas lo que permitirá mantener una misma carga animal en un área menor y por lo tanto, la demanda de agua se mantendría.

Tabla 3-182 - Proyección de la demanda de agua al 2033 para la actividad pecuaria en el AID

Uso	Santa Elena		La Yarumal		La Cascada	
	Cantidad	Demanda (l/s)	Cantidad	Demanda (l/s)	Cantidad	Demanda (l/s)
Ganado	410	783	137	252	47	84,6
Aves	41.270/año	24,7	2.449	14.7	148	0,7

Uso	Santa Elena		La Yarumal		La Cascada	
	Cantidad	Demanda (l/s)	Cantidad	Demanda (l/s)	Cantidad	Demanda (l/s)
Peces	195.250/año	5,97l/s	2.000	0.5l/s	60	0,5l/s
Cerdos	40	19	92	60,7	26	17,1
Caballos	91	109,2	23	27.6	3	3,6
Especies menores	72	25	54	19,4	13	4,6
Total	237.133	6,43l/s	4.755	0,64l/s	297	0,54l/s

Fuente: Consorcio SIGA - PLYMA.

En resumen, la demanda de agua para las actividades productivas en el AID ascenderá a 80,2 l/s en el 2033. Es decir, en la cuenca de Santa Elena se requeriría un promedio de 55,45l/s. En la cuenca de Yarumal se requeriría un promedio de 17,83l/s y La Cascada requeriría un promedio de 6,92 l/s.

La dinámica de las coberturas vegetales permite manejar una tendencia en cuanto al uso de éstas; pero el cambio constante puede permitir que las áreas aumenten o disminuyan de acuerdo con el interés y las necesidades de los propietarios.

Es muy importante recordar que actualmente en la zona de influencia del proyecto, la demanda hídrica para la producción agropecuaria se encuentra satisfecha por las técnicas y el modelo productivo utilizado (siembra calendario), aprovechando no solo la oferta hídrica sino además, el comportamiento de precipitación y distribución bimodal que presenta la zona. Los meses de diciembre y marzo son los más críticos, debido a la disminución de la precipitación y de los caudales ofertados. Estas condiciones especiales no se consideraron en la proyección de la demanda del agua para las actividades productivas.

Aunque las áreas para las actividades productivas tienden a disminuir en los próximos veinte años, la demanda por el recurso hídrico se conservará y podrá cubrirse siempre y cuando la precipitación y su distribución se mantengan en los niveles actuales y no ocurran eventos externos que generen abatimiento de las aguas superficiales, como por ejemplo un fenómeno del niño, disminución drástica de las coberturas vegetales.

3.4.5 Tendencias de Desarrollo Económico del AID

La Región Metropolitana del Valle de Aburrá, es reconocida como una de las zonas más emprendedoras y de mayor desarrollo económico en Colombia, debido a su ubicación geográfica y a su estructura, lo cual, le ha permitido afianzarse como un centro dinámico, donde confluyen las actividades industriales, comerciales y logísticas.

En el valle de Aburrá se concentra gran parte de la actividad económica de Antioquia y de Colombia y su Área Metropolitana presenta una alta concentración de la población. Este fenómeno de densidad poblacional, ha entorpecido la articulación productiva con los demás municipios del departamento y ha reflejado problemas de desempleo y marginalidad urbanos, aglomeración de negocios y venteros ambulantes en el centro de la ciudad, dificultades de movilidad, deterioro del medio ambiente, agotamiento de los suelos disponibles para la expansión urbana, aumento de la competencia y reducción de las posibilidades económicas de los pobladores.

Las directrices de planeación del Valle de Aburrá y su Área Metropolitana, apuntan hacia el concepto de "Ciudad Región" que parte de la planeación de un sistema urbano organizado y equilibrado, que posibilite la integración de los mercados regionales nacionales - internacionales; ciudades en red, que soporten la economía y redistribuyan la población y las oportunidades, revirtiendo los flujos de poblacionales que se presentan hacia la metrópolis.

En este sentido, el Valle de Aburrá requiere críticamente de la oferta ambiental, servicios y recursos de la región, y ésta a su vez, depende en diversos aspectos de la gran ciudad.

El Valle de San Nicolás, se encuentra localizado muy cerca del Valle de Aburrá y entre ambos se ha venido tejiendo de manera histórica una relación mutua de complementaciones en la oferta de bienes y servicios que requiere su consolidación en el marco de la economía global y la integración regional que permita abastecer los mercados locales, nacionales e internacionales.

La principal fuente de economía es la industria, concentrada principalmente sobre las cuencas del río Negro y la quebrada La Cascada, a lo largo de cuyo territorio funcionan varias empresas reconocidas en el territorio nacional.

La condición de zona franca ostentada por el Municipio de Rionegro, motiva de manera amplia a los empresarios, para abrir allí sus fábricas, aprovechando los privilegios que concede dicha condición, impulsando el desarrollo del comercio exterior, atrayendo divisas e incentivando la inversión extranjera en el país y favoreciendo la generación de empleo.

Este municipio, es considerado como centro o metrópoli del altiplano, debido a sus características de infraestructura, de dotación y de servicios, lo cual hace que esté catalogado como el centro empresarial del Oriente Antioqueño, donde hacen presencia empresas grandes de carácter financiero, de seguros, comunicaciones y almacenes de cadena, entre otros.

Otro sector representativo en la economía del Valle de San Nicolás, es la agroindustria, materializada en dos plantas de producción avícola y los floricultivos altamente tecnificados en modalidad de invernadero, característicos de la zona y una fuente de empleo. La agricultura es un renglón importante para la economía de la región, varios municipios del altiplano mediante la producción minifundista, son despensas agrícolas del país, desde acá sale gran cantidad de alimentos con destino especialmente hacia la Costa Atlántica.

A pesar de que en la zona rural, la tierra está bastante subdividida, la agricultura campesina aún conserva un papel significativo en la economía local, con el desarrollo de actividades pecuarias con técnicas incipientes para la cría de animales como aves, porcinos, caprinos, ganado lechero y algunos cultivos, con fines de comercialización y de pancoger.

Estos pequeños productores están siendo fortalecidos por la Corporación Agencia para el Desarrollo Económico de la Provincia del Oriente Antioqueño –ADEPROA. El turismo, también representa una fuente de ingresos significativa para el Valle de San Nicolás, el cual cuenta con el aeropuerto internacional "José María Córdoba", construcciones antiguas de valor histórico, como la casa de la convención (ubicada en Rionegro), parques recreativos, hoteles y fincas de recreo, que lo hacen paso obligado para viajeros, turistas y transeúntes.

Según las fuentes de consulta, la economía campesina, en este sector de estudio, se encuentra orientada, fundamentalmente, a la producción agropecuaria, siendo el sector agrícola el más importante, seguido del sector pecuario y finalizando con el sector piscícola. En términos de la producción agrícola, los cultivos predominantes se representan en la fresa, cebolla, lechuga, mora,

frijol, tomate de árbol y plantas aromáticas; en términos del sector pecuario, algunas pocas familias mantienen dos (2) o tres (3) vacas lecheras e igual cantidad de cerdos y gallinas, producción que se desarrolla a pequeña escala y para el autoconsumo familiar, el excedente es comercializado en el corregimiento de Santa Elena, en la Plaza de Flores u otros lugares de las áreas urbanas de Medellín, Guarne y Rionegro.

El panorama de la economía campesina, en este sector de estudio, no es muy halagador, en tanto viene presentando un cambio trascendental en la configuración territorial de esta economía de subsistencia representado por:

- El empleo generado por la agricultura viene siendo sustituido, lentamente, por la oferta laboral del sector industrial en el sector urbano.
- El proceso de industrialización urbano contribuye a la descomposición de la economía rural.
- La falta de capital de trabajo y apoyo a las familias campesinas, así como a los grupos asociativos y pequeños productores para poner a producir las tierras.
- La baja productividad del suelo agrícola que se evidencia en la disminución de las cosechas, en los bajos ingresos familiares y en la carencia de capital de trabajo.
- La importación de alimentos, la falta de capacitación de los campesinos en técnicas de cultivos más avanzados, el inadecuado uso de agroquímicos y la falta de capacitación permanente para la comercialización de los productos.
- La inestabilidad y las pocas garantías laborales, así como el escaso acceso a seguridad y protección social.
- Las difíciles condiciones laborales y salariales que tienen los pobladores para desarrollar, adecuadamente, su actividad económica representada en el sector agropecuario.
- Las labores propias de la actividad agropecuaria en general, se consideran costosas y cada vez más dificultosas debido a:
    - El uso intensivo de la tierra.
    - La aplicación de agroquímicos.
    - Los cambios climáticos.
    - Altos costos de producción y bajos precios del producto.
    - La ausencia de apoyo por parte del estamento público en general.
    - La limitada y condicionada entrega de subsidios para el campesino.
- La falta de oportunidades de empleo y de proyectos productivos para la población juvenil.
- Falta de apoyo y sostenibilidad para la creación de empresas productivas agroecológicas.
- La venta de las tierras cultivables por parte de los campesinos, entre otras razones, por:
    - Las alzas en los servicios públicos.
    - El aumento en el impuesto predial.
    - El aumento en el número de miembros de la familia.
    - La presencia de nuevos pobladores.

El “ecoturismo” y el “agroturismo” son dos de las más importantes variantes del turismo que se vienen promoviendo en la actualidad, por lo cual las comunidades de este sector reconocen ampliamente las condiciones que presenta esta área rural que comprende el Corregimiento de Santa Elena y las veredas del sector Sajonia pertenecientes a los municipios de Guarne y Rionegro.

Respecto a los problemas asociados al tema, en este sector se hace evidente la baja capacidad para atender el turismo rural y ecológico que viene en ascenso, y que tiene en la Feria de las Flores su mayor expresión y reconocimiento; problemas que se encuentran asociados,

fundamentalmente, a la inexistencia de equipamientos públicos y la escasa formación social en procesos de economía familiar y/o comunal turística.

Sin embargo, este gran sector rural cuenta con algunas condiciones que podrían afectar hasta ahora, amplia demanda turística, debido a aspectos como:

- Una infraestructura inadecuada para atender el "ecoturismo" y el "agroturismo".
- La inseguridad que puede presentarse por la alta afluencia de personas.
- La pérdida de costumbres campesinas y la creciente parcelación de las tierras.
- La falta de formación y capacitación en técnicas de hotelería y turismo social.

Por último, el sector de Sajonia representado por la vereda La Yarumal, presenta un comportamiento de la tendencia del desarrollo económico determinado por:

- La existencia de una económica campesina – minifundista, a través de la cual se obtienen ingresos necesarios para cubrir las necesidades básicas de las familias que generan una actividad agropecuaria de subsistencia.
- La existencia de una tierra destinada a la dispersión de los usos urbanos en el sector de Sajonia, mediante su concentración en sitios estratégicos como vivienda campestre, además del potencial de su localización en nuevos usos y actividades de servicios relacionadas con la logística de transporte representada en la autopista Medellín Bogotá y la vía al Aeropuerto Internacional del Rionegro.

No obstante, y precisamente frente al recurso hídrico, la zona de estudio presenta los siguientes elementos que se hace necesario resolver, si se pretende potenciar la región desde la competitividad:

- Localización de viviendas en zonas de riesgo.
- Insuficiente cobertura del servicio de alcantarillado.
- Insuficiente calidad del servicio de acueducto y provisión de agua potable.
- Déficit en el saneamiento básico.
- Falta de un sistema básico de alcantarillado en los barrios informales.
- Falta de conciencia social acerca del rol que tiene el ser humano como parte fundamental del medio ambiente.
- Falta de procesos continuos de capacitación y formación que enfaticen en la educación y la cultura ambiental.
- Crecientes procesos de invasión de zonas de retiros de quebradas y permanencia de viviendas sobre los retiros de las fuentes de agua, lo que facilita las inundaciones de estas viviendas en los periodos invernales (El Cerro y la Parte Central).
- Altos costos en las tarifas de los servicios públicos.
- Deficiencias en la cobertura y calidad del servicio de recolección de basuras.
- La destrucción del hábitat ante el reemplazamiento de la vegetación nativa por monocultivos arbóreos de especies foráneas en zonas de protección de recursos hídricos (pino y eucalipto).
- Los sistemas de riego son insuficientes para la demanda que hoy existe, y hay una gran pérdida de caudales superficiales por infiltración.
- Mal manejo de los pozos sépticos generando contaminación de aguas subterráneas.
- Áreas de retiro, destinadas a la protección de fuentes hídricas y nacimientos afectados por actividades antrópicas como cultivos, pastoreo, ubicación de construcciones, deforestación, corte de meandros para la adecuación de tierras.

De esta forma, la relación entre el futuro de las fuentes hídricas y el mantenimiento del desarrollo económico propio de la actividad agropecuaria en riesgo y el incremento de las parcelaciones destinadas a casas / fincas de recreo y descanso, evidencian un panorama incierto, en la medida en que son elementos complementarios e interdependientes.

La Cámara de Comercio del Oriente Antioqueño, propone en el texto "Realidades y Prospectivas del Valle de San Nicolás" dos (2) ejes para el desarrollo de la región: un fluido y ordenado sistema de transporte, que permita una eficiente conectividad entre todos los pobladores del oriente cercano y un tratamiento especial a las fuentes hídricas de tal manera, que sea posible tener un entorno de altas calidades habitacional y eficientes condiciones en términos de competitividad.

En este sentido, expone la Cámara de Comercio del Oriente Antioqueño, un panorama marcado por un aumento de la construcción de viviendas campestres y parcelaciones, el paisaje natural, la riqueza del valle de San Nicolás, los intercambios y flujos que se han mantenido de manera histórica con el Valle de Aburrá y la lucha por el recurso agua encontrará muy pronto un punto de saturación.

3.4.5.1 Proyectos en el corto y mediano plazo en el AID Local

En un proceso de planeación subregional liderado por los municipios del Altiplano, la Gobernación de Antioquia y CORNARE, formularon entre los años 1994 y 1996, el "proyecto pueblos", cuyo objetivo fue plantear propuestas hacia el mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores actuales y futuros de la subregión y una de las estrategias fue la de articular la gestión agropecuaria al ordenamiento territorial y en sus lineamientos, definió los usos recomendables del suelo. A la luz de este proyecto se propuso la creación y declaratoria de una zona de protección para la economía campesina y la producción de alimentos en los nueve municipios que conforman el altiplano. A Partir de esta iniciativa se empieza a consolidar la idea de Distrito Agrario del Oriente Antioqueño, a las que corresponden las denominadas zonas de alta competitividad para el desarrollo del sector primario. En el año 2003, el municipio de Rionegro se une a esta iniciativa.

Medellín, en la actualidad, se encuentra jalonando esta propuesta para los diferentes corregimientos buscando el manejo integral de la zona de reserva agraria, la conservación de ecosistemas estratégicos, la protección economía campesina articulada a seguridad alimentaria y desarrollo rural endógeno, contención de la expansión urbana en los bordes, consolidar el ordenamiento del territorio con la participación activa de los pobladores, el fortalecimiento de la identidad local como mecanismo de cohesión y pertenencia territorial, impulsar la organización social y económica para el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

En este sentido, el Plan Estrategias Corregimentales (ECO) de la ciudad de Medellín, propone la constitución de un Distrito Agrario de Medellín (DAM)[177], con una participación por cada uno de los corregimientos así: 15% Santa Elena, 29% San Antonio de Prado, 12% Altavista, 15% Palmitas y 29% San Cristóbal.

Como puede observarse en la siguiente figura, las veredas El Plan, El Llano, El Cerro, San Elena Central, El Placer y parte de Las Palmas estarían haciendo parte del Distrito Agrario de Medellín.

[177] Asociado a las Áreas de Desarrollo Rural que se referían al comienzo del componente socioeconómico

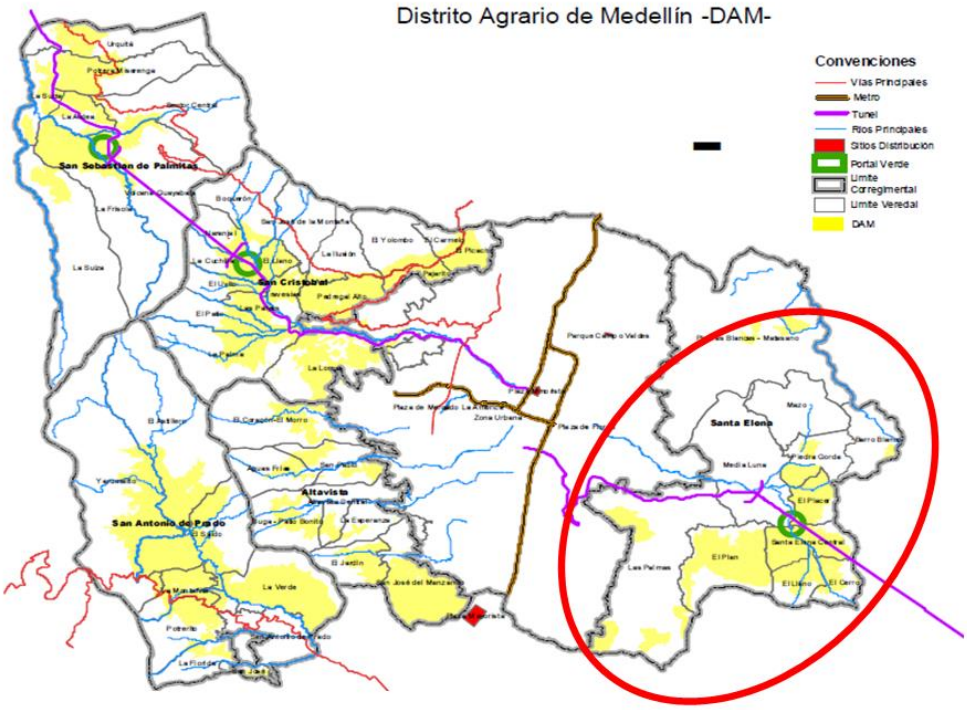


Figura 3-235 - Distribución del Distrito Agrario de Medellín
Fuente: Alcaldía de Medellín, PLAN ECO.

Los objetivos del plan se concretan en la planificación de la producción agraria y la gestión de un modelo de producción agroecológica con tecnologías y usos apropiados que incentive a las unidades productivas familiares y comunitarias y un sistema de comercialización y mercadeo.

Una vez implementado el DAM, se espera el fortalecimiento de las unidades productivas familiares y renovación de actividades agrarias de los corregimientos de Medellín, la implementación de un modelo de producción experimental y creación de instrumentos financieros de microcréditos e incentivos, y un conjunto de acuerdos y conformación de redes de producción y comercialización. En la actualidad, el Plan de Ordenamiento de Medellín se está ajustando, se esperaría que el proyecto de Distrito Agrario y el Modelo de Gestión DAM sean adoptados para darle viabilidad a su materialización.

A continuación se caracterizan e identifican los perfiles de proyectos que se relacionan con los temas del desarrollo del recurso hídrico, ambiental e infraestructura en el área de influencia del proyecto Conexión Vial Aburrá – Oriente en el corto, mediano y largo plazo:

La zona rural de Santa Elena, Rionegro y Guarne tienen características socioeconómicas, ambientales y culturales como un elemento de referencia común y parte de los proyectos que se plantean tienen una injerencia espacial que supera las divisiones político – administrativas y marcan las tendencias que en futuro pueden materializarse. Algunas de las propuestas que se listan a continuación:

Desde la administración municipal se promueven para el corregimiento de Santa Elena y San Ignacio el desarrollo de actividades como:

- Conservación de las franjas de retiro de las cuencas abastecedoras de acueductos veredales (Santa Elena, Santa Bárbara, San Pedro y El Chiquero).
- Ampliación de la capacidad de captación, tratamiento y conducción de los acueductos veredales Las Flores.
- Generar alternativas de ingresos económicos de las comunidades campesinas, mediante el establecimiento y fortalecimiento del programa de familias guarda bosques.
- Conservación de la biodiversidad y el valor escénico en el corregimiento de Santa Elena.
- Implementación de instrumentos económicos para servicios ambientales de regulación hídrica, conservación de biodiversidad, valor escénico, en el Corregimiento de Santa Elena.
- Ampliación del Centro de Salud con el fin de alcanzar la categoría de Nivel 2.
- Mejoramiento de la Cancha de Futbol y el Polideportivo de Santa Elena Central.
- Parque Lineal de la Quebrada Santa Elena – Los Molinos (proyecto entregado por la Alcaldía de Medellín).
- Finca Paysandú, como un escenario posible para la educación pertinente que requiere la población del corregimiento Santa Elena.
- Generación de equipamiento como unidad de apoyo a la producción local.
- Formación para la apropiación de los nuevos equipamientos, espacios públicos y sistemas urbanos por parte de los habitantes del corregimiento, los turistas y los visitantes.
- Conformación y fortalecimiento de una oferta turística a partir de la articulación de elementos territoriales de valor cultural, ambiental y paisajístico propios del hábitat rural en Santa Elena y el corredor San Ignacio – la hondita de Guarne.
- Dotar de saneamiento básico y alcantarillado al centro poblado de San Ignacio

El Plan Estratégico para un Pacto Social por el Desarrollo del Oriente Antioqueño (2009), señala para la región, en el mediano y largo plazo, los siguientes proyectos[178]:

- La identificación de tendencias, contextos y escenarios estratégicos en relación con la producción y el mercado.
- Innovación y desarrollo tecnológico para la productividad agropecuaria.
- Desarrollo de sistemas de producción agroecológica en la Subregión.
- Desarrollo de sistemas y prácticas agroforestales en la Subregión.
- Desarrollo de procesos competitivos de mercadeo, comercialización de productos y servicios generados en las áreas rurales del Oriente Antioqueño.
- Marketing territorial de la Subregión.

El POT y el Plan de Desarrollo Municipal de Rionegro, no hacen referencia específica a proyectos o programas en las veredas del AID Local, con excepción de las iniciativas asociadas a la protección de los ecosistemas estratégicos asociados a las bocatomas de acueductos localizados en la vereda Yarumal y a las áreas que prestan servicios ambientales.

En general, se aprecia que los proyectos que se promueven desde el sector público en las veredas del AID Local hacen referencia a tres temas relevantes: 1. La protección de los ecosistemas estratégicos asociados a servicios ambientales (Santa Elena y Yarumal). 2. Potenciación de la oferta

[178] En la materialización de estas iniciativas se involucran la Gobernación de Antioquia, Administraciones municipales, EAFIT, SENA, CORPOICA, CORNARE, COREDI, UCO, PRODEPAZ, ASOCOLFLORES, CEO, PTA, U de A, Politécnico Colombiano, CEAM, Tecnoparque (SENA), GENESIS, ASOCOLFLORES y Cámara de Comercio

turística a partir del aprovechamiento estratégico de los elementos constitutivos del paisaje, el recurso hídrico, el suelo y las actividades económicas tradicionales, entre otras (Santa Elena, San Ignacio y municipios del Oriente Antioqueño, entre ellos, Rionegro con el tema de marketing territorial). 3. Fortalecer la economía campesina a través de la producción agraria, apoyo al agricultor tradicional y a los procesos de comercialización del sector rural (Santa Elena).

3.4.5.2 Proyectos en el corto y mediano plazo en el AID Puntual

Al igual que en el AID Local, el DMI, propuesto en el Plan Estrategias Corregimentales (Plan ECO), también aplicaría al AID Puntual así como los proyectos planteados en el Plan de Ordenamiento Municipal y que tendrán injerencia en esta zona como:

Promoción de actividades hídricas, ambientales y de saneamiento básico en el corto plazo:

- Implementar un plan zonal de manejo ambiental para garantizar la conservación de las quebradas y fuentes de agua subterráneas.
- Conformar una liga de usuarias y usuarios de los servicios públicos y de saneamiento básico de la Comuna 9.
- Realizar programas de sensibilización frente al manejo adecuado de los residuos sólidos, con miras al mejoramiento y sostenibilidad ambiental.
- Promover un manejo adecuado de los recursos hídricos para evitar problemas de contaminación de cuencas en detrimento de la salud, y garantizar la sostenibilidad del recurso a futuro y la salud integral de las y los habitantes.

Promoción de la actividad turística-ambiental en el mediano plazo:

- Construir un parque ecológico en la zona del Seminario como reserva ambiental.
- Adecuar y recuperar el parque ambiental La Asomadera, para la apropiación del espacio público-ambiental.
- Crear programas institucionales para la formación y conservación de parques lineales en la parte alta de la Comuna 9.
- Implementar un plan zonal de manejo ambiental para garantizar la conservación de las zonas ambientales y turísticas.
- Valorar, recuperar y disfrutar los Cerros La Asomadera y El Salvador, de la Comuna 9, como espacios ambientales, turísticos y recreativos.
- Formular e implementar acciones eco y etnoturísticas para incluir el concepto de cerros como espacios turísticos y de recuperación histórica y cultural de la Comuna 9.
- Formular e implementar procesos de formación y capacitación a la comunidad en servicios en pro del desarrollo turístico alrededor de estos cerros, como: capacitaciones para el empleo, guías turísticos, recreación grupal, eventos artísticos y actividades económicas.
- Gestionar procesos de capacitación y dotaciones alojamientos comunales ambientales o eco-alojamientos para la administración turística de los cerros: La Asomadera y El Salvador.
- Actualizar los inventarios de productos turísticos y recursos con potencial para el desarrollo de actividades de agro y eco turismo en zonas estratégicas de la Comuna 9.
- Capacitar y formar en ecoturismo comunitario, que permita el fortalecimiento de la dinámica económica y cultural de los pobladores.
- Gestionar un ecoturismo con enfoque artístico, recreativo, empresarial y cultural para la proyección sostenible y sustentable de los cerros.

Promoción de asentamientos urbanos ambientalmente consolidados en el mediano y largo plazo:

- Crear e institucionalizar un Sistema de Seguimiento, Monitoreo y Evaluación de la "falla geológica" que pasa por la Comuna 9.
- Formular e implementar el Plan Zonal de Prevención y Atención de Desastres.
- Realizar proceso de reubicación de viviendas, para la población ubicada en zonas de alto riesgo.
- Conformar organizaciones ambientales y fortalecer las veedurías comunitarias ambientales.
- Implementar campañas de sensibilización y divulgación frente a la apropiación indebida del entorno y la periferia natural de la Comuna 9.

3.4.6 Dimensión Cultural

3.4.6.1 Manifestación cultural silletera en el AID local: Economía, Cultura y Territorio

El área de Santa Elena comprende una importante porción de la zona rural del municipio de Medellín, constituyéndose en el corregimiento de mayor extensión territorial. Sin embargo, sus actividades agrícolas y pecuarias, no representan una despensa estratégica desde el punto de vista de seguridad alimentaria, en tanto la mayoría de los alimentos que abastecen la ciudad, provienen de otros municipios y regiones del departamento y del país[179].

No obstante, es importante resaltar, que la agricultura aunque en las últimas décadas ha ido perdiendo representatividad en la estructura económica del corregimiento, continúa siendo significativa para la población campesina, en tanto, muchas de sus familias, obtienen gran parte de sus ingresos del trabajo en esta actividad y destinan algunos de sus productos al autoconsumo.

Entre las dificultades que afronta la agricultura con formas de producción tradicionales, se destacan aspectos como la baja disponibilidad de tierras, de capital y de utilización de insumos elaborados a partir de productos de la misma finca. Las explotaciones pequeñas, que son mayoritarias, se desarrollan en predios que en promedio tienen 1,96 hectáreas, lo cual, los orienta a cultivos de ciclo corto que permiten una mayor utilización de la fuerza de trabajo familiar y un flujo de ingresos regular.

3.4.6.2 Características de la manifestación silletera en la actualidad

La manifestación cultural silletera es quizá el elemento del patrimonio cultural de Santa Elena de mayor visibilidad y representatividad. Actualmente, los silleteros son un símbolo al que se asocian los valores y la tradición de lo que ha tendido a denominarse como la cultura antioqueña, convirtiéndose en uno de sus referentes de mayor proyección internacional.

En el año 2003, en virtud de este especial valor referencial, el Gobierno Nacional a través de la Ley 388, declaró como patrimonio cultural inmaterial de la Nación a "los silleteros de Santa de Elena y a la Feria de las Flores", reconociendo en ellos su "especificidad de cultura paisa y antioqueña, a la vez que se le brinda protección a sus diversas expresiones de tradición y cultura".

Este vínculo de los silleteros con la Feria de las Flores, responde a que este evento ha sido el espacio de la vida social de la ciudad, en el que estas personas, originarias de una de la áreas rurales del municipio, con el pasar del tiempo, se posicionaron como un símbolo de la cultura campesina local y como artistas populares, a través del ejercicio de un saber artesanal basado en la manipulación de las flores.

[179] PEOC, 2010

El primer reconocimiento público a estos campesinos cultivadores de flores, se llevó a cabo en el año 1957. Por aquel tiempo, los campesinos de Santa Elena, descendían usando en sus espaldas una silleta en donde transportaban los productos agrícolas que buscaban comerciar en la ciudad, entre ellos, las flores que cultivaban en sus fincas y que daban cuenta de una actividad económica en auge que se desarrollaba en el corregimiento aproximadamente desde la década de 1930[180].

Este evento, consistió en una exhibición de silletas, esta vez, sólo con flores, ubicada en el Parque de Bolívar, en el marco de la Feria de las Flores de ese año. Los campesinos que participaron de esta iniciativa, son quienes, posteriormente, fueron considerados como fundadores del desfile[181].

Actualmente, la participación en el desfile de silleteros, evento organizado por el Medellín *Convention and Visitors Bureau*, es regulada a través de un contrato entre cada silletero con el municipio de Medellín, en el que se establecen sus derechos y deberes con el evento, así como la remuneración por la elaboración de la silleta y su participación en el desfile. Este contrato, sólo puede transmitirse en el marco del grupo familiar del silletero, a miembros de su parentela que conozcan esta tradición y dominen su expresión como saber artesanal[182].

En el corregimiento de Santa Elena, así como en algunas veredas aledañas de Guarne y Envigado, residen o tienen sus familias los 420 silleteros adultos que desfilan en la feria de las flores. De este grupo, las veredas con mayor cantidad de silleteros son Barro Blanco, El Placer, Piedra Gorda y San Ignacio, de las cuales no todas hacen parte del AID del proyecto.

Tabla 3-183 - Distribución de silleteros por veredas

VEREDA	GENERO		TOTAL
	FEMENINO	MASCULINO	
Barro Blanco	37	48	85
El Rosario	10	17	27
San Miguel	5	5	10
Piedra Gorda	19	28	47
Mazo	9	12	21
Las Palmas	9	19	28
El Placer	14	35	49
Media Luna	1	1	2
El Plan	6	9	15
Parte Central	1	7	8
El Llano	1	4	5
Perico	2	5	7
El Cerro	3	15	18
Pantanillo	0	7	7
San Ignacio	14	43	57
El Porvenir	8	22	30

[180] Fundación Natura et al, 2001
[181] Bolívar, 2007
[182] Gaviria, 2013

VEREDA	GENERO		TOTAL
	FEMENINO	MASCULINO	
Total	139	277	416

Fuente: Información suministrada por Corporación de Silleteros de Santa Elena (COSSE).

3.4.6.3 El cultivo de flores como patrimonio de la cultura local.

La floricultura como actividad económica en el corregimiento, si bien no representa un rubro de gran peso en la producción agrícola local, reviste un alto valor cultural por su vinculación profunda con la historia económica de Santa Elena, la imagen que se ha construido sobre este territorio a lo largo de las últimas décadas y la vinculación con diversas prácticas y expresiones culturales de sus habitantes.

Esta actividad, en la actualidad, se desarrolla principalmente bajo la modalidad de cultivos artesanales y en asocio con otros productos como hortalizas, mora, papa y plantas aromáticas. Los cultivos bajo invernadero y de grandes extensiones, se ubican principalmente en municipios cercanos como Rionegro y la Ceja. Podría decirse, que en relación con la intensa producción que se desarrolló en el corregimiento en el pasado, esta ha sufrido grandes cambios, tanto en las áreas sembradas, como en las especies cultivadas, en la medida que muchas de las flores anteriormente producidas en grandes volúmenes ahora se producen en pequeñas huertas o se ha perdido por completo su cultivo[183].

El desarrollo de la floricultura en el corregimiento, se dio principalmente por su clima y relación permanente con el valle de Aburrá, así como por la posibilidad de desenvolverse bajo un perfil de actividad productiva artesanal que empleaba a plenitud la mano de obra familiar. Ésta, se consolidó en la década de 1930 del siglo pasado, al intensificarse los cultivos de flores tradicionales, de regular tamaño, pero con una gran variedad de especies que fueron configurando jardines de notable colorido en las viviendas campesinas. A este auge, se sumó la apertura de vuelos que comunicaron al departamento con otros lugares del país y del mundo, y potenciaron la exportación de flores tradicionales a ciudades como Panamá y Miami. Así mismo, el crecimiento de la ciudad, trajo consigo la proliferación de parroquias, plazas de mercado y festividades, que motivaron el surgimiento y dinamismo de relaciones comerciales de Santa Elena con las zonas urbanas, así como la expansión del mercado de las flores[184].

Sin embargo, para la década de 1970, se da un cambio en las preferencias y estándares de calidad exigidos para las flores de exportación, lo cual, llevó a que los pequeños floricultores de Santa Elena, debido a su poca capacidad de inversión para adecuar sus cultivos a los nuevos requerimientos técnicos en materia de producción, y a las nuevas necesidades de las especies que empiezan a demandarse en los mercados internacionales, perdieran poco a poco presencia en la producción y el mercado de flores a nivel regional, nacional e internacional. De esta manera, se emplaza en el Oriente Antioqueño en municipios como La Ceja y Rionegro, la producción de flores bajo la modalidad de invernaderos impulsadas por grandes empresas que se encuentran en capacidad de cumplir con los estándares internacionales para su exportación, desplazando a los pequeños productores campesinos que con su modalidad artesanal de cultivo, sólo continúan con el acceso a pequeños nichos de mercado locales como algunas plazas de mercado, floristerías,

[183] Ibid, pag 1072
[184] Fundación Natura *et al*, 2001

cementerios en Medellín, ventas informales en las vías del corregimiento y en algunos de sus viveros. Lo anterior, además de disminuir notablemente el cultivo de flores por parte de los campesinos de Santa Elena, conllevó a la pérdida de germoplasma y a la acogida por parte de estas familias de alternativas de subsistencia como el pancoger (papa, fríjol, hortalizas y aromáticas)[185].

Foto 3-22 - Placita de Flórez. Medellín. 2013

Foto 3-23 - Venta informal de flores. Vereda El Plan

Don Oscar Atehortúa, silletero de 72 años habitante de la vereda El Cerro, cuenta de la siguiente manera como se dio este proceso:

"(...) Le cuento que cuando yo estaba joven se podía vivir de las flores muy bien, yo levanté a mis hijos vendiendo flores, las cultivábamos nosotros, hasta que llegó la flor de invernadero y acabó con nosotros. Eso comenzó más o menos hace 40 años, llegaron esas flores que duran más, son más bonitas, que las exportan… en cambio las de nosotros no eran así, aunque vendíamos para otras ciudades, porque yo mandaba para Cali y para Bogotá, para Pereira. Era flor natural. En ese tiempo se vivía muy bien de las flores nativas. Ojalá pudiéramos volver a cultivarlas. Nos da tristeza que la flor de nosotros se haya acabado de esa forma. Se acabó porque dejó de ser rentable cultivarla, llegaron esos invernaderos y fue muy difícil competir. Nos tocó dejarla, no porque quisiéramos sino que para exportarlas las de nosotros no servían. Yo las cultivaba acá en mi casa, había mucha variedad, cada ocho días vendía. Las vendía en Guayaquil, allá mucha gente compraba para vender en los cementerios. También iba mucha gente de otras ciudades a comprar flores, hacíamos el contacto y se las enviábamos en cajas y nos ponían un giro. También nos compraban para otras floristerías"[186].

Sin embargo, en tiempos recientes, a pesar de la fuerte reducción de la floricultura en el corregimiento, es posible decir que se presentan signos de reactivación, principalmente, asociada a la demanda por variedades tradicionales producidas bajo cultivos artesanales que tienen su mercado en la ciudad. Entre las veredas con mayor variedad de flores se encuentran El Plan y El Placer. En el sector norte del corregimiento, por su parte, se desarrolla esta actividad en cultivos de pequeña escala, con técnicas tradicionales, cuya producción se dirige a los mercados de Medellín, como la Plaza de Flórez, La Plaza de la América, Manrique, San Javier y algunos cementerios[187].

[185] Ibíd., pág. 707
[186] Oscar Atehortúa, 2013
[187] PEOC, 2010

En esta reactivación, han contribuido diversas iniciativas tanto públicas como privadas. Una de ellas, son los "Mercados Campesinos", promovida por la administración municipal a través de la Secretaría de Desarrollo Social y la UMATA. Ésta, busca promover y asesorar los productores agrícolas de la ruralidad del municipio, en materia técnica y comercial, apoyándolos en el ofrecimiento de sus productos que deben ser cultivados bajo principios agroecológicos. Estos mercados, se realizan en diversos lugares de la ciudad, como los parques de Laureles, Belén, La Floresta, Santa Lucía, Carlos E. Restrepo, San Pablo, Mon y Velarde, Cristo Rey, El Poblado, San Antonio de Prado y San Joaquín; y es posible encontrar en ellos, frutas, verduras, hortalizas, flores y plantas aromáticas, además de productos preparados como mermeladas, dulces, encurtidos y artesanías.

Martín Atehortúa, silletero de la vereda El Placer, es uno de los campesinos que ofrece sus productos en este tipo de eventos y expresa con orgullo como toda su vida ha vivido de las flores:

"Yo siempre bajo a Medellín al segundo parque de Laureles, junto con las moras y las papas. Acá es común que la gente vaya a vender flores a Medellín, venden en varias partes, en la Plaza de Flores, por ejemplo. La flor nativa se vende bien, no es mucha pero se vende bien. El negocio para mí siempre ha sido rentable, yo he vivido toda la vida de las flores. Yo todo lo que saco es para Medellín y lo vendo en ese Mercado Campesino en el Parque de Laureles. Cerca de la Metropolitana, en San Javier, La Floresta y El Poblado también se hacen Mercados Campesinos. Los Mercados Campesinos los organiza la alcaldía de Medellín, ellos nos asesoran, nos prestan los kioscos, todo."[188].

Foto 3-24 - Oscar Atehortúa. Silletero vereda El Cerro

Foto 3-25 - Martín Atehortúa. Silletero vereda El Placer

Otras de las iniciativas que han contribuido con la reactivación del cultivo de flores tradicionales o nativas, ha sido el impulso y promoción que le ha brindado a esta actividad la Corporación de Silleteros de Santa Elena a través de diversos programas como las Fincas Silleteras y el concurso en el que premian los mejores jardines tradicionales del corregimiento (que se explicarán con mayor detalle más adelante). Con estas estrategias, se incentiva la recuperación de esta práctica, resaltando además de su importancia económica para quienes deseen vender sus productos, el valor cultural que revisten los jardines ornamentales para el corregimiento, en tanto se vinculan con la manifestación cultural silletera y reactivan la memoria en torno a la actividad que por mucho tiempo identificó a la economía local.

[188] Martín Atehortúa, 2013

Así mismo, en los últimos años, en el Desfile de Silleteros para la elaboración de las silletas pertenecientes a la categoría tradicional, se exige que estas deban realizarse sólo con flores nativas. De este modo, los silleteros que participan en esta categoría, se ven motivados a cultivar sus propios jardines de flores tradicionales y, de esta manera, contribuyen con la reactivación y dinamismo que se viene dando en torno a esta actividad.

Las veredas con mayor cantidad de cultivos de flores tradicionales son Piedra Gorda, El Placer, Barro Blanco, El Plan y San Ignacio. Entre las flores más comunes para la venta, se encuentran Estrellas de Belén, Hortensias, Astromelias, Cartuchos, Lirios y Margaritas; y algunas de las más recurrentes en la elaboración de las silletas tradicionales son Pensamientos, Gladiolos, Agapantos, Botones de Oro, Siempre Viva y Clavellinas.

Foto 3-26 - Cultivo de flores tradicionales en la finca del Silletero Martín Atehortúa, vereda El Placer

Foto 3-27 - Cultivo de flores tradicionales en la finca del Silletero Luis Enrique Atehortúa, vereda El Cerro.

No obstante, una de las problemáticas del cultivo de flores tradicionales de mayor relevancia a la luz de las necesidades del desfile de silleteros, es la pérdida de una gran variedad de especies nativas en las últimas décadas debido al abandono y debilitamiento que por tantos años caracterizó esta actividad. Por esta razón, una de las iniciativas que busca promover la Corporación de Silleteros de Santa Elena, es el intercambio de semillas entre diferentes familias silleteras, con el fin de rescatar aquellas que están por desaparecer de la agricultura del corregimiento e impulsar nuevamente su cultivo.

En este sentido, es notable como el ganador absoluto del año 2012, fue un silletero participante en la categoría tradicional proveniente de la vereda El Llano, llamado Luis Alfonso Rave Cruz. Su silleta, incluyó 72 especies de flores nativas, entre las cuales se encontraba una de especial rareza por su escasez y antigüedad, denominada Raso. Esta especie, según cuenta Luis Alonso, tiene más de 100 años en el corregimiento y fue cultivada en el Jardín de su finca. Sin embargo, para obtener las otras flores con las cuales elaboró su silleta, como es común en este proceso tanto para la categoría tradicional como para las otras categorías, adicionalmente debió recurrir a la colaboración de sus amigos, quienes también cultivadores de flores nativas, le suministraron algunas de ellas[189].

[189] Periódico "Viviendo en Santa Elena".2012. Edición 72. Septiembre. p.10

De este modo, como se abordará con mayor detalle más adelante, aunque la comunidad silletera debido a la reducida producción de flores del corregimiento y ante algunas exigencias establecidas para la elaboración de las silletas comerciales, monumentales y emblemáticas, deba comprar flores provenientes del Oriente Antioqueño, el corregimiento de San Cristóbal o, incluso, la Sabana de Bogotá, el cultivo de flores nativas es de especial importancia para este grupo social y para Santa Elena, principalmente, en dos (2) sentidos: en términos económicos, a pesar de su estado actual de carácter marginal, representa una fuente de ingresos importante de la cual dependen muchas familias que por varias décadas se han dedicado a esta actividad y, a largo plazo, puede convertirse en una actividad de mayor rentabilidad mientras cultivadores continúen recibiendo asistencia técnica y asesoría en materia financiera y comercial.

Así mismo, a nivel cultural, su reactivación implica la recreación y apropiación por parte de las nuevas generaciones, de una tradición agrícola, en este caso, floricultora artesanal, que guarda una estrecha relación con la memoria y la imagen que por mucho tiempo caracterizó al corregimiento y que se vincula con una de las manifestaciones culturales de mayor representatividad del patrimonio cultural local, como es, el oficio silletero.

3.4.6.4 Dinámicas de asociación en la comunidad silletera

En el corregimiento, en la última década, en materia de asociatividad, se han desarrollado varias iniciativas por parte de la comunidad silletera orientadas a atender sus diferentes necesidades e intereses. Estos procesos, a lo largo del tiempo, han dado forma a cinco organizaciones de silleteros, que en la actualidad, además de agremiar la gran mayoría de miembros de esta comunidad, se constituyen en emprendimientos que sustentan un naciente mercado en torno a esta manifestación cultural.

Tabla 3-184 - Corporaciones de silleteros en el corregimiento de Santa Elena

Corporaciones de silleteros en el corregimiento de Santa Elena
Corporación de Silleteros de Santa Elena (COSSE).
Corporación Ambiental y Cultural Familia Londoño.
Corporación Internacional Silleteros por el Mundo.
Corporación Ecoturística Rutas del Placer.
Corporación Flores del Silletero.

Fuente: SIGA – PLYMA, 2013.

Cada una de estas corporaciones, ofrece productos y servicios vinculados a la expresión cultural silletera, lo cual, en tiempos recientes, ha dinamizado tanto las actividades económicas derivadas del ejercicio de este oficio, como el sector terciario de la economía del corregimiento, especialmente en el área del turismo rural.

A continuación, se realiza una descripción de cada una de ellas, abordando aspectos como su antigüedad, proceso de constitución e iniciativas que desarrollan.

Corporación de Silleteros de Santa Elena (COSSE)

La Corporación de Silleteros de Santa Elena (COSSE), surgió en el año 2003. El proceso de constitución de esta entidad, se inició luego del Desfile de Silleteros de dicho año, en el que bajo la modalidad de Asociación, los silleteros decidieron agremiarse bajo la dirección del silletero Marco Grisales, primer presidente de esta organización. Posteriormente, cambia su razón social a corporación, con la intención de continuar representando a la comunidad silletera del

corregimiento, propender por el mejoramiento de la calidad de vida de este grupo social y potenciar la expresión cultural silletera más allá del marco de la Feria de las Flores. Actualmente, cuenta con 416 asociados de los 420 silleteros que participan en el Desfile de Silleteros[190].

Foto 3-28 - Sede Corporación de Silleteros de Santa. Elena. COSSE.Sector Central

Foto 3-29 - Sede Corporación Ambiental y Cultural Familia Londoño. Vereda Barro Blanco.

La COSSE, se encuentra en proceso de reestructuración administrativa, con lo cual se busca conformar cinco áreas de trabajo. El Área Administrativa, enfocada en la administración de los recursos de la corporación y en fortalecer los procesos administrativos internos. El Área Calidad de Vida Silletera, que busca implementar programas y proyectos que beneficien a la comunidad silletera, así como mantener un contacto permanente con los silleteros asociados. El Área Cultura Silletera, encargada de ejecutar proyectos que fortalezcan la presencia silletera en el ámbito local e internacional, y de avanzar en el proyecto de postulación de la manifestación cultural silletera como patrimonio cultural de la humanidad. El Área Emprendimiento y Empresarismo Silletero, encargada de implementar iniciativas que mejoren los ingresos de los silleteros y del diseño de estrategias que diversifiquen los productos y servicios que ofrece esta comunidad. Y, por último, el Área de Desarrollo Tecnológico y Comunicaciones, que apunta a fortalecer los medios de comunicación con los silleteros y a posicionar la corporación y la expresión cultural silletera a nivel local e internacional[191].

Dentro de las iniciativas que buscan consolidar en el corto plazo, se encuentra el fortalecimiento de las Fincas Silleteras. En este programa, se encuentran inscritas en la actualidad 18 fincas ubicadas en diferentes veredas del corregimiento, especialmente en Piedra Gorda, El Placer, El Plan y Barro Blanco. Con él, se busca concebir cada finca como unidades de negocio independientes en capacidad de ofrecer diversos productos y servicios, de acuerdo con las potencialidades y particularidades de su predio y de su grupo familiar. De esta manera, aspectos como las actividades agrícolas, por lo general de tipo agroecológico, la gastronomía, el conocimiento sobre la manifestación cultural silletera, la exhibición de fotografías y objetos antiguos ligados a la cultura campesina y silletera, así como las experiencias vinculadas con esta práctica, son vistas como activos de estas familias que pueden ser aprovechados económicamente, mejorando sus ingresos.

[190] Gaviria, 2013
[191] Ventana Silletera – Boletín Informativo No.1. COSSE. Febrero 2013

Tabla 3-185 - Fincas Silleteras COSSE

Silletero(a)	Nombre de la finca	Vereda
Alba Mery Soto de Grajales	La Casita Silletera	Piedra Gorda
Carlos Alberto Grisales	Los Sarros	Piedra Gorda
Leopoldina Alzate	Los Grajales	Piedra Gorda
Ramón García	La Evangelina	Piedra Gorda
Edelmira Grisales	Herencia Silletera	El Placer
Juan Luis Londoño	Oscar Londoño	El Placer
Efraín Zapata	Garabatos, Pájaros y Flores	El Placer
Martín Emilio Atehortúa	Mi Rancho Silletero	El Placer
José Raúl Grajales	El Porvenir	El Plan
Julio Cesar Molina	Donde Julio	El Plan
Joaquín Emilio Zapata	Los Girasoles	Barro Blanco
José Ángel Zapata	El Pensamiento	Barro Blanco
Guillermo León Vásquez	Museo Abuela Sarito	Mazo
Rodrigo de Jesús Sánchez	Los Sánchez	San Ignacio
Luis Eduardo Londoño	Mi Jardín	El Llano
Flavio León Ríos	Villa Laura	Perico
William Atehortúa	Los Anturios	La Palma
Aristides de Jesús Ríos	El Chagualo	Pantanillo

Fuente: Información suministrada por COSSE.

Foto 3-30 - Finca Silletera. Museo Abuela Sarito. Vereda Mazo

Foto 3-31 - Finca Silletera. Mi Rancho Silletero. Vereda El Placer

Otros de los programas que se encuentra en proceso de implementación, es el "Trueque Floral Silletero", con el cual se busca que los silleteros intercambien semillas de especies de flores que cultivan en sus jardines y que algunos no poseen, con el fin de rescatar aquellas variedades que están por desaparecer. Cada año, realizan un concurso en donde premian el mejor jardín de flores nativas, lo cual, ha motivado nuevamente el cultivo de este tipo de flores en muchas fincas del corregimiento. Así mismo, una de las exigencias básicas que han establecido para aquellos silleteros que desean participar de eventos en los cuales represente a la corporación, es el cultivo de flores en el jardín de su finca, buscando rescatar esta actividad ligada profundamente con la manifestación cultural silletera.

Por otra parte, COSSE desarrolla en la actualidad un programa con Parque Arví y Comfama en el que ofrece a estas entidades servicios de jardinería y mantenimiento de senderos, empleando 15 miembros de la comunidad silletera. Adicionalmente, la Corporación ofrece productos relacionados de una manera directa con el saber silletero, como silletas de todo tipo y otros arreglos florales para la decoración de ferias y eventos para cualquier lugar del país y del mundo.

En el desenvolvimiento de cada uno de estos servicios y productos, si fueron gestionados por parte de la corporación, esta contempla en las tarifas que establece, además del pago para el silletero por su trabajo, un porcentaje destinado a cubrir los costos de funcionamiento de la organización. Así mismo, si el silletero es quien consigue los clientes para sus productos y servicios, se establece que debe comunicar a la corporación para que sea ella quien formalice la realización del negocio, cobre el respectivo porcentaje de dichos ingresos que le corresponde y efectúe el pago al silletero.

Esta condición, aprobada por la mayoría de los silleteros corporados como uno de los estatutos que rigen el funcionamiento de la organización, ha generado conflictos y diferencias en algunas fracciones de la comunidad silletera. Quienes están en desacuerdo con esta medida, consideran que los aportes que deben hacer a la corporación cuando se gestionan de manera autónoma los negocios, restringen la libertad de usufructo de su trabajo y representan un ingreso para la corporación por una actividad en el que no han tenido ninguna participación. Quienes están a favor, por su parte, lo ven como algo que contribuye con el fortalecimiento de la corporación, la cual, en tanto organización que representa a la comunidad silletera del corregimiento, tiene una mayor capacidad de proyección y negociación que las iniciativas impulsadas de manera individual.

En la práctica, no todos los silleteros cumplen con esta exigencia de COSSE. Y, en parte, esta ha sido una de las motivaciones para el surgimiento de otras corporaciones en el corregimiento. Sin embargo, a pesar del surgimiento y funcionamiento de otras organizaciones de este tipo, la gran mayoría de sus asociados aún pertenecen a la Corporación de Silleteros de Santa Elena; comportamiento que esta entidad no prohíbe pero tampoco alienta entre sus corporados.

Igualmente, otra de las iniciativas de COSSE que causó gran ruido mediático e inconformidad, fue el registro de su marca para la elaboración de silletas. El 19 de Julio de 2011, la corporación recibió los derechos por parte de la Superintendencia de Industria y comercio sobre una marca mixta (nombre y logo) clasificada como "productos comprendidos en la clase 20 de la Edición Número 9 de la Clasificación Internacional de Niza", tras registrar el "Diseño, producción y venta de silletas (la infantil, la Junior, la Tradicional, la Emblemática, la Monumental, la Tridimensional, la Comercial, la Móvil, la Pionera, la Gigante) para exhibiciones, ferias y eventos especiales (stands, displays, locales y escenarios)"[192].

Esta situación, desató una avalancha de críticas desde diversos frentes, debido a las múltiples interpretaciones de las que fue objeto. Una de las más fuertes, fue la realizada por Luis Miguel Usuga Samudio, Secretario de Cultura Ciudadana por aquel tiempo, quien se pronunció de la siguiente manera:

"Asuntos como un atardecer no son susceptibles de marca, como la cultura silletera que es algo de la Nación y que, incluso, trasciende al territorio de Santa Elena. No compartimos las pretensiones de la corporación, porque está claro que el usufructo de las silletas como patrimonio es de los silleteros, no de la corporación. Una persona es o no silletero por el contrato. El único espacio

[192] Periódico "Viviendo en Santa Elena". Edición 67. Noviembre de 2011. p.8

formal que dice quién es o no silletero es la Alcaldía de Medellín, eso no lo define la corporación. Tenemos quejas de silleteros, corporados y no asociados, de la actitud hostil de la corporación. Pensamos que si la corporación continúa con esa actitud, si toma decisiones tan esenciales como esta sin consultar con sus asociados, no logra consensos con todos sus silleteros, se perjudica toda la cultura silletera. Pierde la legitimidad que ha ido construyendo. Consideramos que las pretensiones de la corporación de ser los únicos que pueden autorizar la realización de una silleta no son razonables y nosotros también estamos haciendo las respectivas consultas jurídicas. Debe quedar claro que la Alcaldía, bajo ninguna circunstancia, estaría respaldando la marginación de silleteros que no estén corporados" (Ibídem).

En la actualidad, aunque persiste la incomprensión en algunos silleteros en relación con las implicaciones de esta medida tomada por COSSE, la realización de silletas se desarrolla sin inconvenientes, mientras en su comercialización se respete la marca registrada por esta corporación. Una buena explicación de lo que representa en términos legales esta decisión tomada por COSSE, puede ser la expresada por la Dirección Nacional de Derechos de Autor[193]:

"*Esta marca implica una propiedad sobre la etiqueta en sí, como elemento gráfico que identifica productos de la clase 20 (Muebles, espejos, marcos; productos de madera, corcho, caña, junco, mimbre, cuerno, hueso, marfil, ballena, concha, ámbar, nácar, espuma de mar, sucedáneos de todos estos materiales o de materias plásticas, no comprendidos en otras clases). El hecho de que la Corporación de Silleteros del Corregimiento de Santa Elena haya registrado esta marca, no significa que pueda impedirle a cualquier persona fabricar, exhibir o comercializar silletas. Lo que sí puede impedir es que las silletas que se fabriquen utilicen la etiqueta registrada u otra similar. En otras palabras, con el registro de la marca se adquiere una exclusividad en el uso de la etiqueta pero no una exclusividad para fabricar las silletas, lo que es y sigue siendo completamente libre"* (Ibídem).

Corporación Ambiental y Cultural Familia Londoño

La Corporación Ambiental y Cultural Familia Londoño se constituyó el 29 de Marzo del 2009. La conforman doce socios provenientes de la familia Londoño, una de las más reconocidas en el corregimiento por su trayectoria silletera. Actualmente, es una de las organizaciones silleteras más dinámicas, tanto por la frecuencia y volumen de turistas que llevan a Santa Elena, como por la constante elaboración de silletas para exhibiciones y eventos especiales, dentro y fuera del corregimiento.

Entre sus fortalezas, se destacan la presencia de silleteros galardonados en múltiples ocasiones en el Desfile de Silleteros, sus cercanos vínculos con algunas agencias de turismo de Medellín como "Empaque y Vámonos" que llevan varios años movilizando grupos de visitantes al corregimiento durante la Feria de las Flores, así como la capacidad de su organización e instalaciones para recibir varios grupos de personas en actividades similares a las desarrolladas por el programa de Fincas Silleteras de COSSE.

La finca de los Londoño, aunque no es una Finca Silletera, es una de las más frecuentadas tanto a lo largo del mes de Agosto como en otros meses del año. En ella, esta familia cultiva flores nativas y otros productos agrícolas que hacen parte de los atractivos de sus predios. Así mismo, como conocedores de la manifestación cultural silletera y de la cultura campesina, ofrecen "charlas

[193] Periódico "Viviendo en Santa Elena"

silleteras" en las que relatan su historia, así como sus experiencias como practicantes de este oficio.

Entre las principales motivaciones para su conformación, resaltan la necesidad de considerar el corregimiento como destino turístico a lo largo de todo el año, no sólo durante la Feria de las Flores[194].

Corporación Internacional Silleteros por el Mundo

Esta corporación surgió en el año 2011. Actualmente, cuenta con cerca de veinte asociados. Su conformación, se dio a partir de un viaje a Nueva York gestionado por su actual presidente, en el que haciendo uso de sus contactos personales, consiguió un contrato para un evento de exhibición de la manifestación cultural silletera en esta ciudad.

Entre sus productos y servicios, se encuentran la elaboración de silletas junto con actividades de exhibición de la manifestación cultural silletera en ferias y eventos de diverso tipo, a nivel nacional o internacional. Entre sus motivaciones para conformar la corporación, señalan las dificultades con las que se toparon en el mercado para comercializar sus productos y ofrecer sus servicios de manera individual, en tanto, quienes buscaban contratarlos, preferían hacerlo con organizaciones legalmente constituidas[195].

Corporación Ecoturística Rutas del Placer

La Corporación Ecoturística Rutas del Placer, se constituyó el 22 de Octubre del año 2009. Esta, anteriormente, hacía parte de la Corporación Ecocultural Caminos del Silletero, conformada en el año 2003. Actualmente, cuenta con catorce asociados de los cuales cuatro (4) son silleteros.

Entre sus servicios, además de los relacionados con la expresión cultural silletera como la elaboración de silletas y la vinculación de Fincas Silleteras a los paquetes turísticos que ofrece, se encuentran recorridos por rutas de su creación en las inmediaciones del Parque Regional Arví que denominan: Ruta Indígena, Ruta Ambiental, Ruta Silletera y Ruta Medellín-Santa Elena en Cable-Arví. Así mismo, ofrece servicio de guianza en actividades de senderismo y la organización de eventos lúdico-culturales.

Al igual que COSSE, la Corporación Ecoturística Rutas del Placer, cuenta con la marca registrada de su servicio "Ruta Silletera"[196].

Corporación Flores del Silletero

La Corporación Flores del Silletero, ofrece recorridos por circuitos al interior del corregimiento de una duración aproximada de cinco horas, en los que integra diversas expresiones de la vida campesina y silletera de Santa Elena. Sus servicios, vinculan Fincas Silleteras, música tradicional en vivo, la gastronomía local y visitas a lugares de alto valor paisajístico y ecológico. Su oferta, goza de especial reconocimiento y dinamismo, principalmente durante la Feria de las Flores[197].

3.4.6.5 Eventos y festividades relacionadas con la manifestación cultural silletera

Los eventos en el corregimiento asociados a la manifestación cultural silletera a lo largo del año, sin duda, tienen como protagonista central a la Feria de las Flores y el Desfile de Silleteros en el

[194] Londoño, 2013
[195] Atehortúa, 2013
[196] Álvarez, 2013
[197] En línea. http://www.floresdelsilletero.com

mes de Agosto. Sin embargo, en los últimos años, ante esta realidad, se han recuperado e implementado algunas propuestas que poco a poco buscan poner en valor este patrimonio cultural de una manera menos esporádica, a través de eventos que empiezan a ganarse un lugar en la actual vida social del corregimiento.

Uno de ellos, es el Festival de la Silleta. Este evento, que se realiza una vez al mes en el Parque de Santa Elena Central, de manera conjunta entre la Secretaría de Cultura Ciudadana y la Corporación de Silleteros de Santa Elena, recoge en cada ocasión una programación cultural propuesta por una de las veredas del corregimiento. COSSE, a través de sus delegados en cada una de ellas, notifica cuándo les corresponde. En el marco del Festival, se realizan presentaciones de grupos musicales, ventas de alimentos, de artesanías, y se socializa la elaboración de silletas realizadas por silleteros de cada vereda. Si bien, aún son pocos los visitantes que asisten a este evento, su afluencia de público local ha ido en aumento[198].

Otra de las iniciativas relacionadas con la puesta en valor de la manifestación cultural silletera, se llevó a cabo por primera vez en Diciembre del año 2012. Esta actividad, denominada Navidad en Flores, consistió en la exposición en cinco lugares del corregimiento de escenas relacionadas con la navidad elaboradas con flores por las corporaciones de silleteros que existen en la actualidad. Esto, se realizó gracias a la conformación de la Mesa de Silleteros Prósperos, en la cual, a lo largo del año, se procuró articular iniciativas de interés común, fortalecer las relaciones entre las cinco corporaciones y limpiar asperezas del pasado. Tras la finalización de este evento, COSSE decidió retirarse.

De igual manera, durante Semana Santa, en la vereda Barro Blanco, la corporación de la familia Londoño acostumbra la construcción con flores de escenas del viacrucis. Esta Iniciativa, ha tenido acogida en otros sectores del corregimiento que en los últimos años se han unido a este proyecto y lo han reproducido en sus respectivas veredas. Por otra parte, la Corporación Arví en el año 2012, organizó una exhibición de cruces con flores en la que participaron cuarenta y siete cruces de todo el corregimiento, recuperando una tradición que por varias décadas había perdido presencia en esta festividad religiosa.

Feria de las Flores y Desfile de Silleteros

El “Agosto” para la economía local

La Feria de las Flores es el evento de mayor trascendencia para la economía del corregimiento. Durante el mes de Agosto, la visita de miles de turistas, especialmente el día previo al Desfile de Silleteros, lleva al límite las capacidades de recepción y desarrollo de diversas actividades económicas por parte de la comunidad local. Esta temporada, representa para comerciantes y empresarios turísticos, una oportunidad única de obtención de ingresos a lo largo del año, de capitalizar sus unidades de negocio y de recuperar las inversiones de los preparativos que a veces inician con un mes de anticipación para el desarrollo de actividades que, en algunos casos, se prolongan hasta dos semanas después de finalizada la Feria.

Este dinamismo, jalona un fuerte entramado de relaciones entre diversas empresas de la ciudad, con productores, comerciantes y prestadores de servicios de diferente tipo localizados en el corregimiento. Agencias de viajes como “Empaque y Vámonos”, contratan servicios de catering, visitas a fincas de silleteros, charlas sobre la vida campesina, la práctica silletera, y presentaciones

[198] Álvarez, 2013

de música tradicional. Por lo general, los contratos se realizan entre la agencia y los representantes de las fincas, quienes, a su vez, subcontratan algunas de los servicios que ofrecen. Entre ellos, el de catering, es uno de los que emplea una mayor cantidad de fuerza laboral, contando con entre quince y veinte personas que participan de la preparación de los alimentos y la atención a los clientes en cada uno de los eventos. Adicionalmente, también vincula a los productores agrícolas y a las microempresas locales, en tanto los insumos para la preparación de alimentos son comprados en el corregimiento. Entre las fincas con mayor afluencia de visitantes, se encuentran la Finca de la Familia Londoño, Rancho Carrieles y El Museo Abuela Sarito[199].

De esta dinámica, también participan en menor medida, corporaciones locales como la Corporación Ecoturística Rutas del Placer, que asume el rol de operador de viajes y promociona paquetes turísticos en los cuales involucra fincas silleteras y los diversos servicios que conforman su portafolio.

Si bien, como se puede observar, este tipo de actividades turísticas impulsadas y gestionadas principalmente por agencias ubicadas en Medellín, movilizan ingresos importantes provenientes de las áreas urbanas hacia el corregimiento, el margen de ganancias que obtienen quienes son subcontratados y quienes contratan directamente con estas empresas, es bajo. Esta situación, en parte, responde a la fuerte competencia que se genera por estas fechas entre operadores turísticos, llevando a que algunos en su afán de conquistar mayores porciones de este mercado, bajen los precios a niveles que disminuyen la utilidad que deja cada paquete turístico, pero les permite aumentar el volumen de clientes. Esta estrategia, beneficia principalmente a estas agencias, en tanto pueden desarrollar por día varios eventos de manera simultánea en el corregimiento, mientras, quienes contratan, no pueden aumentar sustancialmente la cantidad de eventos que atienden, por limitaciones de disponibilidad de tiempo.

Esta situación, pone en evidencia las debilidades que existen en el corregimiento en materia de gestión y proyección de este tipo de actividades turísticas, principalmente en el marco de las feria de las flores, en tanto les es difícil competir en el mercado urbano con operadores de turismo que cuentan con activos, reconocimiento y know-how suficientes para desarrollarlas y que ellos, en la actualidad, no poseen.

Por otro lado, del grupo de actores económicos presentes durante esta festividad, también hacen parte los pequeños comerciantes informales que sitúan sus puestos de venta a lo largo de las vías principales, así como las grandes empresas patrocinadoras de la Feria de las Flores, como Bavaria y la Fábrica de Licores de Antioquia, que ubican en múltiples lugares de Santa Elena, sus productos, stands y abundante publicidad.

A pesar de que son evidentes las externalidades positivas que genera esta festividad para la comunidad, también se presentan perjuicios que no son compensados o mitigados y que año tras año sus residentes denuncian ante la administración municipal. Entre ellos, se encuentran aspectos como la basura, la fuerte contaminación auditiva y la agresiva contaminación visual, generados por los visitantes, la música de los stands de los patrocinadores, los conciertos, así como los profusos anuncios publicitarios gráficos desplegados en vallas y flyers. Así mismo, se destacan las dificultades que se generan en el corregimiento en materia de movilidad, las restricciones sobre el uso del espacio público y la inseguridad.

El Desfile de Silleteritos

[199] Urrego, 2013

En el marco de la feria de las flores, desde hace 15 años, se realiza en el corregimiento el desfile de silleteritos organizado por COSSE. En este evento, en el año 2012, participaron cerca de 700 niños entre los 5 y 12 años, quienes con pequeñas silletas y acompañados de sus padres, recorren algunos lugares del corregimiento, experimentando uno de los elementos más representativos de esta tradición, como es, cargar una silleta en un desfile de silleteros. Para participar, deben inscribirse en la Corporación de Silleteros de Santa Elena, y a diferencia de quienes desfilan en la categoría Junior del 7 de Agosto, estos niños no deben pertenecer a familias silleteras ni obtener su cupo a través de un sorteo. Este espacio, claramente contribuye con la puesta en valor de la tradición cultural silletera, motivando en las nuevas generaciones desde edades tempranas, la apropiación de esta expresión cultural.

Preámbulo al Desfile de Silleteros

Uno de los momentos de mayor representatividad en la Feria de las Flores y que motiva una alta afluencia de turistas al corregimiento es el día previo al desfile de silleteros. Algunas fincas de silleteros, reciben visitantes que pagan por excursiones y servicios especiales, con el fin de observar de primera mano cómo estas familias elaboran sus silletas y despliegan un saber tradicional que es valorado como uno de los atractivos más representativos del corregimiento.

En este proceso, se es testigo del apoyo familiar y de los lazos de amistad con los que cuenta el silletero, que se hacen visibles en el trabajo mancomunado y desinteresado de quienes participan de la elaboración de la silleta a lo largo de la noche previa al desfile. Estas redes de apoyo, con el paso del tiempo, se han vuelto interveredales gracias a la apertura que han experimentado los grupos familiares en las últimas décadas. Así mismo, se revelan fuertes vínculos de confianza en la medida que se ofrecen trabajo, flores y todo aquello que se posea y que el silletero necesite, sin pensar en el pago inmediato.

Por lo general, la estructura de la silleta está hecha con anterioridad. Ese día, sólo se trabaja de manera intensa en la realización del arreglo floral. Para ello, dependiendo de la categoría en la que compiten y de sus posibilidades, hacen uso de las flores de su jardín, de las flores que compran dentro o fuera del corregimiento, o de las flores que dona cada año a cada silletero ASOCOLFLORES. De la disposición de las flores en el diseño que se tiene establecido, participan niños, jóvenes, adultos y mayores, en una confluencia de trabajo intergeneracional que deriva en la reproducción y aprehensión de este saber tradicional.

Para la elaboración del armazón de la silleta, hace algún tiempo, se usaban diferentes variedades de madera de poco peso y gran resistencia, provenientes de especies como siete cueros, arrayán, chilco, canelo y pategallina. Sin embargo, en tiempos recientes, la Corporación de Silleteros de Santa Elena ha impulsado la compra de madera que no sea de la región con el fin de proteger las especies nativas. De esta manera, en la actualidad, es común el uso de maderas compradas en aserríos o de maderas provenientes de especies como el pino pátula, del cual hay un abundante cultivo en el corregimiento, o del chusco, un bejuco de gran flexibilidad y ligereza de poco beneficio para los ecosistemas locales[200].

En la mañana del 7 de Agosto, llega la hora de salida hacia el desfile. Muchos silleteros, tras una noche de arduo trabajo y, por lo general, sin dormir, desplazan sus silletas a las vías principales donde son recogidas para ser llevadas a Medellín en camiones, chivas y volquetas, contratadas por la administración municipal. En este momento, se hacen públicas sus creaciones ante su gremio,

[200] Echavarría, 2013

ya que durante su realización guardan con recelo el diseño de sus obras y respetan la privacidad del trabajo de sus compañeros. De esta manera, por la vía hacia Medellín, se movilizan decenas de vehículos con las silletas, en lo que podría verse como el inicio de su recorrido ante los ojos de la ciudad.

El Desfile de Silleteros

"*Cuando uno arranca y ve a costado y costado a la gente queriendo ver el trabajo que usted hizo, por el que usted se trasnochó, no solamente la semana anterior sino desde varias semanas atrás en las que uno le ha venido metiendo cabeza al diseño, eso para mí es demasiado excitante. Uno arrancar con la silleta y mirar a ambos lados la gente aplaudiendo, el uno le dice "¡muy bien!", el otro le dice "¡gracias!", se siente uno agradecido con la gente y con el Todopoderoso por esa oportunidad".*

Martha Lucía Echavarría. Silletera vereda Media Luna (Ibídem).

Desfilar el 7 de Agosto es un privilegio para cualquier silletero. Su participación, además de sustentarse en el saber tradicional que posee y del cual es representante, responde a la tenencia de un contrato con la administración municipal, heredado con orgullo de sus ascendientes, que le otorga con sus derechos y deberes, una vinculación permanente a este evento.

Así mismo, para Medellín, este es quizá el de mayor proyección internacional. El desfile y sus silleteros, a lo largo de los últimos cincuenta años, han ido consolidándose como una de las imágenes más reproducidas y representativas como referentes de la identidad y la cultura local, de lo cual, da cuenta la declaración de la Feria de las Flores y los silleteros, como Patrimonio Cultural Inmaterial de la Nación en el año 2003, en dónde se les reconoce su especificidad de cultura paisa y antioqueña.

Igualmente, como puesta en escena, es uno de los eventos de mayor despliegue y convocatoria en la vida social de la ciudad. A través de su historia, sus recorridos se han realizado cubriendo rutas que destacan la arquitectura y el urbanismo local, decorando y exaltando con su colorido, tanto sus lugares más tradicionales, como sus nuevos referentes urbanos.

Así mismo, es preciso destacar las otras manifestaciones culturales vinculadas al transitar de lo silleteros, que dan cuenta de un bagaje artístico local expresado en danzas y música, que termina por configurar una clara manifestación del patrimonio cultural de Medellín y la región.

Actualmente, en el desfile de silleteros, participan 420 adultos distribuidos en 4 categorías de silletas: Tradicional, Monumental, Emblemática y Comercial; y participan 80 niños y jóvenes pertenecientes a las categorías Infantil (de 8 a 12 años) y Junior (13 a 17 años).

Entre los 420 silleteros adultos, se encuentra un reducido grupo de silleteros que debido a las limitaciones físicas producto de su avanzada edad, pertenecen a una nueva categoría denominada Pioneros. A estos silleteros, se les permite llevar la silleta que deseen, con dimensiones similares a las de la categoría infantil, con el fin reducirles el peso que cargan sobre sus espaldas y facilitarles su tránsito a lo largo del recorrido. Esta situación, ilustra el gran arraigo con el que cuenta esta tradición entre sus portadores, en tanto, muchos de ellos, a pesar de su edad y estado de salud, prefieren continuar desfilando, desafiando sus limitaciones físicas, antes que abandonar el evento.

La silleta Tradicional, es la más antigua de las categorías. Su estructura actual, es similar a la usada por los campesinos de Santa Elena para transportar las flores y productos agrícolas que comerciaban en algunas de las plazas de mercado de la ciudad hasta pasada la mitad del siglo XX.

Se constituye de una silla pequeña, rodeada de un armazón de ramas o follaje, que permite ubicar en ella ramilletes de flores de diferentes variedades. Actualmente, debe contar con 15 variedades de flores como mínimo, no puede llevar flores exóticas y no debe exceder una dimensión máxima de 90 centímetros de alto por 80 centímetros de ancho. En ella, se valora el colorido de la composición que se logra con la disposición de sus ramilletes y la variedad de flores nativas que incorporen[201].

La silleta Monumental, por su parte, debe su nombre a su vistosidad y grandes dimensiones. Debe contar, como mínimo, con 15 variedades de flores dispuestas en ramilletes o de manera individual y no debe exceder los 2.30 metros de alto por 2.30 metros de ancho, incluyendo el follaje, las espigas y la decoración que caracterice su diseño[202].

La silleta Emblemática, consiste en una composición floral que parte de la creatividad de su autor. Por lo general, promueven mensajes educativos o cívicos. No puede usar flores pintadas, algodón, musgo, cortezas de árboles u otros elementos ajenos a los insumos florales y al follaje. Por lo general, son elaboradas con flores pegadas o clavadas en superficies de cartón o icopor (poliestireno expandido) en las que previamente se ha trazado un diseño. Sus dimensiones no deben exceder los 2.30 metros de largo por 2.30 de ancho[203].

La silleta Comercial, consiste en la fiel reproducción del logotipo de la empresa que busca promocionarse en el desfile, a través de la disposición de flores secas, coloreadas o frescas. Esta categoría, no participa en la premiación a la mejor silleta del desfile, sin embargo, las cinco mejor elaboradas reciben un gallardete. Su dimensión, igualmente, no debe exceder los 2.30 metros de alto por 2.30 metros de ancho (Ibídem).

Para el caso de las categorías Monumental y Emblemática, en tanto para su realización no existen restricciones en materia de la variedad de flores que pueden usarse, es común que los silleteros además de incorporar flores nativas y algunas variedades obtenidas en Santa Elena o donadas por ASOCOLFLORES, también recurran a la compra de flores exóticas provenientes de otros lugares como San Cristóbal, el Oriente Antioqueño o, incluso, la Sabana de Bogotá.

3.4.6.6 Nueva Ruralidad y desafíos de la comunidad silletera

Santa Elena, actualmente, presenta un fuerte proceso de cambio en el que se desarrollan aceleradas transformaciones en múltiples niveles como producto de las presiones que ejercen las demandas y modos de vida urbanos sobre los atributos y recursos del corregimiento. En el ámbito físico-espacial, se expresa una fuerte competencia en materia de usos del suelo que tiende a desplazar las actividades agrícolas y pecuarias en favor del establecimiento de residencias de recreo o viviendas permanentes de población proveniente de la ciudad; lo cual, estimula la subdivisión predial e impacta además de la forma como se ocupa el territorio, aspectos como los núcleos de población tradicionales, las tipologías arquitectónicas vernáculas y la valorización y rentas del suelo rural[204].

A nivel socioeconómico, lo anterior se traduce en la expulsión de la población nativa y en el deterioro de sus condiciones de vida, en tanto se cambian las actividades agrícolas o pecuarias por empleos en los centros urbanos que requieren baja cualificación y ofrecen bajos salarios, o se

[201] Gaviria, 2013
[202] Ibídem
[203] Ibídem
[204] Zuluaga, 2005

adoptan nuevos oficios asociados a los servicios que demandan los pobladores urbanos del corregimiento, como la mayordomía, la jardinería, los trabajos domésticos y el transporte. Esta situación, adicionalmente, afecta negativamente la posible incorporación y retención de los jóvenes en las actividades rurales tradicionales, quienes prefieren emplearse en la ciudad, emigrar a ella y vivir en barrios populares, o vender su tierra y comprar un vehículo para dedicarlo al transporte público informal (Ibídem).

De manera similar, en materia sociocultural, la llegada de población con experiencias de vida urbana, trae consigo una urbanización de la cultura rural, de forma que en las relaciones cotidianas entre lugareños y nuevos pobladores se configuran nuevos imaginarios y significaciones que ancladas a fuertes referentes urbanos tienden a provocar cambios en las actitudes, valoraciones y puntos de vista de los habitantes tradicionales. Así, uno de los impactos de mayor relevancia es el referido al desprestigio y menosprecio de las actividades rurales frente a las posibilidades económicas que ofrecen las nuevas alternativas de empleo, de forma que se busca disfrutar de un estilo de vida más urbano como consecuencia de un cambio de aspiraciones más alineadas con los sistemas culturales hegemónicos que llevan a que se proscriban los saberes tradicionales (Ibídem).

Estas complejas tensiones y transformaciones que se desenvuelven en el corregimiento y en general en las zonas de frontera urbano-rural, en tiempos recientes, se han abordado desde enfoques que buscan alejarse de la discusión que plantea la vieja dicotomía entre lo rural y lo urbano o el campo y la ciudad, con el fin de reconocer en estos procesos y fenómenos, la manera cómo han surgido nuevas funcionalidades rurales, necesidades de sus habitantes y demandas metropolitanas.

De esta manera, se busca dar cuenta de una nueva ruralidad, en la que en su territorio se presentan o pueden desarrollarse actividades en capacidad de suplir las necesidades tanto de sus habitantes tradicionales como aquellas derivadas del crecimiento de la ciudad, reconociendo las dinámicas de hibridación y negociación entre diferentes culturas, nuevas formas de apropiación y de puesta en valor de los diversos repertorios culturales, así como el desarrollo de actividades económicas diversas.

De Grammont (2008), plantea que si bien la expresión de nueva ruralidad tiene un significado polisémico que puede dificultar su uso conceptual, su virtud reside en que implica la existencia de importantes cambios en el campo que parecen marcar una nueva etapa en su relación con la ciudad y la sociedad en general, tanto en el nivel económico como en lo social, cultural y político. En este sentido, señala que antiguos procesos se debilitan o desaparecen, como la reforma agraria, la revolución verde y el papel de la banca estatal para el desarrollo. Otros, cobran una mayor dimensión como la plurifuncionalidad de la economía campesina, la etnicidad, el género, la ecología, la pobreza y el transnacionalismo. Mientras, en los escenarios nacionales, cobran fuerza aspectos como el ahorro popular, el microfinanciamiento de la multifuncionalidad del campo, el multiculturalismo, la autonomía de los pueblos indígenas, los derechos humanos, la descentralización, la participación, la democracia y el fortalecimiento de entidades territoriales como los municipios.

Edelmira Pérez (2001), por su parte, resalta entre las funciones que el mundo rural podría y debería desempeñar, aspectos como: equilibrio territorial para contrarrestar los efectos del despoblamiento inducidos por la concentración urbana y la violencia en algunos países. Equilibrio ecológico con el fin de garantizar la conservación de ecosistemas y la producción de paisajes de

buena calidad estética y ambiental. Producción de agua limpia y conservación de sus fuentes. Espacios para actividades de esparcimiento y recreo al aire libre, ampliamente demandados en la actualidad por los habitantes urbanos. Así como usos agrarios no alimentarios como la producción de fibras textiles, la obtención de productos energéticos y de recursos minerales.

Así mismo, el IICA (2000), reconoce como un hecho contundente la transformación del espacio rural latinoamericano, constituyendo un nuevo escenario basado en un carácter territorial expresado, entre otros aspectos, en el desarrollo progresivo de actividades agrícolas no tradicionales y actividades no agrícolas en el medio rural. De esta manera, se observan nuevas orientaciones productivas como el cultivo de plantas medicinales, producción de artesanías, desarrollo de iniciativas de turismo rural, agricultura orgánica, agricultura sostenible, granjas de especies menores, empresas de servicios rurales y una mayor integración de la cadena agroproductiva y comercial con expresiones organizativas en el campo, la ciudad y en el extranjero. De esta forma, estos cambios a nivel social, económico, político y ecológico, afectan la agricultura y al medio rural, definen nuevas demandas de la sociedad y posibilitan el surgimiento de una nueva estructura de oportunidades.

En el marco de estas problemáticas y planteamientos en torno a la ruralidad contemporánea, se ubica el devenir de la manifestación cultural silletera. Esta, pese a considerarse una de las de mayor visibilidad e importancia del patrimonio cultural local, constituirse en un referente del discurso hegemónico sobre la cultura antioqueña a nivel nacional e internacional, y sus exponentes ser uno de los símbolos de la tradición local con una mayor recordación y arraigo en los imaginarios colectivos, padece serias dificultades que afectan su sostenibilidad en el tiempo y su continuidad en el territorio.

Inicialmente y de acuerdo con lo expuesto en el apartado anterior, es preciso señalar que esta expresión de la cultura local es un saber que surge de un grupo social de origen rural. Los silleteros, más allá del rol que encarnan durante las feria de las flores, fueron y siguen siendo mayoritariamente campesinos que derivaban su sustento del autoconsumo y del comercio de los productos agrícolas y pecuarios que obtenían de sus parcelas. De esta manera, el saber artesanal que han construido con el pasar de los años tras la institucionalización del desfile, se constituyó en una tradición con una permanente y estrecha relación con el territorio y con otros elementos de la cultura campesina.

Este vínculo con el territorio, es una característica que aún permanece vigente y como se mencionó en el apartado anterior, es una de las exigencias que se establece en los contratos que regulan la participación de los silleteros en el desfile. No obstante, precisamente, de esta condición y atributo, actualmente se derivan las principales problemáticas que definen las dinámicas socioculturales y económicas asociadas a este oficio, en tanto permanecer en el territorio para este grupo social, implica para la gran mayoría de sus integrantes superar varios obstáculos.

Entre ellos, se encuentran las vicisitudes que padece el sector agrícola en la localidad en materia de apoyo financiero, asistencia técnica y restricciones normativas en relación con el aprovechamiento de sus predios. Buscar empleo en Medellín o en los municipios aledaños, por lo general de baja remuneración y de baja cualificación dada su escasa formación académica, con los costos económicos que esto representa en términos de desplazamiento hacia y desde sus lugares de trabajo. Buscar empleo en el corregimiento, principalmente de tipo informal, asociado al sector terciario de la economía local en labores de jardinería, mayordomía y trabajos domésticos.

Realizar de manera combinada estas actividades, lo cual, configura estrategias de subsistencia basadas en la pluriactividad que han ganado representatividad en la economía local en tiempos recientes y dan cuenta del complejo proceso de relaciones rural-urbanas que se vienen desenvolviendo en el corregimiento, así como del deterioro y precarización del mercado laboral y de la calidad de vida de la población tradicional.

El reducido abanico de posibilidades que presenta esta realidad, lleva a que se ejerza una fuerte presión sobre la viabilidad de la permanencia en el corregimiento de la población local y, específicamente, de la población silletera, lo cual, contribuye de manera notable con una ruptura progresiva del vínculo de esta manifestación cultural con su territorio de origen y con el debilitamiento tanto de la cultura campesina como del oficio silletero.

Así mismo, la amenaza a este vínculo con el territorio, no sólo confronta a las familias silleteras campesinas con escasos ingresos, también es una realidad latente para el caso de silleteros que en la actualidad no viven en Santa Elena. Si bien, estas personas que por diversos motivos prefirieron y tuvieron la posibilidad de vivir por fuera del corregimiento, también experimentan la fragilidad de aquello que las une a su lugar de origen y a su cultura, a pesar de mantener una relación cercana con sus familias residentes en él y reunirse cada año en torno a la elaboración de la silleta para el Desfile, en tanto, su filiación con Santa Elena, depende de la existencia y permanencia de su ascendencia en este lugar.

De esta manera, si en el proceso de relevo generacional los herederos optan por vender las propiedades y continuar con sus vidas por fuera de Santa Elena, como lo evidencian algunas tendencias en materia socioeconómica que actualmente se desenvuelven en el corregimiento, esto significaría, por una parte, que estas familias no podrán hacer uso de su contrato con el municipio quedando inhabilitados para participar en el desfile de silleteros y, por otra, que los componentes propios de la cultura campesina inician su proceso de desaparición, junto con el saber silletero tal como se conoce en la actualidad.

Además de la permanencia y los vínculos con el territorio, otra de las problemáticas de la población silletera se asocia, paradójicamente, con aquello que la ha posicionado como patrimonio cultural local y nacional: su naturaleza de expresión cultural a la que históricamente se le ha asignado sólo un momento específico en la vida social del municipio para llevarse a cabo y hacerse visible. De esta manera, únicamente sobre el Desfile de Silleteros y la Feria de las Flores, ha recaído la responsabilidad de poner en valor un saber y un oficio que a lo largo del año, predominantemente, permanece inactivo y anónimo.

Esta falta de dinamismo de la práctica silletera a lo largo del año, ciertamente fue uno de los motivos de la conformación de la actual Corporación de Silleteros de Santa Elena y, en tiempos recientes, de las otras corporaciones que agremian silleteros en el corregimiento. Con ellas, este grupo social, ha buscado generar y posicionar diversas actividades económicas y culturales que promuevan el desarrollo y reconocimiento de la manifestación cultural silletera, principalmente, con el fin de mejorar los ingresos de esta comunidad que en su mayoría dependen de inestables y precarias fuentes de empleo; así como de diseñar e implementar estrategias que contribuyan con la puesta en valor de este patrimonio cultural inmaterial de la nación.

Esta situación, ha contribuido con la paulatina construcción de una nueva manera de interpretar y acoger esta expresión cultural, así como de concebir y asumir su oficio quienes son herederos de esta tradición. En este sentido, por una parte, se apunta a fortalecerla como actividad económica

en capacidad de vincular diversos productos y servicios y, por otra, desarrollar e impulsar en el silletero habilidades de autogestión e iniciativas de aprovechamiento económico de esta manifestación cultural.

De lo anterior, dan cuenta las diversas iniciativas de las cinco corporaciones de silleteros existentes en la actualidad en el corregimiento, enunciadas en el apartado anterior, que proponen programas como las fincas silleteras, recorridos temáticos, alimentación, actividades culturales que enaltecen y visibilizan la tradición silletera, así como productos específicos como la elaboración de silletas, el cultivo y comercialización de flores nativas y, en algunos casos, también de productos agrícolas agroecológicos cultivados en las huertas domésticas.

De este modo, se evidencia cómo uno de los atributos ampliamente referenciados en los abordajes de la nueva ruralidad, como lo es la plurifuncionalidad de las unidades campesinas, claramente empieza a ganar espacio en la economía del corregimiento y a representar opciones de especial relevancia en materia de nuevas fuentes de ingreso para estas familias. Esto, igualmente, contribuye con la transición de la pluriactividad del hogar que corresponde al ámbito de la reproducción familiar en el marco de la pobreza, a la multifuncionalidad del campo, que obliga a cambiar profundamente la perspectiva teórica del campesinado[205].

Así mismo, actividades económicas en el sector terciario, pero esta vez propuestas y gestionadas por los habitantes tradicionales locales (específicamente, en este caso, la población silletera) desde sus capacidades territoriales, como el agroturismo, el ecoturismo, el turismo cultural, dan cuenta de posibilidades de desarrollo endógeno que empiezan a surgir, aunque de manera incipiente en términos logísticos y de infraestructura, como alternativas de desarrollo viables y necesarias que ofrecen oportunidades de ingresos dignos para permanecer en el corregimiento.

De esta manera, tal como lo proponen diversos organismos internacionales, el paso de la economía agrícola a la economía del territorio en los contextos rurales latinoamericanos, da cuenta de un menor protagonismo de dicha actividad productiva en las economías locales mientras crece la participación de diferentes actividades relacionadas con otros sectores de la economía, especialmente con el sector de servicios, en dónde los habitantes tradicionales construyen estrategias de desarrollo local diversas dirigidas a poner en valor su cultura y su territorio.

Estas nuevas dinámicas que llaman la atención en torno al modelo de desarrollo que se empieza a desenvolver y promover desde el Estado, agencias multilaterales, ONG´s e iniciativas locales en las nuevas ruralidades, también ponen de manifiesto las lógicas, alcances y complejos procesos de articulación que se despliegan en el marco de la actual globalización económica.

Para el caso de la población silletera, esto se evidencia en las dinámicas de asociación que se han dado en tiempos recientes, conformándose diferentes corporaciones de silleteros que buscan posicionar sus propios productos y servicios, configurando un mercado en torno a la manifestación cultural silletera en el que la competencia ha llevado a que se adopten medidas propias de la economía empresarial global en materia de propiedad intelectual, como, por ejemplo, los registros de marca.

Como se mencionó en el apartado anterior, la Superintendencia de Industria y Comercio en el año 2011, le otorgó a la Corporación de Silleteros de Santa Elena (COSSE) los derechos sobre la marca

[205] De Grammont, 2008

que usan para comercializar las silletas elaboradas por su organización. Este mismo camino, lo han seguido otras corporaciones que han decido registrar algunos de sus servicios, buscando tener los derechos sobre el nombre y la marca que les han asignado. Más allá de las diversas interpretaciones y controversias desatadas, es importante resaltar cómo esta situación ilustra claramente la manera en que las lógicas del capitalismo global empiezan a hacer parte del desarrollo de la economía vinculada a la expresión cultural silletera, y como la economía local establece diálogos con la globalización.

Aspectos como estos, sin duda, resaltan la necesidad de que en materia de políticas públicas, se formulen medidas que atiendan tanto las problemáticas de las actividades productivas tradicionales, como las nuevas demandas que empiezan a surgir en materia económica, social y territorial, relacionadas con las dinámicas propias de la articulación de estos contextos con la economía global, las características de las economías urbanas y el perfilamiento de una nueva ruralidad.

En este sentido, la lectura que se ha hecho de la realidad actual de los territorios rurales metropolitanos, para el caso de Medellín, podría decirse que considera algunas de estas temáticas, de manera que recientes ejercicios de planeación participativa para el desarrollo y estudios técnicos llevados a cabo sobre el corregimiento por parte de la administración municipal[206], además de reconocer sus potencialidades, conflictos y debilidades, proponen diversas iniciativas dirigidas a dar salida en estos términos a los desafíos que plantea el territorio.

A continuación, se señalan diferentes líneas y programas estratégicos provenientes de algunos de estos estudios que hacen referencia directa al corregimiento, a sus atributos como nueva ruralidad y, específicamente, a aspectos relacionados de una manera estrecha con el desarrollo de la manifestación cultural silletera.

Tabla 3-186 - Planeación del desarrollo y cultura silletera

Estudio	Componentes	Relación con la cultura silletera
Plan de Desarrollo Cultural de Santa Elena 2007-2017	Línea dos: Memorias y Patrimonio. Programas: *1. Protección Patrimonial.* *2. Investigación.* *3. La historia cuenta.* Línea tres: Ambiente y Turismo. Programas: *1. Fomento Agrario.* *2. Ambiente y Paisaje.* *3. Agroturismo.*	El Plan de Desarrollo Cultural, entre sus estrategias, propone dos líneas temáticas relacionadas de una manera directa con la manifestación cultural silletera: las "Memorias y el Patrimonio" y el "Ambiente y el Turismo". Ambas, dan cuenta de la importancia que cobra para el corregimiento la protección y puesta en valor del Patrimonio cultural del corregimiento, del cual hace parte la expresión cultural silletera; e identifica el ambiente y el turismo como dos frentes que contribuyen con el desarrollo económico de Santa Elena, a partir de la puesta en valor de elementos culturales y territoriales.
Plan de Desarrollo Turístico de Medellín 2011-2016	Eje Estratégico 3: Desarrollo y fortalecimiento de la Oferta de Turismo Cultural. Eje Estratégico 4: Estructuración y desarrollo de la oferta de Turismo de Naturaleza.	El Plan de Desarrollo Turístico en su escenario turístico propuesto para Medellín para el período 2011-2016, propone dos líneas estratégicas de especial relevancia para su ruralidad: "El desarrollo y fortalecimiento de la Oferta de Turismo Cultural" y la "Estructuración y desarrollo de la Oferta de

[206] Estrategias Corregimentales para Medellín ECO (2005), Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Medellín (2006), Plan de Desarrollo Cultural Corregimental 2007-2017 (2007), Plan de Desarrollo Local de Santa Elena 2008-2020 (2008), Directrices de Ordenamiento Rural para Medellín (2009), Plan Especial de Ordenamiento Corregimental de Santa Elena (2011), Plan de Desarrollo Turístico de Medellín 2011-2016 (2011), entre otros.

Estudio	Componentes	Relación con la cultura silletera
		Turismo de Naturaleza". Para ambos casos, señala que en el caso del corregimiento si bien existen avances importantes como las iniciativas desarrolladas por Comfama, Comfenalco y Parque Arví, existen atributos que pueden potenciar aún más las dinámicas turísticas, entre las cuales señala la expresión cultural silletera, en particular, y la puesta en valor del patrimonio cultural material e inmaterial local, en general.
Plan de Desarrollo Local de Santa Elena 2008-2020	Línea Estratégica en Arte y Cultura. Programas: *1. Revitalización de identidad cultural.* *2. Promoción y fortalecimiento de las expresiones culturales.* Línea Estratégica en Ocupación Laboral Programas: *1. Fomento del empleo y la seguridad alimentaria.* *2. Fomento de la microempresa en el sector de servicios.* *3. Servicios para la atención del turismo rural.* Línea estratégica en vivienda: Programa: *1. Restauración y conservación de viviendas declaradas como monumentos históricos*.	El Plan de Desarrollo de Santa Elena, propone entre sus líneas estratégicas para la gestión del corregimiento al 2020, una referida al arte y la cultura en dónde busca revitalizar, fortalecer y promocionar la cultura local, visibilizando la importancia de la cultura campesina, la memoria y el patrimonio, los saberes artesanales, entro aspectos. Otra de sus líneas, dirigida a la ocupación laboral, señala la importancia de la agricultura para el corregimiento. Entre los proyectos que propone vinculados con esta temática, se destaca la creación y fortalecimiento de microempresas agrícolas y de floricultura, así como el fortalecimiento de cultivos de frutas, hortalizas y verduras. De igual manera, destina un programa orientado al fomento de la microempresa en el sector de servicios, en dónde se apunta a desarrollar y dinamizar en el corregimiento actividades de comercialización, transformación de materias primas y fortalecimiento del capital social local. Otro de los programas de esta línea, consiste en la creación y fortalecimiento de los servicios turísticos que se desarrollan en el corregimiento, con miras a generar una mejor y más amplia infraestructura para acoger esta dinámica económica, así como una mayor oferta de productos y servicios a partir de la creación de empresas en este sector. Por último, en la línea referida a la vivienda, con uno de sus programas se atiende la necesidad de proteger y restaurar las viviendas campesinas con especiales atributos que son referentes de este tipo arquitectura en el corregimiento. De esta manera, claramente, es posible encontrar en el modelo de gestión que se propone para el corregimiento, aspectos que benefician directamente a la población silletera en tanto población campesina, como el fortalecimiento de la agricultura en dónde se señala el cultivo de flores; la puesta en valor del patrimonio cultural local y la dinamización y fortalecimiento del sector terciario, especialmente las actividades turísticas.
Plan Especial de	Componente del Modelo de Ocupación	El Plan Especial de Ordenamiento Territorial

Estudio	Componentes	Relación con la cultura silletera
Ordenamiento Corregimental de Santa Elena	Territorial: *Un corregimiento con usos agropecuarios técnicamente adecuados y ambientalmente sostenibles.* Política: *Desarrollo Económico Sostenible.* Objetivo 1: *Promover y consolidar en el corregimiento actividades agropecuarias que favorezcan la sostenibilidad ambiental del territorio, la generación de nuevas ventajas comparativas y competitivas, la proyección de su producción en nuevos mercados y la conservación de la cultura campesina.* Estrategia 1: *Implementar un sistema de planificación predial agroecológica participativa que contribuya con usos agropecuarios técnicamente adecuados y ambientalmente sostenibles.* Objetivo 2: *Fomentar procesos de valor agregado y de diversificación de las actividades económicas del corregimiento.* Estrategia 1: *Promover la capacitación, innovación y emprendimiento de los productores locales, con el fin de diversificar, fortalecer y promocionar los diversos sectores económicos del corregimiento.* Estrategia 2: *Generar y apoyar iniciativas locales de aprovechamiento económico de los atributos turísticos del corregimiento.* Componentes del Modelo de Ocupación Territorial: *Un espacio público como sistema estructurante del territorio que pone en valor los bienes de interés cultural.* *Un corregimiento que valora los elementos del Patrimonio Cultural Inmueble.* Política: *Puesta en valor del Patrimonio Cultural Inmueble.* Objetivo: *Protección de los bienes inmuebles de valor patrimonial.* Estrategia: *Articulación y consolidación del sistema de Patrimonial Cultural Inmueble del Corregimiento de Santa Elena.*	Corregimental, propone como modelo de desarrollo sostenible para Santa Elena, actividades agropecuarias de tipo agroecológico, la proyección de esta producción en nuevos mercados y la conservación de la cultura campesina. Así mismo, busca fomentar la dinamización del sector secundario y terciario del corregimiento con el fin de diversificar su economía. Por último, en materia de Patrimonio Cultural, señalan la importancia de poner en valor este atributo territorial a través de la articulación del sistema de patrimonio cultural inmueble local. Claramente, estos objetivos impactan positivamente la manifestación cultural silletera y la cultura campesina, en la medida que fortalecen y posicionan las actividades productivas tradicionales del sector primario de la economía local y resaltan la necesidad de nutrir los sectores secundario y terciario como forma de diversificarla. En este sentido, le apuestan a un modelo de ocupación territorial que, por una parte, atiende y fortalece las actividades productivas tradicionales y, por otra, considera las necesidades de las nuevas actividades como el turismo; lo cual, junto con su atención al patrimonio cultural local como un atributo territorial que se busca poner en valor, crea una sinergia especial de la cual la actividad silletera, sin duda, hace parte en tanto referente obligado de la cultura local.

Fuente: Consorcio SIGA - PLYMA

Estos estudios orientados a la planeación del desarrollo del corregimiento, muestran de una manera clara como las perspectivas de Santa Elena en el mediano y largo plazo, se encuentran ligadas a un reconocimiento oficial de su realidad como territorio urbano-rural y a lo que esto implica en términos de las funcionalidades que buscan potenciarse y generarse en él, considerando las demandas sociales, económicas y culturales de la ciudad. Así mismo, como se espera que a partir de estrategias de desarrollo endógeno acordes con la necesidad de configurar capacidades sociales y territoriales locales, se ofrezcan soluciones y alternativas a las problemáticas que deterioran y ponen en peligro la calidad de vida y estadía de la población tradicional, entendiéndola de una manera que se aleje de las teorías clásicas sobre el campesinado y las comunidades rurales, y atienda las transformaciones culturales, nuevas actividades económicas y dinámicas de interrelación que éstas establecen con los contextos urbanos y globales.

La manifestación cultural silletera, forma parte de ese repertorio cultural local que se mantiene en un diálogo constante con la vida urbana y que ha cobrado una importancia estratégica en términos de su potencial económico, político, social y territorial a través de su puesta en valor, y que se encuentra en capacidad de vincularse a través de la diversificación de la economía local, con actividades multisectoriales que pueden representar nuevas, más amplias y mejores fuentes de ingreso para este grupo poblacional.

No obstante, este nuevo perfil que empieza a configurarse en términos de las posibilidades de desarrollo de esta manifestación cultural, demanda que tanto su comunidad como las capacidades del territorio, se encuentren en condiciones de sustentarla, de viabilizar su desenvolvimiento, de manera que aquellos atributos y características del corregimiento con los cuales establece diversas relaciones y que contribuyen con la multifuncionalidad del campo, permanezcan y se fortalezcan.

De esta manera, atendiendo el requerimiento de la ANLA, en lo concerniente a la relación de las actividades ligadas a la expresión cultural silletera con la demanda del recurso hídrico y, de acuerdo con todo lo expuesto hasta este punto, es posible proponer que una buena manera de abordar este tópico, es considerar la importancia que reviste este recurso para el desarrollo de las diversas estrategias económicas asociadas a esta manifestación cultural, tanto en la actualidad, como aquellas que tienen proyectadas la comunidad silletera y la administración municipal a través de diversos estudios de planeación del desarrollo realizados en tiempos recientes.

En este sentido, la comunidad silletera está conformada de manera mayoritaria por familias que en la actualidad y tradicionalmente han desarrollado actividades agrícolas como el cultivo de frutas, verduras, hortalizas y flores nativas; y que a futuro, de acuerdo con las iniciativas que impulsan las diversas corporaciones de silleteros, esperan además de potencializar estas actividades poder vincularlas con otros servicios asociados al turismo rural.

Estrategias como las fincas silleteras en las que se están dando procesos de reactivación del cultivo de flores nativas en el corregimiento, en las que comúnmente se llevan a cabo actividades agrícolas de tipo agroecológico y que entre sus atractivos destacan los atributos naturales de sus predios. En las cuales, adicionalmente, se están desarrollando iniciativas relacionadas con el turismo cultural y el agroturismo, vinculando servicios como la alimentación y en algunos casos el hospedaje, se hace evidente la necesidad de acceder a recursos hídricos como un elemento fundamental para el funcionamiento de este tipo emprendimientos.

Como se señaló, el vínculo existente entre esta manifestación cultural y el territorio, es un factor fundamental para su conservación y fortalecimiento. De este modo, de la viabilidad de las actividades económicas que actualmente desarrollan y que proyectan a futuro, depende que esta tradición deje desenvolverse sólo como una expresión cultural que cobra relevancia en el marco de una festividad anual, para pasar a constituirse en un modo de vida que ponga en valor permanentemente esta manifestación cultural y que le permita a los miembros de esta comunidad permanecer de una manera digna en su corregimiento.

3.4.6.7 Patrimonio Cultural Inmueble Arquitectónico, Urbanístico y Arqueológico ubicado en el Área de Influencia Directa Local.

El patrimonio cultural inmueble arquitectónico, urbanístico y arqueológico, ubicado en el AID local del proyecto Conexión Vial-Aburrá Oriente, lo constituyen aquellos bienes inmuebles de interés cultural y de valor patrimonial, establecidos en el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Medellín -POT- (Acuerdo 46 de 2006) y los referenciados por el Plan Especial de Protección del Patrimonio Cultural Inmueble -PEEP-[207] de este mismo municipio.

A continuación, se presentan cada uno de los bienes inmuebles ubicados en el AID local, recurriendo a los componentes que plantea el Acuerdo 023 de 2009 en su Artículo 9º, acogiendo los principios generales de manejo que este determinante normativo desarrolla para cada uno de ellos.

3.4.6.7.1 Clasificación del Patrimonio Cultural Inmueble Arquitectónico, Urbanístico y Arqueológico ubicado en el Área de Influencia Directa Local.

Edificaciones de valor patrimonial

El Acuerdo 023 de 2009, en su Artículo 12o, define como edificaciones de valor patrimonial, "*aquellas construcciones reconocidas y relevantes para la colectividad, que presentan valores arquitectónicos, históricos, estéticos, referenciales y técnicos que aún permanecen como evidencia de épocas pasadas. Éstos, pueden ser inmuebles individuales o grupos de inmuebles, que en conjunto, se reconocen como de valor patrimonial*".

En el AID local, el Acuerdo 023 de 2009, no referencia ninguna edificación de valor patrimonial. Sin embargo, el Acuerdo 046 de 2006, en el Artículo 1030, menciona como inmueble de valor patrimonial en la zona rural a la Iglesia de Santa Elena Central.

De esta manera, de acuerdo con la Ley 1185 de 2008, que en su artículo 1o establece que "*Se consideran como bienes de interés cultural de los ámbitos nacional, departamental, distrital, municipal o de los territorios indígenas o de las comunidades negras de que trata la Ley 70 de 1993 y, en consecuencia, quedan sujetos al respectivo régimen de tales, los bienes materiales declarados como monumentos, áreas de conservación histórica, arqueológica o arquitectónica, conjuntos históricos u otras denominaciones que con anterioridad a la promulgación de esta ley, hayan sido objeto de tal declaratoria por las autoridades competentes o hayan sido incorporados a los planes de ordenamiento territorial. Así mismo, se consideran como bienes de interés cultural del ámbito nacional los bienes del patrimonio arqueológico.",* este inmueble al estar referenciado en el Plan de Ordenamiento Territorial de Medellín (Acuerdo 046 de 2006), cuya expedición es previa a la Ley 1185 de 2008, puede considerarse como un bien de interés cultural (BIC) del ámbito municipal.

[207] Acuerdo 023 de 2009

El Acuerdo 023 de 2009, define como Bienes Inmuebles de Interés Cultural, aquellos "que han sido declarados como de «interés cultural» y que se encuentran sujetos al régimen de protección y manejo previsto en la Ley 397 de 1997, modificada y adicionada por la Ley 1185 de 2008". Entendiendo los considerados como de carácter municipal, como aquellos que cuentan con declaratoria del orden municipal.

Sectores de valor patrimonial

El Acuerdo 023 de 2009, en el Artículo 27o, define los sectores de valor patrimonial, como "las áreas constituidas por elementos construidos y naturales localizados en suelos urbano o rural, valorados como de calidad urbanística, paisajística y/o arquitectónica".

Así mismo, en el Artículo 310, establece que los sectores de valor patrimonial se clasifican en: "Conservación urbanística y arquitectónica, Preservación urbanística y Preservación del paisaje rural."

Para el caso del AID local, este determinante normativo, identifica un bien inmueble de valor patrimonial en Santa Elena Central, bajo la tipología de Sector de Preservación urbanística. Este, según el Artículo 31o, se entiende como "aquella fracción de algunos barrios, veredas o cabeceras urbanas de los corregimientos, que a pesar de las transformaciones constructivas experimentadas en su evolución, conserva rasgos distintivos de sus valores y atributos originales derivados de su trazado, escala y perfil urbano, morfología predial, vegetación y algunas edificaciones representativas de la arquitectura de momentos importantes de su desarrollo, constituyéndose en ejemplos destacados de la historia y desarrollo urbanístico del municipio".

El sector propuesto en Santa Elena Central, se delimita en el Artículo 44o, e incluye "todos los predios de la centralidad desde la quebrada Santa Elena, al sur, hasta el cementerio y el liceo, al norte, y desde los predios que bordean el parque principal, al occidente, hasta la quebrada que bordea el liceo, la zona deportiva y la casa de la cultura, y que cae a la Santa Elena, al oriente".

Según el Acuerdo 023 de 2009 en su Artículo 11o, se entienden como Bienes Inmuebles de Valor Patrimonial, aquellos "inmuebles reconocidos y relevantes para la colectividad que presentan valores arquitectónicos, históricos, estéticos, urbanísticos, ecológicos, paisajísticos, referenciales y/o técnicos que aún permanecen como evidencia de épocas pasadas. Sin embargo estos inmuebles no tienen el acto administrativo de declaratoria de bienes de interés cultural."

Espacio público construido de valor patrimonial

Según el Acuerdo 023 de 2009, en el Artículo 47o, se considera espacio público construido de valor patrimonial "el constituido por todos aquellos espacios abiertos creados para el uso colectivo, donde los ciudadanos se reconocen e interactúan y desarrollan manifestaciones, productos y representaciones de la cultura popular; igualmente, por algunos equipamientos e infraestructuras en espacios abiertos, algunos corredores que articulan dichos espacios, así como los caminos antiguos de valor patrimonial".

Este componente, a su vez, según el Artículo 50o se clasifica en: "Áreas cívicas y representativas de valor patrimonial, Equipamientos e infraestructuras de valor patrimonial y Corredores construidos articuladores"

Como Áreas cívicas y representativas de valor patrimonial, dicho Artículo se refiere a “espacios abiertos creados para el uso colectivo con funciones cívicas, ceremoniales u ornamentales, ampliamente reconocidos por su valor histórico y cultural”. Pueden ser, parques, plazas y plazoletas de valor histórico y cultural o, Jardines y conjuntos escultóricos de valor histórico y cultural.

Para el caso del AID local, de acuerdo con el Artículo 53o, en esta clasificación, se ubica el Parque Central de Santa Elena.

Como Equipamientos e infraestructuras de valor patrimonial, el Acuerdo 023 de 2009, se refiere a “infraestructuras construidas en espacios abiertos, con funciones bien sea ceremoniales, de transporte u otros servicios, altamente reconocidos por su valor histórico y cultural”.

Para el caso del AID local, en esta clasificación, según el Artículo 54o, se ubica el Cementerio de Santa Elena como Equipamiento de Interés Patrimonial en el espacio público.

Finalmente, como Corredores construidos articuladores, según el Acuerdo 023, se entienden aquellas “vías de valor histórico y urbanístico, y otras que cumplen un importante papel en la articulación de los diferentes elementos de valor patrimonial que aportan al paisaje valores estéticos, de legibilidad y de apropiación peatonal”

Para este caso, en el AID local, se referencian en el Artículo 55o del Acuerdo 023, el camino de Caunce y Bocaná.

De acuerdo con el Artículo 3o de la Ley 1185, en donde se establece que “El patrimonio arqueológico comprende aquellos vestigios producto de la actividad humana y aquellos restos orgánicos e inorgánicos que, mediante los métodos y técnicas propios de la arqueología y otras ciencias afines, permiten reconstruir y dar a conocer los orígenes y las trayectorias socioculturales pasadas y garantizan su conservación y restauración”, este inmueble es susceptible de ser reconocido como patrimonio arqueológico.

Síntesis bienes inmuebles de interés cultural y de valor patrimonial ubicados en el Área de Influencia Directa Local.

A continuación, se presenta una tabla síntesis de los bienes inmuebles de interés cultural y de los bienes de valor de patrimonial ubicados en el AID local, clasificados según los componentes planteados por el Acuerdo 023 de 2009 y la Ley 1185 de 2008.

Tabla 3-187 - Tabla bienes inmuebles de interés cultural y de valor patrimonial ubicados en el AID local

Componente	Bien inmueble
Edificaciones de valor patrimonial	Iglesia de Santa Elena Central (BIC)
Sectores de valor patrimonial	Sector ubicado en Santa Elena Central (Sector de preservación urbanística)
Espacio público construido	Parque Central de Santa Elena (Área cívica y representativa de valor patrimonial) Cementerio de Santa Elena (Equipamiento de interés patrimonial en el espacio público) Camino de Caunce (Corredor construido articulador) (Patrimonio arqueológico)

Fuente: SIGA – PLYMA, 2013

3.4.6.7.2 Principios generales de manejo del patrimonio cultural inmueble arquitectónico, urbanístico y arqueológico ubicado en el Área de Influencia Directa Local.

El Plan Especial de Protección Patrimonial -PEPP- (Acuerdo 023 de 2009), establece lineamientos en relación con los tipos de intervenciones permitidos para cada componente del patrimonio cultural inmueble del municipio de Medellín. De esta manera, lo expuesto por este determinante normativo, deberá ser tenido en cuenta por parte del proyecto Conexión Vial Aburrá Oriente, al momento de evaluar los posibles impactos generados por esta obra en cada uno de los bienes inmuebles de interés cultural y de valor patrimonial ubicados en el AID Local.

No obstante, es preciso resaltar que el Acuerdo 023 de 2009, en su Artículo 3o, establece que el PEPP es un instrumento de planificación complementario al Plan de Ordenamiento Territorial (Acuerdo 46 de 2009), de tal forma que no sustituye los Planes de Manejo y Protección que deben elaborarse de conformidad con lo dispuesto en la Ley 1185 de 2008 y el Decreto Nacional 763 de 2009, cuando se requieran.

A continuación, se presentan este tipo de disposiciones retomando los componentes en los que se ubican cada uno de los bienes inmuebles de interés cultural y de valor patrimonial.

Edificaciones de valor patrimonial

El Acuerdo 023 de 2009, señala en el Artículo 150 titulado “Tipos de intervención según el nivel de conservación”, las intervenciones permitidas en las edificaciones de valor patrimonial de acuerdo con el nivel de conservación establecido para cada una de ellas.

Tabla 3-188 - Tipos de Intervención según nivel de conservación

Componentes	Nivel de intervención-conservación	Tipos de intervención (Obras permitidas)

Componentes	Nivel de intervención-conservación		Tipos de intervención (Obras permitidas)
Inmuebles individuales y de conjunto, declarados bienes de interés cultural nacional o municipal	Nivel 1	Integral	Reparaciones locativas, primeros auxilios, rehabilitación o adecuación funcional, reforzamiento estructural, consolidación, liberación o remoción, mantenimiento y/o conservación, reintegración, restauración integral, reconstrucción.
	Nivel 2	Del tipo arquitectónico 1	Además de las permitidas para Conservación Integral, también permiten: Ampliación, demolición parcial.
		Del tipo arquitectónico 2	Además de las permitidas para Conservación del tipo arquitectónico 1, también permiten: Remodelación.
	Nivel 3	Contextual	Las permitidas para Conservación del tipo arquitectónico 2.

Fuente: Acuerdo 023 de 2009. Plan Especial de Protección del Patrimonio Cultural Inmueble de Medellín.

En este sentido, en cuanto el Acuerdo 023 no referencia la Iglesia de Santa Elena Central, señalada por el Acuerdo 046 de 2006, se acoge la propuesta en relación con las normas de manejo propuestas por parte del Plan Especial de Ordenamiento Corregimental de Santa Elena[208], en dónde se plantea como nivel y tipo intervención, Nivel 1 Integral.

Tabla 3-189 - Nivel y tipo de intervención permitida en edificaciones de valor patrimonial del AID Local.

Edificación de valor patrimonial	Nivel de conservación y tipo de intervención
Iglesia de Santa Elena Central	Nivel 1 Integral

Fuente: Acuerdo 023 de 2009. Plan Especial de Protección del Patrimonio Cultural Inmueble de Medellín.

Sectores de valor patrimonial

Para el sector de valor patrimonial delimitado en Santa Elena Central, se acogen las normas urbanísticas generales establecidas en el Artículo 320 del Acuerdo 023 de 2.009, las normas para actuaciones en sectores de preservación urbanística detalladas en el Artículo 450 referidas al frente mínimo de lote y altura máxima para la construcción, así como las normas para predios colindantes a edificaciones de Interés Cultural, establecidas en el Artículo 180.

Tabla 3-190 - Tipo de intervenciones permitidas en Sector de Valor Patrimonial del AID

Sector de valor patrimonial	Categoría	Nivel de conservación y Tipo de intervenciones
Sector de Santa Elena Central	Sector de preservación urbanística	Nivel 2 del Tipo arquitectónico 1 (Art.32) Normas urbanísticas generales para sector de preservación urbanística.

[208] PEOC

Sector de valor patrimonial	Categoría	Nivel de conservación y Tipo de intervenciones
		(Art.45) Frente mínimo: 12mts. Altura máxima: 3 mts. (Art.18) Construcciones colindantes no podrán superar la altura de BIC. Construcciones colindantes no podrán superar la altura del nivel de enrase inferior del cuerpo principal del BIC.

Fuente: Acuerdo 023 de 2009. Plan Especial de Protección del Patrimonio Cultural Inmueble de Medellín.

Espacio público construido de valor patrimonial

El Acuerdo 023 de 2009, en el Artículo 490, establece los siguientes criterios para el manejo del componente del espacio público construido de valor patrimonial:

"*Poner en valor sus atributos históricos, culturales, paisajísticos y urbanísticos. Mantener y recuperar la calidad del diseño urbanístico de estos espacios, eliminando los elementos que hayan desfigurado las características originales. Preservar los elementos de amoblamiento que sean parte o estén acorde con el diseño urbanístico y los valores históricos y culturales del espacio. Consolidar, preservar y recuperar la calidad de la arborización de estos elementos, de conformidad con lo definido en el componente ecológico y paisajístico de este Acuerdo, sin perjuicio de las normas de mayor jerarquía. Intervenir estos espacios, aplicando las disposiciones relativas a la circulación peatonal, garantizando la seguridad, continuidad y accesibilidad a la comunidad en general y, especialmente, a personas con movilidad reducida, sin detrimento de los valores patrimoniales. Restaurar los elementos arquitectónicos o estructurales que lo requieran, siguiendo las recomendaciones de un estudio técnico que se debe realizar para el efecto. Procurar la integración visual y paisajística de los elementos constitutivos del espacio público de valor patrimonial con su entorno, guardando armonía con el diseño urbanístico del espacio público de que se trate*."

Así mismo, en el Artículo 510, establece como intervenciones admitidas en los espacios públicos construidos de valor patrimonial, las siguientes: mantenimiento, recuperación y generación. Cada una de ellas, puede acompañarse de prácticas de manejo diferenciadas expuestas extensa y detalladamente en el Artículo 520. Con mantenimiento, se refiere a "*acciones orientadas a preservar los atributos espaciales en los cuales se enmarcan los valores históricos y culturales de estos elementos, para asegurar su permanencia como patrimonio cultural inmueble*". Recuperación, la define como aquellas "*acciones orientadas a recobrar o restaurar los atributos espaciales en los cuales se enmarcan los valores históricos y culturales de estos espacios, para recuperar sus valores como patrimonio cultural inmueble*". Mientras, generación, alude a "*acciones orientadas a crear espacios públicos que den mayor relevancia a sitios o inmuebles de especial significación y que aseguren condiciones urbanísticas adecuadas de accesibilidad, conectividad y apropiación por parte de la colectividad. También se inscriben en esta intervención, las actuaciones orientadas a cualificar o mejorar la calidad de un espacio público pre-existente*"

Tabla 3-191 - Intervenciones permitidas en los Espacios Públicos de Valor Patrimonial del AID Local.

Bien Inmueble	Categoría	Intervención

Bien Inmueble	Categoría	Intervención
Parque Central de Santa Elena	Área cívica y representativa de valor patrimonial	Mantenimiento. Art.53
Cementerio de Santa Elena	Equipamiento de interés patrimonial en el espacio público	Mantenimiento. Art.54
Camino de Caunce	Corredor construido articulador	Recuperación Art. 55

Fuente: SIGA – PLYMA, 2013.

Para el caso del camino de Caunce, en tanto podría ser interpretado como patrimonio arqueológico según el Artículo 30 de la Ley 1185 del 2008, a continuación, se desarrollan algunos lineamientos de manejo que incluyen medidas de conservación, restauración y adecuación, específicas para este inmueble, tomados de la investigación "Poblamiento, marcas territoriales y estructuras en la Cuenca Media de la Quebrada Santa Elena"[209] en donde esta infraestructura se aborda en profundidad. Como se mencionó anteriormente, estas propuestas no sustituyen los Planes de Manejo y Protección que deben elaborarse de conformidad con lo dispuesto en la Ley 1185 de 2008 y el Decreto Nacional 763 de 2009, cuando ello se requiera.

Prevención:

- Realizar estudios detallados sobre la posibilidad de estabilizar los afloramientos rocosos del escarpe oriental, que ponen en permanente peligro la zona y la integridad física de sus visitantes.
- Velar por la protección de las áreas donde se presenta un avance considerable del bosque, con buen desarrollo del sotobosque.
- Iniciar un plan de recuperación y rehabilitación de obras hidráulicas fundamentalmente en la parte alta.
- Realizar un inventario detallado de flora y fauna, así como de los sitios asociados con riqueza natural y/o paisajística, con la finalidad de que sean incorporados a las propuestas de diseño.
- Reubicar la vivienda campesina ubicada en el sector de La Aguada que se encuentra en pésimas condiciones de saneamiento básico y extrema pobreza.
- Desarrollar programas de educación ambiental con la población aledaña (Barrio 8 de Marzo, Rancho de Lata, Media Luna).

Recuperación:

- Recuperar los sectores ambientalmente deteriorados, ya sea por deslizamientos, inestabilidad geológica o saturación hídrica.
- Usar técnicas y formas constructivas vernáculas, que promuevan arraigo y sentido de pertenencia de la población aledaña y visitante.
- Usar mano de obra de los barrios aledaños, previo proceso de capacitación.
- Crear diseños armónicos con el paisaje que suplan las necesidades de visitantes, sin infraestructuras ni comodidades innecesarias, considerando volúmenes, formas, acondicionamiento de terrenos, tratamiento del paisaje y su percepción integrada.
- Emplear tecnologías blandas y simples que mantengan la armonía con el lugar.
- Introducir el menor impacto e intervención al ambiente natural.
- Restaurar los sistemas viales que comunican la zona, buscando que las adecuaciones propuestas sean armónicas con el lugar, utilizando materiales constructivos de la zona, los cuales se adaptan a las estructuras y formas orgánicas de los caminos.

[209] Correa, 2000

- Realizar la adecuación de la infraestructura vial, en relación a coberturas vegetales aledañas, grado de pendiente, bellezas escénicas y paisajísticas, implementando puentes, miradores, pasos, señalización y hospedajes.

Adecuación técnica y recuperación ambiental de los caminos:

- Limpieza de banca y rasante
- Ampliación o mejoramiento de la rasante y banca del camino
- Selección y explotación de materiales pétreos para afirmado
- Colocación de afirmado
- Mejoramiento o construcción del sistema de drenaje
- Manejo de corrientes de agua permanentes y zonas anegadizas
- Estabilización de taludes

Señalización

- Desarrollar programas de educación ambiental con la población de barrios 8 de Marzo, sector Rancho de Lata de la vereda Media Luna

3.4.6.7.3 Caracterización general de los bienes de interés cultural y de valor patrimonial ubicados en el Área de Influencia Directa Local.

La caracterización que se presenta a continuación, recoge información sobre los inmuebles de interés cultural y de valor patrimonial ubicados en el AID local, según el Acuerdo 023 de 2009 y el Acuerdo 046 de 2006. Para esta labor, se retoman elementos planteados en planes e investigaciones previas adelantados en la zona, que se complementan con información obtenida a través de visitas, recorridos y entrevistas realizados durante el trabajo de campo del presente EIA.

Parque Central de Santa Elena e inmediaciones

La conformación del sector central del corregimiento de Santa Elena, se dio en torno al eje de la antigua ruta –carretera al Oriente y actual vía a Rionegro-, en dónde se ubicaron fondas y viviendas buscando una mayor cercanía y accesibilidad a las dinámicas de intercambio comercial. Esta ruta, se trazó a lo largo de la Quebrada Santa Elena y cambió de margen con la rectificación y adecuaciones realizadas en la actual carretera al oriente, realizadas con el fin de facilitar el acceso a fincas de recreo del lugar[210].

El parque central, se consolidó a mediados del siglo XX, siguiendo el patrón de asentamiento que se venía desarrollando en torno a la principal vía de acceso al corregimiento y a la construcción de un hotel de descanso en 1940, conocido como El Campin, edificio que actualmente ocupa la Casa de Gobierno. Esto, le confiere un valor histórico importante, en tanto su consolidación responde a un momento que marcó el desarrollo del corregimiento, como lo fue la puesta en funcionamiento de la troncal de Oriente. Esta vía, influyó de manera determinante en la conformación de nuevas dinámicas poblacionales, económicas y socioculturales para la comunidad, y conllevó al cambio de ubicación de la centralidad de Santa Elena que antes correspondía a la actual centralidad de Mazo[211].

El parque, en la actualidad, es un espacio de gran representatividad como lugar de encuentro, concentra una variedad de servicios, además de ser la centralidad del transporte público veredal.

[210] Fundación Natura *et al*, 2000
[211] PEOC, 2012

Hasta el momento, las intervenciones espaciales realizadas en él, realzan los elementos arquitectónicos del conjunto. Así mismo, las intervenciones artísticas, han enriquecido el interés cultural del lugar. Adicionalmente, la realización de eventos de diverso a tipo a lo largo del año, marcan la consolidación de su vocación de servicios orientados al turismo o de tipo institucional[212].

En sus alrededores, se ubican equipamientos importantes a nivel corregimental, como la biblioteca, una placa deportiva, el cementerio, una subestación de empresas públicas, un colegio y el centro de salud. En su plaza, se encuentra una escultura alusiva a los silleteros, quienes representan una de las manifestaciones culturales de mayor importancia para el patrimonio cultural local.

Igualmente, en él, se localiza la Iglesia de Santa Elena Central, la cual, es un referente para la vida religiosa de la localidad y cuenta con un alto reconocimiento colectivo. En ella, a lo largo del año, se desarrollan además de las ceremonias litúrgicas, eventos como conciertos de la filarmónica y presentaciones de la escuela de música del colegio.

El templo, es una construcción longitudinal de una sola nave, con un arco de medio punto. Cuenta con muros en mampostería de ladrillo, piso en baldosa de cemento y cubierta de dos aguas, apoyada en una estructura de cerchas de madera a la vista. Sobre las ventanas laterales se abren ventanas rectangulares, con vitrales. La fachada, remata en una pequeña torre lateral que contiene una campana inscrita en un vano circular. Su construcción se realizó en la década de 1960. Surgió como una prolongación de la parroquia de Buenos Aires en un intento por prestar servicios religiosos a los campesinos de este lugar[213].

Foto 3-32 - Parque Central de Santa Elena

Foto 3-33 - Iglesia Santa Elena Central

Así mismo, en las proximidades del parque central, se ubica el Cementerio de Santa Elena. De este inmueble, se destaca su valor paisajístico y su valor cultural por su connotación ritual y ceremonial. También, posee valor ambiental debido a su piso vegetal y su contribución a la conectividad ecológica del lugar. Si bien, sus estructuras no son singulares y no le otorgan un alto valor estético, el paisaje circundante y sus visuales lo convierte en un espacio de interés[214].

El cementerio se constituye de 10 pabellones construidos en ladrillo, revocados y pintados de blanco. Estos, se ubican en una ladera, articulados en un corredor central vaciado en concreto.

[212] PEOC, 2012
[213] PEOC, 2012
[214] Ibíd. p. 130

Posee cerramiento frontal con muros, cerramientos laterales con mallas y antejardín con portada en mampostería (Ibídem).

Foto 3-34 - Cementerio de Santa Elena

Foto 3-35 - Cementerio de Santa Elena

Camino antiguo de Caunce

Los caminos antiguos ubicados en el corregimiento, hacen parten de diversos ordenamientos territoriales, tecnológica y temporalmente superpuestos. Estas vías de comunicación, desde tiempos remotos, han posibilitado el intercambio de bienes e información, haciendo parte de rutas vinculadas a centros estratégicos sobre el río Magdalena y Rionegro[215].

En torno a esta red de caminos antiguos presentes en el territorio de Santa Elena, se han planteado diversas hipótesis en las que se vinculan a algunos de ellos con el período prehispánico. No obstante, para el caso de algunos de estos, investigaciones recientes proponen temporalidades que los asocian a épocas coloniales y republicanas[216]. Tal es la situación, del camino de Caunce, o como también se le conoce en la actualidad, del "Alto de los Chivos".

Este camino, se sitúa en la cuenca media de la Quebrada Santa Elena. Esta, limita al norte con la vía Medellín-Santa Elena y con el lecho de la Quebrada Santa Elena, a partir del cruce de la vía con la corriente de agua; al sur y al oriente, con el borde del escarpe de la vereda El Plan, definido por la cota 2600msnm, hasta donde esta corta el lecho de la quebrada; y, al occidente, por el lecho de la Quebrada Media Agua, desde la cota 2600msnm, hasta el cruce con la vía Medellín-Santa Elena (Correa, 2000).

El camino de Caunce, se inicia en la cota 1780 msnm y se conecta con el camino de Bocaná en la cota 2350 msnm, en el sitio denominado La Aguada (Ibídem).

La construcción de este, marca un momento político en la configuración de una red vial en la región al ser construido en 1874, en los momentos de apertura y vinculación republicana a los mercados de la metrópoli. De este modo, junto con el Camino de Bocaná, estas rutas dan cuenta de los cambios en las maneras de concebir, trazar y ejecutar las vías, permitiendo un acercamiento a la forma como en el siglo XIX se da un giro en el mejoramiento de las técnicas constructivas y en la introducción de mano de obra calificada; y, a su vez, al colapso del sistema caminero, debido al desarrollo de los ferrocarriles y de la red carreteable que terminaría por suplantar la red de caminos de herradura (Ibíd. p. 126).

[215] Fundación Natura et al, 2000
[216] Correa, 2000

3.4.6.7.4 Conclusiones y observaciones finales

De acuerdo con lo expuesto hasta este punto, en el AID Local se ubican cinco (5) bienes inmuebles de carácter patrimonial. De ellos, uno (1) es un Bien de Interés Cultural del Municipio de Medellín del ámbito arquitectónico (Iglesia de Santa Elena), según lo establecido en la Ley 1185 de 2008. Y, los otros cuatro (4), son Bienes de valor patrimonial del grupo urbano –los catalogados como Sectores de Valor Patrimonial y Espacio Público de Valor Patrimonial-

De acuerdo con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 1185 de 2008, el camino antiguo de Caunce es susceptible de ser considerado como patrimonio arqueológico. En este sentido, el ICANH es la autoridad encargada de emitir el concepto sobre su reconocimiento como patrimonio arqueológico. Se recomienda que ante las afectaciones que este puede tener de acuerdo con el actual trazado de la vía a cielo abierto de la Conexión Vial Aburrá Oriente, se formule un Plan de Manejo Arqueológico tal como lo establece la Ley 1185 del 2008 en sus Artículos 30 y 110, y el Decreto 763 de 2009 en su Artículo 550.

De esta manera, esta propuesta de clasificación, significa que el Bien de Interés Cultural del ámbito municipal cuenta con el reconocimiento como Patrimonio Cultural del Municipio (Iglesia) y que el Camino de Caunce, puede llegar a ser considerado como Patrimonio Cultural de la Nación.

Por esta razón, es preciso resaltar, que los demás bienes inmuebles considerados por el Acuerdo 023 de 2009 como inmuebles de valor patrimonial, no ostentan una declaratoria que los identifique como patrimonio cultural del municipio de Medellín.

El reconocimiento de estos bienes por parte del Acuerdo 023 de 2009, en tanto instrumento de planificación que desarrolla y ajusta las determinaciones del Plan de Ordenamiento Territorial en lo referido al Patrimonio Cultural Inmueble, aunque entre sus alcances no se encuentre la facultad de declaratoria de los Bienes de Interés Cultural, da cuenta de una serie de atributos históricos, estéticos, arquitectónicos, simbólicos y contextuales que estos poseen, y que les confieren un lugar importante en la vida social de la localidad. Por esta razón, aunque no cuenten con declaratoria, la ausencia de este reconocimiento normativo no les resta su reconocimiento colectivo y el valor que revisten para su comunidad.

3.4.7 Patrimonio arqueológico

En el año 2000, en el desarrollo de la caracterización del estudio de impacto ambiental del proyecto Concesión Vial Aburrá - Oriente se realizó una prospección arqueológica; con el ánimo de evaluar el potencial arqueológico del área de influencia directa del proyecto y la identificación de sitios con características fisiográficas favorables para su ocupación en épocas prehispánicas, que podrían resultar afectados por las obras del mismo.

Como resultado de la prospección arqueológica se obtuvo información acerca de diez sitios con evidencias de antiguas ocupaciones humanas, como característica general de los sitios se registró una baja densidad de material cultural particularmente concentrado en áreas limitadas de cada uno; en el cual sin embargo, fue posible observar características particulares que permitieron relacionarlo con complejos cerámicos identificados previamente para las zonas de Oriente y el Valle de Aburrá.

El resultado del análisis de una muestra recolectada en el sitio El Seminario, revela una ocupación para 2000 años antes del presente, según los rasgos estilísticos y tecnológicos la cerámica asociada es similar a la obtenida en los otros sitios prospectados así como también a la ya

conocida para algunos sectores del Valle de Aburrá, identificada como perteneciente al llamado estilo Ferrería.

De lo anterior se derivó como medida de manejo la propuesta del rescate arqueológico de 3 de los sitios, los cuales se consideró resultarían afectados por las obras del proyecto.

Como parte de la actualización del estudio, se realizó un recorrido por el trazado del proyecto procurando hacer una identificación de posibles nuevos sitios y la evaluación de los ya propuestos dentro del plan de manejo; en ambos casos se consideraron nuevamente sus características fisiográficas, de conservación y potencial arqueológico.

Previo a la visita, se realizó una revisión de la información secundaria, que permitió obtener una visión general del contexto arqueológico local y regional considerado en el primer estudio. Adicionalmente para este recorrido se contó con cartografía y un GPS para precisar la ubicación de los sitios descritos, igualmente se realizó un registro fotográfico de los sitios para evidenciar el estado de los mismos.

En conclusión con los cambios en el diseño inicial del proyecto, representados en la exclusión de algunas áreas consideradas inicialmente, algunos sitios determinados para labores de rescate y monitoreo no sufrirán la afectación considerada en el estudio previo. Igualmente otros de los sitios considerados con alguna medida de manejo presentan actualmente una gran alteración por diversos eventos, que han afectado de manera diferencial la distribución y conformación de las formas y contenidos, destacándose la alteración por efecto de procesos erosivos asociados a actividades antrópicas o causas naturales.

3.4.7.1 Alcance

El reconocimiento y evaluación realizados en el área, pretendió verificar la existencia y estado de los yacimientos arqueológicos en peligro de afectación por las obras del proyecto. La información de campo así como los datos adicionales de carácter secundario revisados, permitieron determinar la importancia arqueológica de la zona de referencia y definir las conclusiones y recomendaciones posteriores.

3.4.7.2 Metodología

Revisión de información secundaria: A través de la revisión del informe del estudio realizado en el año 2000, se realizó un acercamiento al área de influencia del proyecto y los sitios incluidos dentro del plan de manejo, especialmente en lo referente a sus características fisiográficas y contenidos culturales, igualmente se consideró la información del diseño actual, con el objeto de tener un panorama general del área de influencia del proyecto.

3.4.7.3 Trabajo de campo

Basados en lo anterior se inició el reconocimiento considerando como guía las unidades fisiográficas propuestas.

En primera instancia se revisó la información concerniente a los sitios ubicados en la unidad identificada como Superficie de erosión de Rionegro, verificando su inclusión o no en el diseño actual; logrando concluir que el total de los sitios ubicados en esta zona y dentro del llamado techo del proyecto quedan por fuera del área de influencia de este diseño, por lo tanto no deben considerarse con algún plan de manejo.

Los sitios a los que se hace referencia son los siguientes: uno propuesto para rescate y conocido como Santa Ana de la vereda Playa Rica, municipio de Rionegro, y los propuestos para monitoreo identificados como; CAO-1-02 (Aerocivil), CAO-1-03 (La Leonera), CAO-1-05 (Carmín 1), CAO-1-06 (Carmín 2) y CAO-1-08 (Las Cuchillas).

Posteriormente se realizó un reconocimiento a los sitios identificados dentro del área denominada Unidad de escarpes occidentales del Valle de Aburrá, se visitó el sitio ubicado en predios del Seminario, realizando un recorrido a pie, logrando identificarlo a partir de las características y coordenadas descritas en el estudio previo. Como herramienta de observación se utilizó un plano de escala 1:10.000 que permite reconocer características fisiográficas y hacer inferencias sobre sitios aptos para ocupación y el sistema GPS para corroborar las coordenadas.

Actualmente el sitio presenta una gran intervención antrópica, justamente como resultado de las características favorables para su ocupación expuestas en el estudio previo; representando una notable alteración del contexto y calidad del sitio. (Ver fotografías siguientes)

Igualmente se realizó un recorrido por los antiguos caminos que ascienden desde Medellín al altiplano de Santa Elena, con el propósito de identificar los puntos de intercepción de estos con el trazado del proyecto, en este trayecto se identificaron varios tramos de los caminos en buen estado de conservación, con obras para encausar el agua como cañuelas y pasos de agua y algunas estructuras como antiguos muros o vallados muy comunes en esta zona y a los que se les atribuye una función como linderos en épocas antiguas.

En la inspección fue posible corroborar el diagnóstico presentado previamente en el que se expone el evidente deterioro de los tramos de intercepción, a los cuales se suma actualmente el de buena parte de los mismos en ambos costados del abscisado. Durante el recorrido de los caminos solo fue posible identificar algunos tramos, en general la acción de la naturaleza y el hombre han provocado gran deterioro de los mismos. (Ver Fotografía 3.2 a Fotografía 3.5)

Adicionalmente se realizó el registro fotográfico de los sitios, así como su georeferenciación.

3.4.7.4 Conclusiones

En términos generales con este nuevo reconocimiento se puede concluir que por el estado de alteración de los sitios arqueológicos encontrados en el área de influencia directa del proyecto, tanto por causas naturales como por actividades antrópicas y la ubicación de otros por fuera del alcance del mismo; el grado de impacto ocasionado al patrimonio arqueológico es mínimo y no se requiere la implementación de un plan de rescate arqueológico.

Sin embargo se insiste en la necesidad de considerar las recomendaciones hechas en el anterior estudio, acerca de la necesidad de tomar las medidas necesarias y realizar una intervención que garantice la estabilidad y la protección de los tramos de los caminos que aún se conservan.

Igualmente es importante anotar la posibilidad del hallazgo de evidencias arqueológicas fortuitas en áreas que no se visitaron; por lo cual se recomienda un monitoreo arqueológico en el sector occidental durante la fase de construcción del proyecto, que mediante el anuncio oportuno del contratista de algún hallazgo, permita implementar de ser necesarias las medidas adecuadas para su rescate.

Fotografía 3.1 Sitio ubicado en terrenos del Seminario

Fotografía 3.2 Camino del Chivo en la intercepción con el trazado del proyecto

Fotografía 3.3 Tramos del camino del Chivo metros más adelante

Fotografía 3.4 Camino del Tirabuzón en la intercepción con el trazado del proyecto

Fotografía 3.5 Tramos del camino Tirabuzón metros antes de la intercepción con el proyecto

3.4.8 Dimensión Político–Organizativa en el AID

Un largo proceso producto de cambios en la legislación colombiana ha permitido, que desde el mismo Estado, se generen instancias de participación ciudadana desde las cuales los ciudadanos pueden hacer un pleno ejercicio de ciudadanía, empleando canales y mecanismos de participación para la gestión pública y la defensa de los derechos. Esta apertura a la participación marcó un hito en el escenario político y social del país en la medida en que modificó las reglas de juego de la relación entre gobernantes y gobernados.

Para el caso de los municipios que conforman el AID la forma organizativa por excelencia son las Juntas de Acción Comunal, una instancia a través de la cual las comunidades, han canalizado sus demandas en procura del desarrollo de sus veredas y municipios, en un principio se empeñaron fundamentalmente en la construcción de obras de infraestructura física tan importantes como escuelas, acueductos comunitarios, vías y puentes.

Ahora, a partir de los desarrollos alcanzados por la sociedad y la legislación, las JAC participan activamente de la formulación, coordinación, seguimiento y evaluación de las políticas públicas, los planes, programas y proyectos que inciden en el desarrollo no solo de sus veredas sino también del municipio, con una visión estratégica de largo plazo y acorde con los planes nacionales, departamentales y de ordenamiento territorial.

Además de Las Juntas de Acción Comunal, en el AID se cuenta con otros escenarios de participación ciudadana que les permiten a los diferentes actores desarrollar sus iniciativas de acuerdo con sus intereses y expectativas, entre las cuales destacamos las siguientes: Juntas Administradoras Locales ASOCOMUNAL, Corporaciones de Silleteros, veedurías ciudadanas, asociaciones de mujeres Acueductos Veredales organizaciones culturales, artísticas y ambientalistas. En la siguiente tabla, se muestran las organizaciones localizadas en el AID:

Tabla 3-192 - Organizaciones localizadas en el AID Local

Organización	Vereda	Tipo de organización
Acueducto El Progreso	La Quiebra	Agremiaciones (Prestación del servicio de acueducto)
Acueducto La Palma	Sector La Palma - Media Luna	Agremiaciones (Prestación del servicio de acueducto)
Agrosunami	Santa Elena Parte Central	Emprendimiento Productivo
Ande Colombia	Santa Elena Parte Central	Artístico - Cultural
Artelena	El Placer	Emprendimiento Productivo
Asociación Club de Vida "Los Amantes de la Vida"	Santa Elena Parte Central	Lúdico - recreativo
Asociación de Artesanos – CORASANTE	Santa Elena Parte Central	Emprendimiento Productivo
Asociación de Cultivadores Santa Elena	Media Luna	Económico - productivo
Asociación de Mujeres – Yerbabuena	El Placer	Social - Género
Asociación de Mujeres Arví	Media Luna	Emprendimiento Productivo

Organización	Vereda	Tipo de organización
Asociación de Mujeres Campesinas del Bosque del Parque Arví	Parque Arví	Social - Género
Asociación de Padres de Familia	La Quiebra	Institucional
Asociación de Usuarios del Acueducto de San Ignacio – ASUASI	San Ignacio	Agremiaciones (Prestación del servicio de acueducto)
Asociación de Usuarios del Acueducto Rural Sajonia Alto Vallejo ARSA E.S.P.	Barro Blanco - Sajonia	Agremiaciones (Prestación del servicio de acueducto)
Asociación Escuela de Música Santa Elena	Santa Elena Parte Central	Artístico - Cultural
Asociación Municipal de Mujeres Rurales AMMUR	El Plan	Social - Género
Asociación Mutual La Inmaculada	Corregimental	Agremiaciones
Asociaciones de Usuarios de Servicios Públicos	Corregimental	Político - Ambiental
C.E Media Luna Anexos Plan, Placer	Corregimental	Educativa
CEDEZO (Alcaldía de Medellín)	Corregimental	Institucional- Emprendimientos Productivos
Club de Vida El Placer	El Placer	Lúdico - recreativo
Club de Vida Flores del Campo	El Plan	Lúdico - recreativo
Clubes Deportivos	La Quiebra	Deportivos
CONHIDRA	La Yarumal	Agremiaciones (Prestación del servicio de acueducto)
Consejo Municipal de la Juventud	Corregimental	Político - Organizativo
Cooperativa Multiactiva de Santa Elena COOPASANA	Santa Elena Parte Central	Agremiaciones
Cooperativa Multiactiva de Transporte TRASANCOOP	Santa Elena Parte Central	Agremiaciones
Cooperativas dedicadas a la Prestación de Servicios	Corregimental	Organizacional
Corporación Mujer Rural Campo Sano	El Llano	Emprendimiento Productivo
Corporación Acueducto Las Flores	Piedra Gorda	Agremiaciones (Prestación del servicio de acueducto)
Corporación Acueducto Media Luna	Media Luna	Agremiaciones (Prestación del servicio de acueducto)
Corporación Acueducto Multiveredal Santa Elena	Santa Elena Parte Central	Agremiaciones (Prestación del servicio de acueducto)
Corporación Acueducto San Pedro	El Llano	Agremiaciones (Prestación del servicio de acueducto)

Organización	Vereda	Tipo de organización
Corporación Aguas del Mirador	La Quiebra	Agremiaciones (Prestación del servicio de acueducto)
Corporación Ambiental y Cultural Familia Londoño	Barro Blanco	Artístico - Cultural
Corporación Barrio Comparsa	El Placer	Artístico - Cultural
Corporación Cultural Artesanías de Santa Elena	Corregimental	Artístico - Cultural
Corporación de Artes y Oficios de Santa Elena Arcadia	El Llano	Artístico - Cultural
Corporación de Silleteros de Santa Elena (COSSE).	Santa Elena Parte Central	Artístico - Cultural
Corporación Ecocultural Caminos del Silletero	El Placer	Artístico - Cultural
Corporación Ecoturística Rutas El Placer	El Placer	Lúdico - recreativo
Corporación Empresarios Creativos	Santa Elena Parte Central	Emprendimiento Productivo
Corporación Esfera Verde	Media Luna	Culturales - Ambiental
Corporación Flores del Silletero	El Plan	Artístico - Cultural
Corporación Internacional Silleteros por el Mundo	Santa Elena Parte Central	Artístico - Cultural
Corporación Siete Cueros	El Llano	Artístico - Cultural
Equipo de Gestión	Corregimental	Político - Organizativo
Escuela de Música Bles Emilio A.	Corregimental	Lúdico - recreativo
Estación Cultural El Vagón	El Plan	Artístico - Cultural
Estudiantina Los Silleteros de Santa Elena	Santa Elena Parte Central	Artístico - Cultural
Fundación San Gabriel Acuerdo de Voluntades	Corregimental - San Ignacio	Emprendimiento Productivo
Grupo de oración	San Ignacio	Religioso
Grupo de tercera edad	San Ignacio	Lúdico - recreativo
Junta de Acción Comunal	Media Luna Parte Baja	Social - Comunitaria
Junta de Acción Comunal	El Plan	Social - Comunitaria
Junta de Acción Comunal	Media Luna Central	Social - Comunitaria
Junta de Acción Comunal	Media Luna Parte Alta	Social - Comunitaria
Junta de Acción Comunal	El Llano	Social - Comunitaria
Junta de Acción Comunal	El Placer	Social - Comunitaria
Junta de Acción Comunal	Santa Elena Parte Central	Social - Comunitaria
Junta de Acción Comunal	El Cerro	Social - Comunitaria
Junta de Acción Comunal	San Ignacio	Social - Comunitaria

Organización	Vereda	Tipo de organización
Junta de Acción Comunal	Yarumal	Social - Comunitaria
Junta de Acción Comunal	La Quiebra	Social - Comunitaria
Los Soberanos	Las Palmas	Lúdico - recreativo
Movimiento Comunitario de Santa Elena por el Agua y la Vida	Corregimental	Político - Ambiental
Mujeres del Llano Santa Elena	El Llano	Social - Género
Periódico Viviendo en Santa Elena	Corregimental	Comunicacional - Comunitario
Periódico Yo Soy Silletero	Corregimental	Comunicacional - Comunitario
Veeduría Ciudadana sobre el proyecto "Conexión Vial Aburrá – Oriente	Corregimental	Político - Ambiental
YARUMAGUAS	Yarumal	Agremiaciones (Prestación del servicio de acueducto)

Fuente: Plan de Desarrollo Local 2008 – 2020 Santa Elena. Información recolectada en campo. Integral, 2012. Página web www.corregimientosantaelena.org.

En el caso del corregimiento de Santa Elena, según el Plan de Desarrollo Cultural (2007 – 2017), en las últimas décadas, y a partir de los diferentes procesos de planeación participativa, se ha avanzado en reconocer la importancia de la construcción conjunta bajo la lógica de una planeación desde la base, es decir, desde la cotidianidad y el conocimiento que posee la población de las dificultades, potencialidades y formas de mejorar las condiciones de vida de la comunidad.

La Junta Administradora Local (JAL) se constituye en la principal instancia de representación a nivel corregimental para la gestión del desarrollo local. Su finalidad es servir de mediadora de las problemáticas del corregimiento ante el Concejo y la Administración Municipal buscando posibles soluciones.

De manera especial, las Juntas Administradoras Locales–JAL- como instancia de representación para la gestión del desarrollo local, no logra todavía legitimidad significativa entre las comunidades como tampoco la capacidad política para la toma de decisiones que tiene por ley. Indica el Plan de Desarrollo Cultural, que si bien en el corregimiento hay un número significativo de organizaciones sociales, los pobladores no logran apropiación de las mismas. Las relaciones de intercambio son eventuales o mediadas más por las necesidades de las primeras que por las de la misma comunidad. En su mayoría carecen de estrategias que generen procesos de participación, pertinencia y pertenencia con los habitantes locales[217].

ASOCOMUNAL dirigida por el presidente de la JAC de la vereda El Plan desde hace nueve años, agremia las 16 Juntas de Acción Comunal del corregimiento, se reúnen una vez al mes, tiene como funciones básicas: velar por el buen funcionamiento de las JAC, aplicar la normatividad vigente, mantener informadas a las JAC sobre reglamentaciones y procesos que desde la administración municipal se adelantan, promover y/o gestionar proyectos, asesorar en temas relacionados con la gestión de recursos y procesos organizativos. Si bien ahora no tiene proyectos propios, desde el año 2011 viene acompañando a las veredas en los proyectos de Presupuesto Participativo con una inversión de 432 millones y han acompañado a la administración municipal en la regularización de predios en las veredas El Plan y El Llano.

[217] Plan de Desarrollo Cultural, 2007

La JAC de la vereda El Cerro, se creó en 1972, actualmente su junta directiva está conformada por cinco personas y un grupo de coordinadores, tiene 45 socios que se reúnen según las necesidades que se presenten al interior de la organización o de la vereda, tienen su propia sede comunal que en el momento está en desuso por no tener las cuentas de servicios públicos al día. Dentro de los proyectos actuales esta activar y acondicionar el sótano de la sede para desarrollar, en el lugar, un proyecto microempresarial, gestionar recursos para la escuela de la vereda, promover programas de saneamiento básico y la legalización de predios.

La vereda Media Luna se encuentra subdividida en cuatro sectores: Media Luna Parte Alta, Media Luna Parte Central, Media Luna Sector Bocaná y Media Luna Sector La Palma. La JAC de Media Luna Parte Alta se constituyó en los años 90´s conformada por siete directivos y varios coordinadores. Tienen sede propia pero presenta problemas desde la temporada invernal pasada. Los proyectos prioritarios están asociados a la generación de empleo, legalización de predios y viviendas y mejoramiento de vivienda, con el apoyo de la administración municipal han realizado campañas de salud que han tenido gran impacto (exámenes oftalmológicos, lentes, prótesis, exámenes de mama) y actividades lúdico recreativas.

La JAC Media Luna Sector Central conformada desde 1986, cuenta con 42 socios 12 de ellos son directivos y coordinadores, acompaña a ASOCOMUNAL desde diferentes proyectos, que promueven el arraigo del campesino tradicional hacia el territorio, les preocupa que los pobladores estén perdiendo motivación para el trabajo de la tierra.

Media Luna Parte Baja, tiene JAC conformada desde hace 10 años y la JAC del sector La Palma se conformó en julio de 2012. La mayor preocupación es que la zona está catalogada como de alto riesgo no recuperable, cuentan con acueducto comunitario, pero el agua no es potable, no tienen alcantarillado y el pozo séptico colapsó, las aguas servidas se vierten a campo abierto y terminan por disponerse a la quebrada Santa Elena.

La Juntas de Media Luna a través del programa Presupuesto Participativo, han desarrollado proyectos productivos que tienen que ver con parcelas demostrativas, con pollos y gallinas de engorde, invernaderos y cultivos de hortalizas. No obstante, la mayor parte de estos proyectos no han tenido éxito por falta de acompañamiento técnico y/o por la muerte de los animales.

Los presidentes de estas juntas manifestaron tener buena relación con la administración municipal y corregimental y con ASOCOMUNAL su mayor preocupación el poco compromiso de la comunidad con los temas de participación ciudadana.

Para el Plan de Desarrollo Cultural del corregimiento de Santa Elena algunos de los problemas detectados frente al ejercicio de participación ciudadana son:

- Desarrollo cultural disperso, coyuntural, limitado a las políticas y oportunidades presupuestales de los programas de gobierno. Fragmentado por diferencias en visión e intereses sectoriales que afectan los resultados, así como los procesos de planeación prospectiva y articulada.
- Frágil capacidad de participación, organización, planeación y gestión del desarrollo cultural por parte de las comunidades veredales.
- Fragilidad en la construcción de sentidos de responsabilidad, pertenencia, y compromiso con el desarrollo social y cultural del corregimiento

- Reordenamiento territorial, cambios en los usos del suelo, implementación de grandes proyectos de infraestructura; factores de intervención que afectan la estabilidad de sus comunidades en el orden territorial, social, económico y cultural

En el municipio de Rionegro, la vereda La Quiebra cuenta con dos JAC, La Quiebra y El Progreso[218], ambas Juntas pertenecen y participan activamente en ASOCOMUNAL.

La JAC de la vereda La Quiebra está conformada por 47 socios, anteriormente la comunidad se hacía cargo del cuidado de la fuente que abastece el acueducto, realizando labores de reforestación y limpieza del nacimiento, pero, desde que el predio es privado, y la comunidad ya no pueden acceder a él, se desincentivó la participación. Actualmente, gestionan con la administración municipal, la construcción de un pozo séptico y la conformación de una granja campesina en una finca decomisada por la Oficina de Estupefacientes. Entre esta organización y la Administración Municipal y ASOCOMUNAL hay muy buena relación en la medida que se vienen gestionando diferentes proyectos de beneficio para las comunidades.

En la vereda Yarumal, según lo expone el Presidente de la JAC, los pobladores se caracterizan por el desinterés en los temas de participación comunitaria. Recientemente, se convocó la asamblea de socios para elegir nuevos miembros pero el evento fue impugnado por la presencia en la elección de personas de otras veredas. Ante esta situación, fue necesario realizar un nuevo encuentro en el que el quórum se logró con el mínimo de personas que permiten los estatutos. En el momento de la entrevista, no tenían ningún proyecto ni de iniciativa de la junta ni desde la administración municipal.

La vereda La Convención cuenta con Junta de Acción Comunal. Está conformada por 45 personas. Tienen en ejecución un proyecto de formación en nuevos liderazgos en el que un grupo de niños desempeñan las funciones de los dirigentes comunales en la JAC, una práctica con la que se pretende incentivar la participación ciudadana y la llegada de nuevos líderes. Los habitantes de la vereda participan activamente de las labores de limpieza y mantenimiento de la vía de acceso a la vereda ya que un alto porcentaje de los habitantes de la vereda tiene carro.

En el municipio de Rionegro ASOCOMUNAL cumple con las funciones que por norma le son definidas, goza de reconocimiento ante las JAC y ante la administración municipal.

Como se enunció, anteriormente, en el territorio encontramos otras formas organizativas como son las corporaciones de silleteros y las asociaciones de usuarios de los acueductos comunitarios y veredales quienes ocupan un papel preponderante en razón de la dimensión que cumple su función social cultural y económica en el territorio y en la región.

De igual manera existen otros procesos organizativos que permiten el ejercicio de la democracia amparados en la construcción de un modelo de identidad con el que se espera generar en el individuo sentido de pertenencia, arraigo por el territorio, valoración por el entorno, sustentado en la defensa de derechos colectivos. Esta función la cumplen las veedurías ciudadanas, los grupos ambientalistas, las asociaciones de mujeres y otros, donde también encuentran un espacio los ciudadanos independientes con sus posturas e intereses. En la siguiente tabla, se muestran las organizaciones de la vereda La Convención.

[218] Esta junta aún no se encuentra legalizada ante la Secretaria de Desarrollo del municipio de Rionegro pero tiene una participación activa con la comunidad y con ASOCOMUNAL.

Tabla 3-193 - Organizaciones existentes en la vereda La Convención

Organización	\Vereda	Tipo de organización
Asociación de Padres de Familia	La Convención	Institucional
Empresas Asociativas de Trabajo	La Convención	Sectorial
Grupo parroquial	La Convención	Religioso

Fuente: SIGA – PLYMA, 2013.

3.4.8.1 Relación de las autoridades municipales y líderes comunitarios.

En términos generales las relaciones de las administraciones municipales con los líderes y sus organizaciones están sujetas al cumplimiento de las normas que les establece determinadas tareas que se deben articular entre unos y otros, con momentos de tensión ocasionados por las diferentes coyunturas que los llevan a plantear contradicciones y diferencias que ponen en evidencia la diversidad de intereses que motivan la participación.

A propósito del tema, un artículo publicado en el periódico “Viviendo en Santa Elena” (abril, 2012) de Libia Eugenia Alzate Zapata, indica que la participación de los habitantes del corregimiento en materia de planeación territorial y desarrollo local muestra falencias por las siguientes razones: 1. Multiplicidad de estudios y diagnósticos a los que no se les encuentra un aporte optimo al desarrollo de la localidad, y de los cuales, los habitantes han sido marginados de la participación. 2. No hay un relevo generacional y la participación se ha caracterizado por el interés y bien particular más no para el bien común. 3. Algunas de las organizaciones que han logrado protagonismo no son propias de la región, las que asumen la toma de decisiones, y las mismas que se caracterizan no por generar la participación sino por limitarse a informar.

Si bien cada municipio y cada organización tiene su propia dinámica, hay elementos que han convocado a las comunidades en épocas recientes, entre los cuales se pueden mencionar los relacionados con el ordenamiento territorial en la formulación de los Planes Corregimentales y Planes Especiales de Ordenamiento Corregimental, los proyectos de impacto regional como el Parque Arví y la feria de flores e intervenciones de orden local como presupuesto participativo.

En este sentido, se puede dar cuenta de la existencia de múltiples formas organizativas que se han ido conformando de acuerdo a numerosas condiciones sociales, políticas, ambientales y culturales. Son organizaciones de estructura simple, tamaño relativamente pequeño, algunas de ellas con pocos niveles jerárquicos y una débil formalización de las tareas, hecho que resulta razonable en virtud de que cada organización responde a diferentes necesidades y demandas, tomando diversas formas y representando distintos sistemas de valores dentro del complejo social al que pertenecen o se suscriben, una de las razones de que existan es debido a que ciertas metas sólo pueden alcanzarse mediante acciones concertadas o la coordinación de esfuerzos de algunos grupos, que a su vez, están constituidos por una serie de fuerzas y factores que al interior influyen en mayor o menor grado, elementos que se advierten para efecto de la caracterización sin que puedan ser tomados como un análisis que intente determinar cuál es la mejor forma de organización.

3.4.8.2 Medios de comunicación locales

Se resaltan los periódicos "Viviendo en Santa Elena" cuya sede está en la vereda El Placer y “Soy Silletero” de la Corporación de Silleteros de Santa Elena. Así mismo, la emisora La Voz de la Nostalgia (10.8 am) que todos los viernes de 12 a 1 p.m. transmite el programa “Ecos de Santa

Elena"; un programa asociado al corregimiento, y la página web de la Corregiduría www.corregimientosantaelena.org. Estos cuatro medios, están asociados a la Mesa de Comunicaciones Santa Elena Te Cuenta; esta mesa surgió en el año 2009 como producto de un proceso organizativo liderado por la Corporación Esfera Verde con recursos de presupuesto participativo. Alrededor de la mesa se reúnen todos los procesos comunicacionales del corregimiento. En las veredas San Ignacio, La Quiebra y Yarumal no se identificaron medios asociados. Aunque por los lazos de vecindad existentes, es probable que estos medios también lleguen a estos lugares.

3.4.9 Caracterización Socioeconómica del Área de Influencia Indirecta

Para el área de influencia indirecta, se consideró la necesidad de señalar aspectos relevantes que permitan comprender el entorno regional en el que se ubica el proyecto, como son los relacionados con la población, la actividad económica y la dinámica sociopolítica. Estos aspectos se describirán tanto para el Área de Influencia Indirecta Local como para la Puntual.

3.4.9.1 Área de Influencia Indirecta Local

En esta sección se presentan las características generales de los valles de San Nicolás y el Valle de Aburrá, que conforman el área de influencia indirecta del proyecto.

3.4.9.1.1 Dimensión demográfica

3.4.9.1.1.1 Valle de Aburrá

La Subregión del Valle de Aburrá del Departamento de Antioquia está constituida por 10 municipios: Medellín, Caldas, La Estrella, Envigado, Itagüí, Sabaneta, Bello, Copacabana, Girardota y Barbosa. La subregión concentra, aproximadamente, el 60% de la población del departamento y el 70% de la actividad económica industrial y de servicios[219].

Es una gran subregión urbana de carácter industrial y metropolitano, con una representación importante tanto departamental como nacional, en lo referente al desarrollo de procesos de industrialización. También es una zona altamente receptora de población migrante de otros municipios antioqueños y otros departamentos del país, debido principalmente al desplazamiento por el conflicto armado, los desastres naturales, la búsqueda de empleo, la búsqueda de formación académica, la venta de la tierra, los asuntos familiares o de salud, entre otros.

De acuerdo con los perfiles poblacionales para cada uno de los municipios del DANE (2010) la población ascendía a 3´544.703 para el año 2010 que, en su mayoría, hacen parte de los estratos uno, dos y tres y más del 50% de la población rural está asentada en los municipios de Medellín y Girardota.

Una fracción importante de la población que habita el Valle de Aburrá vive en condiciones precarias, buscando como alternativa de vivienda el asentamiento en zonas montañosas y periféricas, lo cual, representa un alto riesgo y vulnerabilidad de esta población ante eventos impredecibles de la naturaleza como los desastres naturales.

Esta distribución heterogénea de la población que ocupa el Valle de Aburrá, no es sólo de carácter espacial, sino también en la concentración de ingresos en los municipios que conforman el gran

[219] Integral S.A., 2009

valle, lo cual, se expresa en aspectos como recurso humano, cobertura en servicios, empleo, espacios públicos y comunitarios, siendo éstos elementos concluyentes de las condiciones de habitabilidad de cada municipio.

3.4.9.1.1.2 Valle de San Nicolás

El Valle de San Nicolás o subregión del altiplano del oriente antioqueño, está compuesto por los municipios de Rionegro, El Carmen de Viboral, El Santuario, Guarne, San Vicente, Marinilla, La Ceja, La Unión y El Retiro[220]. La población al 2010 fue de 378.343 habitantes[221] asentados, principalmente, en las cabeceras urbanas municipales, con excepción del municipio de San Vicente, que concentra la mayor parte de la población en la zona rural. Los municipios del AII Local[222] albergan una población de 224.438 personas representando el 59,3% del total de la población de la subregión. El Carmen de Viboral, comparativamente, es el municipio con mayor población, según se aprecia en la tabla que se muestra a continuación.

Tabla 3-194 - Población urbana y rural en los municipios del AII Local

Municipio	Población urbana (2010)	Población rural (2010)	Población total
El Carmen de Viboral	26.338	17.487	43.825
El Retiro	9.053	9.028	18.081
El Santuario	21.583	5.171	26.754
La Ceja	42.218	7.305	49.523
La Unión	10.105	8.459	18.564
Marinilla	37.282	12.079	49.361
San Vicente	7.197	11.133	18.330
Total	153.776	70.662	224.438

Fuente: Perfiles Municipales para el 2005 y actualizado con DANE, 2010.

La dinámica poblacional de los municipios del altiplano, está influenciada por el intercambio constante con la ciudad de Medellín y por la migración de nuevos pobladores que establecen allí su espacio de recreo o de vivienda temporal o definitiva; debido a su cercanía, permite el flujo de relaciones económicas de compra y venta de bienes y servicios con la capital antioqueña.

En este sentido, los municipios que conforman el altiplano, están estrechamente comunicados entre sí, no sólo físicamente, sino también por una serie de intercambios económicos, sociales y organizativos, este último, materializado en MASORA (Municipios Asociados del Oriente Antioqueño), que permite gestionar proyectos conjuntamente, manteniendo la autonomía administrativa de cada uno pero fortaleciendo permanentemente el proceso de planeación y ordenamiento territorial, a través de su construcción conjunta.

Después del Valle de Aburrá, el Oriente Antioqueño es la segunda subregión con más población del departamento, y en especial, el Valle de San Nicolás, el cual muestra un mayor incremento en las tasas de crecimiento con un promedio subregional de 28%. Vale la pena resaltar, que en el aspecto demográfico prevalece la población urbana sobre la rural; lo que ha implicado un cambio en la relación demográfica rural – urbano, con la agudización de los conflictos socio–ambientales

[220] Integral S.A., 2009
[221] DANE, 2010
[222] No se incluyen los municipios de Rionegro y Guarne por estar localizados en el Área de Influencia Indirecta Puntual.

debido a los cambios en el uso del suelo, la continua explotación de los recursos naturales, el acelerado proceso de industrialización y la migración poblacional, desde el Valle de Aburrá e interna campo-ciudad, en busca de nuevas posibilidades laborales y educativas o como respuesta a la presión de grupos armados ilegales.

La urbanización acelerada, unida a la construcción de obras de infraestructura de gran magnitud en la zona, ejerce gran presión sobre los ecosistemas naturales existentes, depredando recursos indispensables como las aguas, las tierras húmedas, los bosques, la vegetación y la fauna silvestre próximos a los proyectos urbanísticos y de infraestructura.

Además, la presencia de zonas industriales en el territorio, aumenta los niveles de contaminación del aire y el “smog", debido a la emisión de contaminantes, nocivos para la salud de las personas.

En el crecimiento poblacional de la subregión ha influido el fenómeno del desplazamiento interno forzado a causa del conflicto armado el cual atrae grandes flujos de población que suelen asentarse en zonas de alto riesgo quedando expuestas a posibles desastres naturales. Por lo general, estas zonas hacen parte de las periferias urbanas que albergan a la población más pobre, y en su mayoría, carecen de servicios públicos y sociales.

Las características de la población del altiplano pueden describirse de la siguiente forma:

- Población que labora en el altiplano pero por distintas circunstancias no viven en el mismo lugar donde trabajan, muchos hacen diariamente el recorrido desde su sitio de vivienda hacia su sitio de trabajo y viceversa; otros en cambio, se quedan en la región los días laborales y viajan a sus hogares los fines de semana o los días de descanso, de acuerdo con su horario de trabajo. Esta situación es común, principalmente, en el municipio de Rionegro ya que en su territorio y cercanías están asentadas el mayor número de industrias y empresas de servicios.
- La población que estudia en la región del altiplano oriental, matriculada en los centros de educación primaria, secundaria, técnica, tecnológica y superior que viven en el Valle de Aburrá. Es probable que esta población se incremente en los años siguientes, debido a la descentralización y traslado de establecimientos de educación media y superior del Área Metropolitana.
- La población flotante, compuesta por propietarios y arrendatarios de las fincas y casas de recreo, que residen por fuera de la región y utilizan las propiedades solamente los fines de semana o en temporada de vacaciones.
- La población transeúnte, que viaja a la zona como turistas, atraídos por el paisaje natural, la riqueza histórica y la infraestructura de servicios especializados y servicios de recreación.
- Finalmente, los usuarios del aeropuerto José María Córdoba, que diariamente recibe y moviliza pasajeros con destinos nacionales e internacionales, tanto colombianos como extranjeros.

3.4.9.1.2 Dimensión espacial

3.4.9.1.2.1 Características de la Infraestructura vial

La movilidad poblacional y el flujo de mercancías asociados a la conectividad entre los Valles de Aburrá, San Nicolás y Río Cauca en el Occidente Antioqueño ha estado ligada a la infraestructura vial. La Autopista Medellín - Bogotá es, para el oriente cercano, vía nacional, interregional y local. Constituye el eje central en la localización de la actividad industrial y ha jugado un papel definitivo en la evolución actual del Oriente Antioqueño como área complementaria y dependiente del Valle

de Aburrá en algunas funciones urbanas, como el asentamiento de industrias, procesos de parcelación con fines de recreo, comercio, turismo, servicios educativos y residencias permanentes.

De acuerdo con el texto "Dinámicas de Articulación Regional entre los Valles de Aburrá, San Nicolás y Río Cauca" de la Alcaldía de Medellín (2011), la red vial del Departamento de Antioquia, muestra la dotación superior de vías de conexión entre el Valle de Aburrá y el Valle de San Nicolás.

Ambos valles se comunican a través de tres conexiones: vía Las Palmas, vía Santa Elena y la Autopista Medellín - Bogotá. La vía las Palmas, es adicionalmente alimentada desde el sur del Valle de Aburrá por la Loma del Escobero (municipio de Envigado) pero presenta dificultades asociadas a constantes derrumbes. La vía Santa Elena es la conexión más antigua entre Medellín y Rionegro, igualmente, presenta problemas por fallas geológicas, y por último, la doble calzada de la Autopista Medellín-Bogotá (que va desde Medellín hasta las cercanías de Marinilla), la cual permite el flujo de tráfico de carga y pasajeros. La conectividad con el Aeropuerto Internacional José María Córdova juega un papel clave para ambos valles, y en general, para Antioquia.

3.4.9.1.2.2 Dinámicas de ocupación espacial

Las relaciones entre ambos valles no sólo se manifiestan a través de redes viales; la expansión de la urbanización en la región central de Antioquia ha venido desbordando los límites metropolitanos. El área metropolitana está rodeada por subregiones con centros urbanos importantes como son Rionegro en Oriente, estableciendo dinámicas de interacciones endógenas y exógenas con el Valle de Aburrá. En este orden de ideas, las inversiones inmobiliarias con destino a la adquisición de parcelaciones campestres, fincas de recreo o condominios por personas de estratos socioeconómicos altos y medio-altos residentes en el Valle de Aburrá, han contribuido a una fuerte transformación territorial, incluyendo el perfil habitacional que tradicionalmente caracterizó el paisaje campesino de los entornos rurales.

Esto ha generado un notable incremento del valor del suelo. El Valle de Aburrá, como centro metropolitano de alta densidad poblacional, con infraestructura instalada de servicios urbanos metropolitanos y alta concentración de usos que fragmentan el suelo, presenta una condición de ocupación territorial muy alta, con escasez de suelos urbanizables y el más alto valor de metro cuadrado, tal es el caso de los desarrollos asociados a fincas de recreo, parcelaciones campestres y condominios, donde el valor del metro cuadrado más alto se ubica en Envigado y en la vereda Las Palmas del corregimiento de Santa Elena en el Municipio de Medellín, seguido por otros municipios metropolitanos (Alcaldía de Medellín, 2011).

En este panorama, el valor del metro cuadrado de suelo para las destinaciones mencionadas muestra que el Valle de San Nicolás y la zona de embalses ocupan un segundo lugar con Rionegro y El Retiro como los municipios con mayor valor, por encima de $60.000 m^2 ,en promedio, seguidos por Guarne y Marinilla con valores promedio que oscilan entre $40.000 y $50.000; El Santuario, El Carmen de Viboral, La Ceja y Guatapé con valores promedio entre $20.000 y $40.000 y, finalmente, los municipios de El Peñol, La Unión y San Vicente con valores promedio por debajo de $20.000 m^2 de suelo, para el desarrollo de fincas de recreo, parcelaciones campestres y condominios.

La ubicación del aeropuerto internacional José María Córdova en el municipio de Rionegro ha jalonado una serie de actividades metropolitanas, regionales y nacionales hacia el Valle de San Nicolás, lo que se ha visto reflejado en la generación de una serie de interdependencia entre los

municipios de los territorios, que resultan fundamentales para Medellín en la perspectiva de su integración a las dinámicas regionales[223].

3.4.9.1.2.3 Servicios públicos

En cuanto a la prestación de servicios públicos de energía, los municipios del Valle de Aburrá, y algunos del Valle de San Nicolás, se catalogan como los grandes demandantes del servicio de energía. De acuerdo con el estudio de la Universidad del Rosario (2012), a nivel departamental, el sistema de energía tiene una cobertura del 94.2%, que asciende a 98.1% de las zonas urbanas. El Valle de Aburrá es la subregión con mayores niveles de cobertura (99.3%), y la tercera en cobertura es el Oriente (93.3%).

De manera específica en los municipios del Valle de San Nicolás, con excepción de Guarne y Rionegro, se tiene una prestación promedio de servicios públicos de energía, acueducto, alcantarillado y teléfono de 78.6% siendo el servicio de alcantarillado el que menor cobertura registra, seguido por el servicio de telefonía fija y acueducto.

Tabla 3-195 - Cobertura de servicios públicos en los municipios del Valle de San Nicolás

Municipio	Energía	Acueducto	Alcantarillado	Teléfono
La Ceja	99,6	92,1	90,6	82,3
La Unión	97,8	79,4	70,2	64,5
Marinilla	98,4	94,7	71,8	70,1
Carmen de Viboral	97,3	88,7	66,4	63,8
Retiro	97,9	76,6	57,8	76,5
San Vicente	94,7	70,6	33,8	28,8
Santuario	98,4	92,7	76,7	68,8
Totales	97,7	85,0	66,8	65,0

Fuente: Perfiles Municipales (2005) Actualizado a 2010. DANE

La prestación de servicios públicos en el Valle de Aburrá, con excepción del municipio de Medellín, es superior al 93% en los servicios de energía, acueducto, alcantarillado y teléfono. Como se aprecia en la tabla subsiguiente, el servicio que menor prestación tiene es alcantarillado con el 88.9%. De manera específica por municipio, los de mejores cobertura son Envigado, Itagüí y Sabaneta. Los de menor prestación están localizados al norte, siendo estos Barbosa y Girardota.

Tabla 3-196 - Cobertura de servicios públicos en los municipios del Valle de Aburrá

Municipio	Energía	Acueducto	Alcantarillado	Teléfono	Porcentaje por municipio
Caldas	98,7	94,5	93,2	87,4	93,5
La Estrella	99,0	95,7	95,9	92,2	95,7
Envigado	99,7	96,0	95,8	97,4	97,2
Itagüí	98,9	97,5	98,2	94,8	97,4
Sabaneta	99,7	98,7	98,2	95,0	97,9
Bello	98,9	96,4	95,1	91,4	95,5
Copacabana	99,3	94,9	88,6	94,6	94,4
Girardota	98,1	86,4	67,8	87,9	85,1

[223] Universidad del Rosario, 2012

Municipio	Energía	Acueducto	Alcantarillado	Teléfono	Porcentaje por municipio
Barbosa	99,0	80,2	67,4	78,0	81,2
Total	99,0	93,4	88,9	91,0	93,1

Fuente: Perfiles Municipales (2005) Actualizado a 2010. DANE

3.4.9.1.3 Dimensión económica

La economía en el Valle de San Nicolás, tiene dos renglones principales, que son la industria y la agricultura, las cuales han tenido un desarrollo significativo en el tiempo y cuya proyección al futuro es bastante prometedora, por la zona franca y a su posición estratégica en el aspecto geográfico. Por su parte el Valle de Aburrá, se ha destacado a nivel nacional como la capital de la moda, debido al desarrollo de la industria textil y manufacturera; siendo también una zona comercial por excelencia.

3.4.9.1.3.1 Valle de Aburrá

La Región Metropolitana del Valle de Aburrá, es reconocida como una de las zonas más emprendedoras y de mayor desarrollo económico en Colombia, debido a su ubicación geográfica y a su estructura, lo cual, le ha permitido afianzarse como un centro dinámico, donde confluyen las actividades industriales, comerciales y logísticas.

Las directrices de planeación del Valle de Aburrá y su Área Metropolitana, apuntan hacia el concepto de "Región de ciudades" la cual parte de la planeación de un sistema urbano organizado y equilibrado, que posibilite la integración de los mercados regionales nacionales - internacionales; ciudades en red, que soporten la economía y redistribuyan la población y las oportunidades, revirtiendo los flujos de poblacionales que se dan hacia la metrópoli.

En este sentido, el Valle requiere críticamente de la oferta ambiental, servicios y recursos de la región, y ésta a su vez, depende en diversos aspectos de la gran ciudad.

Sin embargo, la situación de crisis económica que enfrenta Colombia, desde mitad de los años setenta, causada primero, por el debilitamiento del modelo económico tradicional capitalista, basado en la industrialización por sustitución de importaciones y segundo por la imposición de las políticas de globalización cimentadas en el modelo económico Neoliberal, se ha reflejado de manera inevitable en la economía del Valle de Aburrá.

Una prueba de ello es la flexibilización del trabajo, expresada en la precarización de este, a través de formas de trabajo informal e independiente, como las ventas ambulantes, los negocios caseros, las pequeñas microempresas, las contrataciones por prestación de servicios y por horas de trabajo; en los que el individuo se hace responsable de su propia seguridad social, alivianando así la carga prestacional que generan los empleados a las empresas, y haciendo cada vez más vulnerables a las personas que no tiene una vinculación laboral.

Según un reporte de la CEPAL (2007), Antioquia ocupa el segundo lugar en la economía del país, sin embargo, esta fortaleza económica se opaca con los grandes índices de inequidad y pobreza del Departamento. En el Valle de Aburrá se concentra gran parte de la actividad económica de Antioquia y de Colombia, sin embargo, el Área Metropolitana, presenta una alta concentración de la población, lo cual ha entorpecido su articulación productiva con los demás municipios del departamento y se ha visto reflejado en problemas de desempleo y marginalidad urbanos, aglomeración de negocios y venteros ambulantes en el centro de la ciudad, lo cual dificulta la

movilidad y deteriora el medio ambiente, agota los suelos disponibles para la expansión urbana, aumenta la competencia y reduce las posibilidades económicas de los pobladores.

3.4.9.1.3.2 Valle de San Nicolás

De acuerdo con la fuente anterior, el principal reglón de la economía es la industria, concentrada principalmente sobre las cuencas del río Negro y la quebrada La Cascada, a lo largo de cuyo territorio funcionan varias empresas reconocidas en el territorio nacional.

En el Valle de San Nicolás, la agroindustria, materializada en dos plantas de producción avícola y los floricultivos altamente tecnificados en modalidad de invernadero, son característicos de la zona y una fuente significativa de empleo. Agregado a esto, la explotación de minerales no metálicos como el caolín, específicamente en el municipio de La Unión, ocupa un espacio significativo en el valle, en cuanto a economía se trata.

La agricultura marca un renglón importante para la economía de la región, varios municipios del altiplano mediante la producción minifundista, son despensas agrícolas del país, ya que de allí sale gran cantidad de alimentos con destino especialmente hacia la Costa Atlántica.

A pesar de que en la zona rural, la tierra está bastante subdividida, la agricultura campesina aún conserva un papel significativo en la economía local, con el desarrollo de actividades pecuarias con técnicas incipientes para la cría de animales como aves, porcinos, caprinos, ganado lechero, y algunos cultivos, con fines de comercialización y de pancoger. Estos pequeños productores son apoyados por la Corporación Agencia para el Desarrollo Económico de la Provincia del Oriente Antioqueño –ADEPROA.

Otra forma de empleo común en la subregión es la mayordomía, la cual es fuente de sustento de muchas familias que se dedican a administrar y realizar mantenimiento de las fincas, utilizadas por sus dueños como sitio de recreo.

El turismo, también representa una fuente de ingresos significativa para el Valle de San Nicolás, el cual cuenta con construcciones antiguas de valor histórico, como la casa de la convención (ubicada en Rionegro), parques recreativos, hoteles y fincas de recreo, que lo hacen paso obligado para viajeros, turistas y transeúntes.

3.4.9.1.4 Dimensión cultural

Más que en ninguna otra zona del departamento de Antioquia, en el Oriente Cercano se presenta la convivencia de dos formas de vida: lo tradicional y lo moderno, como el fenómeno central en torno al cual gira la sociedad, la cultura y sus cambios.

Lo tradicional se refleja en la presencia fuerte de la familia y del sistema de parentesco como organizadores básicos de la estructura social; en la relación estrecha de la familia con la tierra como fundamento básico para la reproducción de la sociedad, a través de una agricultura tradicional, de tipo familiar y baja inversión en insumos; en el imaginario ligado a la religión católica, la familia y la tierra, sobre todo en los sectores campesinos, expresado en sus distintas manifestaciones culturales, además del ligado a la concepción de libertad, acuñado históricamente en torno a la figura cultural de José María Córdova como figura cultural en tanto figura política tradicional; en el arte popular y religioso, la música especialmente, en la expresión de la cultura y una fuerte presencia del localismo, cruzado con el partidismo, el cual se ha reflejado en rivalidades entre pueblos como Marinilla y Rionegro, por ejemplo.

Lo moderno lo representan la presencia de grandes obras como: la autopista Medellín - Bogotá, el aeropuerto internacional José María Córdova, la rehabilitación de las vías a Santa Elena y a Las Palmas, que han producido fuertes cambios en el uso y valor del suelo, el paisaje, los movimientos migratorios y la conciencia colectiva. El asentamiento de gran cantidad de población nueva, en especial a lo largo de la autopista Medellín-Bogotá y en cercanías del aeropuerto, ha traído nuevos estilos arquitectónicos, nuevas costumbres y formas de vida.

En el corregimiento de Santa Elena, la coexistencia entre lo tradicional y lo moderno se refleja en la presencia de pobladores inmigrantes de la ciudad, jóvenes sobre todo, y de predios para prácticas (sede campestre de la Universidad Nacional) con los pobladores de este corregimiento, a los cuales el desfile de silleteros les ha dado una connotación cultural, que los señala de campesinos horticultores y floricultores. Esta coexistencia también se refleja en la sede moderna del liceo, que se diseñó para complementar los estudios de secundaria con programas de educación superior, dado que su territorio lo comparte con habitantes de Medellín.

Tienen contacto y trabajo artístico cultural con grupos de trayectoria nacional, que les permite consolidar un movimiento cultural donde combinan valores y tradiciones y que su población a pesar de la cercanía geográfica con Medellín conserva elementos valiosos de la cultura campesina.

Entre los pueblos del altiplano se presentan grandes diferencias, así: Rionegro sigue operando como una “capital” que influye sobre los demás, con su peso de ciudad histórica, defensora de la libertad y la Constitución, su peso comercial e industrial y ahora puerta del modernismo. En ella se mezclan la tradición relacionada como las historias de guerras y la religión católica con la presencia de poblaciones, urbanizaciones, arquitectura y transporte provenientes del Valle de Aburrá; con su carácter de centro recreativo, estimulado en gran parte por la presencia de un parque de “COMFAMA” ; y la presencia de Universidades.

La Ceja se articula con Rionegro a través de un eje hecho para el turismo, a lo largo de vías modernas, que poseen sus propias características; allí coexisten la influencia histórica de la tradición religiosa (más acentuada que en Rionegro), con el auge de agroindustrias como floricultura y la lechería, lo mismo que del turismo. Estos últimos influyen en el rápido cambio de mentalidad, sobre todo entre los jóvenes.

En los demás municipios se observan ritmos desiguales en los cambios es más acelerado en Guarne, Marinilla y Santuario, afectados por la cercanía de la autopista y de la influencia de Medellín o Rionegro, que en El Carmen de Viboral, donde aún sobrevive la fabricación de cerámica, tradición de hace unos 100 años, y la agricultura moderna que introdujo la “revolución verde”, pero articulada en parte a la antigua estructura familiar.

3.4.9.1.5 Patrimonio arqueológico

Los aspectos arqueológicos dan cuenta del potencial y características del material arqueológico identificado en el área de influencia indirecta

3.4.9.1.5.1 Ubicación y descripción fisiográfica

El corredor de la vía transcurre en sentido Oeste Este, entre los valles de Aburrá y San Nicolás, atraviesa dos macrounidades de paisaje, cada una con características ambientales particulares. En el costado occidental del Valle de Aburrá, la carretera asciende hacia el oriente, por la vertiente

izquierda de la cuenca de la quebrada Santa Elena hasta el portal occidental del túnel en el sitio La Cascada, en un paisaje típico de vertientes empinadas.

Vertiente izquierda de la cuenca de la quebrada Santa Elena (Valle de Aburrá)

El Valle de Aburrá es una depresión de origen tectónico, atravesada por el río Medellín, de forma alargada con una orientación general Norte-Sur, que separa las altillanuras de Santa Rosa de Osos al Noroeste y de Rionegro al oriente, mediante una cadena montañosa de relieve quebrado con alturas promedio de 2.800 m.s.n.m. y fuertes pendientes hasta el fondo del valle (IGAC, 1982).

En términos generales las condiciones ambientales del valle están dadas por las características de un clima templado y húmedo, una temperatura promedio anual de 22º C, con vientos suaves que corren de Norte a Sur, la pluviosidad media anual es del orden de 1.400 mm, y dos zonas de vida con predominio del Bosque húmedo Premontano (bh-PM). Las características que determinan las condiciones ambientales de esta primera unidad son las siguientes:

Superficie erosional de Rionegro

En términos generales esta macrounidad abarca la penillanura central de Antioquia en la Cordillera Central con una extensión aproximada de 2.000 km^2 en su mayor parte por encima de los 2000 msnm, y a su vez separa el valle de Aburrá del valle del Magdalena, constituyendo la parte alta de la hoya hidrográfica del Río Negro

Dentro la superficie erosional de Rionegro se pueden diferenciar el altiplano de Santa Elena por encima de los 2400 msnm, que incluye la cuenca transversal de la quebrada Piedras Blancas y el Altiplano de Rionegro propiamente dicho o valle de San Nicolás. Las siguientes son las características que definen a grosso modo esta macrounidad.

3.4.9.1.5.2 La ocupación prehispánica del Valle de Aburrá y el altiplano de Santa Elena

El corredor requerido por el proyecto transcurre a lo largo de dos macro unidades fisiográficas: el valle del Aburrá en particular las vertientes orientales de la cuenca de la quebrada Santa Elena (hasta el portal occidental del túnel), y la superficie de erosión de Rionegro o valle de San Nicolás (desde el portal oriental), con características ambientales específicas, que han facilitado o condicionado su ocupación humana en diferentes momentos históricos.

En este sentido, el estudio de las problemáticas arqueológicas compromete un contexto regional, que implica la posibilidad de comprender los procesos históricos a partir de los sitios con evidencias de ocupación, en relación a los desarrollos sociales y culturales prehispánicos.

El conocimiento de la zona desde el punto de vista arqueológico, todavía está en una etapa incipiente; no obstante, se han perfilado lineamientos de investigación desde varias perspectivas. En el valle del Aburrá el registro arqueológico identificado (básicamente la cerámica, los contextos estratigráficos de deposición, la distribución espacial y las cronologías) ha derivado en el planteamiento de hipótesis relacionadas con el origen de los grupos agroalfareros desde varios siglos antes de Cristo, con la identificación de culturas arqueológicas y sus fases de desarrollo, y en general, con la dinámica cultural de la ocupación del valle (Castillo, 1995).

Para el altiplano de Rionegro hay un marcado énfasis en prefigurar las condiciones de la ocupación prehispánica de la región, a partir de la implementación de un modelo económico sustentado en las actividades agrícolas (Botero y Vélez 1997) o en el aprovechamiento intensivo de fuentes de agua salina (Santos 1986).

En ambas unidades fisiográficas, el panorama de la investigación se traduce en algunos estudios de arqueología básica y propuestas dentro del ámbito de la arqueología de rescate, desde los cuales se ha empezado a configurar la historia prehispánica de la región.

Si bien se tiene alguna información sobre el contexto ambiental en la época prehispánica, la distribución espacial y temporal del registro arqueológico de algunos sitios, alguna precisión sobre patrones de asentamiento y enterramiento, la alfarería, etc., los datos disponibles, tanto en el valle del Aburrá como para el altiplano de Santa Elena, no son definitivos para proponer modelos de periodización histórica consistentes.

En la región confluyeron varias tradiciones, cada una con una producción alfarera y unas manifestaciones culturales particulares, que hacían parte de la dinámica de apropiación y ocupación regional en vastas regiones del departamento, aprovechando la gran diversidad ecológica y ambiental a lo largo de valles, altiplanos y vertientes cordilleranas.

Desde el punto de vista cultural e histórico, el poblamiento en el Valle del Aburrá se relaciona con procesos de ocupación que al parecer se remontan varios milenios atrás, a juzgar por el hallazgo de puntas de proyectil en el sector de Niquía[224]. Datos obtenidos en investigaciones arqueológicas realizadas en el municipio de Girardota, permiten identificar un proceso de ocupación por parte de sociedades alfareras que en la zona podría remontarse por lo menos al siglo décimo A.C[225].

Si bien todavía no es claro el origen de las sociedades agroalfareras en el Valle del Aburrá y altiplano de Santa Elena, se sabe que se trata de grupos humanos de vocación fundamentalmente agrícola, al parecer con desarrollos que generaron procesos de diferenciación social y cultural, expresados en las tradiciones cerámicas, que han sido la base para la identificación arqueológica y para explicar el modelo de poblamiento de las culturas que ocuparon buena parte del macizo central antioqueño: Ferrería, Marrón Inciso y Tardío

En el Departamento de Antioquia, la dispersión del registro arqueológico asociado con la denominada cerámica Ferrería, señala la ocupación de diversas unidades fisiográficas, en los tres pisos térmicos, a lo largo de valles interandinos, vertientes cordilleranas y altiplanos de la cordillera central.

No obstante contar únicamente con datos aislados de algunas porciones del valle del Aburrá, las evidencias culturales señalan la existencia de asentamientos con cerámica Ferrería desde el curso superior del río Medellín hasta el municipio de Girardota, en planos naturales de poca extensión, sobre pequeñas cimas de colinas, o en antiguas terrazas aluviales, cimas amplias de colinas erosionales en las partes bajas[226].

En esta alfarería se presenta un material con un buen tratamiento de superficies, a veces tienen brillo y engobe crema; en la decoración predomina la incisión en líneas cortas y puntos en el borde de algunas vasijas, así como una decoración en escamado en el cuerpo; hay formas globulares de bordes muy evertidos, engrosados en su parte media y adelgazados en el labio.

Si bien se ha atribuido un momento específico para la aparición de estos grupos en el en el Sur del valle de Aburrá, en el siglo V antes de Cristo[227], algunas dataciones podrían sugerir un proceso de más larga duración, dado que en el altiplano de Santa Elena, una datación de 2900 ± 70 (Beta

[224] Arcila, 1977
[225] Botero Arcila y otros, 1998
[226] Castillo, 1995; Santos, 1998; Botero Arcila, 1997, Castro, 1998, GAIA, 1999
[227] Castillo, 1995

94906) antes del presente, en un contexto agrícola relacionado con el comienzo de la construcción de un campo de cultivo, se encontró un fragmento de borde con características típicas de esta cerámica[228], mientras que Castillo (Ibid) reporta un yacimiento arqueológico en el barrio Belén, con un contexto Ferrería fechado para el siglo XVI, justo en el momento del contacto con los europeos.

Por su parte, la cerámica Marrón Inciso constituye uno de los principales referentes arqueológicos de grupos humanos que habitaron un extenso territorio en el macizo central antioqueño, con buena densidad de evidencias de ocupación durante los primeros siglos de la era cristiana, distribuidos en diversos pisos térmicos y nichos ecológicos, a través de valles interandinos, vertientes cordilleranas y altiplanos, en extensos territorios del cañón del río Cauca, valle del Aburrá, Altiplano de Oriente, entre otros.

En el Valle del Aburrá y regiones circunvecinas, la distribución espacial de los asentamientos con cerámica Marrón Inciso, a través de valles intramontañosos, en las cimas planas de colinas pequeñas y cuchillas, en antiguas terrazas aluviales y en aterrazamientos artificiales sobre ladera, señalan una ocupación de los tres pisos térmicos, en función de la explotación de un amplio espectro de recursos.

Dentro de este modelo de apropiación y ocupación por pisos térmicos y áreas geográficas, los asentamientos ribereños o de la zona cálidas de los corredores del río Cauca, incluyeron dentro de sus actividades económicas la pesca, la minería del oro y la caza de especies menores, así como la fabricación de vasijas de cerámica para el intercambio; por su parte los asentamientos de las tierras templadas y frías, aprovecharon los suelos cultivables para la agricultura o bien se dedicaron a la explotación de recursos minerales de las fuentes de agua salada.

La dedicación de estas sociedades a las actividades agrícolas, se sustenta en el hallazgo en el municipio de La Estrella de pequeñas mazorcas fósiles de maíz y de instrumentos de piedra para el procesamiento de recursos agrícolas[229]. En el altiplano de Santa Elena, estos grupos desarrollaron un sistema de cultivo que incluía el aterrazamiento de huertas con muros de piedra y drenajes para evitar la erosión, donde cultivaron maíz, ahuyamas, batatas y moras (Botero y Vélez, 1994), o se dedicaron a la fabricación de panes de sal, a juzgar por las enormes cantidades de fragmentos de cerámica que al parecer fue fabricada para este fin[230].

La realización de actividades económicas relacionadas con la industria alfarera, fue registrada en el occidente cercano, donde se obtuvieron evidencias de un taller alfarero, en el que se fabricó cerámica con características de los estilos Marrón Inciso y Ferrería durante un lapso de unos 300 años, en los primeros siglos de la era cristiana[231].

A raíz del hallazgo de evidencias culturales asociadas con la cerámica Marrón Inciso en el corregimiento Pueblo Viejo en el municipio de La Estrella, algunos trabajos de investigación que se han adelantado en el valle del Aburrá han hecho extensiva la categoría “fase Pueblo Viejo”, para referirse a cerámica con características tecnológicas y estilísticas similares al Marrón Inciso, dado que según esta autora, la cerámica identificada en esta localidad, representa una fase cultural del estilo Marrón Inciso.

[228] Botero, 1999
[229] Castillo, 1995
[230] Santos, 1998
[231] Múnera, Monsalve y Botero Arcila, 1998

El sistema alfarero mantiene elementos formales y decorativos de gran homogeneidad en el tiempo y en el espacio, remitiendo a la existencia de pautas culturales fuertemente arraigadas, que se refleja en la existencia de conjuntos de formas estandarizadas. Las formas generales son: vasijas de cuerpo globular y subglobular con bordes reforzados, engrosados y biselados en la parte exterior; urnas funerarias globulares de cuello cónico; urnas antropomorfas, vasijas fitomorfas de cuerpo lobulado y bordes ligeramente evertidos; cuencos aquillados de bordes ligeramente evertidos y labios planos, entre otras.

Esta cerámica tiene un buen tratamiento de superficies, con paredes alisadas y pulidas, engobe rojo o marrón, en la decoración predomina la incisión en líneas cortas y puntos estampados con diseños geométricos en el borde y el cuerpo de algunas vasijas.

El origen y desarrollo de las sociedades agroalfareras relacionadas con el Marrón Inciso en el valle de Aburrá y altiplano de Santa Elena, es todavía incierto; si bien la información disponible (Véase la tabla siguiente) señala una intensa ocupación durante los cinco primeros siglos de la era cristiana, al igual que con la cerámica Ferrería, el proceso de ocupación expresado en las dataciones de los contextos con Marrón Inciso, sugieren un rango de mayor duración en esta región.

En efecto, en el municipio de Girardota, se tiene Marrón Inciso en el sitio arqueológico El Indio, que estaría indicando una manifestación temprana de estas sociedades en la región, desde el siglo décimo antes de Cristo[232] y manifestaciones culturales similares, en el sitio Loma Ochoa, con fecha del siglo XIII después de Cristo[233]; datos recientes obtenidos en contextos arqueológicos en el occidente cercano, en el corregimiento de Palmitas, muestran que al parecer, este proceso se extendió hasta finales del siglo XIV, momento en el cual coexistían con grupos humanos representados por una tradiciones culturales Tardías[234].

Para los cinco siglos anteriores a la conquista española, los contextos arqueológicos en el valle del Aburrá y altiplano de Santa Elena muestran cambios substanciales, reflejados en las características de la cerámica y en las pautas funerarias, que podrían marcar cambios drásticos en la estructura social de estos grupos humanos.

Este fenómeno se hace evidente en diversas regiones del macizo central antioqueño, con la aparición de conjuntos cerámicos, como el Inciso con Borde Doblado, producidos por sociedades que prevalecieron hasta la llegada de los españoles a lo largo del cañón del río Cauca[235], así mismo la cerámica del sitio La Picardía en el valle medio del río Porce[236], la cerámica Tardía en el valle de Aburrá, Sureste y Suroeste antioqueño[237], representan los últimos momentos de ocupación de este amplio territorio. En el valle del Aburrá, las cronologías se extienden entre los siglos X y XVII.

Todas estas evidencias constituyen lo que se ha denominado el Tardío de Antioquia, que en términos generales está representado por conjuntos cerámicos con características tecnológicas diferentes a las de épocas anteriores. Es recurrente la presencia de vasijas que presentan como rasgos distintivos formas asimétricas, acabados burdos y poca decoración, que igualmente se ha

[232] Botero Arcila, Monsalve y Múnera, 1998
[233] GAIA, 1999
[234] Múnera, Monsalve y Botero Arcila, 1999
[235] Castillo, 1988; Botero Arcila, Monsalve y Múnera, 1998
[236] Castillo, 1992
[237] Santos, 1998; Otero, 1992; Bermúdez, 1997; Castro, 1998

llamado estilo Tardío, dada su aparición en contextos domésticos y funerarios relacionados con los últimos siglos antes de la conquista española.

Algunos investigadores suponen que los procesos históricos y culturales ocurridos en el valle del Aburrá y regiones circunvecinas desde los comienzos de la era cristiana, han estado marcados por relaciones de contacto y coexistencia entre grupos humanos con manifestaciones culturales diferentes[238]; sin embargo, las cronologías y el registro arqueológico de algunos sitios muestran secuencias estratigráficas en las que se encuentran asociados materiales Marrón Inciso y Ferrería; también se han encontrado elaboraciones que indican que no tienen que ser necesariamente tradiciones culturales diferentes coexistiendo a través de siglos, y que una misma sociedad puede fabricar objetos de estilos diversos, que se mantuvieron a través del tiempo como parte de una misma tradición cultural.

Por otra parte, para etapas posteriores al siglo X después de Cristo, la posición estratigráfica de la cerámica Tardía en el valle del Aburrá y occidente cercano, está mostrando una superposición con la identificada para épocas anteriores, y posiblemente esté relacionada con los nuevos desarrollos culturales que prevalecen hasta la época del contacto con los europeos.

Algunos trabajos de investigación han centrado sus esfuerzos en la caracterización de los grupos humanos que enfrentaron la conquista española durante los siglos XVI y XVII, en el valle del Aburrá y Altiplano de Oriente. Para ello, además del análisis de la información consignada en los documentos escritos (crónicas de conquista y documentos de archivo), se han valido de la indagación de elementos de la fisiografía, del estudio de la distribución espacial de algunos accidentes geográficos, de la simulación de distancias recorridas, de la consulta de cartografía y reconocimientos sistemáticos[239].

En este sentido, La búsqueda del Valle de Arví es básicamente el ejercicio de un método novedoso en la arqueología colombiana; constituye un trabajo de reconstrucción del contexto espacial geográfico de las rutas y corredores de los conquistadores en busca del llamado valle de Arví, incluyendo su paso por el valle del Aburrá hacia el oriente Antioqueño. Fue igualmente importante, el análisis de algunos vestigios de arquitectura prehispánica, que por su singularidad, también fueron registrados en los relatos de las crónicas de conquista, como referentes culturales de sociedades extintas[240]. Si bien la cerámica ha sido de manera tradicional el principal referente para identificar culturas arqueológicas, estos materiales han proporcionado información para intentar entender los procesos históricos y culturales de los grupos humanos de esta región, los cuales permiten establecer la existencia de otras actividades de importancia económica.

En la cuenca de la quebrada Piedras Blancas (corredor y límite entre los valles del Aburrá y Rionegro), la diversidad y densidad del registro arqueológico da cuenta de una fuerte transformación del espacio desde por lo menos el siglo X antes de Cristo, lo cual se manifiesta en la existencia de diversos tipos de estructuras en piedra, como caminos, cañuelas, acequias, canalizaciones de quebradas, terrazas para campos de cultivo y plataformas entre otros, al lado de basureros con fuertes concentraciones de cerámica y fuentes de agua salada, que dan cuenta de la existencia de métodos de obtención de sal, de prácticas agrícolas intensivas, de la adecuación,

[238] Castillo, 1995
[239] Vélez y Botero, 1997; Vélez, 1999; Guingue, 1999
[240] Vélez y Botero, 1997

aprovechamiento y control de las aguas y del establecimiento de sistemas de comunicación en el ámbito local y regional[241].

La relativa abundancia de este tipo de vestigios muestra la importancia de estas construcciones no solo en el altiplano de Santa Elena, sino también en el valle del Aburrá y Occidente cercano, donde igualmente se ha identificado plataformas y caminos empedrados con diseños constructivos que incluyen cañuelas, muros de contención en talud, entre otros[242].

Si bien es cierto que en uno de los llamados campos circundados, se fechó un contexto con un fragmento que al parecer se podría asociar con el estilo Ferrería, es claro que no es posible relacionar de manera directa este tipo de vestigios en piedra con las culturas arqueológicas identificadas a través de la cerámica, lo que hace necesario emprender investigaciones para dar un contexto temporal, dado que por su naturaleza, estas obras permanecen y como en el caso de los caminos, son utilizados, readecuados o reconstruidos a través del tiempo para que sigan cumpliendo su objetivo principal: comunicar regiones geográficas próximas o distantes.

Tabla 3-197 Secuencias culturales en el Valle de Aburrá y regiones circunvecinas.

Escala	Múnera y Otros, 1998 (OCC)	Santos, 1992,1998 (V.A.)	Castillo, 1995 (V.A.)	Botero y otros, 1997 (V.A.)	Rivera y otros, 1997 (V.A.)	Castro, 1998 (V.A.)	GAIA, 1999 (V.A.)	Correa, 1998 (V.A.)	Botero y Vélez, 1994 (ASE)
-1000				-960					950?
-950									
-500									
-450			-440						
-400									
-350									
-300						-280			
-250									
-200			-160				-160		
-150									
-100									
-50									
0			0						
50			10				10, 30		
100			60, 80						
150	130	150							
200	180, 200								
250	250	240					240		
300	300		270 | 300				290		
350	330	310 | 330			330		340		
400		360		360	400				410
450	430				420				
500									
550									520
600									560
650									
700									

[241] Botero y Vélez, 1997; Botero Arcila, 1999
[242] Múnera, Monsalve y Botero Arcila, 1999; CORVIDE, 1999

Escala	Múnera y Otros, 1998 (OCC)	Santos, 1992,1998 (V.A.)	Castillo, 1995 (V.A.)	Botero y otros, 1997 (V.A.)	Rivera y otros, 1997 (V.A.)	Castro, 1998 (V.A.)	GAIA, 1999 (V.A.)	Correa, 1998 (V.A.)	Botero y Vélez, 1994 (ASE)
750				730					
800				770					
850									
900									
950					940				
1000		1000							
1050									
1250									
1300							1270		
1350	1320								
1400	1390								
1450		1420							
1500		1470							
1550		1530							
1600	1600								
1650		1620	1620						
1700	1660								
1750	1710					1730			
1850						1790		1840	

Convenciones	
	Ferrería
	Marrón Inciso
	Tardío
	Ferrería y Marrón Inciso
	Marrón Inciso y Tardío
OCC	Occidente cercano
VA	Valle de Aburrá
ASE	Altiplano de Santa Elena

Fuente: Integral. Estudio de Impacto Ambiental 2000.

3.4.9.1.6 Dimensión político – Organizativa

El Acuerdo Metropolitano No. 018, a través del cual se adopta el Plan Integral de Desarrollo Metropolitano del Valle de Aburrá - Metrópoli 2002-2020: "Hacia una ecorregión metropolitana educadora, gobernable, sostenible, competitiva, confiable e integrada social y globalmente" que en uno de sus ejes estratégicos considera el Programa Metropolitano de Política de Convivencia y Seguridad Ciudadana en busca de la articulación de los diferentes actores en torno a la convivencia, la seguridad, la confianza y la gobernabilidad."

La concepción de política pública que soporta esta iniciativa regional surge, en primera instancia, de la nueva acepción de lo público que incluye al Estado, al mercado y a la sociedad civil en sus prácticas, instituciones y relaciones encaminadas al desarrollo integral de la sociedad. Este

desarrollo considerado en sus espacios económicos, sociales, políticos, ambientales y culturales. Los poderes, las representaciones, las dinámicas, los controles y las sanciones son un conjunto de elaboraciones sociales y públicas que deben ordenar el espacio y el panorama de lo público en la vida diaria y las relaciones de los actores y sujetos sociales, para recrear contextos de relación, horizontales, dialógicos y solidarios que viabilicen la apropiación de lo público como territorio de convergencia ciudadana.

Entre los actores involucrados en la construcción de la Política Pública en el Valle de Aburrá, generalmente pueden identificarse:

- **Actores de decisión:** organizaciones e instituciones de quienes depende la aprobación y el aval para emprender el diseño de política y garantizar su adopción e implantación. En éste sentido, se identificaron actores del nivel local, regional y departamental: Alcaldes, administraciones municipales y Concejo Municipal, Junta Metropolitana del Valle de Aburrá, Gremios y empresarios, Iglesia, entes regionales y Gobernación, entre otras.
- **Actores técnicos:** personas, organizaciones e instituciones que por su saber particular y experiencia en un tema o área tienen la responsabilidad de incorporar los elementos técnicos en el diseño, análisis de situación, implantación y evaluación de las políticas. Entre estos actores se cuentan asesores y consultores nacionales e internacionales y otras organizaciones no gubernamentales e instituciones académicas que trabajan por un tema y que se vinculan de forma directa o indirecta en el proceso.
- **Actores de operación:** Personas, organizaciones o instituciones en quienes recae la responsabilidad de hacer realidad la política. En los municipios del Valle de Aburrá, son las direcciones y secretarias responsables del diseño y ejecución de planes, programas y proyectos sobre el tema y las ONG, entes de Estado con presencia en la región y los municipios e instituciones que en la región desarrollan intervenciones en el tema específico de cada política pública.
- **Actores sociales o comunitarios:** todos y cada uno de los miembros de la sociedad y la comunidad involucrada con el problema y con su solución, de esta manera deben tener participación activa y permanente en todo el proceso político.

En escena, aparecen otros actores claves en el proceso de política, los medios de comunicación. Estos actores cumplen, por lo menos dos roles claves y fundamentales, el primero como puente de difusión de las decisiones y los acuerdos de intereses y el segundo como transmisor de las reacciones y percepciones los actores sociales frente a las decisiones de los técnicos, operativos y decisores.

En una subregión fragmentada como el Valle de Aburrá, no se ha alcanzado a progresar en la generación de un escenario que permita fortalecer la ciudad y a los pobladores urbanos en una efectiva dimensión pública y en procesos democráticos cimentados en el ejercicio de las ciudadanías activas; lo que se percibe es la cotidianeidad de ciudades con grandes carencias en la construcción de identidades políticas y ciudadanas modernas, donde las diferencia no se resuelven a través del diálogo y la concertación.

Existen trabajos importantes, liderados por las Juntas de Acción Comunal, las Juntas Administradoras Locales, los grupos juveniles, las asociaciones de mujeres, los grupos de tercera edad, deportivos, semilleros, grupos parroquiales, comunitarios, entre otros; pero en la mayoría de los casos trabajan de manera aislada y poco coordinada, respondiendo a coyunturas puntuales. En este sentido surgen demandas específicas como:

- Mayor acompañamiento del Estado y las instancias administrativas.
- Mayor coordinación de objetivos, acciones y recursos, que se reflejen en la cualificación de los procesos.
- Generación de espacios de sensibilización que estimulen a la comunidad a participar, comprometerse y creer en los procesos.
- Fortalecimiento y dinamización de redes sociales.
- Seguimiento, evaluación y control de los procesos comunitarios.
- Educación en cultura política, para empoderar las comunidades.
- Sistematización de experiencias organizativas.

Respecto al Valle de San Nicolás, se tiene que el Oriente Antioqueño se distingue por el dinamismo de sus organizaciones y por la multiplicidad de actores que incurren en las decisiones territoriales desde lo político, gremial, económico, social y religioso, las hay de primer, segundo y tercer grado, en todos los municipios existe por lo menos una Asocomunal, una organización de mujeres y otra de víctimas. En la siguiente tabla se nombran algunas de las organizaciones más importantes en el ámbito regional.

Tabla 3-198 - Organizaciones subregión del Altiplano del Oriente Antioqueño

Instituciones públicas nivel departamental y nacional	
Nombre	Municipio
CORNARE (Sede Principal)	El Santuario
CORNARE (sedes)	Rionegro
Corporación del Instituto Colombiano de Agricultura – CORPOICA	Rionegro
SENA	Rionegro
Otras instituciones publicas	
MASORA	Rionegro
Instituciones públicas nivel municipal	
Alcaldías	Todos
Casas de la Cultura	Todos
Empresa de Servicios Públicos	Todos
Empresa Social del Estado E.S.E	Todos
Oficinas de Planeación	Todos
Juntas Administradoras Locales	Todos
Comités Interinstitucionales	
Núcleo educativo	Todos
Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria-UMATAS	Todos
Unidades de Gestión Ambiental Municipal – UGAM-	Todos
Corporaciones públicas	
Concejos Municipales	Todos
Asamblea departamental (Diputados del Oriente)	Medellín
Asociación de Personeros del Oriente de Antioquia –ASPOA	Todos
Asociación de Concejales del Oriente de Antioquia – ACORA	Todos
Instancias y espacios de participación municipales	
Consejos Rurales	Todos
Consejos Territorial de Planeación	Todos
Consejos Participación de Paz	Marinilla
Consejos de Política Social	Todos
Comité de Participación Comunitaria – COPACOS-	Todos
Comité Local de atención y prevención de desastres- CLAIPD	Todos
Organizaciones comunitarias	

Instituciones públicas nivel departamental y nacional	
Nombre	Municipio
Asociación de Líderes del Oriente – ALO	Rionegro
Asociación de Mujeres del Oriente – AMOR	Rionegro
Juntas de Acción Comunal – ASOCOMUNAL	Rionegro
Asociación de víctimas del Oriente Antioqueño - APROVIACI -	Todos
Asociación de Mujeres del Municipio de Marinilla –ASOMMA -	Marinilla
Cooperativa Multiactiva de Finqueros y Artesanos de Guarne	Guarne
ONG	
Agencia de Desarrollo Local- ADEPROA	
Educativas	
ADIDA	Rionegro
CEIPA	Rionegro
Iglesia	
Pastoral Social	San Francisco
Diócesis Sonsón – Rionegro	Rionegro
Corporación Católica de Oriente	Rionegro
Medios de comunicación	
Emisora Nuestra Señora de la Candelaria	Guarne
Emisora Nuestra Señora de Chiquinquirá	San Vicente
Emisora Radio María	Marinilla
Radio Cadena Nacional – RCN	Rionegro
Emisora Señora del Carmen	La Ceja
Canal Local de TV.	El Santuario
TV Cable Municipal	La Unión
Deporte	
Club Escuelas de Deporte de Marinilla – CEDEM	Marinilla
Medio ambiente	
Asociación de Organizaciones Ambientalistas del Oriente	El Santuario
Asociaciones comerciales	
Comercializadora de Papa	La Unión
ACTUAR famiempresas	Rionegro
Asociación Colombiana de Exportadores de Flores – ASOCOLFLORES	Todos
Productores de Mora de Guarne	Guarne
Grupo Asociativo de Confesiones	San Vicente
ASPROMORA	El Retiro
Entidades privadas	
CODESARROLLO	Medellín
Comité Corporación del Oriente	Rionegro
Corporación Empresarial del Oriente – CEO	Rionegro
Corporación Vida, Justicia, y Paz	Rionegro
Corporación de Desarrollo y Paz para el Oriente	Medellín
Fundación para el Desarrollo Empresarial de Oriente FUNDE	
FUNORIENTE	
Transportes Unidos La Ceja	La Ceja
Zona Franca de Rionegro	Rionegro

Fuente: Integral S.A. Estudio de Impacto Ambiental, Julio de 2009.

El Valle de Aburrá y el Valle de San Nicolás cuentan con una importante participación de organizaciones sociales, políticas, gremiales y sectoriales, entre otras, que hacen posible pensar el territorio de manera conjunta y articulada. En este sentido, proyectos de relevancia como la Conexión Vial Aburrá – Oriente permitirán acercar a los diferentes actores bajo la mirada o enfoque de la ciudad región, de tal manera, que aunando esfuerzos y recursos se pueda proyectar el departamento en el marco nacional e internacional.

En este sentido, expresa la Alcaldía de Medellín en el texto de los Dinámicas de Articulación Regional entre los Valles de Aburrá, San Nicolás y Río Cauca (2011) que el "llamado a la administración pública no hace más que reforzar la necesidad de trabajar sobre acuerdos territoriales que permitan hacer frente a las complejidades de fenómenos que se anclan en muy diversos territorios, pero que no son posibles de ser intervenidos desde ninguno en particular. De esta manera, el trabajo articulado no es una posibilidad, sino una necesidad, si se desea que las administraciones locales puedan conservar gobernabilidad sobre territorios en los cuales coexisten muchas dinámicas que trascienden sus límites político-administrativos".

3.4.9.2 Área de Influencia Indirecta Puntual

El Área de Influencia Indirecta Puntual está conformada por los municipios de Medellín, Guarne y Rionegro. A continuación se presentará para cada uno de estos municipios la descripción correspondiente a la dimensión demográfica, espacial, económica y cultural.

3.4.9.2.1 Dimensión demográfica

LA población total de los municipios de Medellín, Guarne y Rionegro fue de 2´496.954 habitantes al año 2010[243]. La población rural sólo representa el 4% de la población. Los municipios de Guarne y Rionegro equivalen al 40,6% de la población del Valle de San Nicolás. Como puede observarse en la Tabla 3 42, el municipio de Medellín, es el que concentra la mayor parte de la población por ser la capital de departamento y por albergar las mayores actividades económicas, industriales y de servicios de la subregión.

Tabla 3-199 - Población del AII Puntual

Municipio	Población urbana (2010)	Población rural (2010)	Población total
Guarne	15.633	27.943	43.576
Rionegro	71.761	38.568	110.329
Medellín	2.309.446	33.603	2.343.049
Total	2.396.840	100.114	2.496.954

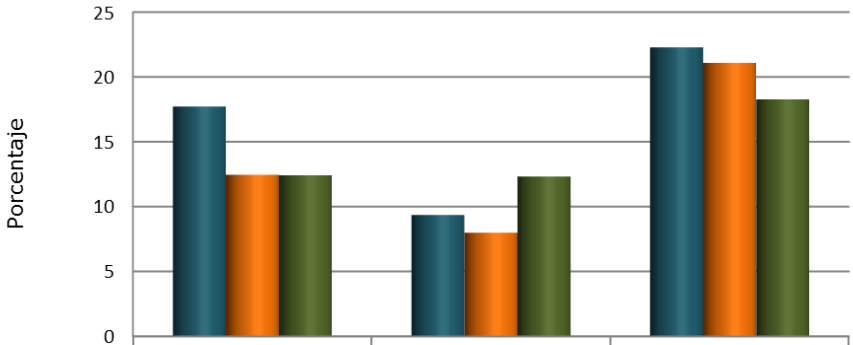
Fuente: Perfiles Municipales (2005) Actualizado a 2010. DANE

La población de Medellín es principalmente urbana con prácticas asociadas a los servicios, industria y comercio. Guarne y Rionegro mantienen una relación más cercana con las actividades del campo, no obstante, en sus propuestas de desarrollo buscan convertir sus municipios en territorios competitivos y atractivos en el contexto nacional.

De acuerdo con el DANE (2010) los municipios registran en promedio el 14.20% de su población con Necesidades Básicas Insatisfechas, de manera particular, y según se aprecia en la siguiente figura, el municipio de Guarne es el que registra mayor aporte con el 17.7%, seguido por

[243] DANE, 2010

porcentajes correspondientes al 12% en los municipios de Rionegro y Medellín. Según la distribución de NBI en la cabecera urbana y el resto (centros poblados y zonas rurales), Medellín es el que mayor población con necesidades básicas registra en su zona urbana con el 12.3% mientras en la zona rural es Guarne con el 22.2%.



	NBI Total	Cabecera	Resto
Guarne	17,73	9,36	22,28
Rionegro	12,46	7,99	21,09
Medellín	12,42	12,33	18,28

Figura 3-236 - 3 Población con NBI en el AII Puntual
Fuente: Perfiles Municipales (2005) Actualizado a 2010. DANE

Es de resaltar, que el proyecto Conexión Vial Aburrá – Oriente, si bien se encuentra localizado en área rural de los municipios Guarne, Rionegro y Medellín, cerca de las obras del portal y la vía a cielo abierto occidental se localizan algunos barrios de la comuna 9 de Buenos Aires que vale la pena relacionar.

En este orden de ideas, los barrios Bomboná No. 2, Barrios de Jesús, Juan Pablo II, Ocho de Marzo, La Sierra y Cataluña, cuentan con una población de 44,669 residentes. El barrio con mayor número de residentes es Bomboná No. 2 con 15,871, seguido por Cataluña con 10,984, Barrios de Jesús con 6,835, La Sierra con 5,050, Juan Pablo II con 3,388, y por último, Ocho de Marzo con 2,541 habitantes.

Los barrios Ocho de Marzo, Juan Pablo II, Bomboná No. 2 [244] y Barrios de Jesús, se originaron a mediados de la década de los 80 como asentamientos de invasión. Ocho de Marzo, se fundó el primero de mayo de 1985, en parte, por población procedente del oriente antioqueño. A diferencia de otros asentamientos, cuyo origen es similar, este barrio pudo pasar rápidamente de invasión a barrio, tras la concertación con el dueño del predio y la mediación de CORVIDE y la administración municipal. El nombre del barrio hace honor al día internacional de la mujer, dada la participación femenina en el proceso de ocupación, construcción y consolidación del nuevo barrio. El barrio Cataluña surgió en los años 70´s bajo un proceso de construcción planificada de 800 unidades habitacionales con equipamientos colectivos e infraestructura vial.

3.4.9.2.2 Dimensión espacial

Los municipios de Medellín, Guarne y Rionegro presentan, según el estudio de la Universidad del Rosario (2012), las siguientes características:

[244] De acuerdo con comunicación enviada por la Alcaldía de Medellín en enero de 2013, los sectores conocidos como Caunces 1, Caunces 2 y Caunces de Oriente están enmarcados en el barrio Bombona No. 2.

El municipio de Medellín es el centro de conexión de todos los flujos regionales y nacionales que junto con la topografía de valle regulan su forma urbana. La autopista Medellín-Bogotá conecta a la ciudad con la capital y con el oriente y sur del país. El túnel de occidente contribuye a la conectividad con Santa Fe de Antioquia y Urabá. Hacia el sur se conecta con los municipios de Itagüí y la Estrella y con el Valle del Cauca y el puerto de Buenaventura en el Pacífico. Hacia oriente se ha utilizado la vía Las Palmas con comunicación directa a Rionegro. A nivel urbano se están diseñando proyectos de ampliación del metro y el Metrocable.

El municipio de Guarne tiene influencia dentro de la escala nacional y regional puesto que se encuentra ubicado sobre la Autopista Medellín – Bogotá, la cual, permite que su población se conecte en pocos minutos con el aeropuerto de Rionegro.

Rionegro debido a la ubicación, en relación con el Aeropuerto Internacional, tiene influencia dentro de la escala nacional y regional. Su principal acceso es la Autopista Medellín - Bogotá sobre la que existen vías específicamente trazadas para su recorrido. Tiene además conexiones por la vía Las Palmas y la vía a Santa Elena que lo unen con el centro de Medellín y Envigado. Todos estos centros urbanos presentan buenas condiciones en su malla vial permitiendo la movilidad y el intercambio de productos y servicios.

3.4.9.2.2.1 Servicios públicos

Medellín, como gran centro urbano del área central de Antioquia, entre los municipios ubicados en la zona de estudio, es el que presenta el mayor consumo de energía; la mayor demanda la realiza el sector residencial (48.5%), seguido por el sector comercial (25.5%) y el industrial (13.8%). En el municipio de Rionegro el sector industrial es el de mayor participación (57.9%), en contraste con el sector residencial (22.4%) y comercial (13.5%).

La cobertura de servicios públicos en los municipios de Medellín, Guarne y Rionegro registra promedio de 86.4% donde el servicio de energía es el que mejor cobertura tiene con el 98%. El servicio de acueducto registra el 91% y el alcantarillado indica el 72.8% de cobertura. El teléfono tiene el 84% en la prestación del servicio.

Tabla 3-200 - Cobertura de servicios públicos en el AII Puntual

Municipio	Energía	Acueducto	Alcantarillado	Teléfono
Medellín	98,8	97,3	96,6	91
Guarne	96,5	80	49,7	73,7
Rionegro	98,6	95,6	72,2	87,1
Total	98,0	91,0	72,8	83,9

Fuente: Perfiles Municipales (2005) Actualizado a 2010. DANE

Como puede observarse en la tabla anterior, Guarne es el municipio que menor cobertura de servicios públicos registra en la actualidad.

Respecto a los barrios de Medellín localizados en la periferia de la comuna 9 – Buenos Aires, por estar asentados en zona de ladera, parte de sus áreas están catalogadas como zonas de alto riesgo no recuperable, por lo cual, dicha zona no es apta para el desarrollo urbanístico por riesgos asociados a movimientos de remoción en masa o estructurales, según Departamento Administrativo de Gestión del Riesgo de Emergencias y Desastres[245].

[245] DAGRED, 2012

La prestación de servicios públicos es alta en relación con la energía eléctrica (99.9%), recolección de basuras (99.6%), alcantarillado (96.6%) y servicio de acueducto (98.3%). El servicio telefónico tiene un promedio general del 83.8% y el servicio de gas domiciliario es el que menor cobertura registra con excepción del barrio Bomboná No. 2 que alcanza a ser de 65.4%.

Según la información ofrecida por el Sisben, de las 70 viviendas que no cuentan con conexión a acueducto, 27 se surten de fuentes naturales: quebrada, manantial o nacimiento, 28 de agua donada por sus vecinos, 13 de pozo con bomba y dos de pozo sin bomba o jagüey.

Tabla 3-201 - Viviendas sin acueducto en los barrios Bomboná No. 2, Barrios de Jesús, Juan Pablo II y Ocho de Marzo.

Vereda/Barrio	Viviendas sin acueducto (SISBEN)	Pozo sin bomba, jagüey	Pozo con bomba	Río, quebrada, manantial, nacimiento	Donación
B. Bombona No. 2	6		2	1	3
B. Barrios de Jesús	13			5	8
B. Juan Pablo II	20	1		13	6
B. Ocho de Marzo	16			8	8
Total	55	1	2	27	25

Fuente: Alcaldía de Medellín. Base de Datos SISBEN Diciembre de 2012

3.4.9.2.3 Dimensión económica

De acuerdo con el Plan de Desarrollo (2012 - 2015), el municipio de Guarne deriva su economía campesina del sector agrícola y el sector pecuario. La economía urbana centra su actividad en el comercio y en la industria y está representada en supermercados, centros comerciales, telefonía celular, transporte, servicios de salud, servicios públicos domiciliarios, servicios de conectividad y alquiler de fincas de veraneo, servicios bancarios.

La actividad industrial ocupa un lugar importante en la economía guarneña, destacándose asentamientos industriales como New Stetic S.A., Eurocerámica S.A., Latexport S.A., Omya Andina S.A., Metalacrilato S.A., Senco Colombiana S.A., Destisol S.A. y Corpaúl S.A., entre otras.

En lo que respecta a Rionegro, la condición de zona franca motiva de manera amplia a los empresarios, para abrir allí sus fábricas, aprovechando los privilegios que concede dicha condición, impulsando el desarrollo del comercio exterior, atrayendo divisas e incentivando la inversión extranjera en el país y favoreciendo la generación de empleo.

Dicho municipio, es considerado como centro o metrópoli del altiplano, debido a sus características de infraestructura, de dotación y de servicios, lo cual, hace que esté catalogado como el centro empresarial del Oriente Antioqueño, donde hacen presencia empresas grandes de carácter financiero, de seguros, comunicaciones y almacenes de cadena, entre otros.

Según Sánchez (2012), Medellín decidió abandonar su faceta de ciudad industrial para convertirse en una ciudad que apalanca su crecimiento económico a partir de la innovación. Más allá de la tercerización de la base económica, esta urbe ha entendido que los procesos de globalización requieren que ésta evolucione y, por lo tanto, oriente su economía hacia la prestación de servicios de alta tecnología, los cuales son de un valor agregado comparativamente alto.

Para lograr este objetivo se han establecido clústeres empresariales, una estrategia que debería incidir positivamente sobre el crecimiento económico urbano y regional. La composición de cada uno de estos aglomerados, incluye, además de empresas, a proveedores, centros de investigación

e instituciones públicas, y como eje central de la misma subyacen la innovación, el uso de tecnología y la cooperación.

A nivel de los barrios localizados cerca de la zona del proyecto, se tiene que el 45.3% de los hogares registran alguna actividad económica asociada al comercio y servicios de hoteles o restaurantes, el 35.8% tiene actividades comerciales y el 17% presta algún tipo de servicios sociales, comunales o personales. El porcentaje restante (1.8%) corresponde a establecimientos financieros, inmuebles y otros (Información que corresponde a la comunal). Los barrios periféricos de los que se ha hecho referencia se caracterizan principalmente por desarrollar actividades comerciales minoristas y de servicios asociados al barrio. El uso principal del suelo es residencial.

3.4.9.2.3.1 Tendencias de desarrollo económico

La Universidad del Rosario (2011), en su texto "Tres Valles: El territorio de la economía", propone diferentes proyectos para ambos valles, estas iniciativas, avaladas por la Comisión Tripartita (Gobernación de Antioquia, Área Metropolitana y Alcaldía de Medellín) podrían estar marcando el norte de las inversiones públicas y privadas en el mediano y largo plazo.

Distrito Logístico - Puerto Seco.

En el oriente, se propone que el puerto esté localizado sobre el corredor de la autopista Medellín-Bogotá, entre los municipios de Marinilla y El Santuario, donde converge gran parte del movimiento industrial reciente en Antioquia. Los proyectos económicos que allí se desarrollen estarán asociados a los sectores de recepción, almacenaje y despacho; consolidación y desconsolidación de carga; etiquetado, empaque, embalaje, entre otros. El Distrito requerirá la articulación con actividades de soporte como servicios públicos de inspección de carga, aseguradoras, transporte, truck centers, puntos comerciales, entre otros.

Distrito Industrial

Se propone la conformación de un distrito localizado sobre el corredor de la autopista Medellín-Bogotá, entre los municipios de Guarne, Rionegro, Marinilla y El Santuario, donde converge gran parte del movimiento industrial reciente en Antioquia. El eje se extendería hasta inmediaciones del Aeropuerto Internacional José María Córdoba, y requerirá la dotación de infraestructuras viales que integren el corredor de la autopista con el sistema de Tren de Cercanías sugerido. Los proyectos económicos que allí se desarrollen estarán asociados a la puesta en marcha de polígonos industriales y de servicios en clústeres estratégicos; de procesamiento y exportación (incluido flores); de incubadoras de empresas en clústeres estratégicos; de industrias pesadas, así como puntos comerciales y de venta. En este distrito, también se debe potenciar el HUB aéreo[246] internacional de Rionegro como uno de los epicentros estratégicos más atractivos para la localización de actividades productivas actuales y potenciales.

Distrito empresarial y de oficinas

Se plantea un gran distrito empresarial y de oficinas articulado con el distrito industrial de oriente, que se extienda desde algunos municipios de San Nicolás (Rionegro, Guarne, La Ceja y El Retiro) hasta los del sur del Valle de Aburrá (principalmente Envigado y Sabaneta). Esta zona se caracterizaría por albergar las zonas de oficinas empresariales y de negocios (Front Office) de las grandes factorías y bodegas de los distritos industriales; servicios relacionados con negocios

[246] Un hub es un aeropuerto en el que se apoyan otros para enlazar vuelos en conexión de otros aeropuertos radiales.

(centros empresariales y auditorios); oficinas especializadas (consultoras, de investigación y desarrollo); puntos comerciales y de venta; centros financieros, así como áreas de vivienda para las personas que laboren en estas empresas, y que estudien o estén vinculadas al distrito de educación, ciencia, tecnología e innovación.

Distritos agropecuarios

Se proponen siete distritos agropecuarios periféricos a las áreas de expansión productiva de los valles. Contemplan parte de las subregiones de Antioquia, entre ellos, el oriente con vocación productiva en fríjol, papa, zanahoria, fresa, hortalizas, y lácteos, entre otros. Su función sería la generación de valor a la producción agrícola y pecuaria que hoy es explotada de forma tradicional y/o artesanal en la región, así como consolidar una estrategia de abastecimiento de Medellín y el resto del Área Metropolitana. Los proyectos económicos que puede albergar son del tipo de parques agroindustriales para la transformación, parques de invernaderos y áreas de cultivo. También se requieren equipamientos como centros de tecnificación y certificación en buenas prácticas agrícolas (BPA), centros de apoyo técnico agrícola (asesoría y asistencia en cultivo, producción, mantenimiento, etc.), centros de certificación sanitaria y fitosanitarias, y redes de centros de acopio y distribución regional.

Considera el estudio de la Universidad del Rosario, que hay elementos transversales a la materialización de estos proyectos, entre éstos la provisión de equipamientos, que serían la condición mínima para la consolidación de este tipo de distritos. Por lo tanto, se requiere la provisión de servicios públicos básicos (acueducto, alcantarillado, telecomunicaciones, energía eléctrica y gas), servicios a las empresas, como los que ofrecen las Cámaras de Comercio, y otros equipamientos complementarios (administrativos, educativos, sanitarios, sociales, culturales, deportivos, etc.). En este orden de ideas, se aprecia la demanda de recursos que ambos valles tendrán a lo largo de los años próximos, exigiendo a la administraciones municipales y al sector privado mejorar su capacidad de articulación y planificación territorial.

Según el mismo estudio, en la actualidad, los municipios de los Valles de Aburrá y San Nicolás arrojaron resultados positivos en cuanto al Índice de Escasez de Agua, donde las mediciones son catalogadas como mínimas o no significativas en la mayor parte de los municipios.

Como se ha expresado, la subregión del oriente antioqueño se ha caracterizado por ser una región económicamente vinculada a las dinámicas urbanas-metropolitanas del Valle de Aburrá y que además se ha constituido como una zona de localización preferencial para las industrias que han ido saliendo del área metropolitana a causa de los cambios que las transformaciones socioeconómicas han generado en las dinámicas urbanas y empresariales. En este sentido, se recalca el hecho de que es en esta subregión donde se encuentra el aeropuerto internacional del departamento, además de la zona franca y toda la dinámica de importaciones-exportaciones del departamento, lo que hace de esta subregión una región económicamente dinámica y solvente. Igualmente, ésta se constituye como la principal fuente de recursos energéticos e hidráulicos, así como la despensa alimentaria de la metrópoli regional, razón por la cual, la agricultura se perfila siempre como uno de los renglones más importantes de la economía subregional.

3.4.9.2.4 Dimensión cultural

Como se ha expresado anteriormente el municipio de Rionegro ha tenido un gran auge en el aspecto comercial e industrial por la construcción del aeropuerto José María Córdova y la zona franca. Se ha visto en esta región un deterioro de los valores autóctonos dentro de las costumbres

de la comunidad, con la llegada de gente extraña a la región muchas costumbres fueron perdiendo importancia y se implantaron otras que traían quienes vinieron a habitar las veredas del municipio.

El creciente cambio de vocación de uso del suelo en el corregimiento Santa Elena cada vez más turístico que agrícola también genera un cambio en la relación de la población con el territorio.

En consecuencia, estas comunidades tienen un proceso de cambio económico y sociocultural, que repercute en la deformación de sus condiciones de vida, con impactos acumulativos originados en los anteriores proyectos, que originan una contra cultura a la campesina.

El eje articulador cultural de mayor fuerza en la región es la familia. En buena parte del altiplano de oriente, el núcleo familiar constituye por excelencia, la unidad en torno a la cual se han estructurado las relaciones sociales, a su vez que ha sido el mecanismo primordial de cohesión, dentro de un territorio ocupado y apropiado a través de generaciones.

A pesar de los niveles de vulnerabilidad generados por la introducción vertiginosa de numerosos elementos foráneos, que han penetrado y socavado las bases del sistema social, el parentesco es el mecanismo que da fuerza a las relaciones intrafamiliares, intraveredales y a su vez es el que define los niveles de pertenencia y participación al interior de cada comunidad, entre otros elementos, constituye un instrumento de resistencia al cambio. Esto se hace evidente en la posesión de un territorio común construido y transmitido de padres a hijos o a otros parientes dentro de la misma línea de apellidos, situación que igualmente diluye el ejercicio de la autoridad frente a la toma de decisiones.

En este mismo sentido, la fuerza de parentesco deriva en formas de autoreconocimiento y de pertenencia a cada grupo social, a su vez que se constituye en un referente para la identificación desde fuera del ámbito veredal.

Esta imagen se facilita por la naturaleza de las relaciones intra e interveredales, dado que en términos generales, el área presenta buenas alternativas de comunicación por medio de una red de carreteables que se han aprovechado para establecer un patrón de asentamiento, en torno de estos ejes.

A pesar de las transformaciones en el estilo de vida ocasionado por las situaciones mencionadas, la cotidianidad se expresa en la relación consuetudinaria con la tierra; a pesar del agotamiento de los suelos, la actividad agropecuaria aun es representativa de las actividades económicas dentro del orden de lo doméstico.

Dentro de esta perspectiva, una consecuencia directa de estos procesos de cambio está dada por algunas modificaciones de roles, debido a la necesaria vinculación de los hombres y en general de la población joven a las industrias locales.

La madre y los hijos menores constituyen el modelo de reproducción de un estilo de vida sustentado en la tradición; ella además de gobernar el entorno doméstico, es a la vez la cabeza del hogar que en ocasiones, debe asumir algunas labores de fuerza requeridas en el ejercicio del trabajo cotidiano.

3.5 Zonificación Ambiental

Para la zonificación ambiental del área de influencia del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente, se utiliza el concepto de “sensibilidad ambiental”, el cual se define cómo la mayor o menor capacidad

de un sistema natural o social, para asimilar la acción de agentes externos sobre alguna de sus partes, sin que se produzcan, en la estructura o las propiedades de esas partes, cambios de una magnitud tal que las alteren significativamente en comparación con su estado original.

La evaluación de la sensibilidad del área de influencia del proyecto Conexión Vial Aburrá Oriente, se basa en los criterios establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial (2010) y la normativa ambiental vigente, definiendo unidades espaciales relativamente homogéneas, en las cuales se identifican las aptitudes naturales, las limitaciones y el valor ambiental que respondan similarmente ante cualquier tipo de alteración.

Con la zonificación ambiental se pretende efectuar un análisis integral de los medios físico, biótico y socioeconómico para la identificación de los aspectos de interés ambiental sin proyecto, que sean preferiblemente medibles y que permitan delimitar áreas relativamente homogéneas por su mayor sensibilidad frente a factores, generalmente de origen antrópico, que puedan inducir u alterar situaciones o estados en el entorno natural y humano actual.

3.5.1 Establecimiento de criterios

El análisis para la presente zonificación, inició con la revisión y evaluación de la información del área de estudio levantada en el 2.009 para el Ajuste del Estudio de Impacto Ambiental (INTEGRAL, 2009), el Estudio de Impacto Ambiental Complementario realizado por la Concesión Túnel-Aburrá en el año 2012 y la información primaria obtenida en los diferentes estudios elaborados en el 2012-2013 con el fin de dar respuesta a los requerimientos establecidos por la ANLA con la Resolución 456 de 2.012.

Posteriormente se acudió a un análisis interdisciplinario con el equipo técnico y se efectuaron las calificaciones pertinentes para cada componente, logrando la integración de la información temática que se reflejó en la construcción de los mapas de zonificación.

Cabe mencionar, que este análisis se realizó en las diferentes áreas de influencia directa (local y puntual) del proyecto (biofísica y socioeconómica). Dentro de este análisis se consideraron los aspectos sociales prevalecientes e identificados en la zona de influencia del proyecto y se determinó si en la zona existe algún tipo de restricción legal para su uso. También si es necesaria la inclusión de áreas de protección ecológica, paisajística, cultural o aquellas que cuentan con recursos catalogados como valiosos o escasos, dada la importancia dentro de la legislación aplicable, como por ejemplo: especies raras, endémicas o con algún grado de amenaza, hábitat de protección ecológica, reservas forestales, recursos con alta capacidad y disponibilidad de producción comercial y/o futura, paisajes naturales, hábitat de vida silvestre, patrimonio histórico, arquitectónico, recursos de interés estético y cultural.

Para calificar la sensibilidad ambiental, se han establecido las siguientes categorías dentro de la evaluación de la sensibilidad ambiental en los diferentes componentes:

- **Áreas de especial significado ambiental:** Definidas como áreas naturales protegidas, ecosistemas sensibles, rondas, corredores biológicos, presencia de zonas con especies endémicas, amenazadas o en peligro crítico. Áreas de importancia para cría, reproducción, alimentación y anidación y, zonas de paso de especies migratorias.
- **Áreas de recuperación ambiental:** Definidas como áreas erosionadas, de conflicto por uso del suelo o contaminadas.

- **Áreas de riesgo y amenazas y prevención frente al riesgo:** Definidas como áreas con susceptibilidad de movimientos en masa, avenidas torrenciales e inundaciones y la capacidad de la población para atender una eventualidad.
- **Áreas de producción económica:** Definidas como las áreas donde se desarrollan actividades agropecuarias, ecoturísticas, industriales o comerciales.
- **Áreas de importancia social:** Definidas como asentamientos humanos y su relación con la prestación de servicios públicos, infraestructura vial, acceso a los centros de provisión de bienes y servicios y condiciones de habitabilidad.
- **Áreas de importancia cultural:** Definidas como los lugares en los cuales se ubican bienes inmuebles de interés cultural municipales o de la nación; o se desarrollan prácticas catalogadas como patrimonio cultural inmaterial de la nación.
- **Áreas de importancia por abastecimiento y disponibilidad del recurso hídrico**: Relacionadas con las comunidades que se abastecen de agua a través de las Juntas de Acueducto, Concesiones o de manera directa para uso doméstico, agropecuario, recreacional, ecoturístico, industrial o institucional.

El procedimiento seguido para la determinación de la sensibilidad de las áreas, es el siguiente:

Se definieron tres escalas cualitativas de importancia: alta, media y baja, de acuerdo con el grado de importancia de los criterios definidos y caracterizados para los componentes físico, biótico y socioeconómico, a su vez, se definieron las variables de calificación (amenaza, calidad del recurso hídrico – ICA, disponibilidad del recurso hídrico, conflicto de uso, áreas protegidas, especies de fauna y flora amenazadas o endémicas, coberturas vegetales, conectividad ecológica, calidad hidrobiológica – BMWP, infraestructura vial, equipamientos sociales, densidad poblacional, actividades productivas, organización social y demanda del recurso hídrico), las cuales permitieron determinar la sensibilidad del área estudiada.

Estas variables también se calificaron en alto (3), medio (2) y bajo (1) y la suma ponderada de los atributos seleccionados correspondió a la clasificación final del componente para la sensibilidad evaluada de acuerdo con los porcentajes definidos por el grupo de expertos que participaron en la caracterización ambiental.

El resultado final de la sensibilidad ambiental comprende los mapas individuales de sensibilidad por componentes, que a su vez se unen para generar un mapa único de sensibilidad ambiental del proyecto de acuerdo con la suma ponderada.

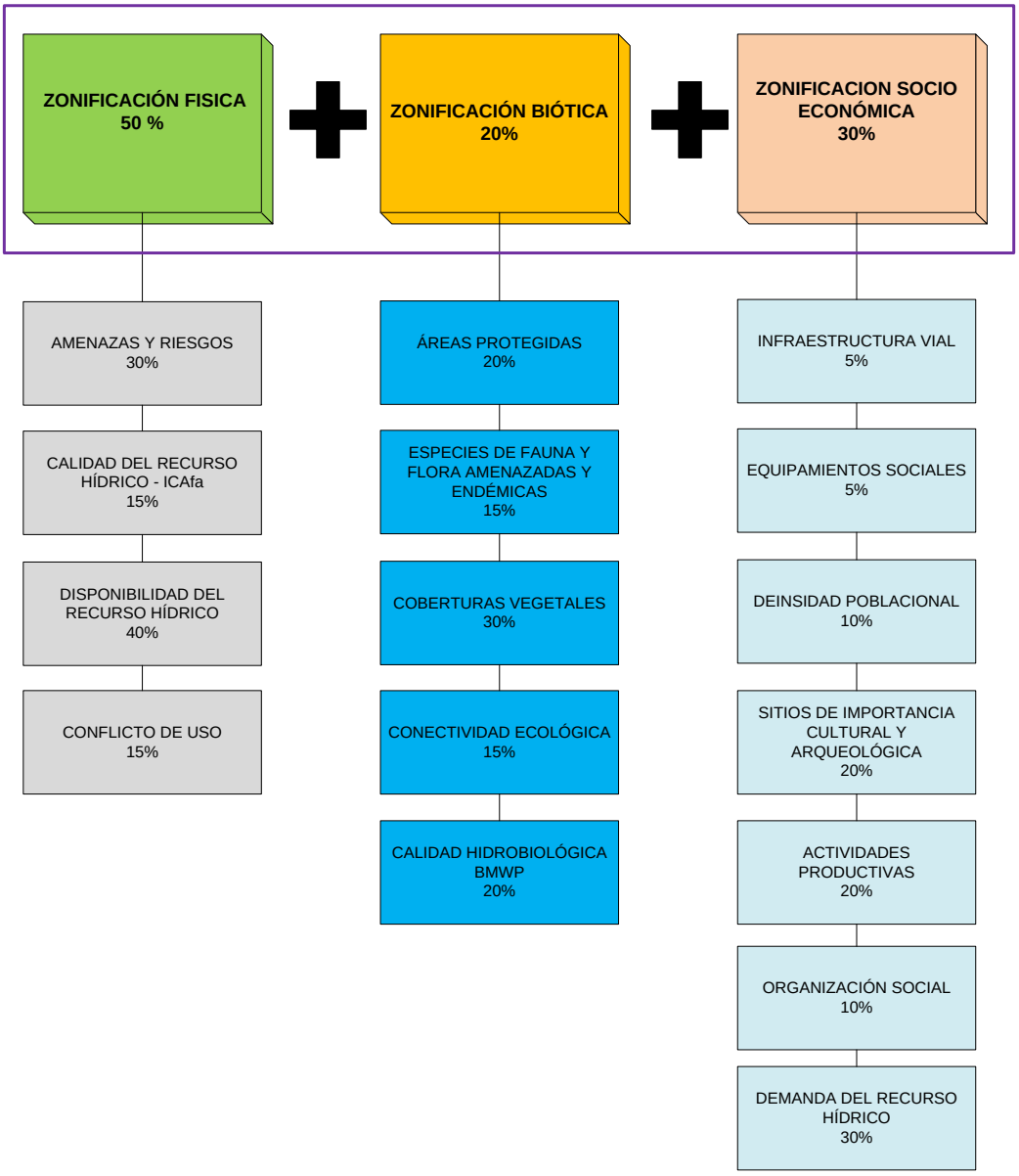


Figura 3-237 - Esquema de evaluación y ponderación de las diferentes zonificaciones para la obtención de la zonificación ambiental general

3.5.2 Resultados

A continuación se presentan los análisis de los resultados obtenidos en la zonificación (física, biótica y socioeconómica).

3.5.2.1 Zonificación ambiental- Componente Físico

La zonificación física se realizó integrando las variables de amenaza, calidad del recurso hídrico – ICAfa, disponibilidad del recurso hídrico y conflicto de uso. A continuación se presenta la forma de evaluación de cada una de las variables y cómo se integraron para producir la zonificación ambiental del componente físico.

3.5.2.1.1 Amenazas

Para sectorizar la sensibilidad de las amenazas naturales, se homologaron las categorías de amenaza alta, amenaza media y baja de los estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos En Masa, Avenidas Torrenciales e Inundaciones En el Valle De Aburrá, realizado por la Universidad Nacional de Colombia. La evaluación corresponde a amenazas por movimientos en masa.

Tabla 3-202- Calificación de la amenaza para la zonificación física

Categorías del mapa de amenazas	Categoría de zonificación
Amenaza alta	Alta
Amenaza media	Media
Amenaza baja	Baja

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Las amenazas en la zona de estudio se ubican fundamentalmente hacia las veredas las Palmas, Media Luna y en las partes altas de las comunas 8 y 9 que limitan con el suelo rural del municipio de Medellín en el costado occidental.

Hacia el costado oriental las zonas de amenaza se ubican en las veredas Yarumal y La Quiebra, y en menor proporción en las veredas Convención y San Ignacio, las tres primeras del municipio de Rionegro y la última del municipio de Guarne.

Las amenazas son muy importantes dentro de la zonificación ambiental puesto que restringen la ocupación del territorio, sin embargo es importante anotar, que las amenazas son dinámicas y éstas pueden cambiar a partir de manejos inadecuados del suelo o a partir de la construcción de obras de estabilización.

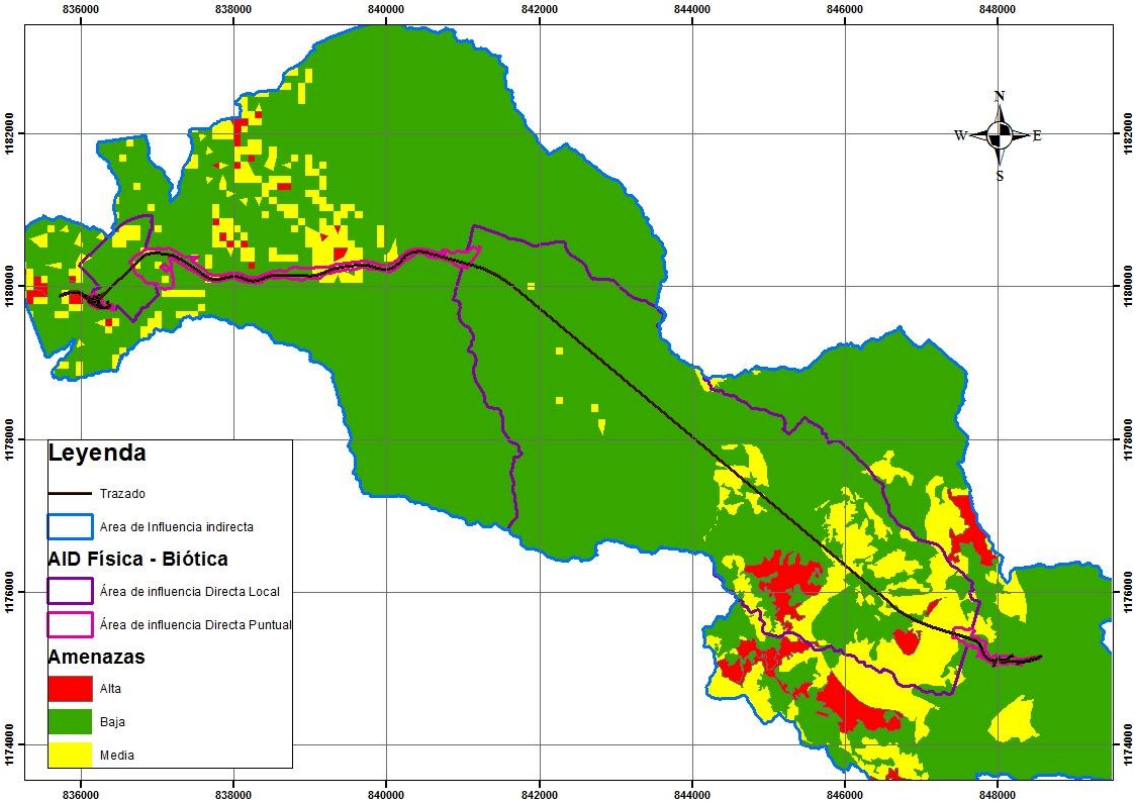


Figura 3-238 - Mapa de sensibilidad de las amenazas

3.5.2.1.2 Calidad fisicoquímica del agua-Índice ICAfa

Para sectorizar la sensibilidad en las fuentes del agua teniendo en cuenta la calidad fisicoquímica actual, se tuvieron en cuenta los valores del puntaje del índice de calidad ICAfa. De este modo, se clasificaron cada una de las fuentes de agua, en sensibilidad alta, media y baja, siguiendo los umbrales que se presentan a continuación:

Tabla 3-203 - Puntajes para la zonificación usando ICAfa

Puntaje de calidad recurso hídrico (ICAfa)	Categoría de zonificación
0,71-1	Alta
0,51-0,7	Media
0-0,5	Baja

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

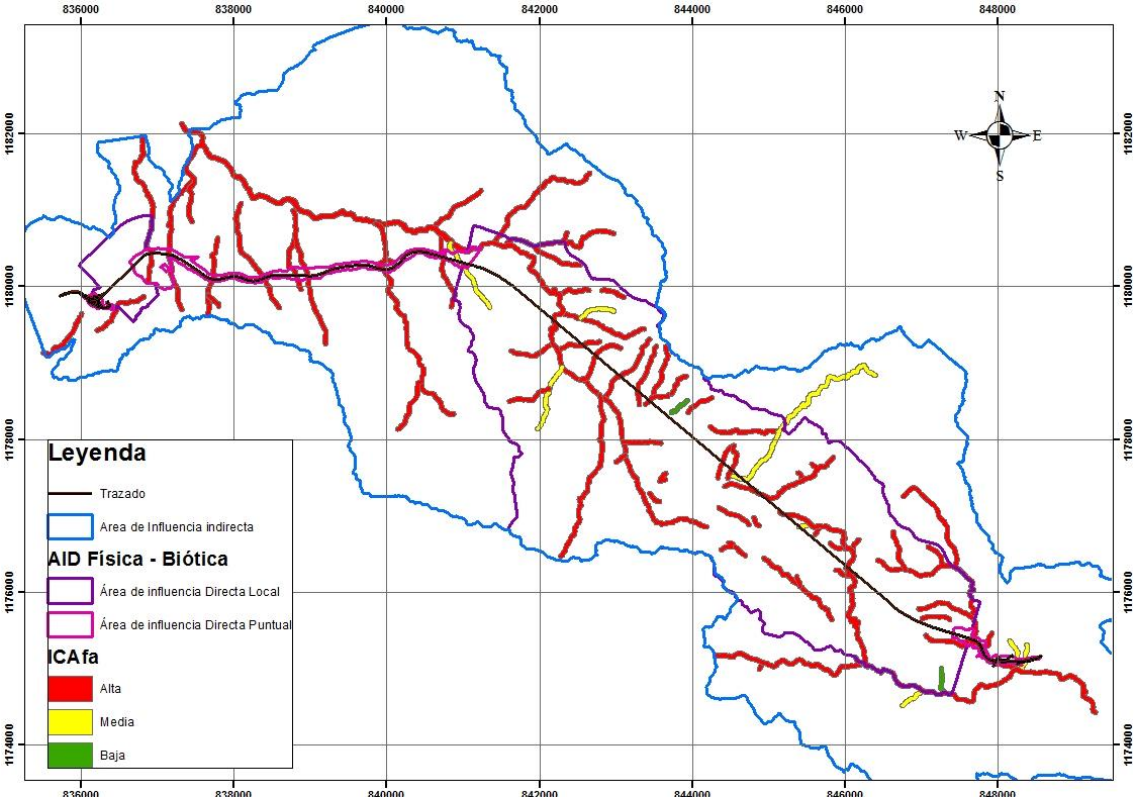


Figura 3-239- Mapa de zonificación de la sensibilidad de los cuerpos de agua de acuerdo utilizando variables fisicoquímicas ICAfa

Teniendo en cuenta los resultados de los análisis de la calidad del agua a nivel fisicoquímico, y en el caso particular el ICAfa, la mayoría de los cuerpos de agua en el área de influencia directa (local y puntual) presentan buena calidad, mientras que, solo un pequeño tramo de la quebrada La Yarumal presentó mala calidad del recurso hídrico. En esta cuenca como se ha mencionado anteriormente, confluyen diferentes actividades antrópicas que podrían determinar cambios en las condiciones fisicoquímicas de dichos afluentes. La calidad del agua media, según el ICAfa se encontró en unos pequeños tramos de La Yarumal y La Salazar, quebrada Doña Clara y La aguadita.

A pesar del resultado obtenido se debe tener en cuenta que los parámetros fisicoquímicos son el reflejo de una condición momentánea, lo cual determina que sean altamente variables en el tiempo y no reflejan necesariamente una condición estable en el tiempo.

3.5.2.1.3 Disponibilidad del recurso hídrico.

Para establecer la zonificación ambiental del factor Disponibilidad del Recurso Hídrico, se tiene en cuenta la cantidad de caudal demandado por la población y la cantidad de caudal concesionado por la autoridad ambiental. Este conflicto se determina a partir de la comparación entre la cantidad de caudal requerido por la población para satisfacer el total de sus necesidades (QMD+15% y/o QMH+15%) y la cantidad de caudal máximo que permite captar la autoridad ambiental, definiendo este último de acuerdo con lo registrado en las Resoluciones expedidas y vigentes. La zonificación ambiental para este caso específico, se considera de la siguiente manera:

- Zonificación ambiental alta: Caudal demandado mayor al caudal concesionado
- Zonificación ambiental media: Caudal demando igual caudal concesionado
- Zonificación ambiental baja: Caudal demandado menor al caudal concesionado

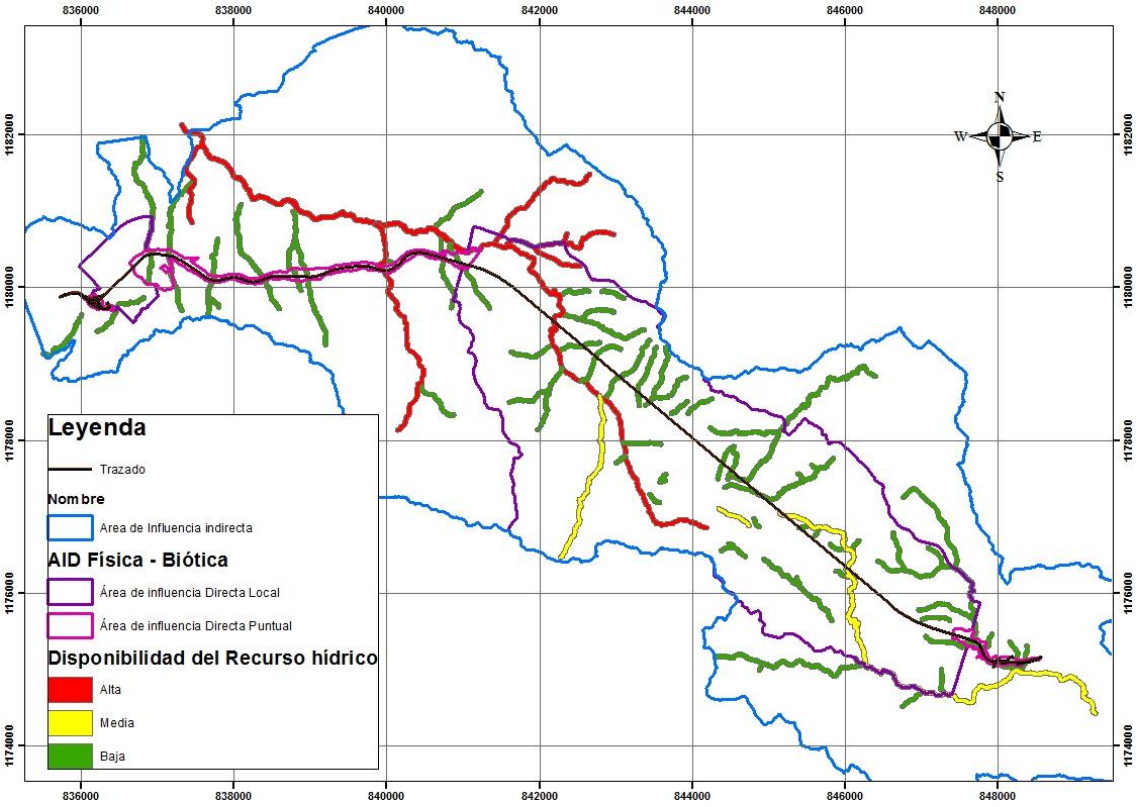


Figura 3-240 - Mapa de zonificación de la sensibilidad basada en disponibilidad del recurso hídrico

Cabe mencionar, que las autoridades ambientales basan la asignación de la cantidad de caudal otorgado no solo en el uso que tendrán las aguas, sino también en proyecciones de demanda, pero sobre todo en la oferta hídrica que a partir de estudios hidrológicos se determina para un cuerpo de agua especifico, permitiendo así determinar mediante estos dos factores, la relación demanda/oferta, la cual es utilizada como indicador del nivel de presión sobre los recursos hídricos y es expresada en forma porcentual a través del Índice de Escasez de Agua Superficial. Ahora bien la demanda de agua es trabajada en función de los estándares que determina la Resolución 2320 de 2009 respecto a las dotaciones por habitante día y a las pérdidas máximas que debe admitir un sistema.

Tabla 3-204 - Zonificación ambiental Disponibilidad del Recurso Hídrico

Sistema	Fuente abastecedora	Caudal demandado (l/s)	Caudal concesionado (l/s)	Calificación
La Palma-Media Luna	La Espadera	1,18	0,7292	Alta
8 de Marzo	La Espadera	3,77	Concesión en tramite	Alta

Sistema	Fuente abastecedora	Caudal demandado (l/s)	Caudal concesionado (l/s)	Calificación
Juan Pablo II	La Espadera	5,08	Sin concesión	Alta
Barrios de Jesús	La Espadera	2	1,0127	Alta
Yarumaguas	La Floresta	1,98	3,59	Baja
Multiveredal Santa Elena	Santa Elena	13,07	11,14	Alta
San Pedro	San Pedro	8,06	9,0451	Media
Media Luna	Santa Bárbara	4,86	1,0127	Alta
Las Flores	Los Chiqueros	2,43	Concesión en tramite	Alta
Conhydra	Yarumal	7,16	35	Baja
ARSA	Yarumal	20,47	20,55	Media
Aguas del Mirador	Los Parra	0,9	0,87	Baja
ASUASI	La Mina	1,66	4,81	Baja
	La Negra 1			
	La Negra 2			
El Progreso	Yarumal	0,22	0,238	Media
La Cascada (EPM)	Santa Elena	74,4	120	Baja

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Las fuentes de abastecimiento que actualmente registran un mayor conflicto por estar sometidas a una sobredemanda son las quebradas La Espadera (que surte los acueductos Barrios de Jesús, 8 de Marzo, Juan Pablo II y La Palma), Santa Elena (que surte los acueductos Multiveredal Santa Elena y Circuito La Cascada), Santa Bárbara (que surte el acueducto Media Luna) y La Chiqueros (que surte el acueducto Las Flores), donde los sistemas de acueducto abastecidos están realizando captaciones por encima del nivel máximo concesionado. Esto desencadena el aumento en gran medida de la vulnerabilidad hídrica de las fuentes, pues no se conserva la cantidad de caudal mínimo demarcado por la CAR correspondiente. Dicha situación se marca con mayor intensidad en las épocas de estiaje, donde la no conservación de caudales ecológicos mínimos, conducen incluso a desabastecimiento de algunos sistemas de acueducto, ya sea por ausencia total del afluente o por la inminente necesidad de dejar lapsos de tiempo sin abastecimiento para recuperación del cuerpo de agua; tal como se evidencia con mayor frecuencia en los sistemas de acueducto que se abastecen de la quebrada La Espadera.

Allí se registra el mayor conflicto al contar con cuatro captaciones de sistemas de acueducto concesionadas y no concesionadas, que actualmente están haciendo uso del recurso hídrico. Generando en épocas de estiaje e incluso de veranos moderados, una ausencia casi que total del líquido en el lecho del cauce, aguas abajo del sistema de acueducto La Palma, por ser éste el último de los cuatro sistemas y el cual registra mayores episodios de racionamientos y discontinuidad en el servicio.

Las zonas de registros medios están demarcadas por las quebradas La Yarumal (surte los acueductos El Progreso y ARSA) y San Pedro (surte el acueducto San Pedro), las cuales se encuentran prácticamente en un equilibrio entre la demanda de agua ejercida por la población y la cantidad de agua concesionada por la autoridad ambiental. Por esta razón, las condiciones actuales de cada sistema están conservando la cantidad de caudal ecológico mínimo exigido por resolución, sin embargo, cualquier aumento en la demanda de agua o en la población abastecida por pequeña que sea, se verá reflejada en la necesidad inminente de realizar captaciones de agua por encima del nivel máximo otorgado.

Los cuerpos de agua superficiales que para las condiciones actuales no registran conflicto, son aquellos que cuentan con caudales de captación por debajo del caudal máximo otorgado, como lo son la quebradas La Floresta (surte el acueducto Yarumaguas), La San Ignacio con sus afluentes La Mina 1, La Mina 2 y La Negra (surten el acueducto ASUASI) y Los Parra (surte el acueducto Aguas del Mirador), los cuales a su vez, están en la capacidad de soportar incrementos en cuanto a la cantidad de caudal demandado antes de llegar a un equilibrio entre la cantidad de caudal concesionado y la cantidad de caudal otorgado.

3.5.2.1.4 Conflictos del suelo

Para calificar la sensibilidad de esta variable se tuvo en cuenta el mapa de conflictos de uso del suelo. De este modo se caracterizaron las zonas en alta, media y baja siguiendo los umbrales que se muestran a continuación:

Tabla 3-205 - Calificación de zonificación de la sensibilidad basado en conflicto de usos del suelo.

Conflicto de Uso del suelo	Categoría de zonificación
Muy severo	Alta
Severo	Media
Ligero o sin conflicto	Baja

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

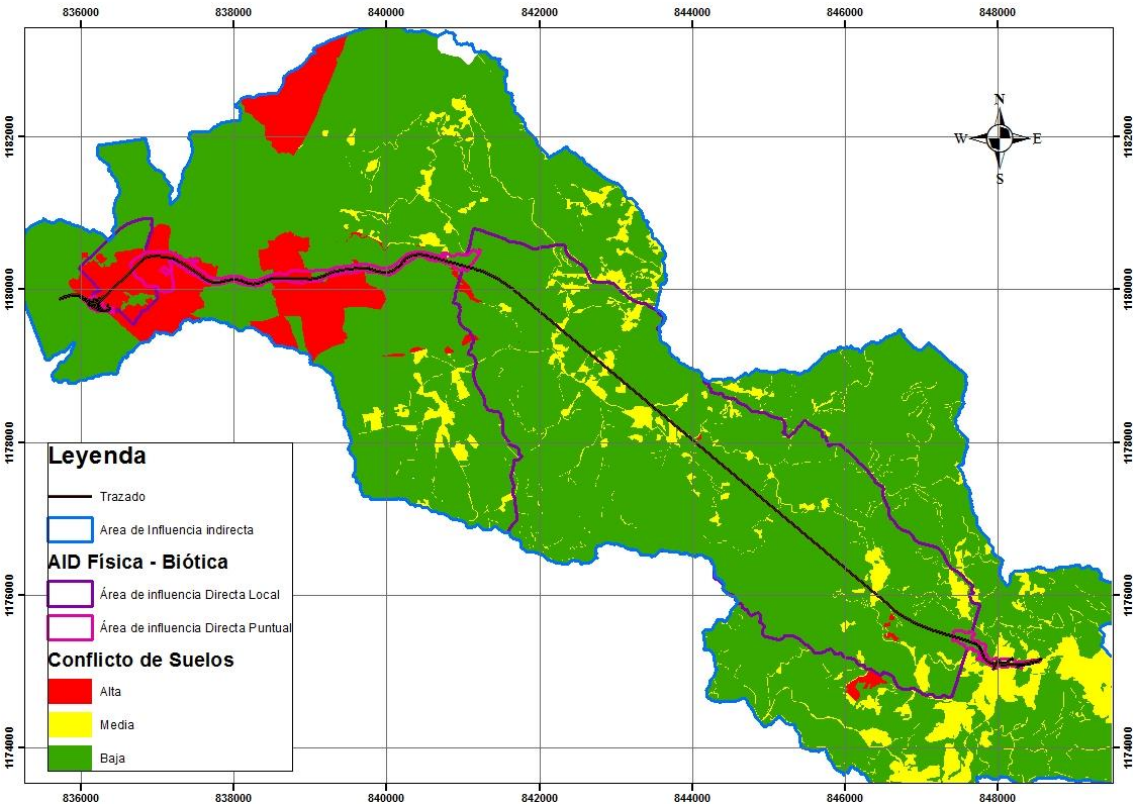


Figura 3-241- Mapa de zonificación de la sensibilidad basado en el conflicto de usos del suelo

Las áreas con alto conflicto por uso del suelo, son aquellas que presentan pendientes muy empinadas y escarpadas que actualmente están siendo explotadas con agricultura y cultivos,

generando problemas erosivos, pérdida de la cobertura vegetal natural así como la diversidad de fauna, además de las zonas de producción agrícola o pecuaria que no coinciden con la vocación por sus características edafológicas. A continuación se describen cada una de ellas:

Las áreas con conflicto muy severo corresponden solo al 6.7% del área total y pertenecen a la zona de la media ladera de la cuenca de la quebrada la Santa Elena, por tener usos no recomendados a zonas de altas pendientes. Es decir, áreas con pendientes mayores al 65% con zonas desprotegidas de vegetación sin uso o con el uso no adecuado como plantaciones comerciales. Además de las áreas de explotación minera o extracción de material en zonas con vocación de uso agrícola en la vereda La Yarumal del municipio de Rionegro.

Las áreas con conflicto severo por el uso del suelo abarcan un 8.7% del área total del proyecto y pertenecen a áreas que por vocación deberían ser protegidas por cobertura vegetal protectora y son utilizadas para uso residencial, parcelaciones o vías. Todas siendo actividades que obligan generar obras especiales de bioingeniería para el sostenimiento del terreno. Estas zonas se encuentran en forma dispersa del área de estudio, debido a la alta intervención de fincas de recreo o parcelaciones en zonas como la Reserva Forestal Protectora de Rio Nare.

Las áreas de conflicto ligero o sin conflicto, abarcan el resto del área con un 84.6% del área de influencia total del proyecto. Éstas pertenecen a lugares donde el uso es adecuado por sus características, tal como ocurre en el Bosque fragmentado que se encuentra alrededor de la quebrada la Espadera en zonas de alta pendiente y los sistemas de producción agroforestal que coinciden con el uso potencial de suelo.

3.5.2.2 Zonificación ambiental componente físico final.

La zonificación física final se realizó integrando los criterios establecidos por los profesionales del componente físico en los cuales se tuvieron en cuenta las variables de amenaza, calidad del recurso hídrico–ICA, disponibilidad del recurso hídrico y conflicto de uso. Para esta zonificación se generaron cuatro (4) mapas a partir de las cuatro (4) variables calificadas de acuerdo a su sensibilidad. Luego, se ponderaron los valores de cada uno de los mapas para generar el mapa de zonificación ambiental física final. A continuación se presentan las variables empleadas con sus respectivos valores de importancia bajo el criterio seleccionado:

Tabla 3-206 - Variables e importancia empleadas en la zonificación ambiental física

Variable	Porcentaje de importancia
Amenaza	30%
Calidad recurso hídrico (ICAfa)	15%
Disponibilidad recurso hídrico	40%
Conflicto de uso	15%
Total	100%

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Se puede observar que las áreas con sensibilidad alta dentro de la variable física ocupan 2,39% del área de influencia directa (local y puntual) lo que equivale a 146,11 hectáreas, las áreas de sensibilidad media representan un 10,05% (612,32 ha) y las zonas de sensibilidad baja corresponden a la mayor parte del área con un valor de 87,55% (5335,50 ha).

Como resultado de esta zonificación se observa que la disponibilidad del recurso hídrico gobierna los resultados, mostrando niveles de sensibilidad altos para las quebradas La Espadera (surte los acueductos Barrios de Jesús, 8 de Marzo, Juan Pablo II y La Palma), Santa Elena (surte los acueductos Multiveredal Santa Elena y Circuito La Cascada) y Santa Bárbara.

En términos de sensibilidad media la zonificación arrojó algunas áreas de amenaza que coinciden con zonas de sensibilidad alta por conflicto de uso, al igual que zonas de retiro de quebrada asociadas a fuentes hídricas con sensibilidad media por disponibilidad del recurso hídrico.

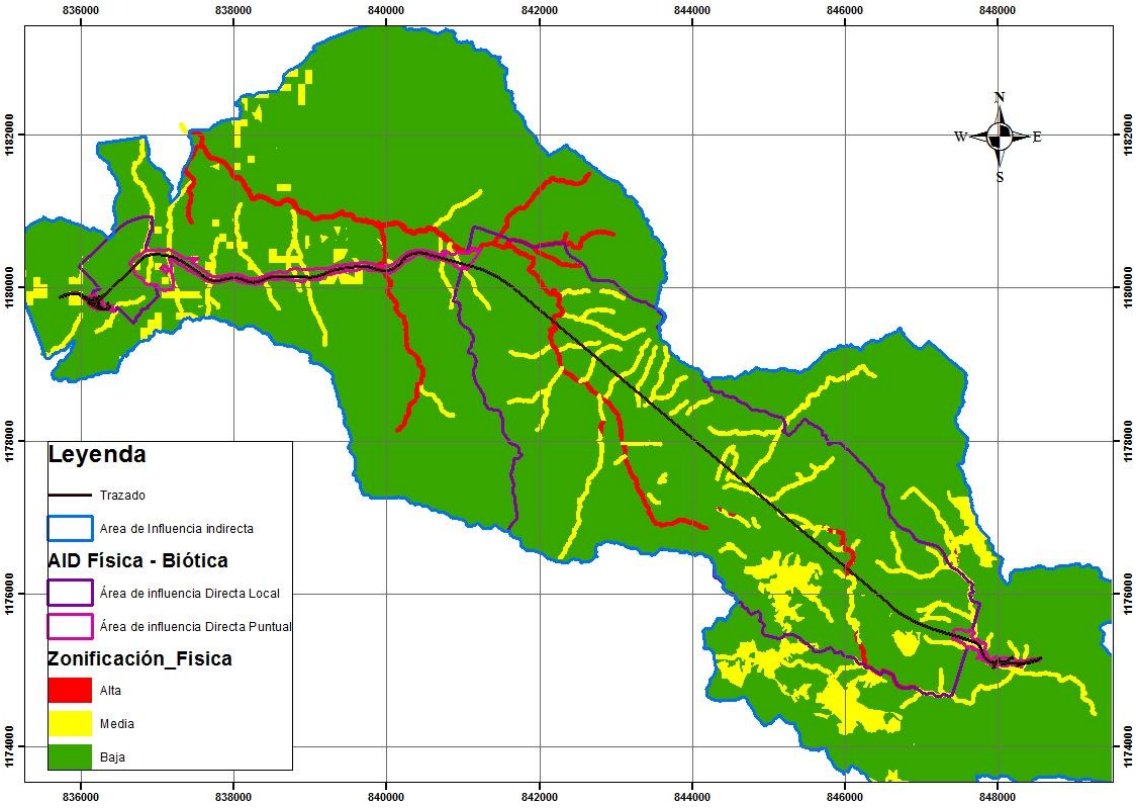


Figura 3-242 - Mapa de zonificación ambiental física

3.5.2.3 Zonificación ambiental- Componente Biótico

La zonificación biótica final se realizó integrando las variables de áreas protegidas, especies de fauna y flora amenazadas, endémicas y vedadas, coberturas vegetales, Conectividad ecológica, calidad hidrobiológica (BMWP). A continuación se presenta la forma en la que se evaluó cada una de las variables y su integración para producir el plano final de zonificación biótica.

3.5.2.3.1 Áreas protegidas

Para zonificar las áreas protegidas se establecieron los siguientes criterios:

Tabla 3-207 - Categorías de zonificación para las áreas protegidas

Área protegida	Categoría de zonificación
Áreas del sistema nacional de áreas protegidas	Alta
Suelos de protección local	Media

Área protegida	Categoría de zonificación
Sin categoría de protección	Baja

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Según el mapa que se muestra a continuación, la franja de color rojo corresponde a las áreas de especial significancia ambiental y actualmente pertenecen a los Sistemas Nacionales de Áreas Protegidas, como la Reserva Forestal Protectora Nacional del Río Nare y la Reserva Natural de la Sociedad Civil Montevivo, las cuales representan el 12% y 726,2596 hectáreas, dentro de la zona del proyecto. Según El MAVDT, estas zonas son espacios que mantienen la integridad en sus ecosistemas y tienen características de especial valor en términos de singularidad, biodiversidad y utilidad para el mantenimiento de la estructura y funcionalidad del ambiente. De igual manera, CORNARE en el Acuerdo 016 de 1998 hace referencia a estas zonas, debido a la presencia de bosques naturales en diferentes grados de intervención, bosques secundarios en sucesión tardía, bosques plantados y pendientes mayores de 75%.

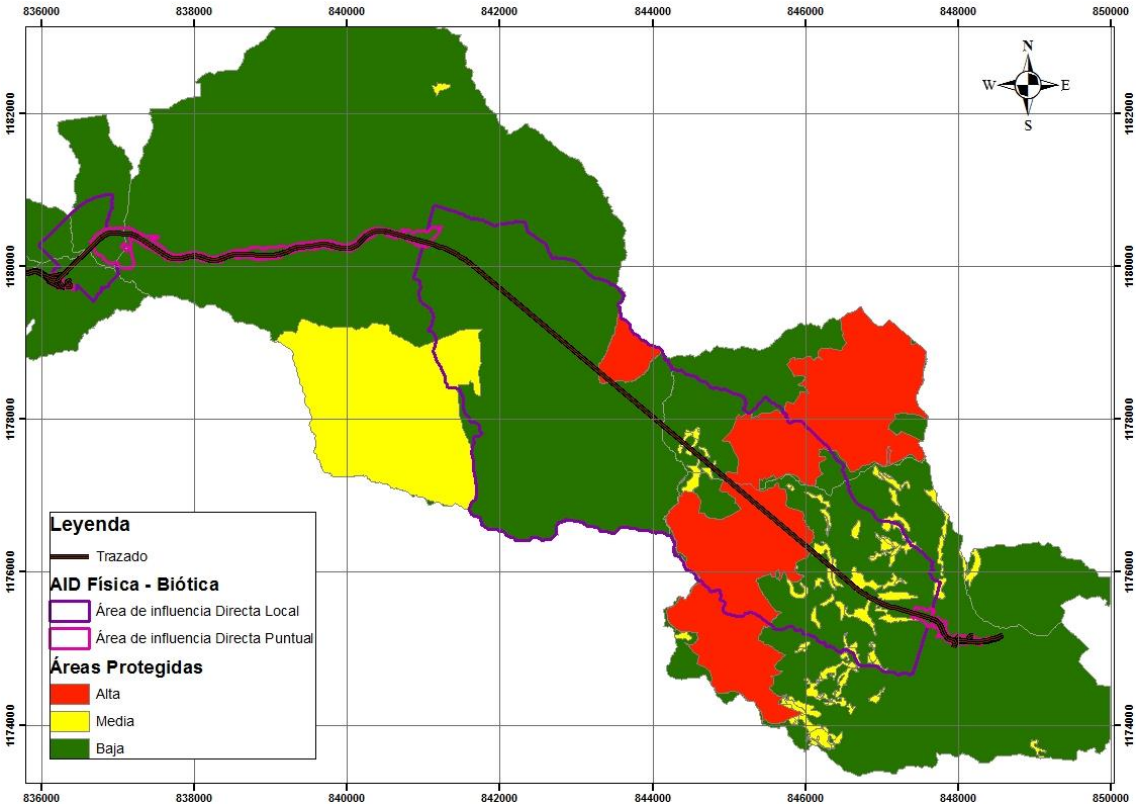


Figura 3-243 - Mapa de zonificación de la sensibilidad basada en áreas protegidas

La Reserva Forestal Protectora Nacional del Río Nare

Fue declarada mediante el acuerdo 0031 del 20 de noviembre de 1970 por el INDERENA y aprobado por el ministerio de Agricultura a través de la resolución No 024 del 26 de febrero de 1971. Esta zona se encuentra ubicada en el Departamento de Antioquia, en los Municipios de Copacabana, Bello, Medellín y Envigado (en jurisdicción de CORANTIOQUIA), Rionegro, Guarne y El Retiro (en jurisdicción de CORNARE). Geográficamente está delimitada hacia el norte entre las coordenadas 6º17´57.92”N y 75º30´54.54”W y hacia el Sur entre 6º04´23.29”N y 75º31´37.46”W

(CORNARE y CORANTIOQUIA, 2010). La medida adoptada por el INDERENA se fundamentó en el hecho de que el lugar era de indudable conveniencia para garantizar el abastecimiento de aguas a la ciudad de Medellín, restablecer un balance ecológico, controlando su fauna y flora originales y para servir como lugar de estudios científicos y de capacitación (CORNARE y CORANTIOQUIA, 2010). No obstante, la infraestructura vial de la zona como la autopista Medellín-Bogotá, la vía Medellín-Santa Elena-Rionegro y la doble calzada Las Palmas, hizo de ésta un área con alto potencial para el desarrollo urbano, con presencia de centros agrícolas y complejos industriales, y un alto crecimiento demográfico que pone en riesgo los recursos naturales existentes en el área (CORNARE y CORANTIOQUIA, 2010).

Actualmente, la zona presenta edificaciones y sus coberturas vegetales se presentan de manera discontinua con predominio en algunas zonas por un determinado tipo de cobertura, encontrándose arbustos y matorrales en un 7,43%, Bosques naturales fragmentados con un 10,14%, bosques plantados en un 56,22%, cultivo transitorio (1,13%), cultivo permanente (0,05%), mosaico de cultivos (1,91%), mosaico de pastos y cultivos (4,98%), pastos arbolados (2,73%), pastos enmalezados (2,66%) y pastos limpios (11,91%) (INTEGRAL, 2012).

El eje del Túnel de Santa Elena cruza a una profundidad que oscila entre 180 y 500 metros por de la zona de la reserva, entre las abscisas k15+600 y k17+000. La proyección del túnel en superficie corresponde principalmente a áreas de bosques plantados con coníferas (*Cupressus lusitánica y Pinus patula*) generalmente están dirigidas a la producción sostenible de materia prima para la industria de la construcción y la pulpa, algunas de éstas no están siendo aprovechadas o se encuentran abandonadas, debido a un mal manejo silvicultural. También en una menor proporción corresponde a zonas de pastos limpios y cultivos transitorios.

Reserva Natural de la Sociedad Civil Montevivo

Fue declarada mediante la Resolución 181 del 28 de junio de 2.005 expedida por el Ministerio de Medio Ambiente y se encuentra ubicada en el Corregimiento de Santa Elena, con una extensión de 43 hectáreas. Tiene como objetivo el manejo integrado bajo criterios de sustentabilidad que garantice la conservación, preservación, regeneración o restauración de los ecosistemas naturales contenidas en ellas y que permita la generación de bienes y servicios ambientales. No obstante, el proceso de ocupación y uso de la tierra ha ocasionado la desaparición de gran parte de la vegetación original presentándose un mosaico de unidades de paisaje antrópico combinada con vegetación natural en diferentes estados de sucesión. Se presenta además regeneración de vegetación nativa en plantaciones de pino pátula aprovechadas, donde persisten algunos individuos con edades de 20 y 25 años (INTEGRAL, 2012).

El proyecto vial cruzará esta Reserva a una profundidad de 500 metros y la proyección del túnel en superficie cubrirá un área de 25,5 ha de la Reserva de la Sociedad Civil, dentro de ésta se hallan tres tipos de cobertura donde el 89.4% del área total corresponde a la Cobertura de Bosque natural fragmentado, el área restante se encuentra bajo las coberturas de Pastos arbolados y Pastos limpios con un 6.6% y un 4% del área total (INTEGRAL, 2012).

La franja amarilla de mayor tamaño corresponde según el POT del municipio de Medellín (2006) a Suelos de Protección Rural, los cuales son considerados Ecosistemas Estratégicos Asociados a Acueductos Veredales, se caracterizan por su importante significancia de protección, pero, a su vez son áreas de baja vulnerabilidad en el proyecto y su representatividad es del 10% y 580,12 ha. Un sitio con esta particularidad fue la cuenca de la quebrada San Pedro en Santa Elena y según el

POT de Medellín (2006) son elementos claves porque su fin es "restablecer el equilibrio ambiental y cumplir la función ecológica del suelo", por lo que se recomienda realizar los controles respectivos sobre este territorio. Es así como para esta zona se mantiene la intervención de preservación, sobre la cual se incorpora la porción de la divisoria de la ladera con la planicie de la vereda El Plan, parte del ecosistema estratégico denominado Cuchilla Las Palmas. Los demás parches de color amarillo corresponden a áreas de retiro de las corrientes superficiales y áreas de nacimiento ubicadas en el municipio de Rionegro donde el papel principal de la cobertura vegetal es garantizar la presencia permanente del agua superficial para el uso y mantenimiento de la fauna acuática.

Las áreas de color verde son aquellas que presentan alta intervención humana con un alto predominio de pastos y herbáceas y por tanto, evidencian procesos de deterioro ambiental en sus componentes faunístico, edáfico, hídrico y paisajístico. Dentro del proyecto esta área de baja sensibilidad corresponde a un 78% y 4.664,39 ha, abarcando una zona considerable, debido a la ausencia de áreas que actualmente pertenecen a los Sistemas Nacionales de Áreas Protegidas.

3.5.2.3.2 Especies endémicas, amenazadas y vedadas de fauna y flora

Para generar este mapa se tuvieron en cuenta la cantidad de especies amenazadas de flora y de fauna en cada una de las zonas estudiadas. De este modo se caracterizaron las zonas en alta, media y baja siguiendo los rangos que se muestran a continuación:

Tabla 3-208 - Categorías de zonificación basada en especies amenazadas, endémicas o vedadas de fauna y flora

Cantidad de especies amenazadas, endémicas o vedadas	Categoría de zonificación
Mayor a 4	Alta
Entre 1 y 4	Media
Ninguna	Baja

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Con esto en mente, el mapa final muestra que las zonas del bosque de la espadera y el portal occidental del túnel seminario, la Reserva Natural de la Sociedad Civil Montevivo, la Reserva Forestal del Río Nare y el portal oriental del túnel seminario y la Hacienda la Aguada tienen una sensibilidad alta, pues allí se encontraron la mayor cantidad de especies endémicas, amenazadas y vedadas. Siendo la Reserva de Montevivo el lugar con mayor cantidad de especies reportadas (9) en dichas categorías. La zona roja en este mapa comprende un territorio de 981,172 hectáreas.

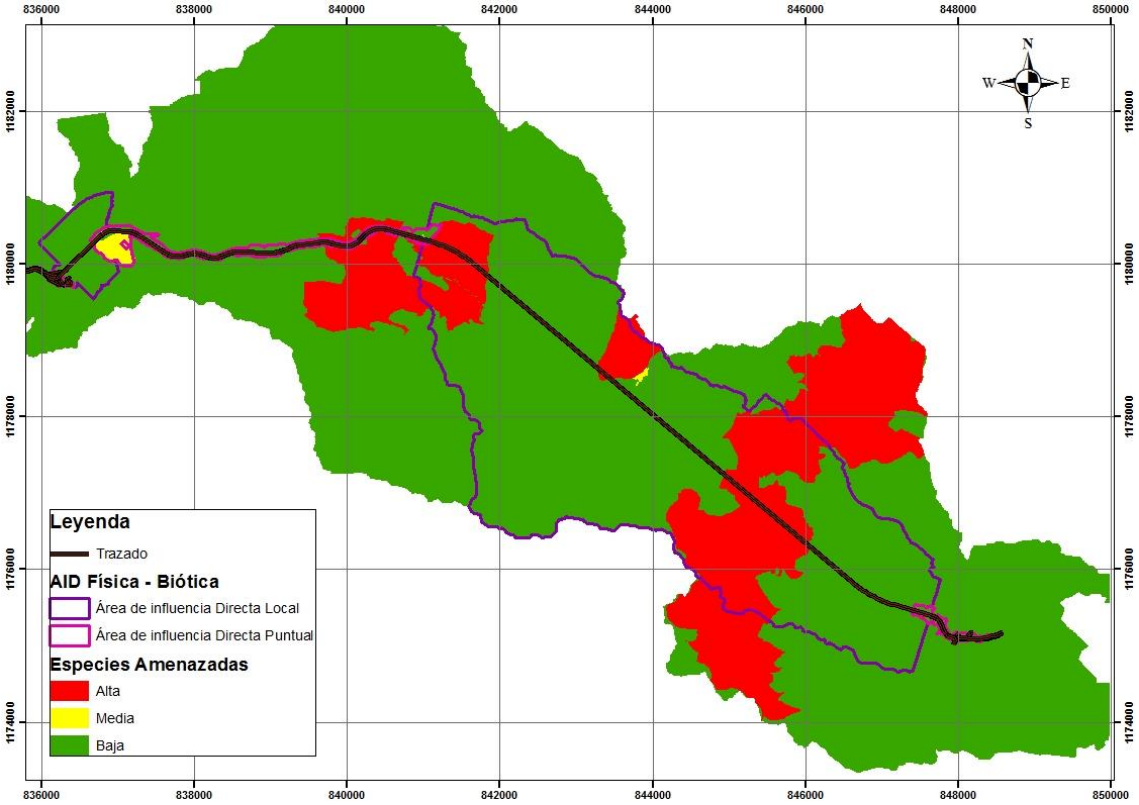


Figura 3-244 - Mapa de zonificación de la sensibilidad basado en especies amenazadas, endémicas o vedadas de fauna y flora.

Cabe mencionar, que las especies endémicas, amenazadas y vedadas tienen una importancia ecológica significativa, debido a que su rango de distribución se encuentra altamente restringido mundialmente y a que posiblemente son especies de interés comercial (por ejemplo para asuntos ornamentales), por esta razón, los sitios que albergan este tipo de especies merecen ser reconocidos como áreas de especial cuidado ambiental, puesto que son las que permiten la permanencia de las poblaciones de estas especies en el tiempo.

3.5.2.3.3 Coberturas vegetales

Con el fin de realizar la zonificación ambiental basada en coberturas vegetales se establecieron valores de importancia según la sensibilidad de cada cobertura vegetal. De este modo se clasificaron de la siguiente manera:

Tabla 3-209 - Clasificación de la sensibilidad ambiental para las coberturas vegetales

Cobertura vegetal	Categoría de zonificación
Bosque natural y vegetación secundaria	Alta
Plantaciones forestales	Media
Pastos, cultivos, construcciones	Baja

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

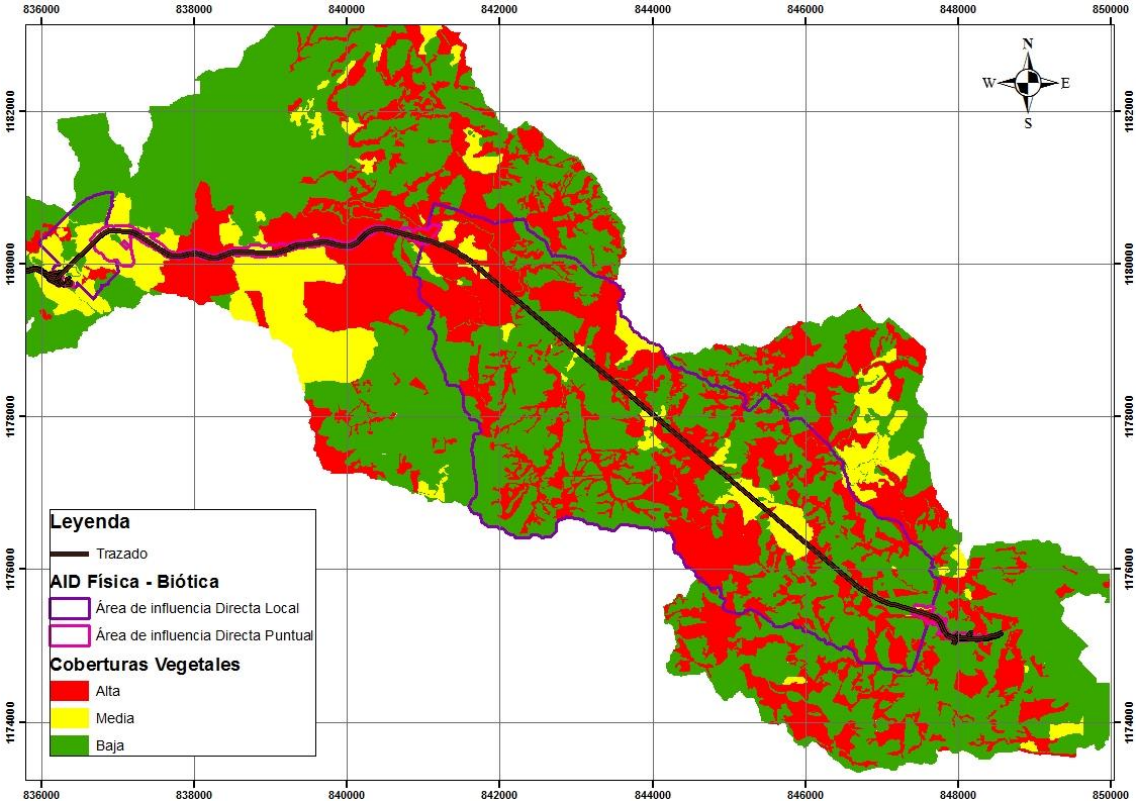


Figura 3-245 - Mapa de zonificación de la sensibilidad basada en coberturas vegetales

En el mapa de zonificación de la sensibilidad basada en las coberturas vegetales, la franja roja corresponde a áreas de especial significancia ambiental, cubriendo un área de 1935,27 ha y una representatividad del 32,1%, se encuentra distribuida a lo largo del área del proyecto y a su vez presenta diferentes dimensiones y corresponden a los bosques naturales fragmentados en los cuales se presentan procesos de maduración o unificación de las especies del bosque maduro o estados finales de árboles y arbustos de bajo porte que fueron los primeros individuos en establecerse en el bosque. A su vez, esta cobertura brinda funciones hidrológicas como áreas de protección de las aguas y servicios ecológicos proporcionando a los animales alimento y refugio, a la productividad del sitio, reducción de plagas, entre otros, permitiendo la conservación de la diversidad biológica en la zona.

Los parches de color amarillo o sensibilidad media cubren una superficie de 626,97 ha., es decir, el 10,4% del área total y se encuentran confinados en el sector del túnel seminario. En éste se encuentran las plantaciones forestales y coberturas de estado sucesional temprano, esta última, su estrato arbustivo es muy denso, enmarañado y de difícil tránsito, con presencia de abundante crecimiento de enredaderas y otras especies menores que caracterizan, de cierta forma, la fisionomía de esta unidad. Por la densidad de los niveles superiores el estrato rasante se ve disminuido traduciéndose en el menor espaciamiento entre individuos y en algunos casos se encuentran individuos arbóreos aislados. La importancia ecológica es media, debido a que la singularidad del paisaje, la diversidad de tipos de bosque y la riqueza florística son moderadas, la calidad del hábitat para la fauna silvestre es media limitando el número de especies que allí pueden habitar, ya que pocas se adaptan a estas condiciones.

Las áreas de color verde incluyen los cultivos, pastos y herbazales cubren 3464,72 ha y representan el 57,5%. Estas áreas se caracterizan porque en éstas han predominado durante largos periodos, actividades humanas, que han generado una serie de modificaciones ambientales relacionadas con la degradación de los suelos, pérdida de la cobertura vegetal, fragmentación de los ecosistemas, desaparición o disminución de la fauna silvestre y alteración del ciclo hidrológico.

3.5.2.3.4 Conectividad ecológica

Con el fin de analizar la conectividad en el paisaje se calculó un índice de cohesión usando la herramienta SIG, el cual define la proporción de "uniones" posibles y funcionales para los distintos tipos de coberturas vegetales. Para la zonificación del área de estudio se generaron 3 categorías (alta, media y baja) de conectividad las cuales se midieron teniendo en cuenta los siguientes umbrales:

Tabla 3-210 - Categorías de zonificación basada en conectividad ecológica

Valor de cohesión	Categoría de zonificación
Menor a 0.5	Baja
Entre 0.5 y 0.75	Media
Mayor a 0.75	Alta

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

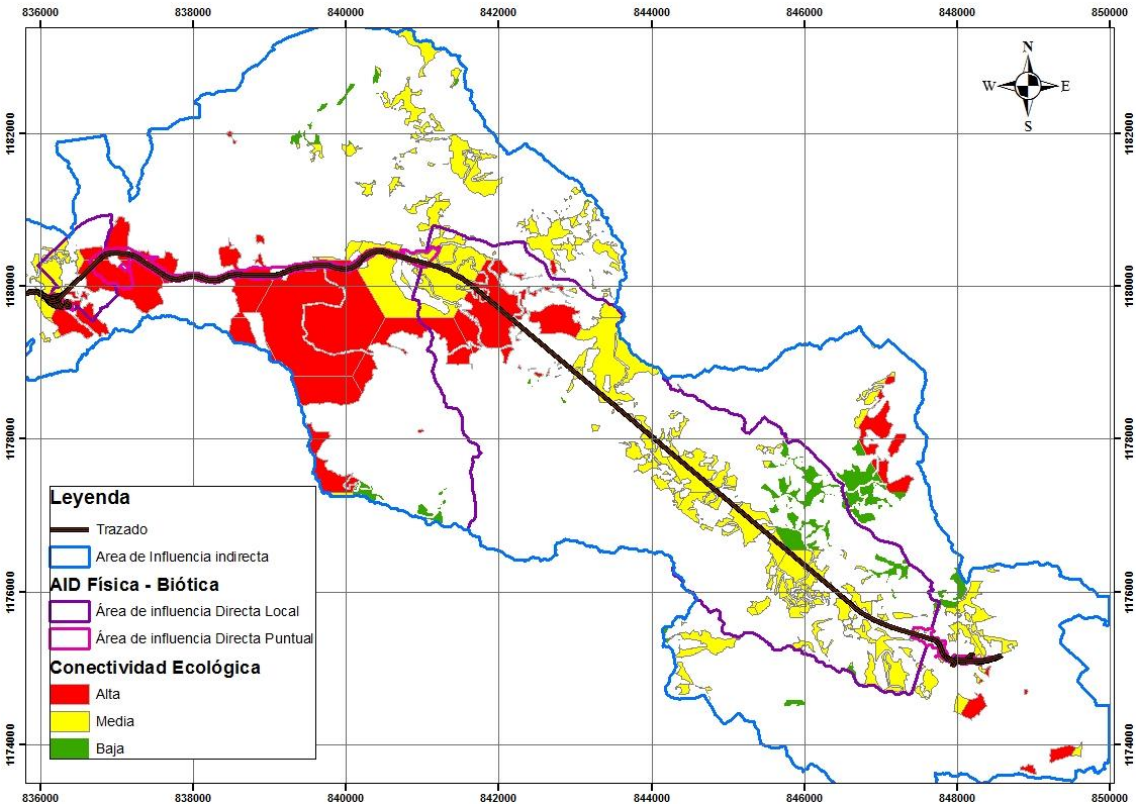


Figura 3-246 - Zonificación de la sensibilidad basada en el atributo de conectividad ecológica

Así las cosas, los resultados arrojaron que el bosque de la Hacienda la Aguada en el sector de la Quebrada la Espadera, la finca de los Roldán, las plantaciones del portal norte del túnel seminario, parte de la Reserva Forestal del Río Nare y fragmentos de vegetación secundaria cercanos al

aeropuerto, tienen una conectividad alta, lo cual implica que tanto para las especies de interior como para las de borde, el paisaje es permeable a sus movimientos. La conectividad ecológica alta permite asegurar los pools genéticos.

La mayoría de la zona del techo del túnel Santa Elena, la Reserva de la Sociedad Civil Montevivo y fragmentos de vegetación secundaria de la vereda Media Luna se encuentran zonificadas como media, es decir, para las especies del interior de los parches de bosque, la conectividad biológica se reduce de forma severa, mientras para las especies menos sensibles sigue existiendo conectividad, así como para las especies de borde que pueden moverse ampliamente entre los hábitats.

Los sectores que se muestran en verde corresponden a parches de vegetación donde la conectividad ecológica es baja, es decir, los fragmentos son pequeños de forma que es posible que las especies de interior desaparezcan de estas áreas. La conectividad para las especies de borde resulta también altamente reducida lo cual genera un aislamiento de las poblaciones. Debido a que la distancia entre los bordes de los fragmentos aumenta, se constituye una barrera insuperable y sólo las especies generalistas o aquellas con capacidad alta de dispersión pueden desplazarse de un fragmento a otro (Gurrutxaga San Vicente, 2004). En el área de influencia directa (local y puntual) físico-biótica se hallan este tipo de sectores en la parte media de la Reserva Forestal del Río Nare.

3.5.2.3.5 Calidad hidrobiológica- Índice BMWP

Las categorías empleadas para zonificar las fuentes de agua del área de estudio siguiendo el índice de calidad hidrobiológica BMWP fueron las siguientes:

Tabla 3-211 - Categorías para la zonificación según el índice de calidad hidrobiológica BMWP

Puntaje del índice BMWP	Categoría de zonificación
[101-121)	Alta
[36-100)	Media
[15-35)	Baja

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

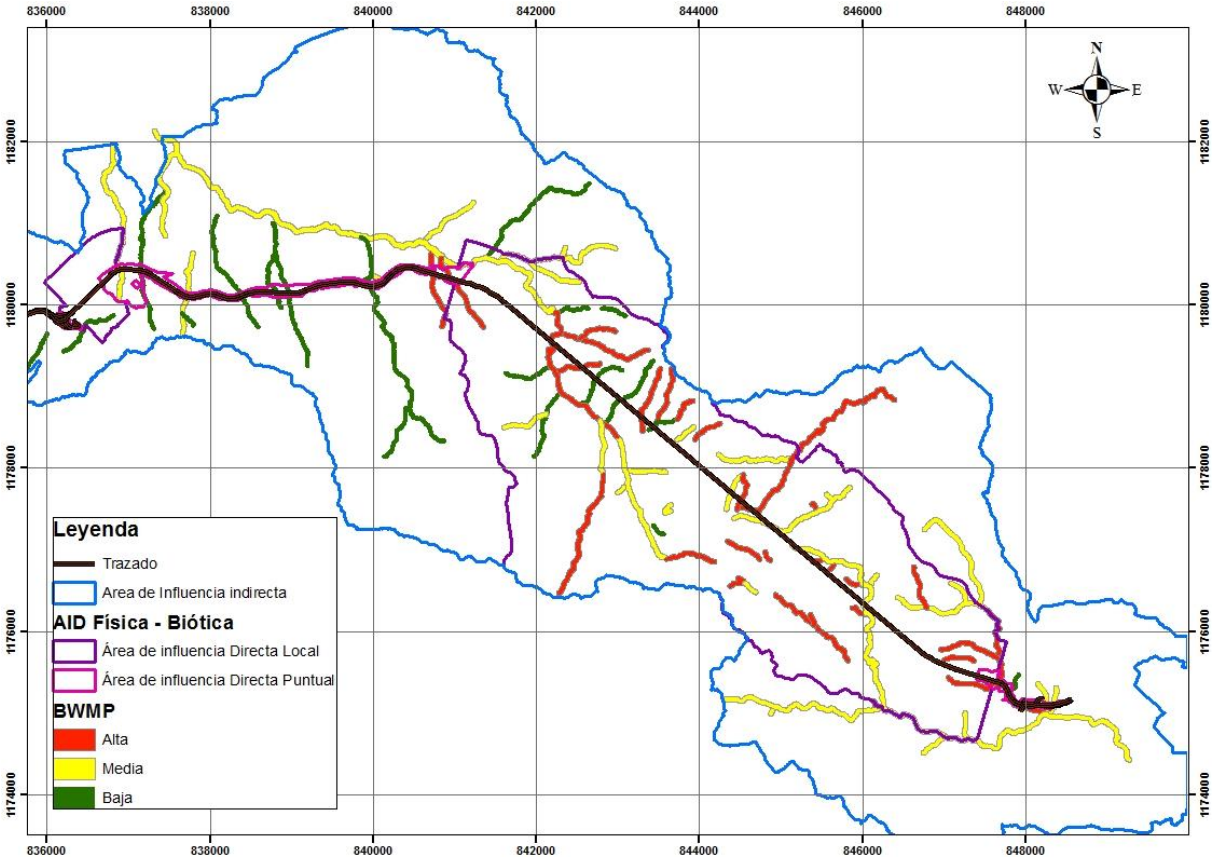


Figura 3-247- Zonificación de los cuerpos de agua de acuerdo con el índice BMWP

Como se observa en el mapa de zonificación generado a partir del índice BMWP que utiliza los macroinvertebrados acuáticos, se puede evidenciar la presencia de algunos cuerpos de agua para los cuales la prioridad de conservación es alta (aquellos que están en rojo), estos se encuentran generalmente asociados a sitios en los cuales hay menores vertimientos y donde la disponibilidad de hábitat puede ser mejor para la colonización de una mayor diversidad de especies. Dentro este grupo se pueden encontrar los cuerpos de agua como quebrada Las Torres, El Yarumo, La Bonanza, San Pedro parte media de San Ignacio, Sajonia, entre otras.

La mayoría de los sitios de muestreo se pueden considerar para conservación media (amarillos), éstos dentro del área de estudio se encuentran ubicados especialmente hacia la cuenca de la quebrada Santa Elena y la cuenca de la quebrada La Yarumal, en el cauce principal. En el momento se podría considerar que tienen un grado de intervención medio derivado principalmente de las actividades antrópicas que se desarrollan en la zona tal como recreación, presencia de algunos cultivos, obras civiles y la presencia de minería de oro y de material de playa (especialmente hacia la cuenca de La Yarumal); dichas actividades además de aportar contaminantes al agua, determinan mayor inestabilidad del sustrato y por tanto menor probabilidad de colonización de especies de macroinvertebrados.

Los sitios altamente intervenidos debido a los vertimientos de tipo doméstico e industrial, la presencia de una buena cantidad de sedimento, los desvíos de agua de casi el 90% los cuales determinan una disminución considerable del agua disponible, corresponden a los sitios colorados en verde, es decir, de baja importancia ecológica. Dentro de esta categoría se encuentran los

cuerpos de agua en el tramo de la vía a cielo abierto occidental, es decir, la quebrada El Chupadero, La Cangreja, La Pastora, Caunces, Yerbabuena, Santa Lucía y el cauce principal de la Santa Elena.

3.5.2.4 Zonificación ambiental componente biótico final

La zonificación biótica final se realizó integrando todos los criterios establecidos por los profesionales del componente biótico en los cuales se tuvieron en cuenta los componentes de flora, fauna terrestre, calidad hidrobiológica y biota acuática presente en las fuentes de agua (potamoplancton, zooplancton, fitoplancton, ficoperifiton, macroinvertebrados acuáticos e ictiofauna). De este modo se generaron cinco (5) mapas para las cinco (5) variables calificadas, posteriormente se hizo la ponderación de los mapas teniendo en cuenta un valor de importancia asignado por el equipo profesional. A continuación se muestra un resumen de los atributos utilizados para esta zonificación con su valor de importancia correspondiente.

Tabla 3-212 - Atributos e importancia empleados en la zonificación ambiental biótica

Atributo	Porcentaje de importancia
Áreas protegidas	20%
Especies de fauna y flora amenazadas, endémicas y vedadas	15%
Coberturas vegetales	30%
Conectividad ecológica	15%
Calidad hidrobiológica (BMWP)	20%
Total	100%

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

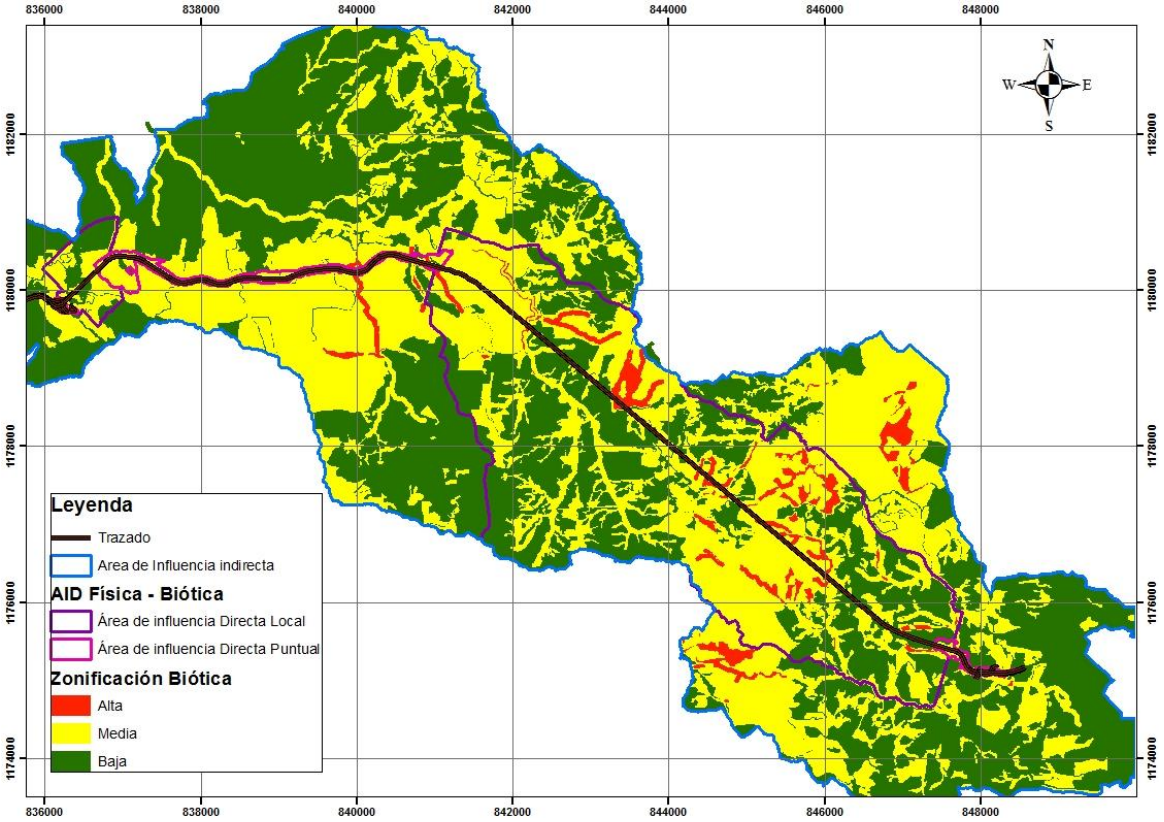


Figura 3-248 - Mapa de zonificación ambiental biótica

El atributo denominado “coberturas vegetales” fue aquel que recibió el mayor valor de importancia para la zonificación biótica, puesto que el tipo de cobertura y las matrices de los paisajes son determinantes para que las demás variables o atributos existan. Por ejemplo, si una zona tiene una cobertura en la cual predominan los pastos, es muy posible que exista un bajo número de especies de flora y fauna y que a su vez no esté determinada como un área protegida. No obstante, si la cobertura predominante es un bosque natural, puede albergar un gran número de especies de flora y fauna, a su vez proveer servicios ecosistémicos que permiten que exista mejor calidad en las fuentes hídricas y en general en los recursos naturales y son las que promueven la conectividad ecológica de las zonas.

En la zonificación biótica se puede observar que el 3% del territorio corresponde a un área roja, es decir tiene importancia biótica alta; el 46% corresponde a un área de importancia media (amarilla) y el 51% a un área baja (verde). Dentro de las zonas de importancia biótica alta se encuentran la quebrada la espadera, parte de la Reserva Natural de la Sociedad Civil Montevivo y algunas zonas dentro de la Reserva Forestal del Río Nare.

De acuerdo con la ponderación final, la quebrada la Espadera, Las Torres, El Yarumo, La Bonanza, San Pedro parte media de San Ignacio, Sajonia, entre otras, fueron calificadas altas, debido a que la cobertura vegetal en estas zonas corresponden a bosque natural fragmentado, el cual es el más sensible de todas las coberturas. Adicionalmente, la conectividad ecológica es alta y allí se encuentran más de cuatro (4) especies de fauna y flora endémicas, amenazadas o vedadas. Por ende la interacción entre estas cuatro variables permitió identificar estas áreas como áreas de especial significado ambiental.

En el caso de la Reserva Natural de la Sociedad Civil Montevivo, parte de ésta se zonificó en categoría alta. Esto se debe principalmente a que en el territorio sólo algunas hectáreas son bosque natural fragmentado (las demás corresponden a otras coberturas como pastos arbolados o plantaciones) y por lo tanto cuentan con especies amenazadas, endémicas y vedadas y con conectividad ecológica. De este modo, sólo en las coberturas de bosque natural fragmentado, donde convergen las demás variables, pueden identificarse áreas de especial significado ambiental y por esta razón, reciben un valor alto en la zonificación ambiental.

En el mapa final también se pueden observar ciertos polígonos dentro del área que comprende la Reserva Forestal del Río Nare que se encuentran como altos en las categorías de zonificación. Esto se puede explicar nuevamente por el criterio de coberturas, pues allí hay fragmentos de bosque los cuales cuentan con un alto número de especies amenazadas, endémicas o vedadas y a su vez, tienen una alta calidad hidrobiológica porque tienen entre 101 y 121 puntos en el índice de BMWP para la calidad hidrobiológica.

En términos generales, se puede observar que la zona se encuentra altamente intervenida por factores antrópicos y por esta razón la mayoría del área (51%) se encuentra categorizada como baja dentro de esta zonificación.

3.5.2.5 Zonificación ambiental- Componente Socioeconómico

La zonificación socioeconómica final se realizó integrando las variables infraestructura vial, equipamientos sociales, densidad poblacional, sitios de importancia cultural y arqueológica, actividades productivas, organización social y demanda del recurso hídrico. A continuación se presenta cómo se evalúo cada una de las variables y cómo se integraron para producir la zonificación ambiental del componente biótico.

3.5.2.5.1 Infraestructura vial

Para el mapa de sensibilidad de la infraestructura vial, se consideraron las vías primarias y secundarias que se encuentran dentro de la zona de estudio, las cuales están asfaltadas o afirmadas. Éstas corresponden principalmente a la vía de Santa Elena que comunica desde el sector de Buenos Aires hasta la glorieta de Sajonia y las vías secundarias son aquellas que se desprenden de la vía a Santa Elena para el ingreso a las veredas.

Las vías se clasificaron de acuerdo con la densidad vial, la cual se mide en infraestructura vial por kilómetro cuadrado. Para realizar esta zonificación se usaron los siguientes criterios:

Tabla 3-213 - Criterios para zonificar infraestructura vial

Densidad (vía/Km^2)	Categoría de zonificación
0 - 1	Baja
1 - 2	Media
> 2	Alta

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Esta variable da una idea de la infraestructura vial con la que cuenta la comunidad de las diferentes veredas y el nivel de complejidad de las relaciones que se establecen a partir de contar con estas infraestructuras. Es decir, entre mayor sea la densidad vial de una vereda, mayores son los intercambios de gente, bienes, comercio, etc. Lo cual indica una mayor capacidad social y económica asociada a dicha vereda. A continuación se muestra una tabla con las densidades viales analizadas por vereda.

Tabla 3-214 - Densidad vial para el área de influencia directa (área de influencia directa (local y puntual))

Vereda	Kilómetros de vía	Área (Km^2)	Densidad	Zonificación
La Convención	1,954	7,587	0,258	Baja
San Ignacio	2,734	6,757	0,405	Baja
Yarumal	6,947	7,424	0,936	Baja
La Quiebra	2,857	5,302	0,539	Baja
Santa Elena	6,002	2,882	2,082	Alta
El cerro	3,636	2,360	1,541	Media
El Llano SE	0,000	1,708	0,000	Baja
El Plan	8,294	6,020	1,378	Media
Las Palmas	6,494	15,932	0,408	Baja
El Placer	5,582	1,712	3,260	Alta
Media Luna	15,066	7,191	2,095	Alta
Barrio La Asomadera 3	1,356	0,161	8,401	Alta
Sajonia	0,386	0,101	3,828	Alta

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

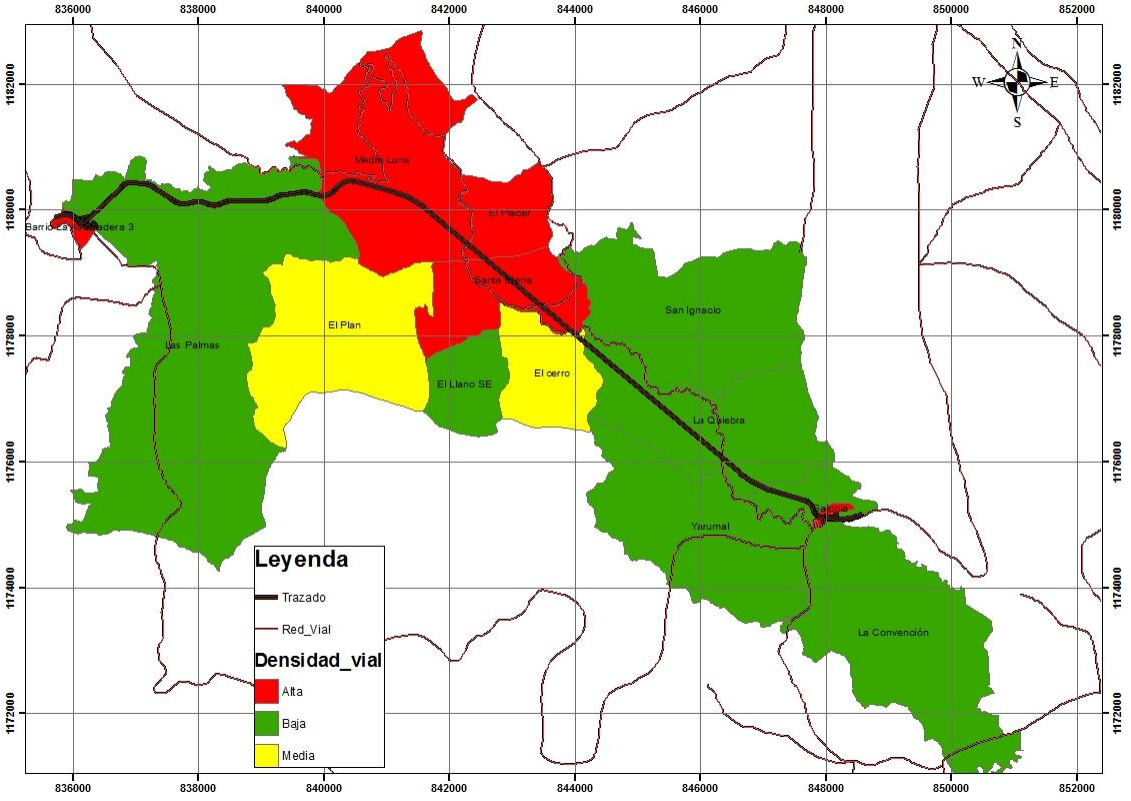


Figura 3-249 - Zonificación de la sensibilidad de acuerdo con la densidad vial

Teniendo en cuenta los resultados presentados en la tabla y en el mapa, las veredas Media Luna, El Placer, Santa Elena Central, presentan una sensibilidad alta. Esto se debe a que la vía principal

de Santa Elena es la vía de acceso a dichas veredas y además, las vías secundarias se concentran la mayor parte en este sector. Por ejemplo, comunican la red vial con el parque ARVI. De este modo, existe una densidad vial alta.

El sector Sajonia y el barrio La Asomadera 3, también presentan una sensibilidad alta, esto se debe a que la densidad vial es una variable inversamente proporcional al área de la vereda o barrio. De este modo, al ser éstas las veredas con menor área, presentan una densidad vial alta.

Las veredas El Plan y El Cerro presentan una sensibilidad media, ya que las vías que existen allí se desprenden de la vía principal del sector y son principalmente utilizadas para el ingreso a las unidades de vivienda que se presentan en éstas.

Las veredas San Ignacio, La Quiebra, Yarumal y La Convención, presentan una sensibilidad baja, lo cual demuestra nuevamente la relación inversamente proporcional entre el área y la densidad, pues éstas son las veredas que presentan mayor área dentro del área de influencia directa.

3.5.2.5.2 Equipamientos sociales

Hace referencia a las instalaciones y construcciones que están al servicio de la comunidad y que hacen posible que los ciudadanos accedan a espacios de educación, recreación, cultura, salud, encuentro ciudadano, entre otros. La tenencia de estos lugares en áreas geográficas urbanas y rurales dotan a las comunidades de mayor bienestar, en la medida, que en su radio de acción cuentan con los lugares necesarios para atender sus necesidades administrativas y personales.

Entre estos espacios se encuentran Instituciones Educativas, lugares de interés público y social como bibliotecas, sedes de organizaciones de base, sedes de oficinas administrativas, lugares para la atención médica como centros de salud, espacios para el culto religioso, zonas de esparcimiento como parques, canchas, ludotecas, etc. Con el fin de realizar la zonificación ambiental basada en este criterio se establecieron las siguientes categorías:

Tabla 3-215 - Categorías de zonificación de equipamientos sociales

Tipo de equipamiento	Categoría de la zonificación
No existen equipamientos en la localidad	Alta
Existencia de hasta tres equipamientos en la localidad	Media
Existencia de más de tres equipamientos en la localidad	Baja

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

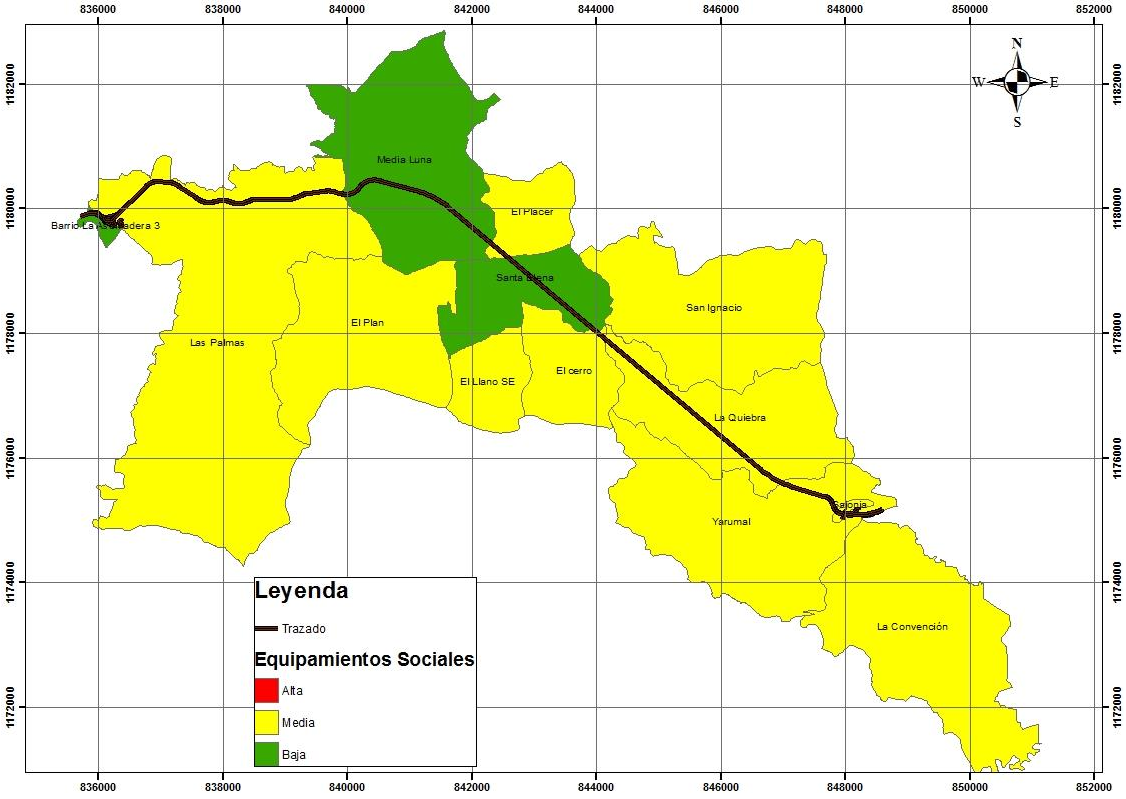


Figura 3-250 - Zonificación de la sensibilidad de acuerdo con los equipamientos sociales

La zona de influencia del proyecto Conexión Vial Aburrá–Oriente, desde el componente socioeconómico, identifica con sensibilidad baja el barrio La Asomadera No. 3 de la ciudad de Medellín y las veredas Media Luna y Santa Elena Central del corregimiento de Santa Elena en la medida que estas comunidades cuentan con espacios públicos, sociales y comunitarios en los cuales pueden desarrollar diferentes actividades de índole familiar, social, colectivo, religioso, etc.

La vereda Santa Elena Sector Central, por ser la "centralidad", congrega las mayores dotaciones de equipamientos sociales de todo el corregimiento, tales como la Institución Educativa Santa Elena, Parque Principal, Iglesia Católica, Coliseo, Centro de Salud, Estación de Policía, Biblioteca, Cementerio, Ludoteca Inder, Centro de Capacitación Parroquial, Sede de Acción Comunal Santa Elena y Casa de Gobierno, entre otros.

La vereda Media Luna, si bien, no se compara con Santa Elena Sector Central, también registra algún nivel de dotación con el Centro Educativo Media Luna, Placa Polideportiva, Iglesia Católica y la Sede de JAC.

El barrio Asomadera No. 3, presenta una característica especial, en la medida que rompe con la dinámica del área de influencia del proyecto, al estar localizado en la zona urbana de la ciudad de Medellín, y estar conformada principalmente por urbanizaciones de estratos cinco (5) y seis (6), rodeadas de amplias zonas verdes y con una población de 289 personas para el año 2013, según el perfil demográfico del barrio publicado por la Alcaldía de Medellín. Este lugar, como se describió en la línea base, tiene relación directa con la Comuna 14 – El Poblado, a la que accede a través de

la vía Las Palmas, más que con la comuna 9 – Buenos Aires, a la cual pertenece administrativamente. Sobre la vía La Palmas, se encuentran un conjunto de espacios públicos y privados a los que esta población tiene acceso tales como universidades, centros comerciales y espacios recreacionales asociados, amplia oferta de restaurantes, supermercados y miradores urbanos, entre otros.

Con sensibilidad media se calificaron las veredas Las Palmas, El Cerro, El Placer, El Llano, El Plan, San Ignacio de Guarne, y las veredas Yarumal, La Convención y La Quiebra de Rionegro.

La parte baja de la vereda Las Palmas presenta un comportamiento parecido al barrio Asomadera No. 3, en términos de su accesibilidad a la vía Las Palmas y a la comuna El Poblado, No obstante, la parte alta, lugar donde se emplazaría la vía a cielo abierto, está alejada del lugar y sus pocos residentes presentan mayor relación con las veredas vecinas del corregimiento. Se califica la vereda con sensibilidad media por tener en su área, uno de los espacios religiosos más significativos para la ciudad como es el Seminario Conciliar de Medellín y, según el PEOC de Santa Elena, infraestructura de asistencia social y otros lugares de culto.

La vereda El Cerro cuenta con el Centro Educativo El Cerro, una Placa Polideportiva y la Sede de JAC. El Placer registra el Centro Educativo El Placer, un Campo Deportivo y el Parque Infantil El Placer. El Plan tiene el Centro Educativo El Plan, la Placa Polideportiva y la Sede de la Junta de Acción Comunal.

San Ignacio de Guarne cuenta con el Centro Educativo Rural San Ignacio y una Placa Polideportiva. La vereda Yarumal tiene la Institución Educativa Guillermo Gaviria Correa, La Convención cuenta con el Centro Educativo Rural La Convención y La Quiebra con el Centro Educativo Rural La Quiebra y la Sede de JAC. Éstas últimas tres veredas corresponden al municipio de Rionegro.

Ninguna de las localidades del área de influencia directa local y puntual, tiene sensibilidad alta en este criterio.

3.5.2.5.3 Densidad poblacional

La variable hace referencia al número promedio de habitantes de un área urbana o rural en relación a una unidad de superficie geográfica dada. A mayor número de personas por área, mayor proporción de construcciones, demanda de servicios públicos y equipamientos sociales, población, etc.

Para la clasificación en las áreas rurales se emplearon (sólo para tener un dato de referencia) las densidades máximas de concentración poblacional expuestas en el texto: “Densidades máximas para vivienda en el área rural de la jurisdicción de Corantioquia” publicado en el año 2007. Así, las densidades de concentración en áreas rurales se clasifican en: Máximo: 27.65 hab/ha., Mínimo: 0.03 hab/ha. y Promedio: 0.93 hab/ha. Para la zonificación, se emplearon los criterios de alto, medio y bajo, según se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 3-216 - Criterios de zonificación para la densidad poblacional.

Densidad poblacional	Categoría de la zonificación
> 27,65 hab/ha	Alta
> 0,93 hab/ha y < 27,65 hab/ha	Media
> 0,03 hab/ha y <0,93 hab/ha	Baja

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

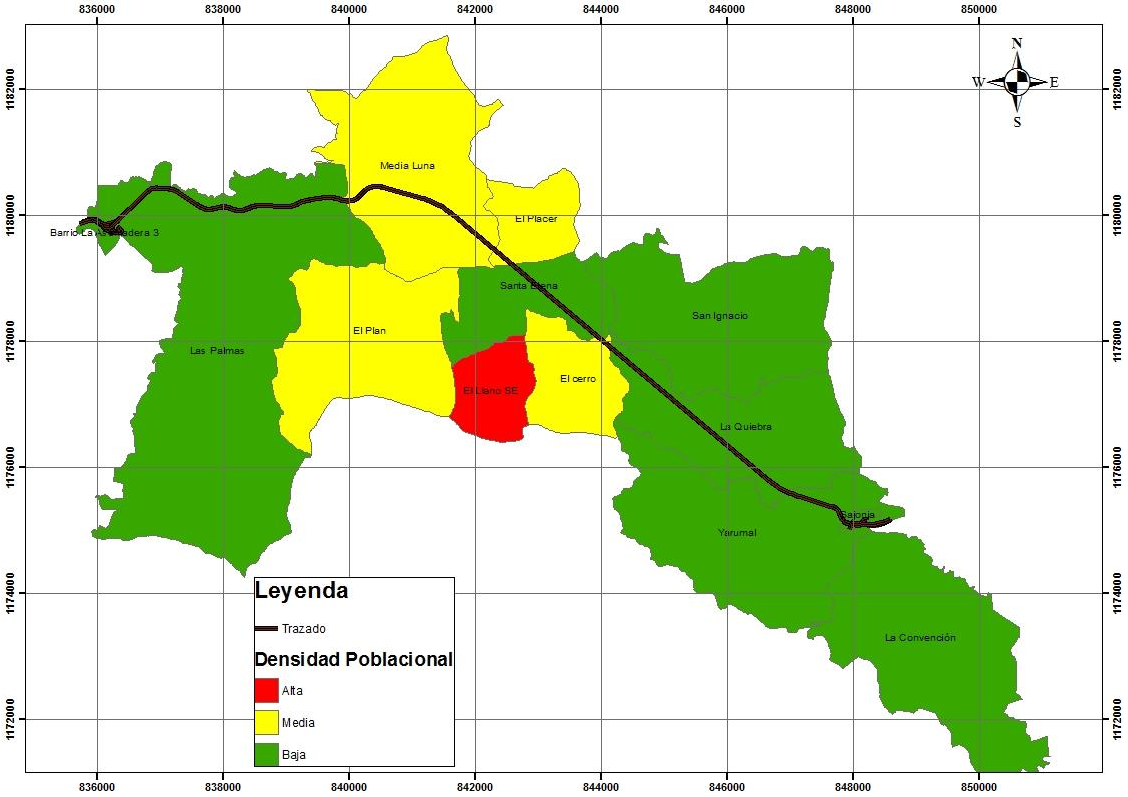


Figura 3-251 - Mapa de zonificación de la sensibilidad debido a la densidad poblacional

Para el caso del barrio Asomadera No. 3, por estar localizado en la zona urbana, se tomó como dato referencia el promedio de densidad poblacional que el Plan Ambiental de Medellín (PAM) 2012 – 2019 publicado por la Alcaldía Municipal, identificó para la comuna 9 – Buenos Aires, el cual es 221hab./ha. El peso dado a este criterio es de 10.

Bajo esta clasificación, las veredas Las Palmas, Santa Elena Sector Central, San Ignacio de Guarne y las veredas La Convención, Yarumal y La Quiebra de Rionegro se clasifican con sensibilidades bajas. El barrio Asomadera No. 3, tiene una extensión de 17,09 hectáreas para 289 personas, lo cual la cataloga también bajo la categoría de densidad baja.

Tabla 3-217 - Calificación final de la zonificación de la densidad poblacional

Municipio / Corregimiento	Barrio / Vereda	Hectáreas	Densidad (hab/ha.)
Municipio de Medellín	Asomadera No. 3	17,09	16,9
Municipio de Medellín, corregimiento de Santa Elena	Las Palmas	1589,9	1,57
	Media Luna	134,854	9,18
	El Placer	26,279	24,32
	El Plan	147,959	11,35
	El Llano	29,598	31,35
	El Cerro	26,111	18,73
	Santa Elena-Sector Central	126,538	4,88

Municipio / Corregimiento	Barrio / Vereda	Hectáreas	Densidad (hab/ha.)
Municipio de Guarne	San Ignacio	675	1,18
Municipio de Rionegro	La Quiebra	533	1,16
	Yarumal	762	1,51
	La Convención	757	0,8

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

La veredas Media Luna, El Cerro, El Placer y El Plan, registran según la clasificación dada a la zonificación del componente socioeconómico, sensibilidad media, mientras la vereda El Llano, es la que registra mayor densidad poblacional, superando el máximo referente tomado por Corantioquia de 27.65 hab./ha.

Según los datos ofrecidos por el PEOC de Santa Elena, se calcula que El Llano cuenta con 928 personas, siendo la tercera vereda más poblada del área de influencia del proyecto (le anteceden Media Luna y El Plan).

3.5.2.5.4 Sitios de importancia cultural y arqueológica

Se define la variable como la existencia o ausencia de Bienes de Interés Cultural (BIC) Municipal o con declaratoria de Bienes de Interés Cultural Nacional contempladas en el POT de cada municipio. Para el caso de Medellín, se incluyen los BIC referenciados por el Plan Especial de Protección del Patrimonio Cultural Inmueble -PEEP. Se le otorga un peso de 20%, dada la importancia que estas infraestructuras o lugares tienen para el colectivo sociocultural de la ciudad.

A continuación se muestran los criterios empleados para realizar la zonificación de este atributo.

Tabla 3-218 - Criterios para la zonificación de los sitios de importancia cultural y arqueológica

Sitios de importancia social y arqueológica	Categoría de la zonificación
Existencia en la localidad de Bienes de Interés Cultural Nacional	Alta
Existencia en la localidad de Bienes de Interés Municipal	Media
Ausencia en la localidad de Bienes de Interés Municipal o Nacional	Baja

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

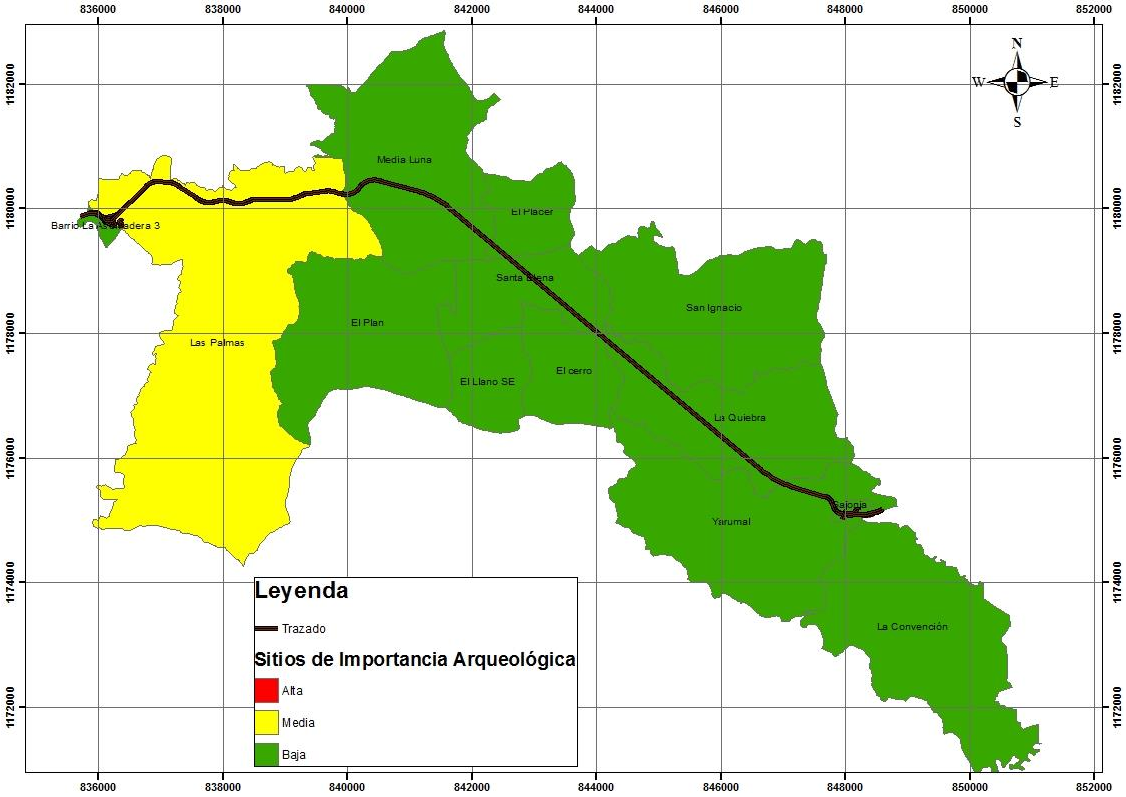


Figura 3-252 - Mapa de zonificación de sensibilidad asociada a los sitios de importancia cultural y arqueológica.

El ejercicio de clasificación determina que la vereda Las Palmas del corregimiento de Santa Elena tendría sensibilidad media por este criterio, porque en su área geográfica se localizan los siguientes lugares incluidos en el POT de Medellín como Bienes de Interés Cultural: Iglesia de Santa Elena Central, Seminario Conciliar de Medellín, Sector Santa Elena Central (todos los predios de la centralidad desde la quebrada Santa Elena, al sur, hasta el cementerio y el liceo, al norte, y desde los predios que bordean el parque principal, al occidente, hasta la quebrada que bordea el liceo, la zona deportiva y la casa de la cultura, y que cae a la Santa Elena, al oriente). Los caminos antiguos Caunce y Bocaná que serán intervenidos por la vía a cielo abierto. En las veredas restantes, no se encuentran BIC. En la zona no existe BIC de interés nacional.

3.5.2.5.5 Actividades productivas

En la zonificación ambiental de las actividades productivas se presentan las zonas con actividades de producción agrícola y pecuaria de mayor sensibilidad frente a eventualidades externas o impactos ambientales. Estas zonas coinciden con las veredas en la producción más alta de toda el área de influencia directa (puntual y local) del proyecto.

Aunque existen cultivos en todas las veredas, Santa Elena Central, El Llano y El Cerro del corregimiento de Santa Elena, tienen el mayor número de hectáreas cultivadas, así como el mayor número de predios con actividad agrícola y pecuaria, también habitan el mayor número de familias que complementan sus ingresos y su dieta alimenticia con las actividades agropecuarias. Por estas razones, estas veredas presentan la más alta sensibilidad ambiental frente a posibles impactos ambientales que puedan afectar sus actividades productivas, es decir, a mayor cantidad

de predios, familias, ocupación de mano de obra y diversificación de cultivos mayor será la afectación si ocurre un impacto que las afecte y por lo tanto, la sensibilidad ambiental será alta.

Para establecer la zonificación se definieron cuatro indicadores de sensibilidad: la diversificación de los cultivos, la producción agropecuaria, el destino de la producción y la generación de empleo. A su vez, para cada uno de los indicadores se identificaron los parámetros que especifican si una zona presenta sensibilidad baja, media o alta. Así, para la diversificación de cultivos se usó el parámetro de coberturas vegetales asociadas a los cultivos, para la producción agropecuaria se utilizó los volúmenes de producción en cada sector (pecuario, agrícola y piscícola), así como el número de predios asociados a las actividades productivas; para la destinación de la producción se analizó la proporción comercializable y de autoconsumo y para el indicador generación de empleo se examinó si la actividad productiva emplea mano de obra contratada o familiar.

Los indicadores de sensibilidad se seleccionaron teniendo en cuenta la pertinencia del indicador para medir la sensibilidad ambiental, la disponibilidad de información y la posibilidad de su representación en un mapa. A continuación se presenta, de manera detallada, el indicador y los parámetros para cada uno.

Diversificación de cultivos

Este indicador se refiere a la cantidad y calidad de cultivos presentes en cada una de las veredas. Así entre más variedad de sistemas productivos mayor será la calificación para este indicador. De igual manera, se utilizó la información acerca de las coberturas vegetales asociadas a cultivos para identificar la importancia de la actividad agrícola en cada vereda del área de influencia directa.

Como se puede observar en la tabla, se identificaron cuatro parámetros para la diversificación de cultivos relacionados con las coberturas vegetales, éstos son: área en mosaicos de cultivos y pastos, áreas en cultivos transitorios, área en cultivos confinados y áreas en cultivos permanentes arbóreos o frutales.

Las calificaciones de cada parámetro se promedian para obtener un solo dato para el indicador evaluado, por vereda, esto con el fin de facilitar el mapeo de los resultados finales.

Tabla 3-219 - Parámetros para calificar la sensibilidad ambiental de la diversidad de cultivos

Indicador	Descripción	Parámetro	
Diversificación de cultivos:	Coberturas vegetales asociadas a cultivos	Área en mosaicos de cultivos y pastos	Alta: Más del 50%
			Media: Entre el 25% y el 50%
			Baja: Menos del 25%
		Área en Cultivos transitorios	Alta: Más del 50%
			Media: Entre el 25% y el 50%
			Baja: Menos del 25%
		Área en Cultivos confinados	Alta: Más del 50%
			Media: Entre el 25% y el 50%
			Baja: Menos del 25%
		Área en Cultivos permanentes arbóreos	Alta: Más del 50%
			Media: Entre el 25% y el 50%
			Baja: Menos del 25%

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

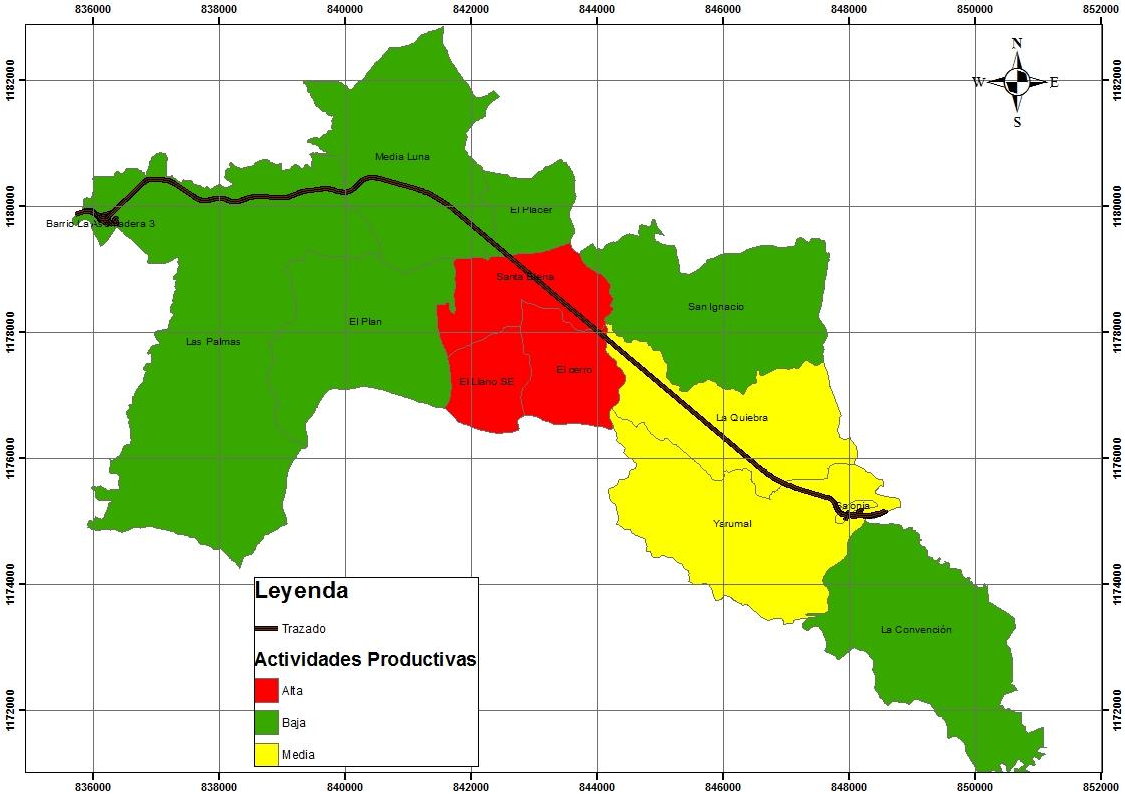


Figura 3-253 - Mapa de zonificación de sensibilidad de las actividades productivas

Producción agropecuaria

Este indicador se refiere a los volúmenes de producción tanto pecuaria, agrícola como piscícola en el área de influencia directa (local y puntual), representados por los parámetros que dan cuenta de los volúmenes de producción en los diferentes sectores productivos así como la cantidad de predios con tal actividad. En la siguiente tabla, se muestran los parámetros y su respectiva calificación.

Las calificaciones de cada parámetro se promedian para obtener un solo dato para el indicador que se está evaluando y por vereda, esto con el fin de facilitar el mapeo de los resultados finales.

Tabla 3-220 - Parámetros para calificar la sensibilidad ambiental de la producción agropecuaria en el área de influencia directa (local y puntual)

Indicador	Descripción	Parámetro	
Producción agropecuaria	Volúmenes de producción de animales y cultivos y el número de predios con actividad agrícola y/o pecuaria, Cultivos transitorios, Cultivos confinados y Cultivos permanentes arbóreos.	Número de animales por vereda	Alta: mayor a 40.000 animales
			Media: Entre 10.000 y 40.000
			Baja: Menos del 10.000
		Hectáreas sembradas	Alta: Más del 10 hectáreas
			Media: Entre 1 y 10 hectáreas
			Baja: Menos de 1 hectárea
		Cantidad de peces por vereda	Alta: Más 10.000 peces
			Media: Entre 500 y 10.000 peces
			Baja: Menos del 500 peces
		Número de predios con actividad	Alta: Más del 30 predios
			Media: Entre 10 y 30 predios

Indicador	Descripción	Parámetro	
		agropecuaria	Baja: Menos de 10 predios

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Destino de la producción

Este indicador analiza el destino de la producción, particularmente si lo que se produce se comercializa y en qué proporción o si es para el autoconsumo. Para el caso del área de influencia directa (local y puntual) del proyecto, es común que la producción, principalmente, hortícola se utilice para complementar la dieta de las familias y muy poco se vende en las fincas vecinas o en la Plaza de flores de la ciudad de Medellín.

A continuación se presentan los parámetros para medir la variable destino de la producción.

Tabla 3-221 - Parámetros para calificar la sensibilidad ambiental del destino de la producción agropecuaria

Indicador	Descripción	Parámetro	
Destino de la producción	Se refiere a si la producción agrícola y pecuaria es para autoconsumo o para la comercialización.	La producción se destina en mayor proporción a la comercialización y menos al autoconsumo	Alta
		La producción se destina en mayor proporción al autoconsumo y menos a la comercialización	Media
		La producción solo se destina al autoconsumo	Baja

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Generación de empleo

En la generación de empleo se analiza si las diferentes actividades productivas demandan mano de obra diferente a la familiar o si por el contrario, solo utiliza mano de obra de la familia. En este caso, la sensibilidad aumenta a medida que la actividad genera empleo no necesariamente familiar.

En el área de influencia directa (local y puntual), a medida que los cultivos aumentan su extensión demandan mano de obra, lo cual indica que la producción es rentable y genera excedentes hasta para pagar mano de obra distinta a la familiar.

En la siguiente tabla se muestran los parámetros para medir la sensibilidad a la generación de empleo de las actividades productivas. Así, entre más empleos se generen mayor será la sensibilidad.

Tabla 3-222 - Parámetros para calificar la sensibilidad ambiental de la generación de empleo en el área de influencia directa (local y puntual)

Indicador	Descripción	Parámetro	
Generación de empleo	Se refiere a si la producción agrícola y pecuaria contrata o no mano de obra	La producción agropecuaria demanda más mano de obra contratada que familiar	Alta
		La producción agropecuaria demanda más mano de familiar que contratada	Media

Indicador	Descripción	Parámetro	
		La producción agropecuaria solo demanda más mano de familiar	Baja

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Luego de calcular los valores para cada uno de los indicadores (diversificación de cultivos, producción agropecuaria, destino de la producción y generación de empleo), se suman y promedian para hallar la sensibilidad ambiental de cada una de las veredas del área de influencia directa (local y puntual); así, si el promedio de los valores se encuentra entre 4 y 5, la sensibilidad será alta, entre 3 y 4 será media y entre 1 y 3 será baja.

En la siguiente tabla, se presenta la escala de valores utilizada para determinar la sensibilidad ambiental a los impactos externos de cada una de las veredas del área de influencia directa (local y puntual).

Tabla 3-223 - Escala de valores de la sensibilidad ambiental para las actividades productivas

Calificación	Sensibilidad
Entre 4 y 5	Alta
Entre 3 y 4	Media
Entre 1 y 3	Baja

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

A continuación se presentan los resultados para cada una de los indicadores que miden la sensibilidad ambiental para las actividades productivas.

Diversificación de cultivos

De acuerdo con los promedios presentados en la tabla a continuación relacionada, las veredas con la sensibilidad más alta por diversificación de cultivos son: Santa Elena Central (4) y El Cerro (5), debido a que tienen los porcentajes más altos en coberturas vegetales asociadas con cultivos transitorios, confinados y permanentes de hortalizas, verduras, hortensias, champiñones y frutales de mora y mortiño respectivamente, lo cual es un indicador de la variedad de los cultivos de la vereda.

Ahora, las veredas con sensibilidad media son: El Llano, que tienen cultivos transitorios y permanentes de hortalizas, verduras, papá, frijol, flores, follajes y frutas como mora, tomate de árbol, uchuva y fresa, respectivamente. La vereda La Quiebra, con cultivos permanentes de aguacate y transitorios de frijol, maíz y papa; y la vereda Yarumal con cultivos permanentes de aguacate y tomate de árbol. Las veredas con sensibilidad baja son: Las Palmas, Media Luna, El Placer, El Plan, La Convención y San Ignacio. En el caso de la vereda Las Palmas, no tiene coberturas vegetales asociadas con ningún tipo de cultivo. En la vereda Media Luna, las coberturas de cultivos alcanzan sólo el 2% del área de la vereda, lo mismo ocurre en la vereda La Convención.

Tabla 3-224 - Sensibilidad ambiental para la diversificación de cultivos por veredas del área de influencia directa (local y puntual)

Vereda	Mosaico de cultivos y pastos	Cultivos transitorios	Cultivos confinados	Cultivos permanentes arbóreos	Total	Promedio
Las Palmas	1	1	1	1	4	1
Media Luna	1	1	1	1	4	1
Santa Elena Central	5	3	5	1	14	4

Vereda	Mosaico de cultivos y pastos	Cultivos transitorios	Cultivos confinados	Cultivos permanentes arbóreos	Total	Promedio
El Placer	1	1	1	1	4	1
El Plan	3	1	1	1	6	2
El Cerro	5	5	5	3	18	5
El Llano	5	1	3	1	10	3
La Quiebra	3	1	3	3	10	3
Yarumal	3	3	3	3	12	3
La Convención	1	1	1	1	4	1
San Ignacio	1	3	1	3	8	2

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Ahora, en la fracción dentro del área de influencia directa (local y puntual) de la vereda El Plan, solo se identifican mosaicos de cultivos y pastos. En la vereda El Placer se identifican cultivos transitorios, permanentes y confinados pero con áreas pequeñas. Lo mismo ocurre en la vereda San Ignacio.

Producción agropecuaria

De acuerdo con la siguiente tabla, las veredas El Cerro y La Quiebra con promedios de cuatro cada una, presentan la sensibilidad ambiental más alta para la producción agrícola y pecuaria, debido principalmente, a los altos volúmenes de producción y la cantidad de predios con actividad agropecuaria. De igual manera, las veredas Media Luna, Santa Elena Central, El Llano y Yarumal tienen sensibilidad media y las veredas Las Palmas, El Placer, El Plan y La Convención tienen la sensibilidad baja.

Tabla 3-225 - Sensibilidad ambiental para la producción agropecuaria por veredas del área de influencia directa (local y puntual)

Vereda	Producción pecuaria	Producción agrícola	Piscícola	Número de predios	Total	Promedio
Las Palmas	1	3	3	1	8	2
Media Luna	3	1	5	1	10	3
Santa Elena Central	1	3	1	5	10	3
El Placer	1	3	3	1	8	2
El Plan	1	1	1	1	4	1
El Cerro	1	5	5	5	16	4
El Llano	1	5	1	5	12	3
La Quiebra	1	5	3	5	14	4
Yarumal	1	3	1	5	10	3
La Convención	1	1	1	1	4	1
San Ignacio	1	3	1	5	10	3

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Generación de excedentes

Con respecto a la generación de excedentes para la comercialización, las veredas con los promedios de sensibilidad más alta son: Santa Elena Central, El Cerro y El Llano. Las veredas Media Luna y La Quiebra tienen sensibilidad media y Las Palmas, El Placer, El Plan, Yarumal, La Convención y San Ignacio tienen sensibilidad baja, debido a la predominancia de la producción para el autoconsumo.

Tabla 3-226 - Sensibilidad ambiental para la generación de excedentes por veredas del área de influencia directa (local y puntual)

Vereda	Producción pecuaria	Producción agrícola	Piscícola	Total	Promedio
Las Palmas	1	1	1	3	1
Media Luna	3	1	5	9	3
Santa Elena Central	5	5	3	13	4
El Placer	1	1	1	3	1
El Plan	1	0	1	2	1
El Cerro	5	5	5	15	5
El Llano	5	5	1	11	4
La Quiebra	3	5	1	9	3
Yarumal	1	3	1	5	2
La Convención	1	1	1	3	1
San Ignacio	1	1	1	3	1

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Con los datos anteriormente calculados para cada uno de los indicadores se calculan los promedios para identificar la sensibilidad total de las actividades productivas y con este resultado se elabora el mapa que representa la sensibilidad ambiental por veredas.

En la siguiente tabla, se muestra que las veredas con la sensibilidad ambiental más alta son: Santa Elena Central, El Cerro y El Llano. Las veredas con sensibilidad media son: La Quiebra y Yarumal y las veredas con sensibilidad baja son: Las Palmas, Media Luna, El Placer, El Plan, La Convención y San Ignacio.

Tabla 3-227 - Sensibilidad de las actividades productivas del área de influencia directa (local y puntual)

Vereda	Diversificación cultivos	Producción agropecuaria	Generación de excedentes	Generación empleo	Calificación promedio
Las Palmas	1	2	1	1	1
Media Luna	1	3	3	2	2
Santa Elena Central	4	3	4	4	4
El Placer	1	2	1	1	1
El Plan	2	1	1	1	1
El Cerro	5	4	5	5	5
El Llano	3	3	4	4	4
La Quiebra	3	4	3	2	3
Yarumal	3	3	2	2	3
La Convención	1	1	1	1	1
San Ignacio	2	3	1	1	2

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

3.5.2.5.6 Organización social

Las organizaciones sociales son grupos que se reúnen, de manera voluntaria, en torno a valores e intereses afines a una comunidad. No tienen ánimo de lucro y, la mayor parte de las veces, se constituyen formalmente con personerías jurídicas. La existencia de organizaciones sociales sólidas y representativas en una comunidad es un indicador de cohesión social, del sentido de comunidad, y de la prevalencia de lo público sobre lo particular. Adicionalmente, se constituyen en una fortaleza frente a procesos que requieran espacios de interlocución o negociación ante entidades públicas o privadas.

Para la zonificación socioeconómica, se define bajo la categoría de alta, la ausencia de organizaciones sociales, en la medida, que la población asentada en la localidad tendría mayores dificultades para planificar su territorio de manera colectiva o para interactuar frente a obras, programas o proyectos que vayan en contravía de sus intereses. Bajo la categoría de media se clasifican las organizaciones sociales que, bajo la entrevista realizada durante el trabajo de campo realizado, no hayan relacionado la ejecución de proyectos en favor de la comunidad o manifiesten bajos niveles de participación social en sus veredas. Con sensibilidad baja, se clasifican las organizaciones sociales que muestran mayor nivel de gestión y de capacidad para concretar proyectos que apuntan al bienestar de la comunidad. Los criterios calificación se resumen en la tabla que se muestra a continuación.

Tabla 3-228 - Criterios para la zonificación de las organizaciones sociales

Organización social	Categoría de la zonificación
En la localidad no existen organizaciones sociales	Alta
En la localidad existen organizaciones pero sin capacidad de gestión	Media
En la localidad existen organizaciones con capacidad de gestión	Baja

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

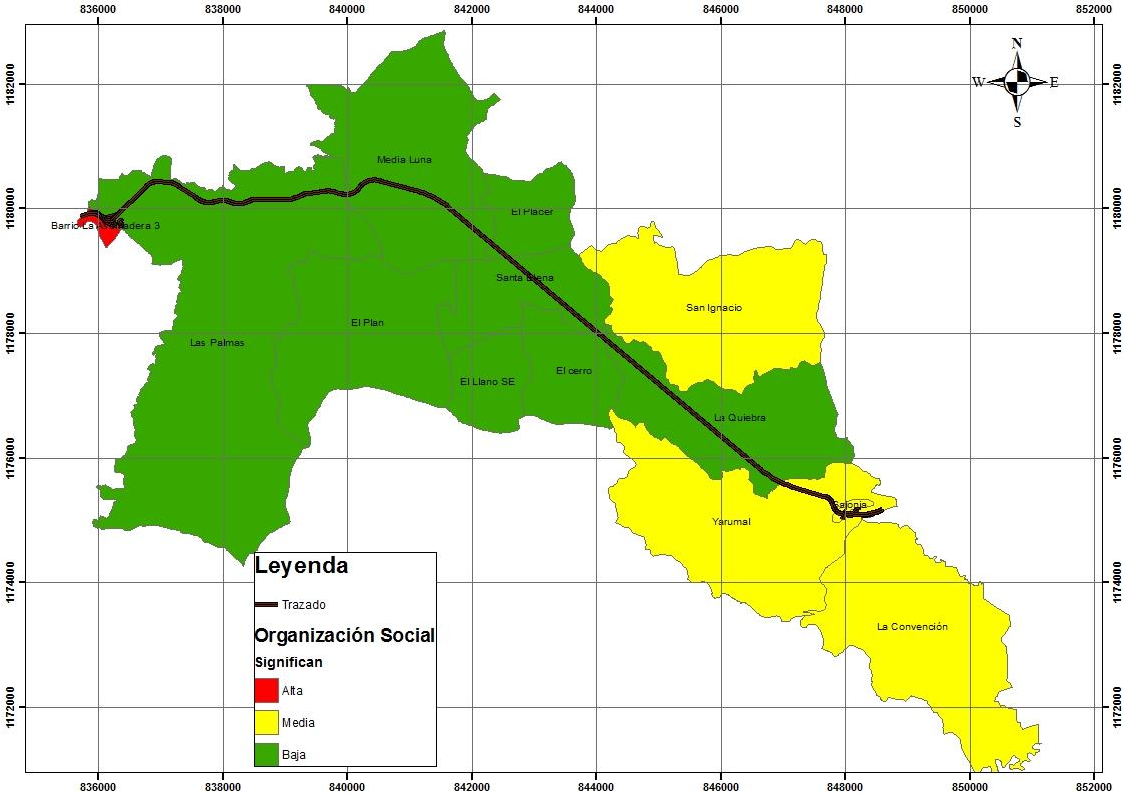


Figura 3-254 - Mapa de zonificación de la sensibilidad basado en organizaciones sociales

Bajo esta óptica, con sensibilidad baja se clasifican las organizaciones sociales existentes en las veredas Media Luna, El Cerro, El Placer, Santa Elena Sector Central, El Llano, El Plan y Las Palmas.

La vereda Media Luna cuenta con tres Juntas de Acción Comunal (JAC) dada su extensión. Las veredas restantes cuentan cada una con una (1) JAC y a través del programa de la alcaldía denominado Presupuesto Participativo, han logrado gestionar programas y proyectos en beneficio de las veredas. Algunas de estas organizaciones tienen entre sus integrantes personas cualificadas desde los estudios técnicos o profesionales, lo cual, les permite tener mejor capacidad de gestión y de interlocución. La vereda Las Palmas tiene JAC, pero ésta concentra su gestión en la zona baja en límites con la vía Las Palmas; esto se explica porque en la zona alta priman los cultivos forestales y hay poca presencia de población.

En este grupo también se incluye la vereda La Quiebra del municipio de Rionegro, que a la fecha cuenta dos (2) JAC´s (La Quiebra y La Quiebra-El Progreso) y a la fecha gestionan diferentes proyectos con la administración municipal

Con sensibilidad media se registran las organizaciones de las veredas San Ignacio de Guarne, y Yarumal y La Convención de Rionegro.

San Ignacio presenta una particularidad en relación con su ubicación, pues perteneciendo administrativamente al municipio de Guarne tiene relaciones espaciales, territoriales y sociales con Santa Elena, debido a que está localizada en la frontera, que se encuentra alejada del casco urbano de Guarne, y que anteriormente, parte de esta vereda pertenecía al municipio de Medellín. Esta situación provoca en los integrantes de la JAC dificultades para lograr que el

municipio al que pertenece gestione proyectos a favor de las comunidades, tanto que en algunos casos, esta población es atendida por el municipio de Medellín.

Las veredas Yarumal y La Convención aunque tiene JAC reportan desinterés de las comunidades y menores niveles de gestión.

3.5.2.5.7 Demanda del recurso hídrico

Para establecer la sensibilidad ambiental del componente Demanda del Recurso Hídrico, se tiene en cuenta el número de captaciones existentes sobre un cuerpo de agua específico. Este conflicto se determina a partir de la presencia de captaciones para sistemas de acueducto o captaciones de tipo individual concesionadas por la autoridad ambiental. La sensibilidad ambiental para este caso específico, se considera de la siguiente manera:

- Sensibilidad ambiental alta: Existe al menos una captación de un sistema de acueducto
- Sensibilidad ambiental media: No se registran captaciones de acueductos y hay más de 10 captaciones individuales
- Sensibilidad ambiental baja: Se registran menos de 10 captaciones individuales o no se cuenta con ninguna captación

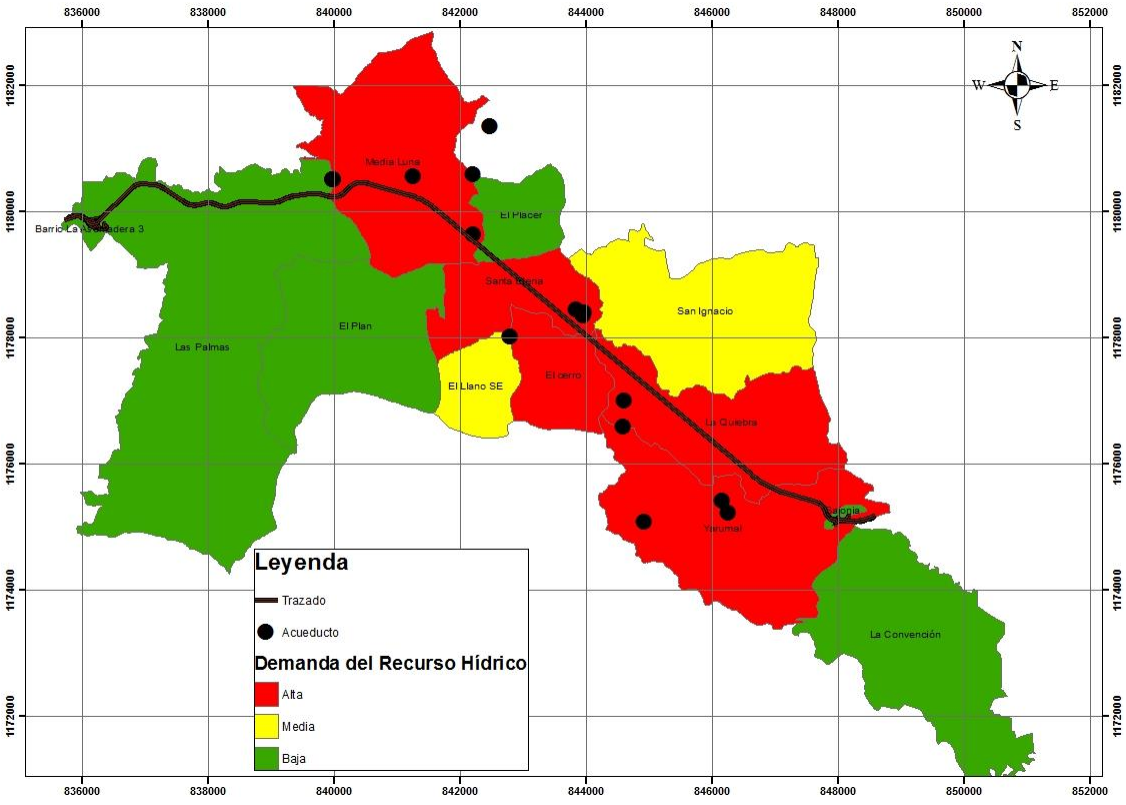


Figura 3-255 - Mapa de zonificación de la sensibilidad asociada a la demanda del recurso hídrico

La existencia de una captación que permite el abastecimiento de un sistema de acueducto, constituye la satisfacción de las necesidades mínimas de un grupo de personas sumado al hecho que según la reglamentación del sector técnico de saneamiento básico y agua potable para estos

casos, se habla de agua potable, por lo tanto se está hablando de un bien público, mientras que las captaciones de tipo individual son más consideradas de tipo particular porque permiten suplir las necesidades de un grupo de personas muy pequeño por lo general un solo usuario y en gran medida solo actividades que no implican consumo.

Tabla 3-229 - Calificación final de la zonificación ambiental de la demanda del recurso hídrico.

Vereda	Existencia de captaciones para acueductos	Existencia de captaciones individuales	Calificación
Barrio La Asomadera	0	0	Baja
Las Palmas	0	8	Baja
El Plan	0	0	Baja
Media Luna	6	20	Alta
El Placer	0	4	Baja
Santa Elena	3	6	Alta
El Llano	0	37	Media
El Cerro	1	42	Alta
San Ignacio	0	18	Media
La Quiebra	2	65	Alta
Yarumal	3	55	Alta
La Convención	0	0	Baja

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

Las zonas con mayor conflicto, de más sensibilidad por ubicación de al menos una captación que surte un sistema de acueducto en la zona de estudio y de una mayor presión sobre el recurso agua, corresponden a las veredas Media Luna (captación de acueductos Barrios de Jesús, 8 de Marzo, Juan Pablo II, La Palma, Media Luna y Las Flores), Santa Elena (captación de acueductos Multiveredal Santa Elena, ASUASI y Circuito La Cascada), El Cerro (captación de acueducto San Pedro), La quiebra (captación de acueductos Aguas del Mirador y El Progreso) y Yarumal (captación de acueductos ARSA, Conhydra y Yarumaguas), donde el factor predominante es la localización de más de dos estructuras de captación, haciendo esto que la red hídrica de estas zonas constituya la base fundamental para el desarrollo de estos sistemas, teniendo también en cuenta que se registra la inclusión de varias concesiones de tipo individual.

La zona de sensibilidad media está marcada por las veredas El Llano y San Ignacio, las cuales no registran ubicación de captaciones de sistemas de acueducto, pero su red hídrica si permite el abastecimiento individual de más de 10 usuarios por cada una de éstas, generándose así una presión sobre el recurso hídrico que permite por lo general suplir necesidades que son consideradas básicas y que en su defecto son cubiertas por los sistemas de acueducto de la zona.

Las veredas Las Palmas, El Plan, El Placer y la Convención y el barrio La Asomadera No. 3, constituyen la zona de sensibilidad baja lo que indica que se cuenta con muy pocas captaciones de agua a nivel individual, es decir, la presión sobre el recurso agua es baja y la dependencia del recurso hídrico allí localizado para suplir las necesidades es mínima.

3.5.2.6 Zonificación ambiental- Componente Socioeconómico final

La zonificación socioeconómica final se hizo integrando todos los criterios establecidos por los profesionales del componente socioeconómico. Para esta zonificación se generaron siete (7) mapas a partir de los siete (7) atributos calificados. Luego, se ponderaron los valores de cada uno de los mapas para generar el mapa de zonificación ambiental socioeconómica final. A continuación se presentan las variables medidas con sus respectivos valores de importancia bajo el criterio seleccionado por los profesionales para esta zonificación.

Tabla 3-230 -Atributos e importancia empleados en la zonificación ambiental socioeconómica

Atributo	Porcentaje de importancia
Infraestructura vial	5%
Equipamientos sociales	5%
Densidad poblacional	10%
Sitios importancia cultural y arqueológica	20%
Actividades productivas	20%
Organización social	10%
Demanda recurso hídrico	30%

Fuente: Consorcio Siga-Plyma

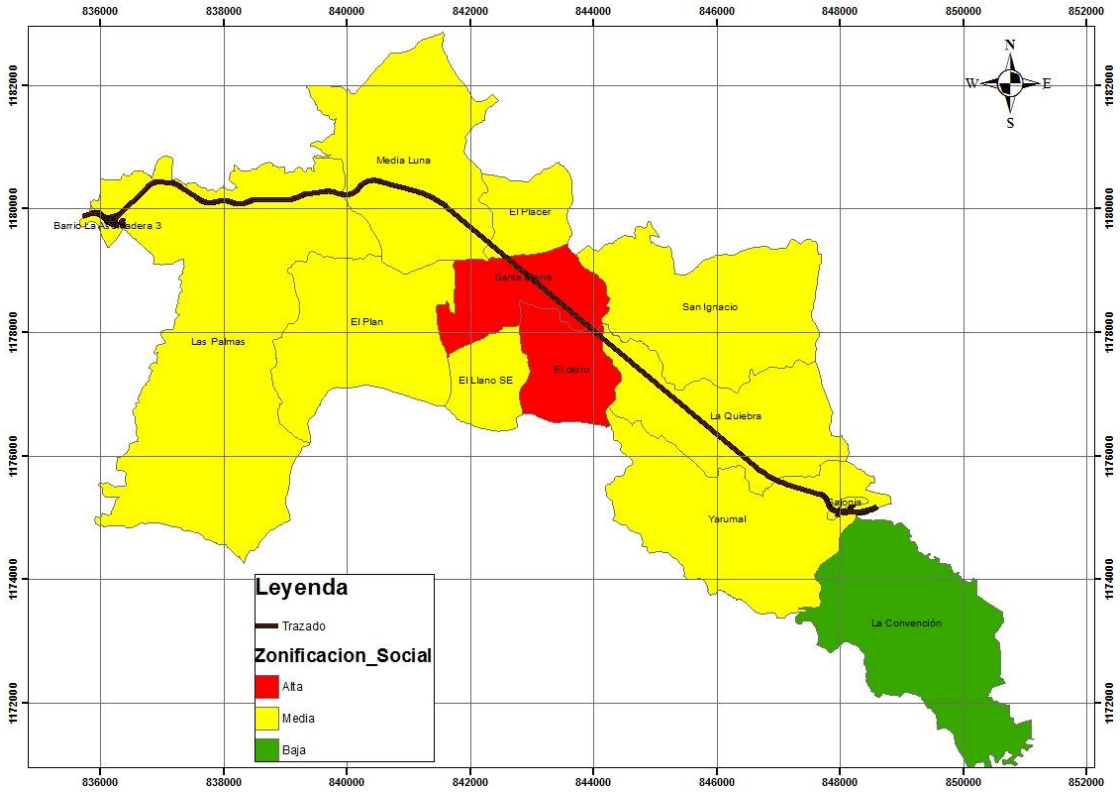


Figura 3-256 - Mapa de zonificación ambiental socio económica

Para el ejercicio de zonificación ambiental, el grupo de profesionales otorgó el peso superior al atributo denominado demanda del recurso hídrico, como puede observarse en la tabla anterior, por considerar que el acceso al agua, además de ser un derecho fundamental, determina las

posibilidades que tienen los seres humanos de desarrollar su vida de manera saludable, digna y productiva. Con peso menor, pero con significancia dentro de la ponderación, se tienen también los atributos de actividades productivas por identificar en ellas características relevantes como la complementación de la dieta alimenticia de la población campesina y la generación de ingresos y los sitios importancia cultural y arqueológica.

La superposición de mapas y la ponderación realizada según los pesos definidos, encontró que las veredas Santa Elena Sector Central y El Cerro muestran coincidencia al contar con las captaciones de acueductos Multiveredal Santa Elena, ASUASI, Circuito La Cascada y San Pedro y, adicionalmente, registrar mayor actividad agropecuaria, diversificación de cultivos, generación de excedentes y mano de obra vinculada. En este sentido y, desde el componente socioeconómico, se considera que estas áreas geográficas tienen mayor sensibilidad ambiental frente a posibles eventualidades externas. En conclusión, las veredas Santa Elena y el Cerro son aquellas que fueron calificadas como altas. Por esta razón, se denominan áreas de especial importancia social y cultural y comprenden un 8% (524,24 ha) del área total analizada.

3.5.2.7 Zonificación ambiental (general)

El resultado de la zonificación ambiental se obtuvo luego de integrar los criterios físicos, bióticos y socioeconómicos utilizando la herramienta SIG. Por lo tanto los resultados arrojados parten de la suma de las áreas de Influencia social, física y biótica, para un total en área de 8184.6 ha. A continuación se describen los resultados de cada una de las áreas de sensibilidad.

3.5.2.7.1 Sensibilidad Alta

Las áreas de sensibilidad alta corresponde a 0.49% del área de influencia directa física, biótica y social del proyecto, equivalente a 40 hectáreas. Estas zonas corresponden a los sitios que por la calificación de cada uno de los componentes presentaron la mayor calificación en la ponderación.

Los resultados arrojaron que la quebrada la Espadera tanto desde el medio físico, biótico y social, obtuvo la calificación más alta, debido a que allí se encuentra la captación de cuatro acueductos, es una zona protegida con bosque natural fragmentado en el retiro de la quebrada desde la parte alta hasta la entrega a la quebrada Santa Elena y en el componente físico, su mayor calificación la determinó la disponibilidad del recurso hídrico, dado que el caudal demandado (12.03 litros/seg) es mayor al caudal concesionado (1.74 litros/seg) para cada uno de los acueductos. La quebrada Santa Elena en su recorrido desde la parte alta hasta encontrarse en los barrios de Medellín, arrojó valores altos en cada uno de los componentes evaluados, como la disponibilidad del recurso hídrico. Pues allí se encuentran establecidos dos acueductos y el índice de calidad físico-química agregado, también determinó una buena calidad en el recorrido.

En el componente biótico, se encuentra vegetación secundaria a ambos lados del retiro de la quebrada. Según la zonificación social, se encuentra en la categoría de sensibilidad alta, debido a la demanda del recurso hídrico. Pues allí se encuentran captaciones individuales dispersas en ambas unidades territoriales. Pequeños fragmentos con sensibilidad alta se encuentran en la cuenca de la quebrada La Yarumal relacionados con las captaciones de los acueductos Aguas del Mirador, aguas del Progreso, Yarumaguas, CONHYDRA y ARSA y con relictos de vegetación secundaria, además de encontrarse ubicados en la Reserva Forestal Protectora del Río Nare.

3.5.2.7.2 Sensibilidad Media

La sensibilidad media, según el resultado de la zonificación ambiental ocupó el 34.22 % del área de influencia directa, equivalente a 2.801 hectáreas. Dentro de esta sensibilidad, se encuentra la Reserva de la Sociedad Civil Montevivo, los bosques naturales fragmentados de la Espadera, la finca La Aguada (propiedad de CORANTIOQUIA) y los suelos de protección que pertenecen a pequeños fragmentos de vegetación secundaria en el municipio de Rionegro.

3.5.2.7.3 Sensibilidad Baja

Las áreas con esta calificación fueron las de mayor área según el resultado de la zonificación ambiental, el 65.28% del área para 5.342.9 hectárea del área de influencia de todos los componentes. Esta área corresponde a las zonas donde las interacciones entre los componentes son mínimos, es decir, el cruce de las variables son pocas, corresponde a las áreas con coberturas de pastos limpios, pastos arbolados, suelos de uso residencial. Zonas con baja sensibilidad las cuales pueden soportar altas intervenciones de infraestructura diferente a la existente.

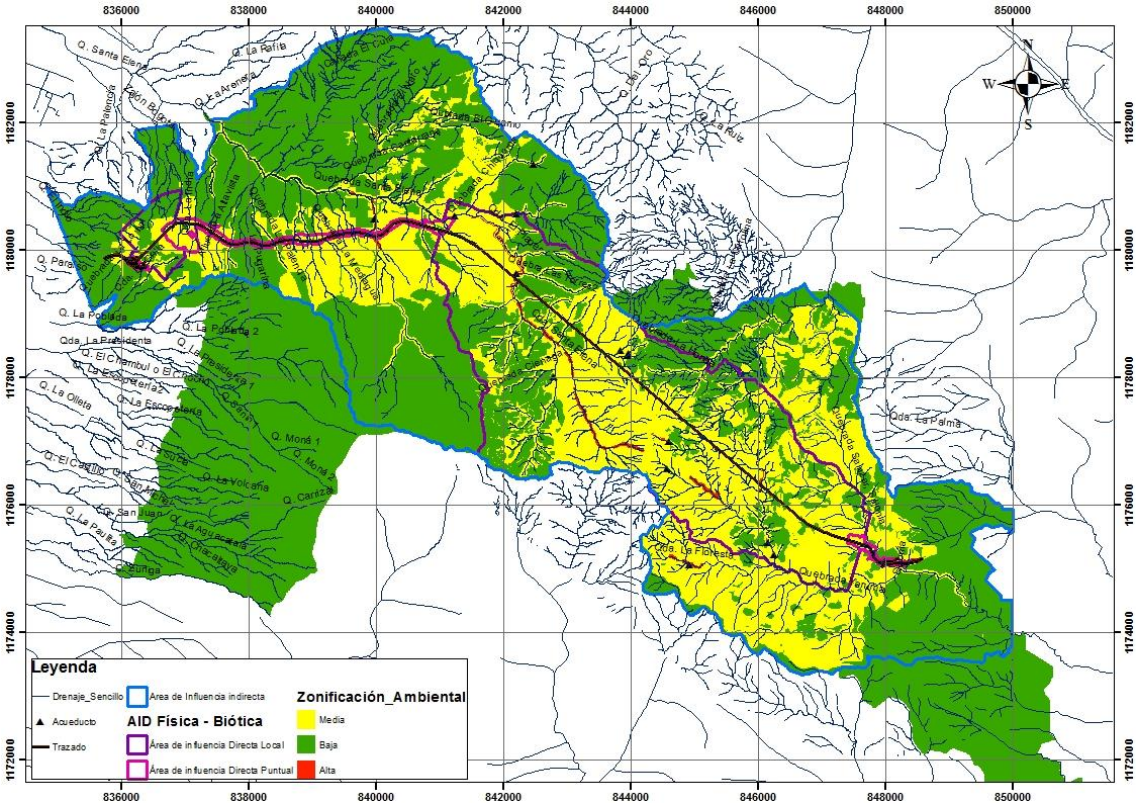


Figura 3-257 - Mapa de zonificación ambiental

3.5.3 Áreas según la jerarquía de la zonificación ambiental

3.5.3.1 Áreas de especial significado ambiental

Las áreas de especial significado ambiental son aquellas áreas que por sus características ambientales (principalmente componentes fauna, flora y ecológico), son particulares y deben ser conservadas, o requieren un manejo especial en cuanto a su grado de intervención. Dentro de esta

categoría se encuentran dos subcategorías las cuales son: muy alto significado ambiental y alto significado ambiental. Como se puede ver en la figura 3.22, La Reserva Natural de la Sociedad Civil, Montevivo y La Reserva Forestal del Río Nare son áreas de muy alto significado ambiental, pues hacen parte del sistema nacional de áreas protegidas (SINAP) y por esta razón tienen un significado más alto que las demás áreas encontradas en el proyecto. Por otro lado, las áreas de alto significado ambiental son aquellas que se identificaron como albergues de especies endémicas o amenazadas, puntos estratégicos para la conectividad ecológica y sitios con coberturas de bosques naturales. En esta categoría están los retiros de las quebradas, la zona del depósito seminario y los bosques de la Espadera, de la Aguada y de la vereda Piedras Blancas.

3.5.3.2 Áreas de importancia social

Cómo áreas de importancia social se identificaron todas aquellas zonas donde hay una concentración significativa de la población, por ejemplo el tejido urbano continuo en la Vereda de las Palmas y los caseríos de las veredas rurales de El Placer, El llano, El Cerro, Santa Elena, etc. También se identificaron con una alta importancia social todas las obras que pertenecen a los equipamientos sociales tales como, la Iglesia, El Seminario Conciliar de Medellín, las escuelas del área de influencia directa e indirecta y las vías presentes también en el área.

3.5.3.3 Áreas de producción económica

Se identificaron como áreas de interés económico, todas aquellas veredas en donde se desarrolla un actividad productiva desde el punto de vista agropecuario. Destacándose las veredas de El Placer, Santa Elena Central, El llano, El Cerro y El Plan, el municipio de Medellín, San Ignacio en Guarne y La Quiebra y Yarumal en Rionegro.

3.5.3.4 Áreas Recuperación ambiental

Se identificaron en el área de influencia indirecta y directa del proyecto, como las áreas que actualmente están teniendo procesos de sucesión ecológica. Las plantaciones forestales del depósito seminario y las que son aledañas al bosque de la Espadera son actualmente sitios de recuperación ambiental. Al analizar el área de influencia indirecta también se incluye el fragmento de vegetación secundaria de la Vereda Piedras Blancas.

3.5.3.5 Áreas de riesgo y amenazas

Son las áreas donde se han reportado fallas geológicas o sitios con susceptibilidad de movimientos en masa y procesos erosivos. En este proyecto se localizan en el cerro del chivo, en la vereda Yarumal donde se encuentran las zonas de canteras y en la finca de los aguacates, en el piezómetro 14.

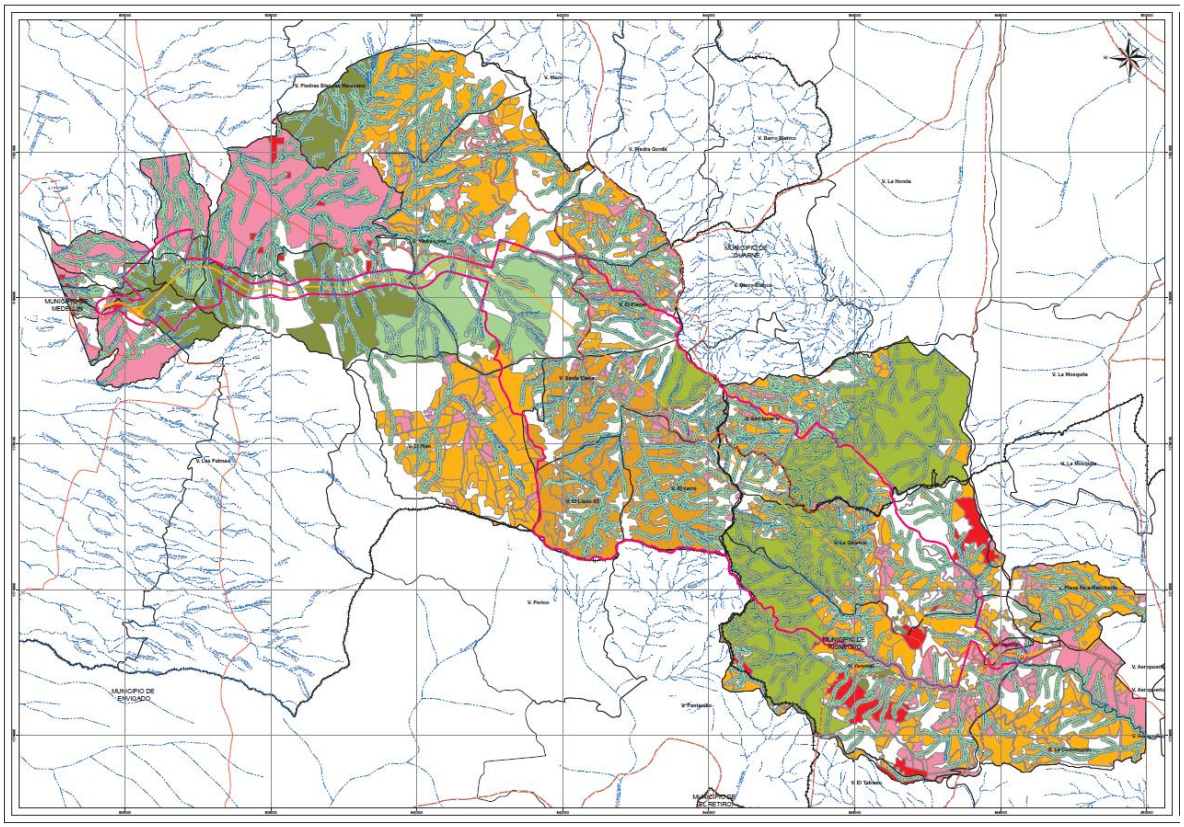


Figura 3-258 - Áreas con la jerarquía de la zonificación ambiental